ISSN 0102–3616

SBOT
SOCIEDADE BRASILEIRA DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA

RBO
REVISTA BRASILEIRA DE ORTOPEDIA

VOLUME 59 • N° 4 • JULHO/AGOSTO 2024

Lesões irreparáveis do manguito: Opções de tratamento e desfechos clínicos
Síndrome da dor complexa regional
Imobilização do punho após a descompressão cirúrgica do nervo mediano na síndrome do túnel do carpo: Uma revisão sistemática
A influência da alta demanda física na ocorrência das principais lesões musculares e ligamentares em atletas profissionais de futebol: Uma revisão sistemática
Estudo histomorfométrico do reparo de defeito ósseo não crítico após implantação de microesferas de hidroxiapatita com substituição por magnésio
A estimulação elétrica previne a atrofia muscular e a diminuição da interleucina-6 em músculos paralisados após lesão da medula espinal em ratos
Comparação de preparações de enxertos ósseos para tratamento de defeitos ósseos críticos em um modelo animal roedor
Reconstrução dos ligamentos cruzados anterior e posterior com autoenxertos bilaterais dos isquiotibiais: Técnica e resultados funcionais
Análise do comportamento biomecânico de um modelo animal de configuração de enxerto de trança tripla de isquiotibiais para reconstrução combinada de LCA e LAL para túnel único femoral
Avaliação do comportamento mecânico dos tendões patelar e semitendinoso utilizando a elastografia por ondas de cisalhamento (SSI) e testes de tração
Tratamento conservador da camptodactilia com órteses: Coorte retrospectiva
Tratamento cirúrgico da rizartrose: Artroplastia de ressecção do trapézio associada a interposição tendínea *versus* técnica de Kuhns
Tratamento cirúrgico percutâneo do dedo em gatilho
Gene COL5A1 e o risco de lesões do LCA no esporte de equipe: Um relatório preliminar
Comparação de métodos bidimensionais manuais e tridimensionais automatizados de avaliação da morfologia da articulação do ombro por imagens de tomografia computadorizada
Expressão dos biomarcadores osteopontin, WNT3A e ABCB5 em pacientes com osteossarcoma
Avaliação radiográfica do tratamento cirúrgico das fraturas supracondilianas do úmero em crianças
Pé torto congênito: Dificuldades na manutenção do uso da órtese de Dennis-Brown pelos cuidadores
Avaliação de um protocolo para reserva de sangue para cirurgias de fratura do quadril em idosos
Enxerto osteoarticular livre de metatarso em reconstrução de tumor de células gigantes de metacarpo: Relato de dois casos e descrição de técnica
Sistematização das etapas para impressão de modelos 3D de deformidades ortopédicas
Transferência do segundo dedo do pé para tratamento de amputação traumática do polegar em uma criança de quatro anos: Relato de caso
Metástase retroperitoneal, hepática e de linfonodo de osteossarcoma tibial proximal: Relato de caso

OPEN ACCESS

Thieme

ISSN 0102-3616

Revista Brasileira de Ortopedia

Indexada em PubMed/PubMed Central (2015), SciELO (2007), Scopus™ (2011), LILACS (1981) e Filiada à Associação Brasileira de Editores Científicos (ABEC)

Editor-chefe

Geraldo da Rocha Motta Filho
(https://orcid.org/0000-0002-5187-2787)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Editor Emérito

Achilles Ribeiro de Araújo (In memoriam)
Márcio Ibrahim de Carvalho (In memoriam)
Donato D´Angelo (In memoriam)
Carlos Giesta
(https://orcid.org/0000-0002-3242-900X)
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Gilberto Luís Camanho
(https://orcid.org/0000-0001-8656-5552)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Sergio Luiz Checchia
(https://orcid.org/0000-0002-9086-734X)
Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia São Paulo, SP, Brazil

Editores Associados

Helton Luiz Aparecido Defino
(https://orcid.org/0000-0003-4274-0130)
Depto. Biomec. Med. Ap. Locom. Fac. Med. Rib. Preto Ribeirão Preto, SP, Brasil
João Carlos Belloti
(https://orcid.org/0000-0003-3396-479X)
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo - UNIFESP São Paulo, SP, Brazil
Raphael Martus Marcon
(https://orcid.org/0000-0001-5958-5646)
Inst. Ortop. Traumatol. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. São Paulo São Paulo, SP, Brasil

Editor de Área

João Carlos Belloti
(https://orcid.org/0000-0003-3396-479X)
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo - UNIFESP São Paulo, SP, Brasil

Editor Júnior

José Leonardo Rocha de Faria
(https://orcid.org/0000-0003-2635-1469)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia - INTO/MS Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Editores Internacionais

A. Lee Osterman
(https://orcid.org/0000-0002-2641-7360)
Thomas Jefferson University, Woodbury, Estados Unidos da América
Alessandro Castagna
(https://orcid.org/0000-0002-2029-3539)
Humanitas University, Pieve Emanuele, Italy
Boris Zelle
(https://orcid.org/0000-0002-9420-6995)
The University of Texas at Austin, Austin, Estados Unidos da América
César De César Iowa
(https://orcid.org/0000-0001-6037-0685)
University of Iowa, Department of Orthopaedics and Rehabilitation, Iowa City, Estados Unidos da América
David Ring
(https://orcid.org/0000-0002-6506-4879)
The University of Texas at Austin, Austin, Estados Unidos da América
Deborah Eastwood
(https://orcid.org/0000-0002-6191-4768)
Royal National Orthopaedic Hospital NHS Trust, London, England
Eiji Itoi
(http://orcid.org/0000-0002-9859-6791)
Tohoku Rosai Hospital, Sendai, Japan
Enrique Guerado
(http://orcid.org/0000-0002-8711-5307)
Universidade de Málaga, Malaga, pain
Gehrke Thorsten
(https://orcid.org/0000-0002-4124-1682)
Helios ENDO-Clinic Hamburgo, New Hamburg, Germany
George S. Athwal
(https://orcid.org/0000-0002-5174-219X)
Western University, Ontario, Canadá
Jason Pui Yin Cheung
(https://orcid.org/0000-0002-7052-0875)
University of Hong Kong, Hong Kong, China
Jeff Wang
(https://orcid.org/0000-0002-6297-7410)
USC Spine Center, Beverly Hills, Estados Unidos da América
Luis Alberto Aponte-Tinao
(https://orcid.org/0000-0002-2096-7206)
Hospital Italiano de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
Marc Sinclair
(https://orcid.org/0000-0001-9870-4054)
King's College Hospital Dubai, Dubai, Emirados Árabes Unidos
Olufemi R. Ayeni
(https://orcid.org/0000-0003-4219-8564)
McMaster University, Hamilton, Canada
Javad Parvizi
(https://orcid.org/0000-0002-6985-5870)
Thomas Jefferson Univerity, Philadelphia, Estados Unidos da América
Philippe Hernigou
(https://orcid.org/0000-0002-8475-279X)
University of Paris East, Paris, France
Rami Mosheiff
(https://orcid.org/0000-0002-3867-1972)
Hadassah-Hebrew University Medical School, Jerusalém, Israel
Robert F. LaPrade
(https://orcid.org/0000-0002-9823-2306)
Twin Cities Orthopedics, Edina, Estados Unidos da América

Corpo Editorial

Alan de Paula Mozella
(https://orcid.org/0000-0001-5855-5808)
Inst. Nac. Traumatol. Ortop. (INTO) Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Alex Guedes
(https://orcid.org/0000-0001-7013-7107)
Fac. Med. Bahia - Univ. Federal da Bahia Salvador, BA, Brasil
Alexandre Fogaça Cristante
(https://orcid.org/0000-0002-7797-5274)
Inst. Ortop. Traumatol. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. São Paulo São Paulo, SP, Brasil

Alexandre Leme Godoy dos Santos
(https://orcid.org/0000-0002-6672-1869)
Inst. Ortop. Traumatol. Hosp. Clin. Fac.Med. Univ. São Paulo, São Paulo, SP,Brazil
Benno Ejnisman
(https://orcid.org/0000-0002-3301-1457)
Depto. Ortop. Traumatol. UNIFESP/EPM São Paulo, SP, Brasil
Carlos Henrique Fernandes
(https://orcid.org/0000-0003-0146-6091)
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo – UNIFESP São Paulo, SP, Brazil
Carlos Roberto Schwartsmann
(https://orcid.org/0000-0002-9318-1642)
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil
Cláudio Santili
(https://orcid.org/0000-0003-0645-5500)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Eduardo Angeli Malavolta
Inst. Ortop. Traumatol. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. São Paulo São Paulo, SP, Brasil
Fernando Baldy dos Reis
(https://orcid.org/0000-0003-2431-2634)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento de Ortopedia Traumatologia,São Paulo, SP, Brasil
João Antonio Matheus Guimarães
(https://orcid.org/0000-0002-5647-2248)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
João Maurício Barretto
(https://orcid.org/0000-0003-3654-2031)
Santa Casa de Misericórdia do Rio de Janeiro, Departamento de Ortopedia Traumatologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
José Ricardo Pécora
Inst. Ortop. Traumatol. Hosp. Clín. Fac. Med. Univ. São Paulo São Paulo, SP, Brasil
Julio Cesar Gali
Centro Ciênc. Med. Biol. PUC-SP - Fac. Med. Sorocaba Sorocaba, SP, Brasil
Luiz Antonio Munhoz da Cunha
(https://orcid.org/0000-0002-1808-5749)
Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil
Luiz Roberto Gomes Vialle
(https://orcid.org/0000-0002-0638-4311)
Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, Brasil
Marcel Jun Sugawara Tamaoki
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo – UNIFESP São Paulo, SP, Brasi
Marcelo Pires Prado
(https://orcid.org/0000-0003-0325-8050)
Hospital Israelita Albert Einstein São Paulo, SP, Brazil
Marcelo Rosa de Rezende
(https://orcid.org/0000-0003-3441-8117)
Inst. Ortop. Traumatol. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. São Paulo São Paulo, SP, Brazil
Marcelo Tomanik Mercadante
(https://orcid.org/0000-0002-3140-7562)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Marco Antônio Percope de Andrade
(https://orcid.org/0000-0001-6284-213X)
Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil
Marcus Vinícius Malheiros Luzo
(https://orcid.org/0000-0003-1345-6915)
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo – UNIFESP São Paulo, SP, Brazil
Moisés Cohen
(https://orcid.org/0000-0001-7671-8113)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Olavo Pires de Camargo
(https://orcid.org/0000-0002-1128-7292)
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Paulo Santoro Belangero
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo – UNIFESP São Paulo, SP, Brasil
Patrícia Maria de Moraes Barros Fucs
(https://orcid.org/0000-0001-7081-987X)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Pedro José Labronici
(https://orcid.org/0000-0003-4967-7576)
Universidade Federal Fluminense – UFF,Petrópolis, RJ, Brasil
Raphael Martus Marcon
Inst. Ortop. Traumatol. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. São Paulo São Paulo, SP, Brasil
Tarcísio Eloy P. de Barros Filho
(https://orcid.org/0000-0002-7969-7845)
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Willian Dias Belangero
(https://orcid.org/0000-0003-1838-1473)
Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

Corpo de Consultores

Adalberto Visco
(https://orcid.org/0000-0001-5069-9049)
Clínica de Fraturas Ortopédicas, Salvador, BA, Brasil
Adriana Macedo Dell'Aquila
Hospital do Servidor Público Estadual – IAMSPE São Paulo, SP, Brazil
Adriano Fernando Mendes Junior
(https://orcid.org/0000-0003-1877-8155)
Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora -UFJF (HU-UFJF/EBSERH), Juiz de Fora, MG, Brasil
Adriano Marques de Almeida
(https://orcid.org/0000-0003-2507-3786)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Alberto Naoki Miyazaki
(https://orcid.org/0000-0002-3121-463X)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Alberto Tesconi Croci
(https://orcid.org/0000-0003-3047-2757)
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Alejandro Enzo Cassone
(https://orcid.org/0009-0008-4834-4589)
Depto. Ortop. Traumatol. Fundação Centro Méd. Campinas Campinas, SP, Brazil
Alfredo dos Santos Netto
(https://orcid.org/0000-0003-1472-7174)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Alexandre Francisco de Lourenço
(https://orcid.org/0000-0002-0557-9176)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Álvaro Baik Cho
(https://orcid.org/0000-0002-3099-4750)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Américo Zoppi Filho
(https://orcid.org/0000-0002-8704-8378)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Ana Carolina Leal Oliveira
(https://orcid.org/0000-0002-2556-3446)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia - INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Ana Carolina Pauleto (https://orcid.org/0000-0001-5296-63310000-0001-5296-6331)
Complexo Pequeno Príncipe Curitiba, PR, Brasil

Ana Lucia Lei Munhoz Lima
(https://orcid.org/0000-0002-2396-9880)
Hospital das Clínicas – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – FMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Ana Paula Simões Ferreira
(https://orcid.org/0000-0001-8196-6349)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
André Couto Godinho
(https://orcid.org/0000-0001-9996-7729)
Hospital Ortopédico de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG, Brasil
André Luiz Passos Cardoso
(https://orcid.org/0000-0002-6881-9085)
Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás – HCUFG, Goiânia, GO, Brasil
André Pedrinelli
(https://orcid.org/0000 0002 8449 7493)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
André Perin Shecaira
(https://orcid.org/0000-0003-3397-5982)
Hospital Universitario Clementino Fraga Filho Rio de Janeiro, RJ, Brazil
André Vitor Kerber Cavalcanti Lemos
(https://orcid.org/0000-0001-8974-5815)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo, SP, Brasil
Antonio Carlos da Costa
(https://orcid.org/0000-0003-4499-5233)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Antonio Egydio de Carvalho Júnior
Depto. Ortop. Traumatol. Hosp. Clin. Fac. Med. Univ. São Paulo São Paulo, SP, Brasil
Antonio Marcelo Gonçalves de Souza
(https://orcid.org/0000-0003-3771-9628)
Universidade Federal de Pernambuco Recife, PE, Brasil
Antonio Marcos Ferracini
(https://orcid.org/0009-0008-7973-6403)
Universidade Federal da Bahia Salvador, BA, Brasil
Arildo Eustaquio Paim
(https://orcid.org/0000-0002-2878-1027)
Santa Casa de Belo Horizonte, Departamento de Ortopedia,Belo Horizonte, MG, Brasil
Arnaldo Amado Ferreira Neto
(https://orcid.org/0000-0001-5097-9542)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e T raumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Ayres Fernando Rodrigues
(https://orcid.org/0000-0001-7598-4102)
Universidade Nove de Julho, São Paulo, SP, Brasil
Bruno Air Machado da Silva
(https://orcid.org/0000-0002-3008-460X)
Hospital de Urgências de Aparecida de Goiânia, Goiânia, GO, Brasil
Bruno Dutra Roos
(https://orcid.org/0000-0002-4001-834X)
Instituto Ortopédico de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil
Bruno Lobo Brandão
(https://orcid.org/0000-0003-4361-6115)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Caio Santos Checchia
(https://orcid.org/0000 -0003-1562-9795)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Caio Zamboni
(https://orcid.org/0000-0001-9256-4150)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Camila Cohen Kaleka
(https://orcid.org/0000-0002-3381-5009)
Hospital Israelita Albert Einstein São Paulo, SP, Brasil
Camilo Partezani Helito
(https://orcid.org/0000-0003-1139-2524)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Carina Cohen Grynbaum
(https://orcid.org/0000-0002-9980-8733)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Carlos Augusto de Mattos
(https://orcid.org/0000-0003-3482-5265)
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUCAMP, Campinas, SP, Brasil
Carlos Cesar Vassalo
(https://orcid.org/0000-0001-7390-7744)
Hospital Madre Teresa
Belo Horizonte, MG, Brasi
Carlos Ernesto Ferreira Starling
(https://orcid.org/0000-0002-9330-5676)
Faculdade de Saúde e Ecologia Humana de Vespasiano, São Paulo, SP, Brasil
Carlos Górios
(https://orcid.org/0000-0003-0840-124X)
Centro Universitário São Camilo, São Paulo, SP, Brasil
Carlos Henrique Ramos
(https://orcid.org/0000-0002-5616-4288)
Hospital Santa Casa de Curitiba, Curitiba, PR, Brasil
Carlos Roberto Galia
(https://orcid.org/0000-0003-1731-4543)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil
Carlos Rodrigo de Mello Roesler
(https://orcid.org/0000-0002-9430-7059)
Universidade Federal de Santa Catarina Joinville, SC, Brasil
Carlos Vicente Andreoli
(https://orcid.org/0000-0003-3761-0745)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Cecília Bento de Mello Richard Ferreira
(https://orcid.org/0000-0003-2260-6559)
Centro de Pesquisa de Osteoporose do Rio de Janeiro – CEPOR, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Cristiano Frota de Souza Laurino
(https://orcid.org/0000-0002-3845-5575)
Instituto de Saúde, Prevenção, Ortopedia, Reabilitação e Treinamento – INSPORT, São Paulo, SP, Brasil
Cristiano Magalhães Menezes
(https://orcid.org/0000-0001-6670-5159)
Fundação Hospitalar São Francisco de Assis, Belo Horizonte, MG, Brasil
Dan Viola
(https://orcid.org/0000-0002-6173-8004)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Daniel Soares Baumfeld
(https://orcid.org/0000-0001-5404-2132)
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil
David Sadigursky
(https://orcid.org/0000-0003-3437-6180)
Hospital COT, Salvador, BA, Brasil
Dennis Sansanovicz
(https://orcid.org/0000-0002-4891-7227)
Universidade de Santo Amaro, São Paulo, SP, Brasil
Diego Figueira Falcochio
(https://orcid.org/0000-0002-3833-5397)
Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Edie Benedito Caetano
(https://orcid.org/0000-0003-4572-3854)
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC, Sorocaba, SP, Brasil
Edilson Forlin
(https://orcid.org/0000-0002-3083-2735)
Hospital Infantil Pequeno Príncipe, Curitiba, PR, Brasil
Edison Noboru Fujiki
(https://orcid.org/0000-0002-7604-3141)
Faculdade de Medicina do ABC, Departamento de Ortopedia Traumatologia, Santo André, SP, Brasil
Edson Pudles
(https://orcid.org/0000-0001-9816-2945)
Hospital Universitário Evangélico de Curitiba, Curitiba, PR, Brasil

Eduardo Barros Puertas
(https://orcid.org/0000-0002-0834-4970)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento de Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Eduardo da Frota Carrera
(https://orcid.org/0000-0002-7703-7122)
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo – UNIFESP
São Paulo, SP, Brazil
Eduardo Murilo Novak
(https://orcid.org/0000-0002-2480-0737)
Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR, Curitiba, PR, Paraná, Brazil
Eduardo Sadao Yonamine
(https://orcid.org/0000-0001-6924-2647)
Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, PR, Brazil
Elmano de Araújo Loures
(https://orcid.org/0000-0003-3691-013X)
Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brasil
Emiliano Neves Vialle
(https://orcid.org/0000-0003-1157-4889)
Hospital Universitário Cajuru, Pontifícia Universidade Católica – PUCPR, Curitiba, PR, Brasil
Emilio Carlos Curcelli
(https://orcid.org/0000-0003-0582-2903)
Faculdade de Medicina de Botucatú - UNESP Botucatú, SP, Brazil
Emílio Cezar Mamede Murade
(https://orcid.org/0000-0002-1372-5057)
Faculdade de Medicina de Marília – FAMEMA, Marília, SP, Brasil
Fabiano Kupczik
(https://orcid.org/0000-0003-1850-9238)
Hospital Universitário Cajuru, Pontifícia Universidade Católica – PUCPR, Curitiba, PR, Brasil
Fabio Farina Dal Molin
(https://orcid.org/0000-0003-0328-2237)
Hospital Moinhos de Vento de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil
Fábio Krebs Gonçalves
(https://orcid.org/0000-0003-4156-4550)
Hospital Mãe de Deus, Porto Alegre, RS, Brasil
Fábio Lucas Rodrigues
(https://orcid.org/0000-0001-9786-9789)
Depto. Ortop. Traumatol. Fac. Medicina do ABC Santo André, SP, Brazil
Fabio Teruo Matsunaga
Escola Paulista de Medicina - UNIFESP
São Paulo, SP, Brasil
Fernando Antônio Mendes Façanha Filho
(https://orcid.org/0000-0003-3774-2342)
Instituto Dr. José Frota, Departamento de Ortopedia, Fortaleza, CE, Brasil
Francisco Carlos Salles Nogueira
(https://orcid.org/0000-0002-3828-6425)
Hospital Mater Dei
Belo Horizonte, MG, Brazil
Geraldo Sergio de Mello Granata Jr.
(https://orcid.org/0000-0003-0601-0712)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Giana Silveira Giostri
(https://orcid.org/0000-0001-9184-3828)
Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, Paraná, PR, Brasil
Gilberto Francisco Brandão
(https://orcid.org/0000-0002-3033-4832)
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Minas Gerais, MG, Brasil
Gracielle Silva Cardoso
(https://orcid.org/0000-0003-2956-6625)
Hospital Governador Celso Ramos, Florianópolis, SC, Brasil
Guilherme Moreira de Abreu e Silva
(https://orcid.org/0000-0002-3869-8606)
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Faculdade de Medicina, Belo Horizonte, MG, Brasil
Guilherme Pelosini Gaiarsa
(https://orcid.org/0000-0003-1481-3048)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Gustavo Pacheco Martins Ferreira
(https://orcid.org/0000-0003-1887-0058)
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Hospital das Clínicas, Belo Horizonte, MG, Brasil
Guydo Marques Horta Duarte
(https://orcid.org/0000-0002-2154-2832)
Hospital Ortopédico de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG, Brasil
Hamilton da Rosa Pereira
(https://orcid.org/0000-0001-7456-1036)
Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, Faculdade de Medicina de Botucatu, São Paulo, SP, Brasil
Hélio Jorge Alvachian Fernandes
(https://orcid.org/0000-0002-6913-6243)
Depto. Ortop. Traumatol. UNIFESP/EPM
São Paulo, SP, Brazil
Helton Luiz A. Defino
(https://orcid.org/0000-0003-4274-0130)
Depto. Biomec. Med. Ap. Locom. Fac. Med. Rib. Preto Ribeirão Preto, SP, Brazil
Henrique A. Berwanger Cabrita
(https://orcid.org/0000-0003-2752-2397)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP,
São Paulo, SP, Brasil
Henrique Ayzemberg
(https://orcid.org/0000-0002-4302-8287)
Hospital Municipal São José – HMSJ, Departamento Ortopedia Traumatologia, Joinvile, SC, Brasil
Henrique Mansur Gonçalves
(https://orcid.org/0000-0001-7527-969X)
Universidade de Brasília – UNB, Brasília, DF, Brasil
Henrique Melo Campos Gurgel
(https://orcid.org/0000-0002-2005-0553)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Hugo Alexandre de A. Barros Cobra
(https://orcid.org/0000-0002-7315-0961)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Ivan Chakkour
(https://orcid.org/0000-0003-3870-0523)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Jairo de Andrade Lima
Universidade Federal de Pernambuco Pernambuco, PE, Brasil
Jair Simmer Filho
(https://orcid.org/0000-0002-1571-1855)
Hospital Santa Rita Vitória, ES, Brasil
Jan Willem Cerf Sprey
(https://orcid.org/0000-0002-9239-1736)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
João Batista de Miranda
(https://orcid.org/0000-0001-9128-0295)
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Ciências Médicas –FCM, Campinas, SP, Brasil
João Carlos Belloti
(https://orcid.org/0000-0003-3396-479X)
Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, São Paulo, SP, Brasil
João Carlos Nakamoto
(https://orcid.org/0000-0003-4780-827X)
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Departamento Ortopedia Traumatologia, Campinas, SP, Brasil
João Damasceno Lopes Filho
(https://orcid.org/0000-0001-8761-7887)
Fundação Faculdade Regional de Medicina de São José do Rio Preto e Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto – FUNFARME/FAMERP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São José do Rio Preto, SP, Brasil
João José Sabongi Neto
(https://orcid.org/0000-0002-0554-1426)
Pontifícia Universidade Católica – PUC, Soracaba, SP, Brasil
João Valverde Filho
(https://orcid.org/0000-0002-5214-2831)
Hospital Sírio Libanês São Paulo
São Paulo, SP, Brazil
Joel Murachovsky
(https://orcid.org/0000-0003-1812-8566)
Faculdade de medicina do ABC – FMABC, São Paulo, SP, Brasil

Jordanna Maria Pereira Bergamasco
(https://orcid.org/0000-0002-5280-1673)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Jorge Mitsuo Mizusaki
(https://orcid.org/0000.0001.6039.4599)
Casa de Saúde Santa Marcelina, São Paulo, SP, Brasil
José Antonio Veiga Sanhudo
(https://orcid.org/0000-0002-6321-9566)
Hospital Moinhos de Vento, Porto Alegre, RS, Brasil
José Carlos Cohen
(https://orcid.org/0000-0001-9323-476X)
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
José Carlos Souza Vilela
(https://orcid.org/0000-0002-3700-1838)
Hospital Unimed Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG, Brasil
José Leonardo Rocha de Faria
(https://orcid.org/0000-0003-2635-1469)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia - INTO/MS Rio de Janeiro, RJ, Brasil
José Maurício de Morais Carmo
(https://orcid.org/0000-0002-5688-7013)
Hosp. Universitário Pedro Ernesto da Univ. Est. do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, RJ, Brasil
José Octávio Soares Hungria
(https://orcid.org/0000-0003-2215-9103)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
José Sérgio Franco
(https://orcid.org/0000-0002-4964-0979)
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina, Departamento de Ortopedia Traumatologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
José Vicente Pansini
(https://orcid.org/0000-0003-1445-9464)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Karen Voltan Garofo
(https://orcid.org/0000-0001-5025-0823-0000-0001-5025-0823)
Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas São Paulo, SP, Brasil
Kelly Cristina Stefani
(https://orcid.org/0000-0003-1534-9654)
Universidade de São Paulo – USP, Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, São Paulo, SP, Brasil
Leandro Alves de Oliveira
(https://orcid.org/0000-0002-2231-8947)
Universidade Federal de Goiás, Hospital das Clínicas, Goiânia, GO, Brasil
Leandro Emilio Nascimento Santos
(https://orcid.org/0000-0001-6449-7077)
Hospital Felício Rocho, Belo Horizonte, MG, Brasil
Leandro Lemgruber Kropf
(https://orcid.org/0000-0002-1306-9010)
Universidade do Rio de Janeiro, Hospital Universitário Pedro Ernesto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Leonardo de Lima Silveira
ITORK - Instituto de Ortopedia e Traumatologia Romeu Krause Recife, PE, Brazil
Liszt Palmeira de Oliveira
(https://orcid.org/0000-0002-9051-937X)
Hospital Universitário Pedro Ernesto – UERJ Rio de Janeiro, RJ, Brazil
Lourenço Galizia Heitzmann
(https://orcid.org/0000-0003-4345-7222)
Hospital do Servidor Público Estadual – IAMSPE, São Paulo, SP, Brasil
Lourenço Pinto Peixoto
(https://orcid.org/0000-0002-3210-7609)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia - INTO Rio de Janeiro, RJ, Brazil
Luciana Andrade Silva
(https://orcid.org/0000-0002-9385-1941)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Luciana Gomes Pedro Brandão
(https://orcid.org/0000-0002-5271-422X)
Instituto Nacional de Infectologia Evandro Chagas – Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Luciano Ruiz Torres
(https://orcid.org/0000-0002-6608-4062)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Departamento de Ortopedia e Traumatologia HCFMUSP, São Paulo, SP, Brasil
Lúcio Honório de Carvalho Júnior
(https://orcid.org/0000-0003-2683-6386)
Hospital Madre Teresa, Belo Horizonte, MG, Brasil
Luis Alfredo Gomez Vieira
(https://orcid.org/0000-0002-3988-4451)
Hospital Português da Bahia, Salvador, BA, Brasil
Luis Eduardo Carelli Teixeira da Silva
(https://orcid.org/0000-0003-2631-5492)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Luis Eduardo Munhoz da Rocha
Hospital Pequeno Príncipe Curitiba, PR, Brazil
Luis Gustavo Prata Nascimento
(https://orcid.org/0000-0003-0889-3360)
Faculdade de Medicina do ABC – FMABC, Santo André, SP, Brasil
Luiz Angelo Vieira
(https://orcid.org/0000 0003 4406 2492)
Pontifícia Universidade Católoca – PUC, Sorocaba, SP, Brasil
Luiz Carlos Sobânia
(https://orcid.org/0000-0002-3775-619X)
Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, PR, Brasil
Luiz Eduardo Moreira Teixeira
(https://orcid.org/0000-0003-1276-5679)
U niversidade Federal Minas Gerais – UFMG, Faculdade de Medicina, Departamento Aparelho Locomotor, Belo Horizonte, MG, Brasil
Luiz Gabriel Betoni Guglielmetti
(https://orcid.org/0000-0003-2711-529X)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Faculdade Ciências Médicas Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Luiz Sérgio Marcelino Gomes
(https://orcid.org/0000-0003-1813-7171)
Serviço de Cirurgia e Reabilitação Ortopédico-Traumatológica de Batatais – SECROT, Campinas, SP, Brasil
Marcelo Back Sternick
(https://orcid.org/0000-0002-3631-7734)
Hospital Vera Cruz, Belo Horizonte, MG, Brasil
Marcelo Bragança dos Reis Oliveira
(https://orcid.org/0000-0003-1986-7002)
Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, RJ, Brazil
Marcelo Cavalheiro de Queiroz
(https://orcid.org/0000-0003-2347-0921)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Faculdade Ciências Médicas Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Marcelo Hide Matsumoto
(https://orcid.org/0000-0003-2556-7161)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Marcelo Italo Risso Neto
(https://orcid.org/0000-0003-0990-6901)
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Ciências Médicas – FCM, Campinas, SP, Brasil
Marcelo Pires Prado
(https://orcid.org/0000-0003-0325-8050)
Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil
Marcelo Schmidt Navarro
(https://orcid.org/0000-0002-0466-4993)
Faculdade de Medicina do ABC – FMABC, São Caetano do Sul, SP, Brasil
Marcelo Teodoro Ezequiel Guerra
(https://orcid.org/0000-0002-1007-4818)
Universidade Luterana do Brasil – ULBRA, Porto Alegre, RS, Brasil
Marcelo Wajchenberg
(https://orcid.org/0000-0003-1961-6537)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Marcio Cohen
(https://orcid.org/0000-0003-1483-0585)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Marcio Fernando Aparecido de Moura
(https://orcid.org/0000-0002-9873-930x)
Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná – UFPR, Curitiba, PR, Brasil

Márcio Schiefer de Sá Carvalho
(https://orcid.org/0000-0003-2785-8261)
Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, RJ, Brazil

Marco Antonio de Castro Veado
(https://orcid.org/0009-0005-7741-3748)
Depto. Ortop. Fac. de Ciências Médicas de Minas Gerais Belo Horizonte, MG, Brazil

Marco Antonio Percope de Andrade
(https://orcid.org/0000-0001-6284-213X)
Fac. Med. Univ. Federal de Minas Gerais – UFMG Belo Horizonte, MJ, Brazil

Marco Bernardo Cury Fernandes
(https://orcid.org/0000-0003-1157-6243)
Instituto Nacional de Ortopedia e Traumatologia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Marco Túlio Costa
(https://orcid.org/0000-0001-9411-9376)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Marco Tulio Lopes Caldas
(https://orcid.org/0000-0001-8231-3948)
Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais – FHEMIG, Belo Horizonte, MG, Brasil

Marcos Antonio Almeida Matos
(https://orcid.org/0000-0002-3592-986X)
Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública, Salvador, BA, Brazil

Marcos Barbieri Mestriner
(https://orcid.org/0000-0002-1554-7514)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Marcos Noberto Giordano
(https://orcid.org/0000-0001-5397-4958)
Hospital de Força Aérea do Galeão – HFAG, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Marcos Vaz de Lima
(https://orcid.org/0000-0002-6946-1628)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Marcus Aurélio Preti
Universidade Estadual do Pará - UEPA Pará, PA, Brasil

Marcus Vinícius Galvão Amaral
(https://orcid.org/0000-0001-7301-3644)
Instituto Nacional de Ortopedia e Traumatologia – INTO Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Maria Fernanda Silber Caffaro
(https://orcid.org/0000-0002-2823-8534)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Maria Isabel Pozzi Guerra
(https://orcid.org/0000-0002-5935-2460)
Hospital Universitário Canoa – ULBRA, Rio Grande do Sul, RS, Brasil

Mario Carneiro Filho
(https://orcid.org/0000-0002-9409-5607)
Depto. Ortop. Traumatol. Univ. Federal de São Paulo – UNIFESP São Paulo, SP, Brazil

Mario Ferretti Filho
(https://orcid.org/0000-0002-5298-2486)
Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil

Maurício Etchebehere
(https://orcid.org/0000-0002-5176-2369)
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento Ortopedia Traumatologia, Campinas, SP, Brasil

Mauro Cesar de Morais Filho
(https://orcid.org/0000-0003-2670-3030)
Associação de Assistência à Criança Deficiente – AACD, São Paulo, SP, Brasil

Mauro dos Santos Volpi
(https://orcid.org/0000-0002-4847-602X)
Faculdade de Medicina de Botucatu da UNESP, Botucatu, SP, Brasil

Mauro José Costa Salles
(http://orcid.org/0000-0002-5443-6024)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Faculdade Ciências Médicas Santa Casa de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Mateus Saito
(https://orcid.org/0000-0002-0909-706X)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Faculdade de Medicina Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Miguel Akkari
(https://orcid.org/0000-0002-1533-8915)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil São Paulo, SP, Brasil

Milton Bernardes Pignataro
(https://orcid.org/0000-0001-8280-1482)
Santa Casa de Porto Alegre, Departamento Ortopedia, Porto Alegre, RS, Brasil

Murilo Antonio Rocha
(https://orcid.org/000-0001-6687-6265)
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, Uberlândia, MG, Brasil

Nacime Salomão Barbachan Mansur
(https://orcid.org/0000-0003-1067-727X)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Nelson Hiroyuki Miyabe Ooka
(https://orcid.org/0000-0003-0853-7630)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Hospital Universitário Pedro Ernesto, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Nilson Roberto Severino
(https://orcid.org/0000-0002-1730-0216)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Noé De Marchi
(https://orcid.org 0000-0001-7696-2220)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Paulo Henrique Ruschel
(https://orcid.org/0000-0001-9398-5475)
Santa Casa de Porto Alegre, Departamento Ortopedia, Porto Alegre, RS, Brasil

Paulo Lobo Júnior
(https://orcid.org/0000-0001-7625-710X)
Hospital Ortopédico e Medicina Especializada – HOME, Brasília, DF, Brasil

Priscila Rosalba Domingos de Oliveira
Fac. Ciências Méd. Sta. Casa de Misericórdia de São Paulo São Paulo, SP, Brazil

Rafael Augusto Dantas Prinz
(https://orcid.org/0000-0003-1814-8815)
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia – INTO, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Rafael Trevisan Ortiz
(https://orcid.org/0000-0001-7742-829X)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Faculdade de Medicina Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Ralph Walter Christian
(https://orcid.org/0000-0003-2851-94747)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Rames Mattar Junior
(https://orcid.org/0000-0003-4202-4652)
Depto. Ortop. Traumatol. FMUSP São Paulo, SP, Brasil

Raquel Bernardelli Iamaguchi
(https://orcid.org/0000-0002-8965-5147)
Clínica Iamaguchi, São Paulo, SP, Brasil

Renato Hiroshi Salvioni Ueta
(https://orcid.org/0000-0002-3458-0184)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Reynaldo Jesus-Garcia Filho
(https://orcid.org/0000-0001-7895-5729)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Ricardo Cardenuto Ferreira
(https://orcid.org/0000-0002-9886-5082)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Ricardo de Paula Leite Cury
(https://orcid.org/0000-0003-0507-4976)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil

Ricardo Sprenger Falavinha
Hospital Universitário Cajurú, PUC Curitiba Curitiba, PR, Brazil
Riccardo Gomes Gobbi (https://orcid.org/0000-0002-1715-4343)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Faculdade de Medicina Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Robert Meves (https://orcid.org/0000-0002-8695-3982)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Roberto Dantas Queiroz (https://orcid.org/0000-0001-5662-4830)
Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo – IAMSPE, São Paulo, SP, Brasil
Roberto Freire da Mota e Albuquerque (https://orcid.org/0000-0002-0848-9475)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Faculdade de Medicina Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Roberto Luiz Sobânia (https://orcid.org/0000-0002-3775-619X)
Santa Casa de Misericórdia de Curitiba, Curitiba, PR, Brasil
Roberto Sérgio de Tavares Canto
Universidade Federal de Uberlândia Uberlândia, MG, Brazil
Roberto Yukio Ikemoto (https://orcid.org/0000-0001-7718-1186)
Faculdade Medicina do ABC – FMABC, Departamento de Ortopedia Traumatologia, Santo André, SP, Brasil
Roberto Zambelli de Almeida Pinto (https://orcid.org/0000-0001-9692-5283)
Hospital Mater Dei de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG, Brasil
Robinson Esteves Santos Pires (https://orcid.org/0000-0002-3572-5576)
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Departamento Aparelho Locomotor, Belo Horizonte, MG, Brasil
Rodrigo Gonçalves Pagnano (https://orcid.org/0000-0002-6064-2027)
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Ciências Médicas, Campinas, SP, Brasil
Rodrigo Mota Pacheco Fernandes (https://orcid.org/0000-0003-0481-6528)
Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, RJ, Brasil
Rodrigo Pereira Guimarães (https://orcid.org/0000-0002-0764-6555)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Rodrigo Ribeiro Pinho Rodarte (https://orcid.org/0000-0003-1410-601X)
Hospital Central da Polícia Militar, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Rogério Meira Barros (https://orcid.org/0000-0002-0654-2316)
Santa Casa de Misericórdia de Salvador, Salvador, BA, Brasil
Rogério Teixeira de Carvalho (https://orcid.org/0000-0001-8387-7104)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Romeu Krause Gonçalves (https://orcid.org/0000-0002-7103-481X)
Instituto de Traumatologia e Ortopedia Romeu Krause – ITORK, Recife, PE, Brasil
Ronaldo Percopi de Andrade (https://orcid.org/0009-0002-6892-0367)
Depto. Ortop. Traumatol. Hospital Madre Teresa de Belo Horizonte Belo Horizonte, MG, Brazil
Samuel Faccioni (https://orcid.org/0000-0002-3991-1499)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil
Samuel Ribak (https://orcid.org/0000-0003-0345-3921)
Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUCAMP, Campinas, SP, Brasil
Sandro Castro Adeodato de Souza (https://orcid.org/0009-0007-7886-9995)
Universidade Federal do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, RJ, Brazil
Sérgio Rocha Piedade (https://orcid.org/0000-0003-3774-5914)
Universidade Estadual de Campinas UNICAMP, Campinas, SP, Brasil
Suely Akiko Nakagawa (https://orcid.org/0000-0002-9195-2087)
Hospital AC Camargo Câncer Center, Departamento de Ortopedia, São Paulo, SP, Brasil
Susana dos Reis Braga (https://orcid.org/0000-0003-0807-5990)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Sergio Zylbersztejn (https://orcid.org/0000-0002-6560-6500)
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre Porto Alegre, RS, Brazil
Tania Szejnfeld Mann (https://orcid.org/0000-0003-4168-0981"0000-0003-4168-0981)
Santa Casa de São Paulo São Paulo, SP,
Brasil Takeshi Chikude (https://orcid.org/0000-0003-0568-175X)
Faculdade Medicina do ABC – FMABC, Departamento de Ortopedia Traumatologia, Santo André, SP, Brasil
Tatiana Zotti Pitagóras (https://orcid.org/0000-0002-2714-3664)
Hospital São Vicente de Paulo, Passo Fundo, RS, Brasil
Teng Hsiang Wei (https://orcid.org/0000-0001-6219-0047)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Faculdade de Medicina Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Thiago Sampaio Busato (https://orcid.org/0000-0002-7165-5173)
Centro de Reconstrução e Instituto de Pesquisa Articular – CRIAR, Campina Grande do Sul, PR, Brasil
Túlio Diniz Fernandes (https://orcid.org/0000-0002-9687-7143)
Instituto de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP, Faculdade de Medicina Universidade São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
Verônica Fernandes Vianna (https://orcid.org/0000-0002-4285-355X)
Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Victor Marques Oliveira (https://orcid.org/0000-0001-7236-4936)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Vincenzo Giordano Neto (https://orcid.org/0000-0002-4429-312X)
Hospital Municipal Miguel Couto, Departamento Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
Vinicius Ynoe de Moraes (https://orcid.org/0000-0002-4933-4007)
Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP, São Paulo, SP, Brasil
Vladimir Cordeiro de Carvalho (https://orcid.org/0000-0001-7919-0553)
Inst. de Ortop. Traumatologia do Hospital das Clínicas São Paulo, SP, Brazil
Walter Ricioli Júnior (https://orcid.org/0000-0002-7676-5806)
Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, Departamento Ortopedia Traumatologia, São Paulo, SP, Brasil
Wiliam Soltau Dani (https://orcid.org/0000-0001-5202-4184)
Clinitrauma Lages, SC, Brasil
Yussef Ali Abdouni (https://orcid.org/0000-0003-0752-5128)
Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

ISSN 0102-3616

Revista Brasileira de Ortopedia

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO 2024

Presidente SBOT 2024

Fernando Baldy dos Reis (SP)

1º Vice-Presidente

Paulo Lobo Junior (DF)

2º Vice-Presidente

Miguel Akkari (SP)

Presidente SBOT 2023

João Antônio Matheus Guimarães

Secretário-Geral

Alexandre Fogaça Cristante (SP)

1º Secretário

Roberto Luiz Sobânia (PR)

2º Secretário

Marcelo Carvalho Krause Gonçalves (PE)

1º Tesoureiro

Alberto Naoki Miyazaki (SP)

2º Tesoureiro

Tito Henrique de Noronha Rocha (RJ)

Diretora de Comunicação e Marketing

Maria Fernanda Silber Caffaro (SP)

Diretor de Regionais

Francisco Carlos Salles Nogueira (MG)

Diretor de Comitês

Sandro da Silva Reginaldo (GO)

CEO

Adimilson Cerqueira

Volume 59, Número 4/2024

RBO
Revista Brasileira de Ortopedia

Artigos de Atualização

Ombro e Cotovelo

489 Lesões irreparáveis do manguito: Opções de tratamento e desfechos clínicos
José Carlos Souza Vilela, João Felipe de Medeiros Filho, Tadeu Fonseca Barbosa, Lucas de Castro Melo Deligne e Thalles Leandro de Abreu Machado

Mão

497 Síndrome da dor complexa regional
Giana Silveira Giostri e Camila Deneka Arantes Souza

Revisão Sistemática

Mão

504 Imobilização do punho após a descompressão cirúrgica do nervo mediano na síndrome do túnel do carpo: Uma revisão sistemática
Thiago Moreth da Silva Barbosa e Ítalo Carvalho Ferraz

Medicina do Esporte

510 A influência da alta demanda física na ocorrência das principais lesões musculares e ligamentares em atletas profissionais de futebol: Uma revisão sistemática
Matheus Martins Godoy, Lucas Ferreira Gonçalves, Thiago da Mata Martins e Renato Ventura

Artigos Originais

Básica

519 Estudo histomorfométrico do reparo de defeito ósseo não crítico após implantação de microesferas de hidroxiapatita com substituição por magnésio
Jacqueline de Azerêdo Silva, George Gonçalves dos Santos, Iorrana Índira dos Anjos Ribeiro, Ana Maria Guerreiro Braga da Silva, Isabela Cerqueira Barreto, Marcos Almeida Matos, Maurício Andrade Barreto e Fúlvio Borges Miguel

Coluna

526 A estimulação elétrica previne a atrofia muscular e a diminuição da interleucina-6 em músculos paralisados após lesão da medula espinal em ratos
Nicolas A. M. M. Machado-Pereira, Patrícia S. do Nascimento, Gabriel R. de Freitas, Franciane Bobinski, Caroline C. do Espírito Santo, e Jocemar Ilha

532 Comparação de preparações de enxertos ósseos para tratamento de defeitos ósseos críticos em um modelo animal roedor
Rian Souza Vieira, Renan Ernesto Reis Borges, Daniel Guimarães Tiezzi, Antonio Carlos Shimano, Ariane Zamarioli e Helton Luiz Aparecido Defino

Thieme Revinter Publicações Ltda

online www.thieme-connect.com/products

Joelho

542 Reconstrução dos ligamentos cruzados anterior e posterior com autoenxertos bilaterais dos isquiotibiais: Técnica e resultados funcionais
Bruno Aspirino Ciancio, Marina Mayumi Azuma, João Victor Medeiros De Cerqueira, Gustavo Kenzo Miyashita, Jorge Liozi Yamashita e Leonardo Addêo Ramos

549 Análise do comportamento biomecânico de um modelo animal de configuração de enxerto de trança tripla de isquiotibiais para reconstrução combinada de LCA e LAL para túnel único femoral
Maria Luzete Costa Cavalcante, Renata Clazzer, Camilo Partezani Helito, Rodrigo Nogueira de Codes, Lana Lacerda de Lima e Diego Ariel de Lima

556 Avaliação do comportamento mecânico dos tendões patelar e semitendinoso utilizando a elastografia por ondas de cisalhamento (SSI) e testes de tração
André Fontenelle, Pietro Mannarino, Liliam Fernandes de Oliveira, Luciano Luporini Menegaldo, Sérgio Augusto Lopes de Souza e César Rubens da Costa Fontenelle

Mão

564 Tratamento conservador da camptodactilia com órteses: Coorte retrospectiva
Maria da Conceição Soares de Oliveira, Diego Pinheiro Aguiar e Felipe Soares Figueiredo

572 Tratamento cirúrgico da rizartrose: Artroplastia de ressecção do trapézio associada a interposição tendínea *versus* técnica de Kuhns
Guilherme Henrique Teixeira Reis, Willker Galvão de Carvalho, Mauricio Foster Rodrigues, Jorge Raduan Neto, Aldo Okamura e João Carlos Belloti

580 Tratamento cirúrgico percutâneo do dedo em gatilho
Serdar Satılmış Orhan

Medicina do Esporte

584 Gene COL5A1 e o risco de lesões do LCA no esporte de equipe: Um relatório preliminar
Carla Maria Calò, Myosotis Massidda, Roberto Sorge, Alessandra Tiloca e Giovanni Monteleone

Ombro e Cotovelo

590 Comparação de métodos bidimensionais manuais e tridimensionais automatizados de avaliação da morfologia da articulação do ombro por imagens de tomografia computadorizada
Geraldo da Rocha Motta Filho, Marcus Vinícius Amaral, Márcio Cohen, Marcio Schiefer de Sá Carvalho, Raphael Soares da Fonseca e Ana Carolina Leal de Oliveira

Oncologia

599 Expressão dos biomarcadores osteopontin, WNT3A e ABCB5 em pacientes com osteossarcoma
Glauco José Pauka Mello, Cleima Coltri Bittelbrunn, Glauco Vinicius Bittelbrunn Pauka Mello, Fernanda Pinto Garcia, Ana Valéria Brunetti Rigolino e Pedro Reggiani Anzuatégui

Ortopedia Pediátrica

607 Avaliação radiográfica do tratamento cirúrgico das fraturas supracondilianas do úmero em crianças
Gabriel Rigatti, Sérgio Roberto Canarim Danesi, Rafaela Dias Barbosa, e Douglas Backes Schreiner

613 Pé torto congênito: Dificuldades na manutenção do uso da órtese de Dennis-Brown pelos cuidadores
Fernando Minari Sassi, Filipe Augusto Shimanoe Nazario, Gabriela Bardelli e Ana Carolina Pauleto

Trauma

617 Avaliação de um protocolo para reserva de sangue para cirurgias de fratura do quadril em idosos
Maurício Rodrigues Miyasaki, Lucas de Quadros Marques, Thiago dos Santos Miranda, André Ruan Ruiz, Karen Barros Parron Fernandez e Bruna Biglia

Nota Técnica

Mão

622 Enxerto osteoarticular livre de metatarso em reconstrução de tumor de células gigantes de metacarpo: Relato de dois casos e descrição de técnica
Luiz Fabiano Gomes Gularte

Ortopedia Pediátrica

626 Sistematização das etapas para impressão de modelos 3D de deformidades ortopédicas
Mariana Demétrio de Sousa Pontes, Carlos Henrique Ramos e Luiz Antonio Munhoz da Cunha

Relatos de Caso

Mão

632 Transferência do segundo dedo do pé para tratamento de amputação traumática do polegar em uma criança de quatro anos: Relato de caso
Hugo Alberto Nakamoto, Reinaldo Borges Gonçalves, João Carlos Nakamoto, Fernanda do Carmo Iwase, Mariana Miranda Nicolosi Pessa e Marcelo Rosa de Rezende

Oncologia

637 Metástase retroperitoneal, hepática e de linfonodo de osteossarcoma tibial proximal: Relato de caso
Daniela Gutierrez, Carlos A. Sánchez, Francisco B. Linares e Oscar Messa

Cover design: © Thieme

© 2024. Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. All rights reserved.
A *Revista Brasileira de Ortopedia* é uma publicação bimestral da Thieme-Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso, 170, Rio de Janeiro 20270-135, Brasil.

Comentários editoriais devem ser enviados para **journals@thieme.com**. Os artigos podem ser enviados para essa revista em política de acesso aberto. Para mais informações, envie uma mensagem para openaccess@thieme.com. O conteúdo desta revista é disponibilizado online em **www.thieme-connect.com/products**. Visite nosso website em **www.thieme.com**; o link direto para essa revista é **www.thieme.com/rbo.**

A *Revista Brasileira de Ortopedia* é uma publicação oficial da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia (SBOT). É listada em PubMed, PubMed Central, Scopus, SciELO e LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde). A Thieme Medical Publishers é membro da iniciativa CrossRef.

ISSN 0102-3616

Alguns dos nomes de produtos, patentes e projetos cadastrados mencionados nessa publicação são, na verdade, marcas registradas ou nomes de propriedade exclusiva, embora o texto nem sempre traga referências específicas a esse fato. Portanto, o aparecimento de um nome sem designação de propriedade exclusiva não deve ser entendido como uma representação pela Editora de sua natureza de domínio público.

Todos os direitos, inclusive os direitos de publicação, distribuição e vendas, bem como o direito à tradução, são reservados. Nenhuma parte desse trabalho cobertos por esses direitos autorais pode ser reproduzida ou copiada de qualquer forma ou por quaisquer meios - gráficos, eletrônicos ou mecânicos, inclusive fotocópia, gravação ou sistemas de informação e recuperação - sem permissão por escrito da Editora.

Observação Importante: O conhecimento médico está em constante evolução. A expansão de nosso conhecimento por novas pesquisas e experiências clínicas pode exigir a modificação de tratamentos e terapias medicamentosas. Os autores e editores deste material consultaram fontes consideradas confiáveis em seus esforços de dar informações completas e de acordo com as normas aceitas no momento da publicação. No entanto, devido à possibilidade de erro humano pelos autores, editores ou editora desse trabalho e às mudanças no conhecimento médico, nem os autores, os editores e a editora, nem qualquer parte envolvida no preparo desse trabalho, asseguram que as informações contidas aqui sejam, em qualquer respeito, precisas ou completas, e não são responsáveis por quaisquer erros ou omissões ou pelos resultados decorrentes do uso de tais informações. Devido aos rápidos avanços nas ciências médicas, diagnósticos e dosagens de medicamentos devem ser verificados de maneira independente. Os leitores são encorajados a confirmar as informações aqui contidas em outras fontes. Os leitores são aconselhados, por exemplo, a verificar a bula incluída na embalagem de cada medicamento que planejam administrar para certificar a precisão das informações contidas nessa publicação e a ausência de modificação das doses recomendadas ou das contraindicações ao tratamento. Essa recomendação é muito importante nos casos de medicamentos novos ou pouco utilizados. Embora todo o material publicitário deva obedecer às normas éticas (médicas), a inclusão nessa revista não constitui uma garantia ou certificação da qualidade ou do valor de um determinado produto ou das alegações feitas por seu fabricante.

Lesões irreparáveis do manguito: Opções de tratamento e desfechos clínicos

Irreparable Cuff Injuries: Treatment Options and Clinical Outcomes

José Carlos Souza Vilela[1,2] João Felipe de Medeiros Filho[3] Tadeu Fonseca Barbosa[1]
Lucas de Castro Melo Deligne[1] Thalles Leandro de Abreu Machado[1]

[1] Grupo de Cirurgia do Ombro, Hospital Unimed BH, Belo Horizonte, MG, Brasil
[2] Grupo de Ombro, Hospital Mater Dei, Belo Horizonte, MG, Brasil
[3] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil

Endereço para correspondência José Carlos Souza Vilela, Ph.D, M.Sc., Rua dos Otoni, 742 sala 415 - Santa Efigênia, 30150-270, Belo Horizonte, MG, Brasil (e-mail: cirurgiadeombro@hotmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e489–e496.

Resumo

A lesão do manguito rotador é uma fonte frequente de dor e incapacidade funcional na população em geral, e sua prevalência aumenta com o envelhecimento. O tratamento não cirúrgico é adequado para muitos pacientes, e, quando necessário, o reparo cirúrgico resulta em alívio da dor e bons resultados funcionais. Entretanto, lesões extensas e não reparáveis devido ao tamanho da lesão, grau de retração, atrofia muscular e substituição gordurosa apresentam desafios ao tratamento. Nos casos de lesões irreparáveis que coexistem com degeneração articular/osteoartrite (artropatia do manguito rotador), a indicação de artroplastia reversa é o padrão ouro. Porém, nos casos de pacientes mais jovens e sem osteoartrite, as indicações que preservam a articulação, desde o debridamento até as transferências tendinosas, são preferíveis. A escolha do tratamento mais apropriado não está claramente estratificado na literatura e cada modalidade tem suas indicações, vantagens e desvantagens.

Palavras-chave
- lesões do manguito rotador
- ombro
- resultado do tratamento

Abstract

Rotator cuff tear is a common source of pain and disfunction in shoulder, with prevalence increasing with age. Nonsurgical treatment is adequate for many patients; however, for those for whom surgical treatment is indicated, rotator cuff repair provides reliable pain relief and good functional results. However, massive and irreparable tears due to tear size, tendon retraction, muscle atrophy, fatty infiltration are a significant challenge for surgeons. Whenever irreparable tears coexist with cartilage degeneration/arthritis (rotator cuff arthropathy), the indication of reverse shoulder arthroplasty is the golden standard. However, in young patients without arthritis, joint preserving procedures, from debridement to muscle transfers, are

Keywords
- outcome treatment
- rotator cuff tear
- shoulder

Trabalho desenvolvido no Hospital Unimed BH, Belo Horizonte, MG, Brasil.

recebido
23 de fevereiro de 2023
aceito
04 de setembro de 2023

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1788784.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

preferred. Choosing the most appropriate treatment is not quite established in literature, each treatment modality present particular indications, advantages and disadvantages.

Introdução

Possivelmente a primeira menção de lesão irreparável do manguito na literatura foi de Wiley em 1991,[1] que apesar de não fornecer um conceito preciso e nem o tratamento adequado, disse que: "lesões muito grandes podem ser irreparáveis cirurgicamente e sob tais circunstâncias, o debridamento das bordas do manguito e a descompressão da bursa podem aliviar a dor". Ainda hoje, o conceito não é preciso e o tratamento não é assertivo. Confunde-se os conceitos de lesão irreparável, lesão extensa e cicatrização do tendão, que é em última análise é o que determina o desfecho clínico.

Não é o objetivo do presente artigo estabelecer os conceitos precisos do que é uma lesão extensa e o que é uma lesão irreparável, visto que mesmo na literatura isto não está claro. Da mesma forma, o que pode ser considerado falha da cicatrização (dor, reoperação, diminuição de força, etc.) também não está definido.

Considera se lesão extensa a que apresenta um número de dois ou mais tendões rompidos e/ou uma lesão maior que 5cm de extensão.

O conceito de irreparabilidade é mais impreciso porque subentende que o tendão não pode ser tracionado e fixado até seu local de inserção anatômico, ou medializado, imediatamente lateral a cartilagem articular, sem tensão. Porém, de maneira concreta, essa percepção só se dá no peroperatório. Entretanto, há parâmetros que são utilizados rotineiramente para inferir essa irreparabilidade, são eles:

- altura úmero acromial $<$6mm, devido a falta de oposição do manguito à tração do músculo deltoide.
- Borda rompida do tendão retraída à altura da linha articular da glenoide (Pate III).
- Considerável atrofia muscular do ventre do músculo supraespinhal (sinal da tangente positivo)
- Importante infiltração gordurosa do ventre do músculo acometido (Goutallier $>$2).[2]

Por fim, há também fatores relacionados ao paciente que influenciam negativamente a cicatrização que também devem ser considerados: idade $>$ 70 anos, tabagismo, diabetes, hipercolesterolemia, múltiplas infiltrações prévias de corticóide, cooperação e aderência ao tratamento, ganhos secundários, etc.[2,3]

Em resumo, fatores pré-operatórios que indicam baixa ou não possibilidade de reparo funcional são tamanho da lesão maior que 5 cm, substituição gordurosa do ventre acometido $>$50% (III ou mais de Goutallier), atrofia muscular $>$50% do ventre do músculo supraespinhal (sinal da tangente na ressonância magnética sequência sagital), retração do coto do tendão rompido ao nível da glenoide (Classificação de Patte III) e subluxação superior fixa da cabeça umeral, com altura acrômio umeral $<$ 6mm (Classificação Hamada 2 ou mais). Esses paciente são considerados portadores de lesões irreparáveis e as opções de tratamento existentes são apresentadas na próxima seção.[2,3]

Tratamentos

- Tratamentos Clínicos
- Tratamentos Cirúrgicos que mantém a Articulação
- Tratamentos Cirúrgico que substituem a articulação

Tratamento Clínico

O tratamento não cirúrgico é indicado INICIALMENTE para todos os pacientes sintomáticos, e mantido para os pacientes com baixa demanda funcional, e com comorbidades que contraindiquem o tratamento cirúrgico. Ele engloba reabilitação fisioterápica focada em medidas física anti-inflamatórias e analgésicas, reforço do remanescente do manguito, reforço da musculatura paraescapular e deltóide. Medicamentos anti-inflamatório não esteróides assim como infiltrações com corticóide devem ser utilizados com parcimônia. Não há evidência científica que justifique a utlização de injeção de ácido hialurônico ou PRP.[2]

Debridamento, Acromioplastia, Tenotomia com ou sem Tenodese

Todas essas modalidades de tratamento, juntas ou isoladamente, resultaram em melhora clínica imediata dos pacientes em torno de 95%, com deterioração progressiva da dor e função. Walch et al.[4] apresentaram o primeiro relato sistemático multicêntrico envolvendo 283 pacientes, com média de idade de 64,3 anos e seguimento médio de 57 meses. Observaram que o ganho inicial foi muito satisfatório em 93% dos pacientes, entretanto houve declínio da satisfação e função nos anos subsequentes, com consequente perda de rotação externa, atrofia e fraqueza, além de progressão da degeneração da cartilagem. Notaram também que a tenotomia tem efeito adverso em pacientes com distância acrômio-umeral $>$7mm, e que o acometimento do redondo menor tem valor prognóstico ruim.

Pander et al.[5] avaliaram retrospectivamente 39 pacientes, com média de idade de 75,6 anos, submetidos a debridamento de lesões irreparáveis, com ou sem tenotomia, e seguimento médio de 6,5 anos. Apesar de alguma fragilidade, por exemplo de não incluir os pacientes que necessitaram procedimento cirúrgico adicional devido a desfecho clínico insatisfatório, observou que é possível, na população idosa com baixa demanda funcional, obter resultados favoráveis.

Boileau et al.[6] observaram que a tenotomia do bíceps promoveu a ascensão da cabeça de 1,1mm em média, porém não é fator de risco para evolução para artropatia do manguito rotador. E sugeriram que a pseudoparalisia, assim como artropatia do manguito rotador, são contraindicações para esse tipo de procedimento.

Checchia et al.[7] também demonstraram que em 12 pacientes submetidos à tenotomia, com uma média de seguimento de 26 meses, houve uma melhora da satisfação, da amplitude de movimento 30° da elevação, 1,7° da rotação lateral, e de dois níveis vertebrais da rotação interna com apenas um caso de deformidade característica de Popeye.[7]

Almeida et al mostraram que apenas 35,1% dos pacientes submetidos a tenotomia apresentavam queixas relacionadas com a deformidade do bíceps. E que idade, lado acometido e biótipo não apresentaram correlação significativa com queixas de deformidade, Por outro lado, sexo masculino, lado dominante, dobra cutânea abdominal $<$23,2 e triciptal$<$ 14,5, e Índice de Massa Corporal (IMC) $<$ 30 são fatores de risco para queixa de deformidade.[8]

Em resumo, o debridamento, acromiolastia e tenotomia do bíceps, associada ou não a sua tenodese, devem ser reservados para o paciente idoso com baixa demanda funcional. Apresentam como vantagens ser uma técnica rápida, simples e com poucas complicações, quando comparadas com outras técnicas cirúrgicas. 35,1% dos pacientes submetidos à tenotomia queixam-se da deformidade residual (sinal do Popeye). Esses procedimentos juntos ou isolados apresentam melhora clínica imediata em 93%, que se deteriora com o tempo. O acometimento do tendão do músculo redondo menor, a subluxação superior estática com distância acrômio umeral$<$ 6mm, degeneração cartilaginosas e pseudoparalisia são contra indicações.

Reparo Parcial e Convergência Das Margens

Burkhart foi o primeiro autor a apresentar o conceito de lesão funcional do manguito rotador e reparo parcial. O que implica que os "tirantes" ou bordas das lesões, podem manter o manguito funcional a despeito da existência de uma lesão central, desde que essas forças residuais sejam equilibradas/compensadas, também conhecidas como "forças pares". Esse é o raciocínio lógico por detrás do reparo parcial, que é criar uma momento de força equilibrado no ombro. Muitas vezes, esse cenário é o de reparo de uma lesão aguda sobre crônica, quando a porção crônica da lesão é irreparável devido à má qualidade do tendão e grande retração, e a aguda é reparável. Quando a aguda cicatriza, é possível voltar ao estado de equilíbrio prévio ao traumatismo, com o manguito funcional devido às restauração das forças pares. Apesar de pequena, sua amostra inicial de 14 pacientes, seguimento médio de 20 meses, com média de idade de 56 anos, apresentou importante ganho na amplitude de movimento, força e satisfação dos pacientes.[9]

Alem do reparo parcial, outro recurso cirúrgico para se incrementar biomecanicamente o reparo das lesões extensas, é a convergência das bordas. Quando, após o reparo parcial das margens anterior e posterior do manguito chegam com tensão aceitável ao "footprint" e parte central não, geralmente nas lesões em "V" ou "U", a borda anterior e posterior são aproximadas e suturadas entre si, látero-lateralmente. Isso resulta em diminuição importante da força de arrancamento do manguito (força seis vezes menor), o que minimiza a falha da fixação e melhora dos resultados clínicos, que se mantêm estáveis no médio prazo.[10,11]

Conclui-se que a indicação de reparo parcial, com ou sem convergência das margens é adequada para lesões extensas agudas sobre crônica (casos traumáticos), com parte do tendão subescapular preservado. Os melhores resultados são obtidos quando o tendões do subescapular e infraespinhal são reparados, restaurando o equilíbrio de forças, e tornando o manguito funcional, mesmo com a persistência de lesão em sua parte central. Observam-se bons e excelentes resultados em 67% dos pacientes no médio prazo. Resultado esse melhor que o debridamento isolado.[8,9,11]

Balão Subacromial

O balão subacromial/espaçador é um dispositivo inflável feito de Poli DL Lactídeo e E-Coprolactona que se degrada em 12 meses. O procedimento é simples e envolve a colocação desse dispositivo entre a cabeça umeral e o acrômio, que pode ser inserido por artroscopia ou de forma percutânea. Ele objetiva restaurar o arco de movimento indolor do ombro, na vigência de uma lesão irreparável, tanto por diminuir o atrito subacromial, como melhorando a alavanca do deltoide abaixando a cabeça umeral.

Senekovic foi um dos primeiros a demonstrar bons resultados com essa técnica. Ele mostrou que em 24 pacientes, com cinco anos de seguimento, ou seja, mesmo após a completa reabsorção do balão, 84,6% apresentaram melhora e apenas 10% apresentaram piora. O procedimento é considerado simples e a média de tempo para sua colocação é de 4,3 minutos.[12]

A literatura indica que há melhora da dor e incapacidade funcional entre 46% e 84,6% dos casos e que a taxa de complicação é de 16,7%, sendo as mais frequentes: migração anterior do balão, déficit transitório do nervo cutâneo lateral do antebraço e infecção. A lesão irreparável do subescapular é contra-indicação devido ao risco de extravasamento anterior.[13]

Sua indicação é em pacientes que apresentem lesão irreparável com integridade do subescapular e redondo menor, sem artrose e preferencialmente baixa demanda. Outra indicação menos clássica é para proteger a sutura de uma lesão do manguito (►**Fig. 1**).[12,13]

Reconstrução da Cápsula Superior (RCS)

Mihata et al.[14] desenvolveram o conceito de implantar a fáscia lata na glenoide e no tubérculo maior, para estabilizar a cabeça do úmero e impedir sua ascensão superior, características da lesão irreparável, restaurando o centro de rotação da cabeça do úmero. Essa capacidade foi testada "in vitro" em múltiplos trabalhos biomecânicos e reproduzida clinicamente desde então.[14] A fixação da cabeça umeral à glenoide,

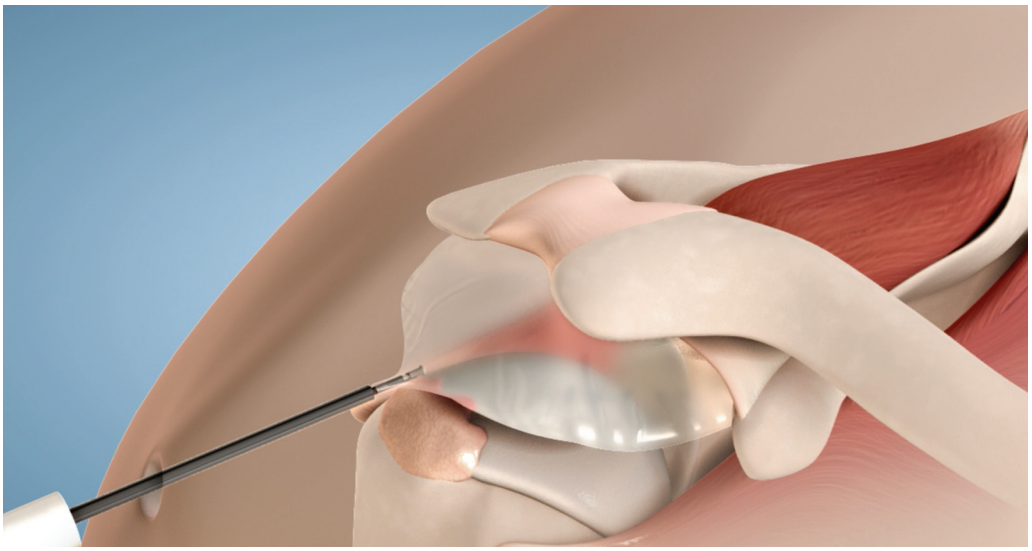


Fig. 1 Desenho esquemático do balão subacromial.

com o enxerto da fáscia lata, apresenta melhor resistência que a interposição do coto do tendão com outros enxertos. Os tecidos mais frequentemente interpostos são enxerto próprio da fásica lata (autólogo ou homólogo), enxerto dérmico acelular ou o tendão do bíceps (cabo longo). O ideal é suturar as bordas remanescentes do manguito ao enxerto (reparo parcial).[15]

Os desfechos clínicos na literatura são diversos porque há muita heterogeneidade entres os procedimentos cirúrgicos: número de camadas da fáscia lata, tipos de enxertos (fácil lata, bíceps, etc.), método de local da fixação e experiência do cirurgião). Enquanto alguns autores não apresentam resultados consistentemente bons, Mihata descreveu o resultado em 31 ombros, de 23 pacientes, com média de idade de 65,1 anos, com melhora expressiva de 64° elevação anterior, 14° de rotação externa e 2 níveis vertebrais de rotação interna.[14–16]

Denard et al.[17] usando enxerto dérmico relataram 18,6% de revisões cirúrgicas em 59 pacientes. E apesar de cicatrização completa em apenas 45% dos pacientes, 74,6% dos pacientes foram considerados bem sucedidos.

Com base nas informações precedentes, a indicação de RCS é para pacientes com lesões irreparáveis do manguito, sem degeneração cartilaginosa, refratários ao tratamento clínico, com subescapular íntegro ou reparável e Hamada 1 ou 2.

Transferência Tendinosa

A indicação clássica para transferência tendinosa é o paciente jovem, em que sua idade seja uma contra indicação relativa para a artroplastia reversa, que não apresente degeneração cartilaginosa, e seja portador de lesão irreparável do manguito rotador. A transferência tendinosa pode apresentar resultados funcionais satisfatórios e duradouros nesse subconjunto de pacientes. Atualmente a maioria das transposições podem ser realizadas assistidas por artroscopia. Como regra geral, o músculo transposto fornece força em um nível menor que o músculo nativo, em condições fisiológicas.[18,19]

Quando considerar a transposição tendinosa, há importantes princípios serem seguidos:

1 - O músculo transferido deve ser considerado dispensável, sem prejudicar a função do membro doador.
2 - O músculo doador e receptor devem ter excursão e tensão similares.
3 - O vetor de tensão dos músculos doador e receptor devem ser similares
4 - O músculo transferido deve substituir uma função do músculo receptor[18,19]

Lesões Póstero-Superiores

Historicamente, o latíssimo do dorso tem sido o músculo de escolha para essa transferência, entretanto, recentemente o trapézio inferior tem crescido em popularidade em virtude da facilidade, desfecho clínico e aderência aos princípios de transferência.

Latíssimo do Dorso

É um músculo muito largo que tem como função a adução, extensão e rotação medial do braço. Origina-se a partir da fáscia toracolombar, processos espinhosos de T2 a L5 e face dorsal do sacro e crista ilíaca e também por meio de fascículos musculares provenientes de 3 ou 4 costelas inferiores, interdigitando-se com o oblíquo externo do abdome. Sua inserção é formada por um tendão terminal de 7 a 10 centímetros de comprimento por 0,5 a 1,5 centímetros de largura, após a torção axial de 180° no fundo do canal bicipital do úmero, entre os músculos peitoral maior anteriormente e o redondo maior posteriormente. Sua inervação motora se dá pelo nervo toracodorsal, ramo da corda posterior do plexo braquial. A sua vascularização primária é realizada pela artéria toracodorsal, que, juntamente com a artéria circunflexa da escápula, são ramos terminais da artéria subescapular. Do ponto de vista anatômico, duas estruturas estão em risco nas transferências desse músculo,

o nervo axilar que está próximo à sua inserção e fica no trajeto da transposição, e o nervo radial que se localiza medial à sua inserção.

A seleção cuidadosa do paciente é crucial para obtenção de resultados satisfatórios e duradouros. Indica-se a transposição nas lesões extensas em pacientes jovens, ativos, sem degeneração cartilaginosa. São fatores de risco de mau prognóstico, portanto contra-indicações, lesões irreparáveis do tendão do subescapular, limitação da movimentação passiva, pseudoparalisia, artrose, Hamada 3 ou maior, e infiltração gordurosa do redondo menor.[18,19]

Gerber foi quem popularizou a técnica e apresentou ótimos resultados no longo prazo, com 74% de viabilidade da transferência e bons e excelentes resultados no seguimento de 10 anos. O SSV aumentou de 29% para 70%, aumento significativo da amplitude de movimento e da força, com falha de 10% dos casos.[20]

O local da inserção é fonte de controvérsia, acredita se que quando mais anterior (inserção do supraespinhal), aumente o efeito tenodese e quando mais posterior (inserção do infraespinhal) produza melhores momento de força para abdução e rotação externa.[18]

A transposição do redondo maior associada ao latíssimo do dorso não incrementou de maneira significativa o desfecho clínico, dessa forma não é recomendada.

Atualmente com o aprimoramento técnico e material, a transposição totalmente artroscópica ou assistida apresenta os mesmos resultados clínicos e complicações.[18] Trapézio Inferior

O músculo trapézio possui três partes: superior, média e inferior que funcionam juntos para elevar, retrair e rodar lateralmente a escápula. Ele se origina do osso occipital e dos processos espinhosos de C7-T12. A porção superior se insere no terço lateral da clavícula e e a média e inferior na parte medial do acrômio e espinha da escápula. Ele recebe sua irrigação da artéria cervical transversa e inervação do nervo acessório espinhal (XI nervo cranial).

O trapézio inferior é uma alternativa mais anatômica quando comparado com o latíssimo do dorso. Ele tem origem mais cranial que o latíssimo do dorso e mais medial que a fossa do infraespinal, mantendo exatamente o mesmo vetor de força. Dessa forma, propicia melhor momento de força em rotação externa. Uma ressalva dessa técnica descrita por Elhassan é que o comprimento do tendão é insuficiente para se alcançar o grande tubérculo, necessitando dessa forma de um enxerto autólogo ou homólogo que pode ser dos flexores do joelho ou aquiles.

Essa transferência propicia uma melhora/aumento da rotação externa de 70°, priorizando se dessa forma os pacientes que apresentam perda mais importante da rotação externa do que a elevação (►**Fig. 2**).[18,19]

Lesões Anterossuperiores

Peitoral Maior

O músculo peitoral maior aduz, flete e roda o úmero medial. Ele possui duas porções: a clavicular e esternal. A clavicular se origina do aspecto medial da clavícula e a esternal da porção superior do esterno, e da 2a a 4a costelas. Elas se inserem na parte lateral do sulco intertubercular. A irrigação provém do ramo peitoral do tronco tóraco acromial e a inervação dos nervos peitoral medial e lateral.

A sua transferência é a mais realizada para as lesões Antero superiores, para substituir as lesões irreparáveis do tendão do subescapular. Inicialmente descritas por Wirth e

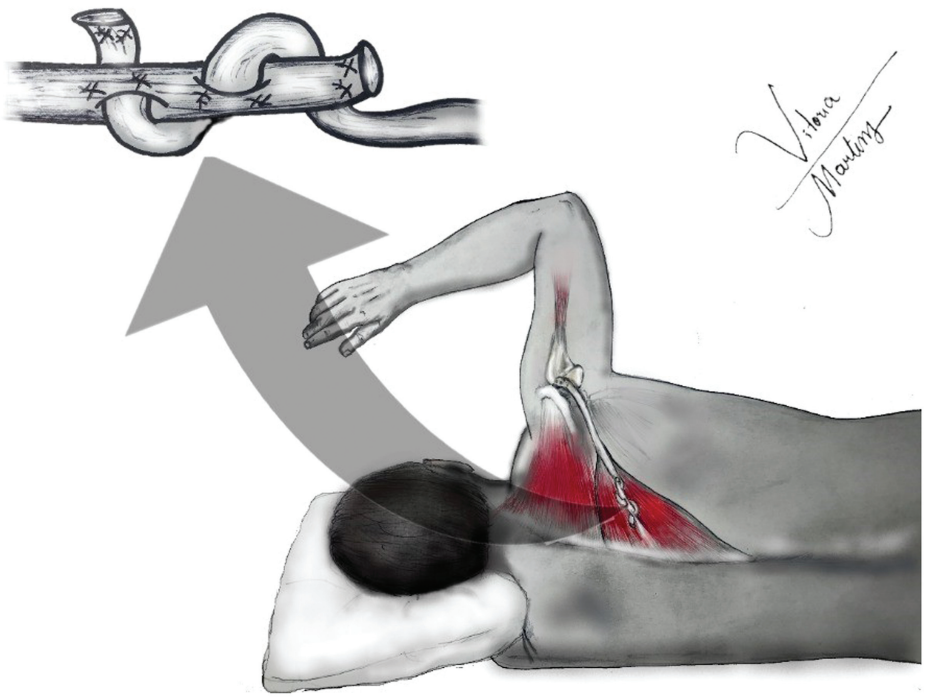


Fig. 2 Ilustração da transferência do trapézio inferior.

Rockwood, era transposto superficialmente ao tendão conjunto. Posteriormente a técnica foi revisada por Resch que o transpôs profundamente ao tendão conjunto, o que se mostrou mecanicamente mais eficiente. Atenção especial deve ser focada no nervo musculocutâneo, quando da transposição profunda ao tendão conjunto.

Os resultados clínicos são previsíveis para alívio da dor e heterogêneos com relação ao ganho funcional (ADM e força). Os resultados são melhores quando o tendão do músculo supraespinhal está preservado e cabeça centrada. Ao contrário, casos em que a cabeça umeral se encontra subluxada, apresentam piores resultados funcionais.[18]

Uma explicação teórica para não reprodutibilidade do ganho funcional na transferência do peitoral maior é que em determinadas posições de abdução, o vetor de força do peitoral é ortogonal em relação ao vetor do subescapular, provocando mesmo a subluxação anterior do úmero.[18,19]

Latíssimo do Dorso

O latíssimo do dorso é acessado na fossa axilar e inserido, com ou sem o redondo maior, no tubérculo menor, quer seja aberto ou por via artroscopica. Essa técnica apresenta menor probabilidade de lesão iatrogênica de nervo e reproduz melhor a linha de tração do subescapular.[15,16]

Prótese Reversa

A indicação "padrão ouro" para a artroplastia reversa é a artropatia do manguito rotador (AMR), pois em um único procedimento solucionam-se os dois problemas: a degeneração articular e a insuficiência do manguito rotador decorrente de lesão irreparável, essa última de difícil solução com outras modalidades de cirurgia.

Enquanto na AMR está bem estabelecida a indicação da prótese reversa, na lesão irreparável com ausência de artrose, essa indicação não é tão clara e óbvia. A indicação deve ser baseada em critérios muito individualizados.[21]

O candidato ideal deve ter idade maior que 65, dor e pseudoparalisia em um cenário de lesão irreparável, apresentar elevação anterior menor que 90°. Adicionalmente, pacientes idosos com outros fatores de mal prognóstico como tabagismo e diabetes também podem ser elegíveis para a artroplastia reversa, assim como pacientes que mesmo sem artrose, apresentem escape/instabilidade da cabeça do úmero. A literatura mostra que paciente submetidos artroplastia reversa em idade < 65 anos apresentam piores resultados clínicos e maiores taxas de complicação.[22]

Contraindicações relativas são pacientes menores que 65 anos, disfunção neurológica do membro superior e pacientes com função "quase" normal com elevação maior que 90° e/ou resultado do questionário funcional "Simple Shoulder Test (SST)" $>= 7$, o que denota função satisfatória.[22] Até recentemente, a disfunção do músculo deltoide também era considerada contra indicação, entretanto Elhassan et al. demonstraram bons resultados nas artroplastias reversas associadas à transposição do peitoral em pacientes que possuíam paralisia do deltoide.[23]

Frankle et al.[24] avaliaram 60 pacientes com média de seguimento de 33 meses, e mostraram que houve melhora significante de elevação anterior (55° para 105°), abdução (41° para 102°), rotação lateral (12° para 41°) e EVA escala visual analógica de dor (6,2 para 2,2). Em relação às complicações observaram 17% de "notching" escapular e 12% de revisão devido a falha da plataforma da glenóide. Esses resultados foram reproduzidos em múltiplos trabalhos por muitos cirurgiões. Trabalhos mais recentes como de Groh e Groh mostraram menores taxas de complicações (7%) e reoperações (5,3%).[25]

Possivelmente a maior preocupação quando da colocação de uma prótese reversa seja a longevidade da prótese, principalmente nos pacientes mais jovens. A literatura mostra resultados entre 91% e 95% de sobrevida da prótese em 10 anos. E ao contrário de artroplastia para outras afecções, os casos de AMR e lesões irreparáveis apresentam menor deterioração funcional após o quinto ano de cirurgia (►**Fig. 3**).[26]

Considerações Finais

O tratamento da lesão irreparável do manguito em paciente idoso, com baixa demanda funcional e artrose (artropatia do manguito rotador), apresenta resultado previsivelmente bom com a indicação de prótese reversa. Porém, há um subgrupo grande de pacientes jovens e ativos que apresentam critérios de irreparabilidade. Nesse subgrupo de pacientes, apesar do enorme avanço das modalidades cirúrgicas de tratamento nos últimos anos, desde o reparo parcial, passando pelo uso de balão subacromial, reconstrução da cápsula superior e transferências tendinosas, os resultados são menos previsíveis, em que pese a particularidade de cada paciente como personalidade da lesão (Anterossuperior, pósterossuperior, etc.), demanda funcional, aderência ao tratamento, comorbidades e, PRINCIPALMENTE, a experiência do médico assistente com as respectivas técnicas.[26]

Na literatura, a maioria dos estudos apresentam nível de evidência III e IV, e em virtude da falta de estudos comparativos adequados, não há consenso em relação à superioridade de uma dessas técnicas sobre a as outras. Dessa forma, o tratamento deve ser individualizado, ponderando-se vantagens e desvantagens de cada modalidade para o respectivo paciente.

Em resumo, considerando-se a melhor evidência disponível, o **reparo parcial** é indicado em lesões aguda sobre crônica, dado o caráter reparável da "parte" aguda da lesão, e em pacientes sem artrose e de baixa demanda funcional. Apresentando resultados semelhantes à métodos mais invasivos. O **balão subacromial** é um método novo, sem aprovação de muitas agências reguladora, que tem indicação em pacientes sem artrose, com ADM preservada, subescapular íntegro e necessita de estudos mais robustos para confirmar sua indicação. A **reconstrução da cápsula superior** apresenta excelentes resultados nas mãos de cirurgiões experientes nessa técnica, pode ser utilizada em casos de pseudoparalisia, mas apresenta resultados frustrantes em caso de lesões irreparáveis do subescapular. As **transferências tendinosas do grande dorsal e trapézio inferior** para lesões pósterossuperiores, e do peitoral maior ou grande dorsal para as lesões anterossuperiores são boas indicações

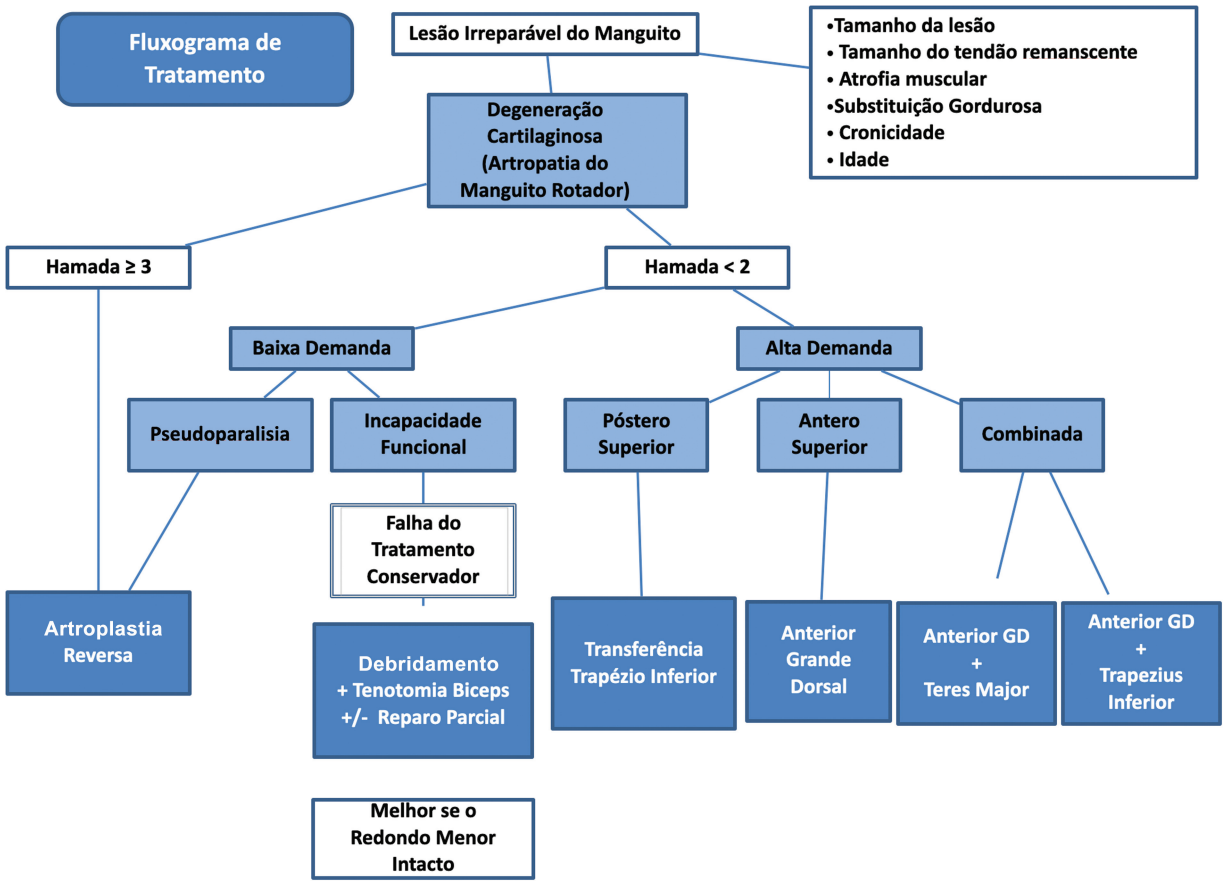


Fig. 3 Fluxograma para o tratamento das lesões irreparáveis do manguito.

para pacientes jovens, com importante demanda funcional e sem artrose. Por fim, a prótese reversa é excelente indicação para paciente idosos com baixa demanda funcional, com ou sem artrose. Em pacientes menores de 60 anos, altos escores funcionais, grande demanda funcional, e/ou déficit neurológico os desfechos clínicos são piores.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que não houve suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Wiley AM. Superior humeral dislocation. A complication following decompression and debridement for rotator cuff tears. Clin Orthop Relat Res 1991;(263):135–141
2 Burnier M, Elhassan BT, Sanchez-Sotelo J. Surgical Management of Irreparable Rotator Cuff Tears: What Works, What Does Not, and What Is Coming. J Bone Joint Surg Am 2019;101(17):1603–1612
3 Shim SB, Jeong JY, Kim JS, Yoo JC. Evaluation of risk factors for irreparable rotator cuff tear in patients older than age 70 including evaluation of radiologic factors of the shoulder. J Shoulder Elbow Surg 2018;27(11):1932–1938
4 Thomazeau H, Gleyze P, Frank A, Lévigne C, Walch G, Devallet P. [Arthroscopic debridement of full-thickness tears of the rotator cuff: a retrospective multicenter study of 283 cases with 3-year follow-up]. Rev Chir Orthop Repar Appar Mot 2000;86(02):136–142
5 Pander P, Sierevelt IN, Pecasse GABM, van Noort A. Irreparable rotator cuff tears: long-term follow-up, five to ten years, of arthroscopic debridement and tenotomy of the long head of the biceps. Int Orthop 2018;42(11):2633–2638
6 Boileau P, Baqué F, Valerio L, Ahrens P, Chuinard C, Trojani C. Isolated arthroscopic biceps tenotomy or tenodesis improves symptoms in patients with massive irreparable rotator cuff tears. J Bone Joint Surg Am 2007;89(04):747–757
7 Checchia SL, Doneux P, Miyazaki AN, et al. Tenotomia artroscópica do bíceps nas lesões irreparáveis do manguito rotador. Rev Bras Ortop 2003;38(09):513–521
8 Almeida A, Roveda G, Valin MR, Almeida NC, Agostini AP, Scheifler C. Avaliação da deformidade estética após a tenotomia da cabeça longa do bíceps na artroscopia do ombro. Rev Bras Ortop 2008;43(07):271–278
9 Burkhart SS, Nottage WM, Ogilvie-Harris DJ, Kohn HS, Pachelli A. Partial repair of irreparable rotator cuff tears. Arthroscopy 1994;10(04):363–370
10 Yoo JC, Koh KH, Woo KJ, Shon MS, Koo KH. Clinical and radiographic results of partial repairs in irreparable rotator cuff tears: preliminary report (SS-05). Arthroscopy 2010;26(Suppl):e3–e3
11 Porcellini G, Castagna A, Cesari E, Merolla G, Pellegrini A, Paladini P. Partial repair of irreparable supraspinatus tendon tears: clinical and radiographic evaluations at long-term follow-up. J Shoulder Elbow Surg 2011;20(07):1170–1177
12 Senekovic V, Poberaj B, Kovacic L, et al. The biodegradable spacer as a novel treatment modality for massive rotator cuff tears: a prospective study with 5-year follow-up. Arch Orthop Trauma Surg 2017;137(01):95–103

13 Deranlot J, Herisson O, Nourissat G, et al. Arthroscopic Subacromial Spacer Implantation in Patients With Massive Irreparable Rotator Cuff Tears: Clinical and Radiographic Results of 39 Retrospectives Cases. [published correction appears in Arthroscopy 2018;34(2):647]Arthroscopy 2017;33(09):1639–1644
14 Mihata T, McGarry MH, Pirolo JM, Kinoshita M, Lee TQ. Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric study. Am J Sports Med 2012;40(10):2248–2255
15 Mihata T, McGarry MH, Kahn T, Goldberg I, Neo M, Lee TQ. Biomechanical role of capsular continuity in superior capsule reconstruction for irreparable tears of the supraspinatus tendon. Am J Sports Med 2016;44(06):1423–1430
16 Mihata T, Lee TQ, Watanabe C, et al. Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. Arthroscopy 2013;29(03):459–470
17 Denard PJ, Brady PC, Adams CR, Tokish JM, Burkhart SS. Preliminary Results of Arthroscopic Superior Capsule Reconstruction with Dermal Allograft. Arthroscopy 2018;34(01):93–99
18 Clark NJ, Elhassan BT. The role of tendon transfers for irreparable rotator cuff tears. Curr Rev Musculoskelet Med 2018;11(01): 141–149
19 Checchia CS, Silva LA, Val Sella G, Fregoneze M, Miyazaki AN. Opções atuais de transferências tendíneas para lesões póstero-superiores irreparáveis do manguito rotador. Rev Bras Ortop 2021;56(03):281–290
20 Gerber C, Maquieira G, Espinosa N. Latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. J Bone Joint Surg Am 2006;88(01):113–120
21 Sellers TR, Abdelfattah A, Frankle MA. Massive Rotator Cuff Tear: When to Consider Reverse Shoulder Arthroplasty. Curr Rev Musculoskelet Med 2018;11(01):131–140
22 Hartzler RU, Steen BM, Hussey MM, et al. Reverse shoulder arthroplasty for massive rotator cuff tear: risk factors for poor functional improvement. J Shoulder Elbow Surg 2015;24(11): 1698–1706
23 Elhassan BT, Wagner ER, Werthel JD, Lehanneur M, Lee J. Outcome of reverse shoulder arthroplasty with pedicled pectoralis transfer in patients with deltoid paralysis. J Shoulder Elbow Surg 2018;27 (01):96–103
24 Frankle M, Siegal S, Pupello D, Saleem A, Mighell M, Vasey M. The Reverse Shoulder Prosthesis for glenohumeral arthritis associated with severe rotator cuff deficiency. A minimum two-year follow-up study of sixty patients. J Bone Joint Surg Am 2005;87(08): 1697–1705
25 Groh GI, Groh GM. Complications rates, reoperation rates, and the learning curve in reverse shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 2014;23(03):388–394
26 Cuff DJ, Pupello DR, Santoni BG, Clark RE, Frankle MA. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of rotator cuff deficiency: A concise follow-up, at a minimum of 10 years, of previous reports. J Bone Joint Surg Am 2017;99(22):1895–1899

Síndrome da dor complexa regional

Complex Regional Pain Syndrome

Giana Silveira Giostri[1,2] Camila Deneka Arantes Souza[1,2,3]

[1] Serviço de Ensino e Treinamento em Cirurgia da Mão, Hospital Cajuru/PUCPR, Curitiba, PR, Brasil
[2] Hospital Pequeno Príncipe, Curitiba, PR, Brasil
[3] Hospital Evangélico Mackenzie, Curitiba, PR, Brasil

Endereço para correspondência Giana Silveira Giostri, PHD, Pontifícia Universidade Católica do Paraná PUCPR, Orthopedics, Rua Imaculada Conceição, 1155, Paraná, PR, Brasil (e-mail: ggiostri@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e497–e503.

Resumo

A Síndrome da Dor Complexa Regional é caracterizada por dor regional desproporcional ao evento desencadeante, sem distribuição para dermátomos, com tendência a cronicidade e disfunção. Esta revisão narrativa propõe a atualização de critérios para o diagnóstico e condução da síndrome explicitando dados da epidemiologia, etiologia, fisiopatologia. Baseamo-nos em revisões sistemáticas, narrativas e diretrizes publicadas nos últimos anos, procurando facilitar a suspeição diagnóstica e proporcionando visão ampla de possibilidades terapêuticas.

Palavras-chave
- dor crônica
- hiperalgesia
- síndromes da dor regional complexa

Abstract

Complex Regional Pain Syndrome is characterized by regional pain that is disproportionate to the triggering event, with no distribution to dermatomes, a tendency towards chronicity, and dysfunction. This narrative review proposes an update of criteria for diagnosis and management of the syndrome, providing information on epidemiology, etiology, and pathophysiology. We base our information on systematic and narrative reviews, as well as guidelines published in recent years, aiming to facilitate diagnostic suspicion and provide a broad overview of therapeutic possibilities.

Keywords
- chronic pain
- complex regional pain syndrome
- hyperalgesia

Introdução

A Síndrome da Dor Complexa Regional (SDCR) é uma síndrome que representa grande desafio ao diagnóstico e especialmente a condução, dificultada por inúmeras intervenções com pouca fundamentação e evidência científica. É caracterizada por cronicidade e piora progressiva de sintomas que podem determinar incapacidade funcional significativa aos pacientes. O diagnóstico é baseado na história conduzida de forma cautelosa e principalmente, no exame físico criterioso.[1] Em geral, diferencia-se de outras condições que determinam dor crônica por apresentar proeminente alteração autonômica e inflamatória em um segmento ou região, sem seguir dermátomos.[2,3] Mais comum em membros superiores do que inferiores, tem acometimento unilateral com maior frequência.[4] Estudos laboratoriais são irrelevantes, embora úteis ao diagnóstico diferencial em certas circunstâncias. Radiografias podem mostrar sinais de osteopenia regional. Diagnóstico e tratamento precoces são fundamentais para minimizar perda permanente da função do membro.

A partir do início dos anos 1990, o termo Síndrome da Dor Complexa Regional foi adotado ao que antes recebia termos como, distrofia simpático reflexa.[5] A Associação Internacional para o Estudo da Dor (IASP) passou a estabelecer parâmetros, conhecidos como critérios de Budapeste que buscam auxiliar no diagnóstico e categorização do quadro clínico

Trabalho desenvolvido no Serviço de Ensino e Treinamento em Cirurgia da Mão Hospital Cajuru/PUCPR, Curitiba, PR, Brasil.

recebido
08 de fevereiro de 2023
aceito
10 de agosto de 2023
artigo publicado on-line
22 de abril de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1779331.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Quadro 1 Critérios de dor para a Síndrome da Dor Complexa Regional (SDCR) revisados e adotados pela IASP (International Association for the Study of Pain) em 2012

Características gerais:
A SDCR é caracterizada por dor regional contínua (espontânea e/ou evocada) aparentemente desproporcional em tempo ou grau ao curso habitual de qualquer trauma ou outra lesão conhecida. A dor é regional (não apenas em um território nervoso ou dermátomo específico) e geralmente, os achados anormais sensoriais, motores, vasomotores e/ou tróficos predominam na parte mais distal do membro. A síndrome mostra progressão variável ao longo do tempo.
Critérios Clínicos para Diagnóstico da SDCR
1. Dor contínua desproporcional a qualquer evento incitante 2. Deve relatar ao menos um sintoma em três das quatro categorias a seguir: Sensorial: Relatos de hiperalgesia e/ou alodinia Vasomotor: Relatos de assimetria de temperatura e/ou alteração da cor da pele e/ou assimetria da cor da pele Sudomotor/Edema: Relatos de edema e/ou alteração na sudorese e/ou assimetria na sudorese Motor/Trófico: Relatos de diminuição da amplitude de movimento e/ou disfunção motora (fraqueza, tremor, distonia) e/ou alterações tróficas (cabelo, unha, pele) 3. Deve apresentar no momento da avaliação pelo menos um sinal* em duas ou mais das seguintes categorias: Sensorial: Evidência de hiperalgesia (à alfinetada) e/ou alodinia (ao toque leve e/ou pressão somática profunda e/ou movimento articular) Vasomotor: Evidência de assimetria de temperatura e/ou alterações e/ou assimetria da cor da pele Sudomotor/Edema: Evidência de edema e/ou alterações de sudorese e/ou assimetria de sudorese Motor/Trófico: Evidência de diminuição da amplitude de movimento e/ou disfunção motora (fraqueza, tremor, distonia) e/ou alterações tróficas (cabelo, unha, pele) * Um sinal é contado apenas se for observado no momento do diagnóstico. 4. Não há outro diagnóstico que explique melhor os sinais e sintomas

Tradução em português baseada em Diretrizes de Diagnóstico e Tratamento da SDCR. Harden RN, McCabe CS, Goebel A, et al. Complex regional pain syndrome: practical diagnostic and treatment guidelines, 5th edition. Pain Med 2022;23(Suppl 1):S1-S53.[6]

(►**Quadro 1**).[6] Esses parâmetros vêm sendo validados em diretrizes buscando maior especificidade, uma vez que os critérios clínicos úteis podem diferir não somente entre os pacientes, mas, ao longo do tempo da evolução em um mesmo indivíduo.

Tipos de SDCR

Classicamente a SDCR é apresentada em três subtipos. No tipo I, inexiste comprometimento específico de nervo periférico, evidenciado no exame clínico ou eletrofisiológico, síndrome relativamente limitada na qual predominam os sinais vasomotores. No tipo II, denominada anteriormente causalgia, há envolvimento de lesão nervosa identificável determinante da dor neuropática, uma síndrome relativamente limitada na qual predominam a dor neuropática/anormalidades sensoriais. Alguns autores referem um terceiro tipo que atende parcialmente aos critérios, porém, não são especificados nos outros dois tipos, define-se o tipo III como uma SDCR bastante florida, embora sinais de alteração motora/trófica tenham sido observados em todos os três grupos, eles dobraram em frequência entre os pacientes do Subgrupo 3.[3,4,7] Afora os subtipos I, II e III citados anteriormente, encontramos referência a diferenciação clínica da síndrome em padrão "quente" e "frio", respectivamente caracterizado por extremidade quente, edemaciada, seca, avermelhada e outra por extremidade fria, menos edemaciada, com suor, azulada. Harden et al, reportaram que o padrão mais comum é o "quente", sendo que esse apresenta menor tempo de duração da síndrome comparado ao padrão "frio".[7]

Epidemiologia

A Síndrome da Dor Complexa Regional (SDCR) engloba frequência de 5,46-26,2 a cada 100.000 pessoas por ano.[6,8] Mulheres são três vezes mais afetadas que homens. A idade mais prevalente varia entre 46 e 53 anos. Membros superiores são mais envolvidos que os inferiores. Shim et al.,[5] referiram que haverá maior risco para o desenvolvimento da SDCR em mulheres que sofrerem traumas de alta energia no membro superior. Bruehl,[2] relata taxas de incidência diferentes para os tipos I e II da síndrome, respectivamente 5,46 por 100 mil pessoas ao ano e 0,82 por 100 mil pessoas ao ano.

Etiologia e Fisiopatologia

Fraturas são referidas como o principal fator precipitante da SDCR em membros superiores e inferiores, sendo a fratura de radio e ulna em sua extremidade distal a região mais acometida pela síndrome.[1] SDCR é mais provável de ocorrer após fraturas do rádio distal em pacientes tratados com gessos apertados ou após um evento nociceptivo ou neuropático, como compressão do nervo mediano, hiperdistração, instabilidade da articulação radioulnar distal ou fratura da ulna.[1] Outros traumas, cirurgias e mesmo condições inflamatórias podem ser fatores manifestadores. Urits et al.,[3] mencionaram que em 7% dos casos há desenvolvimento da síndrome do tipo I, usualmente nas 8 semanas seguintes ao evento traumático. Relevante observar, persistência de dor e edema após as primeiras semanas do trauma como sinais para o aparecimento da síndrome. Há relato de incidência pouco

maior que 8% em pacientes submetidos a liberação do túnel do carpo.[3] Entretanto, em revisão sistemática recente, que buscou evidências disponíveis sobre ocorrência da SDCR após a liberação cirúrgica do túnel do carpo, nosso grupo encontrou incidência de 2 a 5%.[8] E, listou como fatores de risco para o aparecimento da síndrome após cirurgia, sexo feminino, idade a partir da quinta década, cirurgia na mão dominante, tempo de torniquete e uso de imobilização após procedimento cirúrgico.[8]

A fisiopatologia da SDCR é incerta. O mecanismo exato que determina início e manutenção da dor permanece desconhecido.[3] As teorias tendem ao motivo pelo qual a dor persiste e não ao modo como surge. Há hipótese de que neuropeptideos ligados ao gene de moduladores químicos, como a calcitonina, incitem inflamação neurogênica e sensibilização de catecolaminas. A natureza persistente da dor na SDCR aparenta estar conectada a características autonômicas do sistema nervoso simpático como a regulação positiva de adrenoceptores e diminuição da densidade de fibras nervosas cutâneas.[9] A dor patológica parece ser provinda de alterações no processamento sensorial e motor, ou seja, função motora, feedback sensorial, representação corporal, propriocepção e integração sensório-motora. No entanto, há evidências muito limitadas que modificações desse processamento levariam realmente a cronicidade da dor.[10] A teoria multifatorial é mais aceita e inclui aspectos que interferem desde o momento do evento agressor como sensibilização do sistema nervoso, disfunção autonômica, alterações inflamatórias, além de possível relação com fatores psicológicos e predisposição genética.[5] Também, tabagismo foi apontado como fator de risco significativo ao desenvolvimento da SDCR.[7]

As disfunções ocasionadas pela SDCR podem incluir perda de mecanismos normais do fluxo arteriovenoso e alterações definitivas de respostas neurológicas centrais, resultando em isquemia segmentar e morte celular.[10] Esses por sua vez, determinam dor, edema, rigidez articular e atrofia do segmento. Em síntese, a síndrome da dor complexa regional traz em sua essência exagero ou prolongamento anormal de eventos fisiopatológicos esperados após determinado episódio traumático, alterando a percepção e submetendo o indivíduo a uma interação complexa de fatores fisiológicos e psicológicos.[10]

Diagnóstico

A suspeição do desenvolvimento da SDCR inicia no aparecimento de dor exacerbada, normalmente não esperada após trauma ou cirurgia. Outros fatores devem ser considerados como, manutenção imprevista de edema, recuperação mais lenta que habitual, transtornos do sono e ausência de melhora da dor com analgésicos comuns.[11] O diagnóstico pode ser auxiliado com o uso dos critérios de Budapeste (►**Quadro 1**).[6]

Distingue-se de outras síndromes dolorosas por presença de disfunção autonômica, alterações inflamatórias regionais persistentes e ausência de distribuição seguindo dermátomos.[5] Pacientes descrevem a dor como dilacerante ou em queimação, muitas vezes exacerbada pelo frio. Além da dificuldade no sono, também referem ansiedade e inquietude. Comumente encontram-se no exame físico, alodinia (resposta dolorosa a estímulo habitualmente não doloroso), hiperalgesia, hiperpatia associadas ao edema. Poderão estar presentes alterações tróficas provenientes da disfunção autonômica como sudorese anormal, mudança de temperatura e textura da pele. Identifica-se a extremidade envolvida "quente" e edemaciada ou "fria" e atrófica. Com o passar do tempo, dor e edema levam a rigidez articular, especialmente de dedos, punhos e ombros.[10]

Crianças e adolescentes podem ser acometidos pela SDCR. É mais frequente no membro inferior de meninas adolescentes, próximo aos 12 anos de idade, que tiveram evento traumático na região de tornozelo e pé.[1] O quadro clínico inclui dor, alteração autonômica e sensibilidade exacerbada aos estímulos dolorosos e mesmo não habitualmente dolorosos (alodinia). Como em adultos, pode evoluir para distúrbios motores e alterações tróficas. O prognóstico tende a ser melhor se comparado a ocorrência em adultos.[12]

Diante de quadro álgico intenso que tende a cronicidade, torna-se indispensável afastar outras patologias na ausência de achados físicos objetivos, como alterações tróficas, edema e osteopenia. Dor e incapacidade ligados a SDCR apontam para comorbidades psicológicas que criam ciclo vicioso de dor, isolamento e depressão.[4]

Piñal (Enzine, 2019), em seu verdadeiro desabafo publicado na revista da IFSSH (International Federation of Societies for Surgery of the Hand) sobre o tema, coloca em dúvida a existência de tipos da síndrome e expõe a controvérsia no diagnóstico e tratamento. Refere a teoria da amplificação do estímulo em um nervo que está sendo "irritado", mesmo sem uma lesão mecânica estabelecida, o que resultaria em sintomas mais abrangentes no membro acometido. O autor publicou recentemente estudo de 53 pacientes, média de 55 anos de idade, diagnosticados anteriormente como portadores de SDCR, que apresentavam sintomas e sinais atípicos de dor e disestesias em membro superior. Enfatizou a incapacidade dos indivíduos em fletir completamente os dedos (preensão), e, demonstrou melhora dos sintomas após liberação do ligamento transverso do carpo. Apenas 6 dos 53 pacientes mantiveram o quadro prévio a cirurgia, avaliados com escala analógica visual da dor e questionário DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire).[13] Nessa linha de fundamentação, Chang et al.[4] discutiram os efeitos psicossociais criadores e rotuladores de síndromes. Partiram da premissa que a SDCR pode apresentar conjunto de sintomas inconsistentes e vagos, facilmente atendidos no quadro de outros diagnósticos. Citaram exemplos de artigos que confirmaram altas porcentagens da síndrome após determinado procedimento cirúrgico sem que os pacientes sequer completassem sinais e sintomas como os citados nos critérios apresentados no quadro.[2] Ressaltaram a importância do minucioso exame clínico para identificar possíveis origens da dor e evitar conduções incorretas que poderão trazer consequências desastrosas ao paciente.

Exames complementares de imagem e laboratoriais geralmente estarão inalterados e pouco auxiliarão no estabelecimento do diagnóstico da SDCR. Após duas semanas ou mais

do início do quadro, radiografias poderão apresentar sinais de osteopenia e reabsorção óssea, principalmente subcondral e periarticular. Estima-se que até 30% dos pacientes não apresentarão anormalidades radiográficas no momento do diagnóstico da síndrome.[10] Embora termografia, cintilografia, eletroneuromiografia e ultrassonografia possam demonstrar alterações na vigência da SDCR, em última análise, não há evidência científica para sua utilização indiscriminada no diagnóstico da síndrome.[5]

Tratamento

A dificuldade para proposição de tratamento na SDCR vai no mesmo sentido do estabelecimento de seu diagnóstico. Numerosas terapias estão sugeridas em series de casos isoladas ou em comparações, revisões narrativas, diretrizes e dados agrupados em revisões sistemáticas e tentativas de metanálise. Na procura simples em uma das plataformas de busca científica é possível captar mais de quatro mil artigos publicados entre os anos 1945 e 2022, sendo a maioria após o ano 2000. Encontram-se as primeiras publicações com os nomes de causalgia, dor reflexa, distrofia simpático reflexa, distrofia de Sudeck, que exprimem as mesmas dificuldades encontradas nos trabalhos mais recentes, ou seja, a discussão no estabelecimento de diagnóstico e conduta. Isso nos leva a refletir, estamos estudando a causa desta suposta síndrome tentando descobrir sua prevenção ou expondo incontáveis opções de tratamento para sintomas mal reconhecidos ou mal diagnosticados.

Pacientes com SDCR tipo 2 têm uma lesão de nervo periférico identificável ou documentada. As intervenções cirúrgicas que corrigem o dano do nervo ou protegem o nervo podem diminuir a incidência de focos nociceptivos, diminuir os sintomas e melhorar a função. Da mesma forma, os pacientes com SDCR tipo 1 podem ter um foco nociceptivo não neural ou mecânico, que, se corrigido, facilitará a recuperação da extremidade.[1]

Utilização de numerosos fármacos, terapia neuraxial, estimulação de medula e ramo do gânglio dorsal, bloqueio regional endovenoso e simpático periférico, terapia adjuvante, entre outros, são citados no tratamento da SDCR de forma isolada ou conjunta.[6,14] Para expor as opções de tratamento atual da SDCR nos baseamos em revisões sistemáticas, narrativas e diretrizes dos últimos anos. Procuramos organizar em tópicos para facilitar o entendimento diante da superabundância de possibilidades. Porém, os estudos sugerem que ensaios controlados randomizados de alta qualidade ainda são necessários para realizar recomendações sólidas quando ao tratamento da SDCR.[1]

Fármacos

- Bifosfonados
  Podendo ser administrados via oral ou endovenosa; buscam inibir a reabsorção óssea que acompanha a SDCR, Pesquisas afirmam que os bifosfonados apresentam claros benefícios no tratamento da síndrome.[14,15] Há relatos de melhora significativa de alodínea, hiperalgia, edema e mobilidade articular. As infusões de pamidronato são bem toleradas e fáceis de administrar. Vários pacientes relataram reações menores no local da infusão e sintomas leves que se resolveram dentro de 6 a 24 horas após administração. O mecanismo do efeito analgésico dos bifosfonados permanece especulativo. Eles são potentes inibidores da atividade osteoclástica, podem desempenhar papel na modificação de citocinas inflamatórias (como interleucina-1) e outros fatores sistêmicos (como prostaglandina E2) envolvidos na sensibilização de nociceptores dolorosos e mecanorreceptores de baixo limiar.[15]
- Corticóides
  Christensen et al.[16] compararam prednisona oral e placebo no tratamento da SDCR e obtiveram melhora de dor, edema, suor palmar, habilidade de pinça e dedilhar com o uso do corticoide. Pois estes mediam a inibição de inflamação e a analgesia. Também, outros autores relataram melhor controle de dor e edema com uso de prednisona oral quando comparada ao antinflamatório não hormonal.[17]
- Calcitonina
  Quando comparada a placebo ou outras terapias, como fisioterapia, apresentou benefícios insignificantes no tratamento da SDCR.[14] Acreditando que sua ação determinaria inibição da reabsorção óssea e analgesia mediada por beta endorfina.
- Antinflamatório não hormonais
  Breuer et al.[18] não encontraram diferença significativa quanto a melhora de dor e edema, em pacientes diagnosticados com a síndrome, quando compararam uso de parecoxib endovenoso e solução fisiológica. Seu uso foi avultado pela função de promover a inibição da COX2 tendendo a reduzir a sensibilização periférica e normalizar o limiar da dor a pressão local.
- Vitamina C
  A revisão sistemática realizada por Giusta et al.,[19] avaliou a eficácia da vitamina C na prevenção da SDCR tipo I em fraturas ou cirurgias das extremidades superiores e inferiores. Cinco dos seis estudos analisados eram favoráveis ao uso profilático da dose diária de 500-1000 mg de vitamina C por 45-50 dias após cuidados ortopédicos ou traumatológicos para prevenção da SDCR tipo I. Apenas um estudo não encontrou algum benefício na suplementação de vitamina C em comparação com placebo na prevenção da SDCR. Portanto, nessa análise da literatura sugere-se a suplementação diária de 500-1000 mg de VC pode reduzir o aparecimento de SDCR tipo I em trauma de extremidades superiores/inferiores e em cirurgia ortopédica.
- Antagonista do receptor N-Methyl-D-Aspartato (NMDA)
  Devido à sua ação nos mecanismos de sensibilização periférica e central, especificamente na cascata de sensibilização neuronal, que leva a ativação e liberação de substâncias no sistema nervoso central (SNC) como o glutamato, aumentando a eficiência da transmissão sináptica do sinal de dor. No entanto, alguns artigos referiram não haver melhora significativa com o uso de antagonistas do NMDA ou de placebo.[18,20,21]

A Ketamina age no SNC como bloqueadora de receptores, não competitiva. Autores referem diminuição de alodínea/hiperalgia com uso tópico de ketamina comparado ao placebo.[22] Bons resultados foram também referidos com o uso endovenoso. Atenção deve ser observada para a curta duração do tratamento endovenoso, evitando sintomas indesejáveis como náuseas, vômitos e efeitos psicomiméticos.[23,24]

- Toxina botulinica A
  Como a toxina botulínica tende a diminuir a sensibilização periférica e a percepção de dor central ao inibir a neurotransmissão da dor tanto superficial como profunda e bloquear o transporte axonal retrógrado, sua ação foi avaliada no tratamento da SDCR. Porém há referência de dor intensa durante a aplicação da toxina e pouca ou nenhuma diferença nos resultados quando confrontados ao placebo.[25]
- Lenalidomida
  É um derivado da talidomida com potencial de toxicidade reduzido. Os níveis plasmáticos elevados de citocinas pré e antinflamatórias sugerem que o uso de agentes imunomoduladores não esteróides contribuem na diminuição de sintomas da síndrome. Porém, como outros fármacos citados, parece não haver benefício significativo quando comparado ao uso de placebo.[26]
- Imunoglobulina
  Usada de forma endovenosa, aponta para evidências na redução da ativação neuroimune periférica e central, agindo positivamente na diminuição da dor na SDCR quando comparada ao placebo.[27]
- Isossorbida dinitrato (ISDN)
  Esta medicação determina vasodilatação derivada do endotélio o que beneficiaria as alterações na microcirculação e diminuição de temperatura do membro que ocorrem na SDCR crônica. Groeneweg et al.,[28] citaram não haver diferença quando confrontada ao placebo.
- Outros agentes farmacológicos
  Sahin et al.,[29] reportaram o uso de gabapentina na dor neuropática comparando-a ao placebo. Apesar de sua ação anticonvulsivante interferir na analgesia não houve diferença significativa no quadro de pacientes nos dois grupos. Os que reportaram melhora no controle da dor, também apresentaram mais eventos adversos, como tontura, sonolência e letargia. A Tadalafila é vasodilatador, que atua na inibição da fosfodiesterase.[6] É utilizada na SDCR para dirimir a alteração da microcirculação crônica que leva a acidose metabólica e a hipóxia tecidual. Groeneweg et al.,[28] reportaram grande redução da dor no grupo da tadalafia comparado ao placebo, porém sem melhora de outros marcadores como melhora na sensação de alteração de temperatura do membro e de força muscular.

Terapia Neuraxial

Agonistas alfa 2 adrenérgico administrados no espaço epidural podem reduzir a dor diminuindo a atividade do sistema simpático. Rauck et al.,[30] citaram a clonidina aplicada epidural, também, associada a adenosina utilizada intratecal. A melhora da dor pareceu ser semelhante ao uso de placebo, sendo que a associação com adenosina trouxe a inconveniente hipotensão arterial após sua aplicação.

O Baclofeno, agonista do receptor do ácido alfa-aminobutírico tipo b (inibidor da entrada sensorial na medula) é indicado em casos de distonia irresponsiva. Autores referem melhora no quadro de distonia e discutem sua infusão intratecal, se de forma lenta ou rápida. Mais efeitos adversos como cefaleia, náusea e coreia são associados a infusão rápida. A glicina, neurotransmissor glicinérgico, age na inibição do processo de informação motora e sensorial, também sendo útil no tratamento das distonias. Corticoides, como a metilprednisolona, foram utilizados intratecal no tratamento da síndrome, porém, pouco diferiram do resultado com o uso endovenoso.[14]

Estimulação da Medula e Ramo do Gânglio Dorsal

Realizada por meio do implante de eletrodo epidural na raiz que inerva a área dolorida. A corrente elétrica induz a inibição do circuito neural central hiper excitado, diminuição da resposta eferente simpática e ativação de substâncias vasoativas. Deer et al.,[31] compararam estimulação da medula com estimulação do gânglio dorsal, resultando o segundo método em melhor resultado no escore de avaliação da dor. Embora não haver diferença na satisfação dos pacientes e incidência de eventos adversos nos dois grupos estudados. Kemler et al.,[32] reportaram bons resultados na utilização da estimulação associada a fisioterapia nos primeiros 2 anos quando comparada ao grupo de fisioterapia isolado. Há hipótese de adaptação neuronal com perda do efeito analgésico a longo prazo.[32,33]

Bloqueio Regional EV e Simpático Periférico

Embora o bloqueio regional endovenoso seja prática popular no tratamento da SDCR Tran et al.,[14] revisaram onze ensaios clínicos com uso de diversas substâncias no bloqueio, como, guanetidina, reserpina, droperidol, ketanserina, atropina, lidocaína associada a metilprednisolona e não encontraram benefício consistente nessa indicação. Outros autores também reportaram essa mesma evidência.[14,34,35]

O bloqueio simpático periférico, do gânglio estrelado torácico, visa a neurolise química por radiofrequência ou uso de substâncias anestésicas. Vários autores apresentaram resultados mais satisfatórios do que o bloqueio endovenoso.[36–39]

Terapia Adjuvante

Fisioterapia, terapia ocupacional, prática de exercícios aeróbicos, estimulação nervosa elétrica transcutânea (TENS) e terapia do espelho são as condutas adjuvantes mais citadas na literatura para o tratamento da SDCR. Diversos protocolos de terapias físicas utilizando exercícios de alongamento, fortalecimento muscular, associados ou não a exercícios aeróbicos, drenagem de edema, banhos com contraste de temperatura, gelo, calor e TENS (estimulação nervosa elétrica transcutânea), foram reportados em séries de casos clínicos com e sem comparação entre eles. Esse último, promoveria vasodilatação e liberação de opióides endógenos, tendendo a reduzir edema, dor e mostrando benefícios funcionais quando associado a fisioterapia.[40] Embora os resultados sejam promissores em alguns estudos, não há evidência de melhora significativa com esses métodos, especialmente se usados de forma isolada.[14,41–44]

A terapia do espelho propõe o reconhecimento da lateralidade da mão no treinamento constante da observação do reflexo do membro não afetado no espelho. Segundo Moseley et al.[45] a visualização constante do reflexo simulando a possibilidade de uso da mão afetada impactaria positivamente na melhora da dor e função. Outros autores também referiram resultados favoráveis, com redução significativa da dor, alodínea e melhora da função global da mão.[44,46–48]

Considerações Finais

A Síndrome da Dor Complexa Regional é considerada patologia complicada. Comumente, manifestada na literatura científica por estudos de séries clínicas com amostras pequenas. Pacientes diagnosticados precocemente com a síndrome, entre 6 e 18 meses de evolução clínica, respondem ao tratamento de maneira diferente daqueles com sintomas persistentes. A evolução do quadro pode ser modificada diante de condutas céleres e pontuais, como uso de medicamentos específicos, bloqueios nervosos e terapias adjuvantes que alterarão a história natural da SDCR. Estima-se que 15% dos pacientes diagnosticados no início de sinais e sintomas da síndrome falharão em recuperar satisfatoriamente. A observação antecipada de uma extremidade fria tende a significar mau prognóstico.[6]

Enfatiza-se que os métodos de tratamento disponíveis auxiliam no controle de sintomas e não especificamente na cura da síndrome. O uso constante de medicamentos leva a tolerância analgésica, desenvolvida na maioria dos pacientes com SDCR. Também considerar, a persistência de efeitos colaterais por uso prolongado de drogas utilizadas durante o tratamento. Um plano terapêutico individualizado e coerente deve ser estabelecido, considerando custo e incluindo diferentes classes de medicamentos e procedimentos que venham atender outras eventuais necessidades do paciente. Como exemplo, uso de antidepressivos tricíclicos eficazes para dor neuropática e para controle de ansiedade, depressão e insônia.[6] Sugere-se que uma suplementação diária de 500-1000 mg de Vitamina C pode reduzir o aparecimento de SDCR tipo I em trauma de extremidades superiores/inferiores e em cirurgia ortopédica.[19]

Autoconhecimento e conscientização do paciente diante de quadro compatível com SDCR, leva a possível autonomia para uso antecipado de medidas e medicamentos diante de situações e acontecimentos diários que possam engatilhar a piora de sintomas. O estabelecimento de metas razoáveis durante a condução da doença visa mensurar objetivamente, melhora ou piora de sintomas e consequente alteração na aplicação de medidas terapêuticas. Deve ser construído em conjunto, entre equipe multidisciplinar, paciente, familiares e é primordial para qualidade do tratamento. Imprescindível, esclarecer de forma empática que a proposta terapêutica visa auxiliar no controle de sintomas. Atualmente, não existe tratamento comprovado para a cura da síndrome, ou mesmo, medidas que venham a dirimir os sintomas em todos os pacientes.

Suporte Financeiro
As autoras declaram que a presente pesquisa não recebeu nenhum financiamento específico de agências de financiamento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
As autoras declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Wolfe SW, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS. Green's operative hand surgery. 8th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021
2 Bruehl S. Complex regional pain syndrome. BMJ 2015;351: h2730
3 Urits I, Shen AH, Jones MR, Viswanath O, Kaye AD. complex regional pain syndrome, current concepts and treatment options. Curr Pain Headache Rep 2018;22(02):10
4 Chang C, McDonnell P, Gershwin ME. Complex regional pain syndrome - False hopes and miscommunications. Autoimmun Rev 2019;18(03):270–278
5 Shim H, Rose J, Halle S, Shekane P. Complex regional pain syndrome: a narrative review for the practising clinician. Br J Anaesth 2019;123(02):e424–e433
6 Harden RN, McCabe CS, Goebel A, et al. Complex regional pain syndrome: practical diagnostic and treatment guidelines, 5th edition. Pain Med 2022;23(Suppl 1):S1–S53
7 Duong S, Bravo D, Todd KJ, et al. Treatment of complex regional pain syndrome: an updated systematic review and narrative synthesis. Can J Anaesth 2018 Jun;65(06):658–684. English. Doi: 10.1007/s12630-018-1091-5. Epub 2018 Feb 28. PMID: 29492826
8 A Sousa LH, O Costa C,Novak EM, Giostri GS. Complex regional pain syndrome after carpal tunnel syndrome surgery: A systematic review. Neurol India 2022;70(02):491–503
9 Neumeister MW, Romanelli MR. Complex Regional Pain Syndrome. Clin Plast Surg 2020;47(02):305–310
10 Vittersø AD, Halicka M, Buckingham G, Proulx MJ, Bultitude JH. The sensorimotor theory of pathological pain revisited. Neurosci Biobehav Rev 2022;139:104735
11 Patterson RW, Li Z, Smith BP, Smith TL, Koman LA. Complex regional pain syndrome of the upper extremity. J Hand Surg Am 2011;36(09):1553–1562
12 Weissmann R, Uziel Y. Pediatric complex regional pain syndrome: a review. Pediatr Rheumatol Online J 2016;14(01):29
13 Del Piñal F. Outcomes of carpal tunnel release in complex regional pain syndrome/reflex sympathetic dystrophy/sudeck disease patients. Plast Reconstr Surg 2022;150(01):93–101
14 Tran DQ, Duong S, Bertini P, Finlayson RJ. Treatment of complex regional pain syndrome: a review of the evidence. Can J Anaesth 2010;57(02):149–166
15 Robinson JN, Sandom J, Chapman PT. Efficacy of pamidronate in complex regional pain syndrome type I. Pain Med 2004;5(03): 276–280
16 Christensen K, Jensen EM, Noer I. The reflex dystrophy syndrome response to treatment with systemic corticosteroids. Acta Chir Scand 1982;148(08):653–655
17 Kalita J, Misra U, Kumar A, Bhoi SK. Long-term prednisolone in post-stroke complex regional pain syndrome. Pain Physician 2016;19(08):565–574
18 Breuer AJ, Mainka T, Hansel N, Maier C, Krumova EK. Short-term treatment with parecoxib for complex regional pain syndrome: a randomized, placebo-controlled double-blind trial. Pain Physician 2014;17(02):127–137

19 Giustra F, Bosco F, Aprato A, Artiaco S, Bistolfi A, Masse A. Vitamin C Could Prevent Complex Regional Pain Syndrome Type I in Trauma and Orthopedic Care? A Systematic Review of the Literature and Current Findings. Sisli Etfal Hastan Tip Bul 2021;55 (02):139–145

20 Fischer SG, Collins S, Boogaard S, Loer SA, Zuurmond WW, Perez RS. Intravenous magnesium for chronic complex regional pain syndrome type 1 (CRPS-1). Pain Med 2013;14(09): 1388–1399

21 van der Plas AA, Schilder JC, Marinus J, van Hilten JJ. An explanatory study evaluating the muscle relaxant effects of intramuscular magnesium sulphate for dystonia in complex regional pain syndrome. J Pain 2013;14(11):1341–1348

22 Finch PM, Knudsen L, Drummond PD. Reduction of allodynia in patients with complex regional pain syndrome: A double-blind placebo-controlled trial of topical ketamine. Pain 2009;146(1-2):18–25

23 Schwartzman RJ, Alexander GM, Grothusen JR, Paylor T, Reichenberger E, Perreault M. Outpatient intravenous ketamine for the treatment of complex regional pain syndrome: a double-blind placebo controlled study. Pain 2009;147(1-3):107–115

24 Sigtermans MJ, van Hilten JJ, Bauer MCR, et al. Ketamine produces effective and long-term pain relief in patients with Complex Regional Pain Syndrome Type 1. Pain 2009;145(03):304–311

25 Safarpour D, Salardini A, Richardson D, Jabbari B. Botulinum toxin A for treatment of allodynia of complex regional pain syndrome: a pilot study. Pain Med 2010;11(09):1411–1414

26 Manning DC, Alexander G, Arezzo JC, et al. Lenalidomide for complex regional pain syndrome type 1: lack of efficacy in a phase II randomized study. J Pain 2014;15(12):1366–1376

27 Goebel A, Baranowski A, Maurer K, Ghiai A, McCabe C, Ambler G. Intravenous immunoglobulin treatment of the complex regional pain syndrome: a randomized trial. Ann Intern Med 2010;152 (03):152–158

28 Groeneweg G, Huygen FJ, Niehof SP, et al. Effect of tadalafil on blood flow, pain, and function in chronic cold complex regional pain syndrome: a randomized controlled trial. BMC Musculoskelet Disord 2008;9:143

29 Sahin F, Yilmaz F, Kotevoglu N, Kuran B. Efficacy of salmon calcitonin in complex regional pain syndrome (type 1) in addition to physical therapy. Clin Rheumatol 2006;25(02):143–148

30 Rauck RL, North J, Eisenach JC. Intrathecal clonidine and adenosine: effects on pain and sensory processing in patients with chronic regional pain syndrome. Pain 2015;156(01):88–95

31 Deer TR, Levy RM, Kramer J, et al. Dorsal root ganglion stimulation yielded higher treatment success rate for complex regional pain syndrome and causalgia at 3 and 12 months: a randomized comparative trial. Pain 2017;158(04):669–681

32 Kemler MA, de Vet HC, Barendse GA, van den Wildenberg FA, van Kleef M. Effect of spinal cord stimulation for chronic complex regional pain syndrome Type I: five-year final follow-up of patients in a randomized controlled trial. J Neurosurg 2008;108 (02):292–298

33 Kriek N, Groeneweg JG, Stronks DL, de Ridder D, Huygen FJ. Preferred frequencies and waveforms for spinal cord stimulation in patients with complex regional pain syndrome: A multicentre, double-blind, randomized and placebo-controlled crossover trial. Eur J Pain 2017;21(03):507–519

34 Hord AH, Rooks MD, Stephens BO, Rogers HG, Fleming LL. Intravenous regional bretylium and lidocaine for treatment of reflex sympathetic dystrophy: a randomized, double-blind study. Anesth Analg 1992;74(06):818–821

35 Eckmann MS, Ramamurthy S, Griffin JG. Intravenous regional ketorolac and lidocaine in the treatment of complex regional pain syndrome of the lower extremity: a randomized, double-blinded, crossover study. Clin J Pain 2011;27(03):203–206

36 Price DD, Long S, Wilsey B, Rafii A. Analysis of peak magnitude and duration of analgesia produced by local anesthetics injected into sympathetic ganglia of complex regional pain syndrome patients. Clin J Pain 1998;14(03):216–226

37 Carroll I, Clark JD, Mackey S. Sympathetic block with botulinum toxin to treat complex regional pain syndrome. Ann Neurol 2009; 65(03):348–351

38 Yoo SD, Jung SS, Kim HS, et al. Efficacy of ultrasonography guided stellate ganglion blockade in the stroke patients with complex regional pain syndrome. Ann Rehabil Med 2012;36(05):633–639

39 Toshniwal G, Sunder R, Thomas R, Dureja GP. Management of complex regional pain syndrome type I in upper extremity-evaluation of continuous stellate ganglion block and continuous infraclavicular brachial plexus block: a pilot study. Pain Med 2012;13(01):96–106

40 Bilgili A, Çakır T, Doğan ŞK, Erçalık T, Filiz MB, Toraman F. The effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation in the management of patients with complex regional pain syndrome: A randomized, double-blinded, placebo-controlled prospective study. J Back Musculoskeletal Rehabil 2016;29(04):661–671

41 Oerlemans HM, Oostendorp RA, de Boo T, van der Laan L, Severens JL, Goris JA. Adjuvant physical therapy versus occupational therapy in patients with reflex sympathetic dystrophy/complex regional pain syndrome type I. Arch Phys Med Rehabil 2000;81(01):49–56

42 Lee BH, Scharff L, Sethna NF, et al. Physical therapy and cognitive-behavioral treatment for complex regional pain syndromes. J Pediatr 2002;141(01):135–140

43 Barnhoorn KJ, van de Meent H, van Dongen RT, et al. Pain exposure physical therapy (PEPT) compared to conventional treatment in complex regional pain syndrome type 1: a randomised controlled trial. BMJ Open 2015;5(12):e008283

44 Topcuoglu A, Gokkaya NK, Ucan H, Karakuş D The effect of upper-extremity aerobic exercise on complex regional pain syndrome type I: a randomized controlled study on subacute stroke. Top Stroke Rehabil 2015;22(04):253–261

45 Moseley GL. Is successful rehabilitation of complex regional pain syndrome due to sustained attention to the affected limb? A randomised clinical trial. Pain 2005;114(1-2):54–61

46 Cacchio A, De Blasis E, De Blasis V, Santilli V, Spacca G. Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients. Neurorehabil Neural Repair 2009;23(08): 792–799

47 Pervane Vural S, Nakipoglu Yuzer GF, Sezgin Ozcan D, Demir Ozbudak S, Ozgirgin N. Effects of Mirror Therapy in Stroke Patients With Complex Regional Pain Syndrome Type 1: A Randomized Controlled Study. Arch Phys Med Rehabil 2016;97(04):575–581

48 Jeon B, Cho S, Lee JH. Application of virtual body swapping to patients with complex regional pain syndrome: a pilot study. Cyberpsychol Behav Soc Netw 2014;17(06):366–370

Imobilização do punho após a descompressão cirúrgica do nervo mediano na síndrome do túnel do carpo: Uma revisão sistemática

Wrist Immobilization after Surgical Decompression of the Median Nerve in Carpal Tunnel Syndrome: A Systematic Review

Thiago Moreth da Silva Barbosa[1] Ítalo Carvalho Ferraz[1]

[1] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Getúlio Vargas, Recife, PE, Brasil

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e504–e509.

Endereço para correspondência Thiago Moreth da Silva Barbosa, Departamento de Ortopedista e Traumatologista, Hospital Getúlio Vargas, Avenida General San Martin, s/n, Cordeiro, Recife-PE, 50630-060, Brasil (e-mail: thiagomorethsb@gmail.com).

Resumo

Objetivo A neuropatia compressiva mais comum dos membros superiores é a síndrome do túnel do carpo (STC). Historicamente, houve uma tendência à aplicação de imobilização no pós-operatório, prática que tem diminuído nos últimos anos. O objetivo desta revisão é avaliar se existem evidências científicas que justifiquem o uso da imobilização nos cuidados pós-operatórios de descompressão da STC.

Métodos Foram utilizadas as seguintes bases de dados: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed National Library of Medicine (NLM), Cochrane Library, Scientific Electronic Library Online (SciELO), e EMBASE. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: 1) discussão do pós-operatório de cirurgias de descompressão do nervo mediano na STC; 2) comparação dos resultados, após descompressão cirúrgica, na STC entre imobilização do punho ou apenas curativo local; 3) todos os idiomas, independentemente do ano de publicação; e 4) todos os tipos de publicações. Foram utilizados os seguintes critérios de exclusão: 1) estudos que não avaliaram o pós-operatório de descompressão da STC; 2) falta de avaliação do resultado relacionado à conduta de aplicação de curativo local e/ou alguma forma de imobilização do punho após o procedimento cirúrgico de descompressão; e 3) publicações repetidas

Resultados A busca bibliográfica resultou em 336 publicações relevantes. Ao final, foram escolhidas 18 publicações. Foram encontradas revisões sistemáticas, ensaios clínicos randomizados e estudos transversais.

Conclusões Devido à escassez de evidências que apoiem o uso da imobilização, associada aos custos mais elevados relacionados com a prática, nas últimas décadas, essa tem se tornado cada vez menos frequente.

Relevância clínica Na literatura há descrições de duas abordagens nos cuidados pós-operatórios de descompressão da STC: imobilização ou apenas curativo local. Vale a pena avaliar qual é a melhor entre as duas de acordo com as evidências científicas disponíveis.

Palavras-chave
- nervo mediano
- síndrome do túnel carpal
- traumatismos do punho
- traumatismos dos nervos periféricos

Trabalho desenvolvido no Hospital Getúlio Vargas, Recife, PE, Brasil.

recebido
10 de novembro de 2023
aceito
15 de janeiro de 2024
artigo publicado on-line
19 de maio de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1785665.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective The most common compressive neuropathy of the upper limbs is carpal tunnel syndrome (CTS). Historically, there has been a tendency to apply immobilization in the postoperative period, a practice that has decreased in recent years. This review aims to assess whether there is scientific evidence to justify the use of immobilization in the postoperative care of CTS decompression.

Methods The following databases were used: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed National Library of Medicine – (NLM), Cochrane Library, Scientific Electronic Library Online (SciELO), and EMBASE. The following inclusion criteria were used: 1) discussion of the postoperative period of median nerve decompression surgery in CTS; 2) comparison of results after surgical decompression in CTS between wrist immobilization or local dressing; 3) all languages, regardless of the year of publication; and 4) all types of publications. The following exclusion criteria were used: 1) studies that did not evaluate the postoperative period of CTS decompression; 2) lack of evaluation of the outcome related to the application of local dressing or some form of wrist immobilization after the surgical decompression procedure; and 3) repeated publications.

Results The literature search resulted in 336 relevant publications. In the end, 18 publications were chosen. Systematic reviews, randomized clinical trials, and cross-sectional studies were found.

Conclusions Due to the scarcity of evidence supporting the use of immobilization coupled with the higher costs associated with the practice, it has become less and less frequent in recent decades.

Clinical relevance In the literature, two approaches to postoperative care for CTS decompression are described: immobilization or just local dressing. According to the available scientific evidence, it is worth evaluating which one is better.

Keywords

- carpal tunnel syndrome
- median nerve
- peripheral nerve injuries
- wrist injuries

Introdução

A neuropatia compressiva mais comum dos membros superiores é a síndrome do túnel do carpo (STC). O sintoma mais frequente é a parestesia, especialmente à noite, na região inervada pelo nervo mediano. O tratamento cirúrgico é preferível nos casos em que a terapia conservadora falha. A descompressão cirúrgica pode ser via aberta ou endoscópica.[1] Historicamente, havia uma tendência de aplicação de imobilização no pós-operatório, prática essa que tem diminuído nos últimos anos.[2–4] A imobilização, teoricamente, teria a vantagem de evitar o efeito arco de corda dos tendões flexores, bem como promoveria analgesia.[5] No entanto, estudos mais recentes não corroboram com essa ideia.

Na literatura, existe descrição de duas condutas no período pós-operatório de descompressão da STC: imobilização ou curativo local apenas. Destarte, é válido que se avalie qual a melhor dentre as duas, de acordo com as evidências científicas disponíveis.

O objetivo é avaliar os desfechos após cirurgias de descompressão do túnel do carpo, quando se imobiliza o punho e quando se faz apenas curativo, e compará-los.

Materiais e Métodos

Estratégia de Pesquisa

A busca ativa por artigos na literatura foi realizada em 06 de maio de 2023. A pesquisa utilizou os seguintes bancos de dados: BVS (Biblioteca Virtual em Saúde), PubMed (National Library of Medicine - NLM), Cochrane Library, SciELO (Scientific Eletronic Library Online), EMBASE. Os descritores utilizados, em conjunto com os operadores booleanos, foram: *Carpal Tunnel Syndrome* [Mesh] OR *carpal tunnel syndrome* [tw] OR *carpal tunnel release* [tw] AND *Postoperative Care* [Mesh] OR *postoperative* [tw] OR *postoperative care* [tw] AND *Restraint, Physical* [Mesh] OR *immobilization* [tw] OR *splint** [tw] AND *Bandages* [Mesh] OR *dress** [tw] OR bandage* [tw]. Uma Pesquisa de referência cruzada também foi realizada nas bases de dados, com o objetivo de encontrar artigos não identificados inicialmente.

A estratégia de pesquisa em cada banco de dados está detalhada em apêndices ao final do trabalho.

Critérios de Seleção

Os seguintes critérios foram empregados na inclusão dos estudos: 1) discussão sobre o pós-operatório de cirurgias de descompressão do nervo mediano em STC 2) comparação dos desfechos, após descompressão cirúrgica, em STC, entre imobilização do punho ou apenas curativo local; 3) todas as linguagens, independente do ano de publicação; e 4) todos os tipos de publicações.

Foram elencados os seguintes critérios de exclusão: 1) estudos que não avaliassem o pós-operatório de descompressão de STC; 2) ausência da avaliação do desfecho relacionado à conduta de fazer curativo local e/ou alguma forma

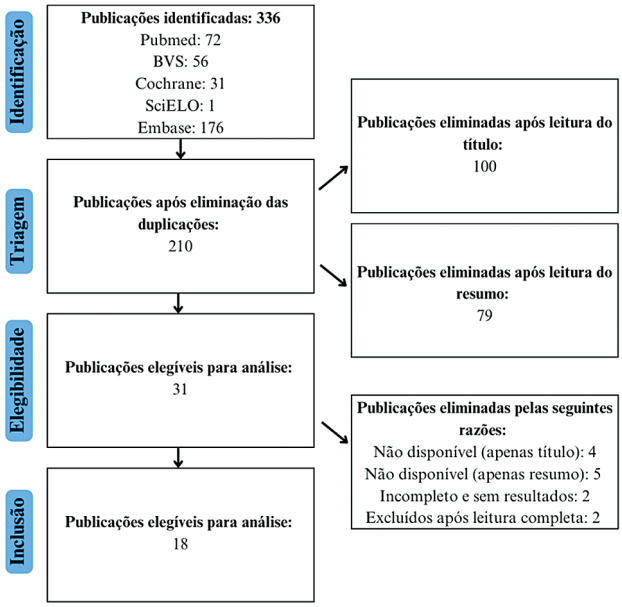


Fig. 1 Diagrama do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), para ilustrar o processo de pesquisa de acordo com os critérios de inclusão e exclusão deste estudo.

de imobilização do punho após o procedimento cirúrgico; e 3) publicações repetidas.

Coleta de Dados

O processo de coleta de dados foi realizado por dois pesquisadores. Inicialmente, de forma independente, foram analisados os títulos e resumos de cada publicação, sendo em seguida discutidas as inconsistências e obtido um consenso. A posteriori, foi realizada a leitura completa de cada publicação, também de forma independente, sendo realizadas reuniões para decisão de quais estudos deviam serem incluídos e excluídos, chegando-se a um consenso mútuo.

Nível de Evidência

Os estudos foram classificados de I a V de acordo com o nível hierárquico de evidências.[6] As diretrizes do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) foram usadas nesta revisão para a busca, extração de dados, e análise de resultados.[7]

Resultados

A busca na literatura resultou em 336 publicações relevantes. Após a remoção das duplicatas, foram obtidos 210 artigos. Posteriormente, após análise dos títulos e resumos, 179 estudos foram excluídos, resultando em um total de 31 artigos elegíveis. Após uma leitura completa do texto, quatro artigos foram eliminados pela disponibilidade apenas do título nas plataformas digitais, e outros cinco foram excluídos pela disponibilidade apenas do resumo. Dois artigos foram eliminados por não apresentarem resultados finais (disponibilidade apenas do corpo do trabalho, pois não haviam sido finalizados), e outros dois estudos foram excluídos após leitura completa do texto, por não se adequarem ao objetivo do trabalho. Ao final, foram elencadas 18 publicações. A ►**Fig. 1** ilustra o processo de pesquisa.

Revisões Sistemáticas - Nível de Evidência I

A revisão sistemática conduzida por Ashworth encontrou estudos clínicos randomizados (ECRs) comparando grupos de imobilização versus não imobilização, após descompressão de STC. Aos 6 meses, não foram encontradas diferenças na força de preensão e pinça entre os pacientes dos 2 grupos. Um outro ECR mostrou que o retorno ao trabalho foi mais lento no grupo imobilizado (27 dias contra 17), bem como apresentou maiores índices de dor de pilar e sensibilidade na cicatriz após 1 mês.[8]

Semelhantemente, Huisstede et al.[9] encontraram cinco ECRs que não mostraram evidências que provassem benefício no uso de imobilização. A força de preensão e pinça, analgesia e funcionalidade foram equiparáveis em ambos os grupos.

Uma revisão sistemática realizada por Peters et al.,[10] que incluiu 20 ensaios com 1.445 participantes, encontrou pouca evidência científica a favor do uso de imobilização pós-operatória. Posteriormente, em 2015, Peters et al.[11] atualizaram a revisão realizada anteriormente em 2013. Foram incluídos 22 ensaios e 1.521 pacientes. Os resultados continuaram sendo os mesmos.

A ►**Tabela 1** apresenta os artigos de revisão sistemática encontrados.

ECR - Nível de Evidência II

Um ECR avaliou 40 pacientes e 43 descompressões abertas de STC, comparando o pós-operatório de 2 semanas entre um grupo de 26 que recebeu tala, e um grupo de 17 que recebeu apenas curativo volumoso. Não foi observado efeito benéfico naquele grupo, ao serem avaliados os parâmetros objetivos de força de preensão, força de pinça, complicações, arco de movimento na mão e nos dedos, e o parâmetro subjetivo de satisfação pessoal.[5]

Outro ECR avaliou 50 pacientes, divididos igualmente em dois grupos, sendo que um recebeu uma tala após o

Tabela 1 Estudos de evidência nível I

Autores	Título	Nível de evidência
Ashworth 2010	Sindrome do túnel carpal	RS (I)
Huissttede et al. 2010	Sindrome do túnel carpal. Parte II: eficácia dos tratamentos cirúrgicos - uma revisão sistemática	RS (I)
Peters et al. 2013	Reabilitação após liberação do túnel do carpo	RS (I)
Peters et al. 2016	Reabilitação após liberação do túnel do carpo	RS (I)

procedimento de descompressão para STC, enquanto ao outro grupo foi permitido arco de movimento livre já no pós-operatório imediato. No grupo submetido à imobilização, foram observados maiores índices de dor, sensibilidade na cicatriz, rigidez e maior tempo de recuperação.[12]

Em uma publicação, Finsen et al.[13] analisaram 82 punhos submetidos à descompressão de STC, divididos de forma randomizada entre grupo sem imobilização e grupo com imobilização pós-operatória, por 4 semanas. Não foram encontrados benefícios ou malefícios relacionados à prática. Em outra publicação, 52 pacientes foram divididos igualmente em 2 grupos: um de 26 indivíduos que receberam imobilização por duas semanas após descompressão de STC; outro com 26 pacientes sem imobilização pós-operatória. Ambos os grupos apresentaram desfechos semelhantes, incluindo a discriminação em dois pontos. Concluiu-se que o grupo imobilizado não se mostrou superior ao grupo controle.[14]

Bhatia et al.[15] mostraram, a partir de um ECR com 102 pacientes, que o uso de uma tala volar no pós-operatório não foi correlacionado a nenhum efeito analgésico na comparação com o grupo controle. Após 50 descompressões de STC via aberta, metade recebeu apenas curativo, e outra metade recebeu uma tala volar por 2 dias. Esses pacientes foram acompanhados até 3 meses após a cirurgia. Não foram encontradas diferenças quando analisados os parâmetros funcionais e os testes eletrofisiológicos, e ambos os grupos obtiveram boa analgesia.[16]

Cebesoy et al.[17] dividiram 40 pacientes em 2 grupos, de modo semelhante ao estudo anterior. Foi permitida a mobilidade imediata ao grupo não imobilizado, enquanto ao outro grupo só foram permitidos movimentos após 10 dias, quando a imobilização foi retirada. O *Carpal Tunnel Questionnaire* (CTQ) de Levine foi aplicado no pré-operatório, bem como no 1° e no 3° mês após a cirurgia. Para essa avaliação, duas escalas foram aplicadas: a *Symptom Severity Scale* (SSS) e a *Functional Status Scale* (FSS). Na observação após 3 meses, foi identificado que o grupo que recebeu apenas curativo apresentou valores mais baixos na SSS. Essa superioridade foi atribuída à reabilitação precoce. Outrossim, no grupo imobilizado, 16 pacientes (80%) se queixavam de desconforto associado ao uso da tala.[17]

O grupo de Tinfhofer avaliou 63 punhos de 60 pacientes, comparando imobilização dorsal por uma semana versus curativo por 2 dias no pós-operatório de descompressão de STC. O acompanhamento se deu após 3 e 6 meses, avaliando-se os parâmetros de dor, discriminação em 2 pontos, força de preensão e pinça, além de estudos eletrofisiológicos. No seguimento, foi visto que, no tocante à preensão e pinça, aos 6 meses, os indivíduos do 2° grupo apresentaram resultados melhores.[18]

Shalimar et al.,[19] de modo semelhante, estudaram 30 pacientes. Dezesseis receberam imobilização por uma semana, e 14 pacientes apenas curativos. Eles foram avaliados após 1 semana, 2 e 6 meses, respectivamente. Os seguintes parâmetros foram observados: escala visual analógica (EVA), discriminação em 2 pontos, força de preensão e pinça, força do abdutor curto do polegar, e questionário de Boston. Não houve diferença significativa entre os dois grupos em nenhum dos parâmetros avaliados.

Foram divididos 249 pacientes em 3 grupos: 80 sem órtese, 83 com órtese removível e 86 com órtese não removível. Os seguintes critérios foram avaliados: *Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (QuickDASH); SSS e FSS; força de preensão e pinça; flexão e extensão do punho; mensuração da dor em repouso e na ação pela *Numerical Pain Rating Scale* (NPRS). Os desfechos foram avaliados de 10 a 14 dias, após 6 semanas, e após 3, 6 e 12 meses da cirurgia. A única diferença observada foi que, no grupo da órtese não removível, após 5 e 12 meses, a força de pinça foi menor do que aquela dos pacientes dos outros grupos. A complicação mais comum foi hipersensibilidade na área da cicatriz.[20]

Mais recentemente, no ano de 2023, um estudo publicado mostrou a avaliação de 24 pacientes submetidos à descompressão endoscópica de STC. Dois grupos foram criados aleatoriamente, com 12 pacientes cada um. Em um grupo, foi usada imobilização por 2 semanas, e, no outro, foi permitida a mobilização imediata. Os seguintes parâmetros foram avaliados: teste da discriminação em dois pontos, teste do monofilamento de Semmes-Weinstein; ocorrência de dor no pilar; arco de movimento do punho; EVA; escore *Boston Carpal Tunnel Questionnaire* (BCTQ); escore DASH; força de preensão e pinça; ocorrência de complicações. Esses desfechos foram observados após 2 semanas, e após 1, 2, 3 e 6 meses da cirurgia.[21]

Após 2 semanas de pós-operatório, o grupo imobilizado apresentou melhores resultados nos quesitos de EVA, força de preensão e pinça, além de menor ocorrência de dor de pilar. Nas comparações subsequentes, essas diferenças não se mantiveram. Em dois pacientes do grupo não imobilizado foi observada hipersensibilidade na cicatriz no pós-operatório imediato, mas que desapareceu a partir de 1 mês de acompanhamento. Concluiu-se, portanto, que no acompanhamento precoce, o grupo que recebeu imobilização apresentou analgesia e força de preensão e pinça melhores. Entretanto, os dois grupos se equipararam nos acompanhamentos subsequentes.[21]

A ►**Tabela 2** apresenta os artigos de ECRs encontrados.

Estudos Transversais - Nível de Evidência IV

Uma pesquisa realizada com membros da American Society for Surgery of the Hand (ASSH) em 1987, por Duncan et al. apud Henry et al.[2] mostrou que 82% dos cirurgiões imobilizavam o punho no pós-operatório de descompressão de STC. Em 2008, em uma avaliação realizada com 1.091 membros da ASSH, foi visto que essa percentagem caiu para 53%. A quantidade de dias variou bastante dentre os entrevistados (1–42 dias).

Outras duas avaliações foram feitas com membros da ASSH. Em 2012, Leinberry et al.[3] mostraram que 247 de 659 entrevistados (cerca de 37%) utilizavam imobilização pós-operatória. Já em 2014, Munns et al.[4] observaram que 193 de 710 entrevistados (cerca de 27%) tinham essa rotina.

A ►**Tabela 3** apresenta os artigos de estudos transversais encontrados.

Tabela 2 Estudos de evidência nível II

Autores	Título	Nível de evidência
Finsen et al. 1999	Não há vantagem em imobilizar o pulso após a liberação aberta do túnel do carpo. Um estudo randomizado de 82 pulsos	ECR (II)
Bhatia et al. 2000	A tala ajuda a aliviar a dor após a liberação do túnel do carpo?	ECR (II)
Martins et al. 2006	Imobilização do punho após liberação do túnel do carpo: um estudo prospectivo	ECR (II)
Huemer et al. 2007	A tala pós-operatória após a liberação aberta do túnel do carpo não melhora o resultado funcional e neurológico	ECR (II)
Cebesoy et al. 2007	Uso de tala após liberação aberta do túnel do carpo: estudo comparativo	ECR (II)
Tinhofer et al. 2013	Postoperative care and rehabilitation after open carpal tunnel surgery	ECR (II)
Shalimar et al. 2015	Tala após liberação do túnel do carpo: Isso realmente importa?	ECR (II)
Logli et al. 2018	Um ensaio prospectivo e randomizado de imobilização após liberação do túnel minicarpal	ECR (II)
Zhang et al. 2023	A importância da imobilização do punho para liberação endoscópica do túnel do carpo	ECR (II)

Tabela 3 Estudos de evidência nível IV

Autores	Título	Nível de evidência
Henry et al. 2008	Talas após liberação do túnel do carpo: prática atual, evidências científicas e tendências	ET (IV)
Leinberry et al. 2012	Tratamento da síndrome do túnel do carpo por membros da Sociedade Americana de Cirurgia da Mão: uma perspectiva de 25 anos	ET (IV)
Munns et al. 2015	Tendências na cirurgia do túnel do carpo: uma pesquisa on-line com membros da Sociedade Americana de Cirurgia da Mão	ET (IV)

Discussão

Estimava-se, em meados da década de 1980, que mais de 80% dos membros da ASSH usavam, no pós-operatório, uma tala após descompressão aberta de STC. A imobilização teria, teoricamente, a vantagem de evitar o efeito arco de corda nos tendões flexores, deiscência de ferida e encarceramento do nervo mediano na cicatriz, bem como aumentaria a força de preensão e pinça, e promoveria analgesia. Porém já se correlacionava essa prática a um maior tempo para o retorno às atividades do cotidiano e ao trabalho.[5,12]

Em 1978, McDonald et al. apud Henry et al.[2] observaram o efeito arco de corda em 2 pacientes, em um total de 186, submetidos à descompressão. Curiosamente, nesse estudo, esses pacientes receberam imobilização no pós-operatório. Outra razão seria evitar o prolapso do nervo mediano para fora do túnel do carpo após secção do ligamento transverso, que foi observado em 2 casos em 1980 por Inglis. No entanto, a melhor maneira de prevenir o atrito entre o nervo e a cicatriz cutânea sobrejacente se mostrou ser a mobilidade precoce.

Devido à escassez de evidências que apoiem o uso da imobilização, associado aos maiores custos relacionados à prática,[15] têm-se visto nas últimas décadas que essa se tornou cada vez menos frequente. Cebesoy et al.[17] mostraram que ela está relacionada a um maior desconforto, além de encarecer o procedimento, sem, contudo, oferecer benefícios. Outros estudos comparativos defendem a mobilidade precoce, pois esta teria a vantagem de conferir uma recuperação mais rápida no arco de movimento. Tinhofer et al.[18] mostraram a superioridade da mobilidade irrestrita no pós-operatório imediato, quando analisados os parâmetros de força de preensão e pinça no pós-operatório tardio. Por outro lado, boa parte das evidências também mostram que não há diferenças entre uma prática e outra.[9–11]

Dentre os estudos avaliados nessa revisão sistemática, apenas Zhang et al.[21] mostraram que, no pós-operatório precoce, a imobilização conferiu maior força de preensão e pinça, bem como melhor analgesia. Entretanto, mesmo nesse estudo, no acompanhamento posterior, foi observado que não havia diferença em se aplicar imobilização ou permitir mobilidade precocemente.

Como limitações do presente trabalho, pode-se citar que a quantidade de estudos de maior nível de evidência (revisões sistemáticas e ECRs) sobre o assunto ainda é pequena.

Conclusão

A maior parte das evidências disponíveis atualmente apontam que o uso de imobilização no pós-operatório de descompressão de STC não se faz necessário. Entretanto, é válida a realização de uma maior quantidade de estudos sobre o tema, uma vez que não existem muitas publicações que elucidam essa questão.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que este estudo não recebeu nenhum suporte financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflitos de interesses a declarar.

Referências

1 Wolfe SW, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS. Green's Operative Hand Surgery. 8th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2022
2 Henry SL, Hubbard BA, Concannon MJ. Splinting after carpal tunnel release: current practice, scientific evidence, and trends. Plast Reconstr Surg 2008;122(04):1095
3 Leinberry CF, Rivlin M, Maltenfort M, et al. Treatment of carpal tunnel syndrome by members of the American Society for Surgery of the Hand: a 25-year perspective. J Hand Surg Am 2012;37 (10):1997–2003.e3
4 Munns JJ, Awan HM. Trends in carpal tunnel surgery: an online survey of members of the American Society for Surgery of the Hand. J Hand Surg Am 2015;40(04):767–71.e2
5 Bury TF, Akelman E, Weiss APC. Prospective, randomized trial of splinting after carpal tunnel release. Ann Plast Surg 1995;35(01):19–22
6 Murad MH, Asi N, Alsawas M, Alahdab F. New evidence pyramid. Evid Based Med 2016;21(04):125–127
7 Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. BMJ 2009;339(04):b2700
8 Ashworth NL. Carpal tunnel syndrome. Clin Evid 2010;2010:1114
9 Huisstede BM, Randsdorp MS, Coert JH, Glerum S, van Middelkoop M, Koes BW. Carpal tunnel syndrome. Part II: effectiveness of surgical treatments–a systematic review. Arch Phys Med Rehabil 2010;91(07):1005–1024
10 Peters S, Page MJ, Coppieters MW, Ross M, Johnston V. Rehabilitation following carpal tunnel release. Cochrane Database Syst Rev 2013;(06):CD004158
11 Peters S, Page MJ, Coppieters MW, Ross M, Johnston V. Rehabilitation following carpal tunnel release. Cochrane Database Syst Rev 2016;2(02):CD004158
12 Cook AC, Szabo RM, Birkholz SW, King EF. Early mobilization following carpal tunnel release. A prospective randomized study. J Hand Surg Br 1995;20(02):228–230
13 Finsen V, Andersen K, Russwurm H. No advantage from splinting the wrist after open carpal tunnel release. A randomized study of 82 wrists. Acta Orthop Scand 1999;70(03):288–292
14 Martins RS, Siqueira MG, Simplício H. Wrist immobilization after carpal tunnel release: a prospective study. Arq Neuropsiquiatr 2006;64(3A):596–599
15 Bhatia R, Field J, Grote J, Huma H. Does splintage help pain after carpal tunnel release? J Hand Surg Br 2000;25(02):150
16 Huemer GM, Koller M, Pachinger T, Dunst KM, Schwarz B, Hintringer T. Postoperative splinting after open carpal tunnel release does not improve functional and neurological outcome. Muscle Nerve 2007;36(04):528–531
17 Cebesoy O, Kose KC, Kuru I, Altinel L, Gul R, Demirtas M. Use of a splint following open carpal tunnel release: a comparative study. Adv Ther 2007;24(03):478–484
18 Tinhofer I, Draxler R, Koller R. Postoperative care and rehabilitation after open carpal tunnel surgery. Eur Surg 2013;45(05): 251–262
19 Shalimar A, Nor-Hazla MH, Arifaizad A, Jamari S. Splinting after Carpal Tunnel Release: Does it really Matter? Malays Orthop J 2015;9(02):41–46
20 Logli AL, Bear BJ, Schwartz EG, Korcek KJ, Foster BJ. A prospective, randomized trial of splinting after minicarpal tunnel release. J Hand Surg Am 2018;43(08):775.e1–775.e8
21 Zhang F, Jiang H, Lu Z, et al. The significance of wrist immobilization for endoscopic carpal tunnel release. Front Neurol 2023; 14:1081440

A influência da alta demanda física na ocorrência das principais lesões musculares e ligamentares em atletas profissionais de futebol: Uma revisão sistemática

The Influence of High Physical Demand on the Occurrence of Major Muscle and Ligament Injuries in Professional Soccer Athletes: A Systematic Review

Matheus Martins Godoy[1] Lucas Ferreira Gonçalves[1] Thiago da Mata Martins[1] Renato Ventura[1]

[1] Curso de Medicina, Centro Universitário de Patos de Minas, (UNIPAM), Patos de Minas, MG, Brasil

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e510–e518.

Endereço para correspondência Matheus Martins Godoy, Rua Sete, 201, Bloco 6, ap. 201 (Residencial Belém), Santa Maria, Contagem, Minas Gerais, Brasil (e-mail: matheusgodoy@unipam.edu.br).

Resumo

Objetivo Esta é uma revisão sistemática que objetivou investigar a influência da alta demanda física no aumento de lesões musculares e ligamentares em atletas profissionais de futebol.

Métodos Tratou-se de buscar, por meio da análise de publicações em meios científicos, as incidências das principais lesões, abordando suas causas e mecanismos bem como sua relação com a alta demanda física. Comparamos jogadores amadores (categorias de base) com jogadores profissionais e avaliamos a eficácia do FIFA11+ como alternativa de prevenção. As buscas foram realizadas nas plataformas Scielo, Pubmed e Google Scholar. Os filtros foram de acordo com o tema, data de publicação (últimos 5 anos) e relevância para o estudo. Foram utilizados os seguintes termos de indexação: *Overuse, Calendar, Injuries, Muscular, Ligament, Athletes, Soccer, Football*. Os principais dados obtidos foram descritos, objetivando a comparação e análise dos resultados. Foram aderidas as recomendações da declaração de Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Metanálises *(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, PRISMA).

Resultados A pesquisa resultou em 24 artigos, publicados entre 2019 e 2023. Quanto à influência da alta demanda física, observou-se o aumento do risco de lesões. Em relação à incidência, constatou-se a prevalência de lesões nos membros inferiores. Quanto aos tipos de lesões, nota-se que as mais comuns são estiramento, entorse, contratura e rompimento ligamentar. Quanto ao FIFA11 + , apresentou-se como alternativa viável de prevenção.

Conclusão Concluiu-se que a alta demanda física aumenta a ocorrência das lesões musculares e ligamentares mais frequentes em futebolistas profissionais, que são estiramento, entorse, contratura e rompimento ligamentar, sugerindo-se o programa FIFA11+ como prevenção.

Palavras-chave
- atletas
- futebol/lesões
- músculo esquelético
- traumatismos do joelho

Trabalho desenvolvido no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), Patos de Minas, MG, Brasil.

recebido
31 de julho de 2023
aceito após revisão
06 de novembro de 2023
artigo publicado on-line
13 de maio de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1786171.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective The present systematic review aimed to investigate the influence of high physical demand on the increase in muscle and ligament injuries in professional soccer athletes.

Methods We analyzed scientific publications to determine the incidences of the main injuries, their causes and mechanisms, and their association with high physical demand. We compared amateur and professional players and assessed the effectiveness of FIFA11+ as a prevention alternative. Searches occurred on Scielo, Pubmed, and Google Scholar databases. The filters were the topic, publication date (last 5 years), and study relevance. The indexing terms were the following: *Overuse*, *Calendar*, *Injuries*, *Muscular*, *Ligament*, *Athletes*, *Soccer*, *Football*. We described the main data obtained to compare and analyze the results. This study complied with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement guidelines.

Results The query resulted in 24 articles published from 2019 to 2023. The high physical demand increased the risk of injuries. Most injuries occurred in the lower limbs. The most common injuries were strains, sprains, contractures, and ligament ruptures. FIFA11+ presented itself as a viable prevention alternative.

Conclusion We concluded that high physical demand increases the most frequent muscle and ligament injuries in professional soccer players, that is, strains, sprains, contractures, and ligament rupture, suggesting the FIFA11+ program as a prevention alternative.

Keywords

- athletes
- knee injuries
- muscle, skeletal
- soccer/injuries

Introdução

O futebol está entre os esportes com maior popularidade mundial, sendo praticado em diversos países, por indivíduos de todas as faixas etárias e ambos os sexos. Todavia, esta modalidade esportiva é acometida por um grande número de lesões em atletas profissionais, devido à intensa exigência física pela alta demanda nos treinamentos e calendário de jogos ao longo do ano.[1,2]

A incidência de lesões desportivas e seus fatores de risco têm sido bastante discutida. A busca pelo bom desempenho e sucesso no esporte faz com que muitos indivíduos se submetam às condições de esforço físico limítrofe ou além de seus limites fisiológicos, resultando em lesões decorrentes da sobrecarga.[3] O futebol, neste contexto, é um esporte que exige muito impacto por contato físico, movimentos curtos, rápidos e descontínuos como aceleração e desaceleração, saltos e mudanças bruscas de direção.[1,4]

Estima-se que o futebol é responsável por 50 a 60% das lesões esportivas e estas, podem vir a acometer diversos grupos musculares, ocorrendo em sua maioria, nos membros inferiores.[2] As injúrias, em geral, tem impacto negativo não somente na qualidade de vida do jogador, mas também na performance da equipe, resultando em prejuízos estratégicos e econômicos ao clube devido ao afastamento dos futebolistas em treinos e partidas.[5]

O cuidado com a saúde do atleta e as estratégias de prevenção contra lesões são de extrema importância, pois além de maximizar as chances de sucesso da equipe, também otimiza o crescimento profissional do jogador. Portanto, o conhecimento acerca das lesões surge como estratégia para elaboração de planos que buscam prevenir ou minimizar no contexto esportivo, reduzindo os prejuízos e infelicidades que decorrem do afastamento dos jogadores.[6,7]

Em virtude do crescimento de competições nacionais e internacionais, principalmente com o aumento da quantidade de jogos oficiais, torna-se indispensável o conhecimento acerca dos diversos tipos de lesões que mais acometem os jogadores de futebol, buscando principalmente a profilaxia destas, bem como o cuidado com a saúde e segurança do atleta.[6] Portanto, o presente estudo obteve como objetivo, investigar e abordar a influência da alta demanda física na ocorrência das principais lesões musculares e ligamentares em atletas profissionais de futebol.

Materiais e Métodos

O presente trabalho foi conduzido conforme as diretrizes estabelecidas para a categoria de revisão sistemática, a qual possui a finalidade de examinar e discutir os artigos publicados sobre determinado assunto.[8] Foram aderidas as recomendações da declaração de Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Metanálises *(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*, PRISMA).

O presente estudo consiste de uma revisão sistemática. A revisão foi realizada em seis etapas: 1) identificação do tema e seleção da questão norteadora da pesquisa; 2) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos e busca na literatura; 3) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados; 4) categorização dos estudos; 5) avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa e interpretação e 6) apresentação da revisão.

Na etapa inicial, para definição da questão de pesquisa foi utilizada a estratégia PICO (acrônimo para *Patient*, *Intervention*, *Comparation* e *Outcome*). Assim, definiu-se a seguinte questão central que orientou o estudo: "A alta demanda física influencia no aumento da ocorrência das principais lesões musculares e ligamentares em atletas profissionais de futebol?" Nela, observa-se o P: atletas profissionais de futebol; I: alta demanda física; C: demanda física regular; O: aumento da ocorrência.

Para responder a esta pergunta, foi realizada a busca de artigos envolvendo o desfecho pretendido utilizando as terminologias cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCSs) criados pela Biblioteca Virtual em Saúde, desenvolvido a partir do *Medical Subject Headings da U.S. National Library of Medicine*, que permite o uso da terminologia comum em português, inglês e espanhol. Os descritores utilizados foram*: Overuse, Calendar, Injuries, Ligament, Muscular, Athletes, Football, Soccer*. Para o cruzamento das palavras chaves utilizou-se os operadores booleanos "*and*", "*or*" e "*not*".

Realizou-se um levantamento bibliográfico por meio de buscas eletrônicas nas seguintes bases de dados: *Scientific Electronic Library Online (SciELO), National Library of Medicine (PubMed)* e *Google Scholar*.

A busca foi realizada no mês de setembro de 2023. Como critérios de inclusão, não houve limitação de idiomas, sendo coletados artigos em inglês e português, publicados nos últimos 5 anos (2023–2019), que abordassem o tema pesquisado e que estivessem disponíveis eletronicamente em seu formato integral. Foram excluídos os artigos que não obedeceram aos critérios de inclusão.

Resultados

Foram identificados 315 estudos no total e, ao aplicar o filtro de tempo de intervalo (2019–2023), restou um total de 157, os quais foram apurados, de acordo com os critérios de exclusão estabelecidos, resultando em 54 publicações a serem lidas integralmente. Destas, 30 foram excluídas por não apresentarem interesse ou não possuírem informações relevantes a serem tratadas no presente estudo. Por fim, foram selecionados 24 artigos para integrar esta revisão. O fluxograma (►**Fig. 1**) abaixo demonstra como foi realizado o processo de seleção citado.

Os estudos selecionados foram tabelados (►**Tabela 1**) [5,6,8–29], considerando o nome do autor e ano de publicação, tipo de artigo, título, objetivo do estudo e achados.

Dos 24 artigos selecionados, 16 trabalhos foram revisões sistemáticas, 3 pesquisas de campo, 3 estudos prospectivos, 1 revisão sistemática e meta-análise e 1 ensaio clínico. No entanto, todos contemplam a temática principal: ocorrência das lesões esportivas em atletas de futebol. Dentre os principais objetivos dos autores estão: investigar a prevalência dos diferentes tipos de lesões, buscando as mais comuns; investigar as diferentes incidências de lesões em jogadores das categorias de base (considerados amadores neste estudo) e profissional; averiguar a eficácia do programa FIFA11+ como alternativa para prevenção de lesões; compreender a influência dos fatores de risco; compreender os mecanismos para ocorrência de determinados tipos de lesão.

Discussão

Sobre a Influência da Alta Demanda Física

Na Capacidade Funcional

A capacidade funcional dos atletas é o primeiro ponto levado em consideração, uma vez que há diferença significativa entre atletas de categorias de base. Nesse quesito, considera-se necessárias diferentes estratégias de treinos para

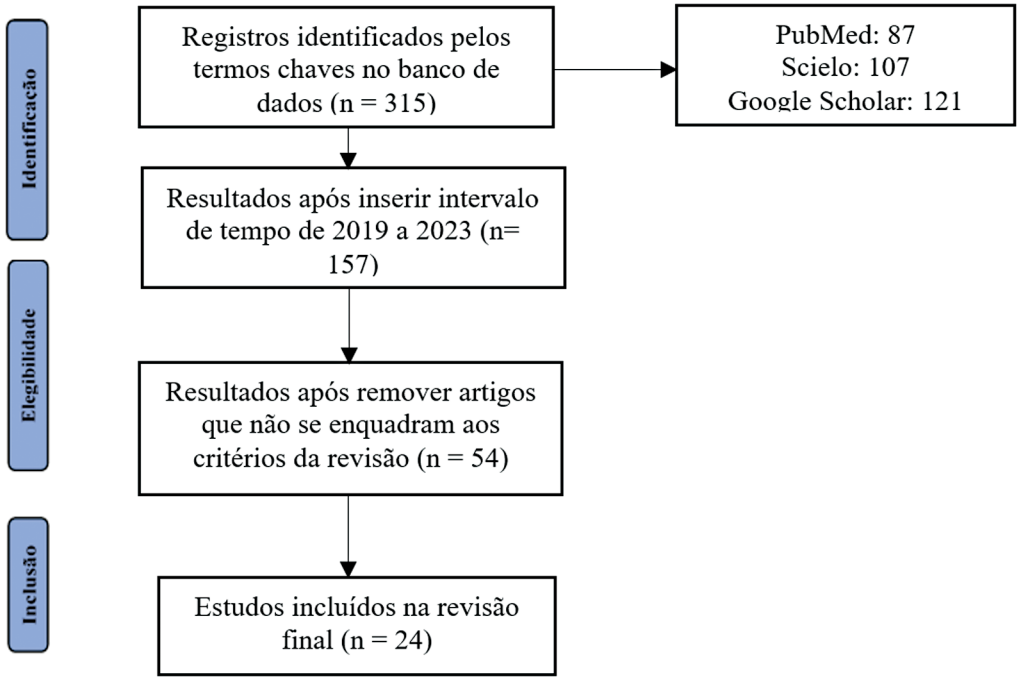


Fig. 1 Fluxograma do processo de seleção dos artigos.

Tabela 1 Artigos utilizados para revisão sistemática

N°	Autor e ano	Tipo de artigo	Título	Principais achados
1	Drummond et al.,[6] 2021	Estudo prospectivo	Incidência de lesões em jogadores de futebol-mappingfoot: um estudo de coorte prospectivo	Em um torneio de futebol, 86,9% das lesões constatadas em competidores do sexo masculino foram nos membros inferiores. As lesões de estiramento são as mais comuns e acometem, principalmente, os músculos semitendíneo, bíceps femoral, gastrocnêmio, entre outros.
2	Marques,[5] 2021	Revisão sistemática	Lesões em atletas portuguesas de futebol feminino	85,5% das lesões identificadas em atletas de futebol feminino foram nos membros inferiores.
3	Lima et al.,[8] 2022	Revisão sistemática	Lesões em atletas de futebol de campo: um estudo teórico	Lesões nos membros inferiores ocorrem com maior frequência no futebol, em razão da exigência desta região anatômica neste esporte.
4	Castelo et al.,[9] 2022	Revisão sistemática	Lesões no futebol profissional: uma revisão sistemática	As lesões de estiramento são as mais comuns e acometem, principalmente, os músculos semitendíneo, bíceps femoral, gastrocnêmio, entre outros. A contratura muscular prejudica os músculos semitendíneo, semimembranoso e bíceps femoral. A fadiga é a sua principal causa e, por essa razão, futebolistas de elite tendem a obter esse tipo de lesão.
5	Silva et al.,[10] 2019	Revisão sistemática	Incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol profissional no Brasil	As lesões de estiramento são as mais comuns e acometem os músculos semitendíneo, bíceps femoral, gastrocnêmio, entre outros. Compreende-se estiramento como o alongamento excessivo das fibras e ocorre por meio de movimentos de aceleração ou desaceleração brusca, ou, os *sprints*.
6	Teixeira et al.,[11] 2021	Pesquisa de campo	Análise epidemiológica de lesões em atletas profissionais de futebol em dois clubes de futebol de Goiânia-GO	As lesões de estiramento são as mais comuns e acometem os músculos semitendíneo, bíceps femoral, gastrocnêmio, entre outros.
7	Allah,[12] 2022	Revisão sistemática	Fisioterapia nas lesões de entorse de tornozelo em jogadores de futebol: uma revisão de literatura	A entorse é uma lesão nos ligamentos de uma articulação, sendo comum no tornozelo, com possível ruptura parcial ou completa. Sua ocorrência se dá pelos movimentos bruscos, como a flexão plantar associada à inversão do pé.
8	Ribeiro et al.,[13] 2022	Revisão sistemática	A abordagem fisioterapêutica na entorse lateral de tornozelo: uma revisão de literatura.	A entorse é uma lesão nos ligamentos de uma articulação, sendo comum no tornozelo, com possível ruptura parcial ou completa. Sua ocorrência se dá devido a movimentos bruscos, como a flexão plantar associada à inversão do pé.
9	Meneses,[14] 2021	Revisão sistemática	Lesões desportivas em atletas de futsal: uma revisão sistemática da literatura	No futebol, comumente observa-se entorses de joelho que ocorrem após mudança brusca de direção do joelho, mas com o pé fixo. Destaca-se as lesões capsuloligamentares e meniscais.
10	Feitoza Neto et al.,[15] 2021	Revisão sistemática	Lesões das estruturas do joelho em jogadores de futebol	No futebol, comumente observa-se entorses de joelho que ocorrem após mudança brusca de direção do joelho, mas com o pé fixo. Destaca-se as lesões capsuloligamentares e meniscais.
11	Farias,[16] 2021	Revisão sistemática	Aplicabilidade dos exercícios de força na prevenção e reabilitação das	A contratura decorre da contração incorreta do músculo, não retornando ao estado normal de relaxamento.

(*Continued*)

Tabela 1 (*Continued*)

N°	Autor e ano	Tipo de artigo	Título	Principais achados
			lesões musculares grau I e II em jogadores de futebol de elite	Devido à sobrecarga de respiração anaeróbica, há acúmulo de ácido lático, causador deste fenômeno. A contratura muscular prejudica principalmente os músculos: semitendíneo, semimembranoso e bíceps femoral. A fadiga é sua principal causa e, por isto, futebolistas de elite costumam obter esse tipo de lesão.
12	Zhang and Wanh,[17] 2023	Pesquisa de campo	Sports injuries in professional soccer players	A contratura muscular prejudica os músculos semitendíneo, semimembranoso e bíceps femoral. A fadiga é sua principal causa e, por isto, futebolistas de elite costumam obter esse tipo de lesão.
13	Silva et al.,[18] 2020	Revisão sistemática	Atuação do fisioterapeuta com jogadores que tiveram lesões no ligamento cruzado anterior	Os ligamentos podem romper de acordo com a forma que o movimento é executado. Em atletas, é comum observar lesões no ligamento cruzado anterior em função da força excessiva aplicada durante a rotação do joelho.
14	Borba,[19] 2021	Revisão sistemática	Critérios de retorno ao futebol após a cirurgia de reconstrução do ligamento anterior: uma revisão de literatura	Os ligamentos podem romper de acordo com a forma que o movimento é executado. Em atletas, é comum observar lesões no ligamento cruzado anterior em função da força excessiva aplicada durante a rotação do joelho.
15	Sousa,[20] 2021	Revisão sistemática	Pliometria na prevenção de lesão de ligamento cruzado anterior em atletas de futebol: uma revisão integrativa de literatura	Lesões de ligamento no joelho podem ocasionar perda de integridade e funcionalidade em curto e longo prazo, ou de maneira irreversível, sendo determinante para a aposentadoria de profissionais do futebol.
16	Choriyev,[21] 2021	Pesquisa de Campo	Planning and Organizing Training of Football Players	É necessário considerar a capacidade funcional relativamente baixa de crianças de 8 a 11 anos envolvidas em esportes. Recomenda-se treinar essas crianças em técnicas de bola e táticas de jogo específicas para a idade. Para adolescentes de 12 a 17 anos, o foco muda para a preparação individual, com exercícios mais elaborados, com ênfase em velocidade de movimento, resistência, agilidade e flexibilidade em diferentes faixas etárias. Logo, é importante a seleção adequada de exercícios com base no conteúdo do jogo, influência sobre as funções do organismo, duração e intensidade dos exercícios.
17	Jones et al.,[22] 2019	Revisão Sistemática	Injury Incidence, Prevalence and Severity in High-Level Male Youth Football: A Systematic Review	A incidência total de lesões em atletas é influenciada pela idade. Atletas mais velhos tem maiores taxas de incidência de lesões. Um quinto das lesões ocorridas nos atletas são classificadas como graves e podem ocasionar afastamento de pelo menos 28 dias do atleta, o que prejudica o atleta e o time, uma vez que ambos perdem no desenvolvimento sazonal.
18	Pfirrmann et al.,[23] 2016	Revisão Sistemática	Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review	As taxas de lesões foram maiores nos jogos do que nos treinos, tanto para jogadores jovens, como para adultos. Os jogadores juvenis tiveram maior incidência de lesões de treinamento do que os profissionais.

Tabela 1 (*Continued*)

N°	Autor e ano	Tipo de artigo	Título	Principais achados
19	Cezarino et al.,[24] 2020	Estudo prospectivo	Injury Profile in a Brazilian First-Division Youth Soccer Team: A Prospective Study	A incidência de lesões foi maior nos jogos do que nos treinos, e o grupo etário mais velho (sub-20) obteve a maior taxa de incidência de lesões nos jogos, enquanto o grupo sub-17 obteve a maior taxa de incidência de lesões nos treinos. As taxas de incidência de lesões de jogadores menores de 20 anos aproximam-se de jogadores profissionais.
20	Yang et al.,[25] 2022	Revisão sistemática e meta-análise	Effects of the "FIFA11+ Kids" Program on Injury Prevention in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis	O FIFA11+ diminuiu significativamente o risco de lesões gerais em comparação com o treino normal de aquecimento. Jogadores de futebol com menos de 15 anos correm o maior risco de lesões entre todas as faixas etárias analisadas pois possuem menor nível de desenvolvimento físico. O FIFA11+ Kids é eficaz na prevenção de lesões relacionadas com o futebol em jogadores jovens. O programa pode diminuir significativamente o risco de lesões no tornozelo, joelho e membros inferiores.
21	Al Attar et al.,[26] 2022	Ensaio clínico	The FIFA 11+ Kids Injury Prevention Program Reduces Injury Rates Among Male Children Soccer Players: A Clustered Randomized Controlled Trial	O FIFA11+ levou a uma redução significativa na ocorrência de lesões no joelho, perna e tornozelo, reduziu a probabilidade de um jogador se lesionar e também as taxas de lesões por contato, sem contato e por uso excessivo. Logo, esse estudo ratifica a importância da implementação do programa em jogadores mais novos com o intuito de prevenir as lesões.
22	Pinto et al.,[27] 2021	Revisão sistemática	FIFA 11+ para Prevenção de lesões em jogadores de futebol: revisão de revisões	Além de todas as indicações do estudo de Al Attar: O efeito de prevenção é superior quando todos os jogadores da equipe aderem ao programa. Quando direcionado a atletas de alta competição, os resultados são menos expressivos devido à periodização e ao calendário competitivo. Ainda, a chegada de jogadores de outros clubes no meio da época diminui a efetividade do programa, assim como os jogadores que deixam de realizar os protocolos por lesão ou doença. Ademais, o programa está também associado a melhoria nas variáveis de performance, como melhorias significativas no controle postural dinâmico.
23	Materne et al.,[28] 2020	Estudo prospectivo	Injury incidence and burden in a youth elite football academy: a four-season prospective study of 551 players aged from under 9 to under 19 years	Em comparação com outras faixas etárias, jogadores sub-16 e sub-18 obtiveram maiores taxas de incidência de lesões por sobrecarga. No restante de jogadores, contusões, entorses e lesões relacionadas ao crescimento foram os mais comuns. Lesões de menisco/cartilagem foram maior gravidade de lesão.
24	Aiello et al.,[29] 2022	Revisão sistemática	Injury-Inciting Activities in Male and Female Football Players: A Systematic Review	Atividades de corrida e chutes de alta intensidade podem ser as principais atividades desencadeantes de lesões na coxa e virilha, enquanto os duelos podem ser as atividades desencadeantes mais comuns de lesões no tornozelo. Atividades de duelo e pressão podem ser as atividades incitantes mais comuns que levam a lesões do ligamento cruzado anterior, mas não há um consenso na literatura.

cada faixa etária, variando entre as categorias o nível de carga, a intensidade da atividade física, a duração dos exercícios assim como a seleção adequada destes.

A estratificação da modalidade esportiva e das variáveis de cada atleta proporciona indicações, como técnicas de bola e táticas de jogo, para atletas entre 8 e 11 anos, e preparação individual com ênfase em velocidade de movimento, resistência, agilidade e flexibilidade para aqueles atletas de 12 a 17 anos. Logo, evidencia-se a importância da gradação da intensidade, conforme o avançar da idade, com o intuito de preservar a saúde física do atleta até o nível profissional. Caso contrário, a falta de planejamento, com demandas exageradas, poderá expor esses jogadores à maiores chances de lesões.[21]

Comparação entre as Categorias de Base (Amadores) e Profissional

Foi analisada a taxa de incidência de lesões no futebol juvenil de alto nível e houve a descoberta que a ocorrência dessas lesões é influenciada pelo avançar da idade, visto que atletas mais velhos possuem maiores taxas de incidência, sendo 20% dessas lesões consideradas graves, ocasionado o afastamento do atleta de, pelo menos, 28 dias.[22]

Essa análise condiz com o fato de o calendário de jogos da categoria profissional ser mais competitivo e exigir maior demanda física dos jogadores, quando comparado com o calendário dos atletas das categorias de base, considerados como amadores neste estudo. A maior frequência de pequenos intervalos entre jogos oficiais, a intensidade dos treinamentos, as variações de fuso-horário que afetam o descanso, a divergência de climas das variadas localidades e outros detalhes geram um conjunto de conjunto de fatores que contribuem para o maior desgaste físico do atleta profissional.

Os atletas mais novos que pertencem às categorias de base possuem um calendário menos intenso, gerando maiores chances de prevenção de lesões musculares e ligamentares por sobrecarga, sendo uma das justificativas da diferença nas incidências. Entretanto, observou-se que entre essa população de atletas, como nas categorias sub-9 até sub-19, o último grupo ainda obteve altas taxas de incidência de lesões, fato explicado pelo aumento da intensidade dos treinamentos e da frequência de jogos de campeonatos ao avançar da idade. Portanto, entende-se que a intensidade e a frequência de jogos crescentes, sem o devido preparo dos atletas, são fatores de risco para a ocorrência de lesões mesmo em atletas jovens.[28]

Ademais, esse dado demonstra que a transição da categoria amador (categorias de base) para a profissional, seguindo a mesma noção do avançar da idade, poderá ser considerada um fator de risco para maiores ocorrências de lesões nesses atletas.

Nos Treinamentos e Partidas

A alta demanda física em atletas de alta performance concentra maiores chances de lesões nos jogos do que nos treinos, enquanto os jogadores juvenis, considerados amadores neste estudo, obtiveram maior incidência de lesões no treinamento do que em jogos oficiais.[23] Outra observação é que os grupos com faixa etária mais próxima da categoria profissional sofreram mais lesões que os demais. Exemplo desse cenário ocorreu com um grupo sub-20 que obteve taxas de lesões muito próximas das taxas dos jogadores profissionais, sendo mais frequentes nas partidas do que nos treinamentos, enquanto o grupo sub-17 obteve maior taxa em treinamentos.[24] Essa relação justifica-se pela maior quantidade de jogos nos calendários de grupos etários superiores, o que também acontece na transição das categorias de base para o futebol profissional.

Essas informações demonstram que a evolução da carga durante o progresso do atleta para categoria profissional, se não balanceada, tem forte relação com a ocorrência de lesões provocadas pela alta demanda física em sua rotina de treinos e partidas.

Sobre as Principais Lesões

Observou-se que as lesões em jogadores de futebol, amadores ou profissionais, concentram-se principalmente nos membros inferiores. Um estudo com atletas do sexo masculino que competem um torneio regional de futebol buscou investigar a incidência e prevalência de lesões e constatou que os membros inferiores são mais acometidos em relação às demais partes do corpo, representando um total de 86,9%.[6] Outro autor também obteve resultado semelhante em sua pesquisa, obtendo um total de 85,5% das lesões identificadas, acometidas na mesma região anatômica.[5] Os membros inferiores são mais requisitados neste esporte e, por este motivo, as lesões nessa área são mais frequentes.[8]

Quanto aos tipos de lesões, observou-se que as mais comuns são as musculares de estiramento, acometendo músculos como: semitendíneo, bíceps femoral, gastrocnêmico, entre outros.[6,9–11] O estiramento é caracterizado pelo alongamento das fibras, superior aos limites fisiológicos. Este fato ocorre durante contrações musculares extravagantes, como em episódios de rápida aceleração e desaceleração, predispondo o jogador de futebol ao risco aumentado para este tipo de complicação, sendo o excesso de tônus muscular um grande fator de risco.[10]

Embora com menor incidência, outras lesões também foram mencionadas nos estudos, dentre estas: entorse, contraturas e rompimento ligamentar. A entorse é uma lesão ligamentar traumática que acomete os ligamentos de uma articulação, com maior prevalência no tornozelo, sendo os principais ligamentos envolvidos: deltoide, talofibular anterior e talofibular posterior. Este tipo de trauma ocorre devido a movimentos bruscos, em que pequenas lesões de repetição por excesso de atividade podem predispor a uma maior fragilidade desses ligamentos. O mecanismo deste tipo de lesão se dá, principalmente, devido ao movimento de flexão plantar em associação à inversão do pé, o que consequentemente leva a uma ruptura, seja parcial ou completa, dos ligamentos laterais.[12,13] Entorses de joelho também são comumente observadas no futebol, principalmente quando em torção em valgo, isto é, quando o joelho é direcionado bruscamente para o lado interno e o pé permanece fixo. Neste caso, além dos ligamentos, lesões de menisco são potenciais.[14,15]

A contratura ocorre quando o músculo contrai de forma incorreta e não regressa ao estado normal de relaxamento. Isto acontece em função do acúmulo de ácido lático que resulta da respiração anaeróbica após sobrecarga excessiva.[16] Dentre os músculos prejudicados por este tipo de lesão estão: o semitendíneo, o semimembranoso, o bíceps femoral e outros. Os jogadores de futebol estão mais suscetíveis a este tipo de lesão, principalmente no quadríceps, posterior da coxa, gastrocnêmio e sóleo, e um dos principais motivos que levam a sua ocorrência é a fadiga.[9,16,17,29]

Quanto aos rompimentos ligamentares, estes podem sofrer ruptura a depender da execução de um movimento (ligamento cruzado anterior e ligamento cruzado posterior, principalmente). A lesão do ligamento cruzado anterior, por exemplo, é comumente observada em atletas, devido à rotação do joelho com a fixação do pé (facilitada pelas travas das chuteiras) e estresse em valgo em movimento de desaceleração e/ou mudança de direção abrupta.[18,19] Este tipo de lesão pode gerar desordem na integridade e funcionalidade do joelho à longo prazo ou ainda, sem reversão, sendo, portanto, responsável por muitas aposentadorias precoces de jogadores de futebol.[20] Já o ligamento talofibular anterior é lesionado pela lateralização excessiva nas pisadas em superfícies irregulares.

Sobre o Programa de Prevenção FIFA11+

Observou-se que o programa de prevenção FIFA11+ obteve resultados significativamente superiores ao aquecimento comum. Como a capacidade funcional é um dos fatores levados em consideração no risco de lesões, atletas com menos de 15 anos de idade são mais suscetíveis à ocorrência de lesões, uma vez que o desenvolvimento físico é menor e uma alta demanda física pode sobrecarregar esses atletas.[25]

Os locais comumente acometidos, tais como joelho, perna e tornozelo, sofreram uma considerável redução de lesões com o programa de prevenção, sendo as lesões por contato, sem contato e por uso excessivo reduzidas.[26]

Quanto aos atletas profissionais, o FIFA11+ obteve um resultado menos expressivo, em virtude do calendário competitivo, com intervalos curtos entre as partidas, além da rotina com alta exigência física. Entretanto, notou-se a melhora em variáveis que são consideradas fundamentais para a boa performance, como o controle postural dinâmico do atleta.[27]

Considerações Finais

A alta demanda física influencia no aumento da ocorrência de lesões musculares e ligamentares em atletas profissionais de futebol, considerando a capacidade funcional, o aumento da intensidade na transição entre categorias de base e categoria profissional e a quantidade de treinos e calendários competitivos de jogos oficiais no futebol profissional como fatores relevantes. Os membros inferiores são os mais acometidos, destacando-se, com maior prevalência, o estiramento, a entorse, a contratura e o rompimento ligamentar.

Diante da propensão à ocorrência de lesões neste esporte, é de suma importância a implementação de intervenções preventivas que visem o cuidado com a saúde corporal do atleta. Neste sentido, sugere-se a utilização do FIFA 11+ ou outro método personalizado, desenvolvido pelo departamento médico de cada equipe, atendendo suas individualidades. Assim, é possível diminuir prejuízos no desempenho coletivo da equipe e gastos com saúde.

Por fim, faz-se necessário mais estudos e investigações que abordem os efeitos da rotina exacerbada dos atletas profissionais, visando melhorar o desempenho e saúde física de cada um destes, a fim de obter maiores sucessos nas prevenções de injúrias.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que o presente estudo não recebeu suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Almeida PSM, Scotta AP, Pimentel BM, Batista S Junior, Sampaio YR. Incidência de lesão musculoesquelética em jogadores de futebol. Rev Bras Med Esporte 2013;19(02):112–115
2 Ribeiro RN, Vilaça F, Oliveira HU, Vieira LS, Silva AA. Prevalência de lesões no futebol em atletas jovens: estudo comparativo entre diferentes categorias. Rev Bras Educ Fís Esporte 2007;21(03): 189–194
3 Carvalho DA. Lesões ortopédicas nas categorias de formação de um clube de futebol. Rev Bras Ortop 2013;48(01):41–45
4 Pedrinelli A, Cunha Filho GAR, Thiele ES, Kullak OP. Estudo epidemiológico das lesões no futebol profissional a Copa América de 2011, Argentina. Rev Bras Ortop 2013;48(02):131–136
5 Marques J. Lesões em atletas portuguesas de futebol feminino [dissertação]. Rio Maior, Santarém, Portugal: Instituto Politécnico de Santarém, Escola Superior de Desporto de Rio Maior; 2021
6 Drummond FA, Soares DS, Silva HGR, et al. Incidência de lesões em jogadores de futebol-mappingfoot: um estudo de coorte prospectivo. Rev Bras Med Esporte 2021;27(02):189–194
7 Batista EAS, Costa MJM. Prevalência de lesões musculoesqueléticas entre atletas de futebol na cidade de Teresina-PI. RBFF 2019; 11(46):578–586
8 Lima WP, Silva PRD, Cunha Filho JAC. Lesões em atletas de futebol de campo: um estudo teórico. Vita et Sanitas 2022;16(01):64–76
9 Castelo DKF, Mendes LCS, Deus MBB, et al. Lesões no futebol profissional: uma revisão sistemática. In: Soares WD, Finelli LAC, orgs. Educacão física escolar: múltiplos olhares. Guarujá, SP: Editora Cientifica Digital; 2022:76–87
10 Silva WM, Bernaldino ES, Fileni CHP, et al. Incidência de lesões musculoesqueléticas em jogadores de futebol profissional no Brasil. Rev Centro Pesq Avanç Qual Vida 2019;11(03):1–13
11 Teixeira LS, Araújo GSS, Sobrinho HMR. Análise epidemiológica de lesões em atletas profissionais de futebol em dois clubes de futebol de Goiânia-GO. RBFF 2021;13(52):31–38
12 Allah OMRD. Fisioterapia nas lesões de entorse de tornozelo em jogadores de futebol: uma revisão de literatura [TCC] . Tubarão: Universidade do Sul de Santa Catarina; 2022
13 Ribeiro LAO, Penaforte CL, Costa CRC. A abordagem fisioterapêutica na entorse lateral de tornozelo: uma revisão de literatura. Buritis: Centro Universitário de Belo Horizonte; 2022
14 Meneses DNFF. Lesões desportivas em atletas de futsal: uma revisão sistemática da literatura [disstertação]. Portugal: Universidade Beira Interior; 2021
15 Feitoza Neto JT, Simiema GC, Souza THS, et al. Injuries to the knee structures in soccer. Res Soc Develop 2021;10(14):1–11

16 Farias MC. Aplicabilidade dos exercícios de força na prevenção e reabilitação das lesões musculares grau I e II em jogadores de futebol de elite [monografia]. Paripiranga: Centro Universitário AGES; 2021
17 Zhang Yu, Wang Bo. Sports injuries in professional soccer players. Rev Bras Med Esporte 2023;29(01):1–4
18 Silva TSL, Silveira TS, Fortino E. Atuação do fisioterapeuta com jogadores que tiveram lesões no ligamento cruzado anterior. Rev Pesperctiva Ciênc Saúde (Porto Alegre) 2020;5(03):96–104
19 Borba JCM. Critérios de retorno ao futebol após a cirurgia de reconstrução do ligamento anterior: uma revisão de literatura [monografia]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais;; 2021
20 Sousa JVP. Pliometria na prevenção de lesão de ligamento cruzado anterior em atletas de futebol: uma revisão integrativa de literatura {TCC]. João Pessoa: Centro Universitário de João Pessoa; 2021
21 Choriyev DI. Planning And Organizing Training of Football Players. Am J Soc Sci Educ Innovat 2021;3(07):9–14
22 Jones S, Almousa S, Gibb A, et al. Injury incidence, prevalence and severity in high-level male youth football: a systematic review. Sports Med 2019;49(12):1879–1899
23 Pfirrmann D, Herbst M, Ingelfinger P, Simon P, Tug S. Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. J Athl Train 2016;51(05): 410–424
24 Cezarino LG, Grüninger BLDS, Scattone Silva R. Injury Profile in a Brazilian First-Division Youth Soccer Team: A Prospective Study. J Athl Train 2020;55(03):295–302
25 Yang J, Wang Y, Chen J, et al. Effects of the "FIFA11+ Kids" Program on Injury Prevention in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. Int J Environ Res Public Health 2022;19(19):12044
26 Al Attar WSA, Bizzini M, Alzahrani H, et al. The FIFA 11+ Kids Injury Prevention Program Reduces Injury Rates Among Male Children Soccer Players: A Clustered Randomized Controlled Trial. Sports Health 2023;15(03):397–409
27 Pinto J, Direito-Santos B, Lobo R, Gustavo D, Carvalho P. FIFA 11+ para a Prevenção de Lesões em Jogadores de Futebol: Revisão sistemática. Rev Med Desp Informa 2021;12(02):22–25. Disponível em: https://doi.org/10.23911/FIFA11plus_2021_mar
28 Materne O, Chamari K, Farooq A, et al. Injury incidence and burden in a youth elite football academy: a four-season prospective study of 551 players aged from under 9 to under 19 years. Br J Sports Med 2021;55(09):493–500
29 Aiello F, Impellizzeri FM, Brown SJ, Serner A, McCall A. Injury-Inciting Activities in Male and Female Football Players: A Systematic Review. Sports Med 2023;53(01):151–176

Estudo histomorfométrico do reparo de defeito ósseo não crítico após implantaç ão de microesferas de hidroxiapatita substituída por magnésio

Histomorphometric Study of Non-critical Bone Defect Repair after Implantation of Magnesium-substituted Hydroxyapatite Microspheres

Jacqueline de Azerêdo Silva[1] George Gonçalves dos Santos[2] Iorrana Índira dos Anjos Ribeiro[3] Ana Maria Guerreiro Braga da Silva[4] Isabela Cerqueira Barreto[5] Marcos Almeida Matos[6] Maurício Andrade Barreto[6] Fúlvio Borges Miguel[5]

[1] Centro de Medicina Hiperbárica do Nordeste (CMHN), Salvador, BA, Brasil
[2] Centro de Ciências da Saúde (CCS), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Santo Antônio de Jesus, BA, Brasil
[3] Faculdade Adventista da Bahia (FADBA), Cachoeira, BA, Brasil
[4] Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, BA, Brasil
[5] Instituto de Ciências da Saúde (ICS), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, BA, Brasil
[6] Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), Salvador, BA, Brasil

Endereço para correspondência Iorrana Índira dos Anjos Ribeiro, Rua Joaquim Ferreira 967, 505B, Jardim das Margaridas, Salvador, BA, CEP 41502-200 (e-mail: indiraanjos@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e519–e525.

Resumo

Objetivo O presente estudo teve como objetivo fazer uma análise histomorfométrica do reparo de um defeito ósseo não crítico após a implantação de microesferas de hidroxiapatita (HA) com substituição por magnésio (Mg).

Métodos Trinta ratos foram distribuídos em 3 grupos experimentais, avaliados aos 15 e 45 dias após a cirurgia: GHA (defeito ósseo preenchido com microesferas de HA); GHAMg (defeito ósseo preenchido com microesferas de HA com substituição por 1 mol % de Mg) e GC (defeito ósseo sem implantação de biomateriais).

Resultados Aos 15 dias, evidenciou-se que os biomateriais preencheram toda a extensão do defeito, com neoformação de matriz osteoide de permeio às microesferas. No GC, essa neoformação ficou restrita às bordas, com deposição de tecido conjuntivo frouxo de espessura reduzida. Aos 45 dias, a neoformação óssea preencheu quase toda a extensão do defeito ósseo nos 3 grupos, com deposição osteoide estatisticamente significativa no GC, apesar da espessura reduzida em comparação ao GHA e o GHAMg.

Palavras-chave
- biomateriais
- hidroxiapatitas
- magnésio
- osso e ossos
- regeneração óssea

Trabalho desenvolvido na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), na Universidade Federal da Bahia (UFBA) e na Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública (EBMSP), BA, Brasil.

recebido
04 de outubro de 2023
aceito
05 de abril de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1787768.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Os grupos com implantação de biomaterial apresentaram matriz osteoide mais abundante do que aos 15 dias.
Conclusão Os biomateriais estudados apresentaram biocompatibilidade, osteocondutividade e bioatividade. A concentração de Mg na HA com substituição não estimulou a formação óssea mais significativa do que a HA sem este íon.

Abstract

Objective The present study aims to analyze histomorphometrically the repair of a non-critical bone defect after implantation of hydroxyapatite (HA) microspheres substituted by magnesium (Mg).
Methods Thirty rats were distributed into 3 experimental groups, evaluated at 15 and 45 days postoperatively: HAG (bone defect filled with HA microspheres); HAMgG (bone defect filled with HA microspheres replaced with 1 mol% Mg), and CG (bone defect without implantation of biomaterials).
Results After 15 days, the biomaterials filled the entire defect extent, forming a new osteoid matrix between the microspheres. In the CG, this neoformation was restricted to the edges with the deposition of loose connective tissue with reduced thickness. At 45 days, new bone formation filled almost the entire extension of the bone defect in the 3 groups, with statistically significant osteoid deposition in the CG despite the reduced thickness compared with the HAG and HAMgG. The groups with biomaterial implantation displayed a more abundant osteoid matrix than at 15 days.
Conclusion The biomaterials studied showed biocompatibility, osteoconductivity, and bioactivity. The Mg concentration in the substituted HA did not stimulate more significant bone formation than HA without this ion.

Keywords
- biomaterials
- bone and bones
- bone regeneration
- hydroxyapatite
- magnesium

Introdução

A bioengenharia tecidual óssea, área emergente, interdisciplinar e multidisciplinar, tem ganhado destaque nos últimos anos devido aos avanços técnico-científicos alcançados e as crescentes demandas biomédicas e socioeconômicas da sociedade atual. Os investigadores desta área têm aplicado os princípios das ciências biológicas e da saúde, da química, da física e da engenharia para desenvolver e melhorar técnicas regenerativas e biomateriais capazes de restaurar ou melhorar a função e a estética de tecidos e órgãos comprometidos.[1–4]

A aplicabilidade desses biomateriais é definida pela presença de propriedades físico-químicas, biológicas e morfológicas semelhantes e compatíveis com tecidos vivos para atuarem como arcabouços tridimensionais (3D), que auxiliem a regeneração tecidual ou, ainda, atuem como substitutos adequados de tecidos e órgãos danificados ou perdidos. Dentre os diversos biomateriais hoje disponíveis, as biocerâmicas de fosfato de cálcio (CaP) representam uma classe amplamente pesquisada e utilizada em técnicas de regeneração óssea.[1] Dentre esses materiais, a hidroxiapatita (HA) sintética tem se destacado nas últimas décadas devido à sua biocompatibilidade, semelhança com a apatita biológica, bioatividade, osteocondutividade, não imunogenicidade e eventos celulares facilitadores observados durante a regeneração tecidual, como angiogênese e osteogênese.[1–4] No entanto, esta cerâmica apresenta baixas taxas de biodegradação e bioabsorção após a implantação *in vivo*, assíncronas em relação ao mecanismo de regeneração óssea.[1–4] Além disso, é um material rígido e quebradiço, que pode permanecer no sítio de implantação por meses e até anos, dependendo do método de síntese e processamento.[4,5]

Diante disso, um dos principais objetivos dos pesquisadores nesta área tem sido melhorar as propriedades da HA sintética e modificar as características deste material para potencializar a resposta tecidual após a implantação *in vivo*. Dentre os diferentes métodos disponíveis para realizar essas modificações, as substituições isomórficas da estrutura hexagonal da HA têm apresentado resultados satisfatórios[3,6] devido aos efeitos nas propriedades físicas do material, observados por alterações nos parâmetros de rede, estrutura cristalina, morfologia, solubilidade e estabilidade térmica em comparação à HA sem substituição.[7]

Nestes casos, outros metais, como o zinco (Zn), estrôncio (Sr), flúor (F), manganês (Mn) e magnésio (Mg), podem substituir o cálcio (Ca).[3,4,6] O magnésio (Mg) tem despertado grande interesse científico, visto que, entre outras propriedades, participa da homeostase do tecido ósseo. Além disso, juntamente com outros minerais, é fundamental para o mecanismo de regeneração óssea, pois estimula a formação óssea por meio da ativação de osteoblastos, e inibe a reabsorção por sua ação sobre os osteoclastos.[8–11]

Apesar dessas possibilidades, as propriedades físico-químicas, o comportamento biológico e a capacidade regenerativa do CaP substituído por Mg ainda necessitam de mais

estudos para assegurar a eficácia das técnicas utilizadas durante a síntese e processamento desses biomateriais. Portanto, este estudo avaliou o reparo de defeitos ósseos não críticos após a implantação de microesferas de HA com substituição por Mg na calvária de ratos.

Materiais e Métodos

Biomateriais

Os biomateriais avaliados neste estudo foram sintetizados, processados e esterilizados no Laboratório de Biomateriais (LABIOMAT) do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Sua síntese, processamento e caracterização foram descritos por Santos et al.[4]

Procedimentos Cirúrgicos

Este estudo foi realizado no biotério da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) após aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, protocolo 02/2013. Trinta ratos Wistar adultos, machos, com peso corporal entre 350 e 400 g, foram distribuídos aleatoriamente em 3 grupos experimentais com 5 animais cada: GHA (grupo com defeito preenchido com microesferas de HA); GHAMg (grupo com defeito ósseo preenchido com microesferas de MgHA) e GC (grupo controle com defeito ósseo sem implante de biomaterial). Os animais foram avaliados 15 e 45 dias após a cirurgia. A técnica cirúrgica utilizada foi a mesma descrita por Miguel et al.[12] e ilustrada por Santos et al.[2] Porém, vale ressaltar que, nestes estudos, o defeito ósseo tinha aproximadamente 8,0 mm de diâmetro, mas aqui tinha cerca de 5,0 mm[13] (►**Fig. 1**).

Processamento Histológico e Análise Histomorfológica

Nos pontos biológicos de 15 e 45 dias, os animais foram eutanasiados com dose letal de cetamina e xilazina. Em seguida, a porção superior da calvária foi removida, os tecidos moles foram descartados e os espécimes foram fixados em formaldeído tamponado a 4% por 7 dias. Após esta etapa, foram descalcificados em ácido nítrico 5% por 2 horas, embebidos em parafina e cortados com 5,0 µm de espessura. Os cortes histológicos obtidos foram corados com hematoxilina-eosina (HE) e posteriormente examinados em microscopia óptica padrão (DM1000–Leica Microsystems, Wetzlar, Alemanha) para análise histomorfológica e morfométrica. Uma câmera digital (DFC 310 FX – Leica Camera AG, Wetzlar, Alemanha) acoplada a um microscópio óptico comum (DM1000–Leica) e ao software QWin 3.1 (Leica) mediu a área da matriz mineralizada recém-formada nos 3 grupos experimentais. Posteriormente, foi realizada análise estatística com base na média e no desvio-padrão para obtenção do valor de p, com nível de significância de 5% ($p < 0{,}05$), por meio de análise de variância (ANOVA).

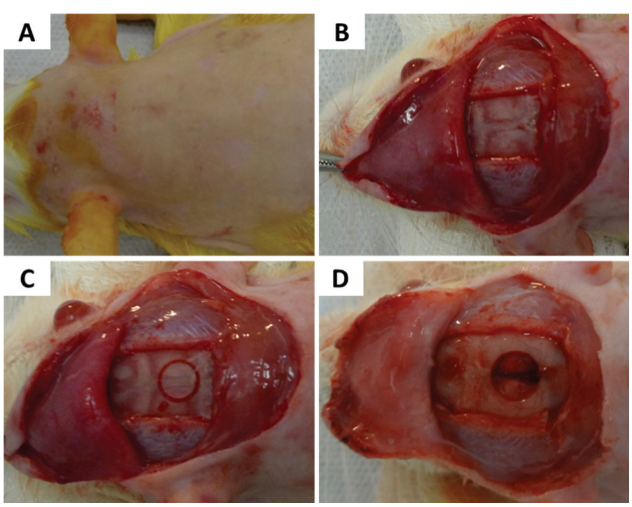


Fig. 1 Etapas cirúrgicas para criação de um defeito ósseo não crítico. (**A**) Região da calvária após tricotomia e antissepsia; (**B**) retalho rebatido após incisão semilunar bicoronal na pele para exposição do tecido ósseo; (**C**) demarcação do defeito ósseo na porção mediana da calvária; e (**D**) defeito ósseo não crítico criado.

Resultados

Análise Histomorfológica

Aos 15 dias, o GHA apresentou neoformação de matriz osteoide associada às bordas ósseas e de modo circunjacente à algumas microesferas, que se organizavam predominantemente em monocamada e ocupavam toda a extensão do defeito ósseo, mantendo a espessura proporcional às bordas (►**Fig. 2A**). Osteócitos e osteoblastos ativos estavam associados a esta matriz. Observou-se formação de tecido conjuntivo e inflamação crônica discreta com infiltrado inflamatório mononuclear e células gigantes multinucleadas, principalmente ao redor das microesferas, entre as áreas mineralizadas e as microesferas (►**Fig. 2B**).

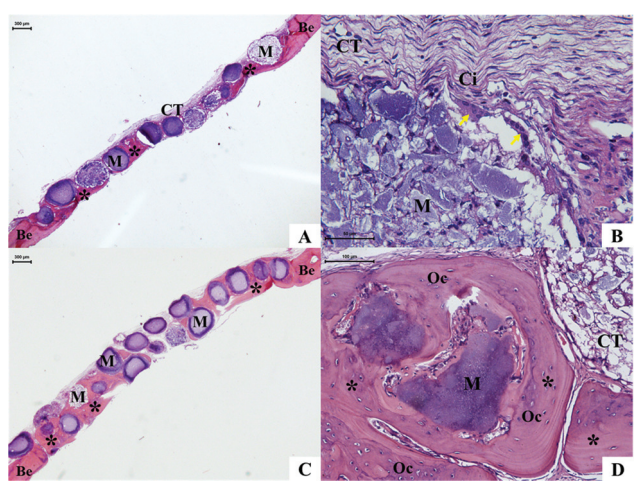


Fig. 2 Fotomicrografia do grupo com defeito preenchido com microesferas de hidroxiapatita (GHA) – 15 e 45 dias. Notar as microesferas (M) distribuídas em camada única ou dupla, com formação de matriz osteoide (*) em quase toda a extensão do defeito, com presença de osteócitos (OCs) e organizadas em lamelas ósseas concêntricas; tecido conjuntivo (CT) frouxo na área residual do defeito ósseo, com presença de células inflamatórias (Ci) mononucleares e células gigantes multinucleadas (seta amarela). Abreviaturas: Be, borda óssea; HE, hematoxilina-eosina. 15 dias (**A**,**B**). 45 dias (**C**,**D**).

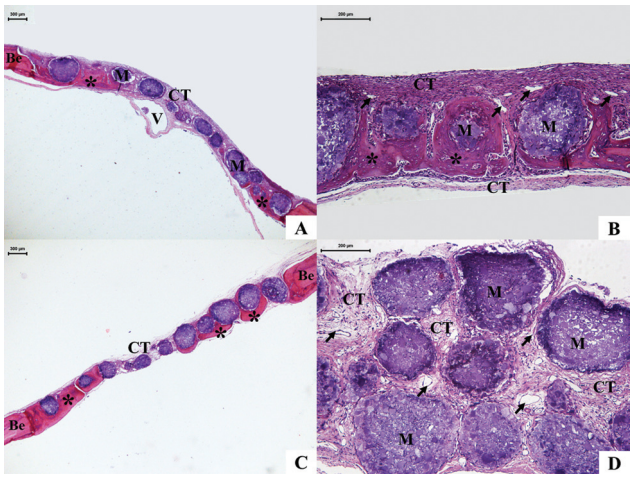


Fig. 3 Fotomicrografia do grupo com defeito ósseo preenchido com microesferas de hidroxiapatita substituída por magnésio (GHAMg) – 15 dias e 45 dias. Observam-se microesferas (M) distribuídas em monocamada, permeadas por matriz osteoide recém-formada (*), em sentido centrípeto, e por tecido conjuntivo (CT), rico em vasos sanguíneos (seta preta). Abreviaturas: BE, borda óssea; V, veia central; HE, hematoxilina-eosina. 15 dias (**A**,**B**). 45 dias (**C**,**D**).

No ponto biológico de 45 dias, as microesferas no GHA estavam distribuídas principalmente em multicamadas. A matriz osteoide neoformada ficou mais evidente que aos 15 dias e preencheu, em média, 4/5 do defeito ósseo no sentido centrípeto, circundado pelo biomaterial (►**Fig. 2C**). As microesferas próximas às bordas estavam circundadas pela matriz osteoide recém-formada, com muitos osteoblastos ativos, osteócitos e algumas lamelas concêntricas (►**Fig. 2D**). Na área residual, notou-se a formação de tecido conjuntivo de aspecto mais denso que no ponto biológico anterior, com presença de vasos sanguíneos e resposta inflamatória granulomatosa crônica discreta.

No GHAMg, aos 15 dias, com os biomateriais, notou-se neoformação da matriz osteoide no sentido centrípeto, mais evidente na região periférica do defeito (►**Fig. 3A**). Assim como no GHA, os biomateriais preencheram todo o defeito ósseo, com espessura proporcional às bordas, e dispostos em monocamada. Osteoblastos ativos e numerosos osteócitos foram observados em associação à matriz osteoide. As demais áreas estavam preenchidas por tecido conjuntivo frouxo repleto de vasos sanguíneos (►**Fig. 3B**) e infiltrado inflamatório granulomatoso crônico de aspecto moderado, principalmente circundando as microesferas.

No ponto biológico de 45 dias no GHAMg, a neoformação óssea permeada pelas microesferas estendeu-se de forma centrípeta e confluente, preenchendo aproximadamente 2/3 da extensão linear do defeito (►**Fig. 3C**). Além disso, notou-se que as microesferas localizadas próximas às bordas estavam circundadas por neoformação osteoide rica em osteócitos. Na área residual, houve nova formação de tecido conjuntivo, mais organizado que aos 15 dias, e grande número de capilares sanguíneos (►**Fig. 3D**).

O GC, aos 15 dias, apresentou neoformação óssea com aspecto reacional associado às bordas, com osteoblastos e osteócitos ativos. Na área remanescente, notou-se deposição de tecido conjuntivo frouxo, com espessura reduzida, abundante em células fusiformes e vasos sanguíneos (►**Fig. 4A**). Aos 45 dias, a nova formação óssea estendeu-se além da borda em direção centrípeta, mais evidentemente do que aos 15 dias (►**Fig. 4B**). A inflamação crônica observada foi discreta e escassa. A reparação tecidual foi completada com formação de tecido conjuntivo na região e ausência de mineralização.

Análise Histomorfométrica

O estudo histomorfométrico não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os 3 grupos avaliados aos 15 dias ao analisar a área da matriz osteoide recém-formada. No ponto biológico de 45 dias, notou-se significância estatística ao comparar o GHAMg e o GHA com o GC, sendo que este último grupo apresentou maior média de matriz osteoide recém-formada (►**Tabela 1**).

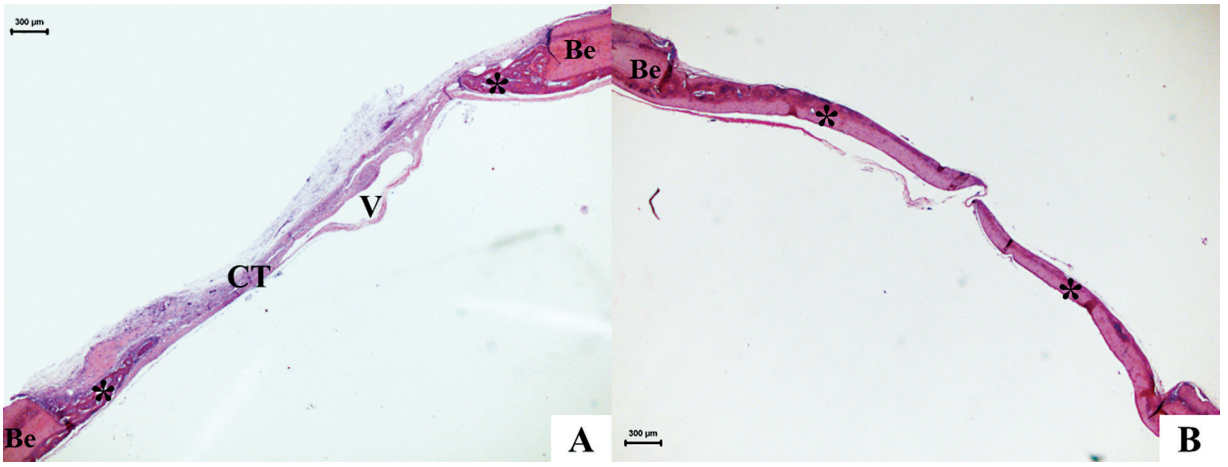


Fig. 4 Fotomicrografia do grupo controle (GC) – 15 e 45 dias. Note a neoformação da matriz osteoide (*) em direção centrípeta, com espessura reduzida nas bordas ósseas (BEs) e área residual preenchida por tecido conjuntivo (CT). Abreviatura: HE, hematoxilina-eosina. 15 dias (**A**) e 45 dias (**B**).

Tabela 1 Porcentagem da área mineralizada neoformada em relação à área total do defeito nos pontos biológicos de 15 e 45 dias nos 3 grupos experimentais

Grupo Tempo	GHAMg	GHA	GC	Valor de *p* (entre grupos)	Comparação GHAMg x GHA	Comparação de GC com GHAMg e GHA
15 dias	25% (±29)	12% (±7)	20% (±38)	$p = 0{,}58$ NS	$p = 0{,}55$ NS	GHAMg: $p = 0{,}89$ NS GHA: $p = 0{,}82$ NS
45 dias	20% (±13)	25% (±11)	61% (±21)	$p = 0{,}01$ S	$p = 0{,}92$ NS	GHAMg: $p = 0{,}01$ S GHA: $p = 0{,}02$ S

Abreviaturas: GC, grupo controle; GHA, grupo com defeito preenchido com microesferas de hidroxiapatita; GHAMg, grupo com defeito ósseo preenchido com microesferas de hidroxiapatita substituída por magnésio; NS, não estatisticamente significante; S, estatisticamente significante.

Discussão

Modelos experimentais *in vivo* são referência há muitas décadas em diferentes tipos de estudos e diversas áreas do conhecimento. Para avaliar biomateriais destinados à regeneração óssea, esses modelos devem apresentar características anatômicas e fisiológicas que possibilitem a compreensão dos fenômenos naturais para determinar o potencial osteogênico dos materiais investigados. Assim, dentre as diferentes possibilidades de estudos, destaca-se o defeito ósseo criado na calvária de ratos, que apresenta acesso e manipulação cirúrgica fáceis, baixo custo e boa previsibilidade e reprodutibilidade.[14] Portanto, este estudo avaliou o reparo de defeitos ósseos não críticos após implantação de microesferas de HA com substituição por Mg.

O procedimento cirúrgico para criação desse defeito promoveu dano tecidual e, consequentemente, ruptura vascular que provocou extravasamento sanguíneo e formação de coágulos, seguida de liberação de citocinas que desencadearam resposta inflamatória. Essa inflamação granulomatosa crônica, discreta e regressiva ao longo do estudo, está de acordo com o que ocorre após a implantação *in vivo* de um biomaterial.[15,16] Esses achados estão de acordo com aqueles observados por Santos et al.,[2] Santos et al.,[4] Miguel et al.,[12] Daltro et al.,[13] Almeida et al.[17] e Ribeiro et al.[18] Esses autores avaliaram diferentes tipos de biomateriais para regeneração óssea em calvária de ratos e descreveram a mesma resposta tecidual.

Durante os eventos fisiológicos que ocorrem na regeneração óssea, além da liberação de citocinas e mediadores químicos, há a secreção de fatores de crescimento, diferenciação celular e angiogênicos que estimulam a formação de tecido conjuntivo rico em novos vasos sanguíneos, com consequente desenvolvimento de tecido de granulação e deposição de matriz osteoide, que posteriormente se torna mineralizada. Em todos os pontos biológicos, tais características histomorfológicas foram observadas nos três grupos avaliados em nosso estudo. Aos 45 dias, no GC, a neoformação de tecido mineralizado foi de aproximadamente 60%. Porém, no GHA e no GHAMg, esse percentual foi de 25 e 20%, respectivamente. Essa diferença na neoformação óssea nos dois grupos com implantação de biomaterial em relação ao GC decorre da presença de microesferas no defeito ósseo, uma vez que estas foram sinterizadas e, consequentemente, não reabsorvidas devido à sinterização do material, um procedimento que promove alterações na rede cristalina da HA com fusão dos cristais.[19] Assim, nos grupos GHA e GHAMg, as microesferas ocuparam grande parte da área seccional do defeito e formaram uma estrutura tridimensional ao longo da extensão linear e altura do defeito ósseo.

Vale ressaltar que embora alguns autores sugiram e defendam algumas metodologias como padrão, ainda não há consenso na literatura sobre qual diâmetro exato do defeito ósseo deve ser considerado não crítico ou crítico. Um defeito ósseo "crítico" foi definido como aquele que não se regenera ao longo da vida do animal[20] ou do estudo.[21] Nestes casos, o reparo é completado por fibrose e a nova formação óssea fica restrita às bordas.[4,12,17,18] Essa situação não foi observada no presente estudo, em que o novo tecido mineralizado se formou de maneira centrípeta ao longo dos pontos biológicos, com regeneração de quase toda a área do defeito no GC aos 45 dias. Esses achados contrastam com os obtidos por autores que classificam esse defeito ósseo de 5,0 mm como crítico.[22–24]

No que se refere à regeneração óssea, um arcabouço tridimensional (3D) é essencial para os eventos celulares e vasculares observados durante este mecanismo. Portanto, biomateriais cerâmicos têm sido amplamente estudados para esse fim em diferentes formas de apresentação e composição. Os avanços científicos e tecnológicos vivenciados nas últimas décadas têm possibilitado cada vez mais o desenvolvimento de materiais com características físico-químicas biomiméticas voltadas para a estimular a neoformação óssea. Dentre esses materiais, a HA tem sido amplamente pesquisada devido à sua biocompatibilidade, semelhança com componentes naturais da fase mineral do tecido ósseo, osteocondutividade, bioatividade[1,3] e ausência de toxicidade e imunogenicidade. Nosso estudo observou tais características nos dois grupos submetidos à implantação dos biomateriais, nos dois pontos biológicos, o que permitiu a formação de uma matriz osteoide e tecido conjuntivo entre e ao redor das microesferas.

A estrutura hexagonal da HA realiza trocas iônicas nos sítios Ca^{2+} e HPO_4^{3-} com elementos ou grupos funcionais que fazem parte naturalmente da composição óssea para alterar a cristalinidade, solubilidade, biodegradação e, consequentemente, as propriedades biológicas do biomaterial após a implantação *in vivo*.[4,25,26] O Mg se destaca por desempenhar um papel fundamental no metabolismo e crescimento ósseo: a deficiência desse elemento inibe a atividade dos osteoblastos, enquanto favorece a sobrevida e a atuação dos osteoclastos.[27,28] Além disso, a presença de

Mg contribui para a biomineralização, principalmente na fase inicial da osteogênese: aumenta a cinética de nucleação da HA, retarda sua cristalização e pode interferir nas alterações qualitativas da matriz óssea.[29] Isso provavelmente explica por que a média de formação óssea aos 15 dias foi maior no GHAMg do que no GHA, mas sem diferenças estatisticamente significativas. Apesar disso, esse padrão não se repetiu após 45 dias e a formação média de matriz osteoide foi semelhante entre esses grupos.

O Mg também tem efeito essencial na promoção da angiogênese, na estimulação das células endoteliais e na produção de fatores de crescimento vascular,[30] o que pode justificar a presença de vasos sanguíneos mais evidentes no GHAMg do que nos demais grupos ao longo do estudo. Além disso, a incorporação deste metal na estrutura da HA promoveu uma ligeira diminuição na cristalinidade do biomaterial sem prejudicar a biodegradação da cerâmica, provavelmente devido à sinterização.

A biocompatibilidade e bioatividade dos biomateriais aqui estudados demonstram que esses materiais podem ser utilizados em futuras aplicações clínicas, em especial como biomaterial de preenchimento. Diante dos resultados obtidos neste trabalho, novos estudos deverão analisar estes biomateriais sem tratamento térmico (sinterização) e com outras variações na concentração de Mg em defeitos críticos (8,0 mm) e não críticos (5,0 mm) para melhor caracterizar o potencial osteogênico destas cerâmicas com substituição por este metal.

Conclusões

Os biomateriais avaliados neste estudo são biocompatíveis, osteocondutores e bioativos. O Mg substituído na HA estimulou a maior formação óssea apenas na fase inicial do reparo ósseo (15 dias), com formação de matriz osteoide de forma semelhante entre as cerâmicas na fase final do estudo.

Contribuições dos Autores

Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: JAS: Concepção e delineamento experimental; preparação do manuscrito; e procedimentos cirúrgicos. GGS: Preparação do manuscrito e procedimentos cirúrgicos e técnicos. IIAR: Preparação do manuscrito e procedimentos cirúrgicos e técnicos. AMGBS: Preparação do manuscrito e revisão do texto em inglês. ICB: Procedimentos cirúrgicos e técnicos e análise histopatológica. MAM: Concepção e delineamento experimental e análise histopatológica. MAB: Concepção e delineamento experimental e análise histopatológica. FBM: Concepção e delineamento experimental; procedimentos cirúrgicos e técnicos e revisão crítica.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que não receberam suporte financeiro de agências dos setores público, privado, ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Silvia Rachel de Albuquerque Santos e ao pesquisador Alexandre Malta Rossi do Laboratório de Biomateriais (LABIOMAT) do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) pela concessão dos biomateriais avaliados neste estudo.

Referências

1 Fiume E, Magnaterra G, Rahdar A, Verné E, Baino F. Hydroxyapatite for Biomedical Applications: A Short Overview. Ceramics 2021;4(04):542–563
2 Santos GGD, Vasconcelos LQ, Poy SCDS, et al. Influence of the geometry of nanostructured hydroxyapatite and alginate composites in the initial phase of bone repair. Acta Cir Bras 2019;34(02): e201900203
3 Arcos D, Vallet-Regí M Substituted hydroxyapatite coatings of bone implants. J Mater Chem B Mater Biol Med 2020;8(09): 1781–1800
4 Santos GG, Nunes VLC, Marinho SMOC, Santos SRA, Rossi AM, Miguel FB. Biological behavior of magnesium-substituted hydroxyapatite during bone repair. Braz J Biol 2021;81(01):53–61
5 Kim H, Hwangbo H, Koo Y, Kim G. Fabrication of mechanically reinforced gelatin/hydroxyapatite bio-composite scaffolds by core/shell nozzle printing for bone tissue engineering. Int J Mol Sci 2020;21(09):3401
6 de Lima IR, Alves GG, Soriano CA, et al. Understanding the impact of divalent cation substitution on hydroxyapatite: an in vitro multiparametric study on biocompatibility. J Biomed Mater Res A 2011;98(03):351–358
7 Ratnayake JTB, Mucalo M, Dias GJ. Substituted hydroxyapatites for bone regeneration: A review of current trends. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2017;105(05):1285–1299
8 Castiglioni S, Cazzaniga A, Albisetti W, Maier JA. Magnesium and osteoporosis: current state of knowledge and future research directions. Nutrients 2013;5(08):3022–3033
9 Tavares DdosS, Castro LdeO, Soares GD, Alves GG, Granjeiro JM. Synthesis and cytotoxicity evaluation of granular magnesium substituted β-tricalcium phosphate. J Appl Oral Sci 2013;21 (01):37–42
10 Scalera F, Palazzo B, Barca A, Gervaso F. Sintering of magnesium-strontium doped hydroxyapatite nanocrystals: Towards the production of 3D biomimetic bone scaffolds. J Biomed Mater Res A 2020;108(03):633–644
11 Liu X, Ma Y, Chen M, et al. Ba/Mg co-doped hydroxyapatite/PLGA composites enhance X-ray imaging and bone defect regeneration. J Mater Chem B Mater Biol Med 2021;9(33):6691–6702
12 Miguel FB, Barbosa Júnior AdeA, de Paula FL, Barreto IC, Goissis G, Rosa FP. Regeneration of critical bone defects with anionic collagen matrix as scaffolds. J Mater Sci Mater Med 2013;24(11): 2567–2575
13 Daltro AF, Barreto IC, Rosa FP. Analysis of the effect of the vibrating platform on the regeneration of critical bone defect. Rev Ciênc Méd Biol 2016;15(03):323–329
14 Spicer PP, Kretlow JD, Young S, Jansen JA, Kasper FK, Mikos AG. Evaluation of bone regeneration using the rat critical size calvarial defect. Nat Protoc 2012;7(10):1918–1929
15 Anderson JM, Rodriguez A, Chang DT. Foreign body reaction to biomaterials. Semin Immunol 2008;20(02):86–100
16 Klopfleisch R. Macrophage reaction against biomaterials in the mouse model - Phenotypes, functions and markers. Acta Biomater 2016;43:3–13
17 Almeida RS, Prado da Silva MH, Navarro da Rocha D, et al. Regeneration of a critical bone defect after implantation of biphasic calcium phosphate (β -tricalcium phosphate/calcium pyrophosphate) and phosphate bioactive glass. Ceramics 2020; 66(378):119–125

18 Ribeiro IIA, Barbosa AA Junior, Rossi AM, Almeida RS, Miguel FB, Rosa FP. Strontium-containing nanostructured hydroxyapatite microspheres for bone regeneration. Res Soc Dev 2023;12(04): e22112441222
19 Trzaskowska M, Vivcharenko V, Przekora A. The Impact of Hydroxyapatite Sintering Temperature on Its Microstructural, Mechanical, and Biological Properties. Int J Mol Sci 2023;24(06):5083
20 Schmitz JP, Hollinger JO. The critical size defect as an experimental model for craniomandibulofacial nonunions. Clin Orthop Relat Res 1986;(205):299–308
21 Gosain AK, Santoro TD, Song LS, Capel CC, Sudhakar PV, Matloub HS. Osteogenesis in calvarial defects: contribution of the dura, the pericranium, and the surrounding bone in adult versus infant animals. Plast Reconstr Surg 2003;112(02):515–527
22 de Almeida AL, Medeiros IL, Cunha MJ, Sbrana MC, de Oliveira PG, Esper LA. The effect of low-level laser on bone healing in critical size defects treated with or without autogenous bone graft: an experimental study in rat calvaria. Clin Oral Implants Res 2014;25 (10):1131–1136
23 Araújo CRG, Astarita C, D'Aquino R, Pelegrine AA. Evaluation of Bone Regeneration in Rat Calvaria Using Bone Autologous Micrografts and Xenografts: Histological and Histomorphometric Analysis. Materials (Basel) 2020;13(19):4284
24 Sousa DN, Roriz VM, Oliveira GJPL, et al. Local effect of simvastatin combined with different osteoconductive biomaterials and collagen sponge on new bone formation in critical defects in rat calvaria. Acta Cir Bras 2020;35(01):e202000102
25 Ballouze R, Marahat MH, Mohamad S, Saidin NA, Kasim SR, Ooi JP. Biocompatible magnesium-doped biphasic calcium phosphate for bone regeneration. J Biomed Mater Res B Appl Biomater 2021;109 (10):1426–1435
26 Ma P, Chen T, Wu X, et al. Effects of bioactive strontium-substituted hydroxyapatite on osseointegration of polyethylene terephthalate artificial ligaments. J Mater Chem B Mater Biol Med 2021;9(33):6600–6613
27 Kuśnierczyk K, Basista M. Recent advances in research on magnesium alloys and magnesium-calcium phosphate composites as biodegradable implant materials. J Biomater Appl 2017;31(06):878–900
28 Mammoli F, Castiglioni S, Parenti S, et al. Magnesium Is a Key Regulator of the Balance between Osteoclast and Osteoblast Differentiation in the Presence of Vitamin D_3. Int J Mol Sci 2019;20(02):385
29 Predoi D, Iconaru SL, Predoi MV, Stan GE, Buton N. Synthesis, Characterization, and Antimicrobial Activity of Magnesium-Doped Hydroxyapatite Suspensions. Nanomaterials (Basel) 2019;9(09): 1295
30 Yu Y, Jin G, Xue Y, Wang D, Liu X, Sun J. Multifunctions of dual Zn/Mg ion co-implanted titanium on osteogenesis, angiogenesis and bacteria inhibition for dental implants. Acta Biomater 2017; 49:590–603

A estimulação elétrica previne a atrofia muscular e a diminuição da interleucina-6 em músculos paralisados após lesão da medula espinal em ratos

Electrical Stimulation Prevents Muscular Atrophy and the Decrease of Interleukin-6 in Paralyzed Muscles after Spinal Cord Injury in Rats

Nicolas A. M. M. Machado-Pereira[1] Patrícia S. do Nascimento[2] Gabriel R. de Freitas[1] Franciane Bobinski[3] Caroline C. do Espírito Santo[4] Jocemar Ilha[1]

[1] Núcleo de Pesquisa em Lesão da Medula Espinal (NULEME), Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC, Brasil
[2] Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Centro de Ciências da Saúde (CCS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil
[3] Laboratório Experimental de Neurociências (LANEX), Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL), Palhoça, SC, Brasil
[4] Instituto Internacional de Neurociências Edmond e Lily Safra (IINELS), Macaíba, RN, Brasil

Endereço para correspondência Jocemar Ilha, PT, PhD, Núcleo de Pesquisa em Lesão da Medula Espinal (NULEME), Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID), Universidade do Estado de Santa Catarina, Rua Pascoal Simone 358–Coqueiros, Florianópolis, SC, 88080-350, Brazil (e-mail: jocemar.ilha@udesc.br).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e526–e531.

Resumo

Objetivo Analisar o trofismo muscular e a de interleucina-6 no músculo bíceps braquial de ratas com lesão medular cervical incompleta tratados com estimulação elétrica neuromuscular (EENM).

Métodos Ratas adultas foram submetidas à hemissecção da medula espinal em C5-C7 e a um protocolo de EENM de 5 semanas. O trofismo do bíceps braquial foi avaliado pela relação peso muscular/peso corporal e análise histológica. A expressão de interleucina-6 no bíceps braquial foi medida usando ensaio de imunoabsorção enzimática.

Resultados O grupo tratado com EENM apresentou preservação do trofismo muscular, assim como prevenção da redução dos níveis de interleucina-6.

Conclusão A lesão da medula espinal causa atrofia muscular e diminui a expressão de interleucina-6. Essas alterações são parcialmente prevenidas pela EENM. Os resultados sugerem um possível mecanismo de ação da EENM e ressaltam o uso clínico desta ferramenta terapêutica.

Palavras-chave
- atrofia muscular
- interleucina-6
- paralisia
- reabilitação
- terapia por estimulação elétrica
- traumatismos da medula espinal

Trabalho desenvolvido na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, SC, Brasil.

recebido
23 de agosto de 2023
aceito
20 de fevereiro de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1787767.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective To analyze the muscle trophism and expression of interleukin-6 in the biceps brachii muscle of rats with incomplete cervical spinal cord injury treated with neuromuscular electrical stimulation (NMES).

Methods Adult rats underwent C5-C7 spinal cord hemisection and a 5-week NMES protocol. Trophism of the biceps brachii was assessed using muscle weight/body weight ratio and histological analysis. Interleukin-6 expression from biceps brachii was measured using the enzyme-linked immunosorbent assay technique.

Results Preservation of the biceps brachii muscle trophism was found in the NMES treated group, along with prevention of the reduction of interleukin-6 levels.

Conclusion Spinal cord injury causes muscle atrophy and decreases interleukin-6 levels. These alterations are partially prevented by NMES. The results suggest a possible NMES action mechanism and underscore the clinical use of this therapeutic tool.

Keywords

- electric stimulation therapy
- interleukin-6
- muscular atrophy
- paralysis
- rehabilitation
- spinal cord injury

Introdução

A lesão da medula espinal (LME) é uma condição clínica resultante principalmente de traumas.[1] Ela interrompe as entradas neurais entre as regiões superior e inferior da medula espinal, prejudicando a função motora, sensorial e autônoma abaixo do nível da lesão. A paresia/paralisia muscular é o comprometimento motor mais pronunciado após a LME, podendo provocar um desequilíbrio entre o anabolismo e o catabolismo de diversas proteínas, levando à degradação ou má síntese proteica muscular.[2]

Essa degradação de proteínas pode levar a diversos problemas de saúde, como alterações hormonais, doenças cardiovasculares, excesso de peso e perda muscular.[3,4] Além disso, o desequilíbrio proteico altera o tipo de fibra muscular,[5] promovendo a redução da resistência à fadiga, da capacidade de gerar força,[6] da área de secção transversal e do peso muscular devido à perda de proteínas miofibrilares, organelas e conteúdo citoplasmático.[7–9]

A atrofia foi pronunciada em humanos 1 a 4 meses após a LME, afetando preferencialmente as fibras musculares do tipo II. Além disso, uma atrofia predominante das fibras do tipo I foi observada no estágio posterior da LME (7–10 meses).[10,11] Atrofia muscular e a transformação das fibras musculares do tipo I e II em tipo IIx aumentam a fatiga desses músculos.[12]

Da mesma forma, modelos animais mostraram atrofia muscular após a LME induzida.[13,14] Em ratos, 5 dias após a LME, houve diminuição da área transversal da fibra muscular dos músculos sóleo e extensor longo dos dedos.[11] A área transversal continua a diminuir por cerca de 3 meses após a lesão.[12] Além disso, há redução da força muscular 2 dias após a LME ao teste de preensão.[15]

Há uma gama de tratamentos para ganho de força e massa muscular na prática clínica. Ainda assim, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é o tratamento com maior nível de evidência para músculos com paralisia parcial ou completa. Alguns estudos mostraram os benefícios da contração muscular involuntária induzida eletricamente no trofismo e apontaram possíveis mecanismos biológicos subjacentes à EENM em indivíduos com LME[16,17] e modelos animais.[15,18] Recentemente, de Freitas et al.[15] relataram que, em ratos com LME, a via da proteína quinase B (Akt) poderia ser ativada durante a contração muscular involuntária pela aplicação precoce de EENM.

Está bem estabelecido na literatura que a ativação de Akt é a principal via que leva à síntese e hipertrofia proteica após a contração muscular voluntária e induzida pela estimulação elétrica funcional, levando ao crescimento muscular.[15–17] No entanto, o envolvimento de outras moléculas, como a interleucina-6 (IL-6), ainda precisa ser investigado.

Durante e após a contração muscular ativa/exercício voluntário, há produção e liberação local de IL-6 na fibra muscular. A IL-6 também é liberada na corrente sanguínea, atuando no metabolismo muscular, captação de glicose, produção de calor corporal, promoção de lipólise e aumento da massa muscular[19] pela ativação da fosfatidilinositol 3-quinase e possível ativação da via Akt como contribuinte da hipertrofia muscular.[5]

Dentro deste contexto, a IL-6 pode ser considerada um fator de estimulação do trofismo muscular. No entanto, não se sabe se contrações repetidas involuntárias do músculo esquelético por indução elétrica podem liberar IL-6 e prevenir a atrofia após uma LME cervical. Portanto, este estudo tem como objetivo analisar o trofismo muscular e os níveis de expressão de IL-6 no músculo bíceps braquiais de ratos com LME cervical submetidos ao tratamento precoce com EENM.

Materiais e Métodos

Ratas adultas Wistar com 3 meses de idade foram divididos nos seguintes grupos: a) simulação cirúrgica (*sham*; n = 5); b) sem tratamento (n = 5); e c) LME tratada com EENM (n = 5). As ratas foram anestesiadas com cetamina (87 mg/kg) e xilazina (12 mg/kg). Em seguida, foi realizada laminectomia das vértebras C5-C7 e hemissecção medular direita com microtesoura, exceto nos animais do grupo *sham*.[15,20]

No presente estudo, a taxa de mortalidade por todas as causas foi de 40%. Houve 8 mortes de animais durante o procedimento cirúrgico (32%) sob anestesia, principalmente devido a hemorragias não controladas ou insuficiência respiratória e 2 animais morreram durante o período de intervenção de 5 semanas (8%) devido à sedação excessiva e insuficiência respiratória. Os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Cuidado e Uso de Animais da instituição local (protocolo: PP00745).

Após o procedimento cirúrgico, os animais foram mantidos em caixas limpas, com temperatura controlada, água e ração. Os animais foram avaliados duas vezes ao dia para identificação de sofrimento/dor ou sinais de infecção urinária. O procedimento de esvaziamento vesical manual foi realizado duas ou três vezes ao dia e um antibiótico (Baytril, 65 mg/kg) foi administrado por via intraperitoneal para prevenir e tratar qualquer possível infecção nos primeiros dias após a indução da LME até que os animais recuperassem a capacidade vesical.

O protocolo de tratamento utilizou o aparelho portátil Neurodyn (Ibramed Amparo, SP, Brasil) com animais sob anestesia inalatória com isoflurano a 5%, a partir de 48 horas após a LME. O protocolo seguiu um regime de 10 minutos por sessão, uma vez ao dia, 5 dias por semana, com tempo total de terapia de 5 semanas.[15] Foi realizada tricotomia da parte anterosuperior do membro torácico direito para colocação dos eletrodos na pele, visando a estimulação do músculo bíceps braquial. Os parâmetros de estimulação elétrica foram pulsos bifásicos assimétricos, duração de pulso de 150 µs e frequência de estimulação de 50 Hz. A intensidade foi ajustada regularmente para produzir contração muscular eficaz e visualizar a flexão completa do cotovelo.

Avaliação do Trofismo Muscular

Após 5 semanas de tratamento, os animais foram eutanasiados e o músculo bíceps braquial direito foi dissecado e pesado na balança de precisão FA-2104 N (Bioprecisa, Curitiba, PR, Brasil) para cálculo do trofismo muscular medido pela razão entre os pesos muscular e do animal. O músculo foi seccionado longitudinalmente no meio e uma parte foi congelada em nitrogênio líquido e armazenada a -70° C para posterior análise bioquímica. A outra parte foi separada para análise histológica.

Análise Histológica

As amostras musculares foram imersas em salina tamponada com fosfato a 0,1 M contendo paraformaldeído a 4% por 18 horas. Em seguida, o músculo foi imerso em ácido nítrico 30% por 48 horas e transferido para solução de glicerol a 50%.[7] Quatro fibras musculares de cada animal foram colocadas em lâminas histológicas gelatinizadas, desidratadas em séries crescentes de concentrações de etanol (70, 90 e 100%, por 2 minutos cada), imersos em xilol por 30 segundos e cobertos com Permount (Fisher Chemical, Pittsburgh, PA, EUA) e lamínula.

As imagens das fibras foram capturadas com o microscópio óptico Biological O400S 17MBO500RS (Opticam, São José dos Campos, SP, Brasil) com ampliação de 1.000x acoplado a uma câmera HD212, 1920 × 1080p (AmScope, Irvine, CA, EUA) e software AmScope (AmScope), v3.7.9229. Para a análise qualitativa, três imagens de cada fibra foram selecionadas aleatoriamente de pelo menos dois animais por grupo. Um avaliador sem conhecimento dos grupos de animais realizou a análise descritiva dessas imagens quanto ao diâmetro das fibras e ao comprimento dos sarcômeros.

Análise Bioquímica

Os níveis de IL-6 foram medidos utilizando um ensaio de imunoabsorção enzimática (*enzyme-linked immunosorbent assay*, ELISA, em inglês) em sanduíche de acordo com as instruções do fabricante (DuoSet ELISA R&D Systems, Minneapolis, MN, EUA). Os níveis de proteína muscular foram estimados por interpolação a partir de uma curva-padrão obtida por medidas colorimétricas a 450 nm (correção de comprimento de onda = 540 nm) em um leitor de placas de ELISA Apollo-8 LB 912 (Berthold Technologies GmbH & Co KG, Bad Wildbad, Alemanha). Todos os resultados foram expressos como pg/mg de proteína.

Análise Estatística

Os resultados da relação peso muscular/peso do animal e dos níveis de IL-6 foram analisados por análise de variância (*analysis of variance*, ANOVA, em inglês) unidirecional. O teste post hoc de Tukey foi utilizado para comparações entre grupos. O nível de significância foi de 95% ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas no programa IBM SPSS Statistics for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, EUA), versão 20.0.

Resultados

Prevenção da Atrofia Muscular por EENM

O grupo LME não tratado apresentou redução no trofismo muscular ($0,051 \pm 0,002$ g) em comparação ao grupo *sham* ($0,061 \pm 0,001$ g; $p < 0,05$). Porém, o grupo tratado com EENM ($0,062 \pm 0,001$ g) apresentou valores semelhantes ao grupo *sham*, ambos sendo superiores ao grupo não tratado ($p < 0,05$; ►**Fig. 1**).

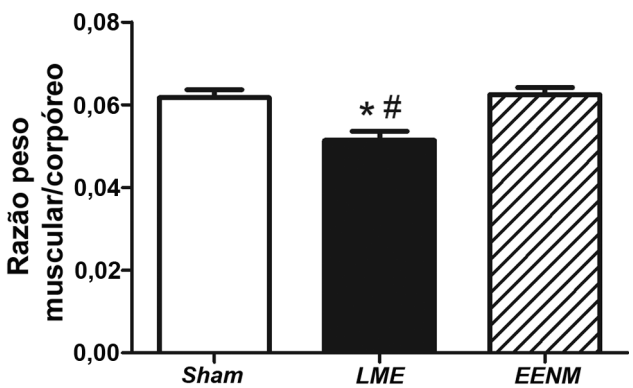


Fig. 1 Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) por 5 semanas no trofismo do músculo bíceps braquial após 36 dias da lesão da medula espinal (LME). $^{*}p < 0,05$ em comparação ao grupo de simulação cirúrgica (*sham*); e $\#p < 0,05$ em comparação ao grupo tratado. Os valores são expressos como média e erro-padrão da média.

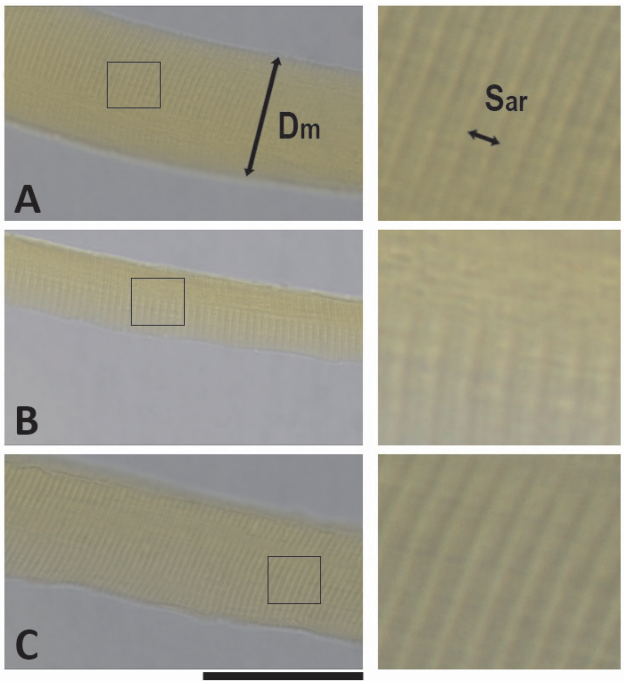


Fig. 2 Imagens histológicas do músculo bíceps braquial. (**A**) Grupo de simulação cirúrgica (*sham*), (**B**) grupo não tratado, (**C**) grupo tratado com EENM, (Dm) diâmetro, (Sar) sarcômero. O quadrado preto mostra a imagem em maior aumento. A barra preta representa um espaço de 10 µm.

Além disso, de acordo com a análise observacional das fibras musculares à microscopia óptica, as estrias transversais de todos os grupos estavam em série e organizadas. Porém, era possível verificar que uma diminuição no diâmetro e comprimento dos sarcômeros das fibras musculares tanto no grupo LME não tratado quanto no grupo tratado com EENM em comparação ao grupo *sham*. Por outro lado, houve uma recuperação parcial no grupo tratado, o que não é tão evidente no grupo não tratado. Observou-se que o diâmetro e o comprimento do sarcômero no grupo tratado foram semelhantes aos observados nas fibras do grupo *sham*, evidenciando a redução na perda de trofismo muscular (►**Fig. 2**).

Prevenção da Redução de IL-6 por EENM

Houve diminuição na expressão de IL-6 no grupo não tratado ($22{,}5 \pm 3{,}6$) em comparação ao grupo *sham* ($36{,}6 \pm 4{,}5$; $p < 0{,}05$). No entanto, os valores do grupo tratado com EENM ($28{,}6 \pm 2{,}2$) foram semelhantes aos grupos *sham* e não tratado, evidenciando preservação parcial da expressão de IL-6 no grupo submetido ao tratamento (EENM) (►**Fig. 3**).

Discussão

Este estudo mostrou que a aplicação da EENM por 5 semanas previne a atrofia do músculo bíceps braquial após a LME cervical incompleta. Além disso, esse tratamento previne a perda da expressão de IL-6, um possível fator de estimulação do trofismo muscular. Poucos estudos avaliaram o trofismo muscular em roedores com LME tratados com EENM.[15,18] Além disso, nenhum outro estudo investigou a liberação e o

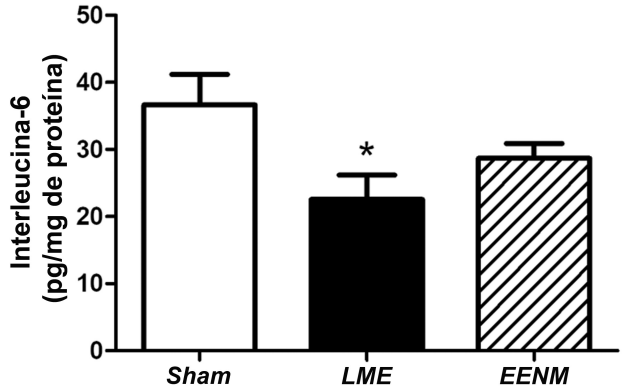


Fig. 3 Efeitos da EENM por 5 semanas nos níveis de expressão de interleucina-6 do músculo bíceps braquial após 36 dias de lesão da medula espinal (LME). $^{*}p < 0{,}05$ em comparação ao grupo de simulação cirúrgica (*sham*). Os valores são expressos como média e erro-padrão da média.

papel de miocinas, como a IL-6, em músculos paralisados após EENM em um modelo de LME.

No entanto, estudos anteriores mostraram os efeitos da EENM no trofismo muscular em um modelo de LME completo ou incompleto. Butezloff et al.[18] mostraram que o grupo tratado (EENM por 4 semanas) apresentou 54% mais massa muscular no gastrocnêmio que o grupo não tratado. Além disso, este mesmo estudo mostrou uma diminuição no número e tamanho das fibras musculares em ratos com LME completa por transecção cirúrgica da medula espinal no nível de T10. Hayashi et al.[21] mostraram que 4 semanas de estimulação elétrica muscular percutânea diária promoveram uma melhora significativa na função motora e um aumento nos níveis do fator neurotrófico derivado do cérebro (*brain-derived neurotrophic fator*, BDNF, em inglês) em ambos os músculos e no sítio da lesão em um modelo de LME incompleta, com lesão por contusão no nível T9 em ratos. Além disso, de Freitas et al.[15] evidenciaram um aumento de cerca de 15% no trofismo muscular do músculo bíceps braquial após 5 semanas de estimulação elétrica em ratos em um modelo de LME incompleta por hemissecção da medula espinal no nível C5-C7 em ratos. Nossos dados corroboram esses resultados, mostrando um aumento de cerca de 17% de massa muscular nos animais com LME tratados em comparação aos não tratados.

Nosso estudo também mostrou uma redução no tamanho dos sarcômeros nos grupos de LME com e sem tratamento. No entanto, a EENM recuperou parcialmente essas características, uma vez que os resultados foram semelhantes aos dos animais do grupo *sham*. Esses achados indicam que a contração muscular induzida eletricamente pode prevenir a atrofia muscular causada pela LME e manter as características arquitetônicas das fibras musculares.

Diversos estudos demonstraram que a IL-6 liberada durante o exercício ativo estimula a ativação de células-satélites, levando ao aumento da massa muscular e consequente hipertrofia muscular.[6,22] Assim, durante o treinamento de força, a IL-6 é produzida em grandes quantidades em nível local, sendo considerada um regulador essencial na

proliferação de células-satélites musculares e na aglomeração mionuclear, caracterizando um padrão de sinalização bioquímica que estimula a hipertrofia muscular.[22,23]

Nosso estudo detectou uma diminuição nos níveis locais de expressão de IL-6 no músculo paralisado após a LME e que a contração muscular involuntária provocada pela eletroestimulação por um curto período poderia prevenir essa redução. Bustamante et al.[24] mostraram que a despolarização das células musculares esqueléticas induz não apenas a expressão de IL-6 mediada pela sinalização de trifosfato de adenosina (*adenosine triphosphate*, ATP, em inglês), mas também a secreção de citocinas para o meio extracelular. Além disso, essa expressão depende de um sinal de Ca^2 derivado de IP3, atuando como um passo inicial para promover uma alça positiva de IL-6 através da via Janus quinase 2/transdutor de sinal e ativador de transcrição 3 (*Janus kinase 2/signal transducer and activator of transcription 3*, JAK2/STAT3, em inglês).

Ademais, vários estudos relataram que a IL-6 pode interagir com a via Akt e regular a síntese de glicogênio, atuando no trofismo muscular.[8,25] Além disso, IL-6 também é liberada dentro do músculo com baixos níveis de glicogênio. Portanto, a contração muscular e o consumo de energia são essenciais para sua regulação, derivada da ativação das vias Ca^{2+}-fator nuclear de células T ativadas (*nuclear factor of activated T cells*, NFAT, em inglês) e glicogênio-P38 proteína quinase ativada por mitógeno (*mitogen-activated protein kinase*, MAPK, em inglês).

Sabe-se que as fibras musculares do tipo I são convertidas em tipo II após a LME.[12] Esse processo foi relatado em semanas em ratos e a EENM pode prevenir isso parcialmente nos membros posteriores.[26] Nossos achados indicam que essa prevenção pode ter ocorrido nos membros anteriores de ratos com participação de IL-6. No entanto, ainda há algumas lacunas, como a possibilidade de a IL-6 ser liberada pela contração muscular induzida eletricamente e inibindo a via catabólica do trofismo, se existe uma associação entre os níveis de IL-6 e o número de fibras musculares do tipo I, ou se outra miosina participa do processo de manutenção do trofismo muscular e das características das fibras musculares e seus mecanismos subjacentes.

Liang et al.[27] mostraram que a IL-6 liberada *ex vivo* dos músculos esqueléticos é específica do tipo de fibra muscular, ou seja, o tratamento com um coquetel estimulante da secreção de citocinas induz uma liberação robusta de IL-6 pelo sóleo, um músculo oxidativo lento típico, mas o mesmo tratamento não foi capaz de causar uma liberação detectável do extensor longo dos dedos (um típico músculo glicolítico rápido). Porém, como relatado anteriormente na LME,[12] as fibras musculares do tipo I são convertidas em tipo II, corroborando com a diminuição da IL-6 nesses músculos glicolíticos rápidos. Como esperado, no presente estudo, mostramos diminuição da IL-6 muscular em ratos com LME, e a EENM poderia prevenir essa diminuição.

Além disso, outras interleucinas além da IL-6 podem estar envolvidas no trofismo muscular, como o fator inibitório da leucemia (LIF), um membro da superfamília de citocinas IL-6 com múltiplas funções biológicas. A proteína LIF é secretada por miotubos humanos em cultura. Após a estimulação elétrica, ela causa a proliferação de células-satélites. Foi demonstrado que tanto a IL-6 quanto a LIF ativam a sinalização do alvo mecanicista do complexo 1 de rapamicina (*mammalian target of rapamycin complex 1*, mTORC1, em inglês) do miotubo de forma dependente do tempo e da dose.[28]

Conclusão

Este estudo indica que a EENM precoce pode prevenir a atrofia muscular e preservar as características das fibras musculares do bíceps braquial após um modelo de LME incompleta. Além disso, a EENM manteve parcialmente a redução do nível de IL-6 após a lesão neste músculo. Nós sugerimos que a EENM induziu a liberação de IL-6 no músculo, possivelmente ativando as células-satélites e aumentando os níveis de Akt fosforilada. No entanto, mais estudos são necessários para elucidar os mecanismos subsequentes da EENM nos músculos paralisados após a LME.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que este estudo foi financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) (TO 2023TR501) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES; Código de Financiamento 001).

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

1 Faleiros F, Marcossi M, Ribeiro O, Tholl A, Freitas G, Riberto M. Epidemiological profile of spinal cord injury in Brazil. J Spinal Cord Med 2023;46(01):75–82
2 Drummond MJ, Glynn EL, Lujan HL, Dicarlo SE, Rasmussen BB. Gene and protein expression associated with protein synthesis and breakdown in paraplegic skeletal muscle. Muscle Nerve 2008; 37(04):505–513
3 Marimuthu K, Murton AJ, Greenhaff PL. Mechanisms regulating muscle mass during disuse atrophy and rehabilitation in humans. J Appl Physiol 2011;110(02):555–560
4 Moore CD, Craven BC, Thabane L, Papaioannou A, Adachi JD, Giangregorio LM. Does Muscle Atrophy and Fatty Infiltration Plateau or Persist in Chronic Spinal Cord Injury? J Clin Densitom 2018;21(03):329–337
5 Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. Physiol Rev 2008;88(04): 1379–1406
6 McKay BR, De Lisio M, Johnston AP, et al. Association of interleukin-6 signalling with the muscle stem cell response following muscle-lengthening contractions in humans. PLoS One 2009;4 (06):e6027
7 Stigger F, Felizzola AL, Kronbauer GA, Couto GK, Achaval M, Marcuzzo S. Effects of fetal exposure to lipopolysaccharide, perinatal anoxia and sensorimotor restriction on motor skills and musculoskeletal tissue: implications for an animal model of cerebral palsy. Exp Neurol 2011;228(02):183–191
8 Weigert C, Brodbeck K, Staiger H, et al. Palmitate, but not unsaturated fatty acids, induces the expression of interleukin-6 in human myotubes through proteasome-dependent activation

of nuclear factor-kappaB. J Biol Chem 2004;279(23): 23942–23952
9 Weigert C, Hennige AM, Lehmann R, et al. Direct cross-talk of interleukin-6 and insulin signal transduction via insulin receptor substrate-1 in skeletal muscle cells. J Biol Chem 2006;281(11): 7060–7067
10 Lotta S, Scelsi R, Alfonsi E, et al. Morphometric and neurophysiological analysis of skeletal muscle in paraplegic patients with traumatic cord lesion. Paraplegia 1991;29(04):247–252
11 Dupont-Versteegden EE, Houlé JD, Gurley CM, Peterson CA. Early changes in muscle fiber size and gene expression in response to spinal cord transection and exercise. Am J Physiol 1998;275(04): C1124–C1133
12 Otis JS, Roy RR, Edgerton VR, Talmadge RJ. Adaptations in metabolic capacity of rat soleus after paralysis. J Appl Physiol 2004;96 (02):584–596
13 Ilha J, da Cunha NB, Jaeger M, et al. Treadmill step training-induced adaptive muscular plasticity in a chronic paraplegia model. Neurosci Lett 2011;492(03):170–174
14 do Espírito Santo CC, Secco DD, Meireles A, et al. Locomotor Treadmill Training Promotes Soleus Trophism by Mammalian Target of Rapamycin Pathway in Paraplegic Rats. Neurochem Res 2018;43(06):1258–1268
15 de Freitas GR, Santo CCDE, de Machado-Pereira NAMM, Bobinski F, Dos Santos ARS, Ilha J. Early Cyclical Neuromuscular Electrical Stimulation Improves Strength and Trophism by Akt Pathway Signaling in Partially Paralyzed Biceps Muscle After Spinal Cord Injury in Rats. Phys Ther 2018;98(03):172–181
16 de Freitas GR, Szpoganicz C, Ilha J. Does Neuromuscular Electrical Stimulation Therapy Increase Voluntary Muscle Strength After Spinal Cord Injury? A Systematic Review. Top Spinal Cord Inj Rehabil 2018;24(01):6–17
17 Thomaz SR, Cipriano G Jr, Formiga MF, et al. Effect of electrical stimulation on muscle atrophy and spasticity in patients with spinal cord injury - a systematic review with meta-analysis. Spinal Cord 2019;57(04):258–266
18 Butezloff MM, Zamarioli A, Maranho DA, Shimano AC. Effect of Electrical Stimulation and Vibration Therapy on Skeletal Muscle Trophism in Rats with Complete Spinal Cord Injury. Am J Phys Med Rehabil 2015;94(11):950–957
19 Febbraio MA, Pedersen BK. Contraction-induced myokine production and release: is skeletal muscle an endocrine organ? Exerc Sport Sci Rev 2005;33(03):114–119
20 Mondello SE, Sunshine MD, Fischedick AE, Moritz CT, Horner PJ. A Cervical Hemi-Contusion Spinal Cord Injury Model for the Investigation of Novel Therapeutics Targeting Proximal and Distal Forelimb Functional Recovery. J Neurotrauma 2015;32(24): 1994–2007
21 Hayashi N, Himi N, Nakamura-Maruyama E, et al. Improvement of motor function induced by skeletal muscle contraction in spinal cord-injured rats. Spine J 2019;19(06):1094–1105
22 Guerci A, Lahoute C, Hébrard S, et al. Srf-dependent paracrine signals produced by myofibers control satellite cell-mediated skeletal muscle hypertrophy. Cell Metab 2012;15(01):25–37
23 Serrano AL, Baeza-Raja B, Perdiguero E, Jardí M, Muñoz-Cánoves P. Interleukin-6 is an essential regulator of satellite cell-mediated skeletal muscle hypertrophy. Cell Metab 2008;7(01):33–44
24 Bustamante M, Fernández-Verdejo R, Jaimovich E, Buvinic S. Electrical stimulation induces IL-6 in skeletal muscle through extracellular ATP by activating Ca(2+) signals and an IL-6 autocrine loop. Am J Physiol Endocrinol Metab 2014;306(08): E869–E882
25 Nieto-Vazquez I, Fernández-Veledo S, de Alvaro C, Lorenzo M. Dual role of interleukin-6 in regulating insulin sensitivity in murine skeletal muscle. [retracted in: Diabetes. 2020;69 (11):2537]Diabetes 2008;57(12):3211–3221
26 Misawa A, Shimada Y, Matsunaga T, Sato K. The effects of therapeutic electric stimulation on acute muscle atrophy in rats after spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil 2001;82(11): 1596–1603
27 Liang AP, Drazick AT, Gao H, Li Y. Skeletal muscle secretion of IL-6 is muscle type specific: Ex vivo evidence. Biochem Biophys Res Commun 2018;505(01):146–150
28 Severinsen MCK, Pedersen BK. Muscle-Organ Crosstalk: The Emerging Roles of Myokines. [published correction appears in Endocr Rev 2021;42(1):97-99]Endocr Rev 2020;41(04):594–609

Comparação de preparações de enxertos ósseos para tratamento de defeitos ósseos críticos em um modelo animal roedor

Comparison of Bone Graft Preparations to Treat a Critical Bone Defect on a Rodent Animal Model

Rian Souza Vieira[1] Renan Ernesto Reis Borges[2] Daniel Guimarães Tiezzi[3] Antonio Carlos Shimano[1] Ariane Zamarioli[1] Helton Luiz Aparecido Defino[1]

[1] Departamento de Ortopedia e Anestesiologia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil
[2] Serviço de Cirurgia da Mão, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, SP, Brasil
[3] Departamento de Ginecologia e Obstetrícia, Divisão de Mastologia e Laboratório de Ciências de Dados Translacionais, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e532–e541.

Endereço para correspondência Rian Souza Vieira, MD, MSc, Departamento de Ortopedia e Anestesiologia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Avenida Bandeirantes, 900, Ribeirão Preto, SP, Brasil, 14049-900 (email: rianvieira@alumni.usp.br)

Resumo

Objetivo Embora enxertos ósseos autólogos sejam o tratamento mais utilizado para defeitos ósseos, a preparação mais eficaz ainda é obscura. Este estudo animal teve como objetivo comparar diferentes preparações de enxerto ósseo autólogo para o tratamento de defeito ósseo crítico no crânio de ratos.

Métodos No total, 122 ratos foram alocados aleatoriamente em três grupos: Simulado, enxerto macerado e enxerto picado. Os espécimes foram submetidos a craniotomias no centro superior do crânio com broca de corte circunferencial de 7 mm de diâmetro. O defeito ósseo crítico produzido foi tratado ou não de acordo com o grupo de alocação do animal. Os ratos foram eutanasiados às 3, 6 ou 12 semanas após a cirurgia e seus crânios foram analisados por histomorfometria, densitometria óssea, nanotomografia computadorizada (nTC) e testes biomecânicos.

Resultados A análise histomorfométrica mostrou maior percentual de preenchimento do defeito ósseo crítico no grupo picado e macerado em comparação ao simulado. A avaliação densitométrica evidenciou maior massa óssea em todos os desfechos de análise ($p < 0,05$) no grupo picado. Os dados de nTC revelaram um aumento ósseo expressivo no grupo picado em comparação aos grupos simulado e macerado. Os testes biomecânicos mostraram maiores valores de deformação, resistência máxima e rigidez relativa no grupo picado em qualquer momento da eutanásia ($p < 0,05$).

Palavras-chave
- modelos animais
- osso e ossos
- regeneração óssea
- transplante ósseo

Trabalho desenvolvido no Departamento de Ortopedia e Anestesiologia, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, Brasil.

recebido
09 de outubro de 2023
aceito
18 de março de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1788786.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Conclusões Nosso estudo mostrou que a preparação de enxerto ósseo picado gerou resultados significativamente melhores do que os enxertos macerados no tratamento de defeitos ósseos críticos no crânio de ratos.

Abstract

Objective Although autologous bone grafting is the most widely used treatment for bone defects, the most effective preparation remains unclear. This animal study aimed to compare different autologous bone grafting preparation for the treatment of rat́s calvaria critical bone defect.

Methods 122 rats were randomly allocated into three groups: Simulado, Macerated and Chopped. The specimens underwent craniotomies at the top center of their calvarias with a 7mm diameter circumferential cutter drill. The critical bone defect produced was treated or not according to the group the specimen wasallocated. The rats were euthanized at 3, 6 or 12 weeks post-op and its calvarias were analyzed by histomorphometry, bone densitometry, nanocomputed tomography (nCT), and biomechanical tests.

Results The histomorphometry analysis showed the highest percentage of fulfillment of the critical bone defect in the chopped and macerated group when compared to simulado. The densitometry assessment evidenced higher bone mass at all endpoints analysis ($p < 0.05$) in the chopped group. The nCT data exhibited an expressive increase of bone in the chopped group when compared with the simulado and macerated groups. The biomechanical tests exhibited highest values of deformation, maximum force, and relative stiffness in the chopped group at any time of euthanasia ($p < 0.05$).

Conclusions Our experimental work showed that chopped bone grafting preparation exhibited significant better outcomes than macerated in the treatment of a critical bone defect in rat́s calvaria.

Keywords
- bone and bones
- bone regeneration
- bone transplantation
- models, animal

Introdução

A incidência de defeitos ósseos tem aumentado e exige soluções.[1–3] Essas lesões têm profundos impactos econômicos e clínicos; além disso, os desfechos do tratamento são limitados pelas altas taxas de complicações.[4–6] O enxerto ósseo autólogo é o tratamento mais utilizado para defeitos ósseos por ser fácil de obter, combinar propriedades e não induzir respostas imunes ou transmitir infecções.[7–9] No entanto, não se sabe a técnica de enxerto ósseo autólogo mais eficaz.[10,11]

Um defeito ósseo de tamanho crítico é um defeito ortotópico que não cicatriza sem intervenção[12,13]ou o defeito tecidual de menor tamanho que não cicatriza por completo ao longo da vida.[12,14] No modelo de crânio de rato, defeitos maiores que 5 mm são considerados críticos.[15–17]

A pedra angular do desenvolvimento pré-clínico de tecnologias translacionais é a reprodutibilidade confiável, análoga à condição clínica investigada em modelos animais.[12,18] Desenvolvemos um modelo animal de defeito ósseo crítico em crânios de ratos e seu tratamento com diferentes técnicas de enxerto ósseo. A regeneração óssea foi avaliada em diferentes tempos por histomorfometria, nanotomografia computadorizada (nTC), densitometria óssea e testes biomecânicos.

Este estudo comparou diferentes técnicas de tratamento de defeitos ósseos críticos no crânio de ratos com enxertos ósseos autólogos locais.

Materiais e Métodos

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética animal de nossa instituição sob número de protocolo CEUA 120/2019.

Ratos Wistar machos com 7 semanas de idade, pesando 200 g ($\pm$ 10 g) foram obtidos do biotério central de nossa instituição e alojados em gaiolas individuais com enriquecimento ambiental em sala com condições controladas de umidade (55 a 60%), temperatura (23 ± 1 C) e ciclo claro/escuro artificial de 12 horas. Os procedimentos experimentais começaram depois que os espécimes atingiram a maturidade, com 300 g ($\pm$10 g) e 10 semanas de idade.

Cento e oito (108) ratos foram divididos aleatoriamente em três grupos (36 animais por grupo): (1) grupo simulado: ratos com defeito ósseo crítico no crânio (7 mm de diâmetro); (2) grupo macerado: ratos com defeito ósseo crítico no crânio tratados com enxerto ósseo autólogo local macerado; (3) grupo picado: ratos com defeito ósseo crítico no crânio tratados com enxerto ósseo autólogo local picado. Os procedimentos experimentais (primeiras cirurgias e cirurgias de eutanásia) foram realizados ao mesmo tempo, pelo mesmo cirurgião e nas mesmas condições para minimizar vieses.

Todos os instrumentos cirúrgicos foram esterilizados e resfriados à temperatura ambiente (23 C). A mesa cirúrgica e os instrumentos foram esterilizados com etanol a 70%.

Todos os ratos foram anestesiados por injeção intramuscular (IM) de Cetamin® da Syntec (cloridrato de cetamina 10%,

60 mg/kg) e Xylazin® da Syntec (cloridrato de xilazina 2%, 7,5 mg/kg) e tricotomizados da ponte nasal até a extremidade distal do crânio. Um cotonete foi utilizado para retirada de aparas de pelos e Lacrilube® da Allergan Inc. foi aplicado em cada olho. O crânio foi pintado com iodo. Um campo cirúrgico estéril foi colocado com uma abertura redonda acima do crânio.

Uma incisão longitudinal de 1,5 cm da pele superficial foi estendida até o periósteo sobre o crânio, do osso nasal até caudal à crista sagital média ou bregma. O periósteo foi dividido ao meio com o bisturi por meio de uma linha média sagital, elevando-o do crânio. Um afastador automático retraiu os tecidos moles e expos o osso subjacente.

Uma área alvo centralizada na intersecção das duas linhas médias do crânio anteroposterior, de lado a lado, foi desenhada. Uma broca Strong® Micro Motor 210/105L e uma trefina Zipperer® (7 mm de diâmetro total) fixadas marcaram o topo do crânio a 1.500 rpm, com aplicação de salina estéril em gotas (uma gota a cada 2 segundos) para evitar lesão térmica. A broca foi manuseada com leve pressão contra a superfície do crânio para produzir o defeito. Um elevador foi utilizado na margem da osteotomia completando o defeito. O mesmo elevador foi usado para levantar o cilindro do osso, liberando a dura-máter da parte inferior e puxando o osso para fora (►**Fig. 1**).

O defeito foi lavado com solução salina para remoção de detritos antes do enxerto (►**Figs. 2** e **3**). O periósteo foi fechado com sutura contínua e a pele recebeu sutura simples com categute. Os ratos foram colocados sob observação quanto a quaisquer sinais de movimento proposital e depois transferidos para as gaiolas normais de criação.

Os cuidados pós-operatórios diários foram compostos por avaliação de saúde, incluindo exame de feridas, prevenção de sofrimento, observação neurológica e analgesia otimizada. Todos os animais foram tratados com tramadol (25 mg/kg) por via subcutânea duas vezes ao dia durante 3 dias para evitar dor pós-operatória. As gaiolas foram limpas e a água/comida trocada três vezes por semana. Os ratos tiveram suas massas corporais registradas uma vez por semana. Os grupos foram acompanhados no pós-operatório e cada um deles foi separado em três subgrupos de acordo com a análise do desfecho, às 3, 6 e 12 semanas após a cirurgia.

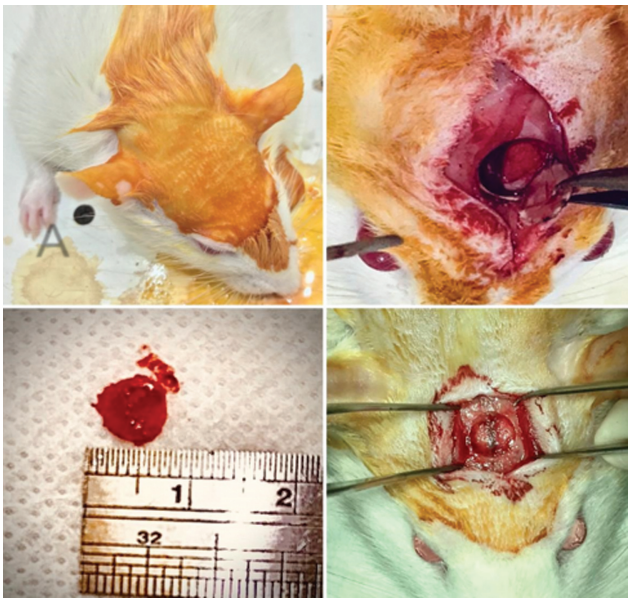


Fig. 1 Etapas técnicas da primeira cirurgia.

Os ratos dos três grupos foram eutanasiados em três momentos diferentes, às 3, 6 e 12 semanas após as cirurgias. O método de eutanásia utilizado foi a injeção intramuscular de *overdose* anestésica de Cetamin® e Xylazin®.

Procedimentos iniciais semelhantes foram realizados com acesso cirúrgico um pouco maior (2,5 cm) centrado na incisão anterior. Um segmento retangular do crânio do rato foi delimitado e seccionado com disco serrilhado SDT® de granulometria fina 19/0,15 mm a 9.000 rpm acoplado ao mesmo Strong® Micro Motor 210/105L. Os fragmentos de crânio contendo o defeito ósseo crítico circundado por osso craniano original, com tamanho médio de 15,01 × 11,85 mm, foram coletados (►**Fig. 4**).

Um total de 58 amostras foram destinadas à histologia e fixadas com paraformaldeído a 4% frio, enquanto as outras 57 amostras foram fixadas com álcool a 70% para avaliação de densitometria óssea, nTC e testes mecânicos.

A rotina de descalcificação com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) a 10% frio, desidratação progressiva com concentrações crescentes de álcool, clarificação em xilol

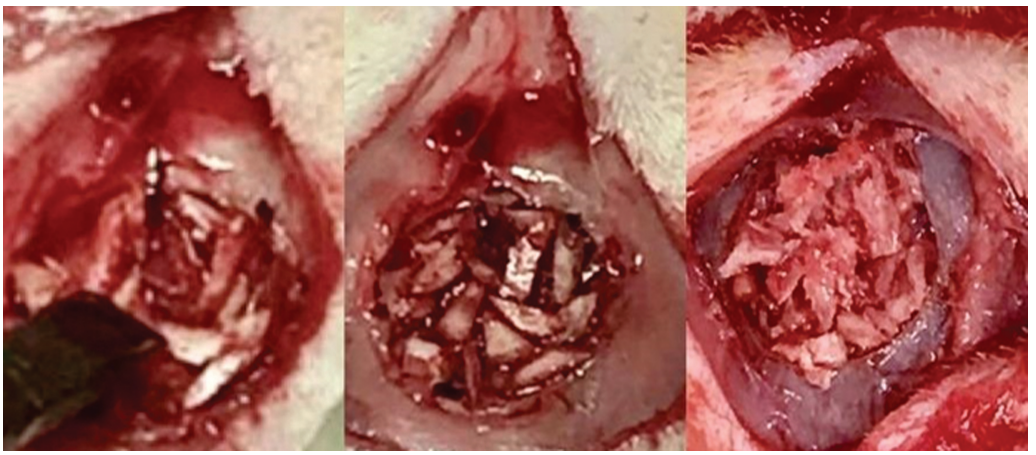


Fig. 2 Preparação de enxerto ósseo macerado para preenchimento do defeito crítico.

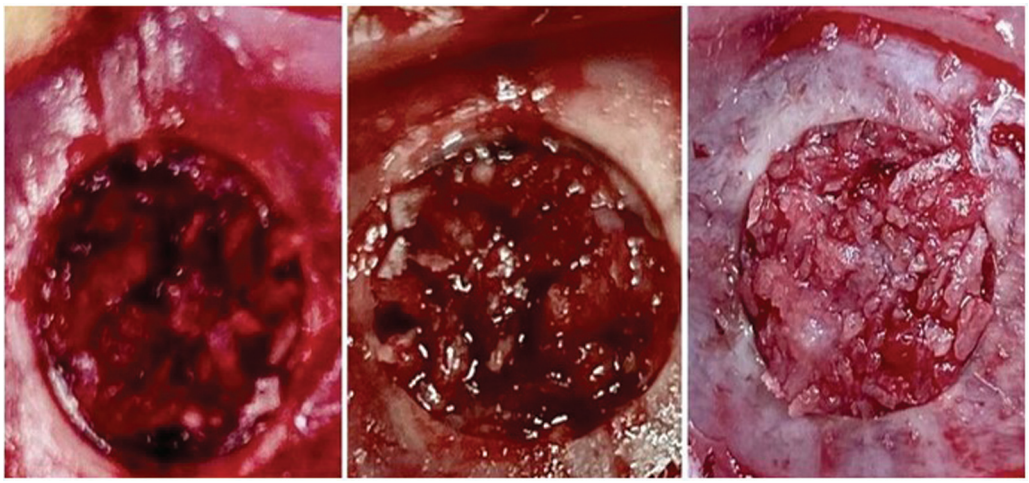


Fig. 3 Preparação de enxerto ósseo picado para preenchimento do defeito crítico.

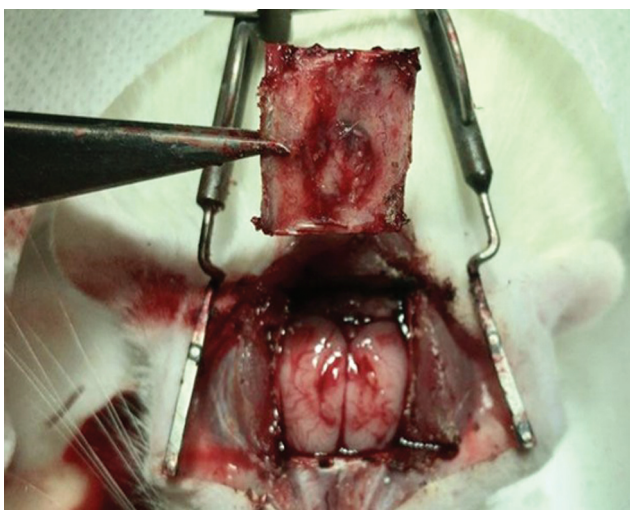


Fig. 4 Retângulo do crânio obtido após a eutanásia.

em três trocas e emblocamento em parafina foi realizada no Laboratório de Histologia de nossa Instituição. Após a inclusão em parafina, cortes de 5 mm foram obtidos e colocados em lâminas histológicas carregadas (Manco Inc., EUA). A coloração dos cortes coronais utilizou hematoxilina e eosina (HE). Um microscópio de campo claro (Axiovert; Carl Zeiss®, Alemanha) foi utilizado para análise das lâminas. Uma câmera CCD (AxioCam MRc; Carl Zeiss®, Alemanha) capturou imagens com diversas ampliações para interpretação posterior (►**Fig. 5**). No total, 500 lâminas histológicas foram produzidas com essas 58 amostras.

A análise de densitometria óssea foi realizada nas 57 amostras de crânio contendo o defeito ósseo crítico por absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) usando um densitômetro Lunar® DPX-IQ (Lunar®; *software* versão 4.7e, GE Healthcare®, Reino Unido). Uma região de interesse (ROI) de aproximadamente 49 mm^2 foi utilizada para avaliação da nova formação óssea. A densidade mineral óssea (BMD, g/cm^2) e o conteúdo mineral ósseo (BMC, g) foram medidos conforme protocolo.

As amostras de DXA foram então organizadas e escaneadas com *Nano tomograph Phoenix v|tome|x s* – General Electric® (►**Fig. 6**). As imagens de cada espécime foram reconstruídas com *software* específico (Dataviewer 1.5.1.2 64 bits - SkyScan® Bruker®) e analisadas por CTAn (CTAn v.1.15.4.0 64 bits - SkyScan® Bruker®) para determinar parâmetros morfométricos nas ROIs selecionadas. Todos os parâmetros morfométricos estão de acordo com a nomenclatura da *American Society for Bone and Mineral Research* (ASBMR): volume ósseo (BV), volume ósseo percentual (-BV/TV), relação superfície/volume ósseo (BS/BV), índice de modelo de estrutura (SMI), espessura trabecular (Tb.Th), número trabecular (Tb.N), separação trabecular (Tb.Sp), porcentagem de porosidade total (Po tot) e densidade de conectividade (Conn.Dn).

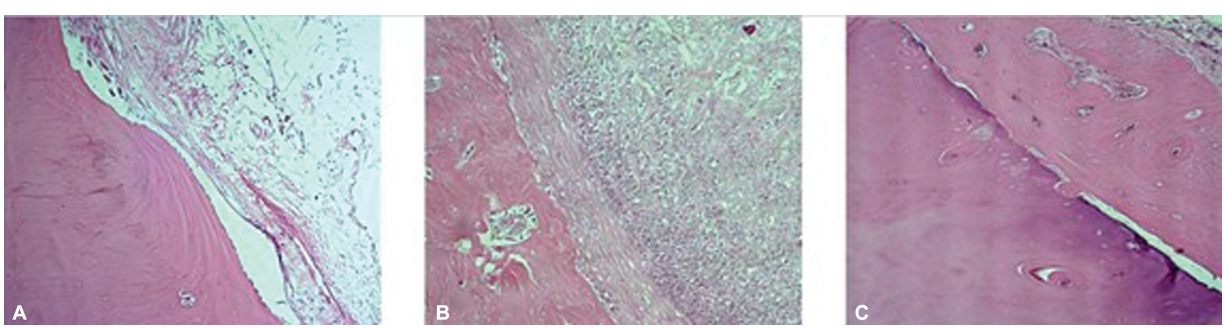


Fig. 5 Fotomicrografias: 1A, grupo simulado; 1B, grupo macerado; 1C, grupo picado (12 semanas após a cirurgia).

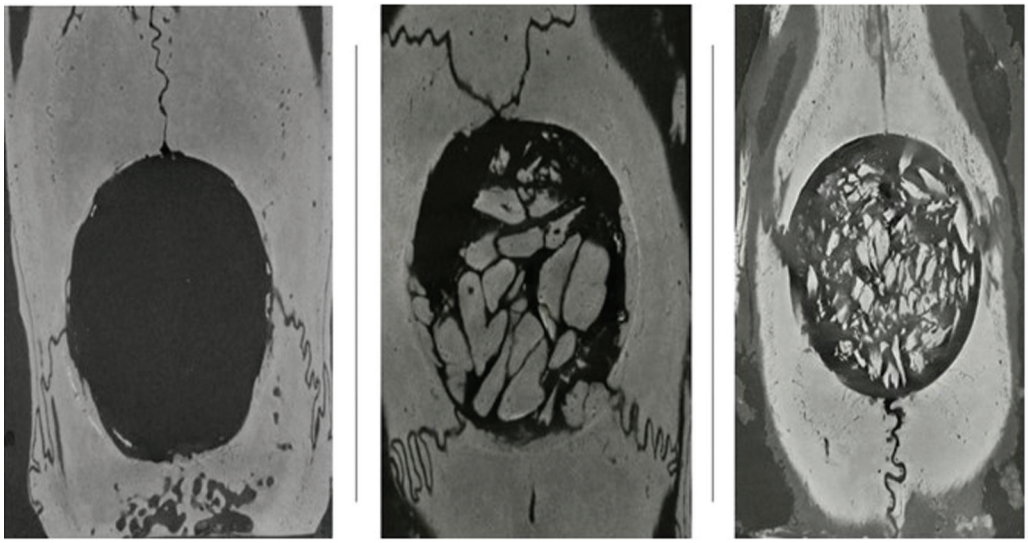


Fig. 6 Aparência nanotomográfica dos grupos simulado, picado e macerado.

As 57 amostras de crânio foram tensionadas mecanicamente em um teste de perfuração do tipo *push-out*. Os testes de estresse de defeitos ósseos críticos ocorreram em equipamento universal com célula de carga de 50 N (Trd 28–EMIC DL 10000®). As configurações dos testes foram velocidade de progressão de 1 mm/min, pré-carga de 1 N e tempo de acomodação de 30 s. A amostra óssea foi posicionada sobre um suporte metálico customizado com furo circunferencial de 8 mm de diâmetro centralizado e alinhado com o centro do defeito ósseo crítico. Um empurrador metálico cilíndrico com 7 mm de diâmetro também centrado e alinhado com o defeito ósseo e o centro do furo circunferencial de suporte desceu gradativamente até entrar em contato com as amostras, pré-carregar e então tensionar gradativamente as amostras com ou sem enxerto até o rompimento completo (►**Fig. 7**). Utilizando o *script* do *software* Tesc 3.04, os dados brutos foram filtrados e medidas de força máxima, deformação, rigidez relativa e resistência máxima de elasticidade. As amostras foram hidratadas com solução salina durante os testes.

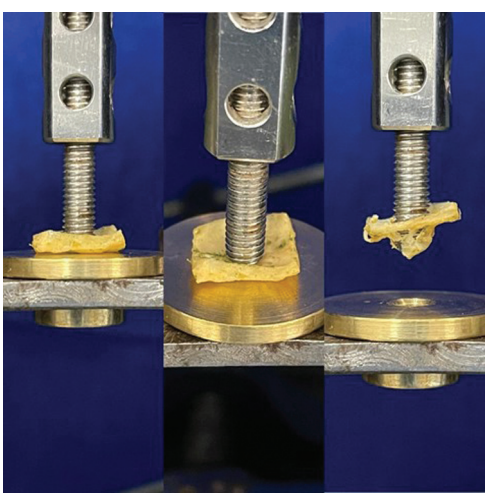


Fig. 7 Testes mecânicos de diferentes ângulos e em detalhes.

Os testes de hipóteses analisaram a variação na regeneração óssea com as diferentes técnicas de enxerto ósseo em comparação com o grupo simulado. Todas as variáveis foram testadas quanto à normalidade com base no histograma visual e no teste de Shapiro-Wilks. A estatística descritiva utilizou a mediana e o desvio absoluto da mediana (MAD) como medidas de tendência central e dispersão, respectivamente. Aplicou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido do teste post-hoc de Dunn para comparação múltipla de Kruskal-Wallis. O índice de correlação de Spearman foi calculado para analisar a relação entre os múltiplos parâmetros obtidos por nTC, densitometria óssea e testes de estresse. Todas as análises estatísticas foram realizadas em R para Linux/GNU versão 4.1.0 e o valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Uma análise histológica qualitativa evidenciou maior proporção de neoformação óssea no defeito ósseo crítico dos grupos enxertados em comparação ao grupo simulado. Além disso, a análise qualitativa de microscopia de campo claro sugeriu que o grupo picado induzia a maior formação óssea de todas.

Da mesma forma, a análise quantitativa comprovou o maior percentual de osso novo formado nos grupos picado e macerado em comparação ao grupo simulado ($p = 0,008$). Embora o grupo picado tenha apresentado os maiores percentuais de neoformação óssea, a diferença com o grupo macerado não foi estatisticamente relevante ($p = 0,1$) (►**Fig. 4**). Acreditamos que essa tendência mereça atenção.

Observamos um aumento geral significativo na BMD ao comparar os diferentes períodos de desfecho ($p < 0,001$) (►**Tabela 1**). Três semanas após o procedimento, a mediana da BMD foi de 0,01 (MAD = 0,001) no grupo simulado, 0,026 (MAD = 0,001) no grupo macerado e 0,041 (MAD = 0,0007) no grupo picado ($p = 0,0004$). As diferenças persistiram às 6 e 12 semanas ($p = 0,0004$ e $p = 0,0002$, respectivamente). No

Tabela 1 Resumo estatístico de densitometria.

Variável	Semanas	Grupos	Mediana	MAD	Valor de p
BMC	3				0.00038150651248
		Simulado	0,002	0	
		Picado	0,009	0,0007413	
		Macerado	0,005	0	
BMC	6				0,00067991117923
		Simulado	0,0015	0,0007413	
		Picado	0,0055	0,0007413	
		Macerado	0,003	0	
BMC	12				0,00019298618864
		Simulado	0,003	0	
		Picado	0,015	0,0014826	
		Macerado	0,008	0,0014826	
BMD	3				0,00048367583690
		Simulado	0,0105	0,0014826	
		Picado	0,0415	0,0007413	
		Macerado	0,026	0,0014826	
BMD	6				0,00046850172588
		Simulado	0,0085	0,0007413	
		Picado	0,0315	0,0022239	
		Macerado	0,0185	0,0007413	
BMD	12				0,00020323763567
		Simulado	0,03	0,0014826	
		Picado	0,054	0,0014826	
		Macerado	0,04	0,0014826	

BMC, Conteúdo de massa óssea; BMD, conteúdo mineral ósseo, MAD, desvio absoluto da mediana.

grupo simulado, a BMD mediana foi de 0,0085 (MAD = 0,0007) e 0,03 (MAD = 0,001) às 6 e 12 semanas, respectivamente. No grupo macerado, a BMD mediana foi 0,0185 (MAD = 0,0007) e 0,04 (MAD = 0,001) e, no grupo picado, a BMD mediana foi 0,031 (MAD = 0,002) e 0,054 (MAD = 0,001) às 6 e 12 semanas, respectivamente (►**Fig. 8**). O teste post-hoc para comparação pareada demonstrou o incremento na regeneração óssea no grupo picado em comparação ao grupo simulado.

Analisamos os parâmetros nTC nos grupos experimentais. O BV e o BV/TV estimam o volume de osso regenerado na área do defeito ósseo crítico. Observamos uma regeneração óssea global significativa nos grupos picado e macerado em comparação ao grupo simulado ($p < 0.0001$) (►**Fig. 9**). O BV mediano do grupo simulado às 3, 6 e 12 semanas foi de 1,4 (MAD = 0,2), 3,1 (MAD = 0,35) e 3,3 (MAD = 0,6), respectivamente. No grupo macerado, o BV mediano às 3, 6 e 12 semanas foi de 1,3 (MAD = 0,6), 5,4 (MAD = 2,1) e 4,7 (MAD = 2,3) (►**Tabela 2**).

Analisamos a correlação entre a BMD e os parâmetros microestruturais obtidos por nTC e detectamos uma alta correlação positiva com BV, BV/TV e Tb.N (rho = 0,77, rho = 0,82 e rho = 0,81, respectivamente), e uma forte anticorrelação com a separação trabecular e a porosidade total (rho = -0,73 e rho = -0,82, respectivamente).

A análise biomecânica inferiu o comportamento da neoformação óssea sob testes de estresse. Medimos a força máxima, a deformação, a rigidez relativa e a resistência máxima à elasticidade de cada amostra de crânio. Observamos que os espécimes de crânio de ratos submetidos ao enxerto com osso picado foram significativamente mais resistentes ao estresse (►**Tabela 3**) ($p < 0,0001$ para todas as variáveis). A força máxima mediana geral (MAD), a deformação, a rigidez relativa e a resistência máxima à elasticidade no grupo picado foram de 36 (19,9), 2,6 (0,8), 12,5 (5,5) e 39,1 (20,5), respectivamente, em comparação a 10,1 (4), 1,39 (0,3), 6,8 (3) e 6,8 (2,8) no grupo simulado e 13,1 (9,2), 1,9 (1), 4,7 (3) e 14,6 (11) no grupo macerado (►**Fig. 10**).

Discussão

Os defeitos ósseos representam desafios relevantes para os ortopedistas.[1–4,19,20] Os tratamentos de defeitos ósseos críticos muitas vezes geram complicações.[4–6] Há também uma

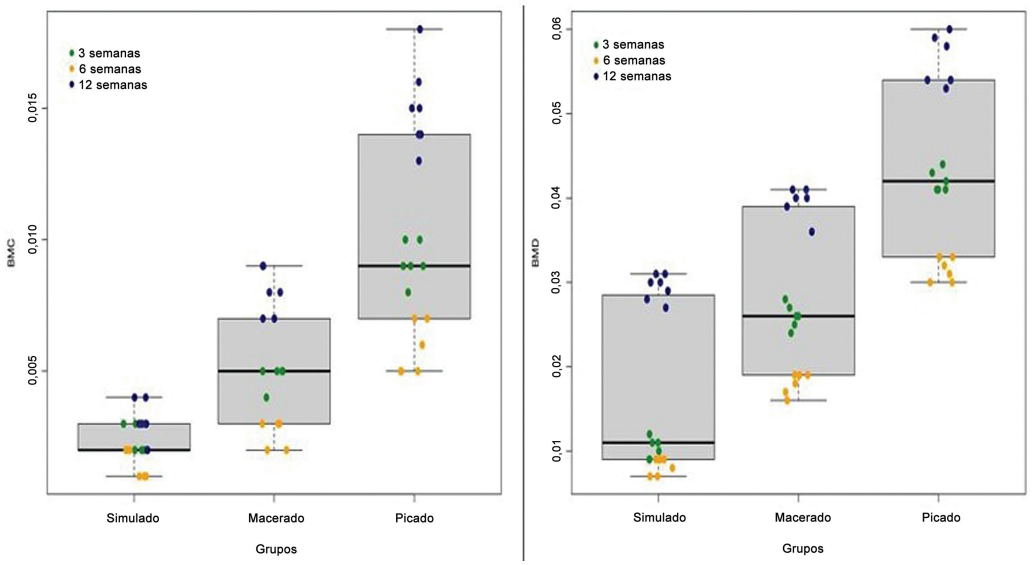


Fig. 8 Concentração mineral óssea (BMC) e densidade mineral óssea (BMD) por grupos e tempos.

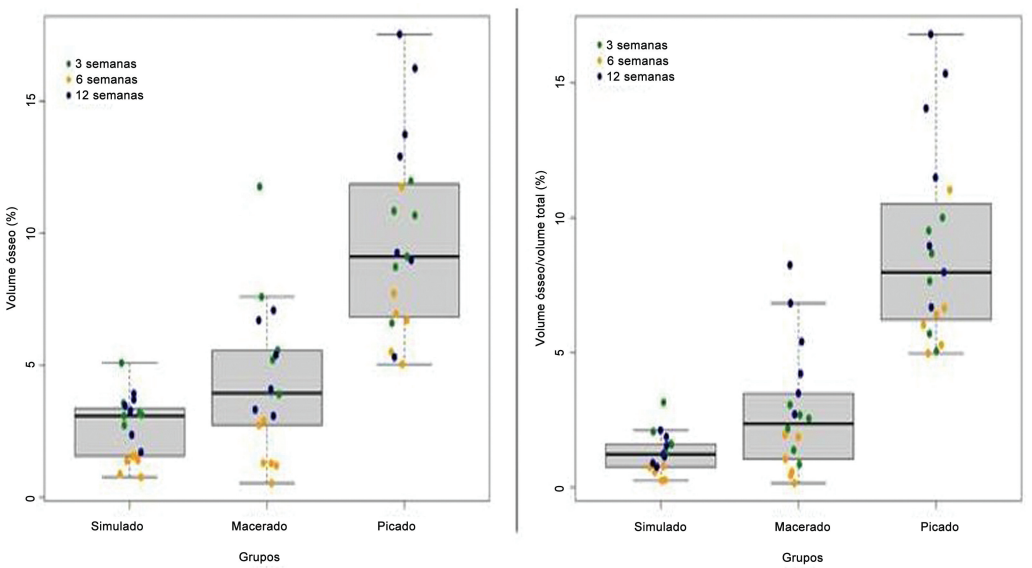


Fig. 9 Volume ósseo (BV) e volume ósseo por volume total (BV/TV).

associação com recuperação prolongada e diminuição da qualidade de vida.[21]

O sucesso do enxerto ósseo é limitado por muitos fatores, como a capacidade de remodelação do hospedeiro, o próprio material, a técnica cirúrgica[22] e até mesmo a forma de manuseio do enxerto.[23,24] O autoenxerto é o tratamento mais utilizado para defeitos ósseos, mas ainda não está claro qual técnica de preparo induz maior regeneração.[8,24,25] Está bem estabelecido que as dimensões do enxerto influenciam o resultado do tratamento[26–28]e o crânio já foi descrito como a área doadora,[29] mas, até onde sabemos, não houve um estudo comparando preparações de enxerto ósseo autólogo local macerado e picado.

Do ponto de vista macroscópico e clínico ao microestrutural, nossos dados demonstraram a maior eficiência da preparação do enxerto ósseo picado na indução da regeneração óssea.

Macroscopicamente, detectamos maior massa óssea (densidade e conteúdo) no grupo picado em comparação aos grupos simulado e macerado em todos os desfechos (3, 6 e 12 semanas após a cirurgia). Da mesma forma, nossos testes mecânicos também confirmaram a maior eficácia do enxerto ósseo picado na indução da regeneração óssea com propriedades mais fortes. Vale ressaltar que o grupo picado apresentou ossos recém-formados com maior força máxima, rigidez e deformação, exigindo cargas maiores antes da falha e demonstrando maior módulo de elasticidade. Histologicamente, nossa análise qualitativa sugere uma porcentagem muito maior de formação óssea tecida e preenchimento de defeitos ósseos críticos nas amostras do grupo picadas do que

Tabela 2 Resumo estatístico de nanotomografia

Variável	Semanas	Grupo	Mediana	Valor de p
BV	3			0,002338
		Simulado	3,166115	
		Picado	9,8977	
		Macerado	5,39414	
BV	6			0,0033992
		Simulado	1,39563	
		Picado	6,83119	
		Macerado	1,30313	
BV	12			0,0013393
		Simulado	3,29243	
		Picado	12,90203	
		Macerado	4,74866	
BV/TV	3			0,0030956
		Simulado	1,60475	
		Picado	8,1638	
		Macerado	2,360649	
BV/TV	6			0,0029369
		Simulado	0,622355	
		Picado	6,21231	
		Macerado	0,812585	
BV/TV	12			0,0003588
		Simulado	1,22118	
		Picado	11,49151	
		Macerado	4,80795	

BV, Volume ósseo; TV, volume total.

Tabela 3 Resumo estatístico de testes biomecânicos

Variável	Semanas	Grupo	Mediana	Valor de p
Resistência máxima	3			0,002338
		Simulado	8,375	
		Picado	34,54	
		Macerado	13,06	
Resistência máxima	6			0,006104
		Simulado	11	
		Picado	36,77	
		Macerado	10,92	
Resistência máxima	12			0,003498
		Simulado	10,56	
		Picado	35,99	
		Macerado	14,075	

(*Continued*)

Tabela 3 (*Continued*)

Variável	Semanas	Grupo	Mediana	Valor de p
Deformação	3			0,041776
		Simulado	1,44	
		Picado	2,415	
		Macerado	2,965	
Deformação	6			0,010158
		Simulado	1,32	
		Picado	2,565	
		Macerado	1,39	
Deformação	12			0,014718
		Simulado	1,13	
		Picado	2,64	
		Macerado	2,185	

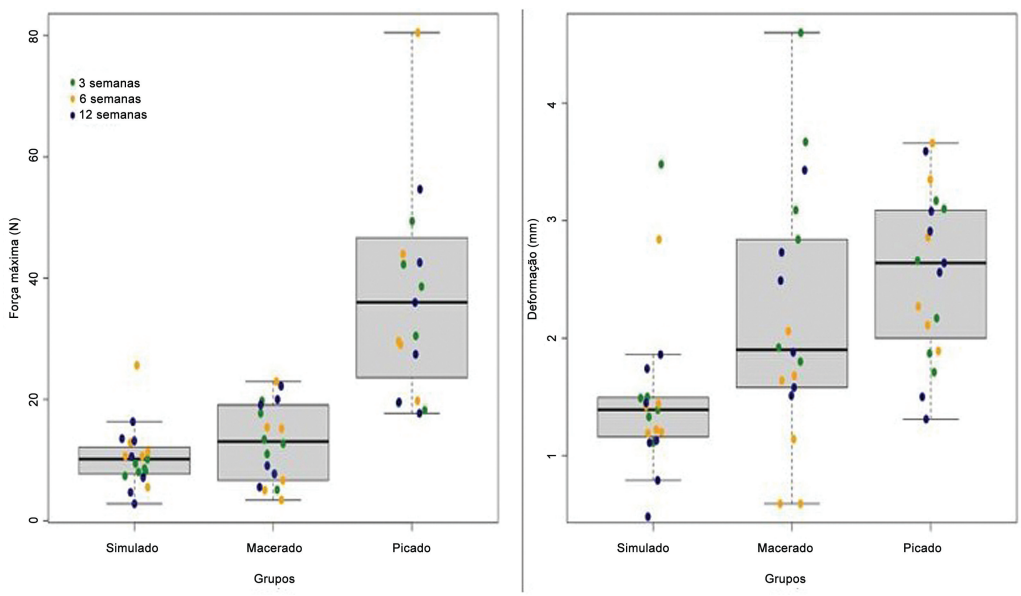


Fig. 10 Resistência máxima (N) e deformação (mm).

no grupo macerado, o que pode ser confirmado microscopicamente pela avaliação por nTC. O grupo picado exibiu um efeito osteogênico notável no aumento dos parâmetros relacionados à formação de volume ósseo e fração óssea, densidade de conectividade, espessura e número trabecular, além de diminuições nos parâmetros relacionados à reabsorção, como relação superfície/volume ósseo, índice de modelo de estrutura, separação trabecular e porosidade.

É importante destacar que modelos de defeito ósseo crítico no crânio de ratos podem ser usados para o estudo de regeneração óssea e biomateriais antes de considerar animais maiores ou futuras aplicações humanas.[30] O primeiro modelo de defeito ósseo no crânio de ratos foi descrito em 1973 por Freeman e Turnbull, mas realizado por Takagi e Urist somente em 1982. Confirmamos a eficácia do nosso modelo, pois não houve regeneração óssea espontânea no grupo simulado em qualquer desfecho.

Dentre as limitações do nosso estudo, podemos incluir a falta de elucidação dos mecanismos que levam a uma melhor regeneração óssea devido ao uso do enxerto ósseo picado. Embora não tenha sido o objetivo do nosso estudo, pesquisas futuras devem incluir avaliação molecular para expandir nossa capacidade crítica e a produção científica de dados, bem como direcionar terapias farmacológicas potentes para induzir ainda mais a regeneração. A comparação entre enxerto ósseo autólogo local, enxerto ósseo autólogo distante e substitutos ósseos adjuvantes deve ser mais investigada nos processos de cicatrização óssea para alcançar o melhor tratamento possível para defeitos ósseos críticos.

Conclusão

Este estudo evidenciou que diferentes técnicas para preparo e tratamento local de defeitos ósseos podem desempenhar um papel importante na indução da regeneração óssea. Utilizamos um modelo animal de defeito ósseo sem cicatrização espontânea durante todo o experimento. Por outro lado, nossos protocolos de enxerto ósseo autólogo local induziram regeneração óssea neste modelo animal. O enxerto ósseo picado gerou ossos recém-formados com maior massa, melhor microarquitetura e melhor integridade mecânica do que os ossos recém-formados após o enxerto ósseo macerado.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que este estudo não recebeu nenhum financiamento específico de agências de fomento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores declaram não ter conflitos de interesses.

Referências

1 Klüter T, Hassan R, Rasch A, et al. An *Ex Vivo* Bone Defect Model to Evaluate Bone Substitutes and Associated Bone Regeneration Processes. Tissue Eng Part C Methods 2020;26(01):56–65
2 Chiarlone F, Zanirato A, Cavagnaro L, Alessio-Mazzola M, Felli L, Burastero G. Acetabular custom-made implants for severe acetabular bone defect in revision total hip arthroplasty: a systematic review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg 2020;140(03):415–424
3 Gupta S, Teotia AK, Qayoom I, Shiekh PA, Andrabi SM, Kumar A. Periosteum-Mimicking Tissue-Engineered Composite for Treating Periosteum Damage in Critical-Sized Bone Defects. Biomacromolecules 2021;22(08):3237–3250
4 Park B, Liporace F, Marwin S. Managing Acetabular Defects in Total Hip Arthroplasty. Bull Hosp Jt Dis (2013) 2017;75(01):37–46
5 Nauth A, Schemitsch E, Norris B, Nollin Z, Watson JT. Critical-Size Bone Defects: Is There a Consensus for Diagnosis and Treatment? J Orthop Trauma 2018;32(Suppl 1):S7–S11
6 Padalhin A, Ventura R, Kim B, Sultana T, Park CM, Lee BT. Boosting osteogenic potential and bone regeneration by co-cultured cell derived extracellular matrix incorporated porous electrospun scaffold. J Biomater Sci Polym Ed 2021;32(06):779–798
7 Hofmann A, Gorbulev S, Guehring T, et al; CERTiFy Study Group. Autologous Iliac Bone Graft Compared with Biphasic Hydroxyapatite and Calcium Sulfate Cement for the Treatment of Bone Defects in Tibial Plateau Fractures: A Prospective, Randomized, Open-Label, Multicenter Study. J Bone Joint Surg Am 2020;102(03):179–193
8 Schmidt AH. Autologous bone graft: Is it still the gold standard? Injury 2021;52(Suppl 2):S18–S22
9 Busch A, Wegner A, Haversath M, Jäger M. Bone Substitutes in Orthopaedic Surgery: Current Status and Future Perspectives. Z Orthop Unfall 2021;159(03):304–313
10 Diallo AM, Rota S, Boissière M, et al. Osteoformation potential of an allogenic partially demineralized bone matrix in critical-size defects in the rat calvarium. Mater Sci Eng C 2021;127:112207
11 Taşdemir U, Kirtay M, Keleş A, Çil N, Abban G, Dodurga Y. Autogenous Tooth Bone Graft and Simvastatin Combination Effect on Bone Healing. J Craniofac Surg 2020;31(08):2350–2354
12 Spicer PP, Kretlow JD, Young S, Jansen JA, Kasper FK, Mikos AG. Evaluation of bone regeneration using the rat critical size calvarial defect. Nat Protoc 2012;7(10):1918–1929
13 Schemitsch EH. Size Matters: Defining Critical in Bone Defect Size!. J Orthop Trauma 2017;31(Suppl 5):S20–S22
14 Schmitz JP, Hollinger JO. The critical size defect as an experimental model for craniomandibulofacial nonunions. Clin Orthop Relat Res 1986;(205):299–308
15 Strauss FJ, Kuchler U, Kobatake R, Heimel P, Tangl S, Gruber R. Acid bone lysates reduce bone regeneration in rat calvaria defects. J Biomed Mater Res A 2021;109(05):659–665
16 Nettleton K, Luong D, Kleinfehn AP, Savariau L, Premanandan C, Becker ML. Molecular Mass-Dependent Resorption and Bone Regeneration of 3D Printed PPF Scaffolds in a Critical-Sized Rat Cranial Defect Model. Adv Healthc Mater 2019;8(17):e1900646
17 Luca RE, Giuliani A, Mănescu A, et al. Osteogenic Potential of Bovine Bone Graft in Combination with Laser Photobiomodulation: An Ex Vivo Demonstrative Study in Wistar Rats by Cross-Linked Studies Based on Synchrotron Microtomography and Histology. Int J Mol Sci 2020;21(03):778
18 Jiménez G, López-Ruiz E, Antich C, Chocarro-Wrona C, Marchal JA. Models of Disease. Adv Exp Med Biol 2018;1059:331–350
19 Sirveaux F. Reconstruction techniques after proximal humerus tumour resection. Orthop Traumatol Surg Res 2019;105(1S):S153–S164
20 Monir A, Mukaibo T, Abd El-Aal ABM, et al. Local administration of HMGB-1 promotes bone regeneration on the critical-sized mandibular defects in rabbits. Sci Rep 2021;11(01):8950
21 Iliaens J, Onsea J, Hoekstra H, Nijs S, Peetermans WE, Metsemakers WJ. Fracture-related infection in long bone fractures: A comprehensive analysis of the economic impact and influence on quality of life. Injury 2021;52(11):3344–3349
22 Rolvien T, Barbeck M, Wenisch S, Amling M, Krause M. Cellular Mechanisms Responsible for Success and Failure of Bone Substitute Materials. Int J Mol Sci 2018;19(10):2893
23 Bauer J, Liu RW, Kean TJ, Dennis JE, Petersilge W, Gilmore A. A comparison of five treatment protocols for contaminated bone grafts in reference to sterility and cell viability. J Bone Joint Surg Am 2011;93(05):439–444
24 Caballé-Serrano J, Sawada K, Schuldt Filho G, Bosshardt DD, Buser D, Gruber R. Bone Conditioned Medium: Preparation and Bioassay. J Vis Exp 2015;(101):e52707
25 Ashman O, Phillips AM. Treatment of non-unions with bone defects: which option and why? Injury 2013;44(Suppl 1):S43–S45
26 Martinez-Zelaya VR, Archilha NL, Calasans-Maia M, Farina M, Rossi AM. Trabecular architecture during the healing process of a tibial diaphysis defect. Acta Biomater 2021;120:181–193
27 Hallman M, Driscoll JA, Lubbe R, et al. Influence of Geometry and Architecture on the *In Vivo* Success of 3D-Printed Scaffolds for Spinal Fusion. Tissue Eng Part A 2021;27(1-2):26–36
28 Chan CK, Kumar TS, Liao S, Murugan R, Ngiam M, Ramakrishnan S. Biomimetic nanocomposites for bone graft applications. Nanomedicine (Lond) 2006;1(02):177–188
29 Strong EB, Moulthrop T. Calvarial bone graft harvest: a new technique. Otolaryngol Head Neck Surg 2000;123(05):547–552
30 Muschler GF, Raut VP, Patterson TE, Wenke JC, Hollinger JO. The design and use of animal models for translational research in bone tissue engineering and regenerative medicine. Tissue Eng Part B Rev 2010;16(01):123–145

Reconstrução dos ligamentos cruzados anterior e posterior com autoenxertos bilaterais dos isquiotibiais: Técnica e resultados funcionais

Bicruciate Reconstruction with Bilateral Hamstring Autografts: Technique and Functional Results

Bruno Aspirino Ciancio[1] Marina Mayumi Azuma[1,2] João Victor Medeiros De Cerqueira[2] Gustavo Kenzo Miyashita[1] Jorge Liozi Yamashita[1] Leonardo Addêo Ramos[1,2]

[1] Hospital Nipo Brasileiro, São Paulo, SP, Brasil
[2] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Endereço para correspondência Bruno Asprino Ciancio, MD, Av Lucas Siqueira Franco, 166, Jd Itaperi, Atibaia, SP, Brasil (e-mail: brunoasprino@hotmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e542–e548.

Resumo

Objetivo O objetivo deste estudo foi avaliar os resultados clínicos e funcionais da reconstrução simultânea do ligamento cruzado anterior (LCA) e ligamento cruzado posterior (LCP) com autoenxertos bilaterais de isquiotibiais. Nossa hipótese é que esta técnica de reconstrução gera menor morbidade e tem resultados semelhantes aos publicados na literatura anterior.

Métodos Dezoito pacientes com lesões em LCA e LCP foram selecionados e tratados por cirurgia artroscópica com tendões isquiotibiais autólogos em procedimento único. O tendão semitendinoso (ST) mais espesso e os dois tendões do músculo grácil (G) foram usados para a reconstrução do LCP com seis fios. O ST mais fino foi usado para reconstrução do LCA com três fios. A média de idade dos pacientes à cirurgia foi de 31 anos e o acompanhamento mínimo foi de 2 anos. A função do joelho operado foi avaliada de acordo com a escala de Lysholm. A lassidão anterior do joelho foi examinada com um artrômetro KT-1000. A lassidão posterior foi determinada por meio de radiografias de estresse.

Resultados Melhoras estatisticamente significativas foram observadas nas três medidas ($p < 0{,}001$). A função do joelho pelo escore de Lysholm aumentou de $43{,}8 \pm 4{,}1$ para $89{,}9 \pm 3{,}8$ após a cirurgia. A lassidão anterior média do joelho melhorou de $5{,}2 \pm 0{,}8$ mm para $2{,}4 \pm 0{,}5$ mm após a cirurgia. A translação posterior da tíbia em relação ao fêmur diminuiu de $10 \pm 3{,}4$ mm para $3 \pm 1{,}6$ mm no período pós-operatório. Nenhum paciente apresentou perda de movimento em extensão ou flexão do joelho.

Palavras-chave
- instabilidade articular
- ligamento cruzado anterior
- ligamento cruzado posterior
- luxação do joelho
- reconstrução do ligamento cruzado anterior
- reconstrução do ligamento cruzado posterior
- tendões dos músculos isquiotibiais

Trabalho desenvolvido no Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

recebido
17 de março de 2022
aceito
24 de janeiro de 2023

DOI https://doi.org/10.1055/s-0043-1770970.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Conclusão A reconstrução simultânea do LCA e do LCP com autoenxerto bilateral dos isquiotibiais é uma opção valiosa para obtenção de bons resultados funcionais e estabilidade ligamentar.

Abstract

Objective The purpose of this study was to evaluate the clinical and functional results of simultaneous reconstruction of the ACL and PCL with bilateral hamstring autografts. We hypothesized that this reconstruction technique results in less morbidity and has similar results to the ones published in the previous literature.

Methods Eighteen patients with bicruciate lesions were selected and treated by arthroscopic surgery with autologous hamstring tendons in a single-stage procedure. The thicker semitendinosus tendon (ST) and the two gracilis tendons (G) were used for a 6-strand PCL reconstruction. The thinner ST was used for a 3-strand ACL reconstruction. The average patient age at surgery was 31 years, and the minimum follow-up was 2 years. Function of the operated knee was evaluated according to the Lysholm scale. Anterior knee laxity was examined with a KT-1000 arthrometer. Posterior laxity was evaluated using stress radiographies.

Results Statistically significant improvements were found for all three measurements ($p < 0.001$). Knee function by the Lysholm score increased from 43.8 ± 4.1 to 89.9 ± 3.8 post-surgery. The average anterior knee laxity improved from $5.2 + -0.8$ mm initially to $2.4 + - 0.5$ mm post-surgery. The posterior translation of the tibia relative to the femur decreased from 10 ± 3.4 mm to 3 ± 1.6 mm post-surgery. No patient showed loss of motion in extension or knee flexion.

Conclusion The simultaneous bicruciate reconstruction with bilateral hamstring autograft is a valuable option to achieve good functional outcomes and ligamentous stability.

Keywords
- anterior cruciate ligament
- anterior cruciate ligament reconstruction
- hamstring tendon
- joint instability
- knee dislocation
- posterior cruciate ligament
- posterior cruciate ligament reconstruction

Introdução

Os ligamentos cruzados do joelho são o ligamento cruzado anterior (LCA) e o ligamento cruzado posterior (LCP). As lesões dos dois ligamentos, chamadas de lesões bicruzadas (LB), são raras e associadas à luxação do joelho.[1] A maioria dessas lesões é causada por mecanismos de alta energia, como acidentes automobilísticos e atropelamentos envolvendo animais.[2] As luxações do joelho também podem ser provocadas por mecanismos de baixa energia, como a hiperextensão em um trauma esportivo.

Embora o LCA tenha baixo potencial biológico de cicatrização, o LCP apresenta ambiente mais favorável à cicatrização por ser bem vascularizado, o que permite melhorar o processo regenerativo e restaurar sua estabilidade funcional.[3] Outras diferenças anatômicas entre o LCA e o LCP são aspectos morfológicos, como a largura e a espessura entre o LCP (13 mm) e o LCA (10 mm) íntegros, que podem estar associados a déficits funcionais após a LB.

A melhor escolha para o tratamento da LB ainda é incerta, mas os procedimentos cirúrgicos parecem proporcionar benefícios clínicos mais favoráveis.[4] Apesar da disponibilidade de várias opções cirúrgicas, há algumas controvérsias, como tempo até a cirurgia, realização em estágio único ou duplo, procedimento aberto ou artroscópico, túnel único ou duplo e a escolha do enxerto.

Diferentes tipos de enxerto podem ser considerados para a reconstrução simultânea do LCA e do LCP, como aloenxertos, autoenxertos, enxertos sintéticos ou qualquer combinação desses elementos. Não há consenso sobre o melhor tipo de enxerto.[5,6] No entanto, os autoenxertos têm sido recomendados para atletas de alta demanda e pacientes jovens. Enquanto isso, o autoenxerto de isquiotibiais ganhou popularidade para a reconstrução do LCA. O pequeno diâmetro do autoenxerto de isquiotibiais foi considerado um fator de risco para falência precoce após a reconstrução do LCA.[7] Um estudo com 20 pacientes com deficiência crônica de LCA e LCP submetidos à reconstrução artroscópica simultânea em estágio único revelou boa função da articulação do joelho após o período inicial de acompanhamento de 24 meses.[8]

Conduzimos este estudo usando o tendão semitendinoso (ST) mais delgado para enxerto de LCA com três fios e os dois tendões do músculo grácil (G) e o ST mais espesso para enxerto de LCP com seis fios para reconstrução artroscópica simultânea de LCA e LCP. Preferimos usar autoenxertos devido à ausência de fácil acesso a aloenxertos. O objetivo deste estudo foi avaliar os resultados clínicos e funcionais da reconstrução simultânea do LCA e LCP com autoenxertos bilaterais de isquiotibiais. Nossa hipótese é que esta técnica de reconstrução gera menor morbidade e tem resultados semelhantes aos publicados na literatura anterior.

Materiais e Métodos

Este estudo prospectivo foi realizado de maio de 2016 a maio de 2019 após aprovação do comitê de ética de nossa instituição. Nesse período, houve 166 casos de lesões multiligamentares do joelho. Destes, dezoito pacientes foram classificados com lesão bicruzada completa. Após o diagnóstico, todos os participantes usaram órteses não articuladas por 6 semanas e foram submetidos a um protocolo de reabilitação por pelo menos 3 meses para melhora funcional e ganho de amplitude de movimento.

O diagnóstico foi feito por um único cirurgião ortopédico experiente, especialista em joelho, e confirmado por ressonância magnética por um radiologista musculoesquelético também experiente. A avaliação ambulatorial pré-operatória consistiu em testes de instabilidade[9] e radiografias de estresse. Nas lesões de LCP, essas radiografias foram obtidas com o paciente ajoelhado sobre o membro acometido[10] para avaliação do deslocamento posterior da tíbia em relação ao fêmur. As lesões do LCP foram consideradas completas caso a distância da linha traçada paralelamente da cortical posterior da tíbia ao ponto mais posterior da linha de Blumensaat fosse maior ou igual a 8 mm.[11]

Os critérios de inclusão dos participantes foram lesão bicruzada completa e instabilidade funcional sintomática. Os critérios de exclusão foram fraturas associadas, presença de instabilidade periférica sintomática (confirmada por exame físico e radiografia de estresse), pacientes com contratura em flexão >10 graus e flexão <90 graus, presença de desvio angular no plano coronal e presença de osteoartrite do joelho com grau de Ahlbäch acima de 2.[12] Todos os pacientes incluídos concordaram em participar e autorizaram a publicação de fotografias cirúrgicas, caso necessário.

Os pacientes foram acompanhados por pelo menos 24 meses. A função do joelho foi avaliada pelo escore de Lysholm e o retorno às atividades esportivas. A estabilidade anterior foi analisada com artrômetro KT-1000. A translação posterior foi avaliada por radiografias de estresse antes e 24 meses após a cirurgia. Além disso, avaliamos a espessura do enxerto e as complicações relacionadas ao procedimento cirúrgico e pós-operatórias.

É importante notar que, ao calibrar o KT-1000, usamos o "*step off*" da linha do joelho contralateral como referência.

O procedimento começou com a artroscopia pelos portais anteromedial (AM) e anterolateral (AL). Um suporte de membro inferior foi usado para manter a fossa poplítea livre de compressão. O cirurgião confirmou a presença de lesão bicruzada completa. A integridade de ambos os ligamentos colaterais foi confirmada por meio de manobras dinâmicas.

Após a confirmação do diagnóstico, o cirurgião procedeu à coleta isquiotibial do ST e G bilateralmente. Para fazer um LCP mais espesso que o LCA, os dois enxertos foram preparados da seguinte forma: depois da medida, o tendão ST mais espesso e os dois tendões G foram separados e dobrados uma vez, formando um enxerto de seis fios para reconstrução do LCP (►**Fig. 1**); o ST remanescente foi dobrado duas vezes sobre si mesmo, deixando um enxerto de três fios para reconstrução do LCA (►**Fig. 2**).

A artroscopia prosseguiu para tratamento de possíveis lesões condrais e meniscais. Os pontos femorais anatômicos do LCA e LCP foram determinados em seus respectivos côndilos femorais e origens tibiais.[13,14] Sempre que possível, os pontos originais foram usados para posicionamento do túnel. Com a câmera colocada no portal AM, no fundo intercondilar e sob visualização direta, o portal posteromedial (PM) foi feito 2 cm acima da linha articular. Esta técnica permite a melhor visão do aspecto posterior da tíbia proximal.

O cirurgião perfurou os túneis do LCP e do LCA para trás para que o vazamento de soro fisiológico por eles não obstruísse a visão intra-articular por diminuição da pressão.

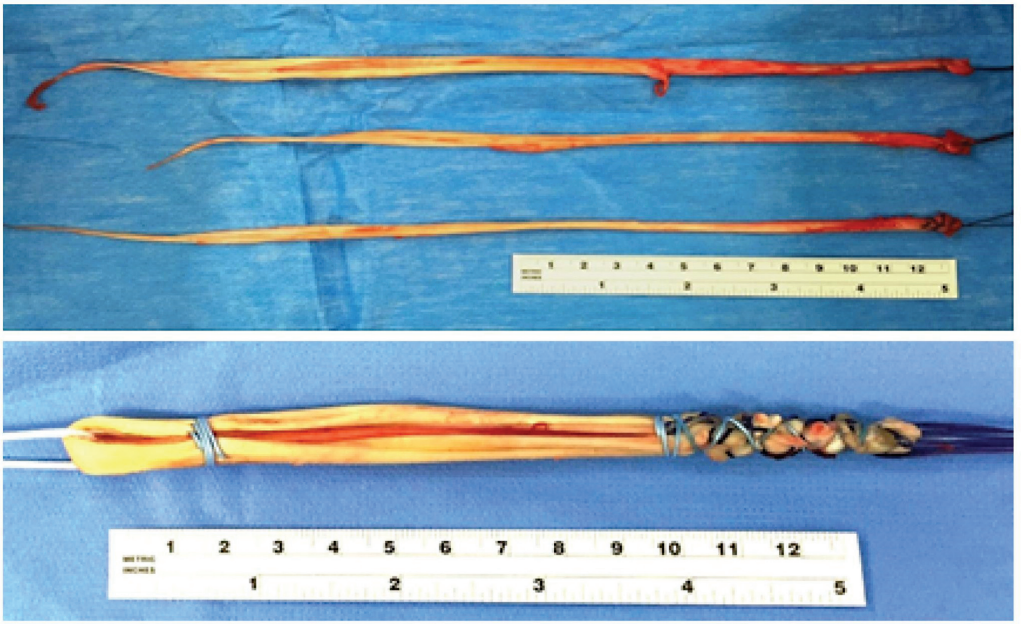


Fig. 1 Enxerto de ligamento cruzado posterior com seis fios e tendão semitendinoso mais espesso e dois tendões do músculo grácil.

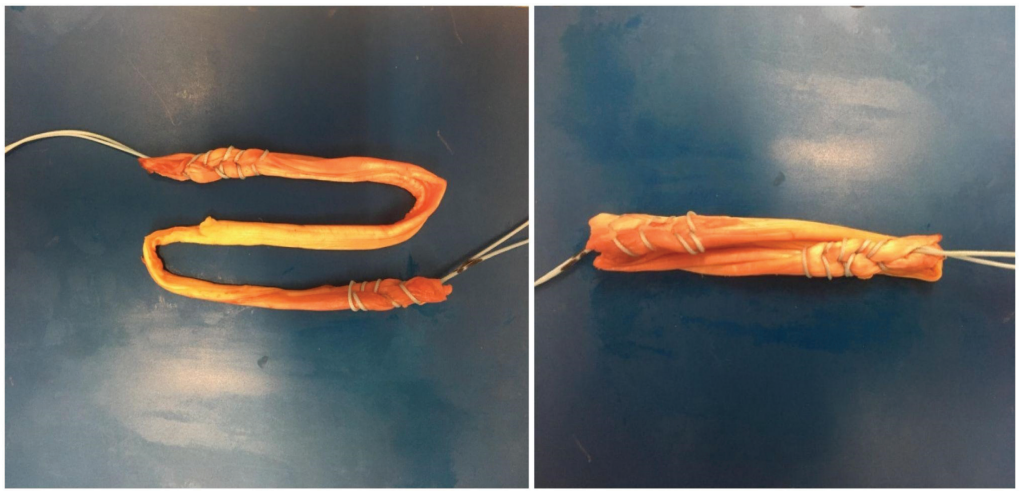


Fig. 2 Enxerto de ligamento cruzado com três fios e tendão semitendinoso mais delgado.

Com a câmera pelo portal PM e o guia tibial do LCP pelo portal AM, o túnel tibial foi perfurado com Flipcutter® (Arthrex), o que proporcionou maior segurança para as estruturas neurovasculares na fossa poplítea e eliminou a necessidade de perfuração de um maior diâmetro ou a possibilidade de migração do fio-guia no momento desse procedimento.

A câmera foi colocada no portal AL para perfuração do túnel femoral do LCA pelo portal AM. Para evitar que o túnel fosse muito curto (<30 mm), o joelho foi dobrado a 110 graus no momento da perfuração. Os portais foram novamente trocados para perfuração do túnel femoral do LCP pelo portal AL.

O cirurgião, então, procedeu ao túnel tibial do LCA.

Com os túneis prontos, o enxerto do LCP foi inicialmente elevado e fixado com parafuso de biointerferência (BIS) no fêmur. Em seguida, o enxerto do LCA foi elevado e fixado com RetroButton® (Arthrex) no fêmur.

A fixação final de cada enxerto na tíbia foi feita com um BIS: primeiro, no LCP, com o joelho a 70 graus de flexão e, depois, no LCA, com 20 graus de flexão. Antes da fixação dos parafusos, com o auxílio do polegar na linha articular, a redução do joelho foi verificada e mantida.

Todos os participantes foram submetidos ao mesmo manejo pós-operatório, ou seja, imobilização funcional por 6 semanas. Depois desse período, recomendou-se o ganho completo de amplitude de movimento. A carga parcial de peso começou após quatro semanas. O protocolo de reabilitação foi iniciado na segunda semana após a cirurgia e mantido por pelo menos 8 meses.

Aos 24 meses após a cirurgia, os resultados funcionais foram avaliados pela Escala de Pontuação do Joelho de Lysholm,[15] o artrômetro KT-1000 e radiografias de estresse.[16]

A análise estatística foi realizada pelo teste *t* pareado. O nível de significância de 0,05 foi adotado em todos os testes estatísticos. Todas as análises foram realizadas no *software* SPSS versão 18.0.

Resultados

A idade média desses 18 pacientes foi de 31 anos (variação: 17-49); 17 indivíduos eram do sexo masculino. Em relação ao mecanismo da lesão, 12 pacientes sofreram lesões em acidentes automobilísticos e seis, em práticas esportivas. Quatro relataram ser sedentários, enquanto 14 praticavam atividade física regular em diferentes níveis e modalidades (►**Tabela 1**). Dois pacientes (11%) perderam o movimento de flexão do joelho e um (5,5%) indivíduo apresentou dor anterior do joelho. Não houve complicações infecciosas. As espessuras médias dos enxertos de LCA e LCP foram de 7,55 e 8,5 mm, respectivamente (►**Tabela 1**). A análise estatística sugeriu melhoras significativas das seguintes variáveis: o escore de Lysholm (►**Tabela 2**), o deslocamento posterior da tíbia em radiografias de estresse (►**Tabela 3**) e a medida com artrômetro KT-1000 (►**Tabela 4**).

A escala de Lysholm analisou sintomas subjetivos. A média do escore Lysholm pré-operatório foi de 43,8 ± 4,1 (intervalo: 38–52). O escore médio de Lysholm pós-operatório foi de 89,9 ± 3,8 (intervalo: 82–98). Após o acompanhamento por dois anos, de acordo com essa escala, 16 de 18 (88%) pacientes apresentaram resultados excelentes e dois (12%) pacientes tiveram bons resultados. Observou-se melhora significativa no escore de Lysholm desde o pré-operatório até o último acompanhamento ($p < 0{,}001$) (►**Tabela 2**).

As radiografias de estresse avaliaram a função do LCP. O valor médio pré-operatório foi de 10 ± 3,4 mm (intervalo: 6–20). Após o acompanhamento de dois anos, esse valor caiu para 3 ± 1,6 mm (variação: 1–6), mostrando uma melhora significativa no deslocamento tibial posterior (►**Tabela 3**).

Embora os casos selecionados não apresentassem lesões periféricas sintomáticas, observamos valores de posteriorização tibial nas radiografias de estresse acima de 12 mm. Acreditamos que a lesão de outros restritores do joelho, como a cápsula posterior e os meniscos, possa ter contribuído para isso.

O exame com artrômetro KT-1000 mostrou que a diferença média da lassidão anteroposterior entre os dois lados foi de 5,2 ± 0,8 mm antes da cirurgia. Após dois anos de acompanhamento, essa diferença média caiu para 2,4 ± 0,5 mm (►**Tabela 4**).

Catorze pacientes declararam a realização regular de atividades esportivas antes da lesão (►**Tabela 1**). Após a cirurgia, oito (57%) conseguiram retornar às atividades

Tabela 1 Resultados individuais de cada participante do estudo

Número do paciente	Idade (anos)	Trauma	Esporte	Escore de Lysholm		Artrômetro KT-1000 (mm)		Radiografia de estresse (mm)		Espessura do enxerto (mm)	
				Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	LCA	LCP
01	36	E	Futebol	44	90	6	2,8	8	3	8	9
02	28	E	Futebol	44	90	4	2	10	3	7	8
03	27	A	Motocross	40	96	5	3	20	4	8	8
04	19	E	Judô	52	90	6	2	8	2	7	8
05	47	A	–	42	88	6	3	14	5	8	9
06	35	A	–	44	86	4	2	8	6	7	8
07	29	A	Futebol	42	86	6	3	10	6	8	8
08	42	A	–	40	82	6	3	8	2	8	9
09	29	E	Futebol	38	90	5	2,5	14	5	7	9
10	23	A	Futebol	40	90	6	2	12	4	8	10
11	46	A	Corrida	38	98	5	2	8	2	7	7
12	25	E	Skate	52	90	4	2	8	2	8	9
13	19	A	Motocross	48	88	5	2	6	2	7	9
14	30	A	Futebol	44	90	5	2,5	8	1	7	8
15	32	A	Futebol	44	84	6	2	10	1	8	9
16	29	E	Futebol	48	90	6	2	12	2	7	8
17	35	A	Corrida	44	92	4	2	8	3	8	9
18	26	E	–	44	86	5	3	8	1	8	8

Abreviaturas: A, lesão automotiva; E, lesão esportiva; LCA, ligamento cruzado anterior; LCP, ligamento cruzado posterior; pré, pré-operatório; pós, pós-operatório.

Tabela 2 Alterações no escore de Lysholm entre as avaliações pré-operatória e pós-operatória

Avaliação	Escore de Lysholm				
	Média	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Pré-operatória	43,8	4,1	44	38	52
Pós-operatória	89,2	3,8	90	82	98
Variação (pós-operatória-pré-operatória)	45,4	6,0	45	38	60
Teste *t* pareado	$p < 0,001$				

Tabela 3 Alterações no deslocamento posterior da tíbia à radiografia de estresse entre as avaliações pré-operatória e pós-operatória

Avaliação	Deslocamento posterior da tíbia à radiografia (mm)				
	Média	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Pré-operatória	10,0	3,4	8,0	6	20
Pós-operatória	3,0	1,6	2,5	1	6
Variação (pós-operatória-pré-operatória)	−7,0	3,0	−6,5	−16	−2
Teste *t* pareado	$p < 0,001$				

esportivas. Não foram considerados os níveis esportivos antes e depois da cirurgia.

Discussão

O achado mais importante neste estudo foi a melhora nos resultados funcionais após a reconstrução bicruzada com autoenxertos bilaterais de isquiotibiais. As lesões bicruzadas são raras e estão associadas à luxação do joelho. Alguns estudos mostram que a reconstrução cirúrgica primária tem resultados melhores do que o tratamento conservador no que diz respeito à estabilidade objetiva e ao movimento das articulações. A reconstrução simultânea do LCA e do LCP por meio de procedimentos abertos também foi relatada com bons resultados.[7–10] As técnicas anteriores usaram um ou dois estágios e diferentes tipos de enxertos.[5,6]

Tabela 4 Alterações na lassidão anterior do joelho medida por artrômetro KT-1000 entre as avaliações pré-operatória e pós-operatória

Avaliação	Lassidão anterior do joelho medida com artrômetro (mm)				
	Média	Desvio-padrão	Mediana	Mínimo	Máximo
Pré-operatória	5,2	0,8	5	4	6
Pós-operatória	2,4	0,5	2	2	3
Variação (pós-operatória-pré-operatória)	−2,8	0,8	−3	−4	−2
Teste *t* pareado	$p < 0,001$				

A literatura discute o melhor momento da cirurgia, bem como o número de procedimentos. Em uma revisão sistemática de lesões ligamentares múltiplas do joelho, Mook et al.[17] relataram que a cirurgia aguda está altamente associada a déficits de amplitude de movimento e que procedimentos em estágios podem gerar melhores resultados subjetivos e taxas menores de déficits de amplitude de movimento. Chuang et al.[18] descreveram um protocolo de reabilitação em um programa de três estágios com alcance da amplitude total de movimento depois de 12 semanas. Em seguida, foi realizada a reconstrução em um estágio do LCA e do LCP. Optou-se por procedimento em tempo único para melhor estabilização do joelho, reduzindo, assim, a chance de soltura ligamentar.

A questão dos feixes simples ou duplos também é discutida na reconstrução do LCA e do LCP. Embora a literatura tenha mostrado algumas evidências de que o feixe duplo tem resultados superiores em medidas objetivas de estabilidade do joelho, nenhum achado de função clínica mostrou diferenças significativas entre as duas reconstruções.[19] Em uma revisão sistemática recente, Shin et al.[20] não observaram diferenças clinicamente importantes entre a abordagem direta (*inlay*) transtibial e tibial para reconstrução do LCP. Fanelli et al.[21] relataram sua técnica de reconstrução artroscópica simultânea do LCA e LCP em 1996 e os resultados de acompanhamento de 2 a 10 anos em 2002.[22]

La Prade et al.[23] demonstraram que a reconstrução multiligamentar em estágio único, com reabilitação pós-operatória imediata, melhorou os resultados, inclusive a amplitude de movimento, com baixas taxas de complicações.

Em 2006, Zhao et al.[24] publicaram sua técnica de reconstrução em estágio único do LCA/LCP com tendões isquiotibiais autógenos. Estes autores utilizaram o tendão ST e o tendão G do membro inferior não acometido como enxerto de LCP de seis a oito fios e o ST do membro lesionado como enxerto de LCA de quatro fios. Seus resultados mostraram uma diferença entre os dois lados da medida de lassidão anterior por KT-1000 em 25 graus de flexão de 0 a 2 mm em oito pacientes, 3 a 5 mm em três pacientes e 7 mm em um paciente. O escore de Lysholm pós-operatório foi de $91,8 \pm 4,6$, semelhante ao observado em nosso estudo. Esta é a técnica mais próxima da nossa e teve resultados semelhantes. A principal diferença entre elas se referia ao preparo do enxerto.

Em 2015, Denti el al.[8] descreveram uma reconstrução artroscópica simultânea de LB comparando aloenxertos tendíneos e autoenxertos de osso-tibial patelar-osso em LCP e isquiotibiais em LCA. Esses autores relataram uma pontuação média de Lysholm de $93,9 \pm 3,9$ com o aloenxerto e $89,1 \pm 7,6$ com o autoenxerto. Não houve déficit significativo de força em nenhum dos grupos.

Inada e Piedade[25] publicaram, em 2021, uma análise retrospectiva de 25 pacientes tratados com uma técnica em dois estágios: *inlay* de LCP com tendão patelar e, três meses depois, reconstrução do LCA com tendões isquiotibiais. Estes autores relataram que 60% dos pacientes pontuaram zero ou + no teste de gaveta posterior, enquanto 40% pontuaram ++; 60% dos pacientes foram avaliados como bons/excelentes pela escala de Lysholm. Apenas um paciente atingiu o nível de atividade de Tegner pré-lesão. A duração da lesão teve influência negativa na limitação funcional.

Em nossa técnica, escolhemos o tendão isquiotibial devido à menor dor anterior no joelho, perda de extensão e morbidade no sítio doador.[26] Ao combiná-lo com um tendão grácil extra, conseguimos aumentar a espessura do enxerto para a reconstrução do LCP. A força máxima em um tendão ST/G quádruplo foi de cerca de 4.000 N em um estudo de Horner et al.[27] Enquanto um enxerto de quatro fios parece suficiente para a reconstrução do LCP, acreditamos que um enxerto de seis fios com grácil duplo extra, de maior espessura, produz um enxerto mais forte.

Como descrito nos artigos acima, diferentes enxertos geram resultados semelhantes. A escolha depende da preferência do cirurgião. Nos joelhos com lesões periféricas, optamos pelos isquiotibiais para reconstrução e enxertos para o mecanismo extensor do pivô central.

Moatshe et al.[28] conduziram um estudo biomecânico em 2018 e observaram melhores resultados tensionando primeiro o LCP, depois o LCA e, então, o canto posterolateral. Franciozi et al.[29] utilizaram um protocolo de tensionamento simultâneo na LB. Estes autores notaram melhor orientação tibiofemoral no grupo em que a fixação do LCA foi feita primeiro. Com base em nossas experiências e de outros autores[21,22,30] preferimos primeiro fixar o LCP em 70 graus de flexão, mantendo o joelho reduzido, e depois o LCA com 20 graus de flexão.

Em um estudo retrospectivo de reconstrução aberta completa em estágio único de lesões ligamentares complexas do joelho, Hirschmann et al.[31] constataram que 79% dos pacientes conseguiram retornar à prática esportiva anterior, mas apenas 33% atingiram o mesmo nível de atividade esportiva anterior à lesão. Acreditamos que os achados diferentes do nosso estudo se devam ao menor nível dos atletas avaliados, assumindo que os atletas de elite aderem a um protocolo de reabilitação mais intensivo.

Não houve infecção. Dois pacientes tiveram artrofibrose e foram submetidos à manipulação 3 meses após a cirurgia.

Um paciente apresentou trombose apesar do uso de anticoagulante e foi tratado com dose maior, com boa evolução.

As limitações deste estudo foram o pequeno número de pacientes, a ausência de um grupo controle e a falta de um segundo observador para avaliação dos resultados.

Conclusão

A reconstrução de LCA e LCP com autoenxerto bilateral dos isquiotibiais é uma opção valiosa para alcance de bons resultados funcionais e estabilidade articular.

Suporte Financeiro
Os autores declaram não ter recebido suporte financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflitos de interesse a declarar.

Referências

1 Shelbourne KD, Porter DA, Clingman JA, McCarroll JR, Rettig AC. Low-velocity knee dislocation. Orthop Rev 1991;20(11):995–1004
2 Kendall RW, Taylor DC, Salvian AJ, O'Brien PJ. The role of arteriography in assessing vascular injuries associated with dislocations of the knee. J Trauma 1993;35(06):875–878
3 Shelbourne KD, Clark M, Gray T. Minimum 10-year follow-up of patients after an acute, isolated posterior cruciate ligament injury treated nonoperatively. Am J Sports Med 2013;41(07):1526–1533
4 Richter M, Bosch U, Wippermann B, Hofmann A, Krettek C. Comparison of surgical repair or reconstruction of the cruciate ligaments versus nonsurgical treatment in patients with traumatic knee dislocations. Am J Sports Med 2002;30(05):718–727
5 Werner BC, Gwathmey FW Jr, Higgins ST, Hart JM, Miller MD. Ultralow velocity knee dislocations: patient characteristics, complications, and outcomes. Am J Sports Med 2014;42(02):358–363
6 Colosimo AJ, Carroll PF, Heidt RS Jr, Carlonas RL. Simultaneous ACL and PCL reconstruction. J Knee Surg 2003;16(04):191–196
7 Mariscalco MW, Flanigan DC, Mitchell J, et al. The influence of hamstring autograft size on patient-reported outcomes and risk of revision after anterior cruciate ligament reconstruction: a Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Cohort Study. Arthroscopy 2013;29(12):1948–1953
8 Denti M, Tornese D, Melegati G, Schonhuber H, Quaglia A, Volpi P. Combined chronic anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament reconstruction: functional and clinical results. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2015;23(10):2853–2858
9 Wijdicks CA, Griffith CJ, Johansen S, Engebretsen L, LaPrade RF. Injuries to the medial collateral ligament and associated medial structures of the knee. J Bone Joint Surg Am 2010;92(05):1266–1280
10 Jackman T, LaPrade RF, Pontinen T, Lender PA. Intraobserver and interobserver reliability of the kneeling technique of stress radiography for the evaluation of posterior knee laxity. Am J Sports Med 2008;36(08):1571–1576
11 Schulz MS, Steenlage ES, Russe K, Strobel MJ. Distribution of posterior tibial displacement in knees with posterior cruciate ligament tears. J Bone Joint Surg Am 2007;89(02):332–338
12 Ahlbäck S. Osteoarthrosis of the knee. A radiographic investigation. Acta Radiol Diagn (Stockh) 1968(Suppl 277):277, 7–72
13 Apsingi S, Bull AM, Deehan DJ, Amis AA. Review: femoral tunnel placement for PCL reconstruction in relation to the PCL fibre bundle attachments. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2009;17(06):652–659
14 Schillhammer CK, Reid JB III, Rister J, et al. Arthroscopy Up to Date: Anterior Cruciate Ligament Anatomy. Arthroscopy 2016;32(01):209–212
15 Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. Clin Orthop Relat Res 1985;(198):43–49
16 Margheritini F, Mancini L, Mauro CS, Mariani PP. Stress radiography for quantifying posterior cruciate ligament deficiency. Arthroscopy 2003;19(07):706–711
17 Mook WR, Miller MD, Diduch DR, Hertel J, Boachie-Adjei Y, Hart JM. Multiple-ligament knee injuries: a systematic review of the timing of operative intervention and postoperative rehabilitation. J Bone Joint Surg Am 2009;91(12):2946–2957
18 Chuang TY, Ho WP, Hsieh PH, Yu SW, Chen YJ, Chen CH. One-stage posterior cruciate ligament inlay reconstruction combining anterior cruciate ligament reconstruction following knee dislocation. Arthroscopy 2006;22(03):339.e1–339.e7
19 Zhang Y, Xu C, Dong S, Shen P, Su W, Zhao J. Systemic Review of Anatomic Single- Versus Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Does Femoral Tunnel Drilling Technique Matter? Arthroscopy 2016;32(09):1887–1904
20 Shin YS, Kim HJ, Lee DH. No Clinically Important Difference in Knee Scores or Instability Between Transtibial and Inlay Techniques for PCL Reconstruction: A Systematic Review. Clin Orthop Relat Res 2017;475(04):1239–1248
21 Fanelli GC, Giannotti BF, Edson CJ. Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy 1996;12(01):5–14
22 Fanelli GC, Edson CJ. Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the multiple ligament injured knee: 2- to 10-year follow-up. Arthroscopy 2002;18(07):703–714
23 LaPrade RF, Chahla J, DePhillipo NN, et al. Single-Stage Multiple-Ligament Knee Reconstructions for Sports-Related Injuries: Outcomes in 194 Patients. Am J Sports Med 2019;47(11):2563–2571
24 Zhao J, He Y, Wang J. Simultaneous arthroscopic reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments with autogenous hamstring tendons. Arthroscopy 2006;22(05):497–504
25 Inada MM, Piedade SR. Clinical outcomes after two-stage bicruciate knee ligament reconstruction. Acta Ortop Bras 2021;29(01):7–11
26 Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft. Arthroscopy 2005;21(07):791–803
27 Höher J, Scheffler S, Weiler A. Graft choice and graft fixation in PCL reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2003;11(05):297–306
28 Moatshe G, Chahla J, Brady AW, et al. The Influence of Graft Tensioning Sequence on Tibiofemoral Orientation During Bicruciate and Posterolateral Corner Knee Ligament Reconstruction: A Biomechanical Study. Am J Sports Med 2018;46(08):1863–1869
29 Franciozi CE, de Carvalho RT, Itami Y, et al. Bicruciate lesion biomechanics, Part 2-treatment using a simultaneous tensioning protocol: ACL fixation first is better than PCL fixation first to restore tibiofemoral orientation. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2019;27(09):2936–2944
30 Levy BA, Stuart MJ. Treatment of PCL, ACL, and lateral-side knee injuries: acute and chronic. J Knee Surg 2012;25(04):295–305
31 Hirschmann MT, Iranpour F, Müller W, Friederich NF. Surgical treatment of complex bicruciate knee ligament injuries in elite athletes: what long-term outcome can we expect? Am J Sports Med 2010;38(06):1103–1109

Análise do comportamento biomecânico de um modelo animal de configuração de enxerto de trança tripla de isquiotibiais para reconstrução combinada de LCA e LAL para túnel único femoral

Analysis of the Biomechanical Behavior of an Animal Model of Triple Hamstring Graft Configuration for Combined ACL and ALL Reconstruction with a Single Femoral Tunnel and a Single Strand for ALL Reconstruction

Maria Luzete Costa Cavalcante[1] Renata Clazzer[1] Camilo Partezani Helito[2]
Rodrigo Nogueira de Codes[3] Lana Lacerda de Lima[4] Diego Ariel de Lima[4]

[1] Departamento de Cirurgia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médico-Cirúrgicas, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE, Brasil
[2] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
[3] Departamento de Engenharia e Tecnologia, Centro de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil
[4] Departamento de Ciências da Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil

Endereço para correspondência Diego Ariel de Lima, MD, PhD, Departamento de Ciências da Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rua Francisco Mota 572, Pres. Costa e Silva, Mossoró, RN, CEP: 59625-900, Brasil (e-mail: arieldelima.diego@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e549–e555.

Resumo

Objetivo Descrever e testar biomecanicamente uma configuração, num modelo animal que simula o enxerto triplo de isquiotibiais para a reconstrução combinada do ligamento cruzado anterior (LCA) e do ligamento anterolateral (LAL), com apenas um túnel femoral e somente uma "perna" para a reconstrução do LAL.

Métodos Tendões flexores profundos de suínos foram utilizados como enxerto e fixados com parafusos de interferência de titânio num bloco de poliuretano. As amostras foram divididas em 3 grupos: grupo 1 (controle) – com enxerto quádruplo; grupo 2 – com enxerto triplo simples; e grupo 3–com enxerto triplo trançado. Os testes foram realizados com uma máquina universal de ensaios eletromecânica EMIC DL 10000 (Instron Brasil Equipamentos Científicos Ltda., São José dos Pinhais, PR, Brasil).

Resultados As amostras dos grupos 1, 2 e 3 alcançaram forças de pico médias de 816,28 ± 78,78 N, 506,95 ± 151,30 N e 723,16 ± 316,15 N, respetivamente. No Grupo

Palavras-chave
- articulação do joelho
- ligamento cruzado anterior
- ligamentos articular
- reconstrução do ligamento cruzado anterior

Trabalho desenvolvido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brasil.

recebido
14 de outubro de 2023
aceito
15 de janeiro de 2024
artigo publicado on-line
19 de maio de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1785664.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

3, o trançado aumentou o diâmetro do enxerto entre 9% e 14%, e causou um encurtamento de 4% a 8% em comparação ao grupo 1, com um aumento médio da força de pico de $\sim$ 200 N ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 3 com relação às forças de pico, o que indica que os enxertos quádruplos e triplos trançados apresentaram resultados de força semelhantes.

Conclusão A configuração do enxerto de isquiotibiais com trança tripla para a reconstrução combinada do LCA e do LAL com um só túnel femoral e uma só "perna" para a reconstrução do LAL pode se tornar uma solução biomecanicamente viável, com potencial aplicação clínica.

Abstract

Objective To describe and biomechanically test a configuration, in an animal model that simulates the triple hamstring graft for combined anterior cruciate ligament (ACL) and anterolateral ligament (ALL) reconstruction, with a single femoral tunnel and a single strand for ALL reconstruction.

Methods Deep flexor porcine tendons were used as the graft and fixed with titanium interference screws in a polyurethane block. The samples were divided into 3 groups: group 1 (control) – with a quadruple graft; group 2–with a simple triple graft; and group 3–with a braided triple graft. The tests were conducted using an EMIC DL 10000 (Instron Brasil Equipamentos Científicos Ltda., São José dos Pinhais, PR, Brazil) electromechanical universal testing machine.

Results The samples in groups 1, 2, and 3 obtained mean peak forces of 816.28 ± 78.78 N, 506.95 ± 151.30 N, and 723.16 ± 316.15 N, respectively. In Group 3, braiding increased graft diameter by 9% to 14%, and caused a shortening of 4% to 8% compared with group 1, with an average peak force increase of $\sim$ 200 N ($p < 0.05$). Regarding peak forces, there was no statistically significant difference between groups 1 and 3, indicating that quadruple and braided triple grafts showed similar strength results.

Conclusion The triple-braided hamstring graft configuration for combined ACL and ALL reconstruction with a single femoral tunnel and a single strand for ALL reconstruction may become a biomechanically viable solution, with potential clinical application.

Keywords

- anterior cruciate ligament
- anterior cruciate ligament reconstruction
- knee joint
- ligaments, articular

Introdução

A reconstrução combinada do ligamento cruzado anterior (LCA) e do ligamento anterolateral (LAL) do joelho tem mostrado excelentes resultados em grupos específicos de pacientes.[1–4] Essa reconstrução poderia reduzir a falha do enxerto e melhorar os resultados em pacientes de alto risco. Existem várias técnicas cirúrgicas descritas, sendo os enxertos de isquiotibiais quádruplo os mais utilizados para este tipo de reconstrução.[5]

Muitas técnicas têm sido descritas para a reconstrução combinada do LCA e do LAL,[6–13] e muitas delas utilizam apenas uma "perna" do tendão do músculo grácil (TG) para a reconstrução da LAL, e o restante, para o LCA.[14] No entanto, a utilização de somente uma "perna" do tendão do grácil para a reconstrução do LAL deixa apenas um enxerto "triplo" para a reconstrução do LCA, o que poderia torná-lo mais fraco, uma vez que seria mais fino. Estudos sobre reconstrução intra-articular isolada do LCA mostram que enxertos de isquiotibiais menores do que 8 mm podem ter um risco maior de falha, mas isso não é tão bem estabelecido quando combinado com reconstrução extra-articular. Helito et al.[15] mostraram que enxertos de 7 mm ou menos, quando combinados com reconstrução do LCA, podem ter resultados similares aos dos enxertos intra-articulares isolados de 8 mm ou mais. Em outras palavras, teoricamente, o cenário ideal seria criar um modelo/técnica que permitisse a reconstrução LAL e, ao mesmo tempo, proporcionasse um enxerto suficientemente espesso para a reconstrução do LCA.

Sendo assim, o objetivo deste estudo é descrever e testar biomecanicamente uma configuração, em um modelo animal que simula o enxerto de trança tripla de tendões dos isquiotibiais para a reconstrução combinada do LCA e da LAL, com apenas um túnel femoral e somente uma "perna" para a reconstrução da LAL (►**Figs. 1**–**2**). A nossa hipótese é a de que uma trança tripla proporciona um enxerto suficientemente espesso para a reconstrução do LCA, e deixa uma "perna" do TG "livre" para a reconstrução da LAL.

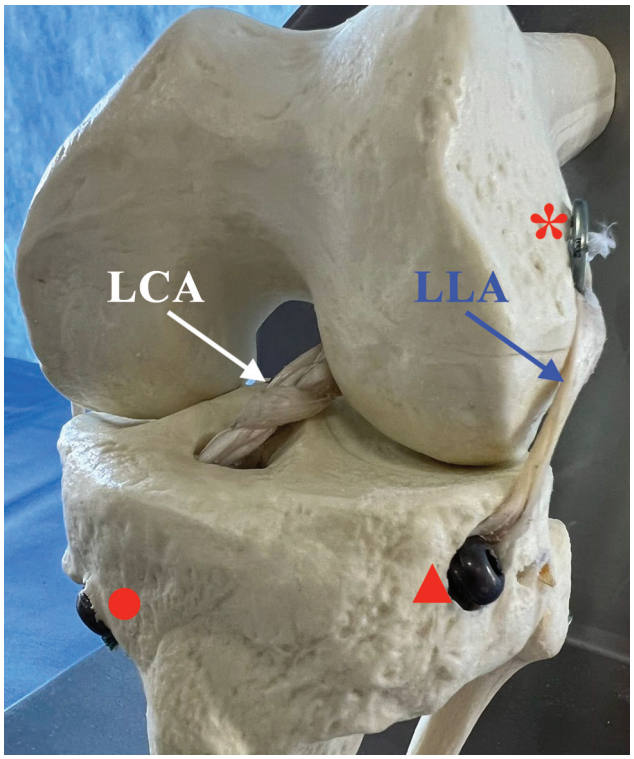


Fig. 1 Modelo demonstrativo da técnica de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) e do ligamento anterolateral (LAL) utilizando um enxerto de isquiotibiais triplamente trançado para o LCA e apenas uma "perna" para a reconstrução do LAL. * Endobutton (Smith & Nephew Ltd.) que fixa o enxerto triplamente trançado no túnel femoral; ▲ Parafuso de interferência que fixa a "perna" única do tendão do grácil para a reconstrução de LAL na sua inserção tibial entre o tubérculo de Gerdy e a cabeça da fíbula; • Parafuso de interferência que fixa o enxerto triplamente trançado no túnel tibial.

Materiais e métodos

Amostras de teste

Para preparar as amostras de teste, foi realizada uma simulação de cirurgia em que foi aberto um orifício no bloco de poliuretano, que representava o "túnel ósseo", para permitir a inserção do enxerto e fixá-lo com um parafuso de interferência, como ocorreria na prática.

De acordo com a norma brasileira (NBR) 15678:2020 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que regulamenta o material-padrão para o ensaio mecânico de implantes e instrumentais ortopédicos, foi aplicada uma espuma rígida de poliuretano unicelular com as seguintes características:

- Dimensões: 100 mm × 100 mm × 30 mm;
- Cor: marrom;
- Densidade: 40 libras por pé cúbico (lb/ft^3; – 0,96 g/cm^3);
- Orifício/túnel: comprimento de 30 mm no eixo central da superfície de 100 mm × 100 mm, em toda a altura do bloco, e um diâmetro igual ao do enxerto.

Enxerto

Semelhante ao que foi descrito no estudo biomecânico de Moré et al.,[16] utilizamos pernas de porco Landrace recentemente congeladas nas experiências. Os tendões foram colhidos em um matadouro. Ao todo, 8 patas foram armazenadas a −20°C e descongeladas 12 horas antes do ensaio. Cada tíbia foi dissecada e o tendão flexor profundo, com ∼ 8 mm de largura e 9 cm de comprimento, foi extraído para ser utilizado como enxerto.

Preparação da amostra

As amostras foram divididas em três grupos (►**Fig. 3**):

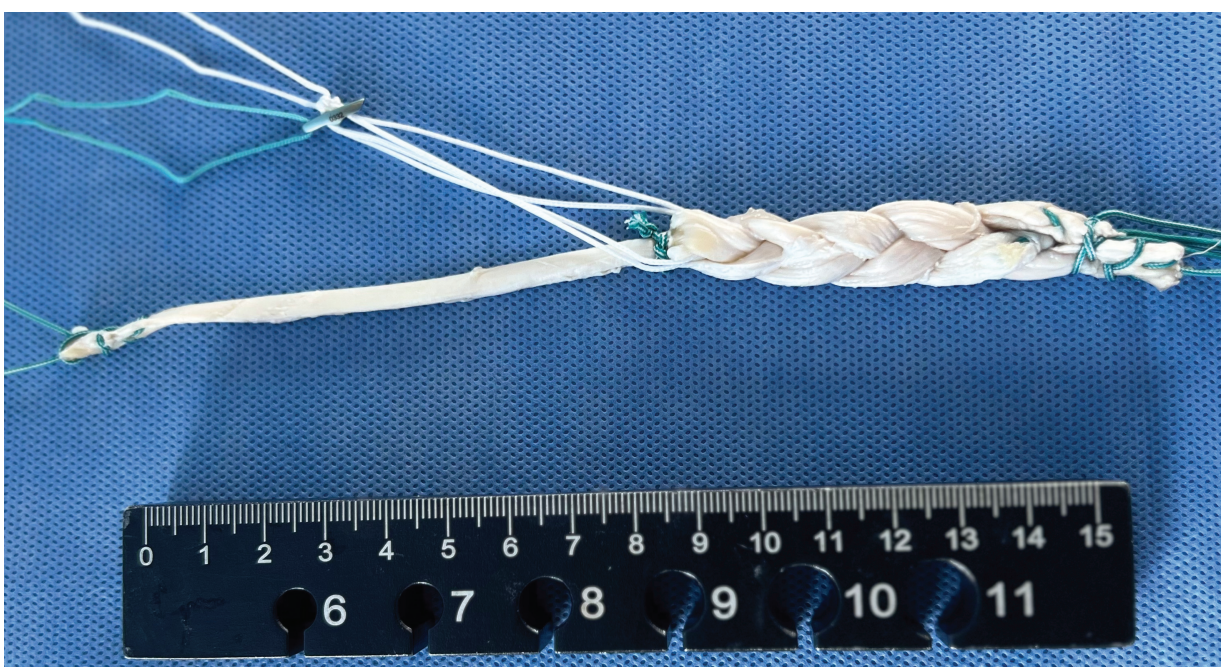


Fig. 2 Enxerto de isquiotibiais com trança tripla para o LCA somente com um fio para a reconstrução do LAL.

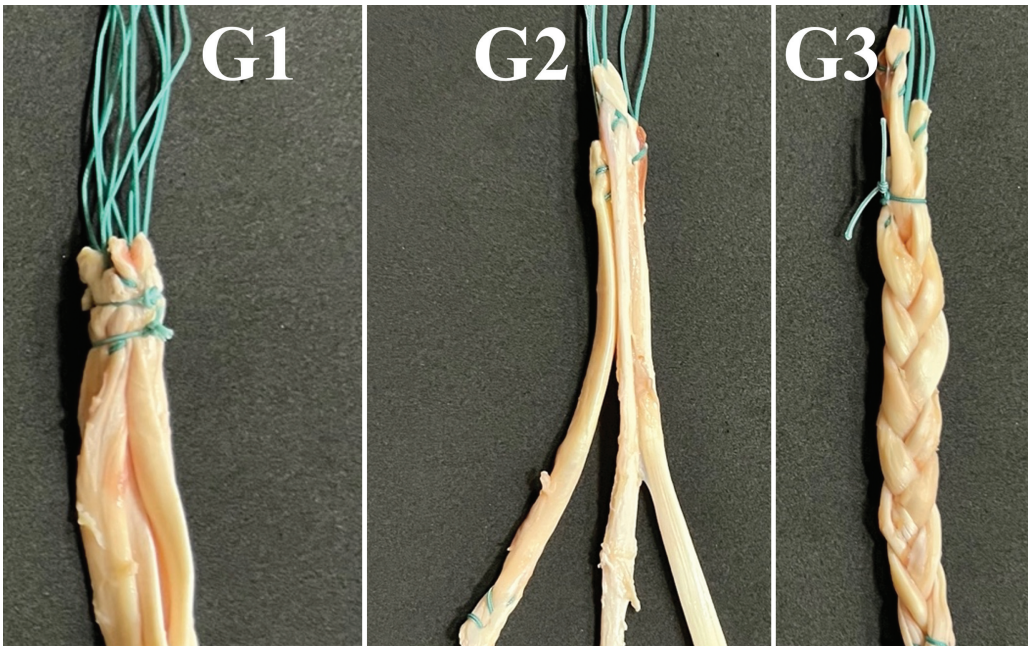


Fig. 3 As amostras foram divididas em três grupos: grupo 1–grupo de controle quádruplo; grupo 2–triplo simples; e grupo 3–trançado triplo.

- **Grupo 1–grupo de controle:** o enxerto foi unido de forma quádrupla e fixado nas suas extremidades aos blocos de poliuretano com parafusos de interferência (de liga de titânio ASTM F136, Traumédica Instrumentais e Implantes, Campinas, SP, Brasil); cada parafuso tinha comprimento de 30 mm e diâmetro igual ao do enxerto.
- **Grupo 2–triplo simples:** o enxerto foi unido de forma triplamente paralela e fixado em suas extremidades aos blocos de poliuretano com parafusos de interferência (de liga de titânio ASTM F136, Traumédica Instrumentais e Implantes); cada parafuso tinha comprimento de 30 mm e diâmetro igual ao do enxerto.
- **Grupo 3–trançado triplo:** o enxerto foi unido de forma tripla e trançado de forma "pura": (σ1σ2-1)3n, sendo n um número inteiro positivo, que significa a sequência de concatenações σ1σ2-1 σ1σ2-1 σ1σ2-1 repetida um número inteiro de vezes (►**Fig. 4**). A sequência básica (σ1σ2-1)3n pode ser correlacionada com permutações de pontos (p1, p2, p3) na seguinte ordem: (p1, p2, p3), (p2, p1, p3), (p2, p3, p1), (p3, p2, p1), (p3, p2, p1), (p3, p1, p2), (p1, p3, p2), e (p1, p2, p3).[17] O enxerto trançado foi fixado em suas extremidades aos blocos de poliuretano com parafusos de interferência (de liga de titânio ASTM F136, Traumédica Instrumentais e Implantes); cada parafuso tinha comprimento de 30 mm e diâmetro igual ao do enxerto.

O comprimento médio do enxerto foi de 9 cm, com 3 cm dentro de cada bloco e 3 cm "livres" entre os blocos. Os procedimentos de fixação foram realizados por um cirurgião ortopédico qualificado. Todos os blocos de poliuretano tinham um túnel com diâmetro igual ao do enxerto, que foi perfurado pelo cirurgião. O parafuso foi implantado com o auxílio de um fio de Kirschner para evitar divergência e falsa trajetória. No final, os corpos de prova apresentavam a seguinte configuração: parafuso – bloco – enxerto – bloco – parafuso.

Realização dos testes

Os testes foram realizados numa máquina eletromecânica de ensaios universais EMIC DL 10000 (Instron Brasil Equipamentos Científicos Ltda., São José dos Pinhais, PR, Brasil), utilizando a sua tração axial para determinar a eficácia da fixação do enxerto com parafusos de interferência e um computador para registar os dados obtidos.

Nos testes, o comprimento experimental da amostra foi correlacionado pela deformação (mm) em relação ao tempo (segundos), estipulado em 10 mm^{-2}/s, com tração aplicada até a ruptura do enxerto ou deslizamento do conjunto parafuso/enxerto.[18] Foram realizados nove testes para cada grupo.

Metodologia e análise de dados

As variáveis categóricas e numéricas foram tabuladas e analisadas no programa R (R Foundation for Statistical

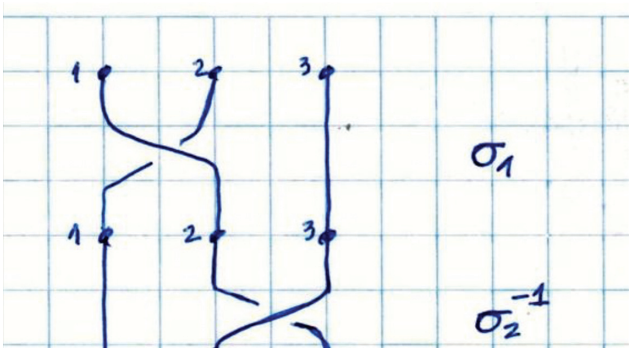


Fig. 4 Trançar de uma forma "pura".

Computing, Viena, Áustria) para Mac OS, que forneceu medidas de tendência central, valores de percentil e dispersão.

A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk. A homogeneidade das variáveis entre os grupos foi verificada por meio do teste de Levene. A comparação das médias dos grupos para rejeitar ou aceitar uma hipótese nula foi efetuada utilizando o teste *t*. A presença de *outliers* foi verificada através da construção de *boxplots*. A homocedasticidade foi testada por meio do desenvolvimento de um modelo de regressão linear entre as variantes.

As análises com intervalo de confiança de 95% (IC95%) e valor de *p* inferior a 0,05 foram consideradas estatisticamente significativas.

Resultados

Os dados obtidos nos testes incluíram o tempo (s), a deformação (mm) e a força (N) a que as amostras foram sujeitas. A partir desses dados, foram feitos gráficos da relação força (N)/deformação (mm) sofrida pelas amostras fixadas com os parafusos de titânio.

No grupo 1 (controle quádruplo), as amostras atingiram uma média de pico de força de 816,28 ± 78,78 N. A partir da progressão da deformação do enxerto, a força diminuiu até atingir a rutura do enxerto, com média de aproximadamente 41,30 ± 10,01 mm de deformação relativamente ao comprimento inicial.

No grupo 2 (triplo simples), as amostras atingiram uma média de pico de força de 506,95 ± 151,30 N. Na medida em que a deformação do enxerto avançava, a força foi diminuindo até atingir a ruptura do enxerto, com média de aproximadamente 36,28 ± 3,25 mm de deformação relativamente ao comprimento inicial.

No grupo 3 (trançado triplo), as amostras atingiram uma média de pico de força de 723,16 ± 316,15 N. Com o avanço da deformação do enxerto, a força diminuiu até atingir a ruptura do enxerto, com média de aproximadamente 52,38 ± 17,35 mm de deformação relativamente ao comprimento inicial.

Ao comparar o diâmetro e o comprimento dos grupos 2 e 3, a criação de uma trança num enxerto triplo aumentou o seu diâmetro em ∼9% a 14%. No entanto, houve encurtamento do enxerto em ∼4% a 8% do seu comprimento, com um aumento médio da força de pico de ∼200 N ($p < 0,05$), o que representa um aumento aproximado de 40%.

Em relação ao pico de força, o teste *t*t mostrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos 1 e 2 ($t = 3,1452$; $p = 0,03467$) (►**Fig. 5**). Nessa avaliação, obtivemos $p < 0,05$, o que significa rejeição da hipótese nula (H0) de que não há diferença entre os dois grupos. Em outras palavras, os enxertos quádruplos e triplos simples apresentaram picos de força diferentes neste estudo.

Ainda com relação ao pico de força, o teste *t* não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupo9s 1 e 3 ($t = 0,49722$; $p = 0,6451$) (►**Fig. 5**). Nessa avaliação, obtivemos $p > 0,05$, o que confirma a hipótese nula (H0) de que não há diferença entre os dois grupos.

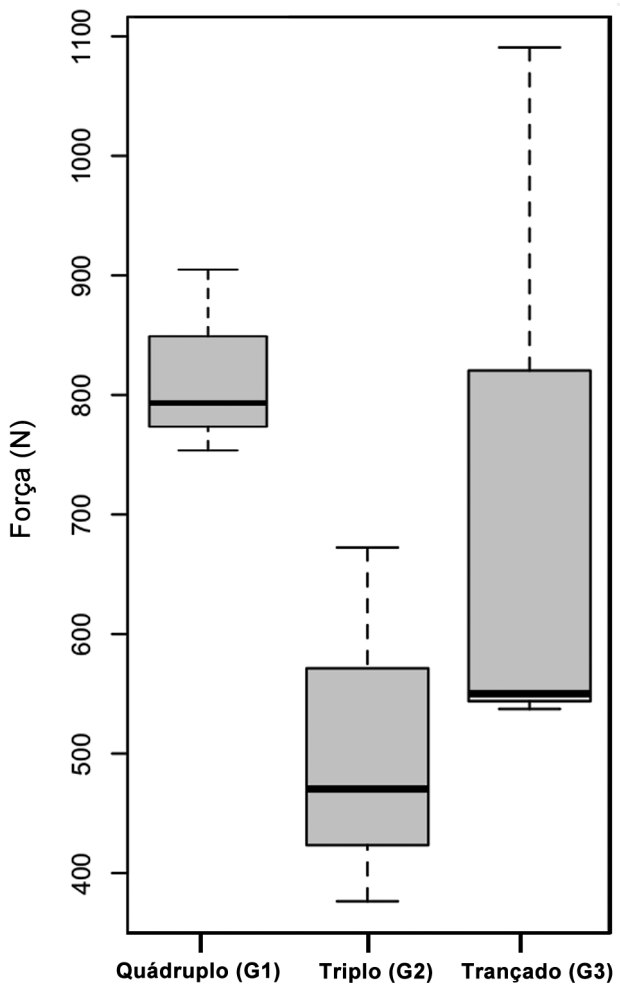


Fig. 5 Teste *t* relativo às forças de pico (N) do grupo 1 (controle quádruplo), grupo 2 (triplo simples) e grupo 3 (trançado triplo).

Neste estudo, portanto, os enxertos quádruplos e triplos trançados apresentaram picos de força semelhantes.

O parafuso de titânio proporcionou uma fixação segura do enxerto no bloco de poliuretano, sem qualquer deslizamento ou deformação aparente. Em todas as amostras, o teste culminou com a ruptura do enxerto.

Discussão

O achado principal do presente estudo demonstra que o enxerto triplo trançado pode ser uma alternativa biomecanicamente viável quando comparado ao enxerto quádruplo. Este estudo abre novas possibilidades para as reconstruções multiligamentares, em especial no que se refere às reconstruções combinadas do LCA e do LAL.

Em muitos centros, especialmente aqueles sem acesso a bancos de tecidos, um desafio significativo nas reconstruções ligamentares é a disponibilidade do enxerto. Com uma configuração trançada, um enxerto triplo pode ter uma resistência semelhante à de um enxerto quádruplo, e ainda ter centros médicos disponíveis para outra reconstrução, como a do LAL, por exemplo. Do ponto de vista técnico, o

trançado não é difícil, e requer apenas uma curta curva de aprendizagem.

Quando três fios paralelos são trançados, eles criam uma estrutura que é mais resistente e capaz de suportar uma variedade de forças e condições, sendo uma opção mais resistente do que os fios individuais. O trançado melhora características essenciais, como a distribuição da carga, a resistência à torção, o aumento da área de contato, a absorção do impacto e a flexibilidade. É frequentemente utilizado em cabos, cordas, e muitas outras situações em que a resistência é crucial.[17]

Quando os enxertos são trançados, a carga ou tensão exercida sobre eles é distribuída de forma mais uniforme ao longo da estrutura. Isto significa que cada enxerto suporta uma porção menor da carga total, o que reduz o risco de ruptura. O trançado cria uma estrutura mais resistente à torção e à flexão. Se somente um enxerto for dobrado ou torcido, ele pode quebrar mais facilmente. No entanto, quando os enxertos são trançados, eles se apoiam uns nos outros, o que torna a estrutura mais resistente a essas forças. Os enxertos trançados têm mais pontos de contato uns com os outros do que os fios paralelos simples, o que aumenta a área de superfície de contato entre eles, ajuda a distribuir a tensão de forma mais eficaz e reduz a probabilidade de ruptura. O trançado também permite que a estrutura absorva melhor os impactos. Quando aplicada uma força, os enxertos podem se mover dentro do trançado e dissipar a energia do impacto por toda a estrutura, em vez de concentrá-la em um só ponto.[19]

O trançado pode conferir um certo grau de flexibilidade à estrutura, o que possibilita a adaptação a diferentes condições e movimentos sem que ela se quebre, o que é especialmente útil em aplicações com movimento ou vibrações. É necessário, no entanto, observar este ponto com atenção. No presente estudo, não obtivemos uma diferença estatisticamente significativa em relação aos picos de força do grupo 1 (quádruplo) e do grupo 3 (triplo trançado). Por outro lado, a distribuição das forças de pico nas amostras do grupo 3 não foi tão uniforme, com alguns casos excedendo a do grupo 1, e outros, aproximando-se do Grupo 2. Como as tranças do grupo 3 foram feitas manualmente, não padronizamos o seu grau de aperto. Quanto mais firme for a trança, mais espesso será o enxerto, o que proporciona maior resistência e provoca um maior encurtamento do seu comprimento.[17,19]

A insuficiência do enxerto representa um dos principais fatores que determinam resultados adversos na reconstrução do LCA.[20] No entanto, não há evidências sólidas que demonstrem a superioridade dos enxertos autólogos em relação a outros tipos de enxerto. Cada variante de enxerto tem vantagens específicas e considerações específicas a serem consideradas. Os adeptos dos enxertos de tendões isquiotibiais relatam uma incidência menor de complicações na área doadora, mas uma maior fraqueza na extensão do quadril e na flexão máxima do joelho, bem como resultados variados em relação ao tamanho e ao comprimento do enxerto; por exemplo, o risco de insucesso aumenta com um enxerto de diâmetro inferior a 8 mm.[21] Em muitos casos, os únicos enxertos disponíveis são os de tendões dos isquiotibiais, e, dependendo do tipo de corpo do paciente, a espessura ideal de 8 mm pode não ser alcançada.[20,21]

Existem inúmeros estudos sobre técnicas de preparação de enxertos para a reconstrução do LCA. Conte et al.[21] sugerem que os enxertos com menos de 8 mm de diâmetro têm elevadas taxas de insucesso e, de acordo com Figueroa et al.,[22] um aumento do diâmetro do enxerto de apenas 0,5 mm pode levar a melhoras estatisticamente significativas no sucesso e na longevidade do enxerto.

Autores como Park et al.[23] e Samitier e Vinagre[24] relataram uma técnica que envolve o trançado de quatro fios de autoenxerto de isquiotibiais. Segundo os autores, trançar um autoenxerto de isquiotibiais de 4 fios pode aumentar o diâmetro do enxerto em cerca de 1 mm a 1,5 mm, mas isso pode resultar em um encurtamento de $\sim$ 5 mm a 10 mm. Portanto, a técnica não é recomendada para enxertos muito curtos.

Outras vantagens teóricas da técnica de trançado do autoenxerto de isquiotibiais incluem a obtenção de uma tira de enxerto uniforme, que parece imitar a forma nativa do LCA e replicar o seu comportamento mecânico,[25] e também compensa a viscoelasticidade intrínseca associada aos enxertos de tecidos moles, o que minimiza o estiramento pós-reconstrução e pode levar à frouxidão e a novas rupturas.[24]

Em relação às técnicas de reconstrução do LCA e do LAL, Helito et al.[14] utilizaram um enxerto quádruplo, triplo do tendão do músculo semitendíneo (TS) e uma "perna" do tendão do músculo grácil para o LCA, e apenas uma única "perna" do TG para o LAL; a fixação tibial foi realizada com âncoras. Sonnery-Cottet et al.[26] utilizaram um enxerto triplo de TS para o LCA e um enxerto duplo de TG para o LAL, com dois túneis tibiais para a reconstrução do LAL.

Ferreira et al.[11] utilizaram um método de preparação do enxerto que cria um efeito de suspensão semelhante ao do Endobutton (Smith & Nephew Ltd., Londres, Reino Unido), ao adicionar uma sutura para reforçar a união e incluir um parafuso de interferência. Isso permite que a extremidade do enxerto do TS permaneça próxima ao ponto articular femoral, não necessitando ocupar todo o túnel, que será preenchido pelo enxerto do TG, o que facilita o procedimento para enxertos curtos. Essa técnica é semelhante à descrita neste estudo, com exceção da trança tripla.

Por isso, é essencial dominar várias técnicas de preparação do enxerto para obter um enxerto individualizado com o diâmetro e comprimento adequados à anatomia, altura e exigências físicas do paciente. A técnica de autoenxerto de isquiotibiais com trança tripla é uma configuração de enxerto confiável, relativamente fácil de preparar e reproduzível, que resulta em um enxerto de isquiotibiais mais forte e uniforme.

Limitações

A maior limitação deste estudo foi a escolha do enxerto para o teste. Devido à facilidade de obtenção, utilizamos um tecido animal como enxerto. No entanto, os enxertos de porco não têm a mesma resistência do que os enxertos humanos jovens. Dessa forma, não foi possível testar a capacidade total do complexo parafuso-poliuretano-enxerto. A metodologia seguida na realização deste estudo é um modelo útil para pesquisas futuras. Outra limitação foi o fato de as tranças terem sido feitas manualmente, o que significa que não houve uma padronização

do grau de aperto das tranças. Apesar dessas limitações, os nossos resultados são consistentes com os obtidos em outros estudos semelhantes. Em geral, os resultados indicam que a configuração proposta proporciona um desempenho biomecânico aceitável. No entanto, é preciso realizar outras investigações para determinar a relevância clínica dos resultados.

Conclusão

A configuração do enxerto de isquiotibiais com trança tripla para a reconstrução combinada do LCA e do LAL com apenas um túnel femoral e somente uma "perna" para a reconstrução do LAL pode se tornar uma solução mecanicamente viável, com potencial aplicação clínica.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que não receberam financiamento de agências dos setores público, privado ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflitos de interesses a declarar.

Referências

1 Daggett M, Helito C, Cullen M, et al. O Ligamento Anterolateral: Um estudo anatômico sobre diferenças baseadas no sexo. Orthop J Sports Med 2017;5(02):2325967116689387
2 Hussein M, van Eck CF, Cretnik A, Dinevski D, Fu FH. Cirurgia individualizada do ligamento cruzado anterior: um estudo prospetivo comparando a reconstrução anatômica de feixe único e duplo. Am J Sports Med 2012;40(08):1781–1788
3 Ariel de Lima D, Helito CP, Lima FRA, Leite JAD. Indicações cirúrgicas para reconstrução do ligamento cruzado anterior combinada com tenodese lateral extra-articular ou reconstrução do ligamento anterolateral. Rev Bras Ortop 2018;53(06):661–667
4 Ariel de Lima D, de Lima LL, de Souza NGR, et al. Resultados clínicos da reconstrução combinada do ligamento cruzado anterior e do ligamento anterolateral: uma revisão sistemática e meta-análise. Knee Surg Relat Res 2021;33(01):33
5 Helito CP, Guimarães TM, Sobrado MF. Preparação do enxerto para reconstrução combinada de ACL e ALL com um único túnel femoral. Video J Sports Med 2021;1(3):26350254211004597
6 Stuyts B, Van den Eeden E, Victor J. Uma nova técnica reconstrutiva do ligamento anterolateral com tira de banda iliotibial. Open Orthop J 2017;11:321–326
7 Chahla J, Menge TJ, Mitchell JJ, Dean CS, LaPrade RF. Técnica de Reconstrução do Ligamento Anterolateral: Uma abordagem baseada em anatomia. Arthrosc Tech 2016;5(03):e453–e457
8 Jankovic S, Vrgoc G, Vuletic F, Ivkovic A. Técnica modificada para reconstrução combinada do ligamento cruzado anterior e do ligamento anterolateral. Arthrosc Tech 2021;10(02):e599–e604
9 Mesnier T, Cavaignac M, Marot V, Reina N, Cavaignac E. Reconstrução do ligamento anterolateral do joelho com âncora macia sem nós: A fixação rasa evita a convergência do túnel. Arthrosc Tech 2022;11(04):e511–e516
10 Helito CP, Sobrado MF, Giglio PN, et al. A reconstrução combinada do ligamento anterolateral em pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior e hiperlaxidade ligamentar leva a uma melhor estabilidade clínica e a uma menor taxa de falha do que a reconstrução isolada do ligamento cruzado anterior. Arthroscopy 2019;35(09):2648–2654
11 Ferreira MdeC, Zidan FF, Miduati FB, Fortuna CC, Mizutani BM, Abdalla RJ. Reconstrução do ligamento cruzado anterior e do ligamento anterolateral utilizando isquiotibiais interligados - nota técnica. Rev Bras Ortop 2016;51(04):466–470
12 Saithna A, Daggett M, Helito CP, et al. Resultados Clínicos da Reconstrução Combinada do LCA e do Ligamento Anterolateral: Uma Revisão Narrativa do Grupo de Estudo SANTI. J Knee Surg 2021;34(09):962–970
13 Morin V, Buisson L, Pinaroli A, Estour G, Cohen Bacry M, Horteur C. Reconstrução Combinada do Ligamento Cruzado Anterior e do Ligamento Anterolateral em Pacientes Pediátricos: Técnica cirúrgica. Arthrosc Tech 2022;11(07):e1359–e1365
14 Helito CP, Bonadio MB, Gobbi RG, et al. Reconstrução Combinada Intra e Extra-articular do Ligamento Cruzado Anterior: A Reconstrução do Ligamento Anterolateral do Joelho. Arthrosc Tech 2015;4(03):e239–e244
15 Helito CP, da Silva AGM, Sobrado MF, Guimarães TM, Gobbi RG, Pécora JR. Enxerto de tendão de isquiotibiais pequeno para reconstrução do ligamento cruzado anterior combinado com reconstrução do ligamento anterolateral resulta na mesma taxa de falha que a reconstrução do enxerto de tendão de isquiotibiais maior sozinho. Arthroscopy 2023;39(07):1671–1679
16 Moré ADO, Pizzolatti ALA, Fancello EA, Salmoria GV, De Mello Roesler CR. Deslizamento do tendão do enxerto com parafusos de interferência metálicos e bioabsorvíveis sob carga cíclica: Um estudo biomecânico em modelo porcino. Res Biomed Eng 2015;31(01):56–61
17 Uribe OEO. Grupos de tranças Brunnianas e grupos de homotopia da esfera S2 [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2013
18 de Oliveira JP, Santos ALB, Helito CP, Codes RN, Ariel de Lima D, Lima DA. Análise do Comportamento Mecânico da Fixação de Enxerto Porcino em Bloco de Poliuretano Utilizando Parafuso de Interferência de PLA Impresso em 3D. Rev Bras Ortop 2023;58(04):e604–e610
19 Yang CN, Ge ML. Braid groupKnot theory, and statistical mechanics II. Singapura: World Scientific; 1994. (Série Avançada em Física Matemática, 17)
20 Costa GG, Perelli S, Grassi A, Russo A, Zaffagnini S, Monllau JC. Minimizando o risco de falha do enxerto após a reconstrução do ligamento cruzado anterior em atletas. Uma revisão narrativa das evidências atuais. J Exp Orthop 2022;9(01):26
21 Conte EJ, Hyatt AE, Gatt CJ Jr, Dhawan A. O tamanho do autoenxerto de isquiotibiais pode ser previsto e é um fator de risco potencial para falha na reconstrução do ligamento cruzado anterior. Arthroscopy 2014;30(07):882–890
22 Figueroa F, Figueroa D, Espregueira-Mendes J. Importância do tamanho do autoenxerto de isquiotibiais na cirurgia de reparo do ligamento cruzado anterior. EFORT Open Rev 2018;3(03):93–97
23 Park HY, Gardner B, Kim JY, et al. Técnica de trança de diamante de quatro cordões de Hamstring para reconstrução do ligamento cruzado anterior. Arthrosc Tech 2021;10(04):e1173–e1177
24 Samitier G, Vinagre G. Técnica de enxerto de trança de isquiotibiais para reconstrução do ligamento cruzado anterior. Arthrosc Tech 2019;8(08):e815–e820
25 Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Ciszkowska-Łysoń B, Siebold R. Aparência semelhante a uma fita das fibras da substância média do ligamento cruzado anterior perto de seu local de inserção femoral: um estudo cadavérico incluindo 111 joelhos. Joelho Surg Sports Traumatol Arthrosc 2015;23(11):3143–3150
26 Sonnery-Cottet B, Thaunat M, Freychet B, Pupim BH, Murphy CG, Claes S. Resultado de uma técnica combinada de reconstrução do ligamento cruzado anterior e do ligamento anterolateral com um acompanhamento mínimo de 2 anos. Am J Sports Med 2015;43(07):1598–1605

Avaliação do comportamento mecânico dos tendões patelar e semitendinoso utilizando a elastografia por ondas de cisalhamento (SSI) e testes de tração

Evaluation of the Mechanical Behavior of the Patellar and Semitendinosus Tendons Using Supersonic Shear-wave Imaging (SSI) Elastography and Tensile Tests

André Fontenelle[1] Pietro Mannarino[2] Liliam Fernandes de Oliveira[3]
Luciano Luporini Menegaldo[3] Sérgio Augusto Lopes de Souza[4] César Rubens da Costa Fontenelle[1]

[1] Serviço de Traumato-Ortopedia, Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
[2] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
[3] Programa de Engenharia Biomédica, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
[4] Departamento de Radiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Endereço para correspondência André Fontenelle, MD, Rua Professor Rodolpho Paulo Rocco 255, Cidade Universitária, 21941-617, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
(e-mail: andrefontenelle97@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e556–e563.

Resumo

Objetivo Analisar as propriedades mecânicas dos tendões patelar (TP) e semitendinoso (ST) obtidos de cadáveres humanos congelados enquanto ainda frescos, provenientes de banco de tecidos, utilizando elastografia por ondas de cisalhamento (*supersonic shearwave imaging*, SSI, em inglês) e testes de tração.

Métodos Sete amostras de TP e cinco de ST foram testadas em máquina de tração e simultaneamente avaliadas por SSI. As medidas geradas possibilitaram comparar o comportamento mecânico dos tendões por curva *stress* x *strain* e módulo de cisalhamento (μ) em repouso. Também foi analisada a relação *stress* x μ sob tensão, e testada a relação entre esses parâmetros. Os resultados foram submetidos a análise estatística pelos testes *t* não-pareado com correção de Welch, correlação de Pearson e regressão linear para estimativa do módulo de Young (E).

Resultados O μ dos TP e ST em repouso foi, respectivamente, de 58,86 ± 5,226 kPa e 124,3 ± 7,231 kPa, com diferença estatisticamente significativa. O coeficiente de correlação entre *stress* e μ dos TP e ST foi classificado como muito forte. O E calculado

Palavras-chave
- módulo de Young
- técnicas de imagem por elasticidade
- tendão patelar

Trabalho desenvolvido no Serviço de Traumato-Ortopedia do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

recebido
20 de novembro de 2023
aceito
18 de março de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1788290.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

dos TP e ST foi, respectivamente, de 19,97 kPa e 124,8 kPa, com diferença estatisticamente significativa.
Conclusão O ST foi mais rígido do que o TP nos testes de tração e nas avaliações por SSI. O μ esteve diretamente relacionado com o *stress* a que o tendão é submetido.
Relevância clínica Avaliar as propriedades mecânicas dos tendões mais utilizados como enxerto nas cirurgias de reconstrução ligamentar do joelho.

Abstract

Objective To analyze the mechanical properties of the patellar (PT) and semitendinosus (ST) tendons from fresh-frozen human cadavers from a tissue bank using supersonic shear-wave imaging (SSI) elastography and tensile tests.
Methods We tested seven PT and five ST samples on a traction machine and performed their simultaneous assessment through SSI. The measurements enabled the comparison of the mechanical behavior of the tendons using the stress x strain curve and shear modulus (μ) at rest. In addition, we analyzed the stress x μ relationship under tension and tested the relationship between these parameters. The statistical analysis of the results used unpaired *t*-tests with Welch correction, the Pearson correlation, and linear regression for the Young modulus (E) estimation.
Results The μ values for the PT and ST at rest were of 58.86 ± 5.226 kPa and 124.3 ± 7.231 kPa respectively, and this difference was statistically significant. The correlation coefficient between stress and μ for the PT and ST was very strong. The calculated E for the PT and ST was of 19.97 kPa and 124.8 kPa respectively, with a statistically significant difference.
Conclusion The ST was stiffer than the PT in the traction tests and SSI evaluations. The μ value was directly related to the stress imposed on the tendon.
Clinical relevance The present is an evaluation of the mechanical properties of the tendons most used as grafts in knee ligament reconstruction surgeries.

Keywords
- elasticity imaging techniques
- patellar tendon
- Young's modulus

Introdução

Nas últimas décadas, as propriedades mecânicas dos tendões foram amplamente estudadas, o que proporcionou conhecimento sobre seu comportamento.[1–4] Recentemente, a avaliação do módulo de elasticidade (E) e da resistência à falha (RF) do tecido tendinoso ganhou importância na literatura.[5] Em 2013, LaCroix et al.[5] evidenciaram íntima relação entre essas propriedades, apesar de serem distintas conceitualmente.

Vários métodos de aferição dessas propriedades foram utilizados nas publicações sobre o tema, mas a maioria contém vieses.[3,6–14] Os resultados dos estudos *in vivo* são habitualmente obtidos de maneira indireta, a partir de cálculos que associam imagens de ressonância magnética e ultrassonografia com dados fornecidos por dinamômetro.[10,13] Análises *ex vivo* de tendões de cadáveres humanos e de animais têm sido realizadas por diversos autores.[2,3,6,9,11,12,14] Contudo, a confiabilidade desses estudos é questionável pelo protocolo de preparo dos tecidos cadavéricos estudados.[10,15]

Surgiu a necessidade de novos métodos de análise que contemplassem estudos *in vivo* e avaliação direta. Recentemente, a ultrassonografia associada à elastografia vem sendo amplamente aplicada para avaliar a rigidez dos tecidos, pois é capaz de aferi-la de maneira não invasiva, em tempo real, menos dependente da habilidade do operador.[7,16–20]

Existem diferentes modalidades de elastografia, e a mais recentemente desenvolvida foi a elastografia por ondas de cisalhamento (*supersonic shear-wave imaging*, SSI, em inglês).[17,20,21] Nesse método, uma força de radiação acústica gera ondas de cisalhamento no tecido, que são detectadas pelo transdutor ultrassonográfico.[14,17,21] A velocidade dessas ondas e o módulo de cisalhamento (μ) do tecido são fornecidos pelo sistema, e expressa a rigidez.[12,14,17,19,21]

O uso da SSI está bem estabelecido para a avaliação de meios isotrópicos, como os tecidos mamário, hepático e tireoidiano.[22–24] Apesar de necessitar de validação mais robusta, desde o início da última década a SSI tem sido utilizada no tecido musculoesquelético, um tecido anisotrópico, e o método encontra-se em ascensão promissora.[1,6–8,16,18–20,25–27] Por sua característica anisotrópica, o μ do tendão não apresenta a relação matemática esperada com o E.[14,17,21] Apesar disso, estudos recentes[8,9,11,12,14,25] demonstraram forte correlação entre o μ do tendão obtido pela SSI e seu E calculado pela fase linear do gráfico *stress* x *strain*. Contudo, a maioria desses ensaios utilizou tendões de outras espécies animais, e são de baixa evidência científica.[9,11,12,14]

Há na literatura dois estudos[8,25] que comparam o comportamento mecânico de tendões humanos *ex vivo* com a análise elastográfica feita pela SSI. O presente estudo visa avaliar as propriedades mecânicas dos tendões patelar (TP) e

semitendinoso (ST), por sua grande relevância e utilização como enxerto nas cirurgias de reconstrução ligamentar do joelho,[28] por meio da SSI e da dinamometria.

O objetivo principal foi obter e comparar o E do TP e ST ao tensionamento, pela avaliação da curva *stress* x *strain* registrada na máquina de tração. Os objetivos secundários foram obter e comparar o μ do TP e ST na avaliação ultrassonográfica em repouso por SSI e analisar a influência da tensão tecidual na avaliação pela SSI, por meio da análise da correlação entre o μ e o *stress* aplicado a esses tendões.

Materiais e Métodos

Declaração de ética e desenho experimental

Foi realizado um estudo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da instituição, sob o parecer consubstanciado 1.674.064 (CAAE: 26828914.3.0000.5257), desenvolvido no Laboratório de Biomecânica de 2019 a 2022.

A amostra inicial era composta por 14 amostras de TP e 19 de ST, obtidas de cadáveres humanos congelados enquanto ainda frescos, fornecidos pelo banco de tecidos do Ministério da Saúde (MS). O fornecimento de tais tendões ocorreu após eles serem considerados inaptos para a utilização em cirurgias, principalmente por contaminação em alguma fase do processamento no banco de tecidos. Em sua maioria, o microrganismo detectado foi o *Staphylococcus epidermidis*, bactéria que comumente coloniza a pele de seres humanos.

A distribuição demográfica das amostras está demonstrada nas ►**Tabelas 1** e **2**.

O uso de tendões humanos congelados enquanto ainda frescos se justificou pelo fato de que tecidos conservados em formol perdem suas propriedades mecânicas.[2,15] Nesse sentido, optou-se por obter o material amostral do MS, pois o ministério tem como protocolo preparar os tecidos musculoesqueléticos sem irradiá-los, o que evita danos às suas características biomecânicas.

Os critérios de inclusão foram: tendões de cadáveres humanos congelados enquanto ainda frescos, com idades entre 20 e 35 anos na data do falecimento, e conservação em *freezer* com temperatura de -80° C no banco de tecidos.

Os critérios de exclusão foram: sinal de doença degenerativa nos tendões, tempo de armazenamento superior a dois anos, presença de rupturas macroscópicas, irradiação dos tendões no preparo pelo banco de tecidos e registro biomecânico ou elastográfico inadequado.

Após a aplicação dos critérios de exclusão e a ocorrência de danos acidentais aos tendões durante o preparo pré-teste, houve perda de 7 amostras de TP e 14 de ST, e restaram 7 amostras de TP e 5 de ST para a análise final.

Tabela 1 Distribuição demográfica do tendão patelar

Gênero	N	Idade média (anos)
Masculino	5	28,2 (22–35)
Feminino	2	28 (26–30)

Tabela 2 Distribuição demográfica do tendão semitendinoso

Gênero	N	Idade média (anos)
Masculino	4	27,5 (22–35)
Feminino	1	22

Preparo das amostras

As amostras foram mantidas em ambiente refrigerado a -20° C em *freezer* do Laboratório de Imunologia. Para a testagem, os tendões foram descongelados uma hora antes em temperatura ambiente.

O TP foi preparado após o descongelamento da peça anatômica fornecida pelo MS, que consistia no aparelho extensor do joelho por inteiro, com tendão quadricipital, patela, TP e tuberosidade da tíbia. Foram confeccionadas as peças para a testagem com *plugs* ósseos em ambas as inserções do TP, cada uma medindo aproximadamente 1,0 cm em cada dimensão, e a parte tendinosa intermediária, com aproximadamente 1,0 cm de largura (►**Fig. 1**). Cada *plug* ósseo foi perfurado com broca de 2,5 mm, o que gerou orifícios para a passagem de fio Ethibond 5 (Ethicon, Inc., Raritan, NJ, Estados Unidos).

O ST teve processamento prévio ao congelamento no banco de tecidos. Seu comprimento foi padronizado desde a junção miotendínea até a sua inserção tibial. Após o descongelamento, foi aplicada sutura tipo Krakow com Ethibond 5 em ambas as extremidades, para otimizar a ancoragem.

Em ambos os tendões, foi utilizado o sistema de fixação à máquina universal de ensaio por garras metálicas (►**Fig. 2**).

No ST, previamente ao método definitivo de fixação às garras metálicas, foram feitas duas tentativas. Na primeira, os tendões foram presos diretamente às garras, o que provocou dano estrutural macroscópico nas primeiras amostras e soltura de suas extremidades na interface com as garras quando o teste de tração ainda se iniciava, e o método foi

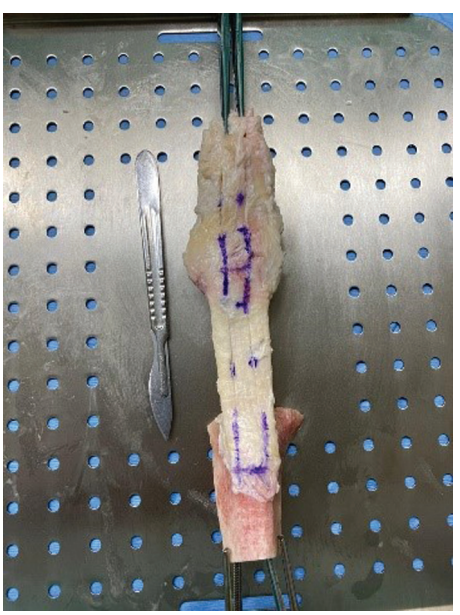


Fig. 1 Tendão patelar (TP) preparado para o teste.

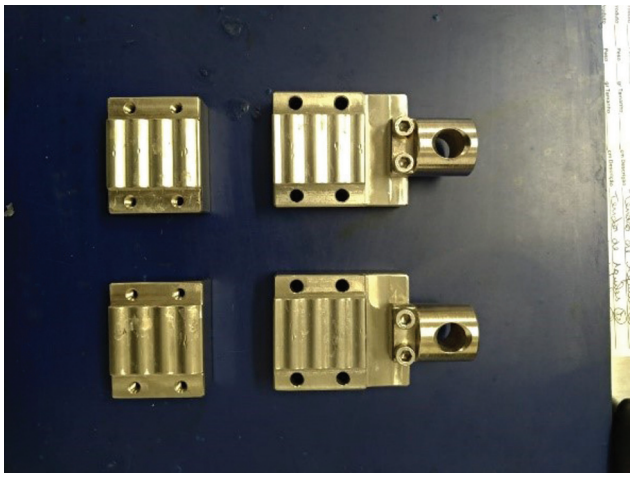


Fig. 2 Garras metálicas de fixação.

abandonado. Em uma segunda tentativa, a ancoragem dos tendões foi realizada amarrando o Ethibond 5 diretamente a tubos plásticos, que foram presos às garras. Mais uma vez, houve perdas por danos estruturais aos tecidos e geração de leitura elastográfica ou biomecânica inadequada, e o método também foi abandonado. Após o fracasso dos testes com esses dois protótipos de ancoragem, infelizmente foram totalizadas 14 perdas de amostras de ST. Finalmente, para gerar fixação mais eficaz entre a garra e o ST, estes foram inseridos em tubos plásticos e fixados a eles com fios Ethibond 5, presos a parafusos convencionais a cavaleiro (►**Figs. 3**–**4**). Este último método, tido como ideal e definitivo, não causou qualquer dano ou interferência na aquisição dos dados.

Elastografia

Para a aquisição das imagens elastográficas, foi utilizado o equipamento Aixplorer (SuperSonic Imagine, Aix-en-Provence, França), com transdutor linear operando na frequência de 6 a 20MHz. Antes de cada teste, o transdutor foi cuidadosamente alinhado no mesmo direcionamento das fibras tendinosas, utilizando o modo B do ultrassom (►**Fig. 5A**), garantindo que o µ fosse medido no mesmo sentido da tração longitudinal.

O modo elastográfico foi ativado utilizando-se o *preset musculoskeletal* (MSK) adaptado, cuja escala varia de 0 a 800 kPa. A área de mapeamento teve forma retangular, o que permitiu a delimitação do tendão. Para estabilização do mapeamento em cores das imagens elastográficas (►**Fig. 5B**), o teste foi iniciado após 10 segundos.

Um braço robótico AUBO i5 (AUBO Robotics, Pequim, China) (►**Figs. 6**–**7**) foi utilizado na coleta das imagens, e manteve-se o transdutor fixo e imóvel, posicionado sobre a região de interesse (RI). Utilizou-se gel (Ultrex-gel, Farmativa Indústria e Comércio Ltda., Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para o acoplamento acústico na superfície do tendão.

Na análise do µ, foi utilizada uma rotina própria desenvolvida pelo Laboratório de Biomecânica (por meio do programa Matlab R2013a, The MathWorks, Inc., Natick, MA, Estados Unidos). A aquisição das imagens da elastografia foi feita até o momento da saturação do mapeamento. Nesse instante, o vídeo e o tensionamento eram interrompidos.

Testagem biomecânica

Na realização dos testes de tensionamento, foi utilizada máquina de ensaio de tração Biopdi (São Carlos, SP, Brasil) com célula de carga de 5 kN. A temperatura e a umidade relativa do ar no laboratório durante os testes foram

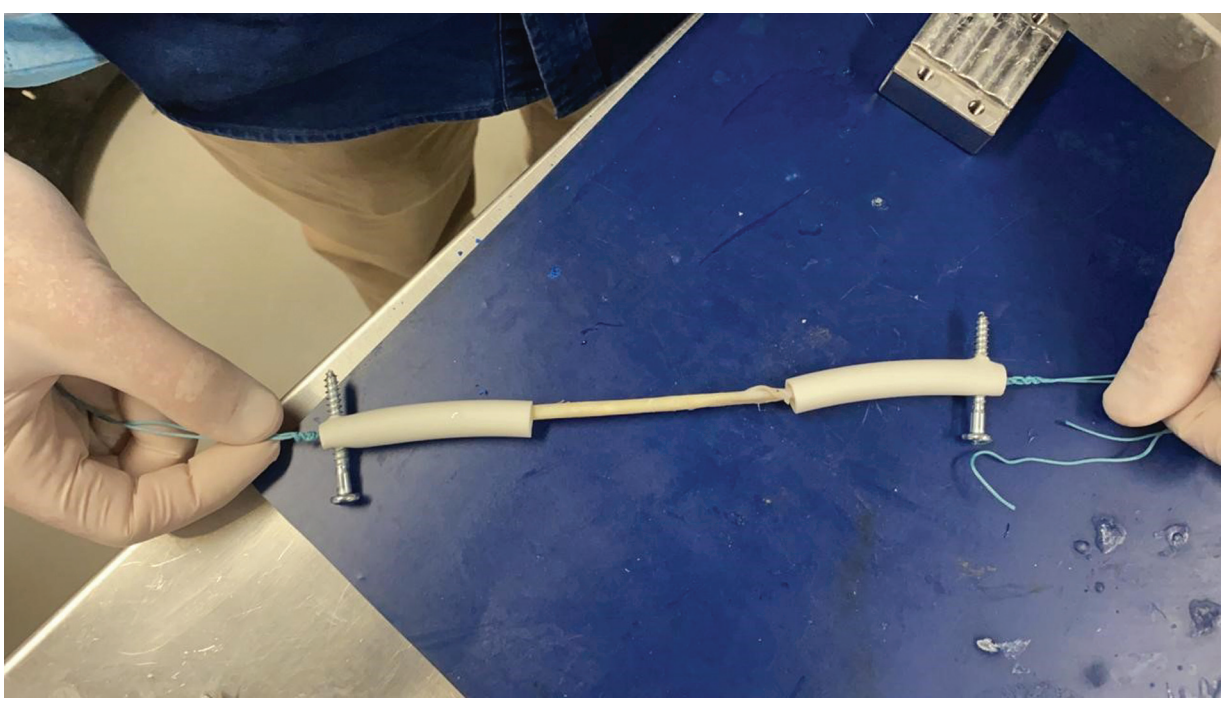


Fig. 3 Tendão semitendinoso (ST) inserido em tubos e fixado a cavaleiro em parafusos.

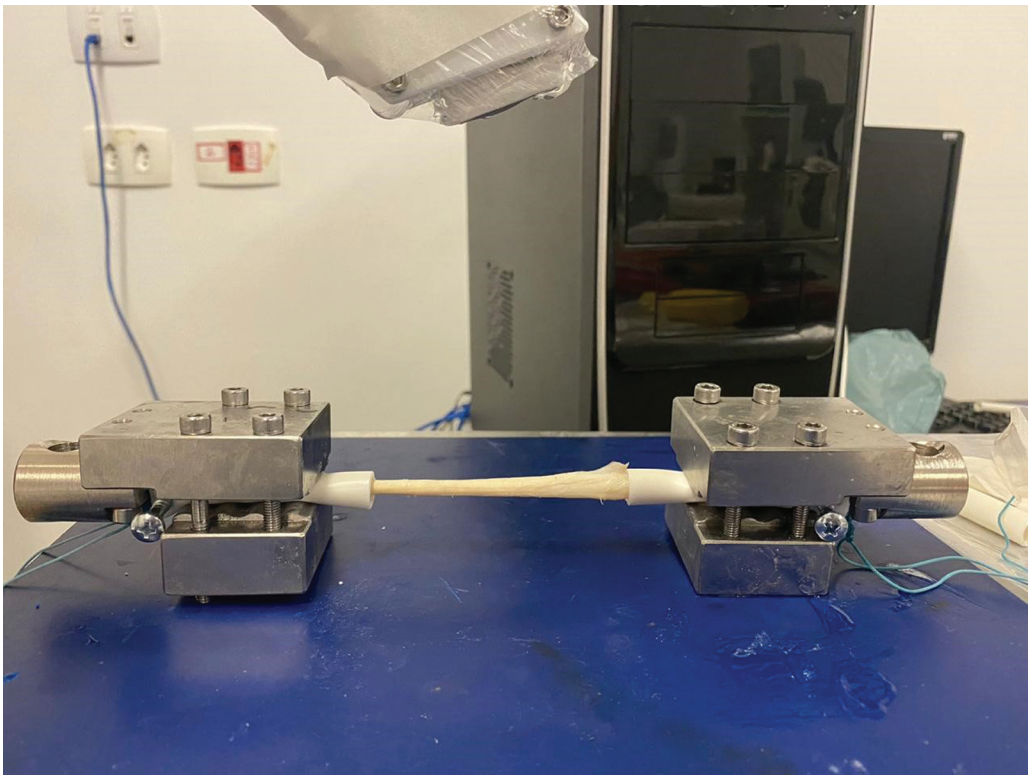


Fig. 4 Montagem final do ST.

padronizadas e mantidas constantes, a 23°C e 50%, respectivamente. O TP e o ST foram presos em suas extremidades às garras de metal que se acoplam à máquina de tensionamento, com uma das extremidades ficando fixa enquanto a outra era progressivamente tracionada a uma velocidade de 1 mm/min, num eixo longitudinal uniaxial.

Os valores da máquina de ensaio foram referentes à posição (mm) e à força (N). Por meio do programa Matlab, os dados foram filtrados no filtro *butterworth* de ordem 6. Foi feito ajuste exponencial de ordem 3, e finalizou-se com *splines* de 0,5. Após o processo, foram calculadas a tensão (*stress*) e a deformação (*strain*), utilizando o comprimento inicial e a área de secção transversa, medidos anteriormente.

Análise estatística

Os dados descritivos, como desvio padrão (DP) e média, foram calculados. A normalidade das distribuições foi calculada pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste *t* para grupos independentes, com correção de Welch, foi aplicado para comparação do μ em repouso entre TP e ST. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para a relação entre o μ sob tensão com o *stress* dos tendões, em instantes da curva

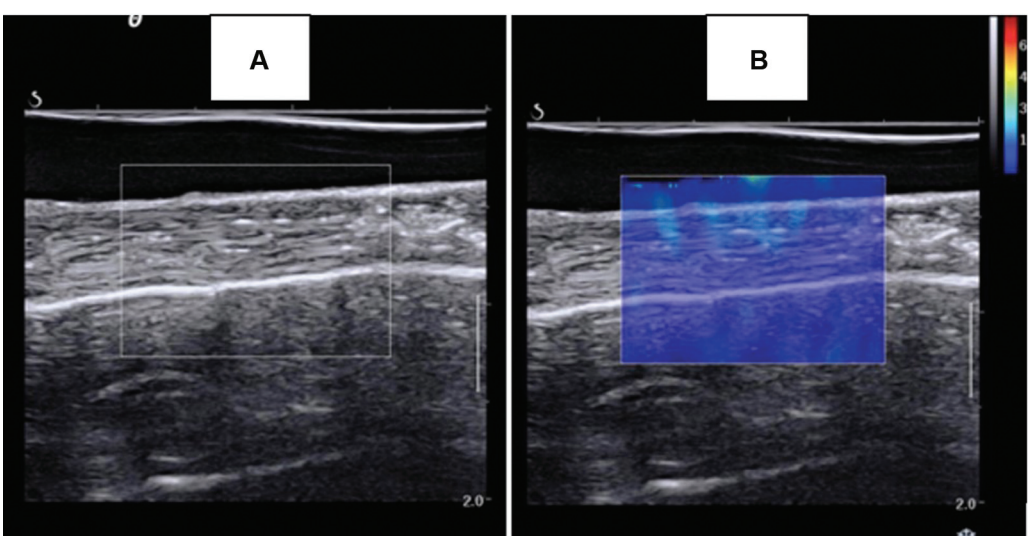


Fig. 5 . (**A**) Tendão alinhado na ultrassonografia (US) modo B. (**B**) Região de interesse (RI) no modo elastografia.



Fig. 6. Braço robótico mantendo posicionamento do transdutor linear.

stress x *strain*. Foi realizada regressão linear sobre as distribuições para a obtenção da medida da inclinação (*slope*) da curva. O E foi calculado pela fórmula $slope^{-1}$, pois optou-se pelo *stress* como variável independente no eixo x. valores de $p < 0,05$ foram considerado significativos. As análises foram realizadas por meio do programa GraphPad Prism (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, Estados Unidos), versão 7.0.

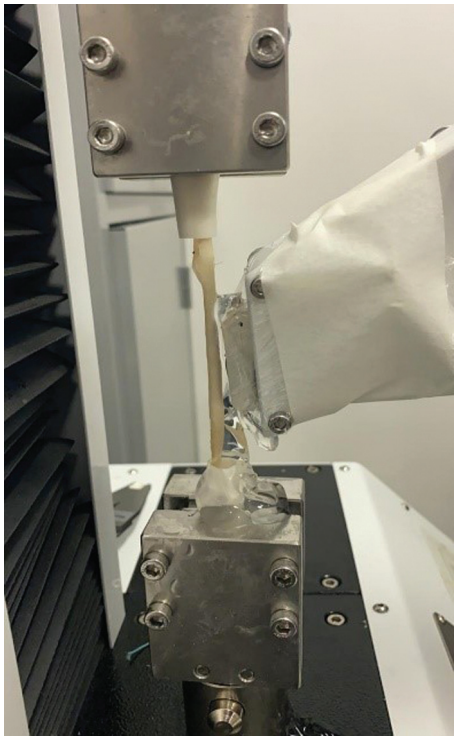


Fig. 7 Posicionamento do transdutor durante o teste na máquina de tração.

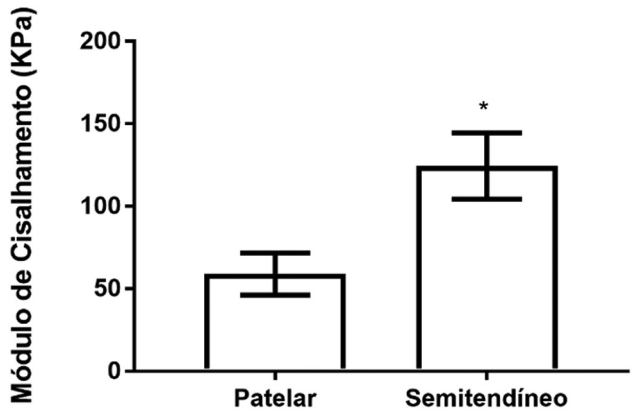


Fig. 8 Módulo de cisalhamento (μ) do TP e do ST, em repouso. **Nota:** $^{*}p < 0,05$.

Resultados

Módulo de cisalhamento em repouso

O μ inicial (sem tensionamento) do ST foi superior ao do TP, de forma estatisticamente significativa (ST = 124,3 ± 7,231 kPa; TP = 58,86 ± 5,226; $p = 0,0059$) (►**Fig. 8**).

Correlação entre módulo de cisalhamento e *stress*

O μ apresentou uma correlação considerada muito forte com o *stress* para ambos os tendões (R = 0,9507; $p < 0,0001$ para o TP; e R = 0,9528; $p < 0,0001$ para o ST) (►**Tabela 3**).

Variação do módulo de cisalhamento no *stress*

A variação do μ do ST e do TP sob *stress* não apresentou diferença estatisticamente significativa (ST: inclinação de 0,664 ± 0,063 kPa; TP: inclinação de 0,872 ± 0,085 kPa; $p = 0,065$). Entretanto, foi observada uma diferença estatisticamente significativa entre o μ dos tendões, especialmente notada em tensões menores (ST: elevação de 116,8–133,3 kPa; TP: elevação de 47,14–69,31 kPa; $p < 0,0001$) (►**Fig. 9**).

Deformação percentual (*strain*) sob *stress* e módulo de Young

O ST apresentou maior resistência à deformação do que o TP, com diferença estatisticamente significativa (ST: inclinação de 0,05 ± 0,005; TP: inclinação de 0,008 ± 0,0002; $p < 0,0001$). Uma diferença estatisticamente significativa foi observada com relação ao E calculado dos tendões (ST = 124,8 kPa; TP = 19,97 kPa; $p < 0,0001$) (►**Fig. 10**).

Tabela 3 Correlação módulo de cisalhamento (μ) x *stress*

Coeficiente de correlação (R)	N	μ x *stress*	*p*
Tendão patelar	7	0,9507 (0,839–0,985)	< 0,0001
Tendão semitendinoso	5	0,9528 (0,845–0,986)	< 0,0001

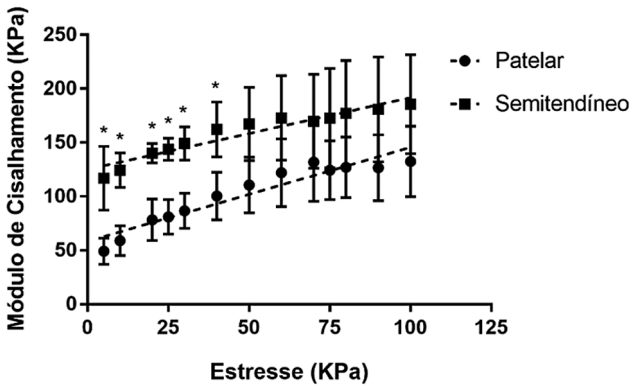


Fig. 9 Relação *stress* x módulo de cisalhamento (μ). **Nota:** * $p < 0,05$

Discussão

O estudo das propriedades mecânicas dos tendões traz informações sobre sua função, prevenção e tratamento de doenças.[1,3,18,26,27,29] Neste contexto, o ST e o TP se destacam em importância pela sua vasta utilização como enxerto em cirurgias de reconstrução ligamentar.[28]

Neste estudo, foram utilizados tendões de cadáveres congelados enquanto ainda frescos, cedidos pelo MS, não danificados por formol ou radiação ionizante, o que possibilitou avaliar a curva *stress* x *strain* e computar a relação entre o *stress* e o *strain*. O ST apresentou maior resistência ao *strain* sob *stress* do que o TP, com diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$). Isso também foi observado com o E calculado, que apresentou valor muito superior no ST (ST = 124,8 KPa; TP = 19,97 KPa; $p < 0,0001$). Foi comparado o μ do TP ao do ST, obtidos por meio da avaliação ultrassonográfica em repouso feita por SSI. Novamente, o ST foi mais rígido do que o TP (ST = 124,3 ± 7,231 kPa; TP = 58,86 ± 5,226 KPa; $p = 0,0059$), o que evidencia a concordância entre os resultados obtidos pela SSI e os dos testes de tração. Ainda foi registrada a influência da tensão tecidual na avaliação pela SSI, que evidenciou que, quanto maior o *stress* aplicado, maior o μ registrado em ambos os tendões, havendo correlação muito forte entre os parâmetros (TP: R = 0,9507; $p < 0,0001$: e ST: R = 0,9528;. $p < 0,0001$).

Nas últimas décadas, tem sido demonstrada a relevância da SSI na avaliação dos tendões *in vivo* como uma técnica

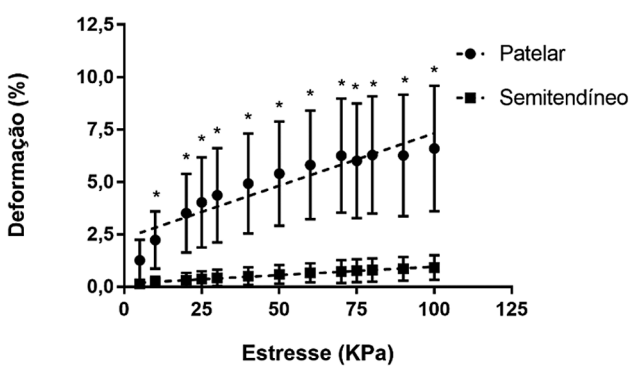


Fig. 10 Relação *stress* x *strain*. **Nota:** *p< 0,05

realizada em tempo real.[7,18–20,26,27,29] Uma série de trabalhos[19,29,30] chamaram a atenção para a importância de padronizar a obtenção das imagens, especialmente quanto à posição do membro examinado. Em 2019, foi publicado pela primeira vez estudo[8] que evidencia a relação íntima entre o μ registrado na SSI e o *stress* ao qual é submetido um tendão humano não formolizado. No entanto, tal trabalho utilizou apenas um espécime, e apresentou baixo nível de evidência. No presente estudo, repetiu-se essa testagem com 2 tipos de tendões (TP e ST), e foram utilizadas 12 amostras; evidenciou-se correlação muito forte entre essas duas variáveis, com significância estatística. Isso traz uma nova luz sobre o uso da avaliação de tendões por SSI. A partir deste momento, torna-se de fundamental importância controlar a ação muscular atuante sobre o tendão estudado, pois esta pode afetar significativamente o registro elastográfico.

A literatura atual demonstra consistentemente a relação entre o E e o μ, embora não respeitando a estimativa matemática clássica.[9,12] Recentemente, em 2023, Brandão et al.[25] estudaram 5 TPs e 11 tendões aquileus de cadáveres humanos congelados enquanto ainda frescos, e encontraram forte correlação entre a variação do μ registrado na SSI com o E calculado pela curva *stress* x *strain* no teste biomecânico. No presente trabalho, foi observada maior rigidez do ST do que do TP, tanto na SSI quanto no teste de tração, com significância estatística. Isto sugere que a SSI é capaz de aferir as propriedades mecânicas dos tendões de forma confiável, comparável ao padrão-ouro.

No contexto da utilização do TP e do ST como enxertos para reconstrução ligamentar, é interessante que esses tendões não só apresentem uma grande RF, como também características elásticas semelhantes às do ligamento nativo. Estudos prévios[5,11] revelaram correlação estatisticamente significativa entre o μ e a RF em tendões animais normais. Da mesma forma, foi descrita redução do μ e da RF em tendões doentes ou danificados quimicamente.[11,14] Portanto, a SSI pode ser particularmente útil na avaliação de tendões e na tomada de decisão na escolha do enxerto. No entanto, nenhum destes trabalhos realizou tais testagens em tendões humanos.

Os achados deste estudo são semelhantes aos de Fontenelle et al.[19] em 2018, em que o μ do ST foi superior ao do TP em estados relaxado e tensionado, *in vivo*. Isto pode sugerir a escolha do ST na reconstrução de uma estrutura mais rígida.

É importante ressaltar algumas limitações do presente ensaio. Apesar de terem sido obtidos valores consistentes para o E pelo cálculo da inclinação da curva *stress* x *strain*,[19] os tendões não foram levados até a falha. Os testes foram interrompidos ao atingir a saturação da SSI, sendo possível que ainda não tivesse sido atingida a região de deformação elástica linear do tendão, o que comprometeria a estimativa do E. Além disso, apesar de terem sido tomados todos os cuidados possíveis, a fixação dos tendões às garras metálicas da máquina de tração se revelou particularmente difícil quando não havia um *plug* ósseo. Isso pode gerar micromovimentos na interface tendão-garra, e uma subestimação do registro de deformação obtido. Futuros estudos devem considerar isso.

Por último, o enxerto mais adequado depende do comportamento mecânico não só do tendão, como também dos ligamentos a serem substituídos. As próximas pesquisas nesta área devem dedicar particular atenção à análise biomecânica desses ligamentos.

Conclusão

O ST foi mais rígido do que o TP, tanto no teste de tração quanto na avaliação pela SSI em repouso e sob tensão, sendo que o μ revelou relação direta com o *stress* ao qual o tendão é submetido durante sua avaliação.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que não receberam suporte financeiro de agências dos setores públicos, privados, ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

1 Uehara H, Itoigawa Y, Wada T, et al. Shear wave elastography correlates to degeneration and stiffness of the long head of the biceps tendon in patients undergoing tenodesis with arthroscopic shoulder surgery. J Shoulder Elbow Surg 2024;33(01):e31–e41
2 Woo SL, Orlando CA, Camp JF, Akeson WH. Effects of postmortem storage by freezing on ligament tensile behavior. J Biomech 1986; 19(05):399–404
3 Mert A, Cinaroglu S, Keleş H, Aydin M, Çiçek F. Evaluation of Autografts Used in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Terms of Tensile Strength. Cureus 2023;15(06):e39927
4 Nagelli CV, Hooke A, Quirk N, et al. Mechanical and strain behaviour of human Achilles tendon during in vitro testing to failure. Eur Cell Mater 2022;43:153–161
5 LaCroix AS, Duenwald-Kuehl SE, Lakes RS, Vanderby R Jr. Relationship between tendon stiffness and failure: a metaanalysis. J Appl Physiol 2013;115(01):43–51
6 Götschi T, Schärer Y, Gennisson JL, Snedeker JG. Investigation of the relationship between tensile viscoelasticity and unloaded ultrasound shear wave measurements in ex vivo tendon. J Biomech 2023;146:111411
7 Mannarino P, Lima KMM, Fontenelle CRC, et al. Analysis of the correlation between knee extension torque and patellar tendon elastic property. Clin Physiol Funct Imaging 2018;38(03): 378–383
8 Ahmadzadeh SMH, Chen X, Hagemann H, Tang MX, Bull AMJ. Developing and using fast shear wave elastography to quantify physiologically-relevant tendon forces. Med Eng Phys 2019; 69:116–122
9 Zhang ZJ, Fu SN. Shear Elastic Modulus on Patellar Tendon Captured from Supersonic Shear Imaging: Correlation with Tangent Traction Modulus Computed from Material Testing System and Test-Retest Reliability. PLoS One 2013;8(06):e68216
10 Bachmann E, Rosskopf AB, Götschi T, et al. T1- and T2*-Mapping for Assessment of Tendon Tissue Biophysical Properties: A Phantom MRI Study. Invest Radiol 2019;54(04):212–220
11 Martin JA, Biedrzycki AH, Lee KS, et al. In Vivo Measures of Shear Wave Speed as a Predictor of Tendon Elasticity and Strength. Ultrasound Med Biol 2015;41(10):2722–2730
12 Rosskopf AB, Bachmann E, Snedeker JG, Pfirrmann CWA, Buck FM. Comparison of shear wave velocity measurements assessed with two different ultrasound systems in an ex-vivo tendon strain phantom. Skeletal Radiol 2016;45(11):1541–1551
13 Seynnes OR, Kamandulis S, Kairaitis R, et al. Effect of androgenic-anabolic steroids and heavy strength training on patellar tendon morphological and mechanical properties. J Appl Physiol 2013; 115(01):84–89
14 Yeh CL, Kuo PL, Gennisson JL, Brum J, Tanter M, Li PC. Shear Wave Measurements for Evaluation of Tendon Diseases. IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control 2016;63(11):1906–1921
15 Hohmann E, Keough N, Glatt V, Tetsworth K, Putz R, Imhoff A. The mechanical properties of fresh versus fresh/frozen and preserved (Thiel and Formalin) long head of biceps tendons: A cadaveric investigation. Ann Anat 2019;221:186–191
16 Dickson DM, Fawole HO, Newcombe L, Smith SL, Hendry GJ. Reliability of ultrasound strain elastography in the assessment of the quadriceps and patellar tendon in healthy adults. Ultrasound 2019;27(04):252–261
17 Taljanovic MS, Gimber LH, Becker GW, et al. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications. Radiographics 2017;37(03):855–870
18 Fontenelle CRDC, Schiefer M, Mannarino P, et al. Elastographic analysis of the supraspinatus tendon in different age groups. Acta Ortop Bras 2020;28(04):190–194
19 Fontenelle CRC, Mannarino P, Ribeiro FBDO, et al. Semitendinosus and patellar tendons shear modulus evaluation by supersonic shearwave imaging elastography. Clin Physiol Funct Imaging 2018;38(06):959–964
20 Lin DJ, Burke CJ, Abiri B, Babb JS, Adler RS. Supraspinatus muscle shear wave elastography (SWE): detection of biomechanical differences with varying tendon quality prior to gray-scale morphologic changes. Skeletal Radiol 2020;49(05):731–738
21 Lima KMME, Costa Júnior JFS, Pereira WCA, Oliveira LF. Assessment of the mechanical properties of the muscle-tendon unit by supersonic shear wave imaging elastography: a review. Ultrasonography 2018;37(01):3–15
22 Barr RG, Nakashima K, Amy D, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 2: breast. Ultrasound Med Biol 2015;41(05):1148–1160
23 Ferraioli G, Filice C, Castera L, et al. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 3: liver. Ultrasound Med Biol 2015;41(05):1161–1179
24 Cosgrove D, Barr R, Bojunga J, et al. WFUMB Guidelines and Recommendations on the Clinical Use of Ultrasound Elastography: Part 4. Thyroid. Ultrasound Med Biol 2017;43(01):4–26
25 Clara A Brandão M, Teixeira GC, Rubens C Fontenelle C, Fontenelle A, Oliveira LF, Menegaldo LL. Correlation between the shear modulus measured by elastography (SSI) and tangent modulus from tensile tests of in vitro fresh-frozen human tendons. J Biomech 2023; 160:111826[published online ahead of print, 2023 Oct 5]
26 Mifsud T, Chatzistergos P, Maganaris C, et al. Supersonic shear wave elastography of human tendons is associated with in vivo tendon stiffness over small strains. J Biomech 2023;152:111558
27 Akazawa T, Miyamoto N, Nishio H, et al. Age-related changes in mechanical properties of semitendinosus tendon used for anterior cruciate ligament reconstruction. J Orthop Surg Res 2022;17 (01):501
28 Widner M, Dunleavy M, Lynch S. Outcomes Following ACL Reconstruction Based on Graft Type: Are all Grafts Equivalent? Curr Rev Musculoskelet Med 2019;12(04):460–465
29 Mannarino P, Matta TTD, Oliveira LF. An 8-week resistance training protocol is effective in adapting quadriceps but not patellar tendon shear modulus measured by Shear Wave Elastography. PLoS One 2019;14(04):e0205782
30 Berko NS, Mehta AK, Levin TL, Schulz JF. Effect of knee position on the ultrasound elastography appearance of the patellar tendon. Clin Radiol 2015;70(10):1083–1086

Tratamento conservador da camptodactilia com órteses: Coorte retrospectiva

Conservative Treatment of Camptodactyly with use of Orthoses: A Retrospective Cohort

Maria da Conceição Soares de Oliveira[1] Felipe Soares Figueiredo[2] Diego Pinheiro Aguiar[2]

[1] Divisão de Pesquisa, Área de Reabilitação, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad (INTO), Rio de Janeiro, RJ, Brasil
[2] Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad (INTO), Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Endereço para correspondência Maria Conceição Soares de Oliveira, Master in sciences applied to the musculoskeletal system, Divisão de Pesquisa, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad (INTO), Avenida Brasil 500, Caju, CEP: 20940-070, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (e-mail: mcsoaresto@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e564–e571.

Resumo

Objetivo Avaliar os resultados do tratamento conservador com o uso de órteses estáticas confeccionadas pelo Setor de Terapia Ocupacional da nossa instituição em participantes com camptodactilia dos tipos I, II e III, em suas formas rígida ou flexível, descrever os dados demográficos e clínicos, e avaliar o número de abandonos no período do tratamento.

Métodos O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, com número de protocolo CAAE 20300419.3.0000.5273. Todos os prontuários utilizados na pesquisa foram disponibilizados pela nossa instituição. Não foi feito o uso de termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para este estudo retrospectivo devido à impossibilidade de contactar o elevado número de participantes. Foram incluídos os prontuários de 38 participantes atendidos no Ambulatório de Terapia Ocupacional de 2013 a 2019.

Resultados Dos 54 dedos tratados com órteses, 38 foram totalmente corrigidos. As taxas de correção foram as seguintes: tipo I na forma rígida –100%; tipo I na forma flexível –81,2%; tipo II na forma rígida – 0%; tipo II na forma flexível – 100%; tipo III na forma rígida –47,6%; e tipo III na forma flexível –100%. Do total de 93 dedos incluídos, 42% abandonaram o tratamento.

Conclusão O uso de órteses estáticas é uma alternativa segura ao procedimento cirúrgico e de baixa complexidade de execução para o tratamento da camptodactilia.

Palavras-chave
- articulações dos dedos
- deformidades congênitas da mão
- órteses
- reabilitação
- terapia ocupacional

Trabalho desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas ao Sistema Músculo Esquelético do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Hadad (INTO), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

recebido
09 de julho de 2023
aceito
15 de janeiro de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1786199.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective To evaluate the outcomes of conservative treatment using static orthoses manufactured by the Occupational Therapy Sector of our institution in participants with camptodactyly types I, II, and III in their rigid or flexible forms, to describe the demographic and clinical data, and to analyze the number of dropouts during the treatment period.

Methods The Ethics in Human Research Committee approved the project under protocol number CAAE 20300419.3.0000.5273. All medical records used in the research were made available by our institution. In the present retrospective study, we did not use the informed consent form due to the impossibility of contacting the high number of participants. The study included medical records of 38 participants treated at the Occupational Therapy Outpatient Clinic from 2013 to 2019.

Results Of the 54 fingers treated with orthoses, 38 were completely corrected. The rates of correction were as follows: type I in its rigid form – 100% type I in its flexible form – 81.2%; type II in its rigid form – 0%; type II in its flexible form – 100%; type III in its rigid form – 47.6%; and type III in its flexible form – 100%. Of the 93 fingers included in this study, 42% abandoned the treatment.

Conclusion Static orthoses are a safe alternative to surgical procedures, with low execution complexity for camptodactyly treatment.

Keywords

- finger joint
- hand deformities, congenital
- occupational therapy
- orthosis
- rehabilitation

Introdução

A camptodactilia se caracteriza por uma deformidade em flexão permanente da articulação interfalangeana proximal (IFP) de um ou vários dedos, exceto o polegar, de causa não traumática.[1] O quinto dedo é geralmente o mais acometido, e pode haver a presença de hiperextensão da articulação metacarpofalangeana (MCF).[2,3] Segundo Monteiro e Almeida,[4] a camptodactilia é uma deformidade em flexão no plano anteroposterior (►**Fig. 1**).

Segundo a classificação de Benson et al.,[5] a camptodactilia se divide em: tipo I – camptodactilia infantil, que é forma mais comum, e geralmente acomete o dedo mínimo de forma isolada (►**Fig. 2A**); tipo II – camptodactilia da adolescência, que é predominante no sexo feminino, e clinicamente se apresenta como a de tipo I (►**Fig. 2B**); tipo III – presente desde o nascimento, acomete vários dedos, e é geralmente bilateral e associada a síndromes e outras malformações, com formas rígidas e acentuadas (►**Fig. 2C**).

A camptodactilia é indolor, e afeta aproximadamente 1% da população.[6] Há famílias em que há um traço autossômico dominante com penetrância variável.[7] Em outros casos, a deformidade aparece de forma casual. Aproximadamente 75% dos casos são bilaterais e com progressão durante o estirão de crescimento esquelético, principalmente nas faixas etárias entre 1 e 4 e entre 10 e 14 anos.[4]

Na camptodactilia, diversas estruturas se apresentam de forma anômala no dedo afetado. Várias delas foram implicadas como causa primária, mas não há consenso.[8] Ela pode se manifestar devido a alterações em várias estruturas responsáveis pelo equilíbrio articular.

Podem ser encontrados encurtamento do tendão flexor superficial do dedo, da pele, da cápsula articular da articulação IFP, da aponeurose, anomalias na inserção do músculo lumbrical, ou insuficiência na musculatura intrínseca. Todas essas estruturas foram relacionadas como causas da camptodactilia, mas nenhuma delas foi comprovada como fator etiológico[1,2,8–14]

Goffin et al.[15] relataram que, nos pacientes que apresentam até 30° de flexão, a função da mão não é afetada, mas a partir de 60°, ela fica comprometida. O tratamento cirúrgico para correção da camptodactilia tem como complicação mais comum a perda da flexão total do dedo, e, de acordo com Almeida et al.,[16] é mais desejável uma extensão incompleta do que a flexão deficiente. Além disso, mesmo em dedos tratados cirurgicamente, o uso de órteses é indicado.[17–19] O uso de órteses (►**Figs. 3A-D**, **4A-C** e **5A-D**) para o tratamento da camptodactilia se dá pelo princípio da remodelação dos tecidos moles, um conceito fundamental para a teoria e técnica de imobilização conhecidas empiricamente desde os tempos antigos. Lento, leve e prolongado, o estresse faz com que os tecidos moles se remodelem ou cresçam.[20]



Fig. 1 Apresentação clínica de paciente com camptodactlia. Flexão da articulação interfalangeana proximal (IFP) do quinto dedo.



Fig. 2 Tipos de camptodactilia segundo a classificação de Benson et al.[5] (**A**) Tipo I: flexão da articulação IFP dos dedos médio e mínimo. (**B**) Tipo II: flexão da articulação IFP do dedo mínimo. (**C**) Tipo III: flexão da articulação IFP dos dedos médio, anelar e mínimo.

A razão primordial que direciona a escolha pelo uso de órteses é o princípio biológico de que os tecidos conjuntivos podem ser remodelados. A remodelação é uma resposta ao tempo e ao estresse que esse tecido recebe; é um rearranjo físico da matriz extracelular do tecido. Não é um processo rápido: está diretamente associado à frequência de uso e ao tempo total de uso diário.[21] Para alcançar a correção de contraturas articulares, força constante e de baixa carga deve ser aplicada por período suficiente para causar o estiramento e a criação de novo tecido. Também se fazem necessários ajustes para acomodar as alterações alcançadas e manter o alinhamento da força mecânica. Apesar das controvérsias acerca do mecanismo de ação sobre o tecido mole, o resultado é que ele se adapta à presença ou à ausência de força, e aumenta ou diminui de tamanho, se remodelando para acomodar o estresse recebido.[22] Tecidos vivos têm mecanossensores para detectar pressão e mudanças no direcionamento de forças; eles detectam o toque, a pressão e o alongamento. A chave é estabelecer a quantidade de estímulo necessário para promover a modificação e a remodelação do tecido celular. As primeiras observações da influência das forças sobre a forma e a função dos tecidos têm em torno de 150 anos. Mas ainda há muito a ser descoberto.[23]

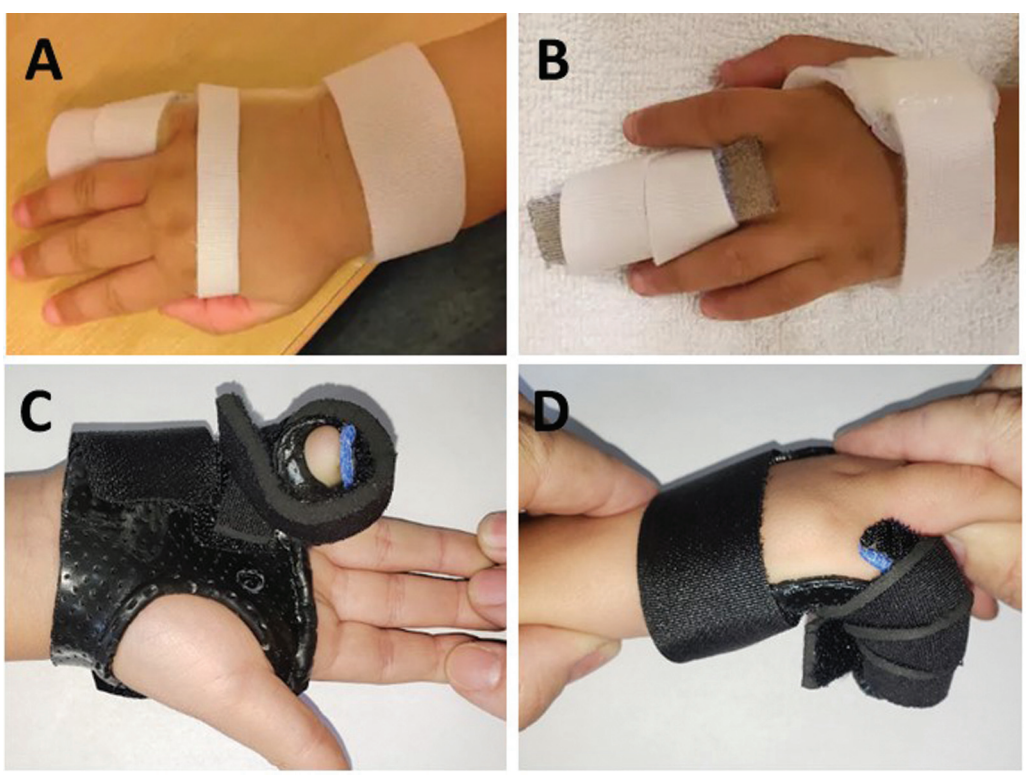


Fig. 3 Modelos de órteses estáticas com apoio dorsal utilizadas para a camptodactilia do tipo I. (**A**) Órtese estática para camptodactilia flexível em dedo mínimo; (**B**) órtese estática para camptodactilia flexível em dedo médio; (**C**) órtese estática para camptodactilia rígida em dedo minimo com a articulação metacarpofalangeana (MCF) fletida, vista volar; e (**D**) órtese estática para camptodactilia rígida em dedo mínimo com a articulação MCF fletida, vista lateral.



Fig. 4 Modelos de órteses estáticas com apoio dorsal para a camptodactilia do tipo II rígida. (**A**) Camptodactilia do tipo II rígida bilateral: flexão da articulação IFP do dedo mínimo; (**B**) órtese estática para camptodactilia rígida em dedo minimo com a articulação MCF fletida, vista dorsal; e (**C**) órteses estáticas curtas para uso diurno.

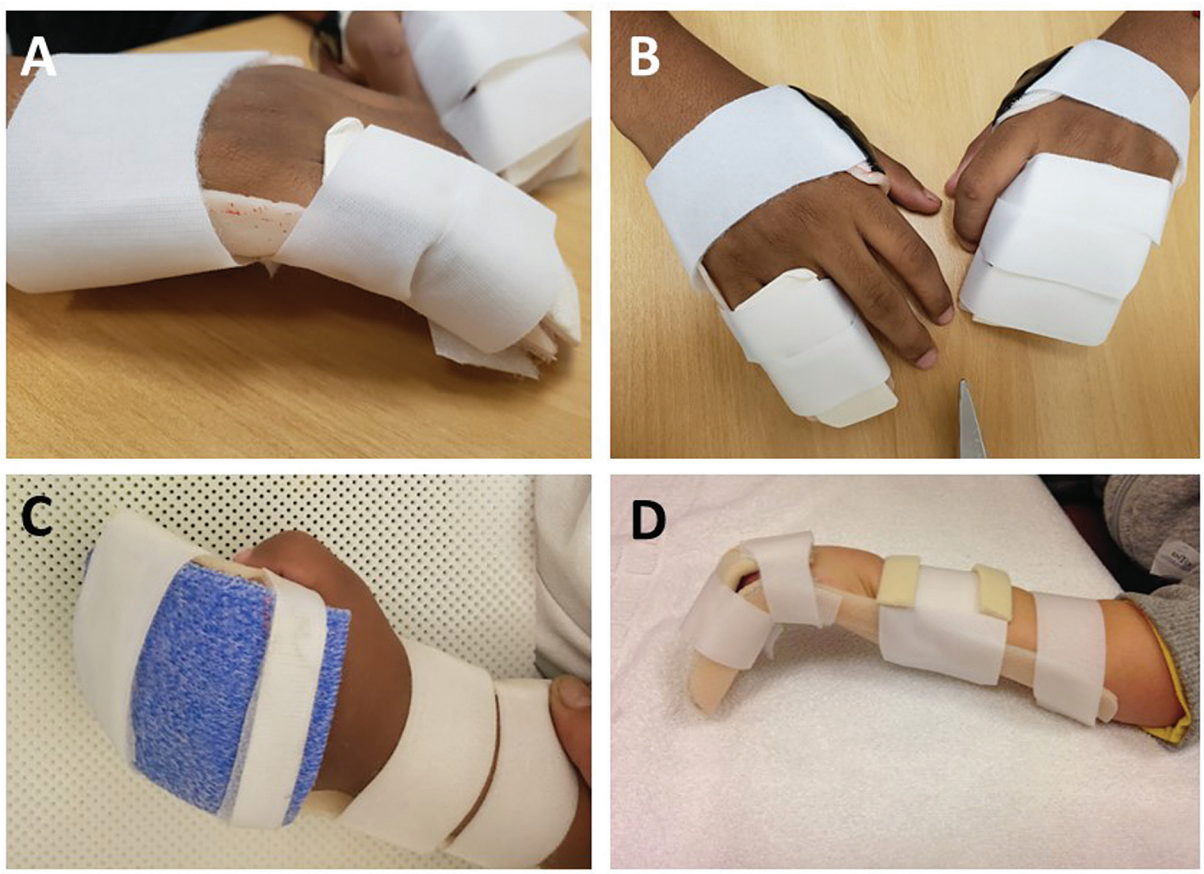


Fig. 5 Modelos de órteses estáticas com apoio dorsal utilizadas para a camptodactilia do tipo III rígida. (**A**) Órtese estática para camptodactilia rígida em dedo minimo e anelar, vista lateral; (**B**) órteses estáticas para camptodactilia rígida em dedos mínimo e anelar da mão direita, e dedos mínimo, anelar e médio da mão esquerda; (**C**) órtese estática para camptodactilia englobando todos os dedos e com a articulação MCF fletida; e (**D**) órtese estática para camptodactilia englobando todos os dedos e com a articulação MCF fletida.

A relevância deste estudo se dá pela multiplicidade de tipos de apresentação da camptodactilia, pela multiplicidade de estruturas potencialmente envolvidas, e pela consideração de que a alternativa do tratamento cirúrgico geralmente acarreta a perda da flexão completa no dedo tratado.

O objetivo deste trabalho é avaliar o tratamento conservador com o uso de órteses estáticas em todos os tipos de camptodactilia nos pacientes atendidos no nosso serviço.

Materiais e Métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos sob o número CAAE: 20300419.3.0000.5273. Todos os prontuários utilizados foram disponibilizados pela nossa instituição. Não foi feito o uso de termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) neste estudo retrospectivo devido à impossibilidade de contactar o elevado número de participantes.

Tabela 1 Distribuição dos participantes por sexo e tipo de camptodactilia

Tipo		I	II	III	Total	p^*
Sexo	Masculino	10	1	6	17	0,124
	Feminino	12	6	3	21	

Nota: *Teste exato de Fisher.

Desenho do Estudo

Trata-se de estudo observacional do tipo coorte retrospectivo. Foram definidas seis coortes, uma para cada tipo de camptodactilia (I, II ou III), com cada apresentação rígida ou flexível de acordo com a classificação de Benson et al..[5] Para cada uma das seis coortes, foi avaliada a proporção de correção dos pacientes que aderiram ao tratamento e calculado o tempo médio para a correção do tipo e forma de camptodactilia. Foi verificada a frequência dos dedos acometidos. Também foi avaliada a proporção de abandono do tratamento conservador. Consideramos a correção da camptodactilia a extensão completa do dedo, sem perda da flexão.

Composição da Amostra

Foram incluídos neste estudo os prontuários de pacientes diagnosticados pelo Centro de Atenção Especializada (CAE) da Mão com camptodactilia dos tipos I, II e III em suas formas rígida ou flexível. Foram excluídos todos os prontuários de pacientes submetidos a cirurgia por outras deformidades associadas e pacientes portadores de outro tipo de deformidade congênita não relacionada com a camptodactilia.

Coleta de Dados

Foi utilizado o programa Epi Info (Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA, Estados Unidos), versão 7.2.3.1, e foi desenvolvido um instrumento do tipo formulário especificamente para esta pesquisa. Os dados foram coletados seguindo o protocolo criado para este estudo. Foram coletados os dados demográficos dos 38 pacientes, os dados referentes à ocorrência de camptodactilia (dedo acometido, tipo e forma de camptodactilia), além de dados sobre a correção ou o abandono, e o tempo de tratamento (data de nascimento, data de início e do final do acompanhamento, data do registro da correção da camptodactilia e data do abandono, caso houvesse).

Desfecho

Foi considerada como correção de deformidade a extensão completa do dedo, sem a perda da flexão. A proporção de correção foi calculada com os dedos dos participantes que aderiram ao tratamento e que atingiram a correção de seu tipo e forma de camptodactilia. A proporção de abandono foi calculada apenas para os dedos dos participantes que não aderiram ao tratamento pelo tempo estabelecido nesta coorte.

Análise Estatística

A análise descritiva foi feita com proporções para variáveis categóricas e para variáveis quantitativas, e foram utilizados valores de média e desvio padrão, mediana, mínimo, máximo e quartis. Devido ao baixo número amostral deste estudo, todas as análises comparativas foram feitas por meio de testes não paramétricos, como o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney, e foram apresentadas a mediana e intervalo interquartil das seis coortes. Variáveis categóricas foram correlacionadas em tabelas de contingência e avaliadas pelo teste exato de Fisher.

Resultados

Neste estudo, foram analisados os dados dos prontuários de 38 participantes com um total de 93 dedos acometidos. As características sociodemográficas estão descritas na ►**Tabela 1**. Não houve associação entre a variável sexo e os tipos camptodactilia de acordo com o teste exato de Fisher ($p = 0{,}124$).

A ►**Tabela 2** mostra as distribuições de ocorrência de camptodactilia em cada uma das seis coortes. A forma rígida prevaleceu nesta amostra, e estava presente em 60 dos 93

Tabela 2 Prevalência dos tipos e formas de camptodactilia por dedo acometido

Tipo	Forma	N	Indicador	Médio	Anelar	Mínimo	p^*
I	Rígida	22	0	7	5	10	0,926
	Flexível	23	0	6	5	12	
	Total	45	0	13	10	22	
II	Rígida	9	0	0	0	9	0,005
	Flexível	5	0	2	2	1	
	Total	14	0	2	2	10	
III	Rígida	29	2	8	10	9	$> 0{,}99$
	Flexível	5	0	1	2	2	
	Total	34	2	9	12	11	

Nota: *Teste exato de Fisher.

Tabela 3 Ocorrência de camptodactilia nos dedos acometidos

Tipo	N	Indicador: n (%)	Médio: n (%)	Anelar: n (%)	Mínimo: n (%)	p^*
I	45	0 (0,0)	13 (28,9)	10 (22,2)	22 (48,9)	$< 0,001$
II	14	0 (0,0)	2 (14,3)	2 (14,3)	10 (71,4)	$< 0,001$
III	34	2 (5,9)	9 (26,5)	12 (35,4)	11 (32,4)	0.023
Total	93	2 (2,2)	24 (25,8)	24 (25,8)	43 (46,2)	$< 0,001$

Nota: *Teste de proporção.

Tabela 4 Distribuição de frequências dos dedos de participantes que abandonaram o tratamento antes de alcançar a correção

Tipo	Forma	N	Abandono: *n* (%)	p^*
I	Rígida	22	13 (59,1)	0,075
	Flexível	23	7 (30,4)	
	Total	45	20 (44,4)	
II	Rígida	9	7 (77,8)	$> 0,99$
	Flexível	5	4 (80,0)	
	Total	14	11 (78,6)	
III	Rígida	29	8 (27,6)	0,309
	Flexível	5	0 (0,0)	
	Total	34	8 (23,5)	

Nota: *Teste exato de Fisher.

dedos ($p = 0.007$). Considerando cada tipo de camptodactilia, as formas rígida e flexível também não foram observadas nas mesmas proporções ($p = 0.003$). O tipo III teve prevalências diferentes entre as formas rígida e flexível ($p < 0,001$), e a forma rígida estava presente em 85% dos dedos acometidos. Quando consideramos as ocorrências em cada dedo (►**Tabela 2**), no tipo II há associação nas ocorrências entre a forma e o dedo acometido ($p = 0.00\,5$). O dedo mínimo parece demonstrar maior prevalência da forma rígida em relação à flexível ($p = 0.027$).

A ►**Tabela 3** mostra que o dedo mínimo foi o mais acometido ($p < 0,001$), e representou 46% dos dedos com camptodactilia; dedos médios e anelares foram acometidos em 26% dos casos cada, e o dedo menos acometido foi o indicador, com 2% do total. Ao todo, 20 participantes tiveram acometimento unilateral: 6 participantes com múltiplos dedos acometidos e 14 com apenas 1 dedo com camptodactilia. E 18 participantes tiveram acometimento bilateral, sendo 10 com múltiplos dedos acometidos. Um participante apresentou as duas formas (rígida e flexível) concomitantemente.

A ►**Tabela 4** mostra a frequência de abandono: dos 93 dedos dos participantes, 39 abandonaram o tratamento. O tipo II apresentou a maior frequência de abandono (78,6%), e o tipo III, a menor (23,5%). A proporção de abandono entre os participantes com a forma flexível foi de zero para o tipo III. Apesar disso, não houve associação entre a forma de camptodactilia e o abandono em nenhum tipo (tipo I: $p = 0.075$; tipo II: $p > 0.99$; e tipo III: $p = 0.309$).

Tabela 5 Distribuição de frequências de dedos dos participantes que aderiram ao tratamento e alcançaram a correção da camptodactilia

Tipo	Forma	N	Correção: *n* (%)	p^*
I	Rígida	9	9 (100,0)	0,280
	Flexível	16	13 (81,2)	
	Total	25	22 (88,0)	
II	Rígida	2	0 (0,0)	0,333
	Flexível	1	1 (100,0)	
	Total	3	1 (33,3)	
III	Rígida	21	10 (47,6)	0,053
	Flexível	5	5 (100,0)	
	Total	26	15 (57,7)	

Nota: *Teste exato de Fisher.

Tabela 6 Distribuição do tempo, em meses, decorrido até a correção da camptodactilia com o uso de órteses estáticas

Tipo	Forma	N	Média	DP	Mín.	Máx.	Mediana	Q1	Q3	*p*
I	Rígida	9	7	±9	1	22	4	1	11	0,705
	Flexível	13	3	±4	1	15	2	2	4	
	Total	22	5	±6	1	22	2	1	4	
II	Rígida	0	0	±0	0	0	0	0	0	NA
	Flexível	1	7	NA	7	7	7	7	7	
	Total	1	7	NA	7	7	7	7	7	
III	Rígida	10	18	±8	9	24	24	9	24	0,006
	Flexível	5	6	±3	4	9	4	4	9	
	Total	15	14	±9	4	24	9	9	24	

Abreviaturas: DP, desvio padrão; Máx., máximo; Mín., mínimo; NA, não se aplica; Q1, primeiro quartil; Q3, terceiro quartil.
Notas: *Teste de Mann-Whitney. Os valores de média ± DP, mínimo, máximo, mediana, Q1 e Q3 se referem aos meses decorridos até a correção.

A ►**Tabela 5** mostra a proporção de correção da camptodactilia com o uso de órteses estáticas: Do total de 54 dedos de participantes que aderiram ao tratamento, 38 (71,7%) foram totalmente corrigidos. A camptodactilia rígida foi corrigida em 59% dos dedos, e a flexível, em 86%. Não houve associação entre a forma da camptodactilia e a correção, mas houve uma tendência no tipo III flexível ($p = 0.053$).

Na ►**Tabela 6** estão os tempos necessários até a correção. A camptodactilia do tipo I foi a que levou O menor tempo mediano até a correção (dois meses). A camptodactilia do tipo III rígida teve o maior tempo mediano observado até a correção (24 meses). Não houve associação relativa ao tempo decorrido até a correção e as formas rígida e flexível no tipo I ($p = 0{,}705$), e no tipo II não foi possível calcular, porque não tivemos nenhuma correção na forma rígida, mas, no tipo III, houve associação entre o tempo decorrido até a correção e as formas rígida e flexível: a forma flexível foi corrigida em menor tempo ($p = 0{,}006$).

Discussão

Assim como na literatura,[16,24,25] na amostra deste estudo, o dedo mínimo foi o mais afetado; mas, em relação à bilateralidade, que nos estudos consultados gira em torno de 75%,[4] na nossa amostra não chegou a 50% dos participantes. Na revisão sistemática feita por Wang et al.,[8] não foi possível direcionar o melhor tratamento para a camptodactilia; entretanto, houve consenso entre os autores sobre a imprecisão do resultado cirúrgico e sobre a necessidade do uso de órteses como pré ou pós-intervenção.

O uso de órteses seria a forma de manter a correção alcançada ou até mesmo de iniciá-la. Em sua maioria, os artigos na literatura concordam que a abordagem conservadora com o uso de órteses deva ser a primeira escolha de tratamento, ficando a cirurgia restrita a casos muito graves que não tenham sido corrigidos com o uso das órteses.[5,8,9,14,15,17,18,24,26–30]

As complicações mais comuns no pós-operatório relatadas por Almeida et al.[16] são: lesão de estruturas vasculares, tensão cicatricial e perda da flexão total do dedo tratado. Porém, funcionalmente, uma extensão incompleta é melhor do que a perda da flexão.[16]

Os resultados deste estudo fornecem indícios de que a permanência do dedo em flexão por muitos anos pode levar a uma deformidade estruturada e possível anquilose da articulação IFP. Desta forma, a presença de anquilose se tornou uma contraindicação para o tratamento conservador no nosso serviço.

Houve um alto índice de abandono entre os participantes deste estudo; porém, na literatura consultada, não foi encontrado nenhum dado em relação ao abandono durante o tratamento conservador. Os participantes com camptodactilia do tipo II foram os que mais abandonaram (seguidos dos participantes do tipo I, com 44%). Alguns participantes com camptodactilia do tipo I compareceram para a confecção de uma primeira órtese e não retornaram. A proporção de abandono entre os participantes com camptodactilia do tipo III foi a menor de todas. Acreditamos que, devido à gravidade da camptodactilia do tipo III, que acomete diversos dedos simultaneamente e está ligada a síndromes,[5] esses participantes tenham mais motivos para permanecer em tratamento e tenham maior comprometimento por parte de seus cuidadores e responsáveis. Já para o tipo II, que tem seu surgimento na adolescência,[5] os participantes podem apresentar maiores proporções de abandono pelo fato de terem idade para opinar, aceitar a deformidade e decidir dar ou não seguimento ao tratamento. Outra hipótese para o elevado número de participantes que abandonaram o tratamento seria o fato de eles buscarem uma solução rápida, como uma cirurgia, e, ao encontrarem outro tipo de abordagem mais demorada, desistem. Esse dado não foi encontrado na literatura; é fruto da observação na clínica na área da reabilitação com essa população.

O desfecho principal, a correção da camptodactilia com o uso de órteses estáticas, foi calculado apenas com os dedos dos participantes que aderiram ao tratamento conservador. O tipo I da forma rígida foi totalmente corrigido, e a forma flexível foi corrigida em 81,2% dos casos. O tipo II foi corrigido em 33% dos casos, sendo a forma flexível totalmente corrigida, assim como descrito por Goffin et al.,[15] que relatam que

a camptodactilia do tipo II flexível é mais facilmente corrigível com uso de órteses. Para o tipo III, a forma flexível foi totalmente corrigida, e a rígida teve a proporção de 48% de correção. De forma global, a camptodactilia rígida foi corrigida em 59% dos dedos, e a flexível, em 86% dos dedos dentro do período de observação das coortes. É importante ressaltar que, na maioria da população deste estudo, foram utilizadas órteses com apoio dorsal, o que não está descrito em nenhum dos estudos consultados. Acreditamos que esse diferencial tenha sido um facilitador para o alcance da correção da deformidade, visto que o apoio dorsal permite um melhor posicionamento da articulação IFP na órtese.

Conclusão

O uso de órteses estáticas para o tratamento da camptodactilia, principalmente a dos tipos I e III, iniciado precocemente, se mostrou como uma solução segura, eficaz e de baixa complexidade de execução. Após a análise dos dados desta amostra, consideramos que o tratamento conservador pode e deve ser indicado como primeira alternativa para a correção da camptodactilia; porém, é necessário deixar claro ao paciente/responsável que a disciplina no uso das órteses é fator decisivo para o alcance da correção da deformidade.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que não receberam financiamento de agências dos setores público, privado ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Agradecimentos
Os autores gostariam e agradecer ao Dr. Anderson Vieira Monteiro e ao Dr. Saulo Fontes Almeida, médicos responsáveis pelo Centro de Atenção Especializada (CAE) da Mão do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad (INTO).

Referências

1 Salazard B, Quilici V, Samson P. Les camptodactylies. [Camptodactyly] Chir Main 2008;27(Suppl 1):S157–S164
2 McFarlane RM, Classen DA, Porte AM, Botz JS. The anatomy and treatment of camptodactyly of the small finger. J Hand Surg Am 1992;17(01):35–44
3 Glicenstein J, Haddad R, Guero S. Traitement chirurgical des camptodactylies. [Surgical treatment of camptodactyly] Ann Chir Main Memb Super 1995;14(06):264–271
4 Monteiro AV, Almeida SF. Deformidades congênitas do membro superior. In: Pardini A, Freitas A. Cirurgia da mão: Lesões não traumáticas. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Medbook; 2008:167–241
5 Benson LS, Waters PM, Kamil NI, Simmons BP, Upton J III. Camptodactyly: classification and results of nonoperative treatment. J Pediatr Orthop 1994;14(06):814–819
6 Engber WD, Flatt AE. Camptodactyly: an analysis of sixty-six patients and twenty-four operations. J Hand Surg Am 1977;2 (03):216–224
7 Deng H, Deng S, Xu H, et al. Exome sequencing of a pedigree reveals S339L mutation in the TLN2 gene as a cause of fifth finger camptodactyly. PLoS One 2016;11(05):e0155180
8 Wang AMQ, Kim M, Ho ES, Davidge KM. Surgery and conservative management of camptodactyly in pediatric patients: A systematic review. Hand (N Y) 2020;15(06):761–770
9 Miura T, Nakamura R, Tamura Y. Long-standing extended dynamic splintage and release of an abnormal restraining structure in camptodactyly. J Hand Surg [Br] 1992;17(06):665–672
10 Matsumoto MH, Faloppa F, Albertoni WM, Schmidt B, Ohara GH, Oliveira ASB. Camptodactilia: estudo histoquímico do músculo lumbrical e dos fatores etiopatogênicos. Rev Bras Ortop 1994;29 (04):199–204
11 Goldfarb CA. Congenital hand differences. J Hand Surg Am 2009; 34(07):1351–1356
12 Comer GC, Ladd AL. Management of complications of congenital hand disorders. Hand Clin 2015;31(02):361–375
13 Wijerathne BT, Meier RJ, Agampodi SB. The status of dermatoglyphics as a biomarker of Tel Hashomer camptodactyly syndrome: a review of the literature. J Med Case Rep 2016;10(01):258
14 Kamnerdnakta S, Brown M, Chung KC. Camptodactyly Correction. Operative Techniques in Hand and Wrist Surgery 3rd. Philadelphia: Elsevier; 2018
15 Goffin D, Lenoble E, Marin-Braun F, Foucher G. [Camptodactyly: classification and therapeutic results. Apropos of a series of 50 cases]. Ann Chir Main Memb Super 1994;13(01):20–25
16 Almeida SF, Monteiro AV, Lanes RC. Evaluation of treatment for camptodactyly: retrospective analysis on 40 fingers. Rev Bras Ortop 2014;49(02):134–139
17 Wall LB, Ezaki M, Goldfarb CA. Camptodactyly Treatment for the Lesser Digits. J Hand Surg Am 2018;43(09):874.e1–874.e4
18 Netscher DT, Staines KG, Hamilton KL. Severe camptodactyly: A systematic surgeon and therapist collaboration. J Hand Ther 2015;28(02):167–174, quiz 175
19 Smith PJ, Grobbelaar AO. Camptodactyly: a unifying theory and approach to surgical treatment. J Hand Surg Am 1998;23(01): 14–19
20 Fess EE. A history of splinting: to understand the present, view the past. J Hand Ther 2002;15(02):97–132
21 McClure PW, Blackburn LG, Dusold C. The use of splints in the treatment of joint stiffness: biologic rationale and an algorithm for making clinical decisions. Phys Ther 1994;74(12):1101–1107
22 Fess EE, McCollum M. The influence of splinting on healing tissues. J Hand Ther 1998;11(02):157–161
23 Wall M, Butler D, El Haj A, Bodle JC, Loboa EG, Banes AJ. Key developments that impacted the field of mechanobiology and mechanotransduction. J Orthop Res 2018;36(02):605–619
24 Siegert JJ, Cooney WP, Dobyns JH. Management of simple camptodactyly. J Hand Surg [Br] 1990;15(02):181–189
25 Singh V, Haq A, Priyadarshini P, Kumar P. Camptodactyly: An unsolved area of plastic surgery. Arch Plast Surg 2018;45(04): 363–366
26 Foucher G, Loréa P, Khouri RK, Medina J, Pivato G. Camptodactyly as a spectrum of congenital deficiencies: a treatment algorithm based on clinical examination. Plast Reconstr Surg 2006;117(06): 1897–1905
27 Hamilton KL, Netscher DT. Evaluation of a stepwise surgical approach to camptodactyly. Plast Reconstr Surg 2015;135(03): 568e–576e
28 Hori M, Nakamura R, Inoue G, et al. Nonoperative treatment of camptodactyly. J Hand Surg Am 1987;12(06):1061–1065
29 Seves M, Rossi P, Ramella M. Trattamento conservativo precoce nella camptodattilia. Rev Chir Mano 2004;41(01):61–64
30 Urban M, Rutowski R, Urban J, Mazurek P, Kuliński S, Gosk J. Treatment of camptodactyly using injection of botulinum neurotoxin. Adv Clin Exp Med 2014;23(03):399–402

Tratamento cirúrgico da rizartrose: Artroplastia de ressecção do trapézio associada a interposição tendínea *versus* técnica de Kuhns

Surgical Rhizarthrosis Treatment: Trapezius Resection Arthroplasty Associated with Tendon Interposition versus *the Kuhns Technique*

Guilherme Henrique Teixeira Reis[1] Willker Galvão de Carvalho[1] Mauricio Foster Rodrigues[1] Jorge Raduan Neto[1] Aldo Okamura[1] João Carlos Belloti[1]

[1] Departamento de Cirurgia da Mão, Hospital Alvorada, São Paulo, SP, Brasil

Endereço para correspondência Guilherme Henrique Teixeira Reis, M.D., Passos, Minas Gerais, Brasil (e-mail: guilhermereis_1@hotmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e572–e579.

Resumo

Objetivo O objetivo deste estudo é avaliar e comparar os resultados clínicos e funcionais de dois procedimentos cirúrgicos realizados em pacientes com rizartrose grave graus III e IV.

Métodos Avaliamos 39 pacientes submetidos a 2 técnicas cirúrgicas para o tratamento da rizartrose: trapeziectomia pela técnica de Kuhns ou com interposição tendínea, com mínimo de 6 meses de seguimento. O desfecho primário foi avaliado pelo questionário específico Sintomas e Incapacidade da Artrose Trapeziometacarpiana (Trapeziometacarpal Arthrosis Symptoms and Disability, TASD, em inglês), e os desfechos secundários, pela versão abreviada do Questionário de Incapacidades do Braço, Ombro e Mão (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand, QuickDASH, em inglês) e a Escala Visual Analógica (EVA).

Resultados Não houve diferença estatisticamente significantiva entre os grupos nos resultados do TASD, QuickDASH e EVA e ambas as técnicas demonstraram bons resultados funcionais e da dor. Não houve complicações que necessitassem de nova abordagem cirúrgica. Verificamos uma correlação positiva entre as pontuações no TASD e no QuickDASH, o que sugere que ambos são eficazes na avaliação da funcionalidade e incapacidade da rizartrose.

Conclusão A trapeziectomia com técnica de Kuhns e com interposição tendínea se mostraram efetivas no tratamento cirúrgico da rizartrose. Não houve diferença significativa entre as técnicas em relação aos resultados funcionais.

Palavras-chave
- osso trapézio
- osteoartrite
- procedimentos ortopédicos

Trabalho desenvolvido no Hospital Alvorada, São Paulo, SP, Brasil.

recebido
23 de outubro de 2023
aceito
05 de abril de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1788289.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective This study aimed to evaluate and compare the clinical and functional outcomes of two surgical procedures performed in patients with severe grade III and IV rhizarthrosis.

Methods We evaluated 39 patients who underwent two surgical techniques for rhizarthrosis treatment: trapeziectomy using the Kuhns technique or tendon interposition, with a minimum follow-up period of 6 months. The primary outcome assessment used the specific Trapeziometacarpal Arthrosis Symptoms and Disability (TASD) questionnaire, and the secondary outcome evaluation employed the shortened version of the Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (QuickDASH) questionnaire and the visual analog scale (VAS).

Results There was no statistically significant difference between groups in the TASD, QuickDASH, and VAS results, and both techniques demonstrated good functional and pain outcomes. No complication required a new surgical approach. We found a positive correlation between TASD and QuickDASH questionnaire scores, suggesting their effectiveness in assessing functionality and disability in subjects with rhizarthrosis.

Conclusion Trapeziectomy using the Kuhns technique and tendon interposition proved effective in the surgical treatment of rhizarthrosis. There was no significant difference between the techniques concerning functional outcomes.

Keywords

- orthopedic procedures
- osteoarthritis
- trapezium bone

Introdução

A rizartrose, é uma condição degenerativa progressiva que afeta a articulação carpometacarpiana do polegar. É uma das formas mais comuns de osteoartrite nas mãos, sendo mais frequente em mulheres acima dos 50 anos de idade. Essa condição pode ser debilitante, limitando a capacidade de vida e laboral diária do indivíduo.[1] Várias opções terapêuticas estão disponíveis para gerenciar os sintomas e melhorar a qualidade de vida, como as mudanças no estilo de vida, fisioterapia motora e analgésica, órteses, terapias farmacológicas, infiltrações e tratamentos cirúrgicos.[2]

O tratamento cirúrgico é uma opção para pacientes com rizartrose que não obtiveram alívio dos sintomas por meio de tratamentos não cirúrgicos.[2] A trapeziectomia é uma artroplastia de ressecção do trapézio que foi inicialmente descrita por Gervis, com bons resultados.[3] Alguns autores descreveram como complicação desta técnica a migração proximal do metacarpo e o comprometimento dos resultados funcionais.[4] Assim, para prevenir tais complicações, foram descritas técnicas associadas a trapeziectomia como a interposição de tendão,[5] a reconstrução ligamentar,[6] artroplastia com implantes,[7] a técnica de formação de hematoma por distração (técnica de Kuhns),[8] reconstrução ligamentar com a interposição de tendão,[6] e interposição de material acelular.[5] Embora estas técnicas associadas possam ser efetivas, elas podem acrescentar riscos de outras complicações como infecção, dor, soltura dos implantes e perda de força muscular.[4] Atualmente na literatura não há estudos com evidências conclusivas quanto a técnica mais efetiva para o tratamento cirúrgico da rizartrose.[4]

Assim, o objetivo deste estudo é avaliar duas técnicas cirúrgicas: a trapeziectomia com a técnica de Kuhns e com interposição tendinosa, em 39 pacientes, com um segmento mínimo de 6 meses de evolução.

Essas técnicas foram escolhidas devido ao considerável número de pacientes submetidos a esses procedimentos com o intuito de proporcionar uma análise abrangente e representativa, permitindo uma comparação significativa entre elas e contribuindo para a validade dos resultados obtidos.

Materiais e Métodos

Este é um estudo coorte retrospectivo que avaliou 39 pacientes. Os critérios de inclusão foram: pacientes com diagnóstico clinico e de imagem com rizartrose de graus III e IV de Eaton e Littler,[9] de ambos os sexos, que foram submetidos ao tratamento cirúrgico com a trapeziectomia pela técnica de Kuhns[8] (grupo 1, n = 18), ou a trapeziectomia associada com interposição de tendão[5] (grupo 2, n = 21), entre os anos de 2018 e 2022, operados por quatro cirurgiões de mão experientes e com seguimento mínimo de seis meses.

Os dados foram coletados a partir dos registros eletrônicos do hospital sede do estudo, com busca dos pacientes por meio dos códigos de diagnóstico da décima revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-10): M18.0, M18.1 e M19.9. As informações coletadas incluíram idade, sexo, lado operado, lado dominante, grau de artrose e tipo de procedimento cirúrgico (►**Tabela 1**).

Os critérios de exclusão foram: pacientes com doenças reumatológicas, traumáticas, ou neurológicas que afetam as articulações da mão ou do punho, aqueles submetidos a cirurgias prévias na região do polegar, aqueles que perderam o seguimento pós-operatório e aqueles que não assinaram o termo de consentimento do estudo.

Tabela 1 Dados demográficos dos pacientes

Dados	Grupo 1	Grupo 2	Total	Valor de *p*
Idade média (em anos)	62,4	58,0	60,1	0,056
Sexo	94,5% F	90,5% F	92,4% F	0,052
	5,5% M	9,5% M	7,6% M	
Lado dominante	94,5% D	81% D	87,2% D	0,921
	5,5% E	19% E	12,8% E	
Lado operado	44,5% D	42,9% D	43,6% D	0,209
	55,5% E	57,1 E	56,4% E	
Grau de artrose (Eaton e Littler)	67% III	72% III	70% III	
	33% IV	28% IV	30% IV	0,748
Tempo da aplicação do questionário (em meses)	Média: 39,8	Média: 21,6		
	Mínimo: 8	Mínimo: 6	Média: 30	0,08
	Máximo: 62	Máximo: 50		

Abreviaturas: III, grau III; IV, grau IV; D, direito; E, esquerdo; F, feminino; M, masculino.

Após inclusão, os pacientes foram convidados a realizar uma avaliação presencial em consultas ambulatoriais, em um único momento, por quatro residentes em cirurgia da mão. Foi solicitado aos pacientes que respondessem aos questionários sobre os seus desfechos clínicos e funcionais, sendo eles o questionário de Sintomas e Incapacidade da Artrose Trapeziometacarpiana (Trapeziometacarpal Arthrosis Symptoms and Disability, TASD, em inglês),[10] a versão abreviada do Questionário de Incapacidades do Braço, Ombro e Mão (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand, QuickDASH, em inglês)[11] e a Escala Visual Analógica (EVA) de dor,[12] como demonstrado nos ►**Anexos 1**, **2** e **3**. O tempo médio entre o procedimento cirúrgico e a aplicação dos questionários foi de 30 meses.

Na análise estatística, os dados foram importados para o programa IBM SPSS Statistics for MacOS (IBM Corp., Armonk, NY, EUA), versão 25.0. A estatística descritiva de dados categóricos foi descrita pela sua frequência absoluta e relativa. Os dados contínuos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e descritos pela média ± desvio padrão, mediana e pelos 25º e 75º percentis. Os dados que mostraram distribuição paramétrica foram submetidos ao teste *t* de Student para duas amostras independentes, enquanto os dados que não mostraram distribuição paramétrica foram submetidos ao teste Mann-Whitney para duas amostras independentes. Foi aceito como diferença estatisticamente significativo quando o erro do tipo I, ou seja, o valor de *p*, foi menor do que 0,05.

Procedimentos Cirúrgicos Realizados e Avaliados no Estudo

Para o primeiro grupo, foi realizada a técnica cirúrgica descrita por Kuhns,[8] mediante via acesso dorsal longitudinal de cerca de 4 cm, na articulação carpometacarpiana do polegar entre o tendão do musculo abdutor longo do polegar e o tendão do musculo extensor curto do polegar. Em seguida, a capsula articular foi aberta em T para expor e remover o trapézio; a fixação foi realizada sob radioscopia com dois fios de Kirschner 1.5mm entre o primeiro e o segundo metacarpo, mantendo o espaço articular carpometacarpiano (►**Fig. 1**). O procedimento é finalizado com a sutura da capsula articular e da pele. Então, é feito um curativo estéril e tala gessada antebraqueopalmar com inclusão do polegar, que é mantida por 4 semanas. Os fios de Kirschner foram retirados no ambulatório com 4 semanas de pós-operatório.

Quanto ao segundo grupo, a técnica de trapeziectomia e tenoartroplastia com o músculo palmar longo,[5] foi realizada pela mesma via de acesso descrita no grupo 1, a ressecção do tendão e do musculo palmar longo é realizada com o uso de três acessos sobre o tendão (►**Fig. 2**), a confecção do novelo e a sua interposição é realizada entre o escafoide e o metacarpo (►**Figs. 3**–**4**). A capsula articular (►**Fig. 5**) é fechada seguida da sutura da incisão e um curativo e tala gessada foram aplicados, os pontos são retirados com 2 semanas e a imobilização é mantida por 4 semanas.

Desfechos Clínicos

Desfecho Primário

O desfecho primário foi utilizado o questionário específico TASD,[10] que consiste em uma avaliação autorreportada específica das limitações funcionais relacionadas à rizartrose. O TASD foi traduzido e adaptado culturalmente para o português brasileiro em 2021.[13] Ele contém uma série de perguntas sobre a intensidade da dor e a capacidade funcional para o polegar. As respostas são pontuadas em uma escala de 0 a 100, e pontuações mais altas indicam maior disfunção.

Desfechos Secundários

O QuickDASH[11] avalia a incapacidade funcional e a dor relacionadas ao membro superior por meio da listagem de 11 atividades. As respostas são pontuadas em uma escala de 0 a 100 e, quanto mais alta a pontuação, maior a incapacidade funcional e a dor relatadas pelos pacientes.

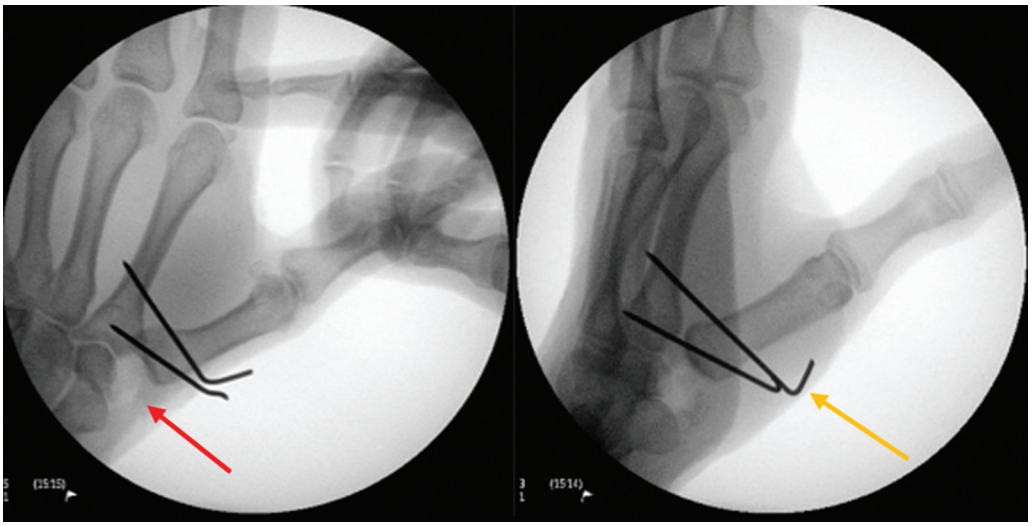


Fig. 1 Procedimento cirúrgico finalizado pela técnica de Kuhns. Imagens do intraoperatório que demonstram o espaço (seta vermelha) após a ressecção do osso trapézio e dos dois fios de Kirschner (seta amarela) utilizados para fixar o primeiro metacarpo ao segundo metacarpo.

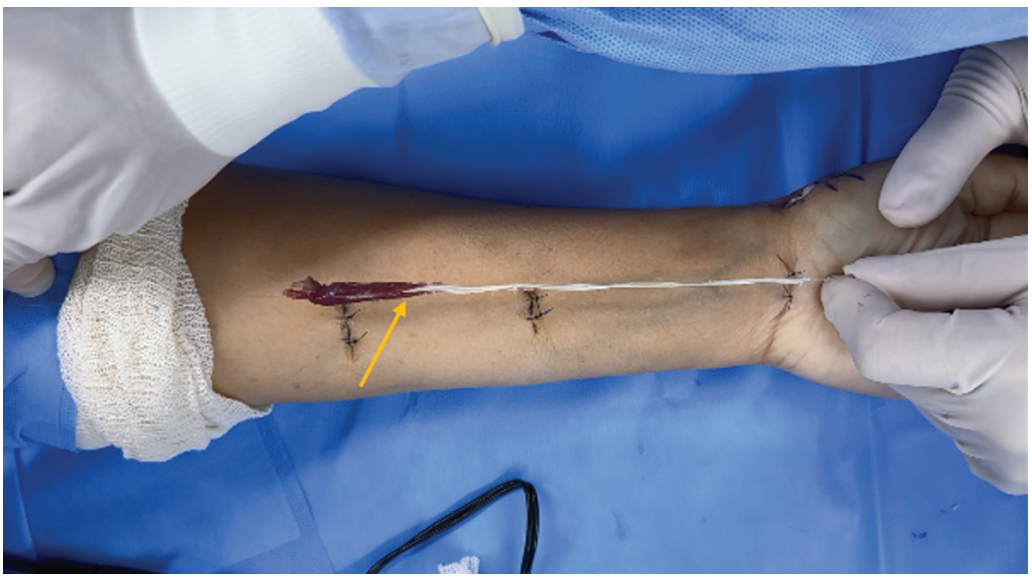


Fig. 2 Imagem da retirada do músculo palmar longo para ser utilizado como enxerto. Retirada do enxerto musculotendíneo do músculo palmar longo (seta amarela) por meio de três acessos.

A EVA[12] avalia a intensidade da dor relatada pelos pacientes. Consiste em uma linha horizontal com uma escala de 0 a 10, em que 0 representa ausência de dor e 10, dor máxima. Os pacientes foram convidados a marcar na escala o grau de dor que estavam sentindo naquele momento.

Os questionários foram aplicados por um único avaliador não ligado ao estudo, em todas as consultas ambulatoriais, garantindo a padronização da coleta de dados.

O trabalho foi aprovado pelo comitê de ética da nossa instituição sob o número CAAE: 71550023.1.0000.5487.

Resultados

O tempo médio para a aplicação dos questionários nos pacientes foi de 30 meses pós-operatórios, sendo para o grupo 1 um tempo mínimo de 8 e máximo de 62 meses, e para o grupo 2 um tempo mínimo de 6 e máximo de 50 meses (►**Tabela 1**).

Na análise do desfecho primário pela pontuação no TASD, o grupo da técnica de Kuhns teve uma média de 25,2 ± 27,5%, ao passo que, no grupo de interposição de tendão, a média foi de 24,9 ± 22% (►**Fig. 6**).

Na análise do desfechos secundários pela pontuação no QuickDASH, o grupo da técnica de Kuhns teve média de 25,5 ± 30,7%, e no grupo da interposição de tendão, a média foi de 31,6 ± 24,6% (►**Fig. 7**).

Na análise do desfecho de dor, aferido pela EVA, o grupo da técnica de Kuhns, teve média de 3,2 ± 3,2%, e no grupo da interposição de tendão, a média foi de 3,0 ± 2,7% (►**Fig. 8**).

Foi encontrada uma correlação positiva entre as pontuações no TASD e QuickDASH: um aumento nas pontuações em um questionário correspondia a um aumento nas



Fig. 3 Enxerto do musculo palmar longo antes de ser colocado no local do trapézio.



Fig. 4 Colocação do enxerto no local do trapézio ressecado.

pontuações no outro. Isso sugere que ambos os instrumentos são eficazes para medir aspectos relacionados à funcionalidade e incapacidade na rizartrose de forma consistente (►**Fig. 9**).

Discussão

A amostra populacional do estudo se mostrou homogênea e representativa, conforme descrito na literatura.[1] Este estudo utilizou como desfecho primário o questionário TASD, e como secundários o questionário QuickDASH e a EVA, por serem instrumentos que avaliam a função e possíveis limitações de atividades da vida diária e o índice de dor dos pacientes operados. A literatura relata que essas são as



Fig. 5 Fechamento da capsula articular.

ferramentas mais apropriadas para avaliar a efetividade do tratamento cirúrgico.[10,11]

Os nossos resultados funcionais positivos com a técnica descrita por Kuhns[8] foram concordantes com os da literatura.[5,8,14] Observamos como vantagens dessa técnica um menor tempo cirúrgico, a falta de necessidade de realizar novas incisões e a dispensa da retirada de enxertos tendíneos. Esses benefícios não apenas simplificam o procedimento, como também podem resultar em uma recuperação pós-operatória mais rápida, o que pode reduzir as complicações associadas a incisões adicionais e procedimentos de enxertos. Suas desvantagens são as possíveis complicações inerentes a inserção e manutenção do fio de Kirschner e a necessidade de um segundo procedimento para remoção dos pinos, o que foi realizado no ambulatório da instituição em que este estudo foi realizado.

A técnica de trapeziectomia com tenoartroplastia do músculo palmar longo também busca evitar a migração proximal do primeiro metacarpo, ao utilizar o enxerto tendíneo como um espaçador biológico. Sua principal vantagem é a utilização de enxerto autólogo sem necessidade de implantes sintéticos. Como principais desvantagens dessa técnica, observamos que, apesar de ser do mesmo membro operado, é limitada para pacientes que não têm o músculo palmar longo e as complicações cicatriciais para a retirada do enxerto. Os resultados funcionais positivos notados com o uso desta técnica no presente estudo são concordantes com os da literatura, em que diversos autores[5,15] relatam bons e ótimos resultados.

Ao comparar ambas as técnicas cirúrgicas analisadas, observamos que a trapeziectomia com interposição de tendão do musculo palmar longo não demonstrou superioridade em relação à técnica de Kuhns. Embora não tenhamos encontrado estudos que comparem especificamente essas duas técnicas, os resultados obtidos foram semelhantes a literatura que aborda técnicas cirúrgicas similares.[16–19] Os achados desta revisão sustentam a eficácia de ambas as abordagens no tratamento da rizartrose. No entanto, com

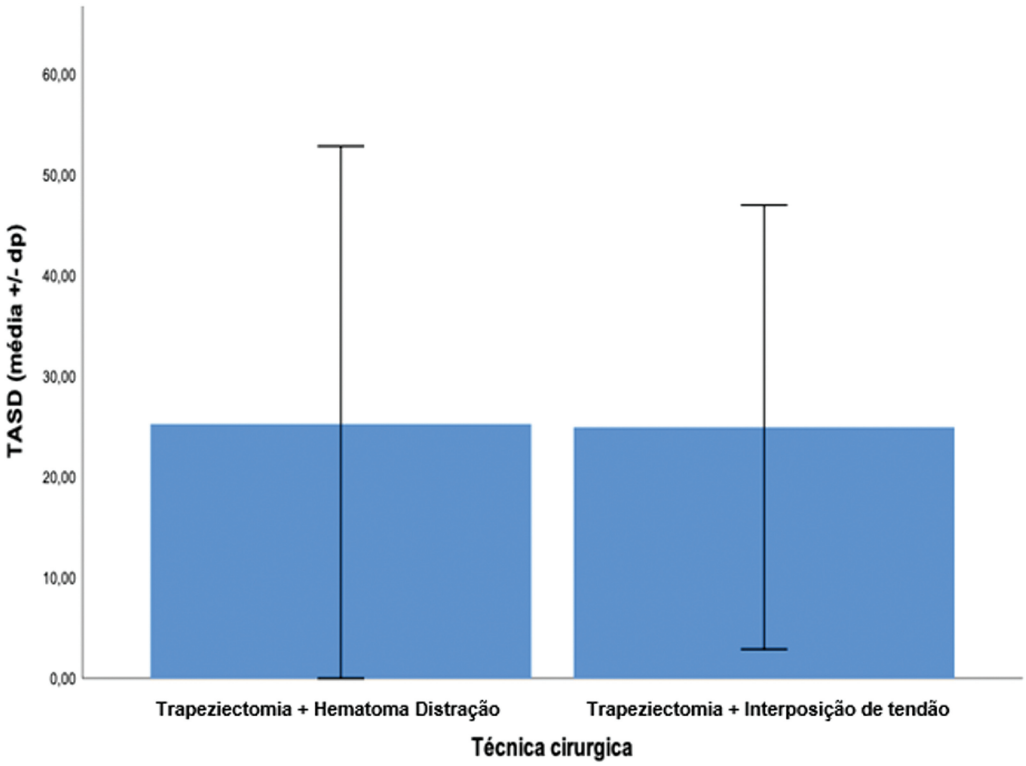


Fig. 6 Análise da pontuação no TASD em comparação com as técnicas de Kuhns e de interposição de tendão.

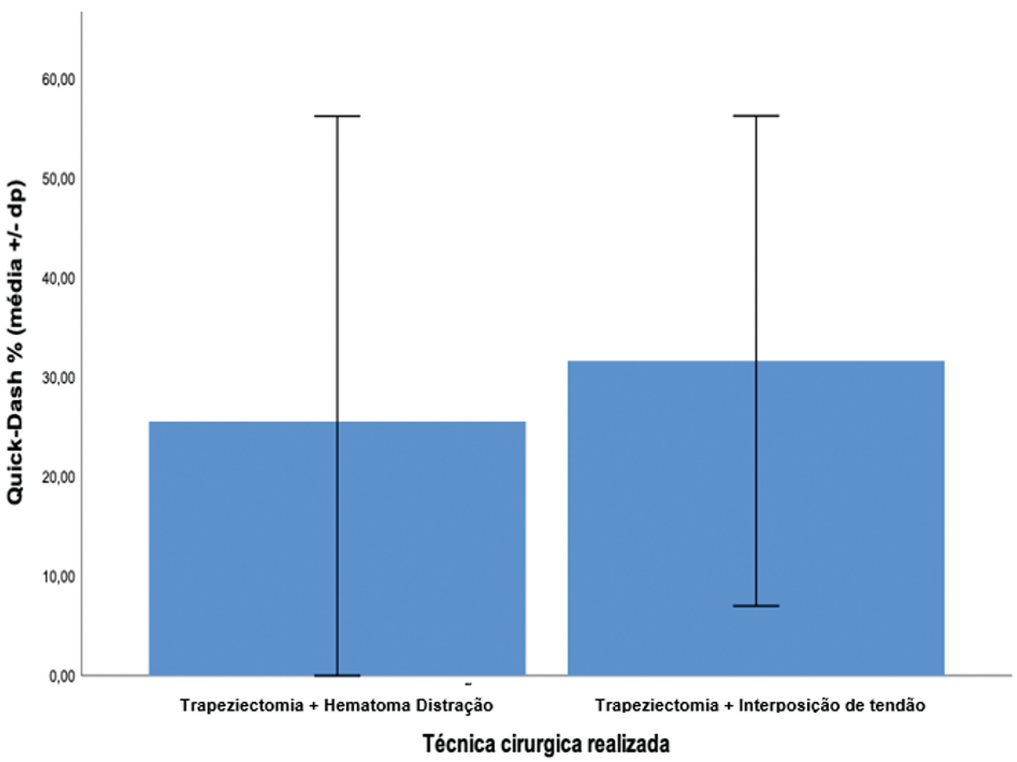


Fig. 7 Análise da pontuação no QuickDASH em comparação com as técnicas de Kuhns e de interposição de tendão.

base na Revisão Cochrane,[20] não podemos atualmente fazer recomendações sobre a superioridade de qualquer procedimento cirúrgico sobre outro para essa condição.

Observamos uma correlação positiva entre o TASD e o QuickDASH, resultado consistente com os achados na literatura.[10,21]

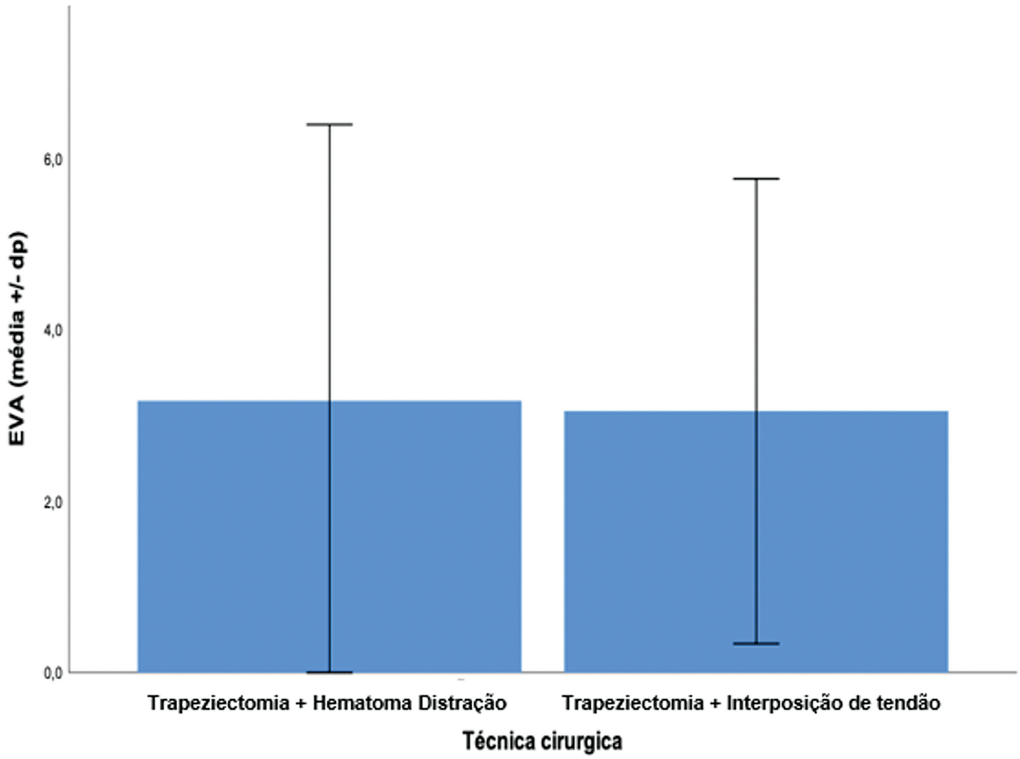


Fig. 8 Análise da pontuação na EVA em comparação com as técnicas de Kuhns e de interposição de tendão.

Conclusão

As duas técnicas avaliadas se mostraram efetivas para o tratamento de pacientes com rizartrose, mediante avaliação com o questionário TASD, com acompanhamento pós-operatório médio de 30 meses. Não houve superioridade do resultado funcional entre os grupos, comparando as técnicas de trapeziectomia com interposição de tendão ou com distração. Os questionários funcionais TASD específico e o QuickDASH genérico se mostraram equivalentes para mensuração do grau de limitação funcional dos pacientes.

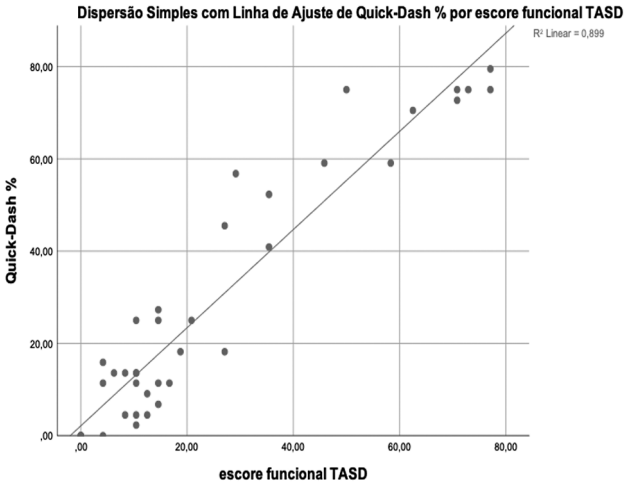


Fig. 9 Correlação das pontuações no QuickDASH e TASD nos pacientes pós-operatórios que se submeteram às técnicas de Kuhns e de interposição de tendão.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que não receberam suporte financeiro de agências dos setores público, privado ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

1 Armstrong AL, Hunter JB, Davis TR. The prevalence of degenerative arthritis of the base of the thumb in post-menopausal women. J Hand Surg [Br] 1994;19(03):340–341
2 Bertozzi L, Valdes K, Vanti C, Negrini S, Pillastrini P, Villafañe JH. Investigation of the effect of conservative interventions in thumb carpometacarpal osteoarthritis: systematic review and meta-analysis. Disabil Rehabil 2015;37(22):2025–2043
3 Gervis WH. Excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapezio-metacarpal joint. J Bone Joint Surg Br 1949;31B(04): 537–539, illust
4 Conolly WB, Lanzetta M. Surgical management of arthritis of the carpo-metacarpal joint of the thumb. Aust N Z J Surg 1993;63(08): 596–603
5 Dell PC, Muniz RB. Interposition arthroplasty of the trapeziometacarpal joint for osteoarthritis. Clin Orthop Relat Res 1987;(220): 27–34
6 Burton RI, Pellegrini VD Jr. Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part II. Ligament reconstruction with tendon interposition arthroplasty. J Hand Surg Am 1986;11 (03):324–332

7 Pellegrini VD Jr, Burton RI. Surgical management of basal joint arthritis of the thumb. Part I. Long-term results of silicone implant arthroplasty. J Hand Surg Am 1986;11(03):309–324

8 Kuhns CA, Meals RA. Hematoma and distraction arthroplasty for basal thumb osteoarthritis. Tech Hand Up Extrem Surg 2004;8 (01):2–6

9 Eaton RG, Glickel SZ. Trapeziometacarpal osteoarthritis. Staging as a rationale for treatment. Hand Clin 1987;3(04):455–471

10 Becker SJ, Teunis T, Ring D, Vranceanu AM. The Trapeziometacarpal Arthrosis Symptoms and Disability Questionnaire: Development and Preliminary Validation. Hand (N Y) 2016;11(02): 197–205

11 Beaton DE, Wright JG, Katz JNUpper Extremity Collaborative Group. Development of the QuickDASH: comparison of three item-reduction approaches. J Bone Joint Surg Am 2005;87(05): 1038–1046

12 Huskisson EC. Measurement of pain. Lancet 1974;2(7889): 1127–1131

13 de Souza Almeida VA, Fernandes CH, Meireles LM, Faloppa F, Ejnisman B, Cohen M. Translation and cross-cultural adaptation of "Trapeziometacarpal Arthrosis Symptoms and Disability-TASD" into Brazilian Portuguese. Adv Rheumatol 2021;61(01):61

14 Kuhns CA, Emerson ET, Meals RA. Hematoma and distraction arthroplasty for thumb basal joint osteoarthritis: a prospective, single-surgeon study including outcomes measures. J Hand Surg Am 2003;28(03):381–389

15 Berkhout MJ, Bachour Y, Wessing D, Ritt MJPF. Distal Pole Resection of the Scaphoid for the Treatment of Scaphotrapeziotrapezoid Osteoarthritis. Hand (N Y) 2019;14(02):230–235

16 Davis TR, Brady O, Dias JJ. Excision of the trapezium for osteoarthritis of the trapeziometacarpal joint: a study of the benefit of ligament reconstruction or tendon interposition. J Hand Surg Am 2004;29(06):1069–1077

17 Jain A, Herrera FA. Cost Analysis and National Trends in the Treatment of Thumb Basal Arthritis: Comparing Ligament Reconstruction/Tendon Interposition and Trapeziectomy/Hematoma Distraction Arthroplasty. Ann Plast Surg 2021;86(6S, Suppl 5)S622–S624

18 Tolo ET. Ligament reconstruction and tendon interposition versus trapeziectomy and hematoma distraction arthroplasty for treatment of trapeziometacarpal arthritis. Curr Opin Orthop 2006; 17:283–287

19 Sandvall BK, Cameron TE, Netscher DT, Epstein MJ, Staines KG, Petersen NJ. Basal joint osteoarthritis of the thumb: ligament reconstruction and tendon interposition versus hematoma distraction arthroplasty. J Hand Surg Am 2010;35(12):1968–1975

20 Wajon A, Vinycomb T, Carr E, Edmunds I, Ada L. Surgery for thumb (trapeziometacarpal joint) osteoarthritis. Cochrane Database Syst Rev 2015;2015(02):CD004631

21 Ratneswaran A, Rockel JS, Antflek D, et al. Investigating Molecular Signatures Underlying Trapeziometacarpal Osteoarthritis Through the Evaluation of Systemic Cytokine Expression. Front Immunol 2022;12:794792

Tratamento cirúrgico percutâneo do dedo em gatilho

Percutaneous Surgical Treatment of Trigger Finger

Serdar Satılmış Orhan[1]

[1] Clínica de Ortopedia e Traumatologia, Marmara University Pendik Training and Research Hospital, İstanbul, Türkiye

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e580–e583.

Endereço para correspondência Serdar Satılmış Orhan, MD, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Sultan Abdülhamid Han Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Selimiye Mh., Tıbbiye Cd., 34668, Üsküdar/İstanbul, Türkiye (e-mail: serdarorhan@gmail.com).

Resumo

Objetivo Avaliar a eficácia da terapia de liberação percutânea em pacientes com dedo em gatilho.

Métodos Obtivemos os prontuários hospitalares de 120 pacientes submetidos à liberação percutânea, e seu estado final foi avaliado por telefone.

Resultados A amostra foi composta de 84 (70%) pacientes do sexo feminino e 36 (30%) do sexo masculino, com média de idade de 55,4 (variação: 30–79) anos e tempo médio de acompanhamento de 28,6 (variação: 6–74) meses. Bons resultados foram obtidos em 118 (98,3%) pacientes. Na primeira semana após o procedimento, a liberação foi realizada por método cirúrgico aberto em dois pacientes que apresentavam queixa de recidiva do quadro. Nenhuma limitação da amplitude de movimento articular foi detectada em nenhum dedo.

Conclusão A liberação percutânea apresenta vantagens em relação ao método cirúrgico aberto no tratamento cirúrgico do dedo em gatilho, como baixo custo, facilidade de execução, realização fora de centro cirúrgico, e taxas de complicações semelhantes.

Palavras-chave

- dedo em gatilho/cirurgia
- dedo em gatilho/patologia
- dedo em gatilho/terapia
- tendões

Abstract

Objective To evaluate the efficacy of percutaneous release therapy for patients with trigger finger.

Methods We obtained the hospital records of 120 patients who underwent percutaneous release, and their final status was evaluated by telephone.

Results The sample was composed of 84 (70%) female and 36 (30%) male patients, with a mean age of 55.4 (range: 30–79) years, and a mean follow-up of 28.6 (range: 6–74) months. Successful results were obtained in 118 (98.3%) patients. In the first week after the procedure, release was performed through the open surgical method in two patients who had complaints of re-entanglement in their fingers. No limitation to the joint range of motion was detected in any finger.

Conclusions Percutaneous release has advantages over the open surgery method in the surgical treatment of trigger finger, due to its low cost, ease of application, performance outside operating room conditions, and similar complication rates.

Keywords

- tendons
- trigger finger disorder/pathology
- trigger finger disorder/surgery
- trigger finger disorder/therapy

Trabalho desenvolvido na Clínica de Ortopedia e Traumatologia, Sultan Abdülhamid Han Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Üsküdar/İstanbul, Turquia.

recebido
23 de junho de 2023
aceito
28 de abril de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1788670.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Introdução

O dedo em gatilho é um distúrbio comum que causa sintomas como dor e travamento durante os movimentos dos dedos.[1] O tratamento conservador é recomendado, especialmente em pacientes com sintomas brandos a moderados. O tratamento conservador inclui anti-inflamatórios não esteroidais, injeção local de corticosteroides, uso de talas, fisioterapia e reabilitação.[1]

Os métodos cirúrgicos são preferidos nos casos que não respondem ao tratamento conservador ou que apresentam recidiva. Duas técnicas foram descritas: a cirurgia aberta e a cirurgia percutânea. Há relatos de que as taxas de recidiva da liberação após o método cirúrgico aberto são inferiores às do método percutâneo. Porém, sabe-se que o método percutâneo é mais vantajoso em termos de tempo de internação, custos e cicatrização.[2–4]

Neste artigo, avaliamos a eficácia da terapia de liberação percutânea em pacientes com dedo em gatilho.

Materiais e Métodos

Delineamento Experimental e Amostra

A pesquisa do sistema de automação hospitalar levou à obtenção das informações dos prontuários hospitalares de 120 pacientes atendidos no Ambulatório de Ortopedia e Traumatologia por dedo em gatilho entre novembro de 2016 e agosto de 2022 e submetidos à liberação percutânea. O estado final dos pacientes foi avaliado por telefone.

Este estudo incluiu pacientes maiores de 18 anos com quadro de dedo em gatilho, que não apresentassem infecção, contratura ou outra doença na área operada, e cujo procedimento cirúrgico tivesse sido feito pelo mesmo profissional. Foram excluídos pacientes menores de 18 anos e os que já haviam sido submetidos a cirurgias anteriores na área do procedimento. A avaliação clínica dos pacientes ocorreu segundo a classificação de Green.[5]

Quanto ao procedimento de liberação cirúrgica percutânea, os pacientes foram informados sobre o dedo em gatilho e os métodos de tratamento. Obteve-se consentimento livre e esclarecido para a liberação percutânea. A localização anatômica da polia A1 foi determinada considerando-se os marcos anatômicos descritos por Wilhelmi et al.[6] e Sato et al.[7] Além disso, a região anatômica foi confirmada mediante a detecção da área com gatilho pela realização de movimentos ativos e passivos de flexão-extensão do dedo durante a palpação. Posteriormente, 2 mL de prilocaína a 2% foram injetados sob a pele sobre a polia A1. Após a anestesia, a polia A1 e o tendão flexor foram penetrados com a ponta afiada da agulha de calibre 21 (diâmetro de 0,8 mm e comprimento de 38 mm) paralela à direção longitudinal do tendão. Em seguida, verificou-se se a agulha também se movia durante a movimentação passiva do dedo do paciente, e confirmou-se que a agulha estava no tendão. A agulha foi puxada para trás e retirada do tendão, a bainha do tendão e a polia A1 foram atravessadas, e a polia A1 foi seccionada ao ser movida paralelamente ao tendão. Enquanto a polia A1 estava sendo liberada, era possível perceber que a ponta da agulha penetrava a bainha/polia e a liberava.

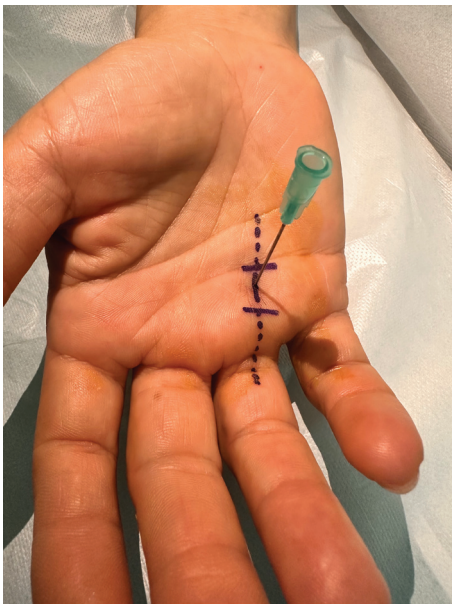


Fig. 1 Local de entrada topográfica da agulha na polia A1.

Ao final do procedimento, percebia-se que a ponta da agulha se movia livremente sem atrito contra qualquer faixa/estrutura fibrosa. Então, a agulha foi retirada e solicitou-se aos pacientes que flexionassem e estendessem ativamente os dedos e que indicassem se havia algum travamento. O cirurgião realizou movimentos passivos de flexão-extensão do dedo para verificar se havia ou não aprisionamento. Caso não houvesse sensação de travamento após o exame, o procedimento era encerrado, considerando-se a liberação concluída. O procedimento foi repetido em pacientes com queixas contínuas e aprisionamento persistente do tendão. Após a liberação, o sítio de entrada da agulha foi fechado com curativo por 1 dia (►**Vídeo 1** e ►**Fig. 1**).

Vídeo 1

Verificando a localização da agulha com o movimento do dedo no tratamento do dedo em gatilho fechado: confirmamos que a agulha está no tendão porque ela se move com o movimento do dedo. Online content including video sequences viewable at: https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/html/10.1055/s-0044-1788670.

Após a liberação percutânea, mostrou-se e solicitou-se aos pacientes que realizassem movimentos frequentes diários durante 10 dias, levando as articulações metacarpofalangianas e interfalangianas proximais e distais à hiperextensão e flexão completa e mantendo-as assim por alguns segundos. Os pacientes voltaram ao ambulatório para acompanhamento na primeira semana após o procedimento. Informações sobre a amplitude de movimento das articulações dos dedos, travamento, dor e inchaço foram obtidas por entrevista telefônica. Para tanto, entramos em contato com

os pacientes por meio do telefone listado em seus prontuários. Após a obtenção do consentimento verbal, questionamos e registramos minuciosamente suas queixas atuais. Para avaliar a amplitude de movimento, instruímos os pacientes a tirar fotografias de seus dedos em flexão total e extensão total e enviá-las para nós. Pacientes que não conseguiam estabelecer comunicação adequada e saudável por telefone (como pacientes com distúrbios de fala e compreensão) eram obrigados a comparecer ao hospital para consulta ambulatorial.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Clínica da Faculdade de Ciências da Saúde Hamidiye da Universidade de Ciências da Saúde, em 16 de outubro de 2022, sob o número de registro 22/93. O estudo foi conduzido de acordo com os princípios da Declaração de Helsinque. Os pacientes e/ou seus familiares foram informados de que os dados do caso seriam submetidos à publicação e deram seu consentimento para tal.

Resultados

A amostra foi composta de 84 (70%) pacientes do sexo feminino e 36 (30%) do sexo masculino, com média de idade de 55,4 (variação: 30–79) anos e acompanhamento médio de 28,6 (variação: 6–74) meses. A ►**Tabela 1** mostra a distribuição dos dedos e sua lateralidade. Em 119 pacientes, a mão dominante era a direita, e somente 1 paciente tinha a mão esquerda dominante. Segundo a classificação de Green, 75 dedos eram do tipo 2, 60 dedos, do tipo 3, e 5, do tipo 4. Resultados bons foram obtidos em 118 (98,3%) pacientes. Na primeira semana após o procedimento, a liberação pelo método cirúrgico aberto foi realizada em 2 pacientes que apresentavam queixa de recidiva do quadro. Durante a liberação aberta, observou-se a secção incompleta da polia A1 e a presença de pequenas lesões superficiais no eixo longitudinal do tendão flexor. Complicações como ruptura de tendão, infecção, lesão nervosa e hematoma, não foram observadas em nenhum dos pacientes. Observou-se que apenas 5 pacientes continuaram com queixa de dor na região da polia A1. As queixas desses pacientes regrediram em 1 mês. Não houve detecção de limitação da amplitude de movimento articular em nenhum dedo.

Tabela 1 Distribuição de dedos e lateralidade entre os pacientes

Dedo	Direito	Esquerdo	Total	%
1.	31	29	60	42,86
2.	4	2	6	4,29
3.	16	13	29	20,71
4.	17	18	35	25,00
5.	8	2	10	7,14
Total	76	64	140	100,00
%	54,29	45,71	100,00	

Discussão

O dedo em gatilho é mais comum em mulheres, especialmente entre a quinta e a sexta décadas de vida. A mão dominante é acometida com maior frequência. Além disso, o dedo em gatilho é mais comum no polegar, seguido dos dedos anelar, médio, indicador e mínimo.[1] Nossos dados foram compatíveis com os da literatura, inclusive a idade à incidência da doença e a distribuição por sexo.

Green classificou o dedo em gatilho em quatro tipos de acordo com o movimento de flexão e extensão.[5] De acordo com a classificação de Green, os métodos de tratamento conservadores são preferidos nas fases iniciais (tipos 1 e 2), ao passo que os métodos cirúrgicos são preferidos em estágios avançados (tipos 3 e 4).[4,8,9] Os pacientes incluídos neste estudo apresentavam dedo em gatilho de tipos 2 a 4.

A superioridade do tratamento cirúrgico percutâneo com relação à terapia conservadora ou à injeção de corticosteroides foi comprovada no tratamento do dedo em gatilho.[9,10] Zyluk e Jagielski[10] compararam a liberação percutânea e a injeção de corticosteroides, e observaram resultados melhores com a injeção de corticosteroides no acompanhamento curto após 1 mês. No entanto, 6 (11%) dos pacientes que receberam injeção de corticosteroides apresentaram recidiva no acompanhamento aos 6 meses, ao passo que nenhuma recidiva foi observada nos indivíduos submetidos à liberação percutânea, que apresentaram resultados melhores. O presente estudo obteve uma taxa de sucesso de 98,3% (118 pacientes), o que está de acordo com os dados relatados por Zyluk e Jagielski.[10]

Embora a lesão do tendão e do nervo periférico possa ocorrer com os dois métodos cirúrgicos, a liberação inadequada e o dano ao tendão flexor são mais comuns na cirurgia percutânea.[11,12] Os problemas da ferida e a aparência da cicatriz são mais comuns na cirurgia aberta, mas alguns autores[13,14] não categorizam essas questões cutâneas como complicações. Por outro lado, alguns estudos relataram que a sensibilidade da cicatriz pode até limitar a flexão.[15] No presente estudo, a liberação cirúrgica aberta somente foi realizada em 2 pacientes com liberação percutânea inadequada. A significância clínica da lesão do tendão flexor não está clara. Acompanhamos nossos pacientes por uma média de 28 meses, e não detectamos nenhum problema relacionado a danos nos tendões.

Limitações

Os pontos fracos do estudo são sua natureza retrospectiva e a ausência de um grupo para comparação. Porém, o longo período de acompanhamento, o número suficiente de pacientes e o fato de o procedimento ter sido realizado apenas por um médico são os diferenciais deste estudo em relação a outros semelhantes. Estudos prospectivos e bem delineados, com grupos comparativos, são necessários para obter dados mais claros sobre esse assunto. Outra limitação importante deste estudo é a não utilização de uma escala visual de dor. Por outro lado, optamos por priorizar a presença de dor em detrimento

do seu grau, pois nossa investigação se centrou nos resultados da técnica percutânea.

Conclusão

Em conclusão, a liberação percutânea apresenta vantagens com relação ao método cirúrgico aberto no tratamento cirúrgico do dedo em gatilho devido ao seu baixo custo, facilidade de execução, realização fora do centro cirúrgico e taxas de complicações semelhantes.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que nenhum apoio financeiro foi obtido para este estudo.

Conflito de Interesses
O autor não tem conflito de interesses a declarar.

Agradecimentos
O autor gostaria de expressar sua gratidão aos pacientes e aos seus familiares, por permitirem o uso das informações para documentação médica e fins de pesquisa que deram origem ao presente artigo.

Referências

1 Makkouk AH, Oetgen ME, Swigart CR, Dodds SD. Trigger finger: etiology, evaluation, and treatment. Curr Rev Musculoskelet Med 2008;1(02):92–96
2 Dierks U, Hoffmann R, Meek MF. Open versus percutaneous release of the A1-pulley for stenosing tendovaginitis: a prospective randomized trial. Tech Hand Up Extrem Surg 2008;12(03): 183–187
3 Cebesoy O, Kose KC, Baltaci ET, Isik M. Percutaneous release of the trigger thumb: is it safe, cheap and effective? Int Orthop 2007;31 (03):345–349[published correction appears in Int Orthop 2007;31(3):351. Karakurum, Gunhan [removed]]
4 Wang J, Zhao JG, Liang CC. Percutaneous release, open surgery, or corticosteroid injection, which is the best treatment method for trigger digits? Clin Orthop Relat Res 2013;471(06):1879–1886
5 Wolfe SW. Tenosynovitis. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, Wolfe SW, eds. Green's Operative Hand Surgery. Philadelphia:: Elsevier; 2005:2137–2158
6 Wilhelmi BJ, Snyder N IV, Verbesey JE, Ganchi PA, Lee WP. Trigger finger release with hand surface landmark ratios: an anatomic and clinical study. Plast Reconstr Surg 2001;108(04):908–915
7 Sato ES, dos Santos JB, Belloti JC, Albertoni WM, Faloppa F. Percutaneous release of trigger fingers. Hand Clin 2014;30(01): 39–45
8 Abdoli A, Hashemizadeh Aghda SM, Jalil Abrisham SM. Comparing the Corticosteroid Injection and A1 Pulley Percutaneous Release in Treatment of Trigger Finger: A Clinical Trial. J Hand Surg Asian Pac Vol 2021;26(02):207–213
9 Sato ES, Gomes Dos Santos JB, Belloti JC, Albertoni WM, Faloppa F. Treatment of trigger finger: randomized clinical trial comparing the methods of corticosteroid injection, percutaneous release and open surgery. Rheumatology (Oxford) 2012;51(01):93–99
10 Zyluk A, Jagielski G. Percutaneous A1 pulley release vs steroid injection for trigger digit: the results of a prospective, randomized trial. J Hand Surg Eur Vol 2011;36(01):53–56
11 Fu YC, Huang PJ, Tien YC, Lu YM, Fu HH, Lin GT. Revision of incompletely released trigger fingers by percutaneous release: results and complications. J Hand Surg Am 2006;31(08): 1288–1291
12 Panghate A, Panchal S, Prabhakar A, Jogani A. Outcome of percutaneous trigger finger release technique using a 20-gauge hypodermic needle. J Clin Orthop Trauma 2020;15:55–59
13 Bruijnzeel H, Neuhaus V, Fostvedt S, Jupiter JB, Mudgal CS, Ring DC. Adverse events of open A1 pulley release for idiopathic trigger finger. J Hand Surg Am 2012;37(08):1650–1656
14 Ryzewicz M, Wolf JM. Trigger digits: principles, management, and complications. J Hand Surg Am 2006;31(01):135–146
15 Will R, Lubahn J. Complications of open trigger finger release. J Hand Surg Am 2010;35(04):594–596

Gene COL5A1 e o risco de lesões do LCA no esporte de equipe: Um relatório preliminar

The COL5A1 Gene Allelic Combination and ACL Injury Risk in Team Sport: A Preliminary Report

Carla Maria Calò[1] Myosotis Massidda[2] Roberto Sorge[3] Alessandra Tiloca[4] Giovanni Monteleone[5]

[1] Departamento de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade de Cagliari, Itália
[2] Faculdade de Medicina e Cirurgia, Universidade de Cagliari, Itália
[3] Departmento de Sistemas Médicos, Faculdade de Medicina e Cirurgia, Universidade de Roma "Tor Vergata", Roma, Itália
[4] Universidade de Roma "Tor Vergata", Roma, Itália
[5] Escola de Educação Física e Ciências do Exercício, Universidade de Roma "Tor Vergata", Roma, Itália

Endereço para correspondência Giovanni Monteleone, Dr., Via Montpellier 1 - 00133 Rome, Italy (e-mail: giovanni.monteleone@uniroma2.it).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e584–e589.

Resumo

Objetivo: O objetivo deste estudo foi examinar a relação entre os polimorfismos do comprimento do fragmento de restrição (RFLP) BstUI C/T (rs 12722) e RFLP DpnII B1/B2 (rs 13946) COL5A1 e a ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) em atletas de esportes coletivos.

Métodos Sessenta e oito atletas de esportes coletivos (n = 36 mulheres e n = 32 homens) com ruptura do LCA (RLCA) sem contato ocorreram durante práticas esportivas (Grupo RLCA) e 42 jogadores saudáveis (n = 20 mulheres e n = 22 homens) (Grupo Controle) participaram do estudo. O DNA genômico foi extraído do swab bucal com o método salting out. Todas as amostras foram genotipadas para os polimorfismos rs12722 e rs13946 por reação em cadeia da polimerase (PCR) e análise de enzimas de restrição.

Resultados Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos RLCA e Controle em idade, altura, peso corporal, índice de massa, prática esportiva (horas/semana) e distribuição de gênero entre os diferentes esportes coletivos. O grupo controle teve carreiras esportivas mais longas ($p < 0,005$). As distribuições de frequência dos polimorfismos de nucleotídeos COL5A1 DpnII estavam em equilíbrio de Hardy-Weinberg (EHW) em ambos os grupos (p do teste de Hardy-Weinberg (HW) $> 0,005$). As frequências genotípicas

Palavras-chave
- atletas
- ligamento cruzado anterior
- polimorfismo de nucleotídeo único
- ruptura
- traumatismos em atletas

Trabalho desenvolvido na Universidade de Cagliari, Itália, Universidade de Roma "Tor Vergata", Roma, Itália.

recebido
21 de julho de 2022
aceito
16 de dezembro de 2022
artigo publicado on-line
22 de abril de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0043-1771531.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

de COL5A1 BstUI RFLP C/C foram menores no grupo RLCA em comparação com o grupo Controle (p do teste HW = 0,001). Os genótipos combinados CC, B1B1 mostraram um efeito protetor contra a ruptura do LCA (OR = 83,3 / 16,7 = 5).
Conclusões O gene COL5A1 pode ser um dos fatores genéticos associados à RLCA em esportes coletivos.

Abstract

Objective: The aim of this study was to examine the relationship between BstUI restriction fragment length polymorphisms (RFLP) C/T (rs 12722) and DpnII RFLP B1/B2 (rs 13946) COL5A1 polymorphisms and the anterior cruciate ligament (ACL) rupture in competitive team-sport athletes.
Methods Sixty-eight team-sport players (n = 36 women and n = 32 men) with non-contact ACL rupture (ACLR) occurred during sport practices (ACLR Group) and 42 healthy players (n = 20 women and n = 22 men) (Control Group) participated in the study. Genomic DNA was extracted from buccal swab with salting out method. All samples were genotyped for the polymorphisms rs12722 and rs13946 by polymerase chain reaction (PCR) and restriction enzymes analysis.
Results No significant difference has been found between ACRL and Control groups in age, height, weight body, mass index, sport practice (hours/week) and gender distribution among the different team sports. Control group had longer sport careers ($p < 0.005$). The frequency distributions of COL5A1 DpnII nucleotide polymorphisms were in Hardy-Weinberg equilibrium (HWE) in both groups (p of the Hardy-Weinberg (HW) -test > 0.005). Genotype frequencies of COL5A1 BstUI RFLP C/C was lower in the ACLR group compared to the Control group (p of the HW-test = 0.001). Combined CC, B1B1 genotypes showed a protective effect against ACL rupture (OR = 83.3 / 16.7 = 5).
Conclusions The COL5A1 gene may be one of the genetic factors associated with ACLR in team sport.

Keywords
- anterior cruciate ligament
- athletes
- athletic injuries
- polymorphism, single nucleotide
- rupture

Introdução

A ruptura do ligamento cruzado anterior (RLCA) é uma lesão incapacitante frequente em atletas, que causa instabilidade articular do joelho. Nos EUA, a incidência estimada de RLCA varia entre 100.000 e 200.000/ano.[1] A cirurgia reconstrutiva permite a prática desportiva e uma melhor qualidade de vida. Na Itália, a incidência de cirurgia de reconstrução do LCA é de 21-33 por ano a cada 100.000 pessoas, com incidência entre 0,16 e 2,04 procedimentos por 100.000 indivíduos menores de 15 anos.[2,3]

Apesar da reconstrução cirúrgica do ligamento, cerca de 79% desses pacientes desenvolvem osteoartrite do joelho e 20% sofrem uma nova lesão nos próximos 2 anos.[4]

As RLCA esportivas podem ser lesões de contato (com um companheiro de equipe ou adversário), mais frequentes em esportes de contato como futebol ou basquete,[5] ou lesões sem contato. Em um período de observação de 10 anos, Majewski et al.[6] observaram que 60% das lesões esportivas do joelho tratadas em seu hospital eram lesões do LCA relacionadas ao voleibol. Agel et al.[7] constataram que 14% das lesões no voleibol ocorrem por não contato.

Ao longo de um período de 16 anos de registro de lesões colegiais, Hootman et al.[8] relataram uma taxa de lesões por 1.000 exposições de atletas de 0,07 e 0,09 para jogadores masculinos de basquete e futebol. Eles relatam 0,23, 0,28 e 0,09 para jogadores de basquete, futebol e vôlei, respectivamente.

Os fatores de risco para lesão do LCA são classificados como exógenas (por exemplo, a superfície) e endógenas, como fatores genéticos.[9] Em distúrbios hereditários do colágeno, a genética influencia a frouxidão dos tecidos[10]: frouxidão ligamentar generalizada e hiperextensão demonstraram aumentar significativamente o risco de lesão do LCA em atletas do sexo feminino.[11] Mutações no gene COL5A1 causam a forma clássica da síndrome de Ehlers-Danlos (SED), caracterizada por hipermobilidade articular envolvida em entorses, luxação/subluxação e osteoartrite precoce.[12] Conforme descrito por Mokone et al.[13], o gene COL5A1 contém RFLP de BstUI (rs 12722) e DpnII (rs13946) dentro de sua região não traduzida (UTR) 3'. O polimorfismo funcional do sítio de ligação da proteína 1 (Sp1) de especificidade COL5A1 - BstUI RFLP C / T está positivamente correlacionado com lesões tendíneas e ligamentares, especialmente em indivíduos caucasianos.[14,15] Assim, um estudo com jogadores de futebol descobriu que o genótipo T/T do COL5A1 BstUI RFLP mostrou uma tendência a uma maior gravidade das lesões musculoesqueléticas em relação aos portadores individuais do genótipo CC.[15]

O objetivo deste estudo foi correlacionar os polimorfismos BstUI RFLP e DpnII RFLP do gene COL5A1 com ACLR em atletas de voleibol, basquete e futebol.

Materiais e métodos

Participantes

Participaram do estudo 68 jogadores caucasianos (n = 36 mulheres e n = 32 homens) com RLCA ocorrido durante a prática esportiva (Grupo RLCA) e 42 jogadores saudáveis (n = 20 mulheres e n = 22 homens) (Grupo Controle). Todos praticavam esportes coletivos (vôlei, basquete e futebol) em times italianos. Os indivíduos deram consentimento informado para participar. Para a obtenção de informação demográfica e dados relativos à prática desportiva, cada atleta completou um questionário autoaplicável. O Grupo RLCA (32 atletas praticantes de Voleibol, 19 Basquetebol e 17 Futebol) forneceu informações sobre os mecanismos e data da lesão do LCA.

O estudo foi aprovado pelo Conselho de Ética em Pesquisa da Universidade de Cagliari (Prot. PG/2017/1700) e foi realizado de acordo com os princípios éticos e humanos da pesquisa.

Análise de DNA

O DNA genômico foi extraído de swab bucal, realizado na mucosa oral da bochecha, pelo método salting out, e amplificado por PCR padrão seguindo o protocolo sugerido por Galasso et al.[16]

Os produtos de PCR foram submetidos a duas digestões enzimáticas: a digestão com BstUI produziu dois fragmentos para o alelo T (351 e 316 pb) e três fragmentos para o alelo C (316, 271 e 80 pb); a digestão com DpnII produziu um único fragmento para B2 (612 pb) e dois fragmentos (412 e 194 pb) para B1. Os fragmentos obtidos foram separados em gel de poliacrilamida 8% para BstUI e gel de agarose 2% para DpnII e visualizados com coloração Syber Safe.

Análise estatística

Todos os dados foram inicialmente inseridos em um banco de dados Excel (Microsoft, Redmond, Washington – Estados Unidos) e a análise foi realizada por meio do Statistical Package for the Social Sciences Windows, versão 15.0 (SPSS, Chicago, Illinois, EUA). A estatística descritiva consistiu na média ± desvio padrão (DP) para parâmetros com distribuição gaussiana (após confirmação com histogramas e teste de Kolgomorov-Smirnov).

A comparação entre os grupos foi realizada com ANOVA one-way para variáveis paramétricas contínuas ou teste Qui-quadrado ou teste exato de Fisher (se células <5) para variáveis de frequências.

Os testes EHW foram realizados considerando as frequências populacionais ($p2 + 2pq + q2 = 1$) e posteriormente relatados no SPSS, teste não paramétrico Qui-quadrado. Da mesma forma, o teste G-quadrado (teste G2) foi realizado. Um valor de $p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo.

Resultados

Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os grupos RLCA e Controle em idade, altura, peso, índice de massa corporal, prática esportiva (horas/semana) e distribuição de gênero entre os diferentes esportes coletivos). Os atletas do Grupo de controle têm carreiras esportivas mais longas ($p < 0,005$) (►**Tabela 1**).

As frequências genotípicas e alélicas de COL5A1 BstUI RFLPC/T e COL5A1 DpnII RFLP B1/B2 são mostradas na ► **Tabela 2**. As distribuições de frequência genotípica dos polimorfismos de nucleotídeos COL5A1 DpnII e COL5A1 BstUI RFLP atendem ao EHW em ambos os grupos (p. valor> 0,05).

O desequilíbrio de ligação foi testado com LDlink (Machiela e Chanock, 2015)[17] usando dados de 1000 genomas (1000 Genomes Project Consortium, 2015). Os dois polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs) resultaram em um desequilíbrio de ligação para as populações europeias.

A distribuição do genótipo C/C e do alelo C do COL5A1 BstUI RFLP foi menor no Grupo RLCA em comparação com o Grupo Controle (teste pG2= 0.001-►**Tabela 3**). Não foram encontradas diferenças significativas na distribuição do polimorfismo DpnII RFLP entre o Grupo RLCA e os controles

Tabela 1 Características do Grupo com ruptura do LCA (RLCA) e Grupo Controle

	RLCA	Controle	*p*
Número	68	42	
Idade (anos)	27.3 ± 6.4	28.5 ± 8.5	0.406*
Altura (cm)	173.0 ± 9.5	174.0 ± 11.4	0.588*
Peso (kg)	70.0 ± 11.8	70.2 ± 12.3	0.945*
Índice de massa corporal (kg/cm^2)	23.30 ± 3.30	23.16 ± 2.99	0.782*
Sexo (n° masculino/n° feminino)	32 / 36	22 / 20	0.200^
Esportes (vôlei; basquete; futebol)	32; 19; 17	26; 8; 8	0.312^
ESPORTE (anos)	10.8 ± 4.9	16.8 ± 8.5	0.001*
ESPORTE (horas/semana)	7.7 ± 3.2	7.8 ± 4.0	0.799*

Os valores são expressos como média ± desvio padrão ou um número (n) quando aplicável.
(*) Teste qui-quadrado Anova unidirecional (^).

Tabela 2 Frequências Genotípicas do Grupo RLCA e do Grupo Controle - Verificação do Equilíbrio de Hardy-Weinberg

BstU	RLCA	Controle
CC	58.90	22.22
CT	34.25	44.44
TT	6.85	33.33
MAF (T)	0.2397	0.5556
p	0.3881	0.3274*
DpnII	RLCA	Controle
B1B1	71.23	75.56
B1B2	26.03	20.00
B2B2	2.74	4.44
MAF (B2)	0.15	0.1444
p	0.556	0.2060*

(*) Teste de Equilíbrio de Hardy-Weinberg.

(►**Tabela 3**). Finalmente, a combinação dos genótipos CC + B1B1 foi mais frequente nos controles do que no grupo RLCA, e associada a um efeito protetor (OR = 83,3 / 16,7 = 5). Os genótipos TT, B2B2 estavam ausentes entre os participantes.

Discussão

Embora as alterações biológicas subjacentes ao aumento do risco de lesão esportiva do LCA ainda não tenham sido descobertas, a predisposição genética de atletas para rupturas do LCA é um conhecimento consolidado.[18,19]

O gene COL5A1, localizado em 9q34.2-q34.3, contém 66 exons distribuídos em 150 kb de gDNA e codifica a cadeia 1 do colágeno tipo V.[20]

O gene COL5A1 codifica uma cadeia proteica no colágeno tipo V, que se encontra em ligamentos e tendões, e mutações dentro dele são apontadas como causa responsável pelo aumento do risco de ruptura do LCA.[19,21]

Examinamos a associação entre os polimorfismos COL5A1 rs12722 C/T (BstUI RFLP) e COL5A1 rs13946 B1/B2 (DpnII) individualmente e como haplótipos com risco de ruptura do ligamento cruzado anterior em atletas masculinos e femininos competindo em esportes coletivos de contato/sem contato.

Nossos resultados mostram uma frequência menor do genótipo COL5A1 BstUI C/C no Grupo RLCA em comparação com o grupo Controle. Nenhuma diferença significativa na distribuição de genótipos ou frequências alélicas de COL5A1 DpnII foi observada.

Posthumus et al.[21] encontraram um genótipo C/C subrepresentado de COL5A1 BstUI RFLP em mulheres caucasianas, mas não em homens com rupturas de LCA diagnosticadas cirurgicamente recrutados de clubes esportivos e recreativos.

Em esquiadores amadores do sexo masculino, Stępień-Słodkowska et al.[22] não observaram diferenças significativas na distribuição genotípica ou nas frequências alélicas dos polimorfismos C/T C/T COL5A1 BstUI RFLP (rs 12722) e COL5A1 DpnII RFLP (rs 13946) entre o grupo RLCA e o grupo controle. Esses autores encontraram uma tendência de subrepresentação do haplótipo C-T no grupo RLCA em comparação aos controles.

Luliska-Kuklik et al.[23] encontraram uma diminuição significativa na frequência no modelo dominante do genótipo C/C para o gene COL5A1 rs13946 em jogadores profissionais de futebol do sexo masculino com ruptura primária do LCA diagnosticada cirurgicamente.

Em nosso estudo, os atletas dos grupos RLCA e controle foram pareados por idade, altura, peso corporal, IMC, esporte e duração de sua carreira esportiva. Quanto mais longa a carreira esportiva, maior o risco de exposição ao trauma.

Além de apresentar maior frequência do genótipo C/C, os atletas do Grupo Controle têm uma carreira esportiva mais longa do que os do Grupo RLCA: com cautela devido ao pequeno número de sujeitos, hipotetizamos um efeito protetor do C Genótipo /C, especialmente se associado a B1B1 (CC, B1B1 OR protetor = 83,3 / 16,7 = 5).

Da mesma maneira, Posthumus et al.[24] encontraram um aumento significativo dependente da idade na distribuição do genótipo COL5A1 BstUI RFLP C/C no Grupo de atividade física do sexo masculino, assintomático para lesões musculoesqueléticas de tecidos moles (sem histórico relatado de lesões tendíneas). Segundo esses autores, prolongar o tempo de exposição ao risco extrínseco de lesão seleciona indivíduos geneticamente de baixo risco de lesão, que serão encontrados em maior número entre os assintomáticos mais velhos do que nos assintomáticos mais jovens.

O polimorfismo COL5A1 BstUI RFLP C/C pode desempenhar um papel no aumento da duração da carreira esportiva dos atletas.

Não está claro qual expressão fenotípica dos polimorfismos do gene COL5A1 pode estar associada a um risco aumentado de ruptura do LCA.

Na SED, várias mutações do gene COL5A1 ocorrem simultaneamente com características clínicas específicas.[10] O tecido conjuntivo desses pacientes apresenta alterações estruturais e frouxidão ligamentar causando diferentes graus de hipermobilidade articular.

Tabela 3 Frequências Genotípicas do Grupo RLCA e do Grupo Controle

RLCA		Controle	*p*
COL5A1 BstUI% (CC; CT; TT)	23,8;61,0; 79,2 (0.954)	76,2; 39,0; 20,8 (0.368)	0.001°
COL5A1 DpnII% (B1B1; B1B2; B2B2)	60,8;66,7; 50,0 (0.990)	39,2;33, 3; 50,0 (0.497)	0.952°

(°) Teste qui-quadrado.

A hipermobilidade tem sido implicada na lesão do LCA,[25] e a propriocepção articular dos membros inferiores é reduzida naqueles com síndrome de hipermobilidade articular benigna[26]: nenhuma correlação foi descrita entre os polimorfismos COL5A1 BstUI RFLP e COL5A1 DpnII com aumento da frouxidão ligamentar. Investigações futuras devem incluir a busca de uma associação entre alterações na mobilidade articular ou tensão ligamentar e a presença desses polimorfismos.

Em um estudo retrospectivo de associação caso-controle genético, O'Connell et al.[27] encontraram o genótipo COL5A1 C/C significativamente super-representado em atletas de triátlon e ultramaratona sem histórico de cãibras musculares associadas ao exercício (CMAE) em comparação com atletas com histórico de CMAE. A eficiência dos músculos flexores do joelho, dos músculos abdutores do quadril e dos músculos estabilizadores do tronco previne lesões do LCA.[28]

De acordo com Collins and Posthumus,[29] o genótipo COL5A1 rs12722 TT está associado a uma produção excedente de colágeno V com maior risco de algumas lesões musculoesqueléticas devido a alterações estruturais das fibrilas de colágeno nas fibrilas de colágeno e alterações nas propriedades dos tecidos moles.

Laguette et al.[30] demonstraram maior estabilidade do mRNA COL5A1 (codificando para α1(V)) no genótipo C/T e especularam que pequenas mudanças na estabilidade do mRNA COL5A1, mesmo que dentro da faixa fisiológica normal, poderiam resultar em variação interindividual na fibrilogênese; portanto, uma vulnerabilidade diferente a lesões musculoesqueléticas dependentes de COL5A1. Teorizamos que, no grupo de estudo (Grupo RLCA), a frequente exposição do LCA a estresses anormais durante a prática de esportes coletivos revela a suscetibilidade relativa do LCA dos atletas com genótipo C/T.

Conforme relatado por Smith et al.,[19] mais três fatores genéticos podem estar associados ao aumento da fragilidade ligamentar: 1) genótipo TT do COL1A1 Sp1, polimorfismo do sítio de ligação. O gene COL1A1 codifica uma cadeia de proteína dentro do colágeno tipo I, um importante componente estrutural dos ligamentos; 2) o genótipo AA do polimorfismo COL12A1 AluI (somente em mulheres). Esse gene codifica as cadeias de proteína no colágeno tipo XII, que se acredita regular o diâmetro das fibrilas nos ligamentos; 3) a região cromossômica 11q22, onde estão localizados vários genes de metaloproteinases da matriz de mediadores fisiológicos da clivagem e remoção do colágeno.

A dependência genética múltipla da susceptibilidade à ruptura do LCA pode sugerir alterações de varredura em múltiplos genes.

A principal limitação do presente trabalho é representada pelo pequeno número de atletas incluídos no estudo, o que impossibilitou a análise de diferenças entre os gêneros. O desenvolvimento de ferramentas clínicas ou laboratoriais que identifiquem indivíduos com grande risco para essa lesão musculoesquelética comum, facilitaria uma maior conscientização das pessoas sobre sua própria exposição a uma ruptura do LCA. Além disso, seria útil para definir a melhor escolha terapêutica após o diagnóstico de ruptura primária do LCA.

Conclusões

O gene COL5A1 pode ser um dos fatores genéticos associados à RLCA em esportes coletivos. Os polimorfismos COL5A1 C/C fornecem um efeito protetor contra RLCA em ambos os sexos. Carreira esportiva mais longa ligada a uma frequência aumentada de COL5A1 BstUI RFLP C/C.

Contribuições dos Autores

Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: CMC - Concepção do estudo, contribuiu com a coleta e revisão de dados; MM - Contribuiu com a análise, revisão e edição dos dados; RS - Análise estatística de dados; AT - Recrutamento de atletas e consultoria técnica desportiva; GM - Preparação do rascunho original. Revisão e edição.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que esta pesquisa não recebeu nenhum subsídio específico de agências de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

1 Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med 2016;44(07):1861–1876
2 Longo UG, Nagai K, Salvatore G, et al. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery in Italy: A 15-Year Nationwide Registry Study. J Clin Med 2021;10(02):223
3 Longo UG, Salvatore G, Ruzzini L, et al. Trends of anterior cruciate ligament reconstruction in children and young adolescents in Italy show a constant increase in the last 15 years. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2021;29(06):1728–1733
4 Nessler T, Denney L, Sampley J. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? Curr Rev Musculoskelet Med 2017;10(03): 281–288
5 Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, et al. Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification. J Athl Train 2019;54(05):472–482
6 Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. Knee 2006;13(03):184–188
7 Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). Clin J Sport Med 2016;26(06):518–523
8 Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train 2007;42(02):311–319
9 Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. Risk factors associated with non-contact anterior cruciate ligament injury: a systematic review. Int J Sports Phys Ther 2018;13(04):575–587
10 Bowen JM, Sobey GJ, Burrows NP, et al. Ehlers-Danlos syndrome, classical type. Am J Med Genet C Semin Med Genet 2017;175(01): 27–39
11 Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Quatman CE. Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. J Orthop Res 2016;34(11): 1843–1855

12 Syx D, De Wandele I, Rombaut L, Malfait F. Hypermobility, the Ehlers-Danlos syndromes and chronic pain. Clin Exp Rheumatol 2017;35(5, Suppl 107)116–122
13 Mokone GG, Schwellnus MP, Noakes TD, Collins M. The COL5A1 gene and Achilles tendon pathology. Scand J Med Sci Sports 2006; 16(01):19–26
14 Lv ZT, Gao ST, Cheng P, et al. Association between polymorphism rs12722 in COL5A1 and musculoskeletal soft tissue injuries: a systematic review and meta-analysis. Oncotarget 2017;9(20): 15365–15374
15 Massidda M, Bachis V, Corrias L, Piras F, Scorcu M, Calò CM. Influence of the COL5A1 rs12722 on musculoskeletal injuries in professional soccer players. J Sports Med Phys Fitness 2015;55 (11):1348–1353
16 Galasso O, Iaccino E, Gallelli L, et al. Collagen type V polymorphism in spontaneous quadriceps tendon ruptures. Orthopedics 2012;35(04):e580–e584
17 Machiela MJ, Chanock SJ. LDlink: a web-based application for exploring population-specific haplotype structure and linking correlated alleles of possible functional variants. Bioinformatics 2015;31(21):3555–3557
18 Flynn RK, Pedersen CL, Birmingham TB, Kirkley A, Jackowski D, Fowler PJ. The familial predisposition toward tearing the anterior cruciate ligament: a case control study. Am J Sports Med 2005;33 (01):23–28
19 Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, et al. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature - part 1: neuromuscular and anatomic risk. Sports Health 2012;4(01): 69–78
20 Malfait F, Wenstrup RJ, De Paepe A. Clinical and genetic aspects of Ehlers-Danlos syndrome, classic type. Genet Med 2010;12(10): 597–605
21 Posthumus M, September AV, O'Cuinneagain D, van der Merwe W, Schwellnus MP, Collins M. The COL5A1 gene is associated with increased risk of anterior cruciate ligament ruptures in female participants. Am J Sports Med 2009;37(11):2234–2240
22 Stępień-Słodkowska M, Ficek K, Kaczmarczyk M, et al. The Variants Within the COL5A1 Gene are Associated with Reduced Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury in Skiers. J Hum Kinet 2015;45:103–111
23 Lulińska-Kuklik E, Rahim M, Domańska-Senderowska D, et al. Interactions between *COL5A1* Gene and Risk of the Anterior Cruciate Ligament Rupture. J Hum Kinet 2018;62:65–71
24 Posthumus M, September AV, O'Cuinneagain D, van der Merwe W, Schwellnus MP, Collins M. The association between the COL12A1 gene and anterior cruciate ligament ruptures. Br J Sports Med 2010;44(16):1160–1165
25 Wolf JM, Cameron KL, Owens BD. Impact of joint laxity and hypermobility on the musculoskeletal system. J Am Acad Orthop Surg 2011;19(08):463–471
26 Smith TO, Jerman E, Easton V, et al. Do people with benign joint hypermobility syndrome (BJHS) have reduced joint proprioception? A systematic review and meta-analysis. Rheumatol Int 2013;33(11):2709–2716
27 O'Connell K, Posthumus M, Schwellnus MP, Collins M. Collagen genes and exercise-associated muscle cramping. Clin J Sport Med 2013;23(01):64–69
28 Mehl J, Diermeier T, Herbst E, et al. Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). Arch Orthop Trauma Surg 2018;138(01):51–61
29 Collins M, Posthumus M. Type V collagen genotype and exercise-related phenotype relationships: a novel hypothesis. Exerc Sport Sci Rev 2011;39(04):191–198
30 Laguette MJ, Abrahams Y, Prince S, Collins M. Sequence variants within the 3′-UTR of the COL5A1 gene alters mRNA stability: implications for musculoskeletal soft tissue injuries. Matrix Biol 2011;30(5-6):338–345

Comparação de métodos bidimensionais manuais e tridimensionais automatizados de avaliação da morfologia da articulação do ombro por imagens de tomografia computadorizada

Comparison of Manual Two-dimensional and Automated Three-dimensional Methods of Assessing Shoulder Joint Morphology through Computed Tomography Images

Geraldo da Rocha Motta Filho[1,2] Marcus Vinícius Amaral[1,2] Márcio Cohen[1]
Marcio Schiefer de Sá Carvalho[1] Raphael Soares da Fonseca[1] Ana Carolina Leal de Oliveira[3]

[1] Centro de Cirurgia de Ombro e Cotovelo, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
[2] Divisão de Traumatologia e Ortopedia (DITRO), Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
[3] Divisão de Ensino e Pesquisa, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Endereço para correspondência Geraldo da Rocha Motta Filho, MD, MSc, Rua Raimundo de Magalhães 92, 22451-150, Rio de Janeiro, RJ, Brasil (e-mail: geraldomotta@terra.com.br).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e590–e598.

Resumo

Objetivo Avaliar a concordância interobservador na medida dos parâmetros anatômicos do ombro utilizando métodos manuais de tomografia computadorizada (TC) bidimensional (2D) não formatada no plano da escápula e compará-los à medida automatizada obtida com o programa Blueprint (Wright Medical, Memphis, TN, Estados Unidos), que utiliza imagens tridimensionais (3D) reconstruídas.

Métodos Este é um estudo transversal com a utilização de imagens de TC 2D de 38 pacientes com diferentes diagnósticos. Os parâmetros anatômicos foram medidos por métodos manuais - versão, método de Friedman et al., e método do vault; inclinação, por método de Maurer et al., e subluxação do ombro segundo Walch et al. As mensurações foram realizadas por cinco cirurgiões qualificados e independentes, e comparados aos parâmetros obtidos pelo programa automatizado Blueprint.

Resultados Foram observadas diferenças significativas entre a versão de medida manual obtida pelo método de Friedman et al. e a versão automatizada. Os valores médios de inclinação não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os métodos. A média observada de subluxação teve diferenças significativas entre as análises realizadas pelo método automatizado e pelos cirurgiões.

Palavras-chave
- artroplastia
- substituição do ombro
- tomografia computadorizada por raios X

Trabalho desenvolvido no Centro de Cirurgia de Ombro e Cotovelo, Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

recebido
22 de setembro de 2023
aceito
05 de abril de 2024
artigo publicado on-line
8 de julho de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1786821.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Conclusão As medidas manuais de versão e inclinação da glenoide realizadas por cirurgiões experientes são eficazes, e o método da abóbada é superior ao de Friedman et al. na análise de deformidades glenoidais graves.

Abstract

Objective To evaluate the interobserver agreement in the measurement of anatomical parameters of the shoulder using manual methods of two-dimensional (2D) computed tomography (CT) unformatted in the plane of the scapula and to compare them with the automated measurement obtained through the Blueprint (Wright Medical, Memphis, TN, United States) software, which uses reconstructed three-dimensional (3D) images.

Methods The present is a cross-sectional study in which 2D CT images of 38 patients with different diagnoses were used. The anatomical parameters were measured by the manual methods described by Friedman et al., the glenoid vault method, the Maurer et al. method, and shoulder subluxation according to Walch et al., by five independent qualified surgeons and compared with the parameters obtained through the Blueprint automated software.

Results Significant differences were found between the manual measurement version obtained through the Friedman et al. method and the automated version. The mean values found for inclination did not show statistically significant differences among the methods. The mean value found for subluxation showed significant differences between the average observed in the analyses performed by the automated method and those performed by the surgeons.

Conclusion The manual measurements of glenoid version and inclination performed by experienced surgeons are effective, and the vault method is superior to the Friedman et al. method in the analysis of severe glenoid deformities.

Keywords
- artroplasty
- shoulder replacement
- tomography, X-ray computed

Introdução

A correção das deformidades articulares da glenoide é essencial para a realização da artroplastia do ombro, e pode influenciar diretamente o resultado funcional e a sobrevida do implante.[1] Portanto, o planejamento pré-operatório é essencial para o sucesso da artroplastia total do ombro.[1–4]

Tradicionalmente, a avaliação da morfologia da glenoide é realizada por meio de medidas angulares em imagens bidimensionais (2D) de tomografia computadorizada (TC), que demonstraram baixa precisão e concordância inter e intraobservador.[5] O uso de imagens tridimensionais de TC (3D) para atenuar as imprecisões atribuídas ao 2D[6,7] não se mostrou eficaz, pois a correta reconstrução do plano da escápula requer reformatação e processamento manual ou semiautomático das imagens 2D.[6,7]

Assim, o surgimento de imagens tomográficas 3D associadas ao desenvolvimento de programas de computador automatizados tem como objetivo controlar as limitações e imprecisões dos métodos manuais e a reformatação dos cortes tomográficos no plano escapular.[8–11]

Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a concordância interobservador da mensuração dos parâmetros anatômicos do ombro utilizando métodos manuais de TC 2D sem formatação no plano da escápula e compará-los à medida automatizada que utiliza imagens 3D reconstruídas.

Materiais e Métodos

Seleção de Casos

Após a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional (n° 35243920.4.0000.5273), o estudo avaliou as imagens tomográficas da articulação do ombro de pacientes de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com diagnóstico de osteoartrite.

Ao todo, 38 TCs foram selecionadas aleatoriamente dentre exames realizados em pacientes da instituição de janeiro de 2015 a dezembro de 2019. Todos os exames de TC foram realizados no mesmo equipamento (modelo Brilliance, Philips, Amsterdã, Holanda), com 64 canais e o paciente em decúbito dorsal.

Os critérios de inclusão foram TCs com cortes triplanar, coronal, sagital e axial, espessura mínima de corte de 1 mm, visualização de toda a escápula e processamento pelo programa automatizado de planejamento cirúrgico escolhido para o experimento. Foram excluídas imagens de pacientes submetidos a cirurgia prévia no ombro e que apresentavam artefatos nas imagens tomográficas, como presença de implante metálico ou outras alterações anatômicas que pudessem afetar o processamento segmentar pelo programa automatizado.

Medida Manual

As imagens tomográficas 2D não formatadas no plano da escápula foram utilizadas para a medida manual da versão segundo os métodos de Friedman et al. [12] (►**Fig. 1**) e de vault, descrito por Matsumara et al. [13] (►**Fig. 2**), e de inclinaç ão da glenoide pelo método de Maurer et al. [14] (►**Fig. 3**). Além disso, também medimos o percentual de subluxaç ão da cabeça do úmero de acordo com Walch et al. [4] (►**Fig. 4**).

Essas medidas foram realizadas de forma independente por cinco ortopedistas especializados em cirurgia do ombro, utilizando o programa RadiAnt DICOM Viewer (Medixant, Poznan, Polônia).[15] Os observadores foram instruídos uniformemente, conforme descrito a seguir, para a padronização das medidas. Todos os observadores desconheciam os resultados uns dos outros.

Medida Automatizada

A medida automatizada utilizou imagens de TC no formato Comunicação de Imagens Digitais em Medicina (Digital Imaging and Communications in Medicine, DICOM, em inglês) processadas pelo programa Blueprint[9] (Wright Medical, Memphis, TN, Estados Unidos). O programa realiza um processo automático de segmentação, determina os planos da escápula e da glenoide e, em seguida, determina as medidas, fornecendo os valores de versão e inclinação, além do percentual de subluxação da cabeça do úmero (►**Fig. 5**).

Análise Estatística

O coeficiente de correlação interclasse (CCI) foi calculado para determinar a variabilidade das medidas manuais entre os cirurgiões.

Na estatística descritiva, os dados foram apresentados como médias, desvios padrão, valor máximo e valor mínimo. A comparação das medidas obtidas pelos diferentes métodos de avaliação da versão usou o teste de Friedman et al.,[12] seguido do pós-teste de Dunn. A comparação entre as medidas de inclinação e subluxação pelos métodos manual e automatizado foi realizada por meio do teste de Wilcoxon. Os casos foram categorizados de acordo com a gravidade da versão e da inclinação, utilizando intervalos de 0 a 10° e > 10° quando indicado. Esses intervalos foram escolhidos com base em estudos que mostraram que a versão normal da glenoide é próxima de 0°, às vezes com leve anteversão, mas, com maior frequência, retroversão com valores tipicamente abaixo de 10°,[16] e que o ângulo de inclinação intrínseco normal da glenoide geralmente é de 0 a 10°.[17] Todas as análises foram realizadas no programa IBM SPSS Statistics for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, Estados Unidos), versão 21.0.

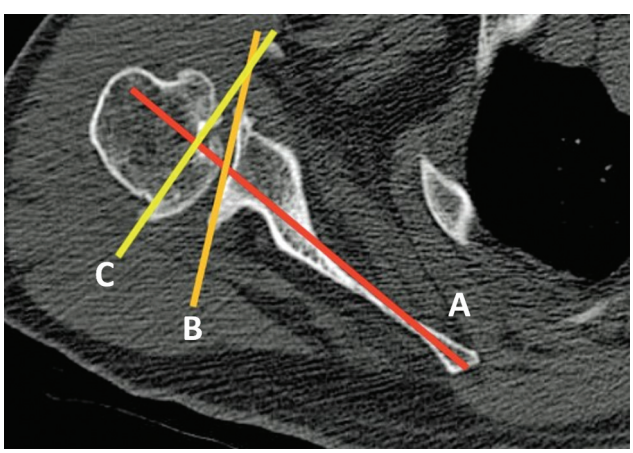


Fig. 1 Método de Friedman et al.[12] para a avaliação da versão glenoidal. Foi utilizado o quarto corte distal ao último corte, em que foi visualizada a ponta do processo coracoide no plano axial. A versão glenoidal foi determinada pelo ângulo da seguinte forma: (**A**) linha de Friedman et al.,[12] (**B**) linha glenoidal e (**C**) linha perpendicular ao eixo escapular. O valor positivo do ângulo de versão da glenoide foi interpretado como anteversão, ao passo que o valor negativo foi interpretado como retroversão.

Resultados

O estudo incluiu 38 casos, 17 dos quais receberam o diagnóstico de artropatia do manguito e 21, de osteoartrite.

O CCI das medidas manuais está descrito na ►**Tabela 1**. Os valores médios de versão obtidos pelos métodos de Friedman et al.,[12] de *vault* e automatizado são apresentados na ►**Tabela 2**. O método de *vault* foi similar ao método automatizado ($p > 0{,}99$), ao passo que o de Friedman et al.[12] tendeu a subestimar essa medida tanto em relação ao método automatizado quanto ao método de *vault* ($p = 0{,}003$) (►**Tabela 2**).

As diferenças entre as medidas da versão feitas pelo Blueprint e pelo método de Friedman et al.[12] foram menores do que 5° em 23 casos (60,5%), entre 5 e 10° em 14 casos (36,8%) e maiores do que 10° em 1 caso (2,6%). Tais proporções foram semelhantes às encontradas na comparação entre o Blueprint e o método de *vault*: 22 (57,8%), 13 (34,2%) e 3 casos (7,8%), respectivamente ($p = 0{,}57$) (►**Tabela 3**).

A inclinação não apresentou diferença estatística entre os métodos automatizado e manual ($11{,}85° \pm 9{,}8°$ *versus* $11{,}24° \pm 5{,}44°$; $p = 0{,}377$) (►**Tabela 4**). As medidas de subluxação resultaram em valores maiores no método automatizado em comparação ao manual ($60{,}08° \pm 14{,}72°$ *versus* $48{,}47° \pm 7{,}67°$; $p < 0{,}0001$) (►**Tabela 4**).

Os casos foram categorizados de acordo com a inclinação da glenoide dentro variação anatômica deste parâmetro (de 10 a þ10°). Nos casos dentro da normalidade, o método de *vault* gerou valores significativamente maiores do que os do método automatizado ($p = 0{,}04$) e do método de Friedman et al.[12] ($p = 0{,}0004$). Curiosamente, nos casos com versão superior a 10°, a versão média obtida com o método automatizado foi significativamente superior àquela determinada pelo método de Friedman et al.[12] ($p = 0{,}001$), mas semelhante à obtida com o método de *vault* ($p = 0{,}13$). Os valores médios de subluxação determinados pelo método automatizado foram significativamente maiores do que aqueles observados com o método manual em ambos os subgrupos avaliados (►**Tabela 5**).

Os casos foram então categorizados considerando-se a inclinação medida pelo método automatizado. Nos casos com inclinação dentro da normalidade, a versão média obtida pelo método de *vault* foi significativamente superior àquela determinada pelo método de Friedman et al.[12]

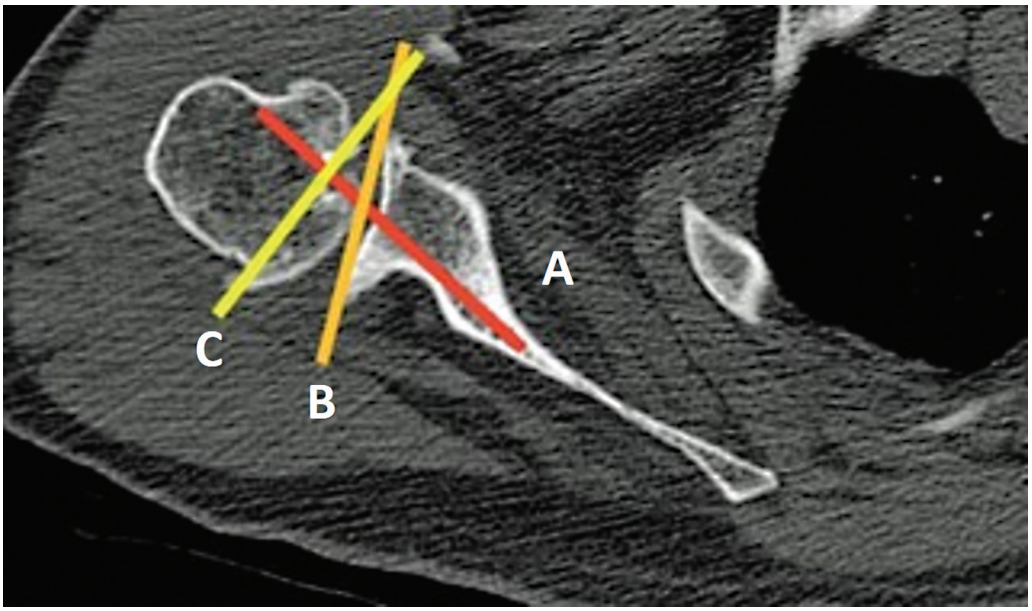


Fig. 2 Método de *vault* para a medida de versão, que foi definida no corte axial como um triângulo composto pelas paredes anterior e posterior do colo da escápula e pela superfície articular da glenoide. O ângulo é determinado pelas seguintes linhas: (**A**) eixo de *vault*, (**B**) linha glenoidal e (**C**) linha perpendicular ao eixo de *vault*.

($p = 0{,}1$), sem diferenças entre o método automatizado e o manual. Nos casos com inclinação superior a 10°, a versão média foi significativamente subestimada pelo método de Friedman et al.[12] em comparação ao método automatizado ($p = 0{,}002$) e ao método da abóbada ($p = 0{,}007$).

Nos casos com inclinação dentro da normalidade, esse parâmetro foi superestimado pelo método manual em comparação ao automatizado ($p = 0{,}001$). Em relação à subluxação, os valores médios obtidos pelo método automatizado foram significativamente maiores do que aqueles observados com o método manual em ambos os subgrupos avaliados (►**Tabela 6**).

Discussão

O sucesso da artroplastia do ombro depende do posicionamento adequado do implante.[1] A habilidade do cirurgião em identificar alterações morfológicas na glenoide, principalmente quanto à versão e à inclinação, é de extrema importância, pois evita deslocamentos que comprometem a sobrevida do procedimento.[2,4,7]

Entretanto, os métodos manuais 2D para a definição da morfologia da glenoide apresentam limitações e imprecisões devido à dificuldade de segmentação das imagens tomográficas no plano anatômico da escápula. As discrepâncias motivaram o

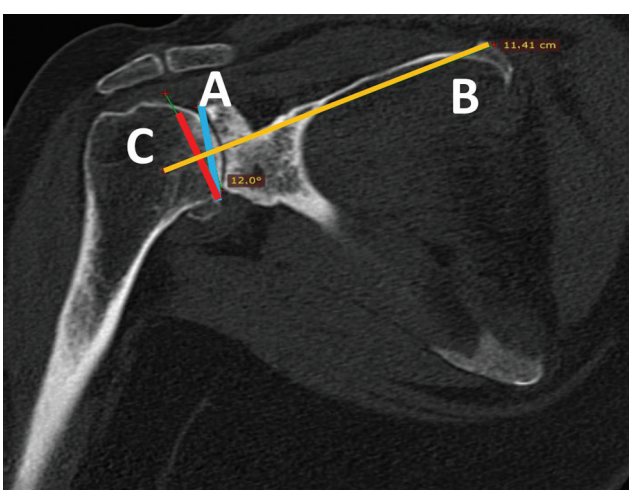


Fig. 3 Método de Maurer et al.[14] para a medida da inclinação da glenoide, que foi feita no plano coronal oblíquo da tomografia computadorizada, e o corte que capturou de forma melhor o assoalho da fossa supraespinhal foi selecionado. (**A**) Linha tangente às bordas anterior e posterior da glenoide, (**B**) linha da fossa supraespinhal e (**C**) linha perpendicular à linha B determinando a inclinação da glenoide.

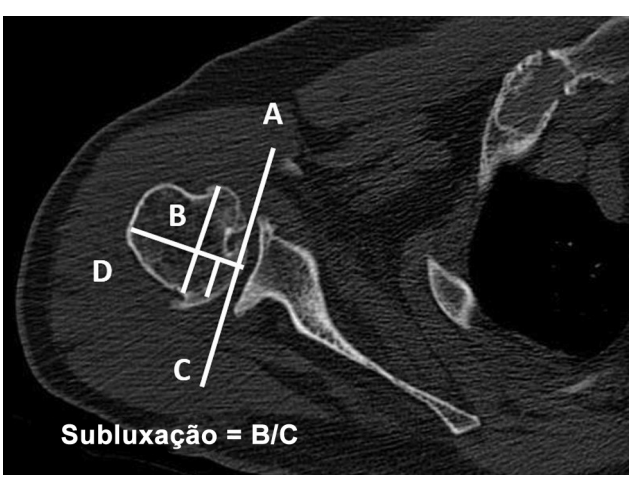


Fig. 4 Método de Walch et al.[4] para a determinação da subluxação da cabeça do úmero. (**A**) Linha tangente às bordas anterior e posterior da glenoide, (**B**) linha perpendicular à face da glenoide em seu ponto médio, (**C**) linha paralela à linha A, dividindo o terço médio da cabeça do úmero, e (**D**) parte da cabeça do úmero posterior ao centro da glenoide. Índice de subluxação = D/C.

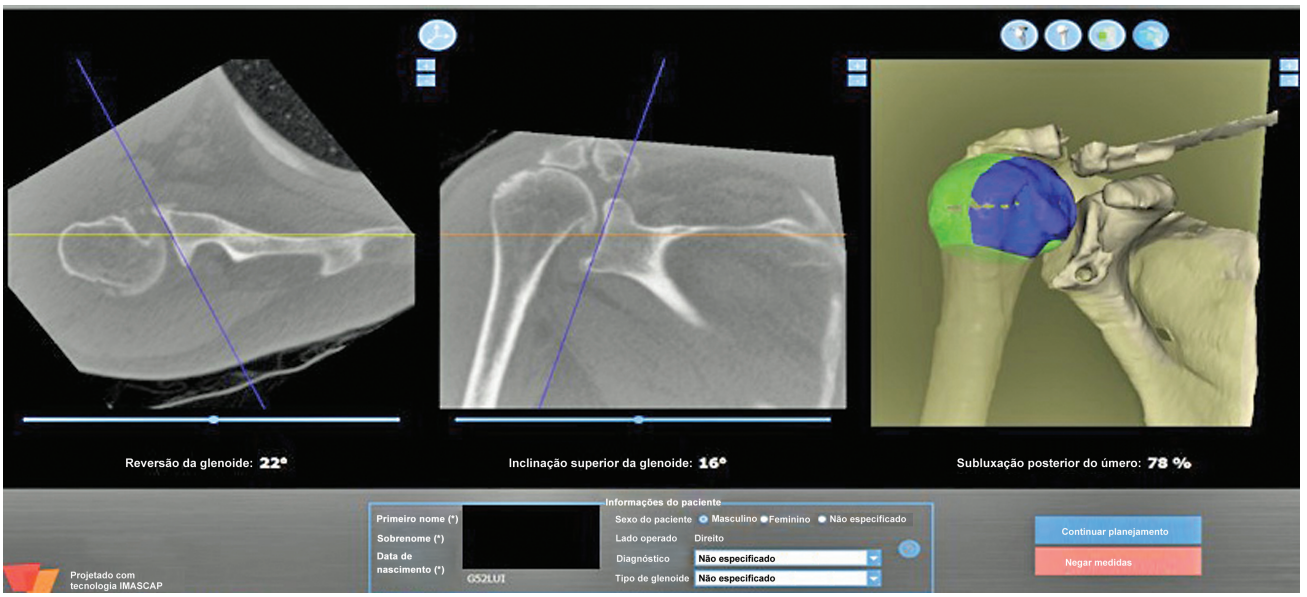


Fig. 5 Tela inicial do programa Blueprint com os valores da versão e da inclinação da glenoide e da subluxação da cabeça do úmero.

Tabela 1 Coeficientes de correlação interclasse (CCIs) de versão segundo os métodos de Friedman et al.[12] e da abóbada, inclinação e subluxação

Variáveis	CCI	Intervalo de confiança inferior	Intervalo de confiança superior
Versão segundo o método de Friedman et al.[12]	0,847	0,751	0,913
Versão segundo o método da abóbada	0,845	0,744	0,931
Inclinação	0,890	0,821	0,938
Subluxação	0,840	0,712	0,917

Tabela 2 Medidas de versão

	Blueprint	Friedman et al.[12]	Vault
Versão (média ± desvio padrão)	10,45° ± 7,1°[a]	8,07 ± 6,1°[a, b]	10,42 ± 6,2°[b]
Diferença média (intervalo de confiança de 95%)	–	2,37° (0,79–3,9°)	0,023 (−1,8–1,9°)
Diferença máxima		11°	13,64°

Notas: [a]$p = 0{,}0059$, teste de Friedman et al.,[12] pós-teste de Dunn; [b]$p = 0{,}0005$, teste de Friedman et al.,[12] pós-teste de Dunn.

Tabela 3 Número de casos em que a média obtida pelas medidas por métodos manuais diferiu das medidas automatizadas, estratificadas por graus de diferença

	Friedman et al.[12]	Vault
Diferença < 5° em relação ao programa Blueprint: n (%)	23 (60,5%)	21 (57,8%)
Diferença entre 5 e 10° em relação ao programa Blueprint: n (%)	14 (36,8%)	13 (34,2%)
Diferença > 10° em relação ao programa Blueprint: n (%)	1 (2,6%)	3 (7,8%)

Notas: Teste do qui-quadrado; $p = 0{,}57$.

desenvolvimento de programas automatizados para o planejamento pré-operatório, cuja utilização tem se tornado cada vez mais frequente para melhorar o entendimento da anatomia, o posicionamento e a fixação dos componentes protéticos.[8,9] Porém, seu uso rotineiro ainda não ocorre na prática da maioria dos cirurgiões que realizam artroplastias de ombro.[8,18–20] Além disso, existem controvérsias quanto à precisão desses métodos e ao posicionamento ideal dos implantes.[21–25]

Tabela 4 Medidas de inclinação e subluxação

	Blueprint	Manual	*p*
Inclinação (média ± desvio padrão)	11,85° ± 9,8°	11,24° ± 5,44°	0,377
Subluxação (média ± desvio padrão)	60,08° ± 14,72°	48,47° ± 7,67°	< 0,0001

Nota: Teste de Wilcoxon.

Tabela 5 Comparação entre a versão média, a inclinação e a subluxação pelos métodos automatizado e manual e categorizada pela versão medida pelo método automatizado

Versão (°)		Parâmetro		Valor de *p*
Versão (°): média ± desvio padrão				
	Blueprint	Friedman et al.[12]	Vault	
0–10 (n = 21)	5,6 ± 2,8[a]	5,4 ± 4,0[b]	7,7 ± 3,9[a, b]	0,01*
> 10 (n = 17)	16,3 ± 6,5[c]	11,3 ± 6,9[c]	13,7 ± 7,0	0,0061*
Inclinação (°): média ± desvio padrão				
	Blueprint		Manual	
0–10 (n = 21)	11,5 ± 11,5		10,9 ± 6,0	0,7#
> 10 (n = 17)	10,8 ± 5,0		11,4 ± 4,8	0,5#
Subluxação (°): média ± desvio padrão				
	Blueprint		Manual	
0–10 (n = 21)	51,3 ± 10,4		45,7 ± 7,2	0,005#
>10 (n = 17)	69,8 ± 12,5		52,0 ± 7,1	< 0,0001#

Notas: *Análise de variância (*analysis of variance*, ANOVA, em inglês) unidirecional; [a]$p = 0,04$; [b]$p = 0,0004$; [c]$p = 0,001$; teste de comparações múltiplas de Tukey; #teste *t*.

Tabela 6 Comparação entre a média da inclinação pelos métodos automatizado e manual e categorizada pela gravidade da inclinação medida pelo método automatizado

Inclinação (°)		Parâmetro		Valor de *p*
Versão (°): média ± desvio padrão				
	Blueprint	Friedman et al.[12]	Vault	
0–10 (n = 21)	8,9 ± 6,4	8,3 ± 6,2[a]	10,9 ± 7,3[a]	0,03*
> 10 (n = 17)	12,3 ± 7,8[b]	7,7 ± 6,3[b,c]	9,7 ± 4,8[c]	0,003*
Inclinação (°): média ± desvio padrão				
	Blueprint		Manual	
0–10 (n = 21)	5,9 ± 2,9		8,7 ± 3,8	0,001#
> 10 (n = 17)	17,6 ± 9,9		14,0 ± 5,8	0,1#
Subluxação (°): média ± desvio padrão				
	Blueprint		Manual	
0–10 (n = 21)	60,33 ± 15,0		49,9 ± 6,8	0,0001#
> 10 (n =17)	58,7 ± 14,5		46,8 ± 8,6	0,0008#

Notas: *Análise de variância (*analysis of variance*, ANOVA, em inglês) unidirecional; [a]$p = 0,01$; [b]$p = 0,002$; [c]$p = 0;007$; teste de comparações múltiplas de Tukey; #teste *t*.

Na prática clínica de países de rendas baixa e média, imagens de TC 2D não formatadas no plano da escápula são amplamente utilizadas, o que, apesar de ser uma limitação, é uma realidade. No presente estudo, as medidas manuais da versão, tanto pelos métodos de Friedman et al.[12] quanto de *vault*, da inclinação e da subluxação apresentaram bom CCI. Curiosamente, outros estudos[5,6,9,10] demonstraram que a versão da glenoide medida em imagens de TC 2D apresenta significativa variabilidade interobservador devido à variação na rotação coronal e sagital da escápula em relação à posição do paciente na mesa de exame. No entanto, o presente estudo obteve um bom CCI, o que atribuímos ao fato de todos os

avaliadores serem cirurgiões de ombro com mais de cinco anos de formação e experiência em artroplastias desta articulação.

No presente estudo, a versão média da glenoide medida pelo método automatizado foi semelhante à obtida pelo método de *vault*. Porém, a versão medida pelo método de Friedman foi inferior à obtida pelos métodos automatizado e de *vault*. Ainda assim, com base nas comparações das versões, apenas 1 caso apresentou diferença superior a 10° entre o método de Friedman et al.[12] e o automatizado. Portanto, demonstramos que o método de Friedman et al.[12] é menos preciso do que o de *vault* ao considerarmos o método automatizado como padrão. Em 2014, Matsumara et al.[13] compararam a medida da versão pelos métodos de Friedman et al.[12] e de *vault* e, da mesma forma, afirmaram que ambos os métodos apresentam boa concordância interobservador, mas que o método de *vault* facilita a medida, pois não depende das variações anatômicas do corpo da escápula ou de sua inclusão no exame.[11,13,15,23]

Notavelmente, ao usar o método automatizado como padrão nos casos em que a versão estava dentro da normalidade, não observamos diferenças significativas entre o método automatizado e o de Friedman et al.;[12] no entanto, nos casos com versão fora da normalidade ($> 10°$), a versão média obtida pelo método de Friedman et al.[12] foi significativamente inferior à observada com o método automatizado. Em conjunto, esses resultados permitem concluir que a utilização da medida de versão pelo método automatizado é mais importante nos casos em que as deformidades na superfície da glenoide são mais graves, podendo influenciar a prática clínica tanto na correção da versão quanto no correto posicionamento do implante. Esse achado é compatível com o encontrado na literatura, em que Chalmers et al.[26] demonstraram que a medida da versão baseada em imagens tomográficas é superior[26,27] nas deformidades B2 segundo a classificação morfológica proposta por Walch et al.[4]

Em um estudo recente, Reid et al.[28] observaram resultados semelhantes aos nossos, e mostraram que a medida da versão em TCs 2D pelo método de Friedman et al.[12] apresenta altas taxas de correlação intra e interclasse. Por outro lado, este estudo[28] também encontrou diferenças significativas entre medidas utilizando métodos manuais e automatizados. Porém, quando os casos foram categorizados de acordo com a gravidade da versão, os autores[28] não encontraram diferenças entre os métodos nos diversos subgrupos avaliados, e sugeriram que a magnitude da versão não influencia as diferenças entre os métodos. Este resultado contrasta com os achados do presente estudo, em que constatamos que o método manual subestimou a inclinação da glenoide em comparação ao método automatizado nos casos com versão superior a 10°. As diferentes faixas de versões utilizadas para estratificar os casos e os diferentes diagnósticos incluídos em nossa série podem explicar essas discrepâncias.

A inclinação glenoidal apresentou valores semelhantes aos da avaliação por métodos manuais ou automatizados. Em medidas de inclinação baseadas em TCs formatadas, Iannotti et al.[21] observaram que não houve diferenças em relação às medidas obtidas pelo método automatizado. Em relação às imagens não formatadas, a diferença foi expressiva. Em 94% dos casos, a diferença entre a inclinação das imagens não formatadas e as formatadas foi superior a 5°, novamente um valor com significância na prática clínica.[21] Com os casos categorizados de acordo com a gravidade da inclinação, o presente estudo detectou diferenças na medida dos casos brandos (inclinação entre 0–10°), em que o método manual gerou uma média significativamente superior à obtida pelo método automatizado ($p = 0{,}001$). Em um estudo de 2020, Choi et al.[29] compararam a inclinação medida por métodos automatizados e 2D e descobriram que o método 3D gerou medidas significativamente inferiores às obtidas com o método 2D. Embora os autores[29] não tenham realizado análise de subgrupo, os dados avaliados apresentaram valores médios de versão e inclinação compatíveis com os casos incluídos no subgrupo de casos brandos do presente estudo.

Em relação à subluxação, houve diferenças significativas entre os métodos manual e automatizado. Outros estudos[30] já relataram erro intrínseco à medida da subluxação pelo método de Walch et al.[4] O índice de subluxação, descrito por Walch et al.,[4] é medido em corte transversal da TC. O corpo escapular apresenta inclinação em relação ao corpo do paciente, em que os cortes transversais da TC estão alinhados, o que leva a erros nas medidas da TC 2D.[5,10,11,26,27,30] Jacxsens et al.[30] concluíram que medidas baseadas em ombros reconstruídos em 3D parecem ser mais adequadas, pois reconstroem a anatomia óssea independentemente da orientação do paciente no momento do exame; assim, essas medidas podem ser mais confiáveis do que as obtidas em 2D, que são subestimadas.

Um achado interessante do presente estudo foi o de que as diferenças entre as medidas de subluxação obtidas pelos métodos automatizado e manual tenderam a aumentar com a gravidade da versão, o que sugere que, quanto maior o ângulo de versão, mais o método manual subestima a medida da subluxação quando o padrão é o método automatizado. Mais estudos são necessários para avaliar o impacto clínico de tal achado, uma vez que pode influenciar diretamente o planejamento cirúrgico.

Chalmers et al.[26] avaliaram os valores de versão e inclinação da glenoide e de subluxação da cabeça do úmero por meio de TC corrigida e não corrigida, e compararam essas medidas aos valores fornecidos pelo Blueprint. Eles[26] concluíram que a orientação dos cortes das TCs formatadas no plano da escápula levou à diminuição das medidas de retroversão em comparação às TCs não formatadas. Por outro lado, os autores[26] verificaram que não há diferenças entre as TCs não formatadas e os valores dos programas automatizados. Em 48% dos casos, a diferença entre as versões não corrigida e corrigida foi superior a 5°, o que é considerado significativo na prática clínica.[21] Esses achados são semelhantes aos resultados obtidos em nossa série.

Shukla et al.[23] utilizaram o mesmo programa automatizado do presente estudo e encontraram resultados semelhantes entre os métodos manual e automatizado nas medidas de versão e inclinação, mas com diferença importante nos percentuais de subluxação da cabeça do úmero. Logo, assim como esses autores,[23] acreditamos que a mensuração do percentual de subluxação é essencial no

planejamento pré-operatório da artroplastia do ombro, e que tal variabilidade nos valores desse parâmetro entre os métodos manual e automatizado deve ser levada em consideração, pois o percentual de subluxação posterior da cabeça é um critério radiográfico que influencia a técnica cirúrgica a ser utilizada, e a seleção dos implantes e as medidas deste parâmetro são subestimadas pelo método manual.

Como limitação do presente estudo, utilizamos somente um programa automatizado de planejamento pré-operatório. Entendemos que esses programas apresentam variabilidade de medidas entre si, pois empregam diferentes parâmetros anatômicos para a formatação das imagens.

Conclusão

O método manual é eficaz nas medidas da versão e da inclinação da glenoide quando realizado por cirurgiões experientes, e o método de *vault* é mais preciso do que o de Friedman et al.[12] em pacientes com glenoides com deformidades maiores. Porém, a medida do percentual de subluxação posterior da cabeça do úmero apresenta grande discrepância entre os métodos manual e automatizado. Tais diferenças reforçam a necessidade de mais estudos que visem avaliar o impacto de tais diferenças no resultado dos procedimentos, uma vez que existem diversas incertezas quanto à precisão dos métodos manuais e automatizados e à seleção e ao posicionamento correto dos implantes.

Suporte Financeiro
Os autores declaram não ter recebido qualquer suporte financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

1 Walch G, Mesiha M, Boileau P, et al. Three-dimensional assessment of the dimensions of the osteoarthritic glenoid. Bone Joint J 2013;95-B(10):1377–1382
2 Shapiro TA, McGarry MH, Gupta R, Lee YS, Lee TQ. Biomechanical effects of glenoid retroversion in total shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 2007;16(3, Suppl)S90–S95
3 Iannotti JP, Greeson C, Downing D, Sabesan V, Bryan JA. Effect of glenoid deformity on glenoid component placement in primary shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 2012;21(01):48–55
4 Walch G, Badet R, Boulahia A, Khoury A. Morphologic study of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis. J Arthroplasty 1999;14(06):756–760
5 Ganapathi A, McCarron JA, Chen X, Iannotti JP. Predicting normal glenoid version from the pathologic scapula: a comparison of 4 methods in 2- and 3-dimensional models. J Shoulder Elbow Surg 2011;20(02):234–244
6 Hoenecke HR Jr, Hermida JC, Flores-Hernandez C, D'Lima DD. Accuracy of CT-based measurements of glenoid version for total shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 2010;19(02):166–171
7 Scalise JJ, Bryan J, Polster J, Brems JJ, Iannotti JP. Quantitative analysis of glenoid bone loss in osteoarthritis using three-dimensional computed tomography scans. J Shoulder Elbow Surg 2008; 17(02):328–335
8 Iannotti J, Baker J, Rodriguez E, et al. Three-dimensional preoperative planning software and a novel information transfer technology improve glenoid component positioning. J Bone Joint Surg Am 2014;96(09):e71
9 Boileau P, Cheval D, Gauci MO, Holzer N, Chaoui J, Walch G. Automated Three-Dimensional Measurement of Glenoid Version and Inclination in Arthritic Shoulders. J Bone Joint Surg Am 2018; 100(01):57–65
10 Gross DJ, Golijanin P, Dumont GD, et al. The effect of sagittal rotation of the glenoid on axial glenoid width and glenoid version in computed tomography scan imaging. J Shoulder Elbow Surg 2016;25(01):61–68
11 Lewis GS, Armstrong AD. Glenoid spherical orientation and version. J Shoulder Elbow Surg 2011;20(01):3–11
12 Friedman RJ, Hawthorne KB, Genez BM. The use of computerized tomography in the measurement of glenoid version. J Bone Joint Surg Am 1992;74(07):1032–1037
13 Matsumura N, Ogawa K, Ikegami H, Collin P, Walch G, Toyama Y. Computed tomography measurement of glenoid vault version as an alternative measuring method for glenoid version. J Orthop Surg Res 2014;9(01):17
14 Maurer A, Fucentese SF, Pfirrmann CW, et al. Assessment of glenoid inclination on routine clinical radiographs and computed tomography examinations of the shoulder. J Shoulder Elbow Surg 2012;21(08):1096–1103
15 RadiAnt® DICOM Viewer, Poznan, Poland. Available from: www.radiantviewer.com/pt-br
16 van de Bunt F, Pearl ML, Lee EK, Peng L, Didomenico P. Glenoid version by CT scan: an analysis of clinical measurement error and introduction of a protocol to reduce variability. Skeletal Radiol 2015;44(11):1627–1635
17 Favard L, Berhouet J, Walch G, Chaoui J, Lévigne C. Superior glenoid inclination and glenoid bone loss : Definition, assessment, biomechanical consequences, and surgical options. Orthopade 2017;46(12):1015–1021
18 Werner BS, Hudek R, Burkhart KJ, Gohlke F. The influence of three-dimensional planning on decision-making in total shoulder arthroplasty. J Shoulder Elbow Surg 2017;26(08):1477–1483
19 Rosenthal Y, Rettig SA, Virk MS, Zuckerman JD. Impact of preoperative 3-dimensional planning and intraoperative navigation of shoulder arthroplasty on implant selection and operative time: a single surgeon's experience. J Shoulder Elbow Surg 2020;29(12):2564–2570
20 Hartzler RU, Denard PJ, Griffin JW, Werner BC, Romeo AA. Surgeon acceptance of an initial 3D glenoid preoperative plan: rates and risk factors. J Shoulder Elbow Surg 2021;30(04):787–794
21 Iannotti JP, Walker K, Rodriguez E, Patterson TE, Jun BJ, Ricchetti ET. Accuracy of 3-Dimensional Planning, Implant Templating, and Patient-Specific Instrumentation in Anatomic Total Shoulder Arthroplasty. J Bone Joint Surg Am 2019;101(05):446–457
22 Berhouet J, Jacquot A, Walch G, Deransart P, Favard L, Gauci MO. Preoperative planning of baseplate position in reverse shoulder arthroplasty: Still no consensus on lateralization, version and inclination. Orthop Traumatol Surg Res 2022;108(03):103115
23 Shukla DR, McLaughlin RJ, Lee J, Nguyen NTV, Sanchez-Sotelo J. Automated three-dimensional measurements of version, inclination, and subluxation. Shoulder Elbow 2020;12(01):31–37
24 Raiss P, Walch G, Wittmann T, Athwal GS. Is preoperative planning effective for intraoperative glenoid implant size and type selection during anatomic and reverse shoulder arthroplasty? J Shoulder Elbow Surg 2020;29(10):2123–2127
25 Denard PJ, Provencher MT, Lädermann A, Romeo AA, Parsons BO, Dines JS. Version and inclination obtained with 3-dimensional planning in total shoulder arthroplasty: do different programs produce the same results? JSES Open Access 2018;2(04):200–204
26 Chalmers PN, Salazar D, Chamberlain A, Keener JD. Radiographic characterization of the B2 glenoid: the effect of computed tomographic axis orientation. J Shoulder Elbow Surg 2017;26(02):258–264

27 Bercik MJ, Kruse K II, Yalizis M, Gauci MO, Chaoui J, Walch G. A modification to the Walch classification of the glenoid in primary glenohumeral osteoarthritis using three-dimensional imaging. J Shoulder Elbow Surg 2016;25(10):1601–1606
28 Reid JJ, Kunkle BF, Greene AT, Eichinger JK, Friedman RJ. Variability and reliability of 2-dimensional vs. 3-dimensional glenoid version measurements with 3-dimensional preoperative planning software. J Shoulder Elbow Surg 2022;31(02):302–309
29 Choi CH, Kim HC, Kang D, Kim JY. Comparative study of glenoid version and inclination using two-dimensional images from computed tomography and three-dimensional reconstructed bone models. Clin Shoulder Elbow 2020;23(03):119–124
30 Jacxsens M, Van Tongel A, Willemot LB, Mueller AM, Valderrabano V, De Wilde L. Accuracy of the glenohumeral subluxation index in nonpathologic shoulders. J Shoulder Elbow Surg 2015;24(04): 541–546

Expressão dos biomarcadores osteopontin, WNT3A e ABCB5 em pacientes com osteossarcoma

Osteopontin, WNT3A, and ABCB5 Biomarkers Expression in Osteosarcoma Patients

Glauco José Pauka Mello[1] Cleima Coltri Bittelbrunn[2] Glauco Vinicius Bittelbrunn Pauka Mello[2,3] Fernanda Pinto Garcia[2] Ana Valéria Brunetti Rigolino[2] Pedro Reggiani Anzuatégui[2]

[1] Serviço de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Erasto Gaertner, Curitiba, PR, Brasil
[2] Centro de Ortopedia e Fisioterapia Batel, Curitiba, PR, Brasil
[3] Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

Endereço para correspondência Glauco José Pauka Mello, MD, Rua José Benedito Cottolengo, 710, 81220-310, Curitiba, PR, Brasil (e-mail: cleima@me.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e599–e606.

Resumo

Objetivo Correlacionar a expressão, por imunoistoquímica, das proteínas OPN, ABCB5 e WNT3A de material anatomopatológico, obtido de blocos de parafina e/ou lâminas, em pacientes com osteossarcoma (OS), analisando as características epidemiológicas, sua presença e influência na evolução e progressão da doença.

Métodos Após a seleção inicial dos casos, ocorreu a busca dos respectivos blocos de parafina, dentre os quais foram selecionados somente aqueles que possuíam massa tumoral suficiente para serem realizados cortes adicionais sem que todo o material biológico fosse utilizado. Foram identificadas áreas do sarcoma nos blocos de parafina representativos para a confecção de blocos multiamostrais (microarranjo de tecidos, ou *tissue microarray* [TMA], em inglês), realizada em instrumento *BenchMark ULTRA* (Roche Diagnostics Corporation, Indianapolis, IN, USA). Foi então analisada a associação entre a expressão dos marcadores ABCB5, WNT3A e OPN com as variáveis idade, localização e tipo de tecido (teste exato de Fisher/Qui-quadrado).

Resultados A média de idade foi de 23 anos, e a incidência de pacientes dos sexos masculino e feminino foi a mesma; foram analisadas 40 lâminas de 28 pacientes com OS, entre 2005 e 2017, com tempo de segmento de 80,0 meses, e o tempo de sobrevida foi de 46,7% em 5 anos. Metástases ocorreram em tecido pulmonar (92,9%). Quanto aos marcadores ABCB5, OPN e WNT3A, não apresentaram significância estatísticas quando comparados com faixa etária, neo-adjuvância e/ou adjuvância quimioterápica, localização, sobrevida ou óbito. O OPN mostrou-se negativo em todas as amostras. E o WNT3A expressou-se nos pacientes com óbitos precoces.

Conclusão As proteínas ABCB5, OPN e WNT3A, em estudo imunoistoquímico, não se mostraram presentes com significância estatística. Nos parâmetros analisados, não surgem como sendo fatores preditivos ou de agressividade para o OS.

Palavras-chave
- biomarcadores tumorais
- imuno-histoquímica
- osteopontina
- osteossarcoma

Trabalho desenvolvido no Hospital Erasto Gaertner, Curitiba, PR, Brasil.

recebido
14 de novembro de 2023
aceito
29 de abril de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1788671.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective This study aimed to correlate the expression, by immunohistochemistry, of the proteins OPN, ABCB5, and WNT3A from anatomopathological materials obtained from paraffin blocks, slides, or both, from patients with osteosarcoma (OS), analyzing epidemiological characteristics, as well as their presence and influence on the evolution and progression of the disease.

Methods After the initial case selection, we searched for the respective paraffin blocks and took only those with sufficient tumor mass to allow additional sections with no complete loss of biological material. The sarcoma area identification in representative paraffin blocks used multisample blocks (tissue microarray [TMA]) created on a BenchMark ULTRA (Roche Diagnostics Corporation, Indianapolis, IN, USA) instrument. Then, we analyzed the association between the expression of ABCB5, WNT3A, and osteopontin (OPN) markers with the variables age, location, and tissue type (Fisher exact test/Chi-squared test).

Results The average age of the patients was 23 years, and the rate of males and females was the same. We analyzed 40 slides from 28 OS patients seen from 2005 to 2017. Their follow-up time was 80.0 months, and the 5-year survival rate was 46.7%. Most metastases occurred in lung tissue (92.9%). Proteins ABCB5, OPN, and WNT3A did not present statistical significance when compared with age group, neo-adjuvant, adjuvant, or both, chemotherapy, location, survival, or death. Osteopontin was negative in all samples. WNT3A expression occurred in patients who died early.

Conclusion In an immunohistochemical study, ABCB5, OPN, and WNT3A did not have statistical significance. In the parameters analyzed, they did not seem to be a predictive or aggressive factor for OS.

Keywords

- biomarkers tumor
- immunohistochemistry
- osteopontin
- osteossarcoma

Introdução

O presente trabalho aborda o estudo dos marcadores osteopontina (OPN), WNT3A, e ABCB5 em pacientes com osteossarcoma (OS).

O biomarcador ABCB5, ao ser analisado em outros tumores, especialmente carcinomas, desempenha um papel crucial na avaliação da resistência ao tratamento com agentes quimioterápicos comumente utilizados no combate ao OS.

A via de sinalização WNT3 é uma ocorrência comum em diversos tumores, abrangendo tanto carcinomas quanto sarcomas. Essa via desempenha um papel significativo na regulação de processos intracelulares, e sua presença em diferentes tipos de tumores destaca sua importância em contextos variados.

Quanto ao biomarcador OPN, embora esteja presente em muitos casos de carcinoma, sua função crucial no tecido ósseo está relacionada à maturação do pré-osteoblasto em osteoblasto. Essa transformação é um ponto crucial na apresentação do osteossarcoma, enfatizando a complexidade do papel desempenhado pela OPN, especialmente no contexto ósseo.

Não são conhecidos biomarcadores capazes de revelar a presença da doença, sua agressividade e propensão à formação de metástases. A oportunidade de explorar e estudar os biomarcadores analisados neste artigo se apresentou, e estamos aproveitando esta chance para integrar nossa experiência a essa investigação. Este é um passo crucial para aprofundar o entendimento da natureza desses sarcomas, visando contribuir significativamente para o avanço no diagnóstico e tratamento dessa doença complexa.

No cenário do OS, uma forma altamente agressiva de sarcoma ósseo, os biomarcadores desempenham papéis distintos e cruciais na progressão tumoral. O gene ABCB5, reconhecido como um biomarcador associado à resistência terapêutica, modula a atividade da via de sinalização WNT3, contribuindo para a sustentação da capacidade proliferativa e resistência celular no OS. A via WNT3, um biomarcador intrínseco, regula a expressão de genes relacionados ao crescimento descontrolado e à carcinogênese óssea.

Simultaneamente, a OPN, também considerada um biomarcador, é influenciada por fatores, incluindo a via WNT3, e está implicada na formação óssea, desempenhando um papel significativo na tumorigênese óssea. A expressão e atividade dos biomarcadores como ABCB5, a via de sinalização WNT3e a OPN têm sido associadas à agressividade do OS.

Em estudos, observou-se que níveis elevados desses biomarcadores muitas vezes estão correlacionados com um comportamento mais agressivo da doença. A presença de ABCB5, por exemplo, foi associada à resistência a tratamentos convencionais, o que pode contribuir para a progressão do OS. A ativação anômala da via WNT3está relacionada ao crescimento descontrolado e à invasividade tumoral, enquanto a expressão aumentada de OPN tem sido associada a uma maior capacidade de metastização.

Portanto, a análise desses biomarcadores pode oferecer *insights* prognósticos, lembrando que esses biomarcadores são amplamente estudados em carcinomas tais como: pulmão, mama e melanoma, entre outros.

A identificação e compreensão desses biomarcadores são essenciais para orientar estratégias terapêuticas mais precisas e eficazes contra o OS. A maior dificuldade é encontrar estudos com um número de casos significativo.

Aproximadamente 8,7 por milhão de crianças e adolescentes com menos de 20 anos sofrem desta patologia, que se origina no tecido mesenquimal. Isso torna esse o tumor maligno mais frequente na faixa etária até 20 anos.

O diagnóstico definitivo depende da apresentação clínica de dor e aumento de volume, seguida de uma investigação de imagem radiológica e/ou confirmação por biópsia.

Sabemos que a sobrevida, em um intervalo de 5 anos, é maior em pacientes sem metástases. Isso depende do comportamento biológico da patologia.

A maioria das metástases ocorrem no tecido pulmonar. Com o advento da poliquimioterapia neoadjuvante seguida de tratamento cirúrgico e quimioterapia adjuvante, a sobrevida melhorou em torno de 50 até 70%, dependendo da natureza heterogênea desta patologia.

Vários fatores prognósticos com biomarcadores já foram pesquisados para o OS. Porém, ainda não foi encontrado um biomarcador com forte evidência em diagnosticar ou avaliar prognósticos, principalmente em doenças metastáticas, bem como identificar possíveis alvos terapêuticos. Neste estudo, iremos evidenciar os biomarcadores WNT3A, OPN e ABCB5.

O biomarcador WTN3A, em experimentos de laboratório, é a proteína da família WNT canônica que mais se mostra envolvida na concentração anômala da ß-catenina no núcleo celular.[1] Já o biomarcador OPN no tecido ósseo normal é vital para desenvolvimento do osteoblasto. E o marcador ABCB5 é um novo transportador humano de membrana do grupo de proteínas ABC, que foi identificado e caracterizado na pele humana.

O presente trabalho objetiva correlacionar a expressão, por imunoistoquímica, das proteínas OPN, ABCB5 e WNT3A de material anatomopatológico, obtido de blocos de parafina e/ou lâminas, em pacientes com OS, analisando características epidemiológicas, sua presença e influência na evolução e progressão da doença.

Materiais e métodos

O presente trabalho foi aprovado pelo comitê de ética da instituição sob o número CAAE: 69385417.7.1001.0103.

Dados e anátomo-clínicos foram obtidos a partir do prontuário eletrônico do sistema Philips Tasy Electronic Medical Record (Philips Healthcare, Best, Holanda) do hospital, e a revisão dos prontuários físicos e de laudos anátomo-patológicos, pelo serviço de anatomia patológica dos 64 pacientes portadores de OS atendidos no período de 2005 e 2017.

A busca inicial foi por meio da Classificação Internacional de Doenças (CID), código C40, e as anotações clínicas de cada caso, por protocolo padronizado com as variáveis nome, idade do paciente ao diagnóstico, sexo, número de tumores, número do bloco de parafina, diagnóstico histológico, local do tumor primário, data do diagnóstico, presença de metástases, local da metástase ao diagnóstico (se houvesse), tempo de sobrevida em meses, evento óbito (se houvesse), tempo de seguimento, e progressão da doença.

O término da data de avaliação da sobrevida dos pacientes foi dezembro de 2017.

Progressão da doença e tempo de sobrevida

Alguns pacientes, mesmo na vigência do tratamento, apresentaram recidiva da neoplasia ou progressão da doença com piora do estadiamento clínico, seja por retorno do tumor no sítio cirúrgico, ou aparecimento de metástase local (*skip*) ou à distância, em vísceras ou linfonodos. Os locais da progressão à distância registrados foram o pulmão e o linfonodo.

Posteriormente, calculou-se em meses o tempo livre de doença, que consiste no período que o paciente permaneceu sem sinais ou sintomas da neoplasia.

Em relação ao tempo de sobrevida, foi calculado pelo óbito ou data da última avaliação. Subtraiu-se a data em que foi realizado o diagnóstico de OS com a data do óbito ou última avaliação.

Seleção das amostras

Após a seleção inicial dos casos, ocorreu a busca dos respectivos blocos de parafina, os quais, foram selecionados somente os que possuíssem massa tumoral suficiente para serem realizados cortes adicionais sem que se usasse totalmente o material biológico.

As lâminas dos tumores foram reavaliadas por um segundo patologista independente, com o intuito de confirmar o diagnóstico de OS.

Para os blocos que não possuíssem lâmina de hematoxilina-eosina (HE), foi requisitada a sua produção. Nos casos em que haviam mais de um bloco de parafina, o patologista escolheu o bloco que possuía maior massa neoplásica.

Os blocos devidamente checados foram enviados para realizar a imunomarcação dos biomarcadores: OPN, WNT3A, ABCB5.

Imunoistoquímica

A técnica de imunoistoquímica realizada no instrumento Ventana BenchMark *ULTRA* (Roche Diagnostics Corporation, Indianápolis, IN, EUA) com processamento 3 em 1 integrado e preparadas na seguinte ordem: desparafinização; re-hidratação; recuperação antigênica com tampões Cell Conditioning 1 (pH alto) e 2 (pH baixo) (Roche Diagnostics Corporation); os anticorpos primários foram incubados por 16 a 20 minutos em temperatura ambiente; em seguida, as lâminas foram submetidas à técnica da imunoperoxidase e foi realizada a amplificação da marcação através do Kit UltraView Universal DAB Detection (Ventana Medical Systems, Oro Valley, AZ, EUA); e, após realizada a imunomarcação, as lâminas de microarranjo de tecidos (*tissue microarray* – TMA, em inglês) foram laudadas. Controles positivos internos e externos testaram a fidelidade das reações.

Anticorpos utilizados

Os anticorpos primários utilizados estão descritos na ►**Tabela 1**.

Tabela 1 Descrição dos anticorpos primários com seus respectivos fabricantes e diluições

Biomarcador	Anticorpo primário	Fabricante	Diluição
ABCB5	Anti-ABCB5, clone 5H3C6	*GeneTex*	1:200
OPN	Anti-Osteopontin, policlonal	*Anti-Osteopontin, policlonal*	1:25
WNT3A	Anti-WNT3A, policlonal	*GeneTex*	1:400

Abreviação: OPN, osteopontina. **Fonte:** Os autores (2019).

Laudo da imunomarcação

As lâminas foram laudadas no microscópio Olympus CX31 (Olympus Life Science, Waltham, MA, EUA) por 2 patologistas diferentes, em tempos diferentes, utilizando os seguintes parâmetros:

- **Positivo:** Presença combinada do anticorpo ABCB5 na membrana citoplasmática e no citoplasma; presença do anticorpo WNT3A no citoplasma; e presença do anticorpo OPN no citoplasma.
- **Negativas:** Ausência de expressão da marcação cromógena nos alvos dos referidos anticorpos.
- **Inconclusivo:** Impossibilidade de avaliar a expressão dos anticorpos, devido a problemas pré-analíticos (má-fixação, descalcificação ácida e parafina inadequada).

Resultados

As informações relativas aos pacientes estudados foram apresentadas com: dados de prontuário, número do paciente, lâminas, idade ao diagnóstico, gênero e local do tumor sobre amostra estudada (►**Tabela 2**). Analisamos 40 amostras de blocos de parafina de espécimes de biopsias e peças cirúrgicas de tumores primários e metastáticos, retirados de 28 pacientes de OS provenientes do serviço de anatomia patológica, no período de 2005 a 2017. Relativos à sobrevida, presença ou não, local da metástase e expressão dos marcadores ABCB5, WNT3A e OPN (►**Tabela 3**).

A ►**Tabela 4** apresentada a análise realizada com base nos dados de 40 lâminas em 28 pacientes com OS.

Variáveis relativas ao paciente, como idade ao diagnóstico, sexo, número de lâminas ao longo do período de segmento e óbitos estão descritos na ►**Tabela 5**.

Na ►**Tabela 6** são apresentados os percentuais de sobrevida em cada tempo estimados por Kaplan-Meier.

Dados descritivos dos marcadores ABCB5, WNT3A e OPN

Estão apresentados resultados (n válidos) relativos a variáveis de localização do tumor de 28 pacientes em membros inferiores (MIs), membros superiores (MSs), esqueleto axial (AXIAL); tipo de lâmina (biopsia, pós-quimioterapia e peça sem quimioterapia) e tipo de tecido da lâmina (sem tratamento e após terapia). Considerou-se apenas uma lâmina por paciente, sendo encontrados os resultados seguintes (n = 28): localização do tumor da lâmina – MIs (n [%] 20 [71,4]), MSs (n [%] 7 [25,0]), AXIAL (n [%] 1 [3,6]); tipo de lâmina – biópsia (n [%] 16 [57,1]), pós-quimio (n [%] 10 [35,7]), sem quimio (n [%] 2 [7,1]); tipo de tecido da lâmina – tecido ósseo livre de tratamento (n [%] 18 [64,3]), tecido ósseo após terapia (n [%] 10 [35,7]).

Os dados descritivos dos marcadores ABCB5, WNT3A e OPN, considerando apenas uma lâmina por paciente e percentuais, apresenta resultados com ABCB5 e WNT3A, após retirados os resultados inconclusivos, conforme segue:

ABCB5, n válido = 28
Negativo (n [%] 7 [25,0])
Positivo (n [%] 14 [50,0])
Inconclusivo (n [%] 7 [25,0])

ABCB5, n válido = 21
Negativo (n [%] 7 [33,3])
Positivo (n [%] 14 [66,7])

WNT3A, n válido = 28
Negativo (n [%] 19 [67,9])
Positivo (n [%] 2 [7,1])
Inconclusivo (n [%] 7 [25,0])

WNT3A, n válido = 21
Negativo (n [%] 19 [90,5])
Positivo (n [%] 2 [9,5])

OPN, n válido = 28
Negativo (n [%] 21 [75,0])
Inconclusivo (n [%)] 7 [25,0])

Avaliação de fatores associados aos resultados dos marcadores e entre fatores e sobrevida

Para esta análise, a unidade de observação foi a lâmina. Lâminas de um mesmo paciente foram consideradas como unidades independentes.

Para cada uma das variáveis, tipo de tecido e localização do tumor, e para cada marcador analisado, testou-se a hipótese nula de que não há associação entre a variável e o marcador versus a hipótese alternativa de que há associação.

Para idade ao diagnóstico e cada marcador, testou-se a hipótese nula de que as médias de idade são iguais para todas as classificações do marcador, versus a hipótese alternativa de que as médias não são iguais.

Com relação à sobrevida, para cada uma das variáveis analisadas, testou-se a hipótese nula de que não há associação entre a variável e a sobrevida, versus a hipótese alternativa de que há associação. São percentuais de óbitos de acordo com as classificações da variável: idade ao diagnóstico, sexo, metástases, local do tumor, marcadores ABCB5, WNT3A, OPN e os valores de *p* dos testes estatísticos.

Discussão

Os pacientes selecionados portadores de OS foram classificados em Enneking grau IIB ou III.

Na análise do perfil epidemiológico, 17 pacientes apresentavam idade abaixo de 20 anos (pacientes jovens) e 11 acima de 20 anos, sendo que o mais novo tinha apenas 10

Tabela 2 Dados: prontuário, número do paciente, lâminas, idade ao diagnóstico, gênero e local

Prontuário	Número do paciente	Lâminas	Idade ao diagnóstico	Gênero	Local
14001945	4	162818B	20	m	MI
	4	167536B / 2-17	20	m	MI
14002913	5	143741B	12	f	MS
1001989	6	143042B	26	f	MI
	6	149162B / 3-11	26	f	MI
	6	157099B	27	f	MI
13000565	7	130884B	13	f	MI
	7	135117	13	f	MI
	7	140955B / 1-5	14	f	MI
	7	143457B	14	f	AXIAL
12006205	8	140430B	62	m	MS
13005621	10	138466B 1-57	19	m	MI
13002093	11	134093B	20	m	MI
	11	135736B	20	m	MI
7002221	12	073238B / 1-2	16	f	MS
	12	073801B	16	f	MS
7002774	13	074648B	16	m	MI
	13	077531B	16	m	MI
6008700	14	0608869E	61	f	MI
7001977	15	074428B	36	f	MI
11003053	34	116772B / 1-8	20	m	MI
11004802	36	116711B	45	m	MS
13001519	38	135295B / 1-25	13	f	MI
5006762	40	056664B	13	f	MI
6002708	43	0602903B	10	f	MI
6001225	45	0606133B / 1	13	f	MI
6008407	47	070309B / 1-3	27	m	MI
5004056	48	0600157B / 1-2	23	m	MS
15000164	51	150432B / 1-2	21	f	MI
14006899	52	154918B / 2-7	18	m	MI
14007558	53	150955B / 3-20	14	f	MI
15006646	55	167192B / 1-15	26	f	AXIAL
15007598	56	1610793B / 2-6	32	f	MI
16002529	58	163780B	20	m	MS
	58	168657B / 1-14	20	m	MS
16004018	59	166003B / 1-9	22	m	MS
16009072	62	1612817B / 1-2	16	m	MI
	62	170557B / 1-13	17	m	MI
17008495	63	1714419B	11	m	MI

Abreviações: AXIAL, esqueleto axial; MI, membro inferior; MS, membro superior.

anos de idade, em concordância com a literatura.[2–5] Nesta amostragem, o sexo masculino e o feminino apresentaram a mesma incidência, 50%. Estudos com amostra maiores, demonstraram um discreto predomínio no sexo masculino.[6]

Nos pacientes avaliados, quanto à localização das metástases: 14 apresentaram metástases, sendo 13 em tecido pulmonar (92,9%) e 1 nos linfonodos (7,1%).[2] Nesta amostragem, 50% evoluíram com metástases pulmonar. Segundo Evola et al.,[7] aproximadamente 20% dos pacientes apresentam metástases pulmonares no diagnóstico inicial, em 40% dos pacientes as metástases ocorrem em um estágio posterior, e 80% das metástases ocorrem no pulmão.

Tabela 3 Dados: sobrevida, metástase, local, ABCB5, WNT3A e OPN

Prontuário	Sobrevida (meses)	Metástase	Local	ABCB5	WNT3A	OPN
14001945	57	Sim	Pulmão	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
	52	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
14002913	67	Não		Negativo	Negativo	Negativo
1001989	18	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
	12	Sim	Pulmão	Negativo	Negativo	Negativo
	2	Sim	Pulmão	Negativo	Negativo	Negativo
13000565	17	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
	12	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
	5	Sim	Pulmão	Positivo	Positivo	Negativo
	3	Sim	Pulmão	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
12006205	72	Não		Positivo	Negativo	Negativo
13005621	3	Não		Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
13002093	11	Sim	Pulmão	Positivo	Positivo	Negativo
	12	Sim	Pulmão	Negativo	Negativo	Negativo
7002221	24	Sim	Pulmão	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
	24	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
7002774	29	Sim	Pulmão	Positivo	Positivo	Negativo
	25	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
6008700	16	Não		Negativo	Negativo	Negativo
7001977	124	Não		Negativo	Negativo	Negativo
11003053	75	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
11004802	68	Não		Positivo	Negativo	Negativo
13001519	8	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
5006762	41	Sim	Pulmão	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
6002708	128	Não		Positivo	Negativo	Negativo
6001225	16	Sim	Linfonodo	Positivo	Negativo	Negativo
6008407	118	Sim	Pulmão	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
5004056	133	Não		Positivo	Negativo	Negativo
15000164	55	Sim	Pulmão	Negativo	Negativo	Negativo
14006899	3	Não		Negativo	Negativo	Negativo
14007558	34	Sim	Pulmão	Negativo	Negativo	Negativo
15006646	2	Não		Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
15007598	52	Não		Positivo	Negativo	Negativo
16002529	18	Sim	Pulmão	Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
	13	Sim	Pulmão	Positivo	Negativo	Negativo
16004018	36	Não		Inconclusivo	Inconclusivo	Inconclusivo
16009072	12	Não		Positivo	Negativo	Negativo
	11	Não		Negativo	Inconclusivo	Inconclusivo
17008495	24	Não		Negativo	Negativo	Negativo

Abreviação: OPN, osteopontina.

A sobrevida, para esta amostra, foi de 46,7% em 5 anos (60 meses), um pouco abaixo do encontrado na literatura, que gira em torno de 50 a 65%.[2,3,8] Óbito ocorre entre o primeiro e terceiros anos após feito o diagnóstico na maioria dos pacientes, indicando que se trata de uma patologia muito agressiva.[5]

A localização em MIs ocorreu em 20 pacientes (71,4%), MSs em 7 pacientes (25%), 1 caso AXIAL (3,6%). Plenamente em concordância com a literatura.[2,5,7,9,10]

As variáveis epidemiológicas (idade ao diagnóstico, sexo, metástases, local e marcadores) não apresentaram significância estatística quando se analisa desfecho óbito. A variável

Tabela 4 Lâminas pré- e pós-quimioterapia

Paciente	Total	Número de lâminas	
		Tecido ósseo livre de tratamento	Tecido ósseo após terapia
1	1	1	
2	1	1	
3	1		1
4	1	1	
5	1	1	
6	1	1	
7	1	1	
8	1		1
9	1	1	
10	1	1	
11	1		1
12	1		1
13	1		1
14	1	1	
15	1		1
16	1		1
17	1		1
18	1		1
19	1	1	
20	2	1	1
21	2	2	
22	2	1	1
23	2	2	
24	2	1	1
25	2	1	1
26	2	2	
27	3	1	2
28	4	1	3
Total de lâminas	40	22	18

metástase demostra uma tendência à significância ($p = 0{,}086$); porém, a amostra é pequena para esta conclusão.

O marcador ABCB5 teve expressão positiva em 14 pacientes (66,7) em 7 pacientes negativas (33,3%), quando se excluíram os inconclusivos que foi em número de 7. Já o WNT3A teve expressão positiva em 2 pacientes (9,5%), em 19 com expressão negativas (90,5%), quando se excluíram os inconclusivos. E o marcador OPN só apresentou lâminas negativas, não houve expressão, tanto em lâminas de tecidos que receberam ou não, quimioterapia neoadjuvante.

Quando se avaliou a expressão de marcadores ABCB5 e WNT3A versus localização do OS em MSs e MIs, faixa etária abaixo ou acima de 20 anos, expressão positiva ou negativa também não apresentou significância. Porém, o marcador OPN só apresentou lâminas negativas tanto em lâminas do membro superior como do membro inferior, e nas faixas etárias acima e abaixo de 20 anos.

Na avaliação das lâminas dos 28 pacientes elegíveis, 6 pacientes tiveram as lâminas examinadas pré e pós-tratamento quimioterápico. Na avaliação pré-tratamento, havendo inicialmente uma lâmina por paciente e as avaliações pós-tratamento quimioterápico, foram analisadas lâminas de acordo com os eventos de progressão da doença (recidivas e metástases), que resultaram em análises de novas lâminas referentes a estes eventos. Portanto, o número de lâminas, pós-tratamento foi superior ao número de lâminas pré-tratamento – 9 lâminas.

Para o marcador ABCB5 na avaliação pré-tratamento, 3 lâminas (50%) apresentaram-se positivas, nenhuma negativa (0%) e 3 inconclusivas (50%). Após o tratamento quimioterápico, 6 apresentaram-se positivas (66,7%), 2 negativas (22,2%) e somente 1 inconclusiva (11,1%). O ABCB5 é um marcador que avalia a resistência às drogas quimioterápicas, e é mediador de quimiorresistência, identificado e comprovado como importante e específico à droga doxorrubicina. Na presente amostra, os pacientes que participaram de esquemas quimioterápicos, também receberam a doxorrubicina; logo, a expressão desta proteína se fez presente nas lâminas pré-tratamento, com 50%, aumentando sua expressão em lâminas pós-tratamento, com 66,7%. Mantendo a hipótese de que células-tronco tumorais desenvolvem a capacidade de resistência a drogas citotóxicas, não se conseguiu inibir a progressão tumoral.[11–13]

Haydon et al.[14] concluíram que a desregulamentação da via WNT/ ß-catenina é uma ocorrência muito comum no OS. Porém, nesta amostra, somente dois pacientes apresentaram indícios de ativação desta via. Mas, quando isso ocorreu, foi justamente com pacientes de pior prognóstico. Não houve significância estatística, quando se considerou a expressão dessa proteína influenciando na sobrevida.

O OPN não foi detectado nos osteoblastomas e nas peças de remodelação óssea. Sua expressão não teve influência nos pacientes em geral ou na sobrevida livre de doença. E não fornece informações preditivas sobre o resultado de pacientes com OS. A formação e a diferenciação do osteoblasto são fundamentais para formação do tecido ósseo. Além disso, o OPN interfere na diferenciação da célula primária mesenquimal em pré-osteoblasto, gerando osteoblasto maduro. A interrupção deste processo pode ser a causa principal da formação do OS. Portanto, Luo et al.,[15] relatam diminuição dos níveis de OPN em OS, pois não atua na diferenciação dos osteoblastos. Expressão da proteína OPN foi negativa em 100% das lâminas, corroborando os achados desses autores.

Conclusão

Os biomarcadores ABCB5, OPN, WNT3A, em estudo imunoistoquímico no OS, apresentaram-se ausentes de significância estatística nos parâmetros epidemiológicos. Não demonstraram ser um fator preditor ou de agressividade para o OS. Observou-se discreto aumento de ABCB5, pós-quimioterapia. O bloqueio da expressão, desta proteína ABCB5 suporta a hipótese de aumento de sobrevida, livre de recidiva da doença. A proteína OPN não se mostrou presente na etiologia e no desenvolvimento do OS. Neste estudo, a via canônica WNT/ß-catenina não fez presente de maneira convincente pela expressão do marcador WNT3A. Estudos prospectivos, com material de banco de tumores

Tabela 5 Variáveis relativas ao paciente ($n = 28$)

Variável	N válidos	Classificação	Resultado*
Idade ao diagnóstico (anos)	28		23 ± 13,4 (10–62)
		Até 20	17 (60,7)
		Mais de 20	11 (39,3)
Sexo	28	Feminino	14 (50)
		Masculino	14 (50)
Número de lâminas ao longo do período de seguimento	28	1	19 (67,9)
		2, 3 ou 4	9 (32,1)
Óbito	28	Não	14 (50)
		Sim	14 (50)
Tempo de seguimento (não óbito) (meses)	14		80,0 ± 42,0 (27,5–150)
Tempo de sobrevida (óbitos) (meses)	14		18,2 ± 12,1 (2,7–42,1)
Tempo de seguimento geral (meses)	28		48,9 ± 43,6 (2,7–150)
Metástase	28	Não	14 (50)
		Sim	14 (50)
Local da metástase (por paciente)	14	Pulmão	13 (92,9)
		Linfonodo	1 (7,1)

*Descrito por média ± desvio padrão (mínimo–máximo) ou por frequência (percentual).

Tabela 6 Taxa de sobrevida em até 5 anos

Tempo (meses)	% de sobrevida
0 (diagnóstico)	100%
3 meses	100%
6 meses	96,4%
1 ano	92,9%
1,5 ano	67,9%
2 anos	64,3%
3 anos	56,9%
4 anos	52,5%
5 anos	46,7%

congelados, randomizados e controlados, são pertinentes para consolidar e promover avanços em futuras pesquisas.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que este estudo não recebeu nenhum suporte financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Chen C, Zhao M, Tian A, Zhang X, Yao Z, Ma X. Aberrant activation of Wnt/β-catenin signaling drives proliferation of bone sarcoma cells. Oncotarget 2015;6(19):17570–17583
2 Isakoff MS, Bielack SS, Meltzer P, Gorlick R. Osteosarcoma: Current Treatment and a Collaborative Pathway to Success. J Clin Oncol 2015;33(27):3029–3035
3 Misaghi A, Goldin A, Awad M, Kulidjian AA. Osteosarcoma: a comprehensive review. SICOT J 2018;4:12
4 Whelan JS, Bielack SS, Marina N, et al; EURAMOS collaborators. EURAMOS-1, an international randomised study for osteosarcoma: results from pre-randomisation treatment. Ann Oncol 2015;26(02):407–414
5 Wu Y, Xu L, Yang P, et al. Survival Prediction in High-grade Osteosarcoma Using Radiomics of Diagnostic Computed Tomography. EBioMedicine 2018;34:27–34
6 Presti PF, Macedo CRD, Caran EM, Rodrigues AHD, Petrilli AS. Estudo Epidemiológico de Câncer no Adolescente em Centro de Referência. Rev Paul Pediatr 2012;30(02):210–216
7 Evola FR, Costarella L, Pavone V, et al. Biomarkers of Osteosarcoma, Chondrosarcoma, and Ewing Sarcoma. Front Pharmacol 2017;8: 150
8 Saraf AJ, Fenger JM, Roberts RD. Osteosarcoma. Front Oncol 2018; 8(04):4
9 Castro JRL, Silva CMTR, Barroso KSN, Lopes JP. Características clínicas e epidemiológicas do paciente adolescente portador de osteossarcoma. Acta Fisiatr 2014;21(03):117–120
10 Li Y-S, Deng ZH, Zeng C, Lei GH. Role of osteopontin in osteosarcoma. Med Oncol 2015;32(01):449
11 Calcagno AM, Kim I-W, Wu C-P, Shukla S, Ambudkar SV. ABC drug transporters as molecular targets for the prevention of multidrug resistance and drug-drug interactions. Curr Drug Deliv 2007;4(04): 324–333
12 Moitra K, Scally M, McGee K, Lancaster G, Gold B, Dean M. Molecular evolutionary analysis of ABCB5: the ancestral gene is a full transporter with potentially deleterious single nucleotide polymorphisms. PLoS One 2011;6(01):e16318
13 Yang M, Li W, Fan D, et al. Expression of ABCB5 gene in hematological malignances and its significance. Leuk Lymphoma 2012;53 (06):1211–1215
14 Haydon RC, Deyrup A, Ishikawa A, et al. Cytoplasmic and/or nuclear accumulation of the beta-catenin protein is a frequent event in human osteosarcoma. Int J Cancer 2002;102(04):338–342
15 Luo X, Chen J, Song WX, et al. Osteogenic BMPs promote tumor growth of human osteosarcomas that harbor differentiation defects. Lab Invest 2008;88(12):1264–1277

Avaliação radiográfica do tratamento cirúrgico das fraturas supracondilianas do úmero em crianças

Radiographic Evaluation of the Surgical Treatment of Pediatric Supracondylar Humeral Fractures

Gabriel Rigatti[1] Sérgio Roberto Canarim Danesi[2] Rafaela Dias Barbosa[2] Douglas Backes Schreiner[3]

[1] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Cristo Redentor, Grupo Hospitalar Conceição, Porto Alegre, RS, Brasil
[2] Ortopedia Pediátrica, Hospital Cristo Redentor, Grupo Hospitalar Conceição, Porto Alegre, RS, Brasil
[3] Cirurgia de Ombro e Cotovelo, Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, RS, Brasil

Endereço para correspondência Gabriel Rigatti, Rua Domingos Rubbo 20, Cristo Redentor, 91040-000, Porto Alegre, RS, Brazil (e-mail: gabrielrigatti@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e607–e612.

Resumo

Objetivo Avaliar de forma radiográfica a qualidade da fixação das fraturas supracondilianas, identificando os fatores que contribuíram para uma redução inadequada e que aumentaram a chance de perda de redução no seguimento ambulatorial. As variáveis analisadas foram: traço de fratura, deslocamento inicial, período do dia em que a cirurgia foi realizada e técnica de fixação escolhida.

Métodos Revisão de prontuário eletrônico e avaliação radiográfica das fraturas supracondilianas operadas de janeiro de 2017 a dezembro de 2022. A avaliação das radiografias foi baseada no ângulo de Baumann e na linha umeral anterior. Já a qualidade de fixação foi mensurada pelo número de corticais, pelo local de cruzamento e pela divergência dos fios.

Resultados Foram avaliados 194 casos, sendo a redução pós-operatória considerada ruim em 17%. A perda de redução aconteceu em 39 casos (20,10%), sendo que 19 (48,7%) desses pacientes apresentaram fixação insuficiente ($p = 0{,}002$). Dos casos operados durante o dia, 12,5% perderam a redução, comparados a 32% dos realizados nos períodos noturno e da madrugada ($p = 0{,}001$).

Conclusão Dessa forma, a qualidade da redução e a perda da fixação pós-operatória mostraram-se intimamente relacionadas aos erros técnicos e ao período do dia em que a cirurgia foi realizada.

Palavras-chave
- cotovelo
- criança
- fixação interna de fraturas
- fraturas do úmero

Abstract

Objective To perform a radiographic assessment of the quality of supracondylar fracture fixation by identifying the factors that have contributed to inadequate

Trabalho desenvolvido no Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Hospital Cristo Redentor, Grupo Hospitalar Conceição, Porto Alegre, RS, Brasil.

recebido
07 de agosto de 2023
aceito
18 de março de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1787765.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

reduction and increased the chance of reduction loss during outpatient follow-up. The variables analyzed were as follows: fracture line, initial displacement, time of day the surgery was performed, and chosen fixation technique.

Methods Review of electronic medical records and radiographic evaluation of supracondylar fractures operated from January 2017 to December 2022. The radiograph assessment was based on the Baumann angle and the anterior humeral line. Determination of fixation quality was based on the number of cortices, crossing site, and wire divergence.

Results We evaluated 194 cases, and postoperative reduction was poor in 17% of the subjects. Reduction loss occurred in 39 cases (20.10%), and 19 (48.7%) of these patients presented insufficient fixation ($p = 0.002$). Among the cases operated during the day, 12.5% lost the reduction compared with 32% of the patients who underwent surgery at night and early in the morning ($p = 0.001$).

Conclusion Reduction quality and postoperative fixation loss were closely related to technical errors and the time of day the surgery was performed.

Keywords
- child
- elbow
- fracture fixation, internal
- humeral fractures

Introdução

As fraturas supracondilianas do úmero são responsáveis por até 15% de todas as fraturas na infância e por 60% de todas as fraturas do cotovelo em pacientes pediátricos.[1,2] A incidência máxima é na faixa etária de 5 a 7 anos, com pico aos 6 anos.[3,4] É a fratura na criança que mais frequentemente exige tratamento cirúrgico.[5]

O mecanismo de trauma mais frequente é a queda com a mão espalmada e hiperextensão do cotovelo, que resulta em uma fratura com extensão do fragmento distal. O tipo em flexão, mais raro, é causado por trauma direto na região posterior do cotovelo, e resulta no deslocamento anterior do fragmento distal.[6]

Há variáveis que podem influenciar na qualidade da redução cirúrgica e contribuir para a perda da fixação pós-operatória. O traço da fratura, o deslocamento inicial, o período do dia em que a cirurgia foi realizada e a técnica de fixação escolhida podem estar diretamente relacionados com o sucesso no tratamento. Entender o papel de cada variável e desenvolver métodos para conduzi-las melhor é papel do cirurgião. O objetivo deste estudo é mapear e avaliar os fatores que podem prejudicar a qualidade da redução cirúrgica e contribuir para a perda da fixação pós-operatória.

Materiais e Métodos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos de nossa instituição sob o número do Certificado de Liberação CAAE: 69485623.5.0000.5530.

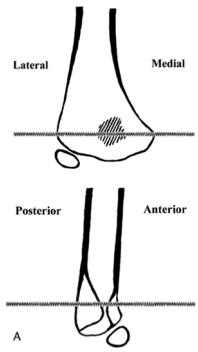
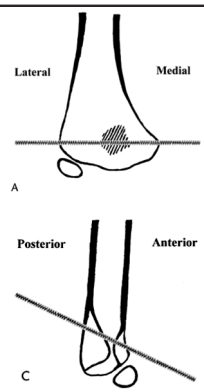
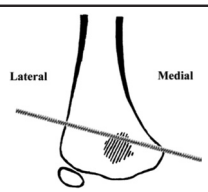
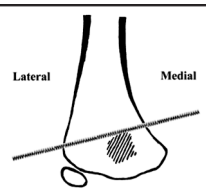
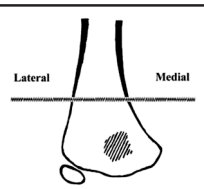
Avaliamos de maneira transversal e retrospectiva todos os pacientes pediátricos de 1 a 14 anos com fratura supracondiliana do úmero submetidos a tratamento cirúrgico 1° de janeiro de 2017 a 31 de dezembro de 2022. Os pacientes sem acompanhamento pós-operatório, sem registro adequado em prontuário, sem estudo radiográfico completo e com fraturas que apresentavam extensão intra-articular foram excluídos do estudo.

No total, foram analisados 210 casos operados por diferentes cirurgiões. Após a aplicação dos critérios de exclusão, 194 pacientes foram incluídos no estudo. Foram realizadas revisão de prontuário eletrônico e avaliação das radiografias. Dados relativos a idade, sexo, lateralidade, tipo de fratura (extensão ou flexão), morfologia do traço, turno de realização da cirurgia e presença de complicações neurovasculares foram analisados. Os padrões de fratura foram classificados por meio de imagens pré-operatórias e intraoperatórias de acordo com os critérios descritos por Bakh et al.[7] (►**Tabela 1**).

A qualidade de redução no pós-operatório foi avaliada no plano coronal pelo ângulo de Baumann (normalidade considerada de 9° a 26°[8]), e, no plano sagital, pela linha umeral anterior (normalidade quando há cruzamento com os terços central e anterior do capítulo). A redução foi considerada inadequada quando o ângulo de Baumann estava fora dos critérios de normalidade e/ou a linha umeral anterior não passava pelo capítulo (►**Fig. 1**). Os critérios de perda da redução durante o seguimento foram definidos a partir de uma alteração de 6° no ângulo de Baumann[9] ou uma alteração dos terços de intersecção do capítulo pela linha umeral anterior em radiografias de perfil.

Também foram avaliadas as variáveis de configuração da fixação: organização dos fios e estabilidade promovida (número de corticais, local de cruzamento, divergência dos fios). A técnica de fixação foi considerada inadequada quando existia: 1) falta de fixação cortical do fragmento distal ou proximal por um ou mais fios, num total de menos de quatro corticais fixadas; 2) convergência dos fios na cortical proximal; ou 3) pinos se cruzando no foco da fratura[10] (►**Fig. 2**). A fixação das quatro corticais, duas no fragmento proximal e duas no distal, com separação adequada para fixar duas colunas, foi considerada boa para o propósito deste estudo. Os períodos do dia em que a cirurgia foi realizada foram estratificados em diurno (7–19h), noturno (19–00h) ou madrugada (00–7h).

Tabela 1 Padrão de fratura, representação radiológica e estabilidade do traço

Tipo de fratura	Imagem	Número de casos de acordo com o padrão de fratura	Instabilidade	Definição
Transversa baixa + traço baixo no plano sagital		131	Estável	< 10° de obliquidade no plano coronal com fratura transversa próxima aos epicôndilos + inclinação < 20° no plano sagital
Transversa baixa + traço alto no plano sagital		42	Instável	< 10° de obliquidade no plano coronal com fratura transversa próxima aos epicôndilos + inclinação > 20° no plano sagital
Coronal oblíqua lateral		6	Instável	≥ 10° de obliquidade no plano coronal com traço de fratura mais alto lateralmente
Coronal oblíqua medial		7	Instável	≥ 10° de obliquidade no plano coronal com traço de fratura mais alto medialmente
Coronal alta		8	Instável	Fratura com traço acima da fossa do olécrano, mas dentro da metáfise distal do úmero

Nota: Tabela modificada com base em Bahk et al. (2008).[7]

Os dados foram coletados mediante revisão de prontuário e avaliados por testes estatísticos específicos (teste do Qui-quadrado) pelo aplicativo do programa IBM SPSS Statistics for Windows (IBM Corp., Armonk, NY, Estados Unidos), versão 25.0, com um nível de significância de 0,05. O projeto foi aprovado de acordo com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) e com as normativas éticas complementares vigentes.

Resultados

Ao todo, foram avaliados 194 casos de fraturas supracondilianas submetidas ao tratamento cirúrgico no período estimado. Desses pacientes, 133 eram do sexo masculino (68,6%) e 61, do sexo feminino (31,4%). O pico de incidência foi dos 4 aos 7 anos, com uma idade média de 6 anos. O lado mais acometido foi o esquerdo, em 57,8% dos casos. Em relação ao

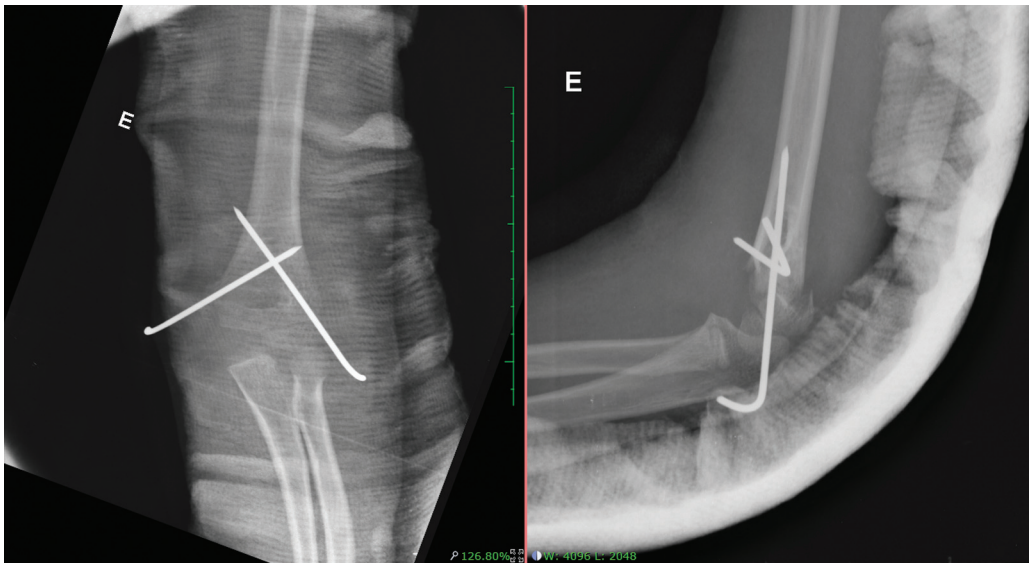


Fig. 1 Radiografias anteroposterior (AP) e de perfil (P) do úmero distal, realizadas imediatamente após a cirurgia, que demonstram redução insatisfatória, visto que a linha umeral anterior não toca o capítulo. Na incidência AP, o fio da coluna ulnar parece não estar fixando o fragmento distal.

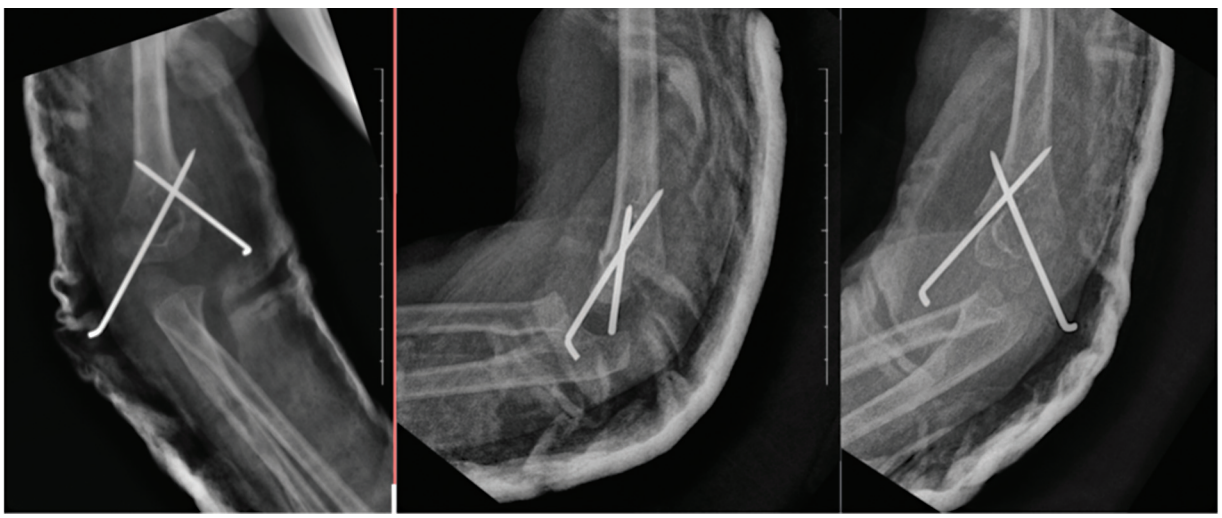


Fig. 2 Radiografias AP, P e oblíqua do úmero distal, realizadas imediatamente após a cirurgia, que demonstram uma redução aceitável mas uma fixação inadequada, visto que um dos fios não está fixando o fragmento distal.

desvio da fratura, 171 delas foram em extensão (87,6%), e 24, em flexão (12,4%).

Lesão neurológica foi documentada em 13 casos (6,7%), sendo que em 5 pacientes houve o acometimento do nervo ulnar, em 4, a lesão do mediano, em 3, a lesão do nervo radial e, em 1 paciente, lesão do nervo radial associada a comprometimento do nervo mediano. Todos os casos obtiveram recuperação completa da lesão neurológica em um período de 6 meses. A complicação mais grave foi a síndrome compartimental, que aconteceu em 1 caso, que necessitou de fasciotomia, mas evoluiu para contratura isquêmica de Volkmann. Em relação à abordagem, 4 casos (2,1%) foram reduzidos de forma aberta, sendo os demais realizados mediante redução indireta e fixação percutânea.

As fraturas foram adicionalmente classificadas pelo traço: 173 foram classificadas como transversa baixa, 7, como oblíqua medial, 6, como oblíqua lateral, e 8, como transversa alta. Das fraturas transversas baixas, 42 apresentaram traço alto no plano sagital, e foram consideradas instáveis. No total, 32,47% (63 casos) das fraturas foram consideradas instáveis por sua morfologia.

A fixação com fios cruzados foi usada em 125 casos (64,5%), com 2 fios laterais, em 35 casos (18%), com 2 fios laterais e 1 fio medial, em 27 casos (14%), com 3s fios laterais, em 6 casos (3%), e houve 1 caso com configuração atípica, com 1 fio lateral e 3 fios mediais (0,5%). Do total, 55 casos (28,35%) apresentaram fixação insuficiente.

A redução pós-operatória foi considerada aceitável em 161 pacientes (82,9%). Ao todo, 33 fraturas (17%) foram fixadas em parâmetros fora do ideal em termos do ângulo de Baumann e da linha umeral anterior, sendo 5 desses submetidos a reintervenção. O principal indicativo de má redução ocorreu no plano sagital, quando a linha umeral anterior não encontrou nem mesmo o terço anterior do

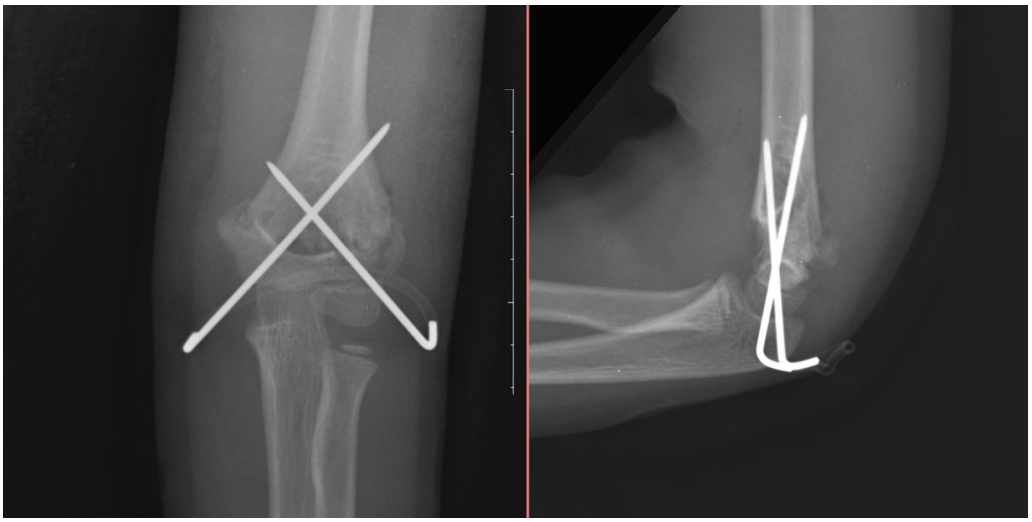


Fig. 3 Radiografias AP e P do úmero distal realizadas imediatamente após a cirurgia.

capítulo. Das fraturas mal reduzidas, apenas 1 foi do tipo II de Gartland, sendo as demais do tipo III ($p = 0,042$). Em relação à instabilidade do traço da fratura, das 33 fraturas instáveis, 15 (45,45%) obtiveram uma redução inadequada constatada no pós-operatório imediato ($p = 0,105$).

Em relação ao horário da cirurgia, 19 pacientes (25,7%) dos atendidos no turno noturno ou da madrugada tiveram redução insatisfatória, comparados a 14 (11,7%) dos operados no período diurno ($p = 0,020$).

A perda de redução aconteceu em 39 casos (20,10%), sendo 37 destes em fraturas do tipo III de Gartland ($p = 0,032$), e 16 (42%), em fraturas morfologicamente instáveis ($p = 0,174$). As perdas de redução ocorreram no plano coronal (ângulo de Baumann) em 24 pacientes, no plano sagital (linha umeral anterior) em 8, e em ambos os planos em 7 casos (►**Figs. 3** e **4**). De todos os pacientes que perderam redução, 19 (48,7%) apresentavam fixação insuficiente ($p = 0,002$). Por fim, a perda de redução totalizou 15 casos (12,5%) dos operados durante o dia, comparados a 24 (32%) dos operados no período noturno ou da madrugada ($p = 0,001$).

Discussão

A epidemiologia quanto à idade dos pacientes com fraturas supracondilianas do úmero é concordante na maioria das referências, sendo mais frequente na faixa etária entre 4 e 7 anos.[3,4] As fraturas em extensão prevaleceram na amostra deste estudo; contudo, houve alta incidência de desvios em flexão (12,4%) quando comparada à da literatura mundial (2%).[8]

A neuropraxia isolada do nervo interósseo anterior (NIA) é a lesão nervosa mais frequente nos desvios em extensão,[11] ao passo que o ulnar é acometido em 90% das fraturas em flexão.[12] Estima-se que a lesão iatrogênica do ulnar ocorra em 1 a cada 28 pacientes (4%) quando utilizada fixação cruzada.[13] Portanto, a incidência aumentada de 12,4% de acometimento ulnar na amostra deste estudo pode estar relacionada à maior incidência de fraturas em flexão, associada à ampla utilização de fixação cruzada. A complicação mais grave foi a síndrome compartimental, ocorrida somente em 1 caso (0,51%), semelhante aos dados de Omid et al.,[4] cuja incidência foi de 0,1 a 0,5%. A baixa incidência de complicações relacionadas ao

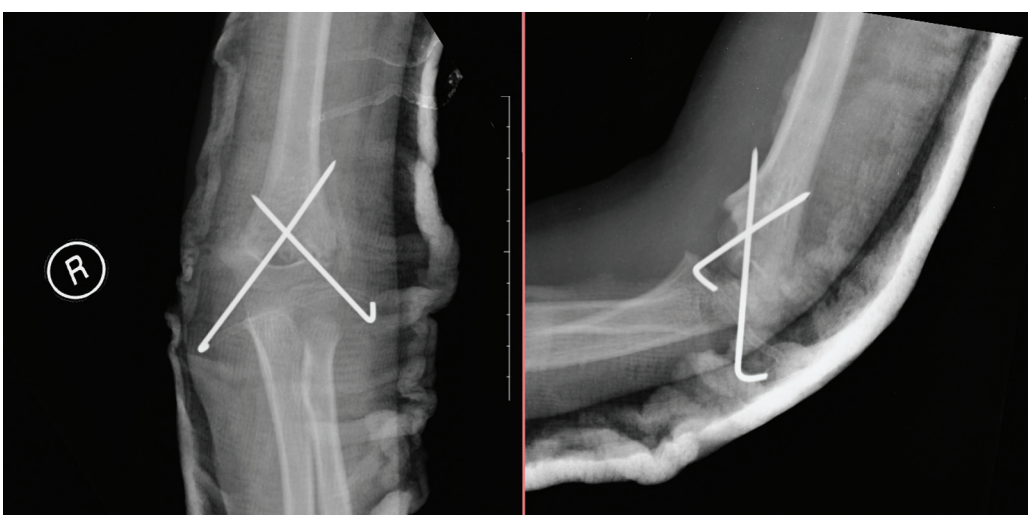


Fig. 4 Radiografias AP e P do mesmo paciente da **fig. 3** três semanas após a fixação, demonstrando a perda da redução.

tempo transcorrido entre a lesão e a fixação corrobora o manejo cirúrgico planejado e com segurança, sem necessidade de abordagem como urgência-emergência para a maior parte dos casos.

A maioria das fraturas foram resolvidas mediante redução indireta e fixação percutânea. A necessidade de redução aberta é rara, e gira em torno de 6% dos casos.[8] Neste estudo, a redução aberta foi utilizada 4 vezes (2,1%). As principais indicações são as fraturas irredutíveis, expostas, ou quando há diminuição da perfusão após a redução.[14]

A perda de redução após a fixação das fraturas supracondilianas varia de 1,6 a 33,3%.[15] Segundo Skaggs e Flynn,[14] a principal causa disso é a fixação inadequada, que é basicamente atribuída a erros técnicos. Os pinos de entrada lateral devem ser divergentes, buscando o espaçamento máximo no foco da fratura.[16] Não devem convergir e nem se cruzar no foco da fratura; a fixação bicortical é fundamental.[11] Neste estudo, a fixação insuficiente esteve presente em 48,7% das perdas de redução ($p = 0{,}002$), e foi fator causal importante de resultados insatisfatórios. A grande heterogeneidade de cirurgiões plantonistas e o fato de que se tratar de um serviço de formação de novos traumatologistas são fatores relevantes nesse contexto.

O horário da cirurgia se mostrou variável importante no desfecho radiológico: 32% dos casos operados à noite ou de madrugada tiveram radiografias insatisfatórias ao final do seguimento. A busca por uma justificativa causal para esse dado envolve o fato de o cirurgião estar fora de seu contexto de maior conforto, em terceiro turno de trabalho e com equipe assistente reduzida. A capacidade técnica ou o treinamento do cirurgião não devem ser fatores determinantes, uma vez que as cirurgias noturnas são realizadas pelo mesmo grupo de cirurgiões das diurnas. Isso não pode ser atribuído exclusivamente ao cirurgião ortopédico, visto que aproximadamente 30 plantonistas realizam plantão diurno e noturno, e fazem a mesma cirurgia em diferentes horários, independentemente da sua subespecialidade. O tratamento cirúrgico durante a noite está associado a uma maior taxa de fixação inadequada quando comparado aos procedimentos diurnos.[17] O retardo da cirurgia para o dia seguinte não aumenta o número de complicações, desde que respeitados os sinais de alarme, como exposição, lesão vascular e sinais de complexo secundário (edema volumoso, equimoses, pinçamentos de tecidos moles).[18]

Algumas limitações desta análise precisam ser consideradas: inicialmente, o caráter retrospectivo, com levantamento de dados conforme a disponibilidade em prontuário. Além disso, é fundamental o estudo adicional da correlação clínica dos achados radiológicos aqui descritos.

Conclusão

A qualidade da redução cirúrgica e sua manutenção no seguimento pós-operatório mostraram-se intimamente relacionadas a aspectos técnicos e ao período do dia em que a cirurgia foi realizada. Portanto, excetuando situações pontuais de maior risco, o retardo da cirurgia para o dia seguinte repercute em melhor desfecho radiológico, sem aumentar a incidência de complicações.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que não receberam suporte financeiro de agências dos setores público, privado, ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses
Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

1 Saeed W, Waseem M. Elbow Fractures Overview. In: StatPearls. Treasure Island (FL):: StatPearls Publishing;; 2022
2 Lins RE, Simovitch RW, Waters PM. Pediatric elbow trauma. Orthop Clin North Am 1999;30(01):119–132
3 Lee SH, Kim HW, Song KS, et al. Upper extremity fractures in children – prospective epidemiological study of tertiary medical institutes. J Korean Orthop Assoc 2007;42(02):270–275
4 Omid R, Choi PD, Skaggs DL. Supracondylar humeral fractures in children. J Bone Joint Surg Am 2008;90(05):1121–1132
5 Badkoobehi H, Choi PD, Bae DS, Skaggs DL. Management of the pulseless pediatric supracondylar humeral fracture. J Bone Joint Surg Am 2015;97(11):937–943
6 Barr LV. Paediatric supracondylar humeral fractures: epidemiology, mechanisms and incidence during school holidays. J Child Orthop 2014;8(02):167–170
7 Bahk MS, Srikumaran U, Ain MC, et al. Patterns of pediatric supracondylar humerus fractures. J Pediatr Orthop 2008;28 (05):493–499
8 Waters PM, Skaggs DL, Flynn JM. Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. 9th ed. Philadelphia, PA:: Wolters Kluwer;; 2019
9 Skaggs DL, Cluck MW, Mostofi A, Flynn JM, Kay RM. Lateral-entry pin fixation in the management of supracondylar fractures in children. J Bone Joint Surg Am 2004;86(04):702–707
10 Balakumar B, Madhuri V. A retrospective analysis of loss of reduction in operated supracondylar humerus fractures. Indian J Orthop 2012;46(06):690–697
11 Abzug JM, Herman MJ. Management of supracondylar humerus fractures in children: current concepts. J Am Acad Orthop Surg 2012;20(02):69–77
12 Babal JC, Mehlman CT, Klein G. Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. J Pediatr Orthop 2010;30(03):253–263
13 Mulpuri K, Wilkins K. The treatment of displaced supracondylar humerus fractures: evidence-based guideline. J Pediatr Orthop 2012;32(32, Suppl 2):S143–S152
14 Skaggs DL, Flynn JM. Supracondylar fractures of the distal humerus. In: Waters PM, Skaggs DL, Flynn JM, Court-Brown CM, eds. Rockwood & Wilkins' fractures in children. Philadelphia:: Wolters Kluwer;; 2010:754–844
15 Brauer CA, Lee BM, Bae DS, Waters PM, Kocher MS. A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. J Pediatr Orthop 2007;27(02):181–186
16 Pennock AT, Charles M, Moor M, Bastrom TP, Newton PO. Potential causes of loss of reduction in supracondylar humerus fractures. J Pediatr Orthop 2014;34(07):691–697
17 Moraleda L, Diez J, Valencia M. Is timing for paediatric supracondylar fractures related to pinning errors or complications? Podium presentation,. POSNA Annual Meeting 2015, Atlanta, US.
18 Terpstra SES, Burgers PTPW, van der Heide HJL, Witte PB. Pediatric Supracondylar Humerus Fractures: Should We Avoid Surgery during After-Hours? Children (Basel) 2022;9(02):189

Pé torto congênito: Dificuldades na manutenção do uso da órtese de Dennis-Brown pelos cuidadores

Congenital Clubfoot: Difficulties in Maintaining the Use of the Dennis-Brown Orthosis by Caregivers

Fernando Minari Sassi[1] Filipe Augusto Shimanoe Nazario[1] Gabriela Bardelli[2] Ana Carolina Pauleto[1]

[1] Faculdade Pequeno Príncipe, Curitiba, PR, Brasil
[2] FAE Centro Universitário, Curitiba, PR, Brasil

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e613–e616.

Endereço para correspondência Fernando Minari Sassi, Faculdades Pequeno Príncipe, Curitiba, Paraná, Brasil (e-mail: fernandosassi@pm.me).

Resumo

Objetivo Identificar as principais dificuldades apresentadas pela família durante o uso da órtese de Dennis-Brown.

Método Esse estudo foi realizado com os responsáveis por pacientes tratados no período de 2015–2018, os quais responderam a um formulário com perguntas sobre a criança por google forms quanto às dificuldades no uso da órtese.

Resultado Com as respostas obtidas, identificamos que as dificuldades com a órtese independem do sexo, idade ou lado afetado na criança. Foi possível identificar que 41,7% dos pacientes que fizeram o uso da órtese apresentaram algum tipo de dificuldade, sendo a principal dificuldade a irritação da criança (93,3%).

Conclusão Sabendo que o principal fator de recidivas do PTC é a má aderência ao uso das órteses, o estudo de fatores que causam ou aumentam a probabilidade da interrupção do seu uso se torna um importante aliado para a criação de estratégias para facilitar o uso da órtese, assim possivelmente diminuindo a recidiva da doença.

Palavras-chave
- aparelhos ortopédicos
- deformidades do pé
- órteses do pé
- pé torto equinovaro

Abstract

Objective This study aimed to identify the main difficulties faced by the family when a child with congenital clubfoot (CC) uses the Dennis-Brown orthosis.

Method This study interviewed via Google Forms caregivers of children treated from 2015 to 2018 regarding their difficulties in orthosis use.

Results The answers revealed that orthosis-related difficulties are independent of the child's gender, age, or affected side. We noted that 41.7% of the respondents reported some difficulty, especially the child's irritation when using the orthosis (93.3%).

Conclusion The main factor in CC relapses is poor adherence to orthosis use. As a result, studying factors causing or increasing the probability of interrupting orthosis use is significant in creating strategies to facilitate their use, potentially reducing CC recurrence.

Keywords
- clubfoot
- foot deformities
- foot orthoses
- orthopedic devices

Trabalho desenvolvido na Faculdade Pequeno Príncipe, Curitiba, Brasil.

recebido
10 de setembro de 2023
aceito
14 de novembro de 2023

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1788785.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Introdução

O pé torto congênito (PTC) é uma deformidade complexa tridimensional, como pé equino, varo, aduto e cavo,[1] associado a alterações ligamentares e miotendinosas, observada em 1/1000 nascidos vivos.[2]

O método de Ponseti é a principal forma de tratamento e consiste em manipulações articulares do tecido conectivo através da utilização de gessos seriados. Após correção, é indicado o uso de órtese Dennis-Brown (DB) por um período de 2 a 4 anos.[1]

Muitos pais de crianças com diagnóstico de PTC ficam receosos com a doença e com seu tratamento, podendo ser um fator de estresse, ansiedade e depressão para eles,[3] sendo assim, é de suma importância a elucidação de todas as dúvidas referentes ao processo terapêutico.[4] O tratamento pelo método de Ponseti exige muito comprometimento tanto da equipe médica quanto da família do paciente para se alcançar o sucesso.[5,6]

Tendo em vista a importância da adesão plena ao tratamento, o estudo visa identificar as principais dificuldades encontradas na utilização da órtese de DB pelos cuidadores de pacientes com PTC.

Método

Estudo exploratório descritivo com abordagem quantitativa relacionado às dificuldades na manutenção do uso da órtese de DB em crianças que realizaram o tratamento conservador de PTC pelo método de Ponseti em um hospital de referência na cidade de Curitiba durante o período de 2015 a 2018, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da nossa instituição sob o número CAAE: 56086821.0.0000.5580. As informações foram coletadas através do preenchimento de questionário composto por 16 perguntas, as quais abordaram dados sobre a criança, cuidadores e as dificuldades no uso da órtese. Os cuidadores (pai, mãe, avós ou outros) foram contatados inicialmente por celular para tomarem ciência de que receberiam um questionário pela plataforma em questão (*Google Forms*) e qual era a finalidade deste, podendo ser respondido por e-mail ou pelo celular. Foram incluídos os cuidadores de crianças maiores de 4 anos com diagnóstico de PTC ao nascimento tratadas ambulatorialmente no hospital de referência.

Análise Estatística

Uma planilha em Excel com todas as respostas obtidas no formulário foi criada e inserida dentro do software Sphinx IQ2. Dessa forma, foram criadas análises de variáveis de perfil e após isso análises bivariadas buscando relacionar os dados obtidos. Foram realizados 3 testes estatísticos (p-value, qui-quadrado e grau de liberdade) na relação das variáveis onde procurávamos alguma influência estatística sobre a dificuldade no uso da órtese.

Resultados

Dos 176 pacientes, foi possível o contato de 114 cuidadores, sendo que apenas 36 responderam ao formulário com porcentagem de adesão de 31,6%. Desses pacientes, 88,9% realizaram o tratamento pelo SUS, enquanto que 8,3% realizaram pelo convênio e 2,8% de forma particular. A distribuição por sexo foi de 63,9% masculino e 36,1% feminino. Em relação ao lado mais acometido, 55,6% eram bilaterais, 33,3% à direita e 11,1% à esquerda.

Ao correlacionar sexo e o lado mais acometido afetado pelo PTC (►**Fig. 1**), não houve nenhuma relação significativa, ou seja, não encontramos uma relação direta do sexo com a deformidade (avaliado pelos testes estatísticos relatados). A indicação da tenotomia do tendão de Aquiles foi necessária em 80,6% dos pacientes. O início do uso da órtese pós-tratamento conservador em 66,7% dos pacientes iniciou com menos de 12 meses de vida e a manutenção do uso foi até os 48 meses (38,9%). Relatos quanto à dificuldade ocorreram em 41,7% dos pacientes, enquanto 58,3% negaram e não foi observado dificuldade relacionada ao lado acometido pelo PTC, ao sexo e à idade, demonstrando que a dificuldade independe destes fatores.

Dos 41,7% dos pacientes que tiveram algum tipo de dificuldade no uso da órtese, a principal delas foi a irritação da criança no uso desta (93,3%). Outros problemas apontados com destaque foram o longo tempo de uso (33,3%), custo da

Tipos de dificuldade

Taxa de resposta: **41,7%**

	Qt.
Irritação da criança para usar o aparelho	14
Longo tempo de uso	5
Custo do aparelho	4
Dificuldade de colocação do aparelho	4
Pena da criança ao usar o aparelho	4
Dificuldades de troca do aparelho quando ficava pequeno	2
A criança não aceitava o uso e você deixou de colocar	1
Não conseguiu órtese pelo SUS no tempo adequado	1
Pressão dos familiares para parar de usar o aparelho	1
Total	**15**

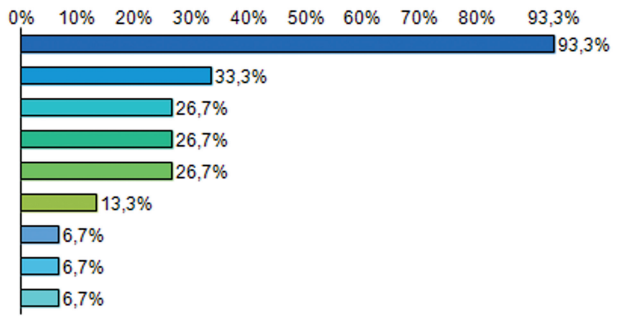


Fig. 1 Tipos de dificuldade apresentada pelo paciente. Fonte: Autores (2022).

órtese (26,7%), dificuldade na colocação do aparelho (26,7%) e sentimento de pena da criança (26,7%). Também foram citados: dificuldade de troca do aparelho quando este ficava pequeno (13,3%), criança não aceitava o uso (6,7%), não obtenção da órtese pelo SUS no tempo adequado (6,7%) e pressão de familiares para parar de usar o aparelho (6,7%). A interrupção no tratamento com uso da órtese ocorreu em 27,8% dos pacientes, dos quais nenhum relatou recidiva da deformidade, mas 30% relataram a necessidade de voltar a utilizar a órtese.

Discussão

A incidência do PTC possui um padrão similar ao longo dos anos: 64,5% em pacientes masculinos e 35,5% nos femininos no ano de 1951,[2] enquanto que em 2020, ainda se encontra uma predominância de 68% masculinos.[4] Nesta pesquisa, 63,9% dos pacientes também eram masculinos. Quanto ao lado acometido, em nossa amostra, encontrou-se uma maior incidência de deformidade no pé direito e houve diferença na frequência, sendo de 75% direito em relação a 25% esquerdo. Em 2011, identificou-se uma incidência de 56% para as deformidades do pé direito.[7] Ainda em 2020, o mesmo padrão se manteve, com uma incidência de 52,1% do pé direito.[4] Quando comparado a bilateral (55,6%) e unilateral (44,4%), nossos dados se assemelham a literatura: Stewart relatou uma distribuição igual entre a bilateralidade e unilateralidade.[2]

Em nosso estudo, 66,7% dos pacientes iniciaram o tratamento do PTC pelo método de Ponseti com menos de 12 meses de idade, enquanto que a maioria (38,9%) finalizou até os 48 meses de idade, o que indica que a maioria dos pacientes realizaram os 4 anos de tratamento concordando com o observado na literatura, uma média de 4,6 anos de seguimento.[6] Quanto à tenotomia percutânea do tendão de Aquiles, foi necessária em 80,6% dos pacientes participantes desse estudo conforme com o descrito na literatura por Ponseti[8]; e, mais recentemente, Bhaskar e Patni.[9]

Em 2004, foi identificada a falta de comprometimento no uso da órtese de abdução como o principal fator associado à recidivas, sendo estes pacientes 183 vezes mais suscetíveis a recidiva da deformidade.[10] Em 2011, pesquisadores afirmaram que o uso adequado da órtese possui relação direta com o sucesso do tratamento.[11] Em 2022, apontou-se que 46% dos pacientes que apresentaram recidivas faziam o uso incorreto da órtese de DB.[12] Dos 36 responsáveis que participaram da nossa pesquisa, 10 (27,8%) relataram ter interrompido o uso da órtese antes do período estipulado de tratamento. Destes 10, 3 (30%) tiveram que reiniciar o tratamento e retomada do uso da órtese.

Tendo em vista o parágrafo anterior, foi identificado que quase 30% dos pacientes de nossa pesquisa apresentaram riscos aumentados de recidiva da deformidade, assim como para uma possível intervenção cirúrgica. Em 2015, foi identificado que esse uso inadequado aumenta em 7,9 vezes a chance da necessidade de um procedimento cirúrgico.[13] Além disso, pesquisadores já em 2013 destacaram que o tratamento em pés recidivados não é simples e não possui o mesmo resultado na melhora da mobilidade e anatomia do pé que o tratamento conservador.[14]

Em 2013, foi descrito que pais dos pacientes que receberam maior enfoque na necessidade de adesão e esclarecimentos durante aulas sobre a doença tiveram menor recidiva e maior sucesso terapêutico, quando comparados ao grupo que não teve o mesmo.[5] Assim como no estudo comentado, em 2016, pesquisadores afirmaram a importância do compromisso tanto do médico quanto da família do paciente, desde o período de troca de gessos até o do uso da órtese.[6] Em 2011, foi identificado alguns fatores próprios dos pais que influenciam o uso da órtese, relatando que pais com níveis de educação de até o ensino médio ou menos tinham maiores chances de seus filhos desenvolverem a recidiva.[11]

Neste estudo, 41,7% da amostra apresentou algum tipo de dificuldade durante o uso da órtese de DB, assemelhando-se com um estudo de 2022, sobre a órtese de Mitchell-Ponseti, que identificaram que 46,7% das famílias de pacientes com PTC relataram dificuldades com a órtese.[15] Portanto, ao integrar os pais ao tratamento, ensinando-os e reforçando a necessidade da órtese, é possível que ocorra a diminuição da interrupção do uso do equipamento, ou seu uso irregular, já que é possível entender que eles possuem uma relação direta com o uso adequado.

Já em 2022, autores identificaram 2 fatores principais para a diminuição da conformidade do uso do aparelho: primeiro, após um ano e meio de idade, as crianças tornam a dormir menos, usando por menos tempo, já que não o toleram quando acordadas.[16] O segundo ponto que os autores relatam é que, diante dessa dificuldade, os pais não fazem o uso correto ou até abandonam completamente o seu uso.[16] Através da nossa pesquisa, identificamos que em nossa amostra, o fator mais importante para o uso irregular da órtese é a irritação da criança, visto em 93% dos participantes do estudo, assim assemelhando-se ao descrito pelos autores anteriores.

Diante do exposto, existe a necessidade de enfrentar os fatores relatados para assim diminuir as recidivas do PTC. No estudo de Sheta e El-Sayed, 2020, os autores não utilizaram órteses, ensinando aos pais exercícios de alongamento para serem realizados diariamente, além de 3 dias de aula por semana sobre a doença e tratamento.[4] Os autores relatam que os pacientes tiveram resultados acima da média em relação a funcionalidade, dor e outros fatores, porém tiveram 21% de recorrência das deformidades, dentro do que é encontrado na literatura.[4] Portanto, apesar de retirar a preocupação com o uso inadequado da órtese, o método encontrado não é mais eficiente que o tradicional a ponto de substituir o uso da órtese completamente.

Assim como descrito em um estudo de 2022, que as dificuldades encontradas pelos familiares no uso da órtese não influenciaram o sucesso terapêutico, em nosso estudo, apesar de 27,8% ter interrompido o uso da órtese, nenhum destes relatou retorno da deformidade.[15] Portanto, apesar da literatura afirmar que o uso inadequado da órtese é o principal fator de recidiva do PTC, em nosso estudo não foi possível afirmar que as dificuldades no uso dela são fatores diretos para o uso inadequado.

Conclusão

Existem poucos estudos que procuram entender especificamente o porquê das dificuldades no uso da órtese de DB, mesmo ela sendo a principal órtese utilizada no SUS. O resultado de 41,7% de dificuldade no uso da órtese de DB além de inédito, é um dado importante para ser utilizado como base para a criação de estratégias na redução do uso inadequado do aparelho. Além disso, os dados encontrados nessa pesquisa permitem o entendimento que apesar da presença das dificuldades com o uso da órtese, elas não foram fatores para recidiva da doença. Também, foi identificado que a dificuldade é um fator independente do sexo, idade e lado afetado do paciente, porém existe a sugestão da literatura de que ela seja afetada pela condição socioeconômica dos pais. Por fim, a limitação deste estudo foi a baixa adesão ao formulário de respostas.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que a presente pesquisa não recebeu nenhum financiamento específico de agências de financiamento dos setores público, comercial ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Ponseti IV. Congenital clubfoot. Fundamentals of treatment. New York: Oxford University Press; 1996
2 Stewart SF. Club-foot: its incidence, cause, and treatment; an anatomical-physiological study. J Bone Joint Surg Am 1951;33-A (03):577–590
3 Özdemir MA, Topak D, Turgut C, Telek M, Doğar F. Evaluation of depression, anxiety, and stress status in parents of patient with congenital clubfoot treated with Ponseti method: A prospective study. Medicine (Baltimore) 2022;101(44):e31654
4 Sheta RA, El-Sayed M. Is the Denis Browne Splint a Myth? A Long-Term Prospective Cohort Study in Clubfoot Management using Denis Browne Splint Versus Daily Exercise Protocol. J Foot Ankle Surg 2020;59(02):314–322
5 Lara LCR, Neto DJCM, Prado FR, Barreto AP. Treatment of idiopathic congenital clubfoot using the Ponseti method: ten years of experience. Rev Bras Ortop 2013;48(04):362–367
6 Chueire AJ, Carvalho Filho G, Kobayashi OY, Carrenho L. Treatment of congenital clubfoot using Ponseti method. Rev Bras Ortop 2016; 51(03):313–318
7 Cardy AH, Sharp L, Torrance N, Hennekam RC, Miedzybrodzka Z. Is there evidence for aetiologically distinct subgroups of idiopathic congenital talipes equinovarus? A case-only study and pedigree analysis. PLoS One 2011;6(04):e17895
8 Ponseti IV. Treatment of congenital club foot. J Bone Joint Surg Am 1992;74(03):448–454
9 Bhaskar A, Patni P. Classification of relapse pattern in clubfoot treated with Ponseti technique. Indian J Orthop 2013;47(04): 370–376
10 Dobbs MB, Rudzki JR, Purcell DB, Walton T, Porter KR, Gurnett CA. Factors predictive of outcome after use of the Ponseti method for the treatment of idiopathic clubfeet. J Bone Joint Surg Am 2004;86 (01):22–27
11 Jowett CR, Morcuende JA, Ramachandran M. Management of congenital talipes equinovarus using the Ponseti method: a systematic review. J Bone Joint Surg Br 2011;93(09):1160–1164
12 Akinyoola LA, Gunderson Z, Sun S, et al. Association of Socioeconomic Status With Relapse After Ponseti Method Treatment of Idiopathic Clubfeet. Foot Ankle Orthop 2022;7(03): 24730114221119180
13 Goldstein RY, Seehausen DA, Chu A, Sala DA, Lehman WB. Predicting the need for surgical intervention in patients with idiopathic clubfoot. J Pediatr Orthop 2015;35(04):395–402
14 Westhoff B, Weimann-Stahlschmidt K, Krauspe R. [Treatment of recurrent clubfoot and residual deformities after congenital clubfoot]. Orthopade 2013;42(06):418–426
15 Dibello D, Colin G, Galimberti AMC, Torelli L, Di Carlo V. How to Cope with the Ponseti Method for Clubfoot: The Families' Standpoint. Children (Basel) 2022;9(08):1134
16 Hu W, Ke B, Niansu X, et al. Factors associated with the relapse in Ponseti treated congenital clubfoot. BMC Musculoskelet Disord 2022;23(01):88

Avaliação de um protocolo para reserva de sangue para cirurgias de fratura do quadril em idosos

Evaluation of a Blood Reserve Protocol for Hip Fracture Surgery in the Elderly

Maurício Rodrigues Miyasaki[1] Lucas de Quadros Marques[1] Thiago dos Santos Miranda[1] André Ruan Ruiz[1] Karen Barros Parron Fernandez[2] Bruna Biglia[3]

[1] Irmandade da Santa Casa de Londrina, Londrina, PR, Brasil
[2] Instituto de Ensino, Pesquisa e Inovação (IEPI), Irmandade da Santa Casa de Londrina, Londrina, PR, Brasil
[3] Instituto de Hematologia de Londrina, Londrina, PR, Brasil,

Endereço para correspondência Maurício Rodrigues Miyasaki, Irmandade da Santa Casa de Londrina, Rua Espírito Santo 523, CEP: 86038-350, Londrina, Paraná, Brasil (e-mail: mrm5@hotmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e617–e621.

Resumo

Objetivo Identificar os fatores preditivos da necessidade de transfusão durante e após a cirurgia para o tratamento de fratura do quadril em idosos e avaliar um protocolo para orientar a solicitação de reserva de sangue para a cirurgia.

Métodos Foram levantados os prontuários de 172 pacientes idosos submetidos a tratamento cirúrgico de fratura proximal do fêmur. Os dados relativos a sexo, idade, nível pré-operatório de hemoglobina, diagnóstico e tipo de cirurgia foram testados para a verificar a existência de correlação com a transfusão sanguínea. Determinamos o número de unidades reservadas de concentrado de hemácias, o índice de transfusão e a razão prova cruzada:transfusão em nossa casuística, e fizemos os mesmos cálculos em uma situação hipotética em que a solicitação de reserva de sangue para a nossa amostra seguisse os critérios de um protocolo definido.

Resultados Encontramos correlação entre a classificação da American Society of Anesthesiologists (ASA) e a ocorrência de transfusão, e correlação inversa entre o nível de hemoglobina de entrada e o número de bolsas transfundidas. Foi solicitada reserva de 328 unidades de concentrado de hemácias para 167 cirurgias. Caso se tivesse aplicado o protocolo proposto, teriam sido solicitadas 72 unidades para 61 cirurgias.

Conclusão Encontramos correlação entre as variáveis classificação da ASA e nível pré-operatório de hemoglobina e a ocorrência de transfusão. A aplicação de um protocolo proposto para decidir entre a solicitação de reserva e apenas a tipagem para indivíduos idosos que serão submetidos a tratamento cirúrgico de fratura do quadril mostrou-se adequada para diminuir o número de reservas de concentrado de hemácias.

Palavras-chave
- fraturas do quadril
- tipagem sanguínea
- transfusão sanguínea

Trabalho desenvolvido na Irmandade da Santa Casa de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil.

recebido
15 de novembro de 2023
aceito
15 de janeiro de 2024

DOI https://doi.org/10.1055/s-0044-1785520.
ISSN 0102-3616.

© 2024. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

Objective To identify the predictive factors for the need for transfusion during and after surgery to treat hip fractures in the elderly and to evaluate a protocol to guide the request for blood reserves for surgery.

Methods The medical records of 172 elderly patients undergoing surgical treatment for proximal femoral fractures were collected. Data on sex, age, preoperative hemoglobin level, diagnosis, and type of surgery were tested for correlation with blood transfusion. In our sample, we determined the number of units of packed red blood cells reserved, the transfusion rate, and the cross-test:transfusion ratio. We made the same calculations in a hypothetical situation in which the request for blood reserves for our sample followed the criteria of a defined protocol.

Results We found a correlation between the American Society of Anesthesiologists (ASA) classification and the occurrence of transfusions, and an inverse correlation between the hemoglobin level on admission and the number of bags transfused. A reserve of 328 units of packed red blood cells was requested for 167 surgeries. Had the proposed protocol been applied, 72 units would have been requested for 61 surgeries.

Conclusion We found a correlation regarding the variables ASA classification and preoperative hemoglobin level and the occurrence of transfusion. Applying a proposed protocol to decide between requesting a reserve and only typing for elderly individuals undergoing surgical treatment for hip fracture proved suitable to reduce the number of packed red blood cell reserves.

Keywords

- blood transfusion
- blood typing
- hip fractures

Introdução

As fraturas do quadril no idoso são um problema de saúde pública em todo o mundo. Além de estarem associadas a altas taxas de morbimortalidade, geram impacto financeiro importante para os sistemas de saúde.[1]

Diversos fatores que influenciam na evolução desses pacientes são estudados, entre eles, a importância de um cuidado multidisciplinar,[2] o tempo transcorrido entre a internação e a cirurgia,[3] o problema do uso prévio de anticoagulantes,[4] os tipos de implantes utilizados[5] etc. Entre essas questões, o gerenciamento da utilização de hemoderivados para o tratamento da anemia pré e pós-operatória tem um peso relevante. A transfusão de sangue faz parte do arsenal terapêutico no cuidado clínico do idoso com fratura do quadril, mas é um procedimento associado a riscos, como aumento das taxas de infecção pós-operatória[6] e do custo do tratamento.

Os critérios para a indicação de transfusão de concentrado de hemácias em idosos submetidos a tratamento cirúrgico de fratura do quadril ainda não estão bem definidos. Existem protocolos liberais que indicam transfusão quando os níveis de hemoglobina caem abaixo de 10g/dL, e protocolos restritivos que não indicam transfusão a menos que o nível de hemoglobina caia abaixo de 8 g/dL, ou que o paciente tenha sintomas relacionados à anemia. Existem evidências de que os protocolos liberais não apresentam vantagens no que se refere à mortalidade, à recuperação funcional e às complicações quando comparados a protocolos restritivos, o que indica que o protocolo restritivo pode ser considerado como melhor opção.[7]

Outras questões importantes são em qual situação e qual a quantidade de concentrado de hemácias solicitar para pacientes que serão submetidos ao tratamento cirúrgico. A solicitação de reserva de concentrado de hemácias implica a realização de três procedimentos pelo banco de sangue: a tipagem ABO e Rh, a prova de antígeno inespecífico (PAI) e as provas cruzadas de compatibilidade entre amostras do doador e do receptor.[8,9] Portanto, cada reserva de bolsa de sangue solicitada representa um impacto financeiro e gera demanda de trabalho para o banco de sangue.

Nem todos os pacientes submetidos a tratamento cirúrgico de fratura do quadril necessitam receber transfusão de hemocomponentes; alguns estudos citam incidência em torno de 30% a 40%.[7,10–12] Portanto, conhecer os fatores preditivos da necessidade de transfusão de concentrado de hemácias pode orientar a solicitação de sangue antes da cirurgia. Para os pacientes identificados com baixo risco de transfusão durante e após a cirurgia, a solicitação apenas da tipagem sem a solicitação de reserva representaria um avanço importante na gestão de recursos escassos, como são os hemoderivados.

Este estudo tem como objetivo identificar fatores preditivos da necessidade de transfusão durante e após a cirurgia para tratamento de fratura do quadril em idosos e avaliar um protocolo para orientar a solicitação de reserva de sangue para a cirurgia.

Materiais e Métodos

Procedimentos Éticos

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa institucional sob o número CAAE: 70915423.1.0000.0099.

Tabela 1 Protocolo para solicitação de sangue para cirurgias de fratura do quadril proposto por Khan et al.[14]

Nível de hemoglobina (g/dL)	Solicitação de sangue
≥11	Tipagem
9,0–10,9	Reserva de 1 unidade
8,0–8,9	Reserva de 3 unidades
7,0–7,9	Reserva de 4 unidades
≤6,9	Avaliação clínica

Delineamento e População de Estudo

Esta coorte retrospectiva foi desenvolvida a partir de prontuários eletrônicos dos pacientes com mais de 60 anos submetidos a tratamento cirúrgico de fratura da região proximal do fêmur em nossa instituição, de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2021, para a coleta dos dados. As informações relativas à solicitação e à utilização foram fornecidas pelo Instituto de Hematologia da nossa instituição. Foram excluídos pacientes com fraturas por traumas de alta energia e aqueles submetidos à fixação percutânea com parafusos canulados.

Coleta de Dados

Os dados relativos a sexo, idade, nível pré-operatório de hemoglobina, diagnóstico e tipo de cirurgia foram testados para a verificar a existência de correlação com a transfusão sanguínea.

Foram calculados o índice de transfusão (IT) e a razão prova cruzada:transfusão (C:T).[13,14] O IT é a medida da média de unidades de sangue utilizada por procedimento, e valores menores do que 0,5 indicam que a solicitação rotineira de reserva de sangue não é necessária para o procedimento. A C:T é a razão entre o número de unidades de sangue solicitadas e o número de unidades transfundidas, e é uma medida da eficiência da solicitação de sangue. Valores acima de 2,5 indicam solicitação excessiva.[13]

Com base nesses critérios, Khan et al.[14] propuseram um protocolo para a solicitação de sangue para o tratamento cirúrgico das fraturas do quadril (►**Tabela 1**). Inserimos neste protocolo os dados obtidos em nossa amostra para verificar a sua aplicabilidade em nossa casuística por meio da avaliação dos resultados obtidos para a C:T, do número de transfusões realizadas sem que se houvesse pedido a reserva, e do IT para cada intervalo de nível de hemoglobina do protocolo.

Análise Estatística

Para análise estatística, utilizou-se o programa PASW Statistics for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, Estados Unidos), versão 18.0, com intervalo de confiança de 95% e nível de significância de 5% ($p < 0,05$) para os testes aplicados. O teste de Shapiro-Wilk foi usado para verificar a normalidade dos dados, e o teste *t* de Student pareado, para a comparação dos níveis pré e pós-operatórios de hemoglobina nos dois grupos de fraturas (pertrocantéricas e do colo do fêmur).

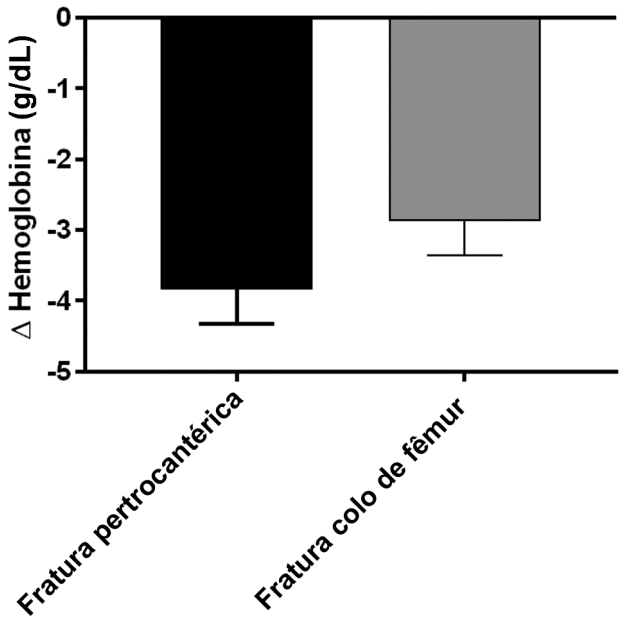


Fig. 1 Variação da hemoglobina (g/dL) nos diferentes grupos cirúrgicos.

Resultados

Foram coletadas informações de 172 prontuários de pacientes que se enquadravam nos requisitos do estudo (►**Tabela 1**). Nossa amostra foi composta por 118 pacientes do sexo feminino e 54 do sexo masculino, e a média de idade foi de 80,2 anos. O diagnóstico foi de fratura pertrocantérica em 100 casos, e de fratura do colo de fêmur em 72.

O nível médio de hemoglobina no pré-operatório foi de 11,44 g/dL, e no pós-operatório, de 9,9 g/dL. Os níveis pré-operatórios de hemoglobina foram de 11,0 g/dL e 11,7 g/dL para as fraturas pertrocantéricas e do colo do fêmur, respectivamente. Na classificação da American Society of Anesthesiologists (ASA), 3 pacientes foram classificados como ASA 1, 128, como ASA 2, 38, como ASA 3, e 3, como ASA 4. Após a cirurgia, a média foi de 8,9 para as pertrocantéricas e de 9,2 para as do colo do fêmur. Embora tenha sido observada uma redução na hemoglobina dos pacientes no pós-operatório (teste *t* pareado; $p = 0,0001$), não se verificaram diferenças estatísticas entre os grupos de fraturas (teste *t* não pareado; $p = 0,17$; ►**Fig. 1**).

Dos indivíduos com diagnóstico de fratura pertrocantérica, 35 (35%) receberam transfusão, e daqueles com diagnóstico de fratura do colo do fêmur, 29 (27,8%) receberam transfusão de 1 ou mais concentrado de hemácias. Essa diferença não foi estatisticamente significativa (Teste do qui-quadrado; $p = 0,32$; ►**Tabela 2**).

Foi solicitada a reserva de 328 unidades de concentrado de hemácias para 167 cirurgias, o que representa 97% dos casos, e foram transfundidas 112 unidades em 55 pacientes, ou 31,9% dos casos. O IT foi calculado em 0,65. A C:T foi de 2,9 (►**Tabela 3**).

Verificou-se uma correlação entre a classificação do risco anestésico (ASA) e o número de bolsas transfundidas, segundo a correlação de Pearson ($r = 0,23$; $p = 0,003$; ►**Fig. 2**). Além

Tabela 2 Comparação dos dados da necessidade de transfusão nos diferentes grupos cirúrgicos

Grupos cirúrgicos	Transfusão		
	Não	Sim	
Fratura pertrocantérica	65	35	100
	65.0%	35.0%	100.0%
Fratura do colo fêmur	52	20	72
	72.2%	27.8%	100.0%
Total	117	55	172
	68.0%	32.0%	100.0%

Nota: Teste do qui-quadrado = 1,00; $p = 0,32$.

Tabela 3 Comparação da quantidade de unidades de concentrado de hemácias efetivamente reservada e da quantidade que seria reservada na utilização do protocolo proposto

Nível de hemoglobina	n	Número de unidades transfundidas	Número de unidades reservadas	Número de unidades reservadas segundo o protocolo
≥11	111	34	219	0
9–10,9	49	55	88	49
8–8,9	7	12	12	14
7–7,9	3	7	5	9
≤6,9	2	4	4	0
Total	172	112	328	72

disso, verificou-se correlação inversa com o nível pré-operatório da hemoglobina e o número de bolsas transfundidas (correlação de Pearson: r = - 0,43; $p = 0,001$, ►**Fig. 3**).

Discussão

Em conformidade com outros estudos, a classificação da ASA e o nível pré-operatório de hemoglobina foram fatores preditivos de transfusão sanguínea, uma vez que os grupos são pareados em relação às características antropométricas.

O nível médio de hemoglobina na admissão foi de 11,44 g/dL, e 61 pacientes (32,4%) tinham menos do que 11 g/dL na internação, o que caracteriza uma grande proporção de pacientes que já foram internados com anemia; há que se considerar a possibilidade de haver relação com o fato de que a maioria dos pacientes são idosos que vivem em famílias de baixa renda, e que fatores relacionados à segurança alimentar destes pacientes possam estar presentes. A queda média da hemoglobina após a cirurgia foi 1,54 g/dL; não houve diferença nos resultados de hemoglobina entre os pacientes com fratura pertrocantérica e os com fratura do colo do fêmur.

O IT observado de 0,65 indica que o tratamento cirúrgico dessas fraturas requer a solicitação de reserva de concentrado de hemácias, mas a C:T de 2,9 indica que o costume de solicitar reserva de sangue rotineiramente para todos os

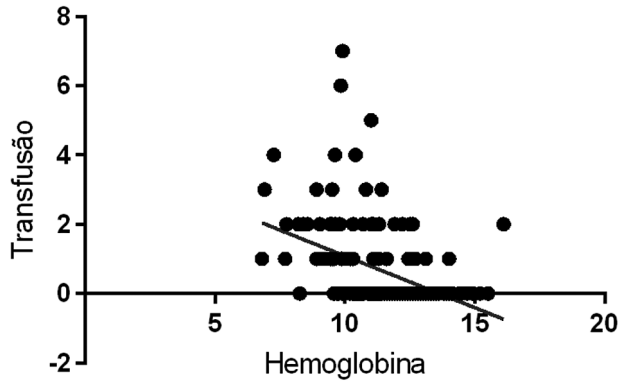


Fig. 2 Correlação entre os níveis pré-operatórios de hemoglobina (g/dL) e o número de bolsas transfundidas.

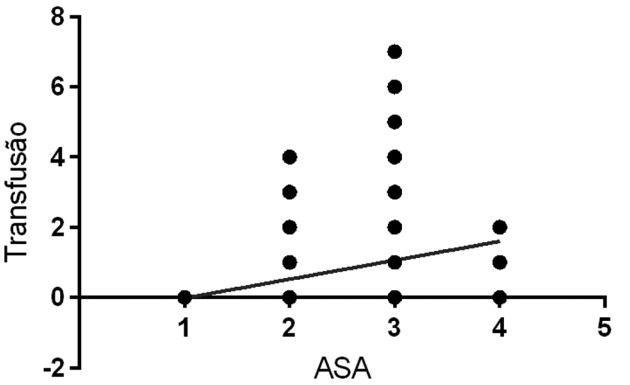


Fig. 3 Correlação entre a classificação do risco anestésico (ASA) e o número de bolsas transfundidas.

pacientes que serão submetidos a cirurgia por fratura do quadril mostrou-se ineficiente, e que é necessária a adoção de algum critério para a melhor utilização destes recursos.

Khan et al.[14] propuseram um protocolo para solicitação de sangue para o tratamento cirúrgico das fraturas do quadril (►**Tabela 1**). Em uma simulação em que utilizamos esses critérios para a nossa amostra (►**Tabela 2**), obtivemos uma C:T de 0,64, o que indicaria eficiência na solicitação de reserva. Observamos também que caso o referido protocolo tivesse sido empregado, analisando apenas os indivíduos com nível de hemoglobina maior ou igual a 11 g/dL, teríamos obtido um IT de 0,30. Segundo esses mesmos autores,[14] cirurgias com IT menor do que 0,5 não necessitam de solicitação de reserva de concentrado de hemácias, o que diminui, portanto, o receio de não solicitar reserva de sangue para esse grupo de pacientes.

Este estudo tem como limitação ser um estudo de coorte retrospectivo de um único hospital. Sua implicação clínica principal é demonstrar que a prática de solicitar reserva de concentrado de hemácias indiscriminadamente para todos os pacientes com fratura no quadril não se justifica, e que a adoção do protocolo proposto pode proporcionar economia de recursos com segurança.

Além do impacto financeiro, a solicitação sem critério de reserva de sangue gera uma sobrecarga operacional. A prova cruzada de compatibilidade e a PAI consomem cerca de 40 minutos de trabalho do banco de sangue.

Conclusão

Encontramos correlação entre a classificação da ASA e transfusão. A aplicação de um protocolo proposto para decidir entre a solicitação de reserva e apenas a tipagem para esses pacientes mostrou-se adequada para nossa casuística.

Suporte Financeiro

Os autores declaram que não receberam financiamento de agências dos setores público, privado ou sem fins lucrativos para a realização deste estudo.

Conflito de Interesses

Os autores não têm conflito de interesses a declarar.

Referências

1 Adeyemi A, Delhougne G. Incidence and Economic Burden of Intertrochanteric Fracture: A Medicare Claims Database Analysis. JBJS Open Access 2019;4(01):e0045
2 Van Heghe A, Mordant G, Dupont J, Dejaeger M, Laurent MR, Gielen E. Effects of Orthogeriatric Care Models on Outcomes of Hip Fracture Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. Calcif Tissue Int 2022;110(02):162–184
3 Arliani GG, Astur DC, Linhares GK, Balbachevsky D, Fernandes HJA, Reis FB. Correlação entre tempo para o tratamento cirúrgico e mortalidade em pacientes idosos com fratura da extremidade proximal do fêmur. Rev Bras Ortop 2011;46(02):189–194
4 Yassa R, Khalfaoui MY, Hujazi I, Sevenoaks H, Dunkow P. Management of anticoagulation in hip fractures: A pragmatic approach. EFORT Open Rev 2017;2(09):394–402
5 Selim A, Ponugoti N, Naqvi AZ, Magill H. Cephalo-medullary nailing versus dynamic hip screw with trochanteric stabilisation plate for the treatment of unstable per-trochanteric hip fractures: a meta-analysis. J Orthop Surg Res 2021;16(01):47
6 Carson JL, Altman DG, Duff A, et al. Risk of bacterial infection associated with allogeneic blood transfusion among patients undergoing hip fracture repair. Transfusion 1999;39(07):694–700
7 Brunskill SJ, Millette SL, Shokoohi A, et al. Red blood cell transfusion for people undergoing hip fracture surgery. Cochrane Database Syst Rev 2015;(04):CD009699
8 Garcia PBJ, Carvalho P. Manual de Transfusão Sanguínea para Médicos. 2017. Disponível em: http://www.hcfmb.unesp.br/wp-content/uploads/2018/01/MANUAL-DE-TRANSFUSÃO-SANGUÍNEA-PARA-MÉDICOS.pdf
9 Bastos F. Guia para uso de hemocomponentes [Internet]. Ministerio da saude; 2015. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_uso_hemocomponentes_2ed.pdf
10 Isidoro REC, Silva KFN, Oliveira JF, Barichello E, Pires PS, Barbosa MH. Blood orders and predictors for hemotransfusion in elective femur fracture repair surgery. Texto Contexto Enferm 2019;28:e20180129
11 Roth F, Birriel FC, Barreto DF, et al. Transfusão sanguínea em artroplastia de quadril: a curva laboratorial hemática deve ser o único preditor da necessidade de transfusão? Rev Bras Ortop 2014;49(01):44–50
12 Kadar A, Chechik O, Steinberg E, Reider E, Sternheim A. Predicting the need for blood transfusion in patients with hip fractures. Int Orthop 2013;37(04):693–700
13 Kurdy NM, Hokan R. A cross-matching policy for fractures of the proximal third of the femur. Injury 1993;24(08):521–524
14 Khan AM, Mushtaq N, Giannakas K, Sochart DH, Andrews JG. Cross-match protocols for femoral neck fractures–finding one that can work. Ann R Coll Surg Engl 2004;86(01):11–14

Enxerto osteoarticular livre de metatarso em reconstrução de tumor de células gigantes de metacarpo: Relato de dois casos e descrição de técnica

Free Osteoarticular Metatarsal Autograft in the Reconstruction of Giant Cell Tumor of Metacarpal: Report of Two Cases and Description of Technique

Luiz Fabiano Gomes Gularte[1]

[1] Programa de Pós-Graduação em Saúde e Comportamento, Universidade Católica de Pelotas Pelotas, Rio Grande do Sul, RS, Brasil

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e622–e625.

Endereço para correspondência Luiz Fabiano Gomes Gularte, MD, MSc, Rua Cidade de Viseu, 1.765, Laranjal, Pelotas, Rio Grande do Sul, RS, 96083-140, Brasil (e-mail: luizgularte@gmail.com).

Resumo

Os tumores de células gigantes são neoplasias ósseas benignas, mas localmente agressivas, que contêm muitas células gigantes multinucleadas semelhantes aos osteoclastos. O autor relata o caso de dois pacientes com tumor de células gigantes nos metacarpos, dos quais um era multicêntrico. O tumor de células gigantes na mão é uma condição rara e, nesta localização, comumente apresenta-se em um estágio avançado, com extensa destruição óssea.

Dessa maneira, sua ressecção de forma segura, associada a uma grande falha óssea resultante, representa um grande desafio ao ortopedista. As várias opções de tratamento descritas na literatura ocasionam severa perda estética e/ou funcional da mão. Pensando nisso, o autor descreve a técnica de tratamento por meio da transferência de enxerto osteoarticular livre de metatarso para o metacarpo, com bons resultados funcionais e estéticos.

Palavras-chave

- metacarpo
- ossos metacarpais
- transplante ósseo
- tumor de células gigantes do osso

Abstract

Giant cell tumors are benign but locally aggressive bone neoplasms containing many multinucleated giant cells similar to osteoclasts. The author reports the case of two patients with giant cell tumor in the metacarpals, one of whom was multicentric. Giant cell tumor in the hand is a rare condition, and, at this location, it commonly presents at an advanced stage, with extensive bone destruction.

Thus, its safe resection, associated with a large resulting bone failure, represents a great challenge to the orthopedist. The various treatment options described in the literature cause severe cosmetic and/or functional impairment to the hand. Thinking

Keywords

- bone transplantation
- giant cell tumor of bone
- metacarpal bones
- metacarpus

Trabalho desenvolvido na Universidade Católica de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

recebido
01 de agosto de 2020
aceito
01 de dezembro de 2020
artigo publicado on-line
13 de agosto de 2021

DOI https://doi.org/10.1055/s-0041-1729942.
ISSN 0102-3616.

© 2021. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

about it, the author describes the treatment technique through the transfer of metatarsus-free osteoarticular graft to the metacarpal with good functional and cosmetic results.

Introdução

Os tumores de células gigantes (TCGs) são neoplasias ósseas benignas, mas localmente agressivas, caracterizadas por um tecido ricamente vascularizado, que contém muitas células gigantes multinucleadas semelhantes aos osteoclastos, e dois tipos de células estromais mononucleares proliferativas, as redondas e as fusiformes.[1] As células mononucleares redondas, juntamente com as células gigantes semelhantes aos osteoclastos, são células benignas especializadas, reativas, derivadas dos monócitos, e são recrutadas para o tumor pelas células mononucleares fusiformes, as quais acredita-se que sejam as únicas células neoplásicas verdadeiras no TCG.[2,3] Esses tumores são relativamente incomuns, e representam cerca de 5% de todos os tumores ósseos primários,[3,4] e cerca de 22% dos tumores ósseos benignos.[5] Ocorrem predominantemente após a maturidade esquelética, exibem uma leve predominância no sexo feminino, e têm o seu pico de incidência entre 20 e 45 anos de idade.[4,6] Cerca de metade dos casos ocorre em volta do joelho,[7] sendo raros nos ossos da mão,[4] sobretudo em indivíduos esqueleticamente imaturos, com poucos casos descritos na literatura.[8] Somente 10,9% dos casos ocorrem em pacientes acima dos 50 anos de idade.[5] Tumores dos metacarpos (MCs), metatarsos e falanges geralmente são puramente líticos, estendem-se até a extremidade dos ossos,[9] e, ao atingirem os ossos das mãos, comumente apresentam-se em um estágio avançado, com extensa destruição óssea, o que, portanto, complica o seu tratamento.[10] Por esse motivo, a reconstrução de lesões volumosas na mão representa um grande desafio, com grande risco de sequelas, amputação de raios, ou deformidades.

O objetivo deste artigo é descrever a técnica de reconstrução de MCs após a ressecção de TCG utilizando enxerto livre de matatarso, por meio do relato de dois casos. O caso 1 é o de uma paciente do sexo feminino de 14 anos com TCG no segundo MC esquerdo, de crescimento rápido. O caso 2 é o de um paciente do sexo masculino de 62 anos com TCG multicêntrico de crescimento mais lento, com piora gradual da dor e função da mão direita ao longo dos últimos 5 anos, localizado no quinto MC e no quinto metatarso ipsilateral.

Técnica Cirúrgica

Para a descrição da técnica cirúrgica, utilizamos como exemplo a paciente do caso 1 (►**Fig. 1**).

Os critérios objetivos para a escolha do metatarso ideal são a forma e o diâmetro da epífise distal e a largura da diáfise mais semelhantes ao MC a ser ressecado. Inicialmente, foi realizada radiografia da mão contralateral para estabelecer as relações da anatomia normal dos MCs, verificando o comprimento do segundo MC e o tamanho relativo ao terceiro MC, além de radiografias do pé ipsilateral para determinar qual metatarso se assemelhava mais ao segundo MC (►**Fig. 2**). A seguir, após osteotomia da base do segundo MC, o tumor foi ressecado em bloco juntamente com a cicatriz da biópsia, tomando-se o cuidado de preservar ao máximo a cápsula articular metacarpo-falângica. Após a ressecção do tumor, foi realizada a coleta do terceiro metatarso ipsilateral com osteotomia na base, tomando-se o cuidado de retirar completamente as partes moles ao seu redor, mas mantendo o máximo dos ligamentos da cápsula articular metatarso-falângica. Foi realizada osteossíntese com placa de minifragmentos e sutura dos ligamentos remanescentes da cápsula articular do segndo MC e do terceiro metatarso (►**Fig. 3**). Após o procedimento, a paciente foi imobilizada com tala gessada antebraquio-digital com punho entre 20° e 30° de extensão, articulações metacarpo-falângicas entre 70° e 90° de flexão, e articulações interfalângicas em extensão total por 4 semanas. Depois, foi mantida com fisioterapia da mão, em média 3 vezes na semana, e órtese funcional confeccionada por terapeuta ocupacional imobilizando punho e a articulação metacarpo-falângica do segundo dedo nos 6 meses subsequentes, até que fossem observados sinais de consolidação, e que se percebessem sinais radiológicos de aumento da porosidade do enxerto, sugestivos da revascularização. A ►**Fig. 4** e a ►**Fig. 5** mostram, respectivamente, as imagens pré e pós-operatórias do paciente do caso 2, no qual foi realizada a ressecção do tumor e transferência do terceiro metatarso contralateral.



Fig. 1 Caso 1: radiografias frontal e oblíqua da mão esquerda dois meses após a realização de biópsia incisional por cirurgião oncológico. Perceba que a abertura exagerada da pseudocápsula permitiu a rápida expansão do tumor para as partes moles.



Fig. 2 Caso 1: radiografias da mão direita (normal) e do pé esquerdo (ipsilateral à lesão) para determinação do comprimento do segundo metacarpo (MC) e de sua relação com o terceiro MC, além de verificação de qual metatarso apresentava maior semelhança anatômi ca com o segundo MC.

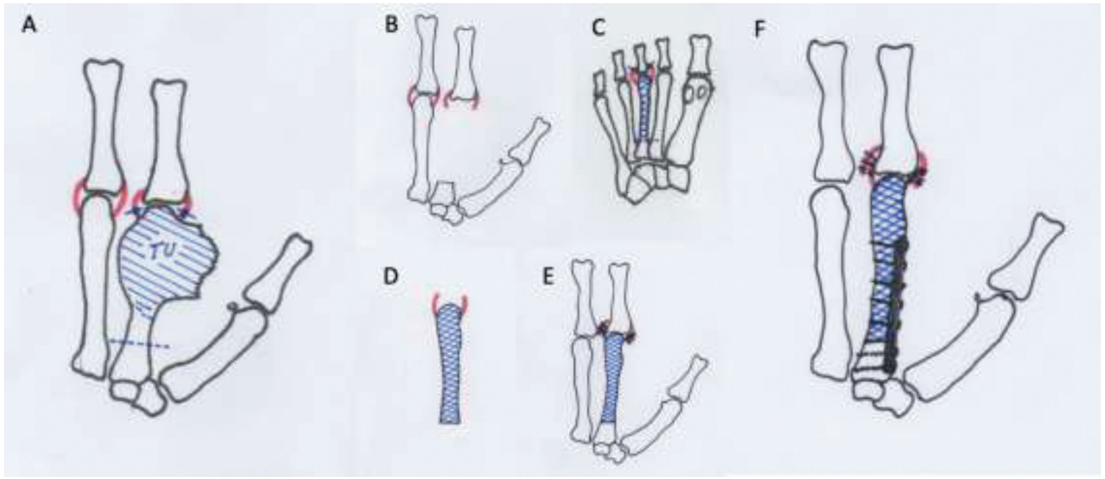


Fig. 3 Esquema da técnica de ressecção do tumor e reconstrução com enxerto osteoarticular livre de metatarso. (**A**) A linha tracejada demarca o local da osteotomia, e as linhas contínuas demarcam local da secção da cápsula articular (TU = massa tumoral). (**B**) Mão após a ressecção tumoral, na qual se vê a base do MC e os ligamentos capsulares remanescentes. (**C**) Escolha do metatarso anatomicamente mais semelhante ao MC; a linha tracejada demarca o local da osteotomia proximal, e as linhas contínuas, o local da ressecção dos ligamentos capsulares. (**D**) Metatarso livre com suas inserções capsulares. (**E**) Sutura dos ligamentos capsulares. (**F**) Osteossíntese com placa de minifragmentos.

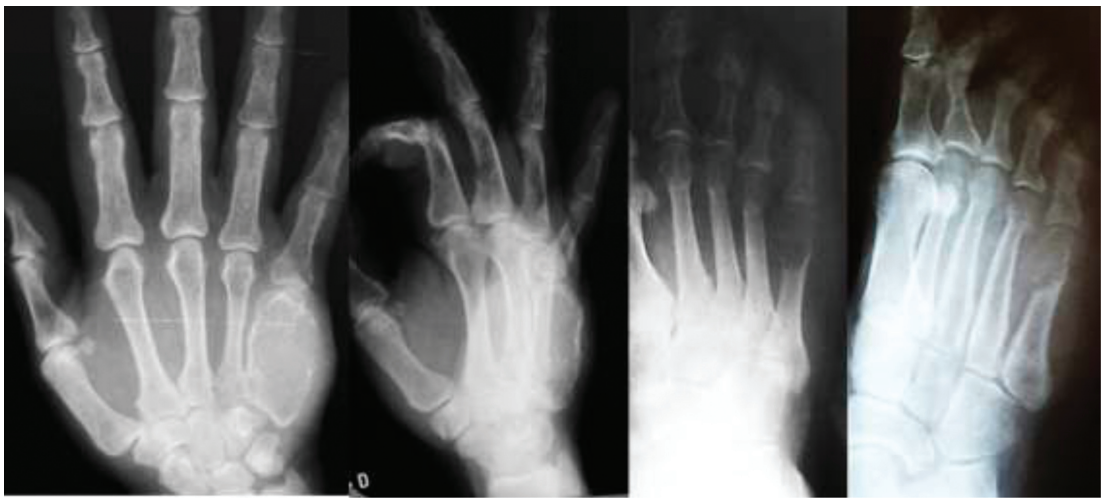


Fig. 4 Caso 2: radiografia frontal e oblíqua de mão e pé direitos evidenciando lesão osteolítica expansiva comprometendo todo o quinto MC direito e a região metaepifisária distal do quinto metatarso direito.

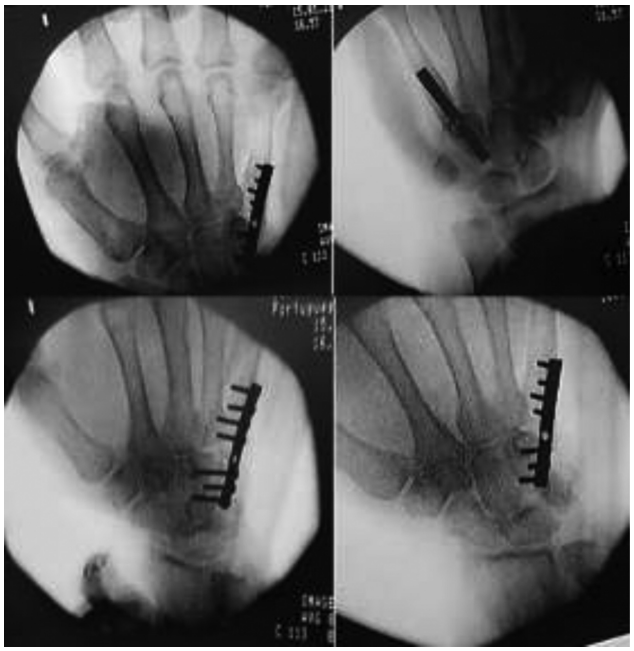


Fig. 5 Caso 2: radiografias anteroposteriores, posteroanteriores e oblíquas no pós-operatório imediato de ressecção do tumor e reconstrução com enxerto osteoarticular livre de metatarso.

Comentários finais

Após seis meses de evolução, a linha de osteotomia não mostrava sinais de consolidação entre o enxerto e o MC hospedeiro, razão pela qual foi realizada enxertia autóloga de ilíaco, que evoluiu com completa consolidação óssea no oitavo mês (►**Fig. 6**). Atualmente, 5,5 anos após a ressecção, ela se encontra sem sinais de recidiva local, com função considerada excelente de acordo com o MSTS (Musculoskeletal Tumor Society). O paciente masculino apresentou excelente evolução do pós-operatório imediato até a última revisão com dois meses de pós-operatório, quando retornou à sua cidade natal e perdemos seu seguimento.

Nenhum dos pacientes apresentou qualquer queixa de dor nos pés ou alteração da marcha após a retirada dos metatarsos. Dessa maneira, concluímos que a transferência do complexo ligamentar osteoarticular metatarsal, para a reconstrução de defeitos metacarpais após ressecção de tumores de células gigantes, é um procedimento seguro e eficiente, com bons resultados funcionais e estéticos num seguimento de médio prazo.

Nota

Este estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinki da Associação Médica Mundial sobre princípios éticos para Pesquisa Médica envolvendo seres humanos, e foi revisado pelo Comitê de Revisão Institucional da Universidade Católica de Pelotas.



Fig. 6 Paciente do Caso 1 8,5 meses após a ressecção do tumor e a reconstrução com enxerto osteoarticular livre de metatarso. Radiografia com 75 dias de pós-operatório do enxerto de ilíaco, mostrando completa consolidação e integração.

Suporte Financeiro

O autor declara que este trabalho teve suporte do Instituto de Pesquisa e Ensino Home, Brasília, DF, Brasil.

Conflito de Interesses

O autor declara não haver conflito de interesses.

Referências

1 Greenspan A, Jundt G, Remagen W. Differential Diagnosis in Orthopaedic Oncology. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007
2 Naam NH, Jones SL, Floyd J, Memisoglu EI. Multicentric giant cell tumor of the fourth and fifth metacarpals with lung metastases. Hand (N Y) 2014;9(03):389–392
3 Wülling M, Engels C, Jesse N, Werner M, Delling G, Kaiser E. The nature of giant cell tumor of bone. J Cancer Res Clin Oncol 2001; 127(08):467–474
4 Campanacci MBone and Soft Tissue Tumors. Clinical Features, Imaging, Pathology and Treatment. 2nd ed. New York: Springer-Verlag Wien; 1999
5 Unni KK, Inwards CY. Dahlin's Bone Tumors- General Aspects and Data on 10,165 Cases. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2010
6 Kalil RK. Giant Cell Tumor of Bone. In: Santini-Araujo E, Kalil RK, Bertoni F, Park YK, editors. Tumors and Tumor-Like Lesions of Bone: For Surgical Pathologists, Orthopedic Surgeons and Radiologists. London: Springer-Verlag; 2015:351–366
7 Baptista PPR, Próspero JD, Yonamine ES. Tumor de células gigantes. Rev Bras Ortop 2001;36(07):239–244
8 Baki ME, Güvercin Y, Yildiz M, Aynaci O, Yildiz K. Giant cell tumor of the metacarpal bone in children: free osteoarticular metatarsal transfer: case report. J Pediatr Orthop B 2015;24(01):79–81
9 Hoch B, Inwards C, Sundaram M, Rosenberg AE. Multicentric giant cell tumor of bone. Clinicopathologic analysis of thirty cases. J Bone Joint Surg Am 2006;88(09):1998–2008
10 Maini L, Cheema GS, Yuvarajan P, Gautam VK. Free Osteoarticular Metatarsal Transfer for Giant Cell Tumor of Metacarpal-a Surgical Technique. J Hand Microsurg 2011;3(02):89–92

Sistematização das etapas para impressão de modelos 3D de deformidades ortopédicas

Systematization of Steps for Printing 3D Models of Orthopedic Deformities

Mariana Demétrio de Sousa Pontes[1] Carlos Henrique Ramos[2] Luiz Antonio Munhoz da Cunha[1]

[1] Departamento de Ortopedia Pediátrica, Hospital Pequeno Príncipe, Curitiba, PR, Brasil
[2] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

Endereço para correspondência Mariana Demétrio de Sousa Pontes, MD, MSc, Rua Desembargador Motta, 1070 - Água Verde - 80250-060, Curitiba, PR, Brasil (e-mail: marianadpontes@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e626–e631.

Resumo

Assim como em diversas áreas do conhecimento, a tecnologia de prototipagem rápida ou manufatura aditiva, conhecida popularmente como impressão tridimensional (3D), vem ganhando espaço na medicina nos últimos anos, com diferentes aplicações. Inúmeros são os benefícios desta ciência na cirurgia ortopédica, ao permitir a conversão de exames de imagem em modelos tridimensionais. Diante disso, o objetivo do presente estudo é descrever um passo-a-passo prático para a impressão de peças a partir de exames de imagem de pacientes. Trata-se de um estudo metodológico, considerando exames de tomografia computadorizada (TC) pré-operatórios de pacientes portadores de deformidades ortopédicas. Inicialmente, o exame em formato digital imaging and communications in medicine (DICOM, na sigla em inglês) deve ser importado para o software de reconstrução tridimensional de estruturas anatômicas para o processo de segmentação e de conversão para o formato stereolithography (STL, na sigla em inglês). A próxima etapa é a importação do arquivo STL para o software de modelagem 3D, o qual permite trabalhar de forma livre manipulando a malha 3D. Finalizado o processo de edição, deve-se transferir o arquivo para o software fatiador para realizar as configurações de impressão e para salvar o arquivo em formato G-code para a materialização do objeto na impressora. Os modelos 3D foram impressos de forma aditiva, na impressora de tecnologia fused deposition modeling (FDM, na sigla em inglês) GTMax3D Core A3v2.

Palavras-chave
- cuidados pré-operatórios
- impressão tridimensional
- ortopedia

Trabalho desenvolvido no Hospital Pequeno Príncipe, Curitiba, PR, Brasil.

recebido
21 de janeiro de 2022
aceito
28 de março de 2022
artigo publicado on-line
6 de junho de 2022

DOI https://doi.org/10.1055/s-0042-1748816.
ISSN 0102-3616.

© 2022. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Abstract

As in many areas of knowledge, rapid prototyping technology or additive manufacturing, popularly known as three-dimensional (3D) printing, has been gaining ground in medicine in recent years, with different applications. Numerous are the benefits of this science in orthopedic surgery, by allowing the conversion of imaging tests into 3D models. Therefore, the aim of the present study is to describe a practical step-by-step for the printing of parts from patient imaging. This is a methodological study, considering preoperative computed tomography (CT) scans of patients with orthopedic deformities. Initially, the digital imaging and communications in medicine (DICOM) examination should be imported into the 3D reconstruction software of anatomical structures for the segmentation and conversion process to the stereolithography (STL) format. The next step is to import the STL file into the 3D modeling software, which allows you to work freely by manipulating the 3D mesh. The 3D models were printed additively on the GTMax3D Core A3v2 fused deposition modeling (FDM) technology printer.

Keywords

- orthopedics
- preoperative care
- three-dimensional printing

Introdução

Assim como em diversas áreas do conhecimento, a tecnologia de prototipagem rápida ou manufatura aditiva, conhecida popularmente como impressão tridimensional (3D), vem ganhando espaço na medicina nos últimos anos, com diferentes aplicações.[1] Inúmeros são os benefícios desta ciência na cirurgia ortopédica, ao permitir a conversão de exames de imagem em modelos tridimensionais (►**Tabela 1**).[1–4] Dentre eles, cita-se a impressão de modelos anatômicos para a melhor compreensão de deformidades e de fraturas complexas, a realização de planejamentos pré-operatórios mais seguros e de forma individualizada, a educação de pacientes e o treinamento de profissionais.[3,4] Mais recentemente, muito tem se estudado a respeito de impressão de implantes personalizados, substitutos ósseos e materiais biológicos.[5] Acredita-se que a prototipagem rápida pode revolucionar o tratamento de diversas afecções ortopédicas.[6]

Os estudos sobre manufatura aditiva na ortopedia, apesar de exporem resultados que favoreçam o tratamento dos pacientes de diversas formas, não detalham, de maneira pormenorizada, como realizar a impressão dos modelos a partir dos exames de imagem. Diante disso, considerando as múltiplas possibilidades de se realizar protocolos para impressão 3D de modelos anatômicos, o objetivo do presente estudo é descrever um passo-a-passo prático para a impressão de peças a partir de exames de imagem de pacientes.

Tabela 1 Aplicabilidade da tecnologia de prototipagem rápida na ortopedia

Impressão de modelos anatômicos
Melhor compreensão das doenças
Planejamentos pré-operatórios individualizados
Implantes personalizados sob medida
Substitutos ósseos
Educação
Guias específicos do paciente
Órteses sob medida

Fontes: Wong[3]; Ejnisman et al.[4]; Larsen et al.[5]

Descrição dos materiais e técnica

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição, assim como a dispensa do termo de consentimento livre e esclarecido (CAAE: 48296321.8.0000.0097).

Trata-se de um estudo metodológico, considerando exames de tomografia computadorizada (TC)pré-operatórios de pacientes portadores de deformidades ósseas nos membros superiores ou inferiores, realizados no aparelho de tomografia computadorizada multislice do hospital, GE Healthcare Revolution, 64 canais (GE Healthcare, Chicago, IL, Estados Unidos).

Download do exame e segmentação

Inicialmente, é feito o download do exame de TC no formato digital imaging and communications in medicine (DICOM, na sigla em inglês) diretamente do sistema de visualização de imagens. Em seguida, os arquivos DICOM são importados para o software InVesalius (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Brasil) versão 3.1.1, programa livre para reconstrução de imagens provenientes de equipamentos de TC ou ressonância magnética (RM), para que seja realizado o processo de segmentação, ou seja, a seleção da área de interesse para impressão.

Para realizar a segmentação, é necessário seguir as seguintes etapas: (1) carregar os dados; (2) selecionar a região de interesse; (3) configurar a superfície 3D; e (4) exportar os dados.

Para importar o exame, deve-se clicar em "importar imagens médicas" e selecionar as imagens DICOM do exame. Dentre todas as sequências importadas para o software, escolher, preferencialmente, a com a maior quantidade de cortes disponíveis para que a reconstrução tenha a melhor

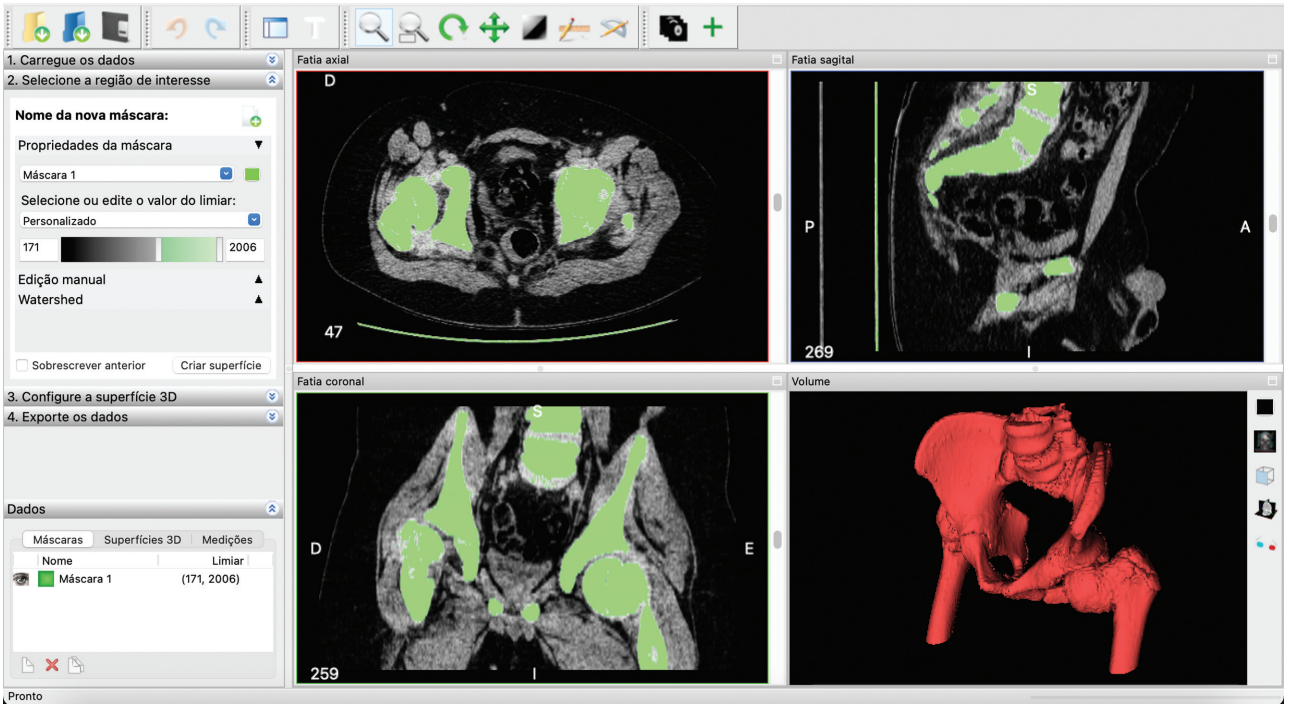


Fig. 1 Segmentação ou seleção da área de interesse nas imagens multiplanares. A parte óssea da pelve e dos quadris foi selecionada e ajustada de maneira personalizada variando o limiar de seleção (em verde). Depois, foi criada a superfície 3D (em vermelho). Imagem obtida pelos autores no *software* InVesalius (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Brasil).

resolução possível. Quanto menor for a espessura dos cortes tomográficos e a distância entre eles, melhor será a qualidade da reconstrução. Uma vez selecionadas as imagens, deve-se clicar em "importar" no canto inferior esquerdo da tela.

O segundo passo da segmentação é a seleção da região de interesse. O programa seleciona automaticamente uma área do exame na visualização multiplanar. Esta seleção pode ser customizada com a ferramenta de pincel ou com o ajuste personalizado do limiar de seleção. Feito isso, clique em "criar superfície". A superfície 3D aparecerá no quadrado inferior direito da tela (►**Fig. 1**).

Em seguida, a superfície 3D criada poderá ser configurada, se necessário, em "opções avançadas". O quarto e último passo da segmentação é a exportação dos dados. Deve-se clicar em "exportar superfície 3D" e salvar o arquivo em formato stereolithography (STL, na sigla em inglês).

Edição da malha 3D

Uma vez finalizada a segmentação, a etapa seguinte é a importação do arquivo STL para o software Meshmixer (Autodesk Inc., San Rafael, CA, Estados Unidos) versão 3.5.474, que permite trabalhar de forma livre manipulando

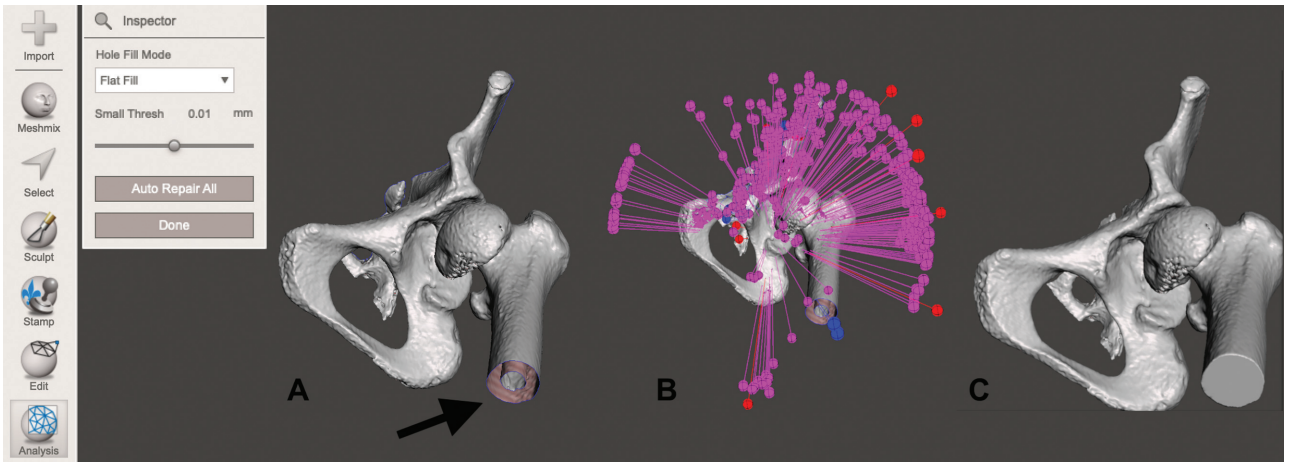


Fig. 2 Análise da superfície da malha 3D à procura de zonas que não podem ser impressas por motivo de superfície insuficiente. Em A, observa-se o corte transversal da diáfise do fêmur com superfície insuficiente (seta). Em (B), a análise foi feita automaticamente pela ferramenta *inspector* e, em (C), a superfície previamente insuficiente já está preenchida. Imagem obtida pelos autores no *software* Meshmixer (Autodesk Inc., San Rafael, CA, Estados Unidos).

a malha 3D para, posteriormente, materializar o projeto na impressora.

Este programa possui uma infinidade de funções para modelagem 3D. Dentre as funções principais, cita-se a de selecionar, a de esculpir, a de análise da superfície da malha (►**Fig. 2**) e a de transformar o objeto em um sólido (►**Fig. 3**).

Fatiador e impressão

Finalizado o processo de edição da malha 3D, deve-se salvar o arquivo em formato STL e transferi-lo para o software fatiador Cura (Ultimaker, Utrecht, Holanda), versão 4.3, para realizar as configurações de impressão do modelo. Os modelos 3D foram impressos de forma aditiva, na impressora de tecnologia fused deposition modeling (FDM, na sigla em inglês) GTMax3D Core A3v2. O material utilizado para impressão foi o acrilonitrila butadieno estireno (ABS), disponibilizado em forma de filamento com diâmetro de 1,75mm.

O primeiro passo é adicionar uma impressora no software. Feito isso, o programa disponibiliza a mesa de impressão já com as dimensões da impressora selecionada. Clique em "Arquivo" > "Abrir arquivo" e selecione o arquivo STL editado.

Neste programa, é necessário configurar os parâmetros de impressão. As configurações dependem do modelo da impressora e do material utilizado. No caso da impressora e do material disponível no laboratório da nossa instituição, utilizam-se as seguintes configurações gerais: velocidade de impressão de 100 mm/s; espessura da camada de 0,15 mm; temperatura de impressão de 250°C; densidade de preenchimento de 10%.

É importante também que se tenha conhecimento de algumas funções principais do software Cura, como a função de escala (►**Fig. 4**), para definir as dimensões da peça, e a função de suportes, para que o filamento tenha apoio para impressão de estruturas maiores que não possuem apoio nas camadas inferiores.

Após realizar todas as configurações descritas, clique em "fatiar" na parte inferior direita da tela. O programa realiza o fatiamento do objeto, de modo que este pode, então, ser revisado camada a camada. Também é informado o tempo previsto para a conclusão da impressão de acordo com as características da peça e com as configurações definidas. Para a materialização do objeto, salva-se o arquivo no formato G-code em um cartão de memória para transferi-lo diretamente para a impressora 3D (►**Fig. 5**).

Comentários finais

O uso de modelos em tamanho real e hápticos é particularmente interessante não somente para a educação, mas também para o melhor entendimento da doença.[7] No estudo de Weidert et al., mesmo cirurgiões experientes mostram classificação e planejamento de tratamento aprimorados

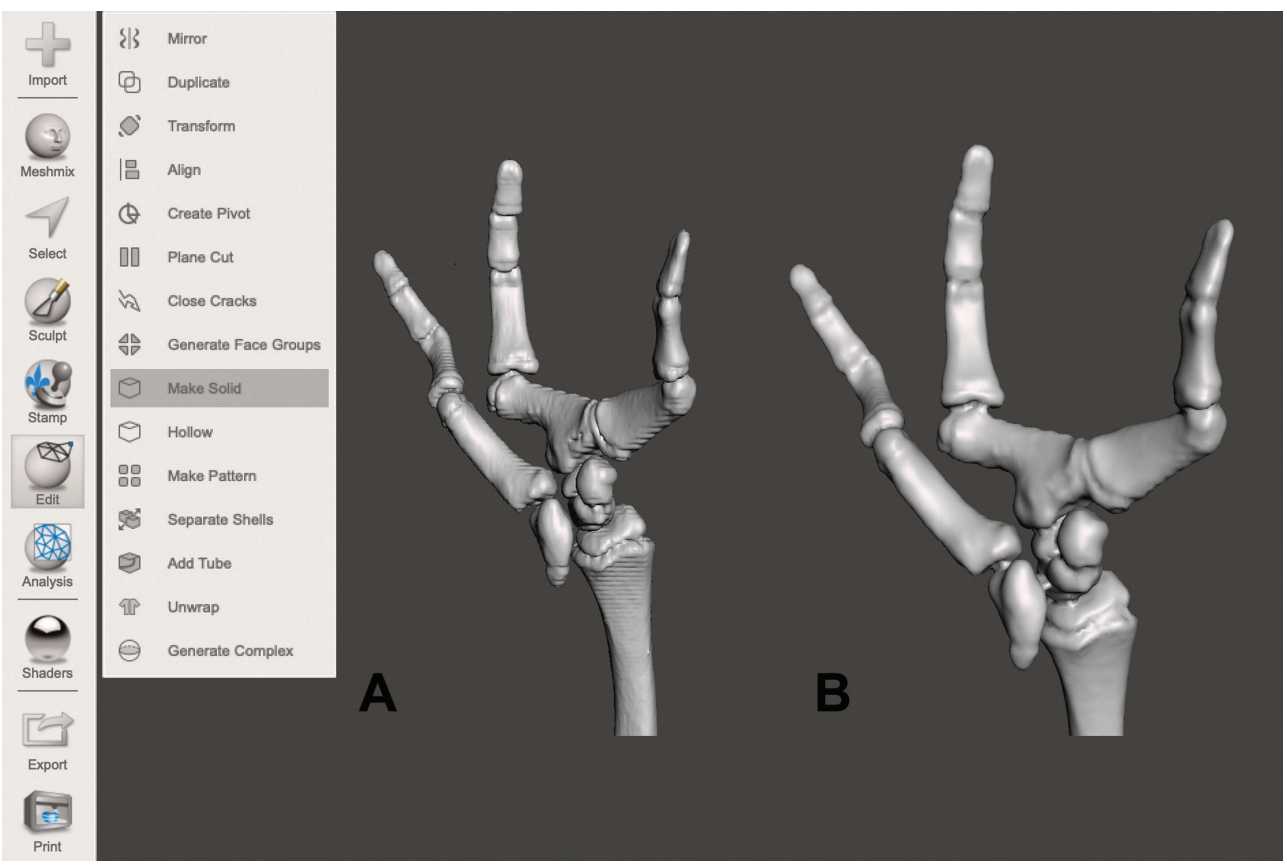


Fig. 3 Transformar o objeto em um sólido. Em (**A**), observa-se a área selecionada na etapa de segmentação. Observar o aparecimento dos conectores unindo os ossos do carpo em (**B**), importante para a impressão de um único objeto. Imagem obtida pelos autores no software Meshmixer (Autodesk Inc., San Rafael, CA, Estados Unidos).

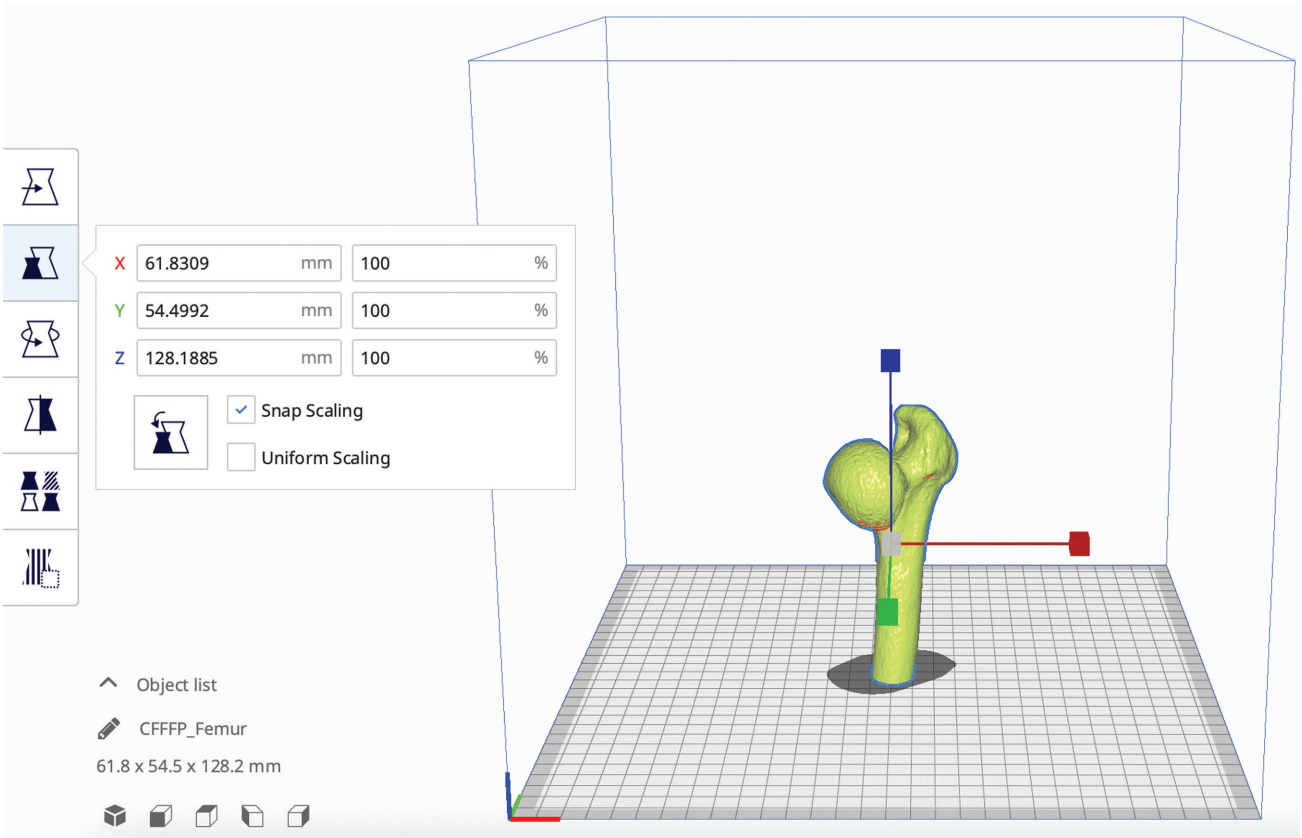


Fig. 4 A função "escala" permite configurar as dimensões do objeto. Imagem obtida pelos autores no software Cura (Ultimaker, Utrecht, Holanda).

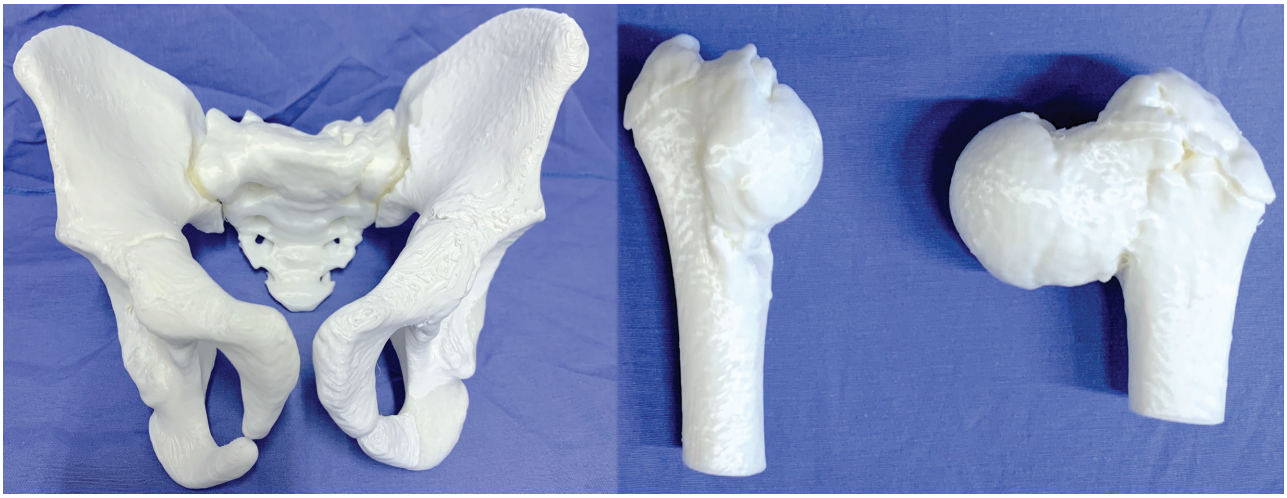


Fig. 5 Pelve e regiões proximais dos fêmures de paciente masculino, 11 anos, portador de deformidades ósseas complexas, impressas por meio da tecnologia de manufatura aditiva a partir do exame de tomografia computadorizada pré-operatória. Imagem obtida pelos autores.

com a ajuda de modelos impressos em 3D quando comparados com os dados simples de TC.[8]

Existem diversos *softwares* disponíveis para impressão e modelagem de peças 3D. Os autores costumam utilizar os programas descritos no presente artigo por serem gratuitos e com uma curva de aprendizado relativamente rápida. Não há conflito de interesses. Nesta seção do artigo, algumas considerações são feitas para facilitar o entendimento prático dos leitores.

Na etapa de segmentação, a seleção automática da área de interesse é realizada pela densidade dos tecidos. Desta forma, torna-se relativamente fácil segmentar o osso, porque a densidade é muito diferente das demais estruturas de partes moles. O processo de segmentação do esqueleto é facilitado ao selecionar as imagens em janela de partes moles e não em janela óssea.

Na fase de edição da malha 3D, a ferramenta "esculpir" permite que a superfície do osso seja suavizada para uma

impressão de melhor qualidade. Apesar de muito útil, é de extrema importância que se tome muito cuidado durante a suavização da superfície da peça para não distorcer as particularidades anatômicas; por isso, os autores recomendam reduzir a "força do pincel" quando for necessário o emprego desta função.

Em relação à função de escala do software fatiador (►**Fig. 4**), ela oferece a opção de dimensionar o modelo a ser impresso. Quando é preciso confeccionar implantes sob medida, a impressão do modelo no tamanho real (100%) se faz necessária. Nem todas as impressoras 3D suportam a impressão de modelos grandes. Nestes casos, pode-se imprimir a peça em partes, como mostrado na ►**Fig. 5**, na qual os fêmures foram impressos separadamente da pelve.

No que diz respeito às configurações de impressão, deve-se ter em mente que quanto melhor a resolução do objeto, mais camadas de impressão são necessárias e, consequentemente, mais tempo de impressão.

A escolha do material de impressão também deve levar em consideração suas características próprias. O ABS é um termoplástico derivado do petróleo que possui ótima resistência mecânica e boa resistência a altas temperaturas. De modo geral, a impressão de modelos utilizando o ABS necessita de impressoras fechadas, como a utilizada no nosso serviço. Outros materiais estão amplamente disponíveis e também são de fácil manuseio, como o poliácido láctico (PLA), um polímero termoplástico feito com ácido lático a partir de matérias-primas de fontes renováveis. Lembre-se de que as configurações de impressão também devem ser feitas de acordo com o material escolhido.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que o presente trabalho não recebeu nenhum suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Aimar A, Palermo A, Innocenti B. The Role of 3D Printing in Medical Applications: A State of the Art. J Healthc Eng 2019; 2019:5340616
2 Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. Biomed Eng Online 2016;15(01):115
3 Wong KC. 3D-printed patient-specific applications in orthopedics. Orthop Res Rev 2016;8(08):57–66
4 Ejnisman L, Gobbato B, de França Camargo AF, Zancul E. Three-Dimensional Printing in Orthopedics: from the Basics to Surgical Applications. Curr Rev Musculoskelet Med 2021;14(01): 1–8
5 Larsen CG, Stapleton EJ, Sgaglione J, et al. Three-Dimensional Bioprinting in Orthopaedics. JBJS Rev 2020;8(04):e0204
6 Jones DB, Sung R, Weinberg C, Korelitz T, Andrews R. Three-Dimensional Modeling May Improve Surgical Education and Clinical Practice. Surg Innov 2016;23(02):189–195
7 Belloti JC, Alves BVP, Archetti N, Nakachima LR, Faloppa F, Tamaoki MJS. Treatment of Distal Radio Vicious Consolidation: Corrective Osteotomy Through 3D Printing Prototyping. Rev Bras Ortop (Sao Paulo) 2021;56(03):384–389
8 Weidert S, Andress S, Suero E, et al. [3D printing in orthopedic and trauma surgery education and training : Possibilities and fields of application]. Unfallchirurg 2019;122(06):444–451

Transferência do segundo dedo do pé para tratamento de amputação traumática do polegar em uma criança de quatro anos: Relato de caso

Transfer of Second Toe for the Treatment of Traumatic Thumb Amputation in a Four-year-old Child: A Case Report

Hugo Alberto Nakamoto[1] Reinaldo Borges Gonçalves[1] João Carlos Nakamoto[1]
Fernanda do Carmo Iwase[1] Mariana Miranda Nicolosi Pessa[1] Marcelo Rosa de Rezende[1]

[1] Grupo de Cirurgia da Mão e Microcirurgia, Instituto de Ortopedia e Traumatologia, Hospital das Clínicas (HC), Faculdade de Medicina (FM), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e632–e636.

Endereço para correspondência Reinaldo Borges Gonçalves, MD, Instituto de Ortopedia e Traumatologia do HCFMUSP, Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 333, Cerqueira Cesar, São Paulo, SP, 05403-010, Brasil (e-mail: reinaldo.goncalves@hc.fm.usp.br).

Resumo

A transferência microcirúrgica do dedo do pé para a reconstrução do polegar é um procedimento desafiador, considerando-se a habilidade técnica necessária para realizá-la e a difícil avaliação pós-operatória dos aspectos estéticos e funcionais. Este é um relato do caso de uma criança de 3 anos que sofreu uma amputação traumática do polegar. A reconstrução do polegar foi realizada por meio de transferência microcirúrgica do dedo do pé, meses após a falha do reimplante. Uma avaliação subjetiva e outra objetiva dos resultados foram realizadas cinco anos após o procedimento. O resultado funcional foi avaliado por meio do Questionário de Avaliação da Saúde na Infância (Childhood Health Assessment Questionnaire, CHAQ, em inglês) e o Teste Funcional da Mão de Jebsen-Taylor (Jebsen-Taylor Hand Function Test, JTHFT, em inglês). Foram usados o dinamômetro Jamar (Sammons Preston, Bolingbrook, IL, EUA) e os instrumentos de medição Jamar Pinch Gauge (Sammons Preston) para avaliar as forças de preensão palmar e de pinças, respectivamente. Foram realizados os testes de monofilamento e de discriminação de dois pontos de Semmes-Weinstein. O paciente apresentou excelente resultado funcional, recuperação parcial da força, recuperação sensitiva completa, e mínima morbidade do sítio doador. Foi realizada também uma avaliação radiográfica, que demonstrou a preservação da placa epifisária e do potencial de crescimento no dedo do pé transplantado. Em todos os aspectos, os dados

Palavras-chave
- amputação traumática/cirurgia
- criança
- dedos do pé/transplante
- polegar

Trabalho desenvolvido no Grupo de Cirurgia da Mão e Microcirurgia do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

recebido
18 de novembro de 2020
aceito
08 de março de 2021
artigo publicado on-line
31 de maio de 2022

DOI https://doi.org/10.1055/s-0042-1744518.
ISSN 0102-3616.

© 2022. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

observados reforçam os benefícios e as indicações da transferência do dedo do pé para a reconstrução do polegar em crianças.

Abstract

Microsurgical toe transfer for thumb reconstruction is a challenging procedure, considering the technical skills necessary to perform it, as well as the difficult postoperative evaluation of esthetical and functional aspects. The present is the report of the case of a 3-year-old child who suffered a traumatic thumb amputation. Thumb reconstruction was performed through microsurgical toe transfer months after replantation failure. Subjective and objective outcome assessments were performed five years after the procedure. The functional outcome was evaluated through the Childhood Health Assessment Questionnaire (CHAQ) and the Jebsen-Taylor Hand Function Test (JTHFT). The Jamar dynamometer (Sammons Preston, Bolingbrook, IL, US) and the Jamar Pinch Gauge (Sammons Preston) devices were used to assess the handgrip and pinch strength respectively. The Semmes-Weinstein monofilament and two-point discrimination tests were performed. The patient presented an excellent functional outcome, partial recovery of strength, complete sensory recovery, and minimal donor site morbidity. A radiographic evaluation was also performed, and it demonstrated the preservation of the epiphyseal plate and the growth potential of the transplanted toe. In all aspects, the data observed reinforce the benefits and indications of toe transfer for thumb reconstruction in children.

Keywords

- amputation, traumatic/surgery
- child
- thumb
- toes/transplantation

Introdução

As amputações traumáticas do membro superior são responsáveis por impactos econômicos e sociais significativos. Existem poucos estudos epidemiológicos sobre as amputações dos dedos mas sabe-se que são mais frequentes em homens adultos jovens.[1]

A amputação traumática do polegar é rara e dramática, e o reimplante sempre deve ser tentado. Mas, em caso de falhas, o procedimento de reconstrução do polegar, que inclui alongamento da parte remanescente, policização, reconstrução osteoplástica, e transferência do dedo do pé, deve ser considerado.[2]

Entre todos os procedimentos disponíveis, a transferência do dedo do pé é o mais desafiador. No entanto, tem grande potencial de proporcionar um bom resultado final.[3]

Considerando os diversos aspectos envolvidos na transferência do dedo do pé, principalmente em crianças, apresentamos um caso que destaca o longo acompanhamento clínico e a preservação do potencial de crescimento.

Relato de Caso

Os pais do paciente assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do hospital sob o número 4.075.812.

Em 2013, um menino de 3 anos sofreu uma amputação traumática do polegar direito por uma serra circular. O reimplante foi realizado, porém, devido a falha, o polegar teve que ser retirado na semana seguinte. Em 2014, foi realizada a transferência do 2º dedo do pé esquerdo para o polegar direito quando a criança tinha 4 anos.

Duas equipes cirúrgicas realizaram o procedimento. Durante a dissecção do segundo dedo do pé, foram identificados a primeira artéria intermetatarsal dorsal, que era a artéria dominante, assim como duas veias, dois nervos digitais, e os tendões flexores e extensores. Simultaneamente, a dissecção da mão incluiu a identificação da artéria radial, das veias receptoras, dos nervos digitais próprios e dos tendões extensor e flexor longo do polegar.

A fixação óssea foi realizada com dois fios de Kirschner. Uma anastomose arterial término-terminal foi realizada usando um enxerto venoso do dorso do pé para conectar a primeira artéria intermetatarsal dorsal e a artéria radial ao nível da tabaqueira anatômica. A anastomose venosa término-terminal foi realizada em veia comitante. Os nervos foram coaptados primariamente com fio de náilon 10-0. A tenorrafia flexora e extensora foi realizada com polipropileno 4-0. Foi necessário um enxerto de pele total para fechar o sítio cirúrgico sem tensão (►**Figs. 1** a **4**).

Avaliação Pós-operatória

O paciente foi submetido a avaliação pós-operatória cinco anos depois do procedimento, feita por um terapeuta ocupacional e um cirurgião de mão. O paciente, agora com 9 anos, está totalmente adaptado às atividades diárias. A criança participa regularmente das aulas de educação física, e não apresenta dores no pé submetido à cirurgia ou problemas para correr e saltar em um único pé. O paciente também não apresentou queixas de quedas frequentes.

Foi aplicado o Questionário de Avaliação da Saúde na Infância (Childhood Health Assessment Questionnaire CHAQ, em inglês),[4] com o propósito de avaliar o quanto a transferência do dedo do pé interferiu nas atividades diárias.



Fig. 1 Planejamento da incisão da mão.



Fig. 2 Planejamento da incisão do pé.



Fig. 3 Resultado pós-operatório imediato.

Este questionário é respondido por um familiar do paciente, e abrange oito domínios (vestir-se, levantar, comer, andar, higiene pessoal, alcance, pegada, e atividades) e um índice de incapacidade que varia de 0 a 3. O CHAQ também tem um escala visual analógica (EVA) para dor e outra para avaliar o bem-estar geral da criança, que varia de 0 a 100. O resultado foi 0 para os oito domínios do CHAQ, no índice de incapacidade, na EVA e na escala de bem-estar geral. Além disso, a mãe do paciente não relatou dificuldades nas atividades diárias, nenhuma deficiência ou dor, além de um excelente bem-estar geral da criança.

Foram realizados os testes de monofilamento de Semmes-Weinstein e de discriminação de dois pontos (por meio do Touch-Test, North Coast Medical, Inc., Morgan Hill, CA, EUA). O paciente sentiu o monofilamento de Semmes-Weinstein verde (0,05 g) na polpa do dedo (sensibilidade considerada normal), e, no teste de discriminação de 2 pontos, apresentou um valor na polpa do dedo de 2 mm.



Fig. 4 Resultado pós-operatório estético e funcional tardio.

Tabela 1 Avaliação da força

	Lado direito	Lado esquerdo
Pinça digital (kgf)	2,0	2,1
Pinça Trípode (kgf)	2,3	4,0
Pinça lateral (kgf)	2,3	4,6
Força de preensão palmar (kgf)	5,6	18

Abreviatura: kgf, quilograma-força.

O dinamômetro Jamar (Sammons Preston, Bolingbrook, IL, EUA), calibrado no segundo anel, e o Jamar Pinch Gauge (Sammons Preston) foram utilizados para avaliar a força de preensão palmar e de pinças, respectivamente (►**Tabela 1**).

Foi aplicado o Teste Funcional da Mão de Jebsen-Taylor (Jebsen-Taylor Hand Function Test, JTHFT, em inglês)[5] (►**Tabela 2**), para avaliar a função da mão e quantificar o tempo necessário para executar diferentes tarefas que mimetizam as realizadas na vida diária.

Tabela 2 Tempo (em segundos) necessário para realizar o teste Funcional da Mão de Jebsen-Taylor

	Mão dominante (esquerda)	Mão não dominante (direita)
Escrever	43,4	72,4
Virar cartas	6,8	5,1
Objetos pequenos	8,9	11,2
Simular alimentação	15,0	18,9
Empilhamento de peças de damas	3,7	3,6
Objetos grandes e leves	4,2	3,9
Objetos grandes e pesados	3,6	4,5

Tabela 3 Tempo médio (em segundos) e desvio padrão do Teste Funcional da Mão de Jebsen-Taylor em crianças normais de 6 a 10 anos de idade

	Mão dominante	Mão não dominante
Escrever	$39,3 \pm 15,4$	$79,4 \pm 29,0$
Virar cartas	$5,3 \pm 1,8$	$5,8 \pm 1,7$
Objetos pequenos	$6,8 \pm 1,2$	$7,6 \pm 1,9$
Simular alimentação	$15,1 \pm 5,1$	$21,2 \pm 7,0$
Empilhamento de peças de damas	$4,5 \pm 1,0$	$5,0 \pm 1,1$
Objetos grandes e leves	$3,9 \pm 1,0$	$4,1 \pm 0,9$
Objetos grandes e pesados	$4,2 \pm 1,1$	$5,4 \pm 1,6$

Para fins comparativos, utilizamos os resultados apresentados por Rufino et al.[6] Neste estudo, o JTHFT foi padronizado para crianças entre 6 e 10 anos (►**Tabela 3**).

Comparando os dados das ►**Tabelas 2** e **3**, é possível observar que, fazendo uso da mão operada, o paciente necessita de mais tempo (11,2 segundos) para pegar pequenos objetos e menos tempo do que o normal para empilhar as peças do jogo de damas (3,6 segundos). Os outros subtestes foram realizados em um tempo normal.

Foi realizada radiografia (►**Fig. 5**), que evidenciou a falange proximal do segundo dedo do pé transplantado com 20,7 mm, e a falange proximal do dedo do pé contralateral com 21,2 mm de comprimento. Também foi possível observar a manutenção da fise aberta.

Discussão

Em 1968, relatou-se a primeira transferência microcirúrgica do dedo do pé bem-sucedida realizada por J. R. Cobbett.7 Desde então, vários relatos e publicações foram feitos demonstrando a eficácia, a segurança e os resultados satisfatórios do procedimento.[8]

Os principais desafios desse procedimento em crianças, em comparação com os realizados em adultos, são o menor



Fig. 5 Radiografia da mão e pé direitos, sob a mesma ampliação, com medida comparativa do comprimento da falange proximal.

tamanho das estruturas anatômicas e a maior vasoespasmo nas crianças.[9]

Embora desafiadoras, as cirurgias reconstrutivas em crianças, como a transferência do dedo do pé para a mão, são incrivelmente bem-sucedidas em termos de resultado funcional. Neste relato de caso, o paciente apresentou excelente capacidade para realizar as atividades diárias, conforme demonstrado pelo CHAQ e pelo JTHFT. A contratura em flexão do dedo médio, decorrente da extensão do trauma inicial para a palma da mão, não afetou significativamente a função geral (►**Figs. 1** e **4**).

Na ►**Fig. 4**, é possível perceber que o resultado estético final não foi o ideal. Uma transferência do hálux provavelmente teria dado um resultado estético melhor, proporcionando uma polpa do dedo menos volumosa, sem uma deformidade em garra. No entanto, considerando a morbidade significativa do sítio doador na transferência do hálux, o segundo dedo do pé geralmente é a melhor escolha quando se trata de crianças.[10]

A capacidade das crianças de compreender e cumprir os testes é fundamental para que se obtenha um resultado confiável. Existem algumas evidências científicas de que as crianças maiores de 6 anos de idade são capazes de completar os testes padrão de função motora e sensorial, que são aplicados em casos de lesões dos nervos periféricos.[11] A recuperação sensorial em crianças geralmente é melhor do que em adultos, devido à maior capacidade de regeneração nervosa periférica e à neuroplasticidade.[8] Nesse caso, foi alcançada a recuperação da sensibilidade normal do dedo transplantado.

Poucos estudos abordam o potencial de crescimento do dedo do pé transplantado para a mão.[12] No caso apresentado, o comprimento da falange proximal do segundo dedo do pé transplantado é muito semelhante ao do dedo do pé contralateral cinco anos após a cirurgia. Esta análise radiográfica forneceu evidências substanciais da preservação da placa epifisária e do potencial de crescimento em transferências pediátricas do dedo do pé para a mão.

Apesar das dificuldades técnicas desse procedimento, principalmente em crianças, nossa análise dos aspectos funcionais, dor, sensibilidade, morbidade do sítio doador e potencial de crescimento mostraram bons resultados. Esses resultados fornecem dados favoráveis à transferência do dedo do pé em crianças com perda traumática do polegar.

Suporte Financeiro
Os autores declaram que não houve suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Friedrich JB, Poppler LH, Mack CD, Rivara FP, Levin LS, Klein MB. Epidemiology of upper extremity replantation surgery in the United States. J Hand Surg Am 2011;36(11):1835–1840
2 Friedrich JB, Vedder NB. Thumb reconstruction. Clin Plast Surg 2011;38(04):697–712
3 Wolff G, Posso C. Second-toe transfer for traumatic thumb amputation in children under 5 years: bone and soft-tissue growth. Tech Hand Up Extrem Surg 2014;18(04):175–180
4 Machado CS, Ruperto N, Silva CH, et al.Paediatric Rheumatology International Trials Organisation. The Brazilian version of the Childhood Health Assessment Questionnaire (CHAQ) and the Child Health Questionnaire (CHQ). Clin Exp Rheumatol 2001;19 (4 Suppl 23)S25–S29
5 Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardized test of hand function. Arch Phys Med Rehabil 1969;50(06):311–319
6 Rufino LA, Assis SMB. "Normatização do padrão de destreza motora pelo teste Jebsen Taylor para crianças e jovens entre 6 a 19 anos". In: XII Jornada de Iniciação Científica e VI Mostra de Iniciação Tecnológica, Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM), São Paulo, 26 a 29 setembro, 2016
7 Cobbett JR. Free digital transfer. Report of a case of transfer of a great toe to replace an amputated thumb. J Bone Joint Surg Br 1969;51(04):677–679
8 Kay SP, Wiberg M, Bellew M, Webb F. Toe to hand transfer in children. Part 2: Functional and psychological aspects. J Hand Surg Br 1996;21(06):735–745
9 Duteille F, Lim A, Dautel G. Free flap coverage of upper and lower limb tissue defects in children: a series of 22 patients. Ann Plast Surg 2003;50(04):344–349
10 Wei FC, Mardini S. Flaps and Reconstructive Surgery. 2nd Edition. 2017
11 Ho ES. Evaluation of pediatric upper extremity peripheral nerve injuries. J Hand Ther 2015;28(02):135–142
12 Chang J, Jones NF. Radiographic analysis of growth in pediatric microsurgical toe-to-hand transfers. Plast Reconstr Surg 2002; 109(02):576–582

Metástase retroperitoneal, hepática e de linfonodo de osteossarcoma tibial proximal: Relato de caso

Retroperitoneal, Liver, and Lymph Node Metastasis from Proximal Tibial Osteosarcoma: A Case Report

Daniela Gutierrez[1] Carlos A. Sánchez[2] Francisco B. Linares[2,3] Oscar Messa[4]

[1] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colômbia
[2] Departamento de Ortopedia e Traumatologia, Pontificia Universidad Javeriana, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colômbia
[3] Departamento de Oncologia Ortopédica, Pontificia Universidad Javeriana, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colômbia
[4] Departamento de Patologia, Pontificia Universidad Javeriana, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colômbia

Endereço para correspondência Carlos A. Sánchez, MD, Orthopedist and Traumatologist, Pontificia Universidad Javeriana, Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colombia, Cra 7 # 40–62, zip code: 110231, Bogotá, Colombia (e-mail: sanchez210590@gmail.com).

Rev Bras Ortop 2024;59(4):e637–e640.

Resumo

Homem adulto com osteossarcoma na tíbia proximal, tratado com cirurgia de salvamento de membro com endoprótese e quimioterapia. Ele desenvolveu um padrão metastático incomum, comprometendo fígado, ossos e linfonodos inguinais, sem recorrência local na tíbia nem metástases pulmonares. O osteossarcoma (OS) é o segundo tumor ósseo primário mais frequente, depois do mieloma múltiplo em adultos. Os locais frequentes das metástases, em caso de progressão da doença são os pulmões e os ossos. As metástases extrapulmonares são raras. O desenvolvimento de novos esquemas de quimioterapia melhorou a expectativa de vida dos pacientes com osteossarcoma, porém, alterou também os padrões usuais de metástases, resultando em localizações metastáticas incomuns.

Palavras-chave
- metástase
- metástase linfática
- osteossarcoma
- tíbia

Abstract

The present study describes the case of a male adult with an osteosarcoma in the proximal tibia, treated with limb salvage with endoprosthesis and chemotherapy. The patient developed an unusual metastatic pattern compromising the liver, bone, and inguinal lymph nodes, without local recurrence in the tibia or pulmonary metastases. Osteosarcoma (OS) is the second most frequent primary bone tumor after multiple myeloma in adults. Frequent sites of metastases in case of disease progression are the lungs and bone. Extrapulmonary metastases are rare. The development of new schemes of chemotherapy have improved life expectancy in osteosarcoma patients but have also altered the usual patterns of metastases, resulting in unusual metastatic locations.

Keywords
- lymphatic metastasis
- metástasis
- osteosarcoma
- tibia

Trabalho desenvolvido no Hospital Universitario San Ignacio, Bogotá, Colômbia.

recebido
15 de dezembro de 2020
aceito
15 de janeiro de 2021
artigo publicado on-line
13 de outubro de 2021

DOI https://doi.org/10.1055/s-0041-1731360.
ISSN 0102-3616.

© 2021. The Author(s).
This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Thieme Revinter Publicações Ltda., Rua do Matoso 170, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20270-135, Brazil

Introdução

Os avanços no desenvolvimento de novos esquemas de quimioterapia e radioterapia, assim como os avanços nas cirurgias ortopédicas oncológicas, melhorou o prognóstico dos pacientes com osteossarcoma (OS), aumentando a sobrevida de 15% para mais de 60%.[1,2] No entanto, aproximadamente 40% dos pacientes apresentam recidiva e progressão da doença com metástases frequentes para os pulmões e ossos.[2] Outros locais de comprometimento secundário, como os órgãos abdominais, linfonodos ou retroperitônio são raros. Apesar dos avanços nas opções de tratamento, o prognóstico dos pacientes com metástases incomuns permanece sombrio, com altas taxas de mortalidade. O uso de novos esquemas de quimioterapia pode estar associado à indução de padrões atípicos de disseminação e progressão da doença, possivelmente por favorecer a seleção de diferentes fenótipos das células tumorais.[2] Apresentamos o caso de um homem adulto com envolvimento metastático incomum de osteossarcoma, causado por uma grande massa retroperitoneal, um conglomerado de linfonodos inguinais, com metástases hepáticas e ósseas sem recorrência local ou pulmonar.

Relato de Caso

Um homem de 46 anos de idade consultou-se por causa de dor no joelho esquerdo, com irradiação distal para a perna. Os estudos de raios-X e ressonância magnética exibiram uma lesão lítica da tíbia proximal, exigindo uma biópsia aberta confirmando o osteossarcoma (►**Fig. 1A**). As tomografias do tórax, abdômen e pelve foram negativas para lesões metastáticas. O tratamento neoadjuvante foi iniciado com 3 ciclos de doxorrubicina e cisplatina, 6 meses após a cirurgia de salvamento do membro com ressecção completa do tumor e reconstrução com endoprótese tibial proximal. A histopatologia confirmou um OS tibial proximal, com margens livres de tumor, e 30% de tumor viável, indicando uma resposta de grau II A ao tratamento neoadjuvante.

Posteriormente, o paciente completou 3 ciclos de quimioterapia adjuvante com o esquema anterior, apresentando adequada tolerância ao tratamento e sem toxicidade. Após 1 ano do procedimento cirúrgico, apresentou episódios de linfedema do membro e dor. A ultrassonografia Doppler descartou trombose venosa profunda e a TC abdominal revelou linfadenopatias inguinais e ilíacas. A TC do tórax

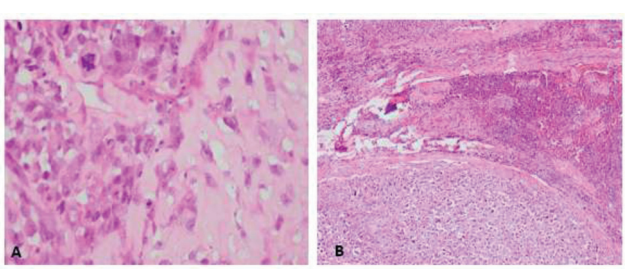


Fig. 1 (**A**) H/E 40x. Tumor maligno com produção de osteoide correspondendo a um osteossarcoma. (**B**) H/E 40x. Metástases de linfonodo de OS. Lâminas de células pleomórficas com necrose extensa, mitose e osteoide abundante.

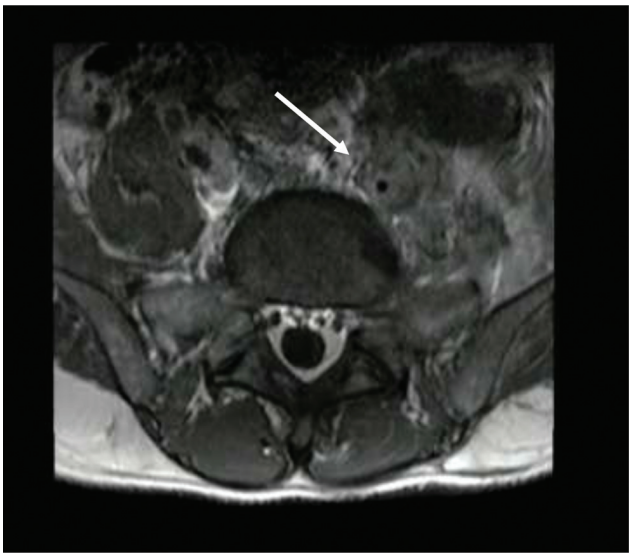


Fig. 2 Ressonância magnética da coluna lombossacra, evidenciando uma massa nos tecidos moles paravertebrais, infiltrando o corpo da vértebra L5 (seta).

revelou um nódulo pulmonar inespecífico menor que 1 cm. Na época, o serviço de cirurgia torácica não considerava como uma lesão metastática. Posteriormente, foi realizada biópsia do linfonodo inguinal, a análise histopatológica confirmou tumor maligno e metástases de OS (►**Fig. 1B**).

Considerando que o paciente apresentava recidiva dos linfonodos e das partes moles inguinais, sem recidiva local no sítio inicial do tumor, optou-se pela ressecção da metástase. Durante a intervenção, foi evidenciada uma massa sólida de aproximadamente 10 cm de diâmetro na região inguinal esquerda, aderida à face lateral da bexiga, aos vasos ilíacos externos, ao cordão espermático e ao ligamento inguinal. Apresentava extenso comprometimento dos linfonodos inguinais, sendo realizada a dissecção linfonodo inguinoilíaca esquerda, obtendo-se uma ressecção R2 da massa (devido ao comprometimento das estruturas vasculares e da extensa fibrose das partes moles). O estudo histopatológico identificou múltiplas estruturas nodais conglomeradas de 5 a 6 cm de diâmetro, consideradas metástases com grande angioinvasão e extensão para os tecidos moles. Após essa intervenção, foi realizada uma quimioterapia paliativa com a administração dos fármacos gencitabina e docetaxel com 1 ciclo de tratamento.

Um mês depois, o paciente apresentou dor intensa no membro inferior esquerdo, além de monoplegia, insuficiência renal aguda e hematúria. Uma ressonância magnética da coluna lombossacra, revelou uma massa paravertebral anterolateral esquerda irregular, no segmento lombar inferior que infiltrava o músculo psoas e o córtex anterior do corpo vertebral L5 (►**Fig. 2**).

Além disso, a TC tóraco-abdominal contrastada identificou múltiplas lesões hipodensas compatíveis com metástases no parênquima hepático, ossos pélvicos e uma massa de aproximadamente 140×78 mm no músculo psoas ilíaco esquerdo, se estendendo da L3 à região inguinal, circundando os vasos ilíacos interno e externo. Além disso, foram



Fig. 3 TC tóraco-abdominal em corte coronal, com uma massa de tecido mole infiltrando o músculo psoas esquerdo com extensão para região inguinal (seta).



Fig. 4 TC abdominal em corte axial, com uma massa de tecido mole infiltrando o músculo psoas esquerdo (seta).

encontrados linfonodos para-aórticos, inter-aorto-cava e ilíaco externo direito (►**Figs. 3** e **4**).

Foi realizada biópsia dessa massa guiada por TAC, evidenciando envolvimento metastático devido a um osteossarcoma de alto grau (►**Fig. 5**).

O paciente persistiu com agravamento clínico, evoluiu com trombose venosa profunda no membro inferior esquerdo e tromboembolismo pulmonar agudo, hematúria

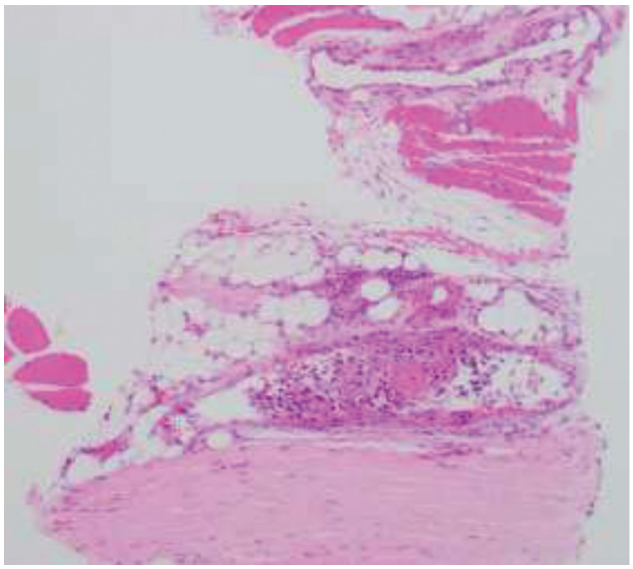


Fig. 5 H8/e 10x. Trombos neoplásicos com matriz osteoide entre células malignas compatíveis com OS metastático.

persistente e desidratação, falecendo dois anos depois do diagnóstico inicial de OS.

Discussão

A ocorrência de metástases faz parte do curso natural do osteossarcoma (OS), sendo a metástase pulmonar a mais frequente.[1,3–7] Usando a quimioterapia como parte do tratamento integral, em relação ao que foi informado em 1975 por Jeffree et al,[8] houve uma mudança nos padrões usuais da metástase. Embora isso possa ser o resultado de uma melhor identificação e também do relato de novos casos de OS, a melhora na sobrevida dos pacientes com OS revelou novos padrões de metástases extrapulmonares, particularmente no peritônio e linfonodos.[1–3,6,7,9] A literatura não é clara a respeito da epidemiologia das metástases linfáticas em OS, a maioria das informações disponíveis vem de relatos de casos e séries de casos, com uma incidência entre 4% e 11%.[1,6,7,9,10] A presença de micrometástases que podem levar à disseminação de OS também foi descrita, o que poderia impactar nas taxas de sobrevida.[4]

Um dos aspectos mais importantes que afetam a sobrevida dos pacientes com OS, é o desenvolvimento de metástases.[1,8–10] Parece que a presença de certas metástases poderia estar associada a variantes mais agressivas do OS.[1,6–10] Presume-se que essa mudança no padrão usual da metástase extrapulmonar, seja o resultado do uso de quimioterapias mais eficientes que visam certas células tumorais, deixando espaço para variantes mais agressivas com maior potencial metastático.[2–5,9,10] Isso poderia explicar o resultado de linfonodo e metástases abdominais (especialmente as retroperitoneais) que estão associadas à recidivas de difícil controle e alta mortalidade no momento do diagnóstico.[2,3,9,10]

Este caso descreve um tipo de tumor ósseo agressivo e difícil de tratar, apresentando uma baixa taxa de resposta à quimioterapia, com recorrência distante, eventualmente, com desfecho fatal. Embora a presença de metástases

em linfonodos seja incomum, a ocorrência de metástases extrapulmonares está aumentando, portanto, é essencial entender o escopo de um tumor que a ciência pode não ter totalmente compreendido.

Suporte Financeiro
Suporte Financeiro Os autores declaram que não houve suporte financeiro de fontes públicas, comerciais, ou sem fins lucrativos.

Conflito de Interesses
Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

1 Lin JT, Yen CC, Wang WS, et al. Case report: Unusual peritoneal spreading by metastatic osteosarcoma of the tibia. Br J Radiol 2003;76(905):337–338
2 Bacci G, Ruggieri P, Picci P, et al. Changing pattern of relapse in osteosarcoma of the extremities treated with adjuvant and neoadjuvant chemotherapy. J Chemother 1995;7(03):230–239
3 Oñoro G, Hernández C, Sirvent S, et al. Unusual sites of extrapulmonary metastases of osteosarcoma after several lines of treatment. Pediatr Hematol Oncol 2011;28(07):604–608
4 Berhe S, Danzer E, Meyers P, Behr G, LaQuaglia MP, Price AP. Unusual abdominal metastases in osteosarcoma. J Pediatr Surg Case Rep 2018;28:13–16
5 Giuliano AE, Feig S, Eilber FR. Changing metastatic patterns of osteosarcoma. Cancer 1984;54(10):2160–2164
6 Hattori H, Yamamoto K. Lymph node metastasis of osteosarcoma. J Clin Oncol 2012;30(33):e345–e349
7 Vasiliev NV. Lymph node metastasis of osteosarcomas. [Limfogennoe metastazirovanie sarkom kosti.] Arkh Patol 2016;78(04):58–63
8 Jeffree GM, Price CH, Sissons HA. The metastatic patterns of osteosarcoma. Br J Cancer 1975;32(01):87–107
9 Yanagawa T, Saito K, Takagishi K. Risk factors for lymphatic metastasis of malignant bone and soft-tissue tumors: a retrospective cohort study of 242 patients. Medicine (Baltimore) 2014;93(27):e225
10 Lev-Chelouche D, Nakache R, Soffer D, Merimsky O, Klausner MJ, Gutman M. Metastases to the retroperitoneum in patients with extremity soft tissue sarcoma: an unusual metastatic pattern. Cancer 2000;88(02):364–368

Revista Brasileira de Ortopedia

Instruções aos Autores

Muito obrigado por contribuir com a *Revista Brasileira de Ortopedia*. Por favor, leia cuidadosamente as instruções a seguir. O descumprimento das instruções pode causar atrasos desnecessários na publicação de seu artigo.

taxa APC	***Article Processing Charge* (APC)**
Regular	Zero (financiado pela sociedade)

Veja mais sobre o Open Access na Thieme em http://open.thieme.com

CHECKLIST
Todos os Manuscritos devem ser submetidos no link:
http://www.editorialmanager.com/rbo

☐ INFORMAÇÕES AUTORAIS
- Todos os autores: nome completo, departamento, afiliação.
- Autor correspondente: nome complete, maior título, departamento, afiliação, endereço de correspondência, telefone e e-mail.

☐ MANUSCRITO
- Deve ser um arquivo digital – cópias impressas não serão aceitas.

☐ RESUMO E PALAVRAS-CHAVE
- Veja a seção Tipo de Artigo.

☐ REFERÊNCIAS
- Citadas sequencialmente em estilo AMA.

☐ FIGURAS E TABELAS
- Citadas sequencialmente no manuscrito, anexadas após a listagem de referências ou em arquivos separados com seus respectivos títulos.

☐ ARTES
- Devem ser salvas a parte do manuscrito.

☐ PERMISSÕES
- Necessária se você planeja reproduzir conteúdo já publicado em outra fonte, incluindo imagens de pacientes.
- Consentimento informado de pacientes disponível no link www.thieme.com/journal-authors.

SUMÁRIO

Processo de revisão por pares (Peer-review) 3
FORMATO DO MANUSCRITO **3-8**
Tipos de Artigos 3
Guia Geral 3
Checklist de Arquivos e Informação 4
Idioma 4
Folha de Rosto 4
Resumo e Palavras-chave 4
Manuscrito 5
Agradecimentos 5
Fontes de Suporte 5
Declaração de Publicação em servidor de pré-impressão (Preprint) 5
Declaração de conflito de interesses 5
Declaração de Consentimento Informado 6
Conflitos decorrentes de artigos de autoria de membros do Conselho Editorial . . . 6
Referências 6
Título e Legenda de Figuras 7
Tabelas 7
Vídeos . . . . .
Material Complementar **7**
7
PREPARAÇÃO DIGITAL DE ARTE 7
Guia Geral 7
Arte em preto & branco 7
Arte em cores . . . . .
Dísticos e texto **7**
7
PROCESSO DE SUBMISSÃO 7
Article Processing Charge (*APC*) 7
Submissão . . . . .
Revisão **7**
7
PROCESSO DE PRODUÇÃO . . . . .
Provas do Autor **7**
7
POLÍTICA EDITORIAL 7
Declaração de privacidade 7
Carta de autorização 7
Declaração de conflito de interesses (caso haja) 7
Copyright 8
Papel da fonte de financiamento 8
Definição de Autoria 8
Colaboradores 8
Alterações na autoria 8

CONTATOS **8**

A Revista Brasileira de Ortopedia é a publicação oficial da Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia (SBOT) dedicada a publicação de artigos científicos que contribuam para a disseminação de conhecimentos científicos e avanços que contribuam positivamente com a prática, a pesquisa, o ensino e atualização da Ortopedia e Traumatologia e áreas correlatas. A RBO visa proporcionar uma oportunidade para a troca de informações de informações entre profissionais de saúde, pesquisadores e educadores, promovendo o avanço da ciência ortopédica e a melhoria dos cuidados ao paciente. A RBO é publicada bimestralmente em fevereiro, abril, junho, agosto, outubro e dezembro, e tem sido publicada regularmente desde sua 1ª edição em 1965. A revista é dedicada aos ortopedistas associados à SBOT, profissionais da saúde dedicados a atividades similares e ortopedistas em outros países.

Processo de revisão por pares (Peer-review)

A revista segue um processo duplo-cego de revisão por pares (double-blind peer review), em que nem o autor nem o revisor ficam sabendo a identidade um do outro.

Pelo menos dois revisores são indicados de forma aleatória a partir de sua área de expertise, sob a coordenação do Editor-chefe. A decisão é tomada com base nas revisões comparativas que o manuscrito recebe durante o processo de revisão.

FORMATO DO MANUSCRITO

Tipos de Artigos

A tabela a seguir mostra os tipos de artigos aceitos para publicação e seus requisitos.

Tipos de Artigo	Limite para Resumo	Limite de Palavras-chave	Limite para Títulos	Ilustrações	Referências
Artigo Original (Até 2,500 palavras)	Até 250 palavras	Até 6	N/A	16 (entre figuras, tabelas e gráficos)	Até 30 referências
Artigo de Atualização (Até 4,000 palavras)	Até 250 palavras	Até 6	N/A	5 (entre tabelas e figuras)	Até 40 referências
Artigos de Revisão (Até 4,000 palavras)	Até 250 palavras	Até 6	N/A	5 (entre figuras, tabelas e gráficos)	Até 40 referências
Protocolo de Revisão Sistemática (Até 2.500 palavras)	Até 250 palavras	Até 6	N/A	N/A	Até 20 referências
Nota Técnica (Até 1.500 palavras)	Até 250 palavras	Até 6	N/A	7 (entre figuras e tabelas)	Até 10 referências
Carta ao Editor (Até 500 palavras)	N/A	N/A	N/A	2 Figuras	Até 4 referências
Editorial (Até 500 palavras)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

- **Artigo Original**: Descreve pesquisa experimental ou investigação clínica - prospectiva ou retrospectiva, randomizada ou duplo cego. Deve ter: Título, Resumo estruturado (Objetivo, Métodos, Resultado e Conclusão), Palavras-chave, Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusões e Referências. Máximo de 2.500 palavras, 30 referências, 16 ilustrações (entre figuras, tabelas e gráficos).
- **Artigo de Atualização**: Escrito por especialista a convite do Editor-chefe que faça uma revisão de temas que apresentem avanços tecnológicos, de diagnóstico, técnicas cirúrgicas inovadoras, novas abordagens terapêuticas e, técnicas de imagens, garantindo que as práticas sejam baseadas nas melhores evidências disponíveis. O artigo será submetido ao processo de revisão por pares. Deve ter: Título, Resumo (não estruturado), Palavras-chave e Referências. Máximo de 4.000 palavras, 40 referências, 5 ilustrações (entre tabelas e figuras).
- **Artigos de Revisão:** Tem como finalidade examinar a bibliografia publicada sobre determinado assunto fazendo avaliação crítica da literatura sobre certo tema específico, além de apresentar conclusões importantes baseadas nessa literatura. Deve ter: Título, Resumo (não estruturado, com exceção de Revisão Sistemática e Metanálise). Palavras-chave, Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão, Considerações Finais e Referências. Máximo de 4.000 palavras, 40 referências, 5 ilustrações (entre figuras, tabelas e gráficos).
- **Protocolo de Revisão Sistemática:** O protocolo pode ser publicado no formato de artigo. Deve conter as estratégias metodológicas para execução da revisão sistemática e devem conter ao menos as seguintes informações: a estratégia de busca para identificar artigos de interesse, critérios de elegibilidade, dados que serão extraídos, as variáveis de interesse, análise dos dados e as formas para explorar as heterogeneidades. Os itens importantes inerentes à execução de uma revisão sistemática podem ser vistos no link: https://tinyurl.com/systematicr. A RBO sugere que todos os pesquisadores registrem o protocolo de suas revisões sistemáticas no Prospero (https://www.crd.york.ac.uk/prospero/) ou PRISMA (http://www.prisma-statement.org/). O protocolo será avaliado pelo corpo editorial da revista e submetido ao processo de peer review.
- **Nota Técnica:** Destina-se à divulgação de método de diagnóstico ou técnica cirúrgica experimental, novo instrumental cirúrgico, implante ortopédico, etc. Importante, a técnica apresentada deve ser bem testada (tempo de seguimento adequado) e que possa promover

a solução para algum problema que ainda não tenha técnicas bem estabelecidas na literatura médica. Deve ter: Título, Resumo (não estruturado), Palavras-chave, Introdução Explicativa, Descrição do Método, do Material ou da Técnica, Comentários Finais e Referências. Máximo de 1.500 palavras, 10 referências, 7 ilustrações (entre figuras e, tabelas).

- **Carta ao Editor:** Tem por objetivo comentar ou discutir trabalhos publicados na revista ou relatar pesquisas originais em andamento. É publicada a critério dos Editores, com a respectiva réplica quando pertinente. Máximo de 500 palavras, 4 referências e 2 figuras.
- **Editorial**: Escritos a convite do editor-chefe, apresentando comentários de trabalhos relevantes da própria revista, pesquisas importantes publicadas ou comunicações dos editores de interesse para a especialidade. Máximo de 500 palavras.

Guia Geral

- A submissão deve ser em formato digital. Cópias impressas não serão aceitas.
- Manter o formato do manuscrito simples e claro. Editaremos o manuscrito de acordo com o nosso estilo – não tente formatar o documento.
- O Manuscrito, incluindo a Folha de Rosto, o Resumo e as palavras-chave, o texto, as referências, títulos e legendas de figuras e tabelas deve ser digitado em espaço duplo, fonte em tamanho 12 com 2,5 cm para todas as margens salvas em um arquivo.
- Cada figura deve ser salva em arquivo separado. Não insira as figuras no manuscrito. Arquivos serão trabalhados pela equipe da Thieme.
- Use o mínimo possível de abreviações e sempre descreva cada uma em sua primeira ocorrência.
- Os manuscritos devem ser escritos em inglês ou português.
- O manuscrito deve usar o Sistema Internacional (SI) de medidas. Para clareza, equivalentes não métricos podem ser incluídos entre parênteses seguidos pela unidade SI de medida.
- Use nomes genéricos de drogas. Você pode citar nomes registrados entre parênteses seguidos do fabricante e local de origem.
- Informar créditos de fornecedores e fabricantes de equipamentos, drogas e outros materiais com nome registrado entre parênteses, incluindo nome da companhia e cidade sede.

Checklist de Arquivos e Informação:

- Um dos autores deve ser designado como correspondente. O e-mail e endereço de correspondência devem ser incluídos na Folha de Rosto. Para maiores detalhes, veja a seção Folha de Rosto.
- **Manuscrito:**
  - Incluir palavras-chave
  - Todos os títulos e legendas de Figuras
  - Todas as Tabelas (incluindo título, descrição, legendas e notas)
  - Assegurar que todas as Figuras e Tabelas citadas no texto combinem com os arquivos fornecidos
  - Indicar com clareza como as cores devem ser usadas nas Figuras
  - Arquivos complementares (supplemental files)
- **Considerações adicionais:**
  - O manuscrito deve ser submetido a algum corretor ortográfico
  - Todas as referências devem ser citadas no texto e listadas ao final
  - Concessões devem ser obtidas se for usado material protegido por copyright (incluindo da internet)
  - Quaisquer conflitos de interesse devem ser declarados, mesmo que não haja nenhum a declarar
  - As instruções da revista devem ser revistas e consideradas

Idioma

Os artigos devem ser escritos em Português ou Inglês.

Folha de Rosto

- A RBO adota a revisão duplo-cego (double-blinded peer-review policy). A Folha de Rosto **não** deve fazer parte do manuscrito e deve ser fornecida separadamente.
- Título: Conciso e informativo. Títulos são normalmente usados em sistemas de busca de informação. Evite abreviações e fórmulas sempre que possível.
- Autoria: No máximo 6 autores, com exceção de estudos multicêntricos quando o número de autores poderá ser maior, conforme a seguir:

- Duas ou três instituições, no máximo 4 autores por ins-tituição
- Acima de quatro instituições, no máximo 3 autores por instituição;
- Em hipótese alguma o número de autores poderá ser maior do que 20.

- Indicar afiliação de cada autor, separadamente. Se houver mais de uma afiliação institucional, indicar apenas a mais relevante. Por favor indicar com clareza o primeiro nome e o sobrenome de cada autor com a grafia correta. Apresentar a afiliação correta de cada autor. Enumerar todas as afiliações aos respectivos autores, incluindo cidade e país. **Fornecer o ORCID** (https://orcid.org/) e-mail de cada autor.
- As afiliações devem ser apresentadas de forma crescente de hierarquia (e.g. Harvard University, Harvard Business School, Boston, USA) e devem ser escritas em seu idioma original (e.g. Universit Paris-Sorbonne; Harvard University, Universidade de São Paulo).
- Autor correspondente: Indicar com clareza quem será o autor correspondente que responderá a todas as etapas da publicação. Assegurar-se que o e-mail fornecido e os contatos são atualizados.

Resumo e Palavras-chave

Veja a seção Tipo de Artigo para limite de palavras.

O resumo deve desenhar de forma breve o conteúdo do artigo e quaisquer conclusões obtidas. As palavras-chave devem ser pensadas para a busca do conteúdo do estudo.

Um resumo estruturado pode demonstrar o contexto e a base do estudo, assim como apresentar seu objetivo, método, resultados e principais conclusões. Deve ressaltar os aspectos novos e relevantes do estudo ou observações.

Os resumos podem ter no máximo 250 palavras e estruturados no seguinte formato: Objetivo: Uma ou duas frases que afirmem de forma simples o propósito do estudo. Métodos: Fornecer detalhes sobre o método do estudo, incluindo análise de dados. Resultados: Apresentar os achados mais importantes do estudo. Por favor, forneça números (médias com desvios-padrão ou medianas com amplitude) para fundamentar seus achados e resultados. Conclusões: Uma ou duas frases com o que seu estudo identificou e de fato demonstrou. Por favor não inclua comentários ou afirmações sem o suporte de dados do seu estudo. Nível de evidência (para estudo envolvendo pessoas) ou Relevância Clínica (ciências básicas *in vitro* ou *in vivo*).

Logo após o resumo, por favor forneça não mais que 6 palavras-chave em ordem alfabética separadas por ponto-e-vírgula. Os descritores podem ser retirados dos Descritores em Ciências

da Saúde), disponíveis em http://www.decs.bvs.br ou www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html.

Manuscrito

- A RBO usa a revisão duplo-cego, o que significa que a identidade dos autores deve ser omitida dos revisores. Para facilitar, por favor inclua esta informação de forma separada:
  - Folha de Rosto (com detalhes dos autores): título, formação profissional, titulação acadêmica e afiliação de cada autor, agradecimentos e quaisquer declarações de de conflitos de interesse, além do endereço completo do autor correspondente com e-mail.
  - *Manuscrito* (sem informações dos autores): corpo do texto (incluindo referências, títulos e legendas de figuras, tabelas completas e agradecimentos) não deve trazer qualquer informação como nome ou afiliação dos autores.
- Artigos incluindo seres humanos ou animais devem apresentar o parecer com a aprovação fornecida pelo comitê específico na submissão e citada no texto.
- Usar nomes genéricos de drogas ou aparelhos. Se uma marca em particular for usada no estudo, informar junto ao nome registrado o fabricante e a cidade entre parênteses.
- Quantidades e unidades devem ser informadas em concordância com as recomendações do sistema internacional de unidades (SI), International System of Units (SI), 8th edition 2006 (www.bipm.orgutilscommonpdfsi_brochure_8_en.pdf).
- Ao usar abreviações, informar o significado completo em sua primeira ocorrência.
- Por favor, distinguir de forma clara a hierarquia das seções e subseções do manuscrito usando iniciais maiúsculas, sublinhado, itálico e negrito se necessário.
- Use itálico, sobrescrito, subescrito e negrito somente quando necessário. Caso contrário, evite usar estilos diferentes de fonte.
- Use o *Enter* apenas ao final de parágrafos, e não ao final de cada linha. Permita linhas terem quebra automática no seu software de texto.
- Use apenas um espaço após o ponto final, e não dois espaços.
- Crie tabelas usando a ferramenta de tabela do seu software de texto.

Agradecimento

Apresente os agradecimentos ao final do artigo, antes das referências e não as inclua na Folha de Rosto. Cite aqui aqueles que ajudaram na pesquisa (e.g. revisando o idioma, ajudando na redação ou revisando o texto, etc.).

Fontes de Suporte

Relacione as fontes de suporte no seguinte formato:

Financeiro (inserir apenas na Folha de Rosto): Este trabalho teve suporte do Conselho Nacional de Pesquisa [protocolo número xxxx, yyyy]; da Fundação de Amparo à Pesquisa [nº zzzz].

Não é necessário informar detalhes descritivos do programa ou tipo de aporte ou prêmio. Quando os recursos forem de um grupo ou universidade, ou instituto, forneça o nome da organização.

Se nenhum recurso foi usado para a pesquisa, por favor inclua a seguinte frase: Este estudo não recebeu nenhum suporte financeiro de fontes públicas, comerciais ou sem fins lucrativos.

Declaração de Publicação em servidor de pré-impressão (Preprint)

A RBO incentiva a submissão de manuscritos que foram depositados em uma versão de rascunho inicial em repositórios de pré-impressão, como Research Square, arXiv e medRxiv. Rascunhos de resumos de conferências curtas ou teses de graduação postados no site da instituição que concede o grau, e rascunhos de manuscritos depositados em sites de autores ou institucionais também são bem-vindos. Todas as outras publicações anteriores são proibidas.

Durante a submissão, os autores devem:

(1) observe o uso do repositório de pré-impressão na carta de apresentação;
(2) indicar quais ajustes e/ou atualizações o projeto foi submetido entre a deposição e apresentação;
(3) citar a pré-impressão, incluindo o DOI, como referência no manuscrito.

Após a submissão à revista, e até que uma decisão final seja tomada, os autores são desencorajados a depositar versões de seus manuscritos como pré-impressões. Após a publicação, os autores devem adicionar um link da pré-impressão para o artigo publicado. Doze meses após a publicação, os autores podem atualizar a pré-impressão com o manuscrito aceito.

Declaração de conflito de interesses

Todos os autores (incluindo os autores correspondentes e coautores associados ao manuscrito) devem fazer uma declaração formal no momento da submissão, indicando qualquer potencial conflito de interesses que possa constituir um constrangimento para qualquer um dos autores se não for declarado e surgirem após a publicação. Clique em http://www.icmje.org/conflicts-of-interest para baixar um formulário de conflito de interesses. As informações de divulgação são importantes no processamento do artigo. Se os formulários fornecidos estiverem incompletos ou faltando, isso pode causar atrasos na publicação do artigo. Caso o artigo seja aceito para publicação, essas informações serão publicadas com o artigo.

Declaração de Consentimento Informado

A revista segue os princípios estabelecidos na Declaração de Helsinque ("http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/"Helsinki Declaration) e afirma que todas as pesquisas relatadas conduzidas com participantes humanos devem ser conduzidas de acordo com tais princípios. Os relatórios que descrevem dados obtidos em pesquisas conduzidas em participantes humanos devem conter uma declaração na seção Métodos indicando a aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (IRB). Os autores também devem indicar se o consentimento individual para o estudo foi obtido ou não, ou se foi dispensado.

Conflitos decorrentes de artigos de autoria de membros do Conselho Editorial

A revista avalia todas as submissões dos membros do conselho editorial puramente com base no mérito do conteúdo clínico apresentado, como faz para qualquer outro artigo vindo de autores de todo o mundo. Todos os artigos que incluem artigos de membros do Conselho Editorial são avaliados por meio de processo duplo-cego de revisão por pares (double-blind peer review), o que garantirá que as informações do (s) autor (es) não sejam reveladas aos revisores. Ao fazê-lo, a revista garante que não haja conflito de interesses ou preferências e que a seleção dos artigos seja feita exclusivamente por mérito do conteúdo clínico, garantindo, assim, a manutenção dos melhores padrões éticos e práticas de revisão por pares.

Vídeos

A Revista Brasileira de Ortopedia (RBO) incentiva a submissão de vídeos para complementar seus artigos. É esperada qualidade profissional que pode ser obtida utilizando equipamentos facilmente disponíveis sem a necessidade de uma equipe profissional.

Todos os vídeos deverão ter um slide com o título, autores e

conflitos de interesse. Deve ser declarado claramente a natureza e o propósito do vídeo, deve ter narração clara e compreensível. Todos os vídeos serão submetidos a revisão por pares.

As mesmas regras éticas para estudo em humanos e animais utilizadas na Revista Brasileira de Ortopedia, são válidas para os vídeos a serem submetidos. Evite incluir informações institucionais, da indústria ou de outro tipo de marketing ou exibir um logotipo. Assim como as figuras, os vídeos deverão ser citados no manuscrito (por exemplo, "Vídeo 1").

São aceitos os seguintes formatos: *.avi, *.mov and *.mp4.

Instruções:

- A extensão dos vídeos não pode exceder 4 minutos;
- Enviar apenas um vídeo por artigo e não vídeo em multipartes;
- O arquivo do vídeo não pode exceder 150 MB;
- A narração é obrigatória e poderá ser em português ou inglês;
- Os vídeos devem ser anexados no sistema de submissão, escolhendo a opção *Dataset* no menu de *uploads* arquivos.

Material Complementar

Material complementar como aplicações, imagens e podcasts podem ser publicados em seu artigo para aprimorá-lo. O material complementar submetido é publicado tal como fornecido. Por favor, envie seu material junto ao artigo e forneça uma descrição concisa para cada item. Se desejar alterar o material complementar, por favor forneça o arquivo atualizado.

Título e legenda de Figura

- Figuras vão de fotografias ou radiografias, ilustrações, gráficos, quadros, fluxogramas e organogramas, mas NÃO tabelas.
- Figuras devem ser citadas em ordem numérica. Enumere todas as figuras (e títulos correspondentes) de forma sequencial em ordem numérica no texto.
- Os títulos de figuras devem ser escritos após as referências. Abra uma linha antes de inserir os títulos das Figuras.
- Nos títulos de figuras devem ser incluídos uma descrição da figura e/ou subparte (A, B, etc.), assim como quaisquer símbolos, setas, asteriscos etc.
- Para Figuras emprestadas ou adaptadas de outra publicação (com a devida permissão), o crédito da fonte deve ser informado ao final de cada legenda entre parênteses. Este crédito deve ser completo com a referência bibliográfica da fonte ou o copyright.

Tabelas

- Dados em tabelas devem ser comentados, mas sem repetição no texto. Assegure-se de ter colunas e linhas compostas por um programa de texto adequado.
- Não intercale tabelas em meio ao texto. Tabelas devem vir com seus respectivos títulos e legendas.
- Tabelas devem ter espaço duplo e numeração na sequência em que são citadas no texto. Um curto título descritivo deve ser fornecido.
- Se uma tabela contém imagem ou arte, forneça a arte em arquivo à parte.
- Para tabelas emprestadas ou adaptadas (com a devida permissão), o crédito da fonte deve ser informado ao final de cada legenda entre parênteses. Este crédito deve ser completo com a referência bibliográfica da fonte ou o copyright.
- Outras notas de referência da tabela devem ser indicadas com letras sobrescritas em ordem alfabética.
- Qualquer abreviação usada na tabela deve ser descrita na legenda.

Referências

As referências devem ser as mais recentes possíveis e pertinentes à literatura disponível. É essencial que estejam completas e checadas. Se a referência informada estiver incompleta, boas opções para busca são a National Library of Medicine: www.nlm.nih.gov; Books in Print: www.booksinprint.com; PubMed: www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/; ou o website da editora.

- Devem ser listadas no estilo AMA, usando o Index Medical *journal title abbreviation.*
- Devem vir ao fi nal do texto. Abra uma linha antes de relacionar *as referências.*
- Devem ser citadas de forma sequencial no texto em ordem *numérica (não alfabética).*
- Citar todos os autores até o sexto autor. Se mais de 6 autores, citar os 3 primeiros seguidos de et al.
- Devem seguir estilo conforme os exemplos a seguir:

1. Artigo de revista:
Borges JLP, Milani C, Kuwajima SS, Laredo Filho J. Tratamento da luxação congênita de quadril com suspensório de Pavlik e monitorização ultra-sonográfi ca. Rev Bras Ortop 2002;37(1/2):5–12

2. Capítulo de livro:
Johnson KA. Posterior tibial tendon. In: Baxter D. The foot and ankle in sport. St Louis: Mosby; 1995. p. 43–51

3. Livro:
Baxter D. The foot and ankle in sport. St Louis: Mosby; 1995

4. Tese:
Laredo Filho J. Contribuição ao estudo clínico-estatístico e genealógico-estatístico do pé torto congênito equinovaro [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo colocar virgula Escola Paulista de Medicina; 1968

5. Publicação governamental:
Food and Drug Administration. Jin Bu Huan Herbal Tablets. Rockville, MD: National Press Office; April 15, 1994. Talk Paper T94-22

6. Artigo online:
Lino Junior W, Belangero WD. Efeito do Hólmio YAG laser (Ho: YAG) sobre o tendão patelar de ratos após 12 e 24 semanas de seguimento. Acta Ortop Bras [periodical on the Internet] 2005 [cited 2005, Aug 27];13(2):[about 5 p.] Available from: http://www.scielo.br/ scielo

7. Artigo de simpósio:
Eisenberg J. Market forces and physician workforce reform: why they may not work. Paper presented at: Annual Meeting of the Association of American Medical Colleges; October 28, 1995; Washington, DC

PREPARAÇÃO DE ARTE DIGITAL

Guia Geral

- O ideal é usar o Adobe Photoshop para criar e salvar imagens, e Adobe Illustrator para dísticos e textos.
- Evite criar arte em Microsoft Excel, Word ou PowerPoint.
- Salve cada figura em um arquivo separado.
- Não compactar os arquivos.
- Todas as artes em preto & branco e em cores devem ter o menos resolução de 300 dpi (*dots per inch*) em formato TIFF. Arquivos desenhados devem ter 1.200 dpi em for-mato EPS ou TIFF. Contate o editor de produção da Thieme se estiver inseguro quanto ao tamanho final.
- *É preferível que figuras sejam editadas em seu tamanho final*

(aproximadamente 3,5 polegadas 3½ para 1 coluna e 7 polegadas para 2 colunas), ou maior, e na direção correta. Se arte for submetida em formato menor, a imagem será aumentada e perderá resolução.

Nota: Resoluções menores (inferiores a 300 dpi) e formato JPEG (.jpg) para escalas de cinza e em cor não são ideais devido à baixa qualidade. O formato JPEG, por definição, é uma resolução menor (compactada) destinadas a rápidos uploads em telas de computador.

Arte em preto & branco (PB)

- Artes em PB podem ser fotografias, radiografias, ilustrações, gráficos ou fluxogramas. A Thieme aceita somente arte em formato digital.
- Se possível, não envie arte em cores para conversão em PB. Faça a conversão antes de enviar para que você possa verificar o resultado antes, evitando perda de detalhes importantes.
- Para melhores resultados, desenhos devem ser em PM em um fundo branco.

Arte em cores

- Toda arte em cores deve ser salva em CMYK, não em RGB.

Dísticos

- Setas, asteriscos e outros símbolos devem ser escuros sobre fundos claros e em formatos maiores. Caso contrário, estes marcadores podem ser difíceis de ver após redução da resolução.
- Use iniciais maiúsculas em cada item de texto. Considere usar todas as maiúsculas se precisar de maior destaque.
- Assegure-se de usar textos e símbolos consistentes a todas as figuras.
- Evite usar fontes ou tamanhos diferentes no texto.

PROCESSO DE SUBMISSÃO

Article Processing Charge (APC) & Open Access

Esta é uma revista Open Access: todos os artigos, após publicados, são imediatamente e permanentemente feitos disponíveis de forma gratuita para leitura e download em nossa plataforma Thieme-connect. A Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia (SBOT) arca com os custos de publicação. Os autores não precisam pagar nenhuma taxa, tal como Article Processing Charge ou Open Access Publication Fee. Todos os artigos revisados são publicados com acesso aberto na RBO. O reuso por terceiros é definido pela licença *CC BY (Creative Commons – Atribuição 4.0 Internacional – CC BY 4.0)*. Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Processo de Submissão

- Consulte o checklist da primeira página deste documento para ter certeza de que está pronto para encaminhar seu manuscrito.
- Manuscritos devem ser submetidos eletronicamente pelo link a seguir: http://www.editorialmanager.com/rbo.
- Sempre revise o seu manuscrito antes de submetê-lo. Você pode interromper uma submissão a qualquer momento e continuar depois. Você pode checar o status de sua submissão acessando o Sistema. O Sistema converterá os arquivos fornecidos em um único PDF. Arquivos editáveis são necessários para editorar seu artigo para publicação final. Toda a comunicação, incluindo a notificação final do Editor-chefe, e pedidos de revisão são enviados por e-mail. O Editor-chefe informará você por e-mail assim que tomar uma decisão.

Processo de Revisão

A revista segue um processo duplo-cego de revisão por pares (double-blind peer review), em que nem o autor nem o revisor ficam sabendo a identidade um do outro. Pelo menos dois revisores selecionados aleatoriamente com base em seu conhecimento e experiência sob supervisão do Editor-chefe para cada manuscrito. A decisão é tomada com base nas revisões comparativas que o manuscrito recebe durante o processo de revisão.

- Caso o Editor e os Revisores concluam que seu artigo precise de revisão, você terá de fazer as correções e ressubmeter eletronicamente.
- Acesse o Sistema e encontre seu artigo que foi marcado para revisão (revision).
- O melhor meio de fazer revisões é ativando o Controle de Alterações no Microsoft Word, o qual destacará automaticamente o texto revisado. Por favor, ressubmeta uma versão com as marcas de alteração e outra sem nenhuma marca de alteração do seu manuscrito revisado.
- Seus arquivos originais estarão disponíveis após fazer o upload de seu manuscrito revisado, então é importante deletar arquivos redundantes antes de concluir sua submissão.
- Você também terá espaço para responder aos comentários dos revisores e dos editores. Por favor, seja o mais específico possível na sua resposta.

PROCESSO DE PRODUÇÃO

Prova do Autor

A Prova do Autor será enviada por e-mail. A prova será enviada em formato PDF, o qual pode ser aberto pelo programa Acrobat Reader. Você receberá a prova com instruções. Aproveite a oportunidade para checar a editoração e eventuais imperfeições. Alterações significativas são difíceis de acomodar em função do processo de revisão ter sido concluído. Neste sentido, ao submeter seu manuscrito, tenha certeza de que está pronto e completo.

POLÍTICA EDITORIAL

Declaração de privacidade

Os nomes e endereços de e-mail inseridos neste site da revista serão usados exclusivamente para os propósitos declarados desta revista e não serão disponibilizados para qualquer outro propósito ou a qualquer outra parte.

Condutas Éticas

Nenhum dado ou imagem identificando um paciente pode ser usado sem consentimento formal (formulários de permissão do paciente estão disponíveis em: www.thieme.com/autores de periódicos); estudos usando seres humanos ou testes em animais devem seguir os padrões éticos do Comitê Interna-cional de Editores de Revistas de Medicina - ICMJE, bem como aprovação do Comitê de Ética da instituição de origem; conflitos de interesse devem ter formulário do ICMJE preenchido por todos os autores (disponível em: http://icmje.org/); marcas comerciais devem ser evitadas; autores são os únicos responsáveis pelas opiniões e conceitos dos artigos publicados, bem como pelos precisão de referência. Você pode encontrar a Declaração do Comitê de Revisão Ética completa aqui: https://cdn0.scrvt.com/9ca5761af4a1cf7bf49dd51537e8f4d1/0cd6b9200990aeae/c93e0c087bf4/Ethical_Review_Committee_Statement_form.pdf

Carta de autorização

O autor correspondente deve enviar carta autorizando a publicação, assinada por todos os co-autores, garantindo a exclusividade da publicação, ou seja, o artigo não deve ser

publicado em outros veículos de notícias, nem estar disponível online. Artigos já publicados em outras mídias devem informar quando e onde foram aceitos para publicação.

Declaração de conflito de interesses (caso haja)

Todos os autores (incluindo os autores correspondentes e coautores associados ao manuscrito) devem fazer uma declaração formal no momento da submissão, indicando qualquer potencial conflito de interesses que possa constituir um constrangimento após a publicação. Tais conflitos podem incluir, mas não estão limitados à participação acionária ou recebimento de uma concessão ou taxa de consultoria de uma empresa cujo produto está incluído no manuscrito submetido ou que fabrica um produto concorrente. Caso o artigo seja aceito para publicação, essas informações serão publicadas com o artigo.

Os tipos de conflitos incluem: Consultoria, Royalties, Apoio à Pesquisa, Apoio Institucional, Propriedade, Estoque/ Opções, Gabinete de Palestrantes e Apoio Societário. Qualquer entidade comercial cujos produtos são descritos, revisados, avaliados ou comparados no manuscrito, exceto aqueles divulgados na seção Agradecimentos, são potenciais conflitos.

Este periódico segue as diretrizes do Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (International Committee of Medical Journal Editors) e um formulário do ICMJE (ICMJE disclosure of potential confl icts of interest (COI) form) sobre potenciais conflitos de interesse (COI) deve ser submetido para cada autor no momento da submissão do manuscrito. Os formulários devem ser enviados mesmo que não haja conflito de interesses. É responsabilidade do autor correspondente garantir que todos os autores cumpram esta política antes da submissão.

Uma declaração de conflito de interesse também deve ser incluída no manuscrito após quaisquer seções de "Agradecimentos" e "Financiamento" e deve resumir todos os aspectos de quaisquer confl itos de interesse incluídos no formulário do ICMJE. Se não houver conflito de interesse, os autores devem incluir 'Conflito de interesse: nenhum declarado'. Clique em http://www.icmje.org/conflicts-of-interest para baixar um formulário de conflito de interesses. As informações de divulgação são importantes no processamento do artigo. Se os formulários fornecidos estiverem incompletos ou faltando, isso pode causar atrasos na publicação do artigo.

Copyright

A Contribuição será publicada e disponibilizada em Acesso Aberto sob os termos da Licença CC BY (Creative Commons -- Atribuição 4.0 Internacional -- CC BY 4.0). Esta licença significa que qualquer pessoa pode usar, adaptar, redistribuir e reproduzir livremente o material em qualquer meio ou formato, mesmo comercialmente, desde que o(s) Colaborador(es) e a Contribuição sejam reconhecidos como fonte, que seja fornecido um link para a Licença de Acesso Aberto e quaisquer modificações do material sejam indicadas. Para obter mais informações sobre nosso programa de Acesso Aberto, visite https://open.thieme.com. Sem prejudicar os termos e condições deste Contrato de Licença de Acesso Aberto para Publicação, você, como Colaborador ou, se aplicável, seu empregador, manterá todos os direitos de propriedade intelectual na Contribuição, bem como em qualquer processo, procedimento ou artigo de fabricação nele descrito. Ao assinar este Contrato de Licença de Acesso Aberto para Publicação, o Colaborador e, se aplicável, o empregador do Colaborador, concede ao Editor, de forma não exclusiva, todos os direitos necessários em relação ao processo editorial e ao serviço de publicação, relacionados a reprodução e distribuição da Contribuição na Revista e em todas as versões subsequentes e disponibilização ao público. Seu trabalho será creditado como © O(s) Autor(es). A Editora tem o direito, mas não a obrigação, de usar os direitos acima mencionados e pode adaptar a Contribuição para esses usos. A Editora levará em consideração os seus interesses legítimos e os dos seus coautores a este respeito.

Papel da fonte de financiamento

É necessário identificar quem forneceu apoio financeiro para a realização da pesquisa e/ou do preparo do manuscrito e uma breve descrição do (s) patrocinador (es), caso haja, na concepção do estudo; na coleta; análise e interpretação de dados; na redação do relatório e na decisão de submeter o manuscrito para publicação. Se não houve envolvimento da (s) fonte (s) de financiamento, isso deverá ser declarado.

Definição de Autoria

O crédito de autoria é baseado no critério estabelecido pelo International Committee of Medical Journal Editors. Cada autor deve ter feito as seguintes contribuições:

1. Contribuições substanciais na concepção e desenho, aquisição de dados ou análise e interpretação dos dados;
2. Rascunhando o artigo ou revisando conteúdo intelectual crítico;
3. Aprovação final da versão publicada.

Colaboradores

Cada autor é solicitado a declarar sua contribuição individual no artigo: todos os autores devem ter participado concretamente da pesquisa e/ou preparação do artigo, para que todos tenham funções descritas nos artigos.

Alterações na autoria

Esperamos que os autores tenham cuidado ao relacionar os nomes dos coautores ***antes*** de submeter seu manuscrito. Qualquer alteração, adição ou remoção do nome de um autor deve ser feita ***antes*** da submissão ser aceita pelo Editor. Para solicitar esta alteração, o Editor precisa receber o seguinte pedido do ***autor correspondente***: (a) a razão para a alteração (b) confirmação (e-mail, carta) de todos os autores de acordo com a alteração. No caso de adição ou remoção, isso inclui o autor em questão.

Apenas em circunstâncias excepcionais o Editor considerará a alteração, adição ou remoção de um autor ***após*** o manuscrito ter sido aceito. Enquanto o Editor avalia a questão, a publicação do artigo fica suspenso. Se o artigo já foi publicado, qualquer pedido aprovado pelo Editor resultará em *um corrigendum*.

CONTATO EDITORIAL

Por favor, contate o Editor-chefe ou a Thieme se tiver qualquer dúvida.

Editor-chefe

Prof. Dr. Geraldo da Rocha Motta Filho
Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia
Alameda Lorena, 427 - 14º Andar - Jd. Paulista, SP, Brasil
rbo@sbot.org.br
T: +55 11 2137 5400

Thieme Publishers

Acquisitions Editor
Ana Bluhm

Production Coordinator
Paula Di Sessa Vavlis
paula.disessa@thieme.com.br

Junior Production Coordinator
Tamiris Moreira Rudolf
tamiris.rudolf@thieme.com.br

Journals Intern
Caroline Bianchi Ávila
carol.avila@thieme.com.br

Descubra todos os episódios de

Academia de Opioides

Uma **Série Adium** sobre o **manejo seguro e adequado** dos opioides no tratamento da Dor.

A Academia de Opioides da Adium foi criada para oferecer conteúdos exclusivos sobre as inúmeras possibilidades criadas pelo uso de opioides no tratamento da dor.

Em nossa série de 4 episódios com grandes médicos especialistas, você descobrirá tudo sobre as características e indicações da prescrição do analgésico.



Episódio 1 | História dos Opioides
Dra. Liege Rosano | CRM-SP 114133
Ortopedista especialista em dor



Episódio 2 | Potência e Eficácia dos Opioides
Dr. Ricardo Kobayashi | CRM-SP 130678
Ortopedista especialista em dor



Episódio 3 | Segurança e Rotação dos Opioides
Dra. Mariana Palladini | CRM-SP 91111
Médica Anestesista e especialista em dor



Episódio 4 | Mesa Redonda
Discussão, dúvidas e considerações finais
Dr. Jamilson Bellan (CRM-SP 123951), Dra. Liege Rosano, Dr. Ricardo Kobayashi e Dra. Mariana Palladini

FA-172-24- ABRIL/2024

Adium