

# Análise da incorporação do enxerto ósseo acetabular\*

## *Analysis of the incorporation process of acetabular bone grafts\**

HENRIQUE RIBEIRO GONÇALVES<sup>1</sup>, EMERSON KIYOSHI HONDA<sup>2</sup>, NELSON KEISKE ONO<sup>3</sup>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar os diversos métodos de avaliação da incorporação do enxerto ósseo acetabular utilizado em artroplastia total de quadril (ATQ) com perda de estoque ósseo. Pesquisamos em publicações da literatura científica mundial, em artigos de periódicos e em livros-texto, a utilização de enxerto ósseo no acetábulo, em ATQ com deficiência de estoque ósseo. Concluimos que a evolução clínica não é um método confiável de avaliação da incorporação de enxertos acetabulares utilizados em ATQ com perda de estoque ósseo. Mesmo sujeito a falhas, o método de avaliação da incorporação mais utilizado é o radiográfico. A cintilografia e tomografia computadorizada apresentam resultados imprecisos e interpretação difícil, não sendo recomendadas para uso rotineiro, e a avaliação histológica é o padrão ouro para determinar a incorporação dos enxertos ósseos, porém seu uso freqüente fica impossibilitado por questões éticas e de morbidade.

**Unitermos** – Prótese de quadril; artroplastia do quadril; transplante ósseo; osteointegração; acetábulo

### ABSTRACT

*The aim of this work was to analyze the various methods of assessment of acetabular bone graft incorporation used in total hip arthroplasty with bone stock loss. The use of bone graft in the acetabulum for total hip replacements with bone stock loss was researched in the international scientific literature, medical journals and textbooks. The authors also studied how bone loss occurs, the biology of bone grafts, and the evolution of the main clinical series that use bone grafts. Their conclusion is that the clinical evolution cannot be considered a reliable method to assess the acetabular graft incorporation used in total hip replacement with bone stock loss. Even subject to failures, radiography is the most commonly used method to evaluate incorporation. Scintigraphy and CT scan show inaccurate results and are difficult to interpret, thus not being recommended for routine use. Histological evaluation is the gold standard to determine bone graft incorporation, although its routine use is precluded by ethical issues and morbidity.*

**Key words** – Hip prosthesis; hip arthroplasty; replacement; hip; bone transplantation; osteointegration; acetabulum

\* Parte da Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. Este trabalho não foi financiado por nenhuma instituição de pesquisa.

1. Pós-graduando do Programa de Pós-graduação em Ortopedia e Traumatologia – Mestrado, da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.
2. Professor e Chefe do grupo de Afecções do Quadril do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.
3. Professor e Médico Assistente do grupo de Afecções do Quadril do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Santa Casa de Misericórdia de São Paulo.

Endereço para correspondência (Correspondence to): Avenida Fagundes Filho, 443, ap. 11B, Bloco Brasília, Bairro Vila Monte Alegre (Jabaquara) – 04304-000 – São Paulo, SP. Tel./Fax: (11) 3225-0958. E-mail: henriqueribgon@uol.com.br

Copyright RBO2003

\* Part of MSc in Orthopedics and Traumatology Program Thesis, Santa Casa de Misericórdia Hospital Medical School of São Paulo, Brazil. This paper did not receive any sort of financing.

1. MSc Student; Orthopedics and Traumatology Program, Santa Casa de Misericórdia Hospital Medical School of São Paulo, Brazil.
2. Professor; Head of Hip Pathology Group, Department of Orthopedics and Traumatology, Santa Casa de Misericórdia Hospital Medical School of São Paulo, Brazil.
3. Professor; Assistant Physician, Hip Pathology Group, Department of Orthopedics and Traumatology, Santa Casa de Misericórdia Hospital Medical School of São Paulo, Brazil.

## INTRODUÇÃO

Na evolução a longo prazo das artroplastias totais do quadril (ATQ), a soltura asséptica dos componentes protéticos é a principal causa de falha<sup>(1,2)</sup>. Está associada à lise óssea, a qual pode se manifestar de forma linear ou localizada. A etiologia desta osteólise ainda não é completamente compreendida, devendo ser provavelmente de origem multifatorial, tendo como principais causas fatores mecânicos e biológicos. Entre os fatores mecânicos temos o desenho e os materiais de que são feitos os implantes, os métodos e a qualidade da fixação, as transferências de cargas, os micromovimentos, os gradientes pressóricos intra-articulares, entre outros<sup>(3)</sup>. Já os fatores biológicos podem ser exemplificados pela necrose tecidual e pela resposta às partículas de desgaste<sup>(4)</sup>. A presença destas osteólises dificulta sobremaneira as revisões, principalmente no lado acetabular, devido à extensão da perda óssea.

Após uma ATQ, além do acompanhamento clínico periódico, é necessário também um seguimento radiográfico, para se detectar, o mais precocemente possível, as lesões osteolíticas; isso porque estes pacientes, freqüentemente, são assintomáticos por anos, mesmo na vigência de perda progressiva de estoque ósseo, só apresentando dor e/ou claudicação quando o componente acetabular migra e a perda óssea já é bastante significativa. Uma vez determinada a perda progressiva do estoque ósseo, por vezes se indica a revisão antes mesmo da soltura dos componentes, com o intuito de evitar uma perda grave deste estoque ósseo<sup>(5)</sup>.

Diversos são os princípios e as opções de tratamento destes defeitos ósseos. Pode-se ou não restaurar o estoque ósseo com enxerto<sup>(6)</sup>. O uso de enxerto ósseo possibilita a restauração do centro de rotação original, a obtenção de estabilidade do implante, a restauração da integridade e da continuidade do acetábulo, além de agregar osso facilitando futuras revisões<sup>(7)</sup>.

Ao se optar pela solução biológica, com restauração do estoque ósseo pela enxertia dos defeitos, várias são as opções de técnicas e tipos de enxerto. Neste aspecto podem existir variações quanto à origem em autólogos ou homólogos, quanto à forma em maciços, estruturais ou picados, quanto ao método de fixação, quanto aos métodos de processamento e armazenamento, entre outras. Cada um destes aspectos vai influenciar na consolidação e na incorporação destes enxertos, eventos estes que são fundamentais na boa evolução destas revisões<sup>(8)</sup>.

## INTRODUCTION

*Aseptic loosening of prosthetic components is the main cause of failure in the long-term evolution of total hip arthroplasties (THA)<sup>(1,2)</sup>. It is associated to bone lysis, which can be linear or localized. The etiology of such osteolysis is yet to be fully understood, and probably has its origin in multiple factors, the most important of which being mechanical and biological. Among the mechanical factors, we can mention prosthesis design and materials, fixation method and quality, load transfers, micromovements, intra-articular pressure gradients, and others<sup>(3)</sup>. Examples of biological factors include tissue necrosis and wear particles response<sup>(4)</sup>. The presence of osteolysis makes revisions much harder, especially on the acetabular side, due to the extent of bone loss.*

*Besides regular clinical follow-up, a radiological follow-up is also required after a THA, in order to detect osteolytic lesions as early as possible, because these patients are often asymptomatic for years, even with a progressive loss of bone stock. They present with pain and/or limping when the acetabular component migrates and the bone loss is already quite significant. Once the progressive bone stock loss is determined, revision is sometimes indicated before component loosening, to avoid a severe loss of that bone stock<sup>(5)</sup>.*

*There are several principles and treatment options for such bone defects. We may or may not restore bone stock through grafting<sup>(6)</sup>. The use of bone stock enables restoration of the original center of rotation, achievement of implant stability, restoration of acetabulum integrity and continuity, and adds bone to provide for easier future revisions<sup>(7)</sup>.*

*If the biological solution with bone stock restoration through defect grafting is the treatment of choice, there are several options of techniques and types of grafting. Grafts may vary as to autologous or homologous origin; they may be massive, structural, or chipped, their method of fixation may vary, their processing and storage methods and other aspects may also vary. Each of those aspects will influence healing and incorporation of the graft, and all of them are fundamental events for a good evolution of these revisions<sup>(8)</sup>.*

*Non-vascularized graft incorporation is a complex process that depends not only on the biological properties of the graft and on the status of receiving bed, but also on the fixation stability and on the mechanical loads to which the*

A incorporação de enxertos não vascularizados é um processo complexo que depende não somente das propriedades biológicas do enxerto e do estado do leito receptor, mas também da estabilidade da fixação e das cargas mecânicas a que é submetido o enxerto. Apesar de muitos enxertos ósseos inicialmente se mostrarem com boa função clínica, a evolução histológica do processo de incorporação segue, por vezes, padrões imprevisíveis<sup>(9)</sup>.

O acompanhamento periódico deste processo por parâmetros diretos implica uma avaliação histológica, a qual se torna inviável por questões éticas e de morbidade. Tornam-se necessários, portanto, parâmetros indiretos para a avaliação desta incorporação, o que já vem sendo descrito com critérios clínicos, radiográficos, tomográficos e cintilográficos.

O objetivo deste trabalho é analisar os diversos métodos de avaliação da incorporação do enxerto ósseo acetabular utilizados em ATQ com perda de estoque ósseo.

## MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO

Sempre que é utilizado um enxerto ósseo, espera-se que ocorra a consolidação e a incorporação do mesmo. Esses são processos distintos, cujos conceitos devem ser bem entendidos, pois são muitas vezes confundidos; da sua perfeita compreensão depende a correta interpretação dos eventos histológicos. Consolidação é a fusão entre o enxerto e o osso hospedeiro, o que ocorre na maioria dos casos. Incorporação é um termo utilizado para descrever as interações biológicas entre o enxerto e o osso hospedeiro que resultam na progressiva substituição de um pelo outro, mantendo as propriedades mecânicas de forma adequada<sup>(9)</sup>.

Com o uso cada vez mais freqüente de enxertos ósseos autólogos e homólogos na ATQ com deficiência de estoque ósseo acetabular, um dos problemas no acompanhamento desses casos é como avaliar a evolução da incorporação dos enxertos. A incorporação do enxerto é um processo lento, que se mantém por anos e ocorre muitas vezes de forma parcial, principalmente em enxertos estruturais.

Uma série de fatores relacionados ao hospedeiro, ao enxerto e à sua técnica de utilização influenciam na sua incorporação. O padrão ouro de avaliação da incorporação dos enxertos é histológico, com uma biópsia determinando o percentual de células viáveis e a arquitetura geral do enxerto. Contudo, este procedimento se torna inviável por questões éticas e devido à morbidade que implica. Com isso, métodos indiretos de avaliação da incorporação dos

*graft is submitted. Although many bone grafts initially show a good clinical function, the histological evolution of the incorporation process sometimes takes unpredictable turns<sup>(9)</sup>.*

*Regular follow-up by means of direct parameters implies a histological assessment, which is impracticable due to ethical issues and morbidity. Thus, indirect parameters are required to assess incorporation, and such parameters have been described with clinical, radiological, tomographic, and scintigraphic criteria.*

*The purpose of this study is to analyze the different methods to assess acetabular bone graft incorporation used for THA with bone stock loss.*

## METHODS OF INCORPORATION ASSESSMENT

*Healing and incorporation of the bone graft is expected whenever the technique is used. Healing and incorporation are different processes and we should fully understand the concepts of each of them because they are often confused. Such understanding must rely on the proper interpretation of histological events. Healing involves the fusion between the graft and the host bone, which happens in most cases. Incorporation is the term used to describe the biological interactions between the graft and host bone that result in the progressive replacement of the former with the latter while adequately maintaining the mechanical properties<sup>(9)</sup>.*

*The widespread use of autologous and homologous bone grafting in THA with acetabular bone stock deficiency creates the problem of assessing the evolution of graft incorporation. Graft incorporation is a slow process that takes years to occur and sometimes results in partial incorporation, particularly when structural grafts are used.*

*A variety of factors related to the host, the graft, and the technique employed have an impact upon incorporation. The gold standard of graft incorporation evaluation is histological, with a biopsy to determine the percentage of viable cells and the general graft architecture. Yet, such procedure is not practicable due to ethical issues and its implied morbidity. Indirect methods to assess incorporation have therefore been described with the intention of correlating such methods to histological results.*

*The most widely used indirect parameters are radiological, and a large number of authors have been described such parameters to evaluate incorporation. The clinical assessment must be interpreted cautiously, as many times*

enxertos vêm sendo descritos, com o intuito de se fazer uma correlação com o que ocorre histologicamente.

Em relação aos parâmetros indiretos, os mais utilizados são os radiográficos, sendo grande o número de autores que descrevem parâmetros para avaliar a incorporação. A avaliação clínica deve ser interpretada com cautela, pois muitas vezes temos pacientes assintomáticos até estágios avançados de soltura e perda óssea acetabular. Outros métodos descritos para avaliação da incorporação são a tomografia computadorizada e a cintilografia óssea; contudo, não são, normalmente, utilizados de forma rotineira.

### **Avaliação clínica**

Do ponto de vista clínico principalmente a dor e a função são avaliadas no período pós-operatório para se determinar a evolução da ATQ. Alguns autores propuseram métodos de avaliação clínica do quadril, sendo os mais utilizados os de D'Aubigné e Postel<sup>(10)</sup>, modificados por Charnley<sup>(11)</sup>, e o de Harris<sup>(12)</sup>. Quando se utiliza enxerto ósseo em ATQ com perda de estoque ósseo, pode-se ter um mau resultado por diversas causas, sendo a mais comum a soltura asséptica. Nesse contexto, a falta de incorporação do enxerto, determinando colapso e falha mecânica da montagem acetabular, é importante processo a ser monitorado. O acompanhamento clínico periódico pode determinar queixas ou alterações ao exame físico que sugiram tal evolução, permitindo nova intervenção antes que uma lesão maior se instale. Contudo, muitas vezes o paciente permanece assintomático por anos, mesmo com a progressão da perda óssea. Quando passa a ser sintomático (usualmente com dor e claudicação), já ocorreu soltura do componente acetabular com grande perda de estoque ósseo<sup>(5)</sup>. Portanto, apesar de recomendado o acompanhamento clínico periódico, seu papel deve ser analisado com cautela no seguimento destes pacientes.

### **Avaliação radiográfica**

A avaliação radiográfica é o parâmetro indireto mais descrito e empregado no seguimento da incorporação dos enxertos ósseos utilizados em ATQ com deficiência de estoque ósseo acetabular.

Hastings e Parker<sup>(13)</sup>, em 1975, foram os primeiros a descrever o uso de enxerto acetabular em ATQ com perda de estoque ósseo. Estes autores utilizaram enxerto autólogo da própria cabeça femoral para restauração da parede medial deficiente em casos com protrusão acetabular secundária a artrite reumatóide. Relataram três casos, mencio-

*we have asymptomatic patients with advanced loosening and severe acetabular bone loss. Other methods described for incorporation assessment include CT scan and bone scintigraphy, but these methods are not routinely used.*

### **Clinical assessment**

*Pain and function are the main clinical factors assessed post-operatively to determine THA evolution. Some authors have proposed clinical hip assessment methods, such as D'Aubigné and Postel<sup>(10)</sup>, modified by Charnley<sup>(11)</sup>, and Harris<sup>(12)</sup>. When bone graft is used for THA with a bone stock loss, the result may be poor due to several causes, aseptic loosening being the most common. As such, the absence of graft incorporation, leading to collapse and mechanical failure of the acetabular frame is an important process to be monitored. Regular clinical follow-up may disclose complaints or physical examination changes that may suggest such evolution, granting another intervention before the lesion can expand. However, the patient many times remains asymptomatic for years, even with progression of bone loss. The appearance of symptoms (usually with pain and limping) tell that the acetabular component is already loosened, with an important loss of bone stock<sup>(5)</sup>. Thus, despite the recommendation for regular clinical follow-up, its relevance should be taken with caution in the follow-up of these patients.*

### **Radiological assessment**

*Radiological assessment is the indirect parameter most commonly described and employed for bone graft incorporation follow-up in THA with acetabular bone stock deficiency.*

*Hastings and Parker<sup>(13)</sup>, in 1975, were the first to describe acetabular grafting for THA with bone stock loss. They used autologous graft from the femoral head to restore a deficient medial wall in cases of acetabular protrusion secondary to rheumatoid arthritis. They reported three cases, indicated a good clinical evolution and discontinuation of the protrusion, but they did not mention the evolution of incorporation.*

*Harris et al<sup>(14)</sup>, in 1977, described 27 patients with severe acetabular bone stock deficiency, mostly due to dysplasia or congenital dislocation. They used autologous, structural femoral head-derived grafting, fixed with screws, nuts, and bolts. They described that radiological assessment required X-rays in different degrees of pelvis rotation to reduce the possibility of misinterpretation. All cases con-*



nando boa evolução clínica e parada da progressão da protrusão, mas não fizeram referência à evolução da incorporação.

Harris *et al*<sup>(14)</sup>, em 1977, descreveram 27 pacientes com deficiência grave de estoque ósseo acetabular, sendo a maior parte por displasia ou luxação congênita. Utilizaram enxerto autólogo, estrutural de cabeça femoral, fixado com parafusos, porcas e arruelas. Descreveram que, para a avaliação radiográfica do enxerto foram necessárias radiografias em vários graus de rotação da pelve, a fim de diminuir a probabilidade de erros de interpretação. Obtiveram consolidação em todos os casos, sem nenhum sinal de reabsorção; contudo, não fizeram nenhuma diferenciação entre consolidação e incorporação, nem citam os parâmetros radiográficos utilizados.

McCollum *et al*<sup>(15)</sup>, em 1980, analisaram 32 quadris com protrusão acetabular secundária, inclusive com casos com revisão de ATQ nos quais utilizaram enxerto estrutural corticoesponjoso no fundo acetabular. Analisaram a incorporação com base em radiografias em projeção ântero-posterior da pelve, avaliando a presença do cruzamento de trabéculas do enxerto para o osso hospedeiro. Este foi o primeiro parâmetro radiográfico objetivamente descrito na avaliação da incorporação de enxertos ósseos acetabulares e posteriormente utilizado por diversos outros autores<sup>(16,17,18,19)</sup>. Clarke *et al*<sup>(18)</sup>, em 1990, também utilizaram o cruzamento de trabéculas como parâmetro. Determinaram que a avaliação do padrão trabecular fica dificultada, pois o plano dos enxertos usualmente é tangencial ao plano da radiografia, a incorporação não se faz de maneira uniforme em todo o enxerto e, principalmente nos enxertos colocados na parede medial, ocorre sobreposição com o osso hospedeiro.

Slooff *et al*<sup>(19)</sup>, em 1984, apresentaram seu trabalho inicial com o uso de enxerto esponjoso impactado associado com tela metálica e prótese cimentada na ATQ com perda de estoque ósseo acetabular. Utilizaram como sinais de incorporação a ausência de radioluminescências entre o osso hospedeiro e o enxerto, a ausência de reabsorção do enxerto, a homogeneização da densidade radiográfica entre o enxerto e o osso hospedeiro e a parada da protrusão acetabular. Este é o primeiro trabalho no qual se nota preocupação com uma avaliação mais ampla da incorporação. Os autores deram mais ênfase à análise das radioluminescências na interface enxerto/osso hospedeiro, do que às radioluminescências convencionais na interface enxerto/cimen-

*solidated with no signs of resorption, however they did not differentiate between healing and incorporation, nor did they mention the radiological parameters used.*

*McCollum et al<sup>(15)</sup>, in 1980, analyzed 32 hips with secondary acetabular protrusion, including cases of THA revision using corticocancellous structural grafting in the acetabular bed. They assessed incorporation based on pelvis anteroposterior projection X-rays, analyzing the trabecular crossover from the graft towards the host bone. This was the first radiological parameter objectively described for the assessment of acetabular bone graft incorporation, and it was later employed by several authors<sup>(16,17,18,19)</sup>. Clarke et al<sup>(18)</sup>, in 1990, also used trabecular crossover as a parameter. They determined that trabecular pattern evaluation is difficult, because the grafting plane is usually tangential to the X-ray plane, incorporation is not even throughout the graft, and particularly so on the grafts placed at the medial wall, where the graft overlaps the host bone.*

*Slooff et al<sup>(19)</sup>, in 1984, presented their initial work using impacted cancellous graft associated to a metallic mesh and cemented prosthesis for THA with acetabular bone stock loss. The incorporation signs they used were the absence of radiolucency between host bone and graft, lack of graft resorption, homogeneity of radiographic density between graft and host bone, and discontinuation of acetabular protrusion. This is the first study displaying a concern with a broader assessment of incorporation. The authors emphasized radiolucency analysis at the graft/host bone interface more than conventional radiolucency at the graft/cement interface, as the events that determine incorporation start at the graft/host bone interface. They also used, as Harris did in his series, graft resorption as a parameter of incorporation failure, which has been confirmed as a reliable parameter of incorporation evolution of structural grafts<sup>(16,21,22,23,24,25)</sup>. Ramos et al<sup>(26)</sup>, in 1999, also used the discontinuation of acetabular protrusion as a radiological parameter of incorporation when they analyzed 19 hips with acetabular protrusion submitted to THA with en bloc autologous bone graft.*

*Gerber and Harris<sup>(16)</sup>, in 1986, continued to assess their patient series, now with a mean of seven years of follow-up, and determined more objective parameters for the assessment of incorporation. They valued graft resorption and classified it as mild, moderate, and severe, and reported the percentage of acetabular dome covered by graft. They assessed loosening based on radiolucency and migration,*

to, uma vez que os eventos que determinam a incorporação se iniciam nesta primeira interface. Além disso, utilizaram, assim como nas séries de Harris, a reabsorção do enxerto como um parâmetro da falta de incorporação, o que se confirmou como parâmetro fidedigno de evolução da incorporação dos enxertos estruturais<sup>(16,21,22,23,24,25)</sup>. Ramos *et al*<sup>(26)</sup>, em 1999, também utilizaram a parada da protrusão acetabular como parâmetro radiográfico de incorporação, ao analisar 19 quadris com esta afecção, submetidos à ATQ com uso de enxerto ósseo autólogo em bloco.

Gerber e Harris<sup>(16)</sup>, em 1986, continuaram avaliando sua série de pacientes, agora com média de sete anos de seguimento, determinando parâmetros mais objetivos de avaliação da incorporação. Deram importância à reabsorção do enxerto, classificando-a em leve, moderada e grave, bem como se reportaram ao percentual de cúpula acetabular coberta pelo enxerto. Avaliaram a soltura com base em radioluminescências e migração, classificando o componente em possivelmente solto, falha iminente e definitivamente solto e correlacionando a soltura com a falha na incorporação do enxerto. Analisando-se os trabalhos de Harris, nos quais este descreveu a evolução desses casos, observava-se, inicialmente, a boa evolução com aparente incorporação do enxerto e montagem estável. Após os 5,9 anos começaram os sinais de reabsorção e colapso que se correlacionavam com a falha mecânica das montagens; a partir daí a reabsorção e a falha iam aumentando proporcionalmente, denotando a importância deste parâmetro como preditor de incorporação dos enxertos. Drumond e Brasil<sup>(27)</sup>, em 1990, e Alencar *et al*<sup>(28)</sup>, em 1999, também valorizaram a reabsorção do enxerto e a estabilidade do componente acetabular na avaliação da incorporação. Drumond e Brasil<sup>(27)</sup> (1990) descreveram, ainda, a migração do material de síntese como outro parâmetro.

Oakeshott *et al*<sup>(22)</sup>, em 1987, também procederam a uma avaliação ampla da incorporação dos enxertos, utilizando parâmetros já descritos, como a densidade, o aspecto da junção osso hospedeiro/enxerto e a migração dos componentes. Introduziram a análise da presença de trabeculado ósseo no interior do enxerto como sinal radiográfico de incorporação. A partir de então outros autores passaram a utilizar este parâmetro<sup>(19,29,30,31,32)</sup>, o qual se mostra muito importante principalmente em enxertos esponjosos impactados, uma vez que traduz a reorganização da arquitetura interna do osso, certamente à custa da formação de osso vivo, pois parte de uma situação na qual as trabéculas não existem (enxerto necrótico) para uma outra na qual se tem

*and classified the component as possibly loose, imminent failure, and positively loose, correlating loosening to graft incorporation failure. An analysis of the work published by Harris to describe the evolution of such cases showed a good initial evolution with apparent graft incorporation and stable set up. After 5.9 years resorption signs and collapse began, which were related to set up mechanical failure. From that point on, resorption and failure increased proportionally, showing its importance as graft incorporation predictor. Drumond and Brasil<sup>(27)</sup>, in 1990, and Alencar *et al*<sup>(28)</sup>, in 1999, also valued graft resorption and acetabular component stability when assessing incorporation. Drumond and Brasil<sup>(27)</sup>, in 1990, also described the migration of synthesis material as another parameter.*

*Oakeshott *et al*<sup>(22)</sup>, in 1987, also made a broad assessment of graft incorporation using parameters already described, such as density, the appearance of host bone/graft interface, and component migration. They introduced the analysis of bone trabecular pattern within the graft as a radiographic sign of incorporation. From that point on, other authors started using that parameter<sup>(19,29,30,31,32)</sup>, which proved to be very important, mainly for impacted cancellous grafts, as it reflects reorganization of the inner bone architecture, certainly due to the formation of live bone, as it goes from a scenario in which there are no trabeculae (necrotic graft), into another scenario where there is a trabecular pattern organized according to the loads to which the region is submitted (organized live bone).*

*Azuma *et al*<sup>(31)</sup>, in 1994, described the importance of the sclerotic line at the graft/host bone interface to assess graft incorporation. They presented discontinuity of the sclerotic line as an early criterion of graft incorporation, and the total disappearance of that line in addition to the return of normal bone density as a criterion of complete incorporation. According to the authors, "...disappearance of the sclerotic demarcation lines, the return to normal graft density, the development of normal, aligned trabecular pattern, and acetabular protrusion remodeling, all point to the fact that homologous grafts are being rapidly replaced with live bone tissue according to Wolff's law".*

*Marti *et al*<sup>(33)</sup>, in 1994, considered trabecular reorientation within the bone in response to the loads to which the bone is submitted as the main radiographic indicator of graft incorporation. According to these authors, this is a reliable incorporation parameter for structural grafts as the formation of a new trabecular pattern can only occur from living bone, thus showing that the necrotic graft was*

um padrão trabecular organizado segundo as cargas a que são submetidas nesta região (osso vivo reorganizado).

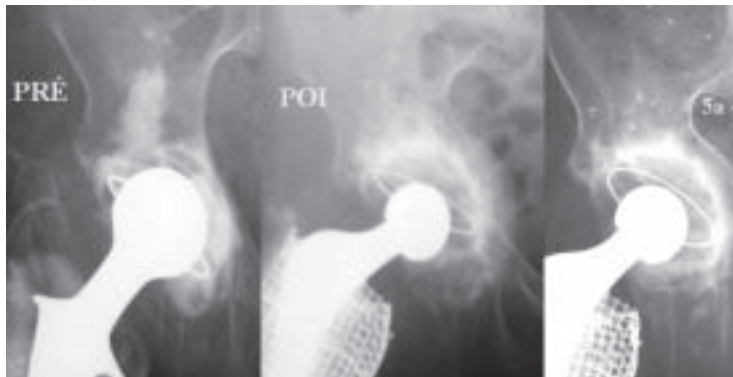
Azuma *et al.*<sup>(31)</sup>, em 1994, descreveram a importância da linha esclerótica na interface enxerto/osso hospedeiro na avaliação da incorporação dos enxertos. Apresentaram como critério de incorporação precoce do enxerto a descontinuidade da linha esclerótica e como incorporação completa o desaparecimento total dessa linha, além do retorno à densidade normal do osso. Segundo os próprios autores:

*“... o desaparecimento das linhas de demarcação escleróticas, a restauração da densidade normal do enxerto, o desenvolvimento de trabeculado normal e alinhado e a remodelação da protrusão acetabular, todos indicam que os enxertos homólogos estão sendo rapidamente substituídos por tecido ósseo vivo e que obedecem às leis de Wolff.”*

Marti *et al.*<sup>(33)</sup>, em 1994, consideraram, como principal indicador radiográfico de incorporação do enxerto, a reorientação do trabeculado no interior do enxerto em resposta às cargas a que está sendo submetido. De acordo com os autores, em enxertos estruturais, este é um parâmetro fidedigno de incorporação, pois, se um novo padrão trabecular está se formando, isso só pode ocorrer a partir de osso vivo, determinando assim que houve substituição do enxerto necrótico por tecido viável, portanto, que houve incorporação.

Em nosso meio, outros autores descreveram o uso de enxerto ósseo em ATQ com deficiência do estoque ósseo acetabular. Contudo, não houve preocupação com a avaliação da incorporação dos enxertos, uma vez que não são descritos os parâmetros para esta avaliação<sup>(34,35,36,37)</sup>.

Como exemplos dos parâmetros radiográficos descritos, descreveremos algumas seqüências de casos. A paciente A.M.S. (fig. 1) apresenta soltura asséptica do componente acetabular após 14 anos de ATQ. Comparando a área enxer-



**Fig. 1** – Evolução de revisão de ATQ com cinco anos e quatro meses; percebe-se a formação de trabéculas no interior do enxerto, o cruzamento de trabéculas do enxerto para o osso hospedeiro e a orientação do trabeculado no interior do enxerto de acordo com as cargas da região.

**Fig. 1** – Total hip replacement (THR) revision with five years and four months of follow-up period shows the formation of bone trabecular inside the graft, the crossing of the trabecular in the graft/host junction and the direction of the trabecular pattern inside the graft according to the load in the acetabulum

replaced with viable tissue, and thus there was incorporation.

Other Brazilian authors described the use of bone graft in THA with acetabular bone stock deficiency. However, there was no concern with assessing graft incorporation, as they do not describe assessment parameters<sup>(34, 35,36,37)</sup>.

We will show some examples of the radiographic parameters described. AMS (figure 1) presents aseptic loosening of acetabular component

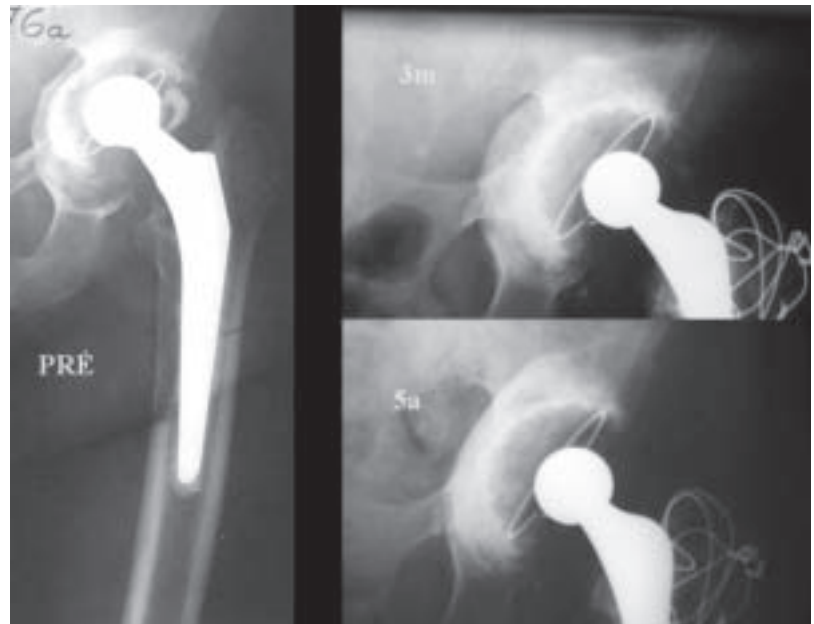
after 14 years of THA. The comparison of the grafted area on the immediate post-operative period to five years and four months follow-up shows trabecular formation within the graft, trabecular crossover from the graft to the host bone, and the trabecular orientation in accordance with the loads to which the region was submitted. MBG (figure 2) presents aseptic loosening associated to acetabular component protrusion. Comparing X-rays dated three months after surgery to those made in the five-year follow-up, one can see discontinuation of the acetabular protrusion, absence of radiolucency between the host bone and the graft, remodeling, and absence of graft resorption. The X-ray of patient RH (figure 3) made two months after surgery, shows a radiolucent line between the graft and the host bone, which disappeared at 13-month follow-up. During that period, the sclerotic line disappears at the graft/host bone interface, and there appears radiographic density homogeneity between graft and host bone.

Regarding the radiographic assessment of graft incorporation, the validation of criteria used calls for studies to correlate evaluation methods to graft evolution. Such validation would, ideally, be made by comparison to histological analysis. Nevertheless, such study is impracticable due to ethical issues and morbidity. A valid correlation would, in the least, be obtained with the long term failure results, since the major cause of poor results is the aseptic loosening. A loosening incidence higher than that of THAs



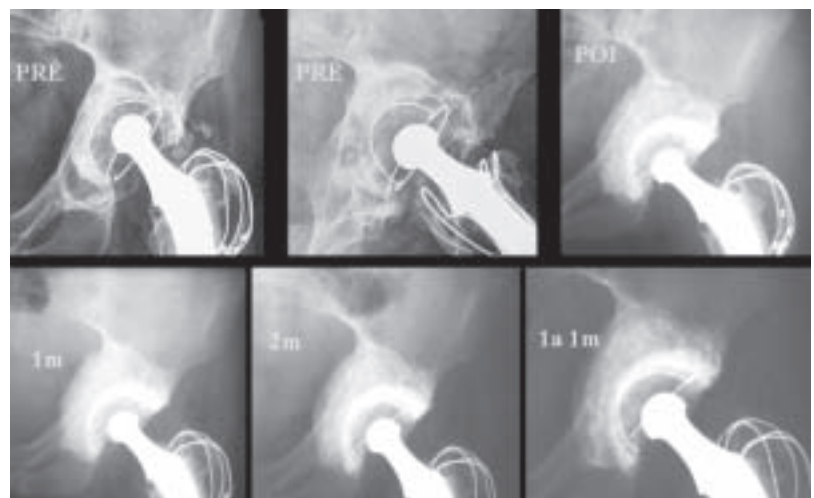
tada no período pós-operatório imediato com a evolução com cinco anos e quatro meses, percebe-se a formação de trabéculas no interior do enxerto, o cruzamento de trabéculas do enxerto para o osso hospedeiro e a orientação do trabeculado no interior do enxerto de acordo com as cargas da região. A paciente M.B.G. (fig. 2) apresenta soltura asséptica associada a protrusão do componente acetabular. Comparando-se as radiografias com três meses com a evolução após cinco anos, observa-se parada da protrusão acetabular, ausência de radioluminescências entre o osso hospedeiro e o enxerto, remodelamento e ausência de reabsorção do enxerto. Na paciente R.H. (fig. 3), nota-se na radiografia com dois meses de seguimento uma linha radioluminescente entre o enxerto e o osso hospedeiro, a qual desaparece na evolução com um ano e um mês. Nesse período, desaparece a linha esclerótica na interface enxerto/osso hospedeiro e ocorre homogeneização da densidade radiográfica entre o enxerto e o osso hospedeiro.

Em relação à avaliação radiográfica da incorporação dos enxertos, a validação dos critérios utilizados necessitaria de estudos que correlacionassem os métodos de avaliação com a evolução dos enxertos, a qual, idealmente, deveria ser comparada com uma análise histológica. Todavia, esta fica impossibilitada por questões éticas e de morbidade. Seria pelo menos válida a correlação com os resultados a longo prazo em termos de falha, uma vez que a principal causa de mau resultado é a soltura asséptica e, neste caso, uma incidência de soltura maior que de ATQ primárias, feitas nas mesmas circunstâncias, deveria ser decorrente de falta de incorporação do enxerto com falha mecânica da montagem. Contudo, na literatura, os trabalhos citam os métodos de avaliação da incorporação do enxerto utilizados e relatam os resultados a longo prazo em termos de falha, como dados absolutos, sem determinar a relação entre eles. Isso dificulta a demonstração da relação de causa e efeito entre a falha e a falta de incorporação (de acordo com um dado método de avalia-



**Fig. 2** – Evolução após cinco anos de revisão de ATQ na qual se observa parada da protrusão acetabular, ausência de radioluminescências entre o osso hospedeiro e o enxerto, remodelamento e ausência de reabsorção do enxerto

*Fig. 2* – THR revision with five years of follow-up period with a stop in the acetabular protrusion, absence of radiolucent lines between the host bone and the graft, remodeling and absence of reabsorption of the graft



**Fig. 3** – Evolução de revisão de ATQ com um ano e um mês de período pós-operatório na qual se verifica o desaparecimento da linha radioluminescente entre o enxerto e o osso hospedeiro, o desaparecimento da linha esclerótica na interface enxerto/osso hospedeiro e uma homogeneização da densidade radiográfica entre o enxerto e o osso hospedeiro

*Fig. 3* – THR revision with one year and one month of follow-up period with disappearance of the radiolucent line between the graft and the host bone, disappearance of the sclerotic line between the graft and the host bone and the homogeneity of the radiographic density between the graft and the host bone



ção). Dessa forma, o que acaba por validar os parâmetros radiográficos de análise da incorporação são as séries com seguimentos longos com uso de enxerto, como as de Harris, em enxerto estrutural de cabeça<sup>(14,16,21,23,24,25,38,39)</sup>, e as de Slooff, em enxerto esponjoso picado e impactado<sup>(19,20,32,40,41,42)</sup>. Na primeira, quando os enxertos começaram a mostrar sinais radiográficos de que a incorporação não estava ocorrendo (principalmente devido à reabsorção), os resultados mostraram taxas crescentes de falha, correlacionando a falta de incorporação com a falha mecânica. Nas séries de Slooff, essa mesma correlação se mostrou coerente, com índices de falha similares aos de artroplastias primárias, realizadas nas mesmas condições e sem o uso de enxerto, associadas com a incorporação dos enxertos segundo o parâmetro utilizado.

### Outros métodos indiretos

Outros métodos de avaliação são a cintilografia óssea e a tomografia computadorizada.

Mendes *et al*<sup>(43)</sup>, em 1984, descreveram a utilização de tomografia computadorizada na avaliação da incorporação por acreditarem que a avaliação radiográfica é imprecisa e de difícil interpretação. Contudo, as dificuldades de interpretação persistiram, mesmo com o uso deste método, sendo citada como maior problema a distorção promovida pelo metal dos componentes e pelo sulfato de bário do cimento. Reforçaram a importância da incorporação do enxerto para a boa evolução da montagem.

Trancik *et al*<sup>(17)</sup>, em 1986, utilizaram a cintilografia óssea na avaliação da incorporação dos enxertos ósseos. Estudaram 21 quadris com seguimento médio de três anos e meio submetidos à revisão de ATQ com uso de enxerto homólogo estrutural. Descreveram o uso de cintilografia plana e de SPECT (*single photon-emission computed tomography*), na avaliação da atividade metabólica dentro do enxerto e na observação da interface enxerto/osso hospedeiro. Consideraram como incorporação do enxerto a distribuição simétrica e aumentada do radioisótopo. Concluíram que a cintilografia plana não é bom método para avaliação da incorporação, principalmente devido à sobreposição com a bexiga e com o osso hospedeiro adjacente, fato este que pode ser atenuado com o uso da cintilografia por SPECT.

### Avaliação histológica

Como mencionado anteriormente, a realização de estudos histológicos de rotina nos pacientes fica impossibilitada

*performed in the same circumstances should be caused by failure in graft incorporation with mechanical set up failure. However, papers in the literature describe graft incorporation assessment methods and report long-term results in terms of failure as absolute data without correlating them. That makes for a difficult demonstration of cause and effect relation between the failure and the lack of incorporation (according to a given assessment method). Therefore, the validation of radiographic parameters for the assessment of incorporation is found in long-term follow-up series, such as Harris, of femoral head structural graft<sup>(14,16,21,23,24,25,38,39)</sup>, and Slooff, of impacted chipped cancellous graft<sup>(19,20,32,40,41,42)</sup>. In the former, when grafts began to show radiographic signs of incorporation failure (mainly due to resorption), results showed growing failure rates, correlating lack of incorporation to mechanical failure. In the Slooff series, the same correlation was coherent, with failure rates similar to those of primary arthroplasties performed under the same conditions and without using graft, associated to graft incorporation according to the parameter used.*

### Other indirect methods

*Other evaluation methods include bone scintigraphy and CT scan.*

*Mendes et al<sup>(43)</sup>, in 1984, described the use of computerized tomography to assess incorporation, assuming that X-ray evaluation is not precise and difficult to read. However, the interpretation difficulties persisted with such method. The major problem mentioned is the distortion caused by metal in the components and by the barium sulfate content of the cement. They stressed the importance of graft incorporation for a satisfactory set up evolution.*

*Trancik et al<sup>(17)</sup>, in 1986, used bone scintigraphy to assess bone graft incorporation. They studied 21 hips with a mean follow-up of three and a half years, submitted to THA revision with structural homologous graft. They described the use of plane and SPECT (single photon-emission computed tomography) scintigraphy to assess metabolic activity within the graft and to observe the graft/host bone interface. They considered the increased radioisotope symmetrical distribution as graft incorporation. Their conclusion was that plane scintigraphy is not a good method to assess incorporation, especially due to the overlap with the bladder overlapping and the adjacent host bone, which may be attenuated by SPECT scintigraphy.*

da por questões éticas e de morbidade. Contudo, em diversas situações, existe a indicação de reintervenção, mas não a necessidade clínica de revisão. Luxações recorrentes, excisão de ossificação heterotópica, revisão de fixação de osteotomia do grande trocanter, dentre outros, são exemplos desses casos. Além disso, a própria soltura dos componentes com indicação de nova revisão é uma oportunidade de se realizar uma biópsia e compará-la com os achados dos métodos indiretos de avaliação da incorporação. Isso leva a uma melhor compreensão do papel de cada um desses métodos indiretos, permitindo que eles sejam utilizados com mais segurança na determinação do que realmente ocorre na incorporação de enxertos ósseos em revisões de ATQ. Infelizmente, os trabalhos na literatura que avaliaram a histologia destes enxertos são poucos e apresentaram número reduzido de casos<sup>(14,16,38,40,44,45,46)</sup>, sendo que a maioria não fez qualquer correlação entre os achados radiográficos, ou de outros métodos, com a histologia. Ling *et al*<sup>(44)</sup>, em 1993, apresentaram um caso de revisão femoral com três anos e meio de seguimento, no qual os aspectos radiográfico e histológico eram concordantes. Heekin *et al*<sup>(45)</sup>, em 1995, relataram três casos de análise histológica, com 18, 53 e 83 meses. Referiram que, da evolução mais curta para a mais longa, ocorreu gradual incorporação do enxerto. Na comparação entre as biópsias e a avaliação radiográfica, apesar do pequeno número de casos, esta última se mostrou bastante discrepante. Em razão disso, os autores concluíram que a incorporação dos enxertos esponjosos em ATQ se faz de maneira total e que a extensão da incorporação não pode ser prevista de maneira segura com a avaliação radiográfica.

## CONCLUSÕES

Após a revisão da literatura realizada, concluímos que:

- 1) A evolução clínica não é um método confiável de avaliação da incorporação de enxertos acetabulares utilizados em artroplastia total de quadril com perda de estoque ósseo;
- 2) Embora a avaliação radiográfica seja o método indireto mais utilizado para a avaliação da incorporação de enxertos acetabulares utilizados em artroplastia total de quadril com perda de estoque ósseo, é sujeito a falhas e não prevê a extensão da incorporação de maneira segura;
- 3) A cintilografia óssea e a tomografia computadorizada apresentam resultados imprecisos e interpretação difícil, não sendo recomendadas para o uso rotineiro;

## Histological assessment

*As mentioned earlier, ethical issues and morbidity preclude routine histological studies in patients. However, in various situations, there is an indication for re-operation, which is not necessarily due to the need of revision. Examples include recurring dislocations, excision of heterotopic ossification, and revision of the osteotomy fixation of the greater. In addition, component loosening with indication for revision is an opportunity for biopsy and comparison to the findings of other indirect methods to assess incorporation. This would lead to a better understanding of the role of each indirect method, leading to their safer use to determine what really happens during bone graft incorporation in THA revisions. Unfortunately, there are few papers in the literature evaluating graft histology, with a reduced number of cases<sup>(14,16,38,40,44,45,46)</sup>, and the majority does not correlate radiographic or other findings to histological findings. Ling *et al*<sup>(44)</sup>, in 1993, presented a case of femoral revision with follow-up of three and a half years, where radiographic aspects and histological findings were concordant. Heekin *et al*<sup>(45)</sup>, in 1995, reported three cases of histological analysis at 18, 53, and 83 months. They claimed that from the shortest to the longest evolution there was gradual graft incorporation. When comparing biopsies to radiographic assessment, despite the small number of cases, there was a large discrepancy. For all those reasons, the authors concluded that cancellous bone graft incorporation in THA should be total, and that the extent of incorporation cannot be safely anticipated with radiographic assessment.*

## CONCLUSIONS

*After literature revision, our conclusion is:*

- 1) *The clinical evolution is not a reliable method to assess acetabular graft incorporation in total hip arthroplasties with loss of bone stock;*
- 2) *Although radiological assessment is the most widely used indirect method to assess acetabular graft incorporation in total hip arthroplasties with loss of bone stock, it is subject to failures and does not securely anticipate the extent of incorporation;*
- 3) *Bone scintigraphy and CT scan present inaccurate results that are difficult to interpret, thus not recommended for routine use;*
- 4) *Histological assessment is the gold standard to determine bone graft incorporation, although its systematic use is impractical due to ethical issues and morbidity.*

4) A avaliação histológica é o padrão ouro para determinar a incorporação dos enxertos ósseos, embora seu uso sistemático fique impossibilitado por questões éticas e de morbidade.

## REFERÊNCIAS / REFERENCES

- Charnley J.: Low-friction arthroplasty of the hip: theory and practice. New York, Springer-Verlag, 396, 1979.
- Callaghan J.J., Salvati E.A., Pellicci P.M., Wilson Jr. P.D., Ranawat C.S.: Results of revision for mechanical failure after cemented total hip replacement, 1979 to 1982. A two to five-year follow-up. J Bone Joint Surg [Am] 67: 1074-1085, 1985.
- Van der Vis H.M., Aspenberg P., Kleine R., Tigchelaar W., Noorden C.J.F.: Short periods of oscillating fluid pressure directed at a titanium-bone interface in rabbits lead to bone lysis. Acta Orthop Scand 69: 5-10, 1998.
- Schmalzried T.P., et al: The mechanism of loosening of cemented acetabular components in total hip arthroplasty. Analysis of specimens retrieved at autopsy. Clin Orthop 274: 60-78, 1992.
- Raut V.V., Siney P.D., Wroblewski B.M.: Cemented revision for aseptic acetabular loosening. A review of 387 hips. J Bone Joint Surg [Br] 77: 357-361, 1995.
- Callaghan J.J., Rosenberg A.G., Rubash H.E.: The Adult Hip. New York, Lippincott-Raven, 1579, 1988.
- D'Antonio J.A., et al: Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. Clin Orthop 243: 126-137, 1989.
- Stevenson S.: Biology of bone grafts. Orthop Clin North Am 30: 543-552, 1999.
- Bauer T.W., Muschler G.F.: Bone graft materials. An overview of the basic science. Clin Orthop 371: 10-27, 2000.
- D'Aubigné R.M., Postel M.: Functional results of hip arthroplasty with acrylic prostheses. J Bone Joint Surg [Am] 36: 451-475, 1954.
- Charnley J.: The long-term results of low-friction arthroplasty of the hip performed as a primary intervention. J Bone Joint Surg [Br] 54: 61-76, 1972.
- Harris W.H.: Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty: an end-result study using a new method of result evaluation. J Bone Joint Surg [Am] 51: 737-755, 1969.
- Hastings D.E., Parker S.M.: Protrusion acetabuli in rheumatoid arthritis. Clin Orthop 108: 76-83, 1975.
- Harris W.H., Crothers O., Oh I.: Total hip replacement and femoral-head bone-grafting for severe acetabular deficiency in adults. J Bone Joint Surg [Am] 59: 752-759, 1977.
- McCullum D.E., Nunley J.A., Harrelson J.M.: Bone-grafting in total hip replacement for acetabular protrusion. J Bone Joint Surg [Am] 62: 1065-1073, 1980.
- Gerber S.D., Harris W.H.: Femoral head autografting to augment acetabular deficiency in patients requiring total hip replacement. A minimum five-year and an average seven-year follow-up study. J Bone Joint Surg [Am] 68: 1241-1248, 1986.
- Trancik T.M., Stulberg B.N., Wilde A.H., Feiglin D.H.: Allograft reconstructions of the acetabulum during revision total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg [Am] 68: 527-533, 1986.
- Clarke H.J., Jinnah R.H., Lennox D.: Osteointegration of bone graft in porous-coated total hip arthroplasty. Clin Orthop 258: 160-167, 1990.
- Slooff T.J.J.H., Schimmel J.W., Buma P.: Cemented fixation with bone grafts. Orthop Clin North Am 24: 667-677, 1993.
- Slooff T.J.J.H., Huiskes R., Horn J., Lemmens A.J.: Bone grafting in total hip replacement for acetabular protrusion. Acta Orthop Scand 55: 593-596, 1984.
- Jasty M., Harris W.H.: Total hip reconstruction using frozen femoral head allograft in patients with acetabular bone loss. Orthop Clin North Am 18: 291-299, 1987.
- Oakeshott R.D., Morgan D.A.F., Zucor D.J., Rudan J.F., Brooks P.J., Gross A.E.: Revision total hip arthroplasty with osseous allograft reconstruction. A clinical and roentgenographic analysis. Clin Orthop 225: 37-61, 1987.
- Jasty M., Harris W.H.: Salvage total hip reconstruction in patients with major acetabular bone deficiency using structural femoral head allografts. J Bone Joint Surg [Br] 72: 63-67, 1990.
- Mulroy R.D., Harris W.H.: Failure of acetabular autogenous grafts in total hip arthroplasty. Increasing incidence: a follow-up note. J Bone Joint Surg [Am] 72: 1536-1540, 1990.
- Shinar A.A., Harris W.H.: Bulk structural autogenous grafts and allografts for reconstruction of the acetabulum in total hip arthroplasty. Sixteen-year-average follow-up. J Bone Joint Surg [Am] 79: 159-168, 1997.
- Ramos W.M., Mestriner L.A., Takata E.T., Molla C.F., Laredo Filho J.: Análise da evolução do enxerto autólogo da cabeça femoral em pacientes com protrusão acetabular submetidos à artroplastia total do quadril. Rev Bras Ortop 34: 55-58, 1999.
- Drumond S.N., Brasil N.A.: O uso do enxerto ósseo em deficiências acetabulares na artroplastia total do quadril. Rev Bras Ortop 25: 125-130, 1990.
- Alencar P.G.C., Klassen R., Dau L., Benato M.L.: Uso de enxerto autólogo de cabeça femoral em artroplastia total de quadril primária. Rev Bras Ortop 34: 499-504, 1999.
- Samuelson K.M., Freeman M.A.R., Levack B., Rassmussen G.L., Revell P.A.: Homograft bone in revision acetabular arthroplasty: a clinical and radiographic study. J Bone Joint Surg [Br] 70: 367-372, 1988.
- Gie G.A., Linder L., Ling R.S.M., Simon J.P., Slooff T.J.J.H., Timperley A.J.: Impacted cancellous allografts and cement for revision total hip arthroplasty. J Bone Joint Surg [Br] 75: 14-21, 1993.
- Azuma T., Yasuda H., Okagaki K., Sakai K.: Compressed allograft chips for acetabular reconstruction in revision hip arthroplasty. J Bone Joint Surg [Br] 76: 740-744, 1994.
- Schreurs B.W., Slooff T.J.J.H., Buma P., Gardeniers J.W.H., Huiskes R.: Acetabular reconstruction with impacted morsellised cancellous bone graft and cement. A 10 to 15 year follow-up of 60 revision arthroplasties. J Bone Joint Surg [Br] 80: 391-395, 1998.
- Marti R.K., Schüller H.M., van Steijn M.J.A.: Superolateral bone grafting for acetabular deficiency in primary total hip replacement and revision. J Bone Joint Surg [Br] 76: 728-734, 1994.
- Rudelli S., Honda E., Angeli J.A.: Uso de enxerto ósseo nas revisões com prótese total do quadril não cimentada e híbrida. Rev Bras Ortop 27: 281-288, 1992.



35. Chagas A.M., Camisa Jr. A., Dozza P.R., Roos M.V.: O enxerto ósseo homólogo de banco em cirurgia de revisão com prótese total de quadril não cimentada. *Rev Bras Ortop* 28: 309-314, 1993.
36. Rondinelli P.C., Pina Cabral F., Freitas E.H., Penedo J.L., Silveira S.L.C., Medina B.T.: Cirurgia de revisão na artroplastia do quadril com a utilização de enxerto de banco de ossos. *Rev Bras Ortop* 28: 343-400, 1993.
37. Roos M.V., Camisa Jr. A.: A reconstrução acetabular com enxerto homólogo na revisão com prótese cimentada: resultados tardios. *Rev Bras Ortop* 29: 398-400, 1994.
38. Harris W.H.: Allografting in total hip arthroplasty in adults with severe acetabular deficiency including a surgical technique for bolting the graft to the ilium. *Clin Orthop* 162: 150-164, 1982.
39. Kwong L.M., Jasty M., Harris W.H.: High failure rate of bulk femoral head allografts in total hip acetabular reconstructions at 10 years. *J Arthroplasty* 8: 341-346, 1993.
40. Buma P., Lamerigts N., Schreurs B.W., Gardeniers J., Versleyen D., Slooff T.J.J.H.: Impacted graft incorporation after cemented acetabular revision. Histological evaluation in 8 patients. *Acta Orthop Scand* 67: 536-540, 1996.
41. Slooff T.J.J.H., Buma P., Schreurs B.W., Schimmel J.W., Huiskes R., Gardeniers J.: Acetabular and femoral reconstruction with impacted graft and cement. *Clin Orthop* 324: 108-115, 1996.
42. Schreurs B.W., Tienen T.G., Buma P., Verdonschot N., Gardeniers J.W.M., Slooff T.J.J.H.: Favorable results of acetabular reconstruction with impacted morsellized bone grafts in patients younger than 50 years. A 10- to 18-year follow-up study of 34 cemented total hip arthroplasties. *Acta Orthop Scand* 72: 120-126, 2001.
43. Mendes D.G., Roffman M., Silbermann M.: Reconstruction of the acetabular wall with bone graft in arthroplasty of the hip. *Clin Orthop* 186: 29-37, 1984.
44. Ling R.S.M., Timperley A.J., Linder L.: Histology of cancellous impaction grafting in the femur. A case report. *J Bone Joint Surg [Br]* 75: 693-696, 1993.
45. Heekin R.D., Engh C.A., Vinh T.: Morselized allograft in acetabular reconstruction. A postmortem retrieval analysis. *Clin Orthop* 319: 184-190, 1995.
46. Van der Donk S., Buma P., Slooff T.J., Gardeniers J.W., Schreurs B.W.: Incorporation of morselized bone grafts: a study of 24 acetabular biopsy specimens. *Clin Orthop* 396: 131-141, 2002.