

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS CIRÚRGICAS

**ARTRODESE SUBTALAR APÓS FRATURA DO CALCÂNEO COM  
ENXERTO ÓSSEO AUTÓLOGO OU XENOENXERTO LIOFILIZADO**

CARLO HENNING

ORIENTADOR: CARLOS ROBERTO GALIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA: CIÊNCIAS CIRÚRGICAS

**ARTRODESE SUBTALAR APÓS FRATURA DO CALCÂNEO COM  
ENXERTO ÓSSEO AUTÓLOGO OU XENOENXERTO LIOFILIZADO**

CARLO HENNING

ORIENTADOR: CARLOS ROBERTO GALIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

2010

Meus pais: Eugênia N. D. Henning e Egon E. Henning

o que posso dizer além de muito obrigado.

Obrigado por terem me dado condições de alcançar meus sonhos,

obrigado por terem me apoiado quando foi preciso,

obrigado por terem acreditado em mim,

obrigado por me amarem.

Também os amo.

Esse trabalho é um pouco de vocês,

pois sou um pouco de vocês.

Para vocês dedico essa conquista.

À minha esposa, Bianca E. S. F. Henning.

Também meu muito obrigado.

Quanta paciência e compreensão demonstrastes.

Quanto companheirismo oferecestes.

Sempre me estimulando, apoiando e fortalecendo.

Nessa jornada não fostes diferente.

Também és parte dessa conquista.

Te amo.

À Rebeca Ferrareze Henning, minha filha.

Quanta alegria. Não é possível imaginar.

Tantas mudanças na minha vida. Para melhor.

Como me fazes bem. Apenas um sorriso, já é fantástico.

Gostaria de te ensinar tantas coisas, mas...

quanto ainda tenho que aprender contigo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Dr. Carlos Roberto Galia, meu orientador dessa dissertação de mestrado, pela paciência. É sabido que a tarefa de ensinar não é fácil. Meu profundo reconhecimento a esse mestre que sempre me incentivou, desde a época da residência médica em ortopedia e traumatologia, ao estudo e à pesquisa. Um exemplo de colega que deve ser espelhado. Muito obrigado.

Agradeço ao Dr. G. J. Sammarco, por instigar o pensamento científico e a sempre contestar o presente buscando respostas novas. Por demonstrar que é possível alcançar objetivos apesar das adversidades, desde que com planejamento, metodologia e objetividade. Por abrir novos horizontes que não vislumbrava.

Um especial agradecimento ao Dr. Luís Marcelo Müller e ao Dr. Egon Erich Henning pela dedicação, tempo e presteza na avaliação radiológica dos casos arrolados nessa dissertação de mestrado. Sem o vosso trabalho não seria possível realizar esse projeto. Muito Obrigado.

Agradeço à Profa. Me. Suzel Lisiane Jansen pela realização da avaliação bioestatística desse trabalho. Sem seus conhecimentos e sua dedicação esse trabalho não sairia da planilha.

Agradeço, no nome da Srta. Tielle Müller de Mello, ao Banco de Tecidos do Hospital de Clínicas de Porto Alegre que disponibilizou o xenoenxerto bovino liofilizado tornando possível a realização desse trabalho.

Agradeço ao Dr. Celso Telmo Gomes por permitir que os pacientes do seu ambulatório participassem desse trabalho e por disponibilizar horários no ambulatório e no bloco cirúrgico.

Agradeço aos residentes de ortopedia e traumatologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e aos funcionários da Sala de Gesso e Bloco Cirúrgico do Hospital de Clínicas de Porto Alegre que participaram direta e indiretamente desse trabalho por seu apoio e ajuda.

## ÍNDICE

Agradecimentos .....	6
Introdução .....	10
Revisão da Literatura.....	11
A fratura do calcâneo e suas complicações .....	11
Enxertos ósseos .....	19
Artrodeses no pé e enxertos ósseos .....	29
Bibliografia.....	32
Objetivos.....	41
Artigo em Português .....	42
Resumo .....	42
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	45
Resultados.....	48
Discussão .....	53
Conclusão .....	59
Bibliografia.....	60
Artigo em Inglês .....	64
Abstract.....	64
Introduction .....	65
Methods .....	66
Results .....	70
Discussion.....	74
Conclusion.....	80
References .....	81



Anexo 1 .....	85
Escala AOFAS tornozelo e retropé.....	85
Anexo 2 .....	86
Termo de consentimento livre e esclarecido.....	86

## INTRODUÇÃO

As complicações tardias da consolidação viciosa da fratura do calcâneo estão relacionadas à artrose da articulação talocalcaneana devido à incongruência articular; ao alargamento do calcâneo que pode levar a alterações dos tendões fibulares e dificuldade para uso de calçados; à perda da altura do retropé e ao planismo do pé.

A realização da artrodese da articulação subtalar com interposição de um bloco de enxerto ósseo para o tratamento da artrose pós-traumática visando a correção das deformidades e do alinhamento do retropé tem sido descrita com bons resultados clínicos e radiográficos.

A consolidação desse tipo de artrodese subtalar com a utilização de enxerto tricortical autólogo da crista ilíaca apresenta alto índice de consolidação (86 a 100%). Porém, os riscos de complicações da retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca são de até 49%. Além de ser um procedimento adicional que pode aumentar o tempo cirúrgico e de internação, além dos custos. A utilização de enxerto ósseo homólogo para esse tipo de artrodese apresenta índices de consolidação que podem variar entre 20 e 90,5%. Os autores não encontraram na literatura trabalhos com a utilização de xenoenxerto bovino liofilizado para esse tipo de cirurgia.

Nesse trabalho é descrita a experiência dos autores com a artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo autólogo tricortical da crista ilíaca ou de xenoenxerto bovino liofilizado em bloco para o tratamento das fraturas viciosamente consolidadas do calcâneo.

## REVISÃO DA LITERATURA

### **A fratura do calcâneo e suas complicações**

As fraturas do calcâneo correspondem a 65% das fraturas do tarso e a 2% de todas as fraturas. A maioria das fraturas do calcâneo são intra-articulares (56-75%). Elas atingem geralmente uma população jovem e ativa e tem grande impacto na força de trabalho e na sociedade [1]. A dor crônica pode ocorrer após fratura do calcâneo independentemente do tratamento realizado: cirúrgico ou não cirúrgico. Além da articulação subtalar, as lesões dos tecidos moles também podem ser responsáveis pela manutenção de dor [2].

As complicações decorrentes dessa fratura podem ser divididas em agudas e tardias. As complicações agudas incluem o edema, as flictenas e a síndrome compartimental, que podem influenciar o tipo de tratamento a ser escolhido. As complicações tardias incluem a artrose, a consolidação viciosa do calcâneo, o impacto calcaneofibular, e a lesão do coxim plantar [3]. A consolidação viciosa do calcâneo não acarreta somente alterações decorrentes do alargamento desse osso, mas também a problemas como dor, instabilidade secundária a lesões tendinosas, artrite pós-traumática da articulação subtalar ou calcaneocuboideia, alteração da marcha devido ao mau alinhamento do retropé, e lesões nervosas (quadro 1) [1][3].

**Quadro 1: Sequelas dolorosas tardias da fratura do calcâneo viciosamente consolidada.**

- Artrose subtalar
- Artrose calcaneocuboidea
- Alargamento do calcâneo (dificuldade uso calçado)
- Impacto calcaneofibular e compressão tendões fibulares
- Perda altura do calçado (dificuldade uso calçado)
- impacto anterior calcâneo
- Diminuição mobilidade mediopé com desenvolvimento de artrose nas articulações adjacentes
- Mal alinhamento do retopé (varo mais comum que valgo)
- Queda arco longitudinal medial
- Subluxação talonavicular
- Síndrome compartimental não diagnosticada
- Alterações neurológicas (nervo sural mais comum que nervo tibial)
- Síndromes de dor crônica
- Síndrome de esmagamento do coxim plantar
- Rigidez da articulação metatarsfalângica do hálux por aprisionamento do tendão flexor longo do hálux
- Deformidade de Haglund decorrente de consolidação viciosa tubérculo posterior do calcâneo
- Mal alinhamento do antepé

Um estudo realizado em cadáveres mostrou uma alteração significativa da distribuição de pressão na faceta posterior do calcâneo com uma depressão de 2 mm da superfície articular, o que suporta o conceito de redução anatômica dos fragmentos articulares como objetivo principal do tratamento cirúrgico. Todavia, mesmo em reduções anatômicas pode ocorrer artrose da articulação subtalar secundária a lesão condral no momento do trauma [1]. Numa revisão de um estudo prospectivo randomizado, pacientes que foram tratados não cirurgicamente para a fratura de calcâneo tiveram 5,86 (*odds ratio*) vezes a chance de requerer uma artrodese subtalar tardia do que os tratados cirurgicamente. Outros fatores envolvidos foram: sexo masculino, trabalho pesado, benefício previdenciário (*odds ratio* 3,03), fratura com ângulo de Böhler menor de 0° (*odds ratio* 10,64 comparado com ângulo de Böhler maior de 15°), e fratura cominutiva (*odds ratio* 5,48 comparando a fratura Sanders tipo IV e II) [4]. A fratura cominutiva tem pior prognóstico do que a fratura tipo afundamento central que por sua vez é pior que a do tipo em língua de acordo com a classificação de Essex-Lopresti modificada [5]. Entre 2 e 17% dos pacientes submetidos a tratamento cirúrgico da fratura do calcâneo necessitarão de uma artrodese subtalar em decorrência do desenvolvimento de artrose talocalcaneana [6]. Evidências radiográficas de artrose subtalar podem estar presentes em até 38% dos casos após a fratura do calcâneo, mas é importante realizar uma relação com as queixas clínicas, devido à falta de correlação que existe entre os achados radiográficos e os

sintomas [4]. Numa avaliação retrospectiva de 44 pacientes com seguimento médio de 9 anos o coxim plantar foi o ponto doloroso mais frequente em 14 pacientes e o segundo ponto doloroso mais frequente em outros 3 pacientes [5].

O exame radiográfico é útil para avaliar a severidade das alterações artrósicas do tornozelo, da subtalar e das articulações do mediopé, o alinhamento e as deformidades ósseas. A incidência axial posterior de Harris pode demonstrar o alargamento do calcâneo e o impacto calcaneofibular. Uma variedade de medidas radiográficas como: altura talocalcaneana, ângulo de Böhler, ângulo talocalcaneano lateral, inclinação calcaneana e inclinação talar, tem sido utilizadas para a avaliação da fratura do calcâneo e as suas consolidações viciosas [1].

Stephens e Sanders [7] elaboraram uma classificação tomográfica para as consolidações viciosas do calcâneo dividida em 3 tipos: tipo I, proeminência lateral do calcâneo, com ausência ou mínima artrose subtalar e sem mal alinhamento; tipo II, proeminência lateral do calcâneo, artrose severa da articulação subtalar e mal alinhamento em varo do calcâneo menor de 10°; e tipo III, mesmas alterações do tipo II, mas deformidade em varo do calcâneo maior que 10°. Já, Zwipp e Rammelt [8] propuseram uma classificação para consolidações viciosas do calcâneo dividida em 5 tipos: tipo 1, apresenta incongruência articular subtalar; tipo 2, apresenta as alterações do tipo 1 e retropé em varo ou valgo; tipo 3, apresenta as alterações do tipo 2 e perda de altura talocalcaneana; tipo 4, apresenta as alterações do tipo 3 e translação do calcâneo; e tipo 5, apresenta as alterações do tipo 4 e inclinação talar.

O tratamento das complicações da fratura do calcâneo é inicialmente não cirúrgico, visando medidas para alívio da dor e recuperação funcional. No caso de falha desse tratamento, há varias possibilidades de tratamento cirúrgico que incluem: artrodeses *in situ* ou reconstrutivas, osteotomias, ostectomias, e/ou reparações de partes moles, dependendo do tipo e gravidade das deformidades. Dependendo das queixas do paciente e da severidade das alterações, opções de tratamento cirúrgico mais limitado podem ser indicadas [1]. Em alguns

casos de fraturas muito cominutas do calcâneo há indicação, já no momento da osteossíntese da fratura, de se realizar a artrodese primária da articulação subtalar [9].

A dor e a função do paciente podem melhorar num período de no mínimo 12 meses após o tratamento conservador da fratura do calcâneo, mesmo com a ausência de redução anatômica dos fragmentos ósseos. Por isso, mudanças de atividade, mudanças no calçado, uso de órteses, de medicações analgésicas e de medidas locais de crioterapia, de compressão e de elevação do membro inferior devem ser realizadas previamente a indicação de tratamento cirúrgico [1].

Quando há falha do tratamento não cirúrgico, o procedimento mais comum para o tratamento da artrose talocalcaneana é alguma forma de artrodese da articulação subtalar [3][10]. As indicações são: dor articular para a deambulação e ortostatismo; dor aguda quando do contato do calcâneo com o solo em terreno irregular; limitação importante da mobilidade articular; e evidência radiográfica de artrose [11]. Numa revisão de 48 casos de artrodese subtalar isolada para diversas patologias, Mann *et al.* [12] referem que 93% dos pacientes estavam satisfeitos ou muito satisfeitos com o resultado da cirurgia. Houveram apenas 6 casos de mal resultado: 3 casos em artrodese após fratura do calcâneo (total de 12 casos na série) e 3 casos de artrodese em má posição.

Todas as alterações envolvidas nas fraturas viciosamente consolidadas do calcâneo devem ser incluídas no planejamento do tratamento cirúrgico visando restabelecer a anatomia normal do retropé [1]. Os sintomas do paciente estão relacionados, não somente à artrose da articulação subtalar, mas na combinação do aumento da largura do calcâneo, da diminuição da altura talocalcaneana e da deformidade em varo do retropé [13]. Numa revisão de 24 casos de artrodese talocalcaneana *in situ* após fratura do calcâneo, observou-se que os melhores resultados foram obtidos naqueles pacientes que tiveram a cirurgia direcionada aos pontos dolorosos, por exemplo: tendões fibulares, nervo sural, articulação calcaneocubóide, do que naqueles em que foi realizada apenas a artrodese subtalar [2]. A ressecção da proeminência da

parede lateral do calcâneo diminui o impacto calcaneofibular e descomprime os tendões fibulares [14]. Russoti *et al.* [10] descrevem a técnica de artrodese subtalar com interposição de enxerto autólogo esponjoso para preenchimento de incongruências entre as superfícies ósseas. Relatam apenas um caso de pseudoartrose em 45 casos operados após acompanhamento médio de 57 meses. Alertam para o fato de que o paciente deve ser comunicado sobre a possibilidade de apresentar dificuldades para deambular em terreno irregular, de não ocorrer alívio completo da dor e do edema ou do retorno pleno aos esportes, mas que a maioria dos sintomas do retropé serão melhorados.

Tem-se tornado mais comum, nos últimos anos, restringir as artrodeses no retropé somente para aquelas articulações que estão acometidas por deformidade ou degeneração [15]. Alguma mobilidade do retropé ainda é preservada quando são realizadas artrodeses limitadas a uma ou duas articulações, o que pode manter uma melhor função [16]. O movimento da articulação talocalcaneana, embora parte integral da adaptação do pé ao solo, influencia somente parcialmente o movimento das outras articulações do retropé [16]. Num acompanhamento prospectivo de 36 pacientes (24 casos pós-traumáticos) de artrodese subtalar, Fellmann e Zollinger [15] descrevem a satisfação do paciente como excelente ou boa em 80,5% dos casos. Quanto a mobilidade da articulação de Chopart, essa manteve-se igual ao pré-operatório em 36%, melhor em 33% e pior em 31%, e quanto a mobilidade do tornozelo, essa manteve-se igual em 48%, melhor em 27% e pior em 24% dos casos. Numa avaliação retrospectiva de 25 casos de artrodese *in situ* após fraturas do retropé (19 casos de fratura do calcâneo), Dahm *et al.* [17] observaram consolidação em 24 casos (96%) e em nenhum caso houve sintomas de impacto calcaneofibular. Também não encontraram relação entre presença de artrose em articulações adjacentes e resultado clínico. Por fim, salientam que a realização de tríplice artrodese está relacionada a maior risco de infecção, pseudoartrose, mal alinhamento ou necrose avascular, além de tecnicamente mais difícil [17].

Utilizando a classificação de Stephens e Sanders para as consolidações viciosas do

calcâneo, o tratamento proposto é a remoção da proeminência lateral do calcâneo para os tipos I, II e III. No tipo II realiza-se também a artrodese subtalar que pode ser *in situ* ou reconstrutiva com interposição de enxerto ósseo e no tipo III associa-se ainda uma osteotomia do calcâneo de ressecção de cunha lateral para correção do varo ou uma osteotomia deslizante medial para correção em valgo [18].

A artrodese subtalar *in situ*, que é realizada sem o intuito de aumentar a altura talocalcaneana, é recomendada nos casos de consolidação viciosa com pouca deformidade do retropé e artrose subtalar severa [1]. Gallie [11], em 1943, relatou bons resultados com a realização de uma artrodese *in situ* da articulação subtalar através de uma abordagem vertical posterolateral com remoção de um retângulo ósseo paralelo a superfície articular e preenchimento desse com enxerto corticoesponjoso da tibia anteromedial em forma de sanduíche e imobilização com gesso. Kalamchi e Evans [19] descrevem uma modificação na técnica de artrodese descrita por Gallie retirando o bloco de enxerto ósseo da borda lateral do calcâneo. Várias séries de casos de artrodese subtalar *in situ* tem mostrado bons resultados com consolidação acima de 90%, alta percentagem de satisfação dos pacientes, melhora significativa de dor e função (escala AOFAS – *American Orthopaedic Foot & Ankle Society*) e baixas complicações [9][12][17][18][20].

Segundo Carr *et al.* [21], a artrodese subtalar após fratura do calcâneo está indicada após o surgimento de uma artrose dolorosa. Nos casos em que ocorreu uma consolidação viciosa, é necessário a restauração do comprimento, altura e largura do calcâneo. Isso é importante, porque a relação normal entre talus, calcâneo, navicular e cubóide é necessária para o movimento do retropé [21].

Flemister *et al.* [9] avaliaram, após 2 anos de seguimento, 86 casos de artrodese subtalar divididos em 3 grupos. No grupo I (62 casos), com má união após fratura calcâneo, foi realizada artrodese *in situ* ou com interposição de enxerto ósseo em bloco, quando havia encurtamento do retropé associado a um grande ângulo de inclinação talar, a escala AOFAS



foi de 74,8 (21-94) pontos, não havendo diferença significativa entre os subgrupos. No grupo II (16 casos), com falha após osteossíntese da fratura de calcâneo, foi realizada artrodese *in situ*, a escala AOFAS foi de 75,2 (52-91) pontos. No grupo III (8 casos) foi realizada artrodese primária associada a osteossíntese em fraturas severamente cominutas do calcâneo, a escala AOFAS foi de 75,4 (48-88) pontos. Na avaliação radiográfica não houve diferença significativa na altura talocalcaneana e ângulo de inclinação talar entre o pré e pós-operatório e também não houve correlação entre este ângulo e os resultados da escala AOFAS. Ocorreram 3 casos de pseudoartroses (96% consolidaram), todas no grupo I, nenhuma delas relacionada com o uso de enxerto ósseo homólogo. Os autores concluem que a restauração completa da anatomia de retropé, baseada no ângulo de inclinação talar, não é necessária para um resultado final satisfatório e que as artrodeses realizadas com enxerto ósseo local ou substituto ósseo podem diminuir o tempo de internação e os custos hospitalares [9]. Mann *et al.* [12] afirmam que a artrodese subtalar com interposição de enxerto está indicada apenas nos casos de grande deformidade, nos demais está indicada a artrodese subtalar *in situ*.

A artrodese subtalar com interposição de enxerto esta indicada nos casos de artrose da articulação talocalcaneana com consolidação viciosa do calcâneo determinando perda significativa da altura do retropé e bloqueio anterior doloroso do tornozelo que é causado por uma horizontalização do talus [1]. Myerson e Quill [20] indicam a artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo nos casos em que há uma perda de altura do retropé maior de 8 mm em comparação ao lado contralateral medido pela altura talocalcaneana e um ângulo de inclinação talar menor de 20°. Chandler *et al.* [2] recomendam a utilização de interposição de enxerto ósseo na artrodese subtalar nos pacientes que referem dor no tornozelo reproduzida por uma dorsiflexão forçada e uma dorsiflexão menor de 10°.

Os resultados clínicos da artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo em bloco são comparáveis com os da artrodese *in situ* [1]. Várias séries de casos tem mostrado melhora significativa da dor e da função utilizando a escala AOFAS, de 20 a 40 pontos no

pré-operatório para 69 a 75 pontos no pós-operatório, e melhora satisfatória da altura talocalcaneana [9][22][23][24][25][26][27].

Com o uso de enxerto autólogo tricortical da crista ilíaca, a consolidação da artrodese subtalar é descrita entre 86 e 100% [21][22][25][26]. Além do tabagismo que aumenta significativamente o risco de pseudoartrose [22][28], outros fatores que estão associados incluem: cirurgia de revisão, áreas de osso avascular no sítio de artrodese e, possivelmente, o uso de enxerto ósseo homólogo estrutural (até 60% de pseudoartrose) [28]. Outras complicações da artrodese com interposição de enxerto são: o deslocamento do enxerto, a consolidação viciosa (mais comumente em varo), a dor na proeminência do material de síntese, a infecção e a lesão do nervo sural ou do plantar medial [21][22][23][25][26][28].

Romash [29] descreve os resultados da artrodese subtalar associada a uma osteotomia corretiva do calcâneo pela linha primária de fratura em 10 casos com seguimento médio de 14 meses (4-36 meses). Houve consolidação em todos os casos sem perda da correção obtida, que melhorou a altura talocalcaneana e diminuiu o alargamento do calcâneo. Nos casos de deformidade com translação do calcâneo, Zwipp e Rammelt [8] também indicam a realização da artrodese subtalar associada a osteotomia do calcâneo como descrita por Romash.

Huang *et al.* [30] comparam um grupo de 13 pacientes submetidos a artrodese *in situ* e ressecção da parede lateral do calcâneo com outro grupo de 12 pacientes submetidos a artrodese *in situ* associada a uma osteotomia vertical para deslizamento inferior da tuberosidade do calcâneo. No segundo grupo a satisfação com o aspecto cosmético e com a utilização de calçado foi melhor que no primeiro grupo. Porém os autores não encontraram diferença significativa na avaliação funcional (corrida, salto, subida de aclives, distância caminhada e agachamento) entre os grupos.

Huefner *et al.* [6] relatam seus achados em 6 de 13 pacientes submetidos a artrodese primária talocalcaneana associada a osteossíntese em fraturas do calcâneo. Os autores

comparam os resultados desse trabalho com um prévio no qual foi relatado a experiência com a artrodese subtalar num intervalo médio de 3,5 anos após a fratura. Concluem que com a artrodese primária todos pacientes recuperaram uma mobilidade normal do tornozelo enquanto somente 65% na artrodese tardia e que a escala AOFAS foi de 88 (63-94) pontos e 69 (36-88) pontos, respectivamente, sugerindo a realização de artrodese primária associada a osteossíntese nos casos de grande comprometimento articular. Infante *et al.* [31] concluem de uma série de 33 casos de fraturas cominutas do calcâneo, sendo 10 casos de fratura exposta, submetidas a artrodese subtalar primária associada a osteossíntese do calcâneo que a recuperação funcional do paciente pode ser mais rápida com esse procedimento do que numa artrodese secundária, principalmente após o tratamento não cirúrgico da fratura.

Thompson e Friesen [32] descrevem 84% de excelentes resultados em 25 casos de tríplice artrodese primária para tratamento de fraturas cominutas do calcâneo após um seguimento médio de 3,8 anos e o retorno de todos os pacientes ao seu trabalho prévio a fratura. Hall e Pennal [33] obtiveram 72,1% de excelentes e bons resultados realizando uma modificação da artrodese subtalar descrita por Gallie [11] em 31 casos de fratura do calcâneo. Oitenta e um por cento dos pacientes retornaram ao seu trabalho prévio a fratura. Em 3 (9,4%) dos casos ocorreu uma pseudoartrose.

### **Enxertos ósseos**

O tecido ósseo é constituído, basicamente, por uma matriz orgânica de colágeno tipo I contendo proteoglicanas de baixo peso molecular e proteínas não colágenas que correspondem a 25% do seu peso; uma parte mineral, principalmente hidroxapatita, correspondente a 65% e outros 10% de água [34].

O objetivo principal do uso de enxertos ou substitutos ósseos é iniciar um processo

de produção de osso novo, como produto final, em uma área onde o osso novo é necessário [35]. Além de fatores como: osteoindução, osteocondução e osteogênese, é importante para a formação de osso novo: a vascularização do leito e a estabilidade mecânica da região onde o enxerto ósseo é utilizado [35][36]. A osteogênese é o crescimento ósseo derivado de osteoblastos transferidos juntamente com o enxerto; a osteoindução é a neoformação de osso a partir do recrutamento de células mesenquimais do receptor que se diferenciarão em osteoblastos. Este processo é facilitado pela presença de fatores de crescimento no enxerto e, principalmente, por proteínas de baixo peso molecular; e a osteocondução é a capacidade de um material, geralmente inorgânico, de permitir a aposição de tecido ósseo novo a partir de osso pré-existente, requerendo a presença de tecido ósseo ou células osteoprogenitoras [34].

Qualquer substituto ósseo deve ter as seguintes características: ser biocompatível; servir de base para as células do hospedeiro; ter uma porosidade que permita a osteocondução; e deve ser progressivamente reabsorvido e substituído por osso novo [35]. Nesse processo, deve ficar bem compreendido a diferença entre consolidação e integração do enxerto ósseo: consolidação é a união que ocorre entre o enxerto e o osso hospedeiro e integração é a reabsorção e recolonização entre enxerto e o osso hospedeiro que resultam na progressiva substituição de um pelo outro [37].

Os enxertos ósseos podem ser corticais, esponjosos, ou corticoesponjosos, dependendo do seu local de origem. Diferentes tipos de enxerto ósseo fornecem diferentes respostas mecânicas e biológicas. O osso cortical é menos osteogênico que o esponjoso, entretanto, exibe uma propriedade estrutural superior, talvez por longos períodos, mesmo na ausência de adequada integração. A propriedade osteogênica superior do osso esponjoso é reconhecida há mais de 40 anos, o que tem estimulado sua utilização em diversas situações [38].

Quanto a origem do enxerto ósseo, ele pode ser autólogo: do mesmo indivíduo; homólogo (aloenxerto): de indivíduos da mesma espécie; ou heterólogos (xenoenxerto): de

outra espécie [39]. A escolha do enxerto ósseo pelo cirurgião deve ser baseada nas necessidades locais (resistência estrutural, estimulação para formação de osso, ou ambas), disponibilidade do enxerto, características do leito a ser aplicado, e também o custo [36][40]. Existem inúmeras diferenças quando se comparam os tipos de enxerto, havendo variações quanto à fonte, método de obtenção, processamento, esterilização, armazenamento e custo de todo o processo [41].

O enxerto autólogo tem sido considerado, sob o ponto de vista de integração, o tecido preferencial de substituição óssea. Entretanto, a quantidade de enxerto obtida é limitada e as complicações, sistêmicas e locais, decorrentes da intervenção necessária para sua retirada são de até 49% [36][42]. A crista ilíaca é o local preferencial para retirada de enxerto ósseo autólogo, mas outros locais também podem servir de fonte para retirada de enxerto ósseo. Deve-se levar em consideração na escolha da área doadora de enxerto ósseo: o local de destino desse enxerto, a qualidade e quantidade de enxerto necessário e potenciais complicações do procedimento [43]. As complicações e morbidade da retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca incluem dor crônica, hematoma, infecção, lesão do nervo cutâneo lateral da coxa e nervos cluneais, fratura pélvica, hérnias abdominais pelo defeito ósseo, anormalidades da marcha e trombose venosa ilíaca [44], lesão arterial, lesão uretral, instabilidade pélvica, transplante tumoral e alterações cosméticas [42], além de ser um procedimento adicional que pode aumentar o tempo cirúrgico e de internação e custos [42][45]. Numa avaliação retrospectiva, houve 15% de complicações menores e 8% de complicações maiores em 66 procedimentos de retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca anterior em comparação com 0% e 2% em 42 procedimentos de retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca posterior, respectivamente. A diferença foi estatisticamente significativa apenas nas complicações menores ( $p=0,006$ ) [43].

A integração do enxerto ósseo esponjoso ocorre numa sequência de eventos histológicos: resposta inflamatória inicial, invasão dos macrófagos, neoformação vascular e

diferenciação de células mesenquimais em osteoblastos que depositam uma camada osteóide no osso trabecular necrótico remanescente. Os núcleos inviáveis são reabsorvidos por osteoblastos e matriz necrótica é finalmente substituída por trabéculas de osso neoformado. Esses eventos são, provavelmente, mediados por fatores indutores proteicos [36]. Num estudo clássico, Urist descreveu a formação de osso ectópico após a implantação intramuscular de matriz óssea bovina desmineralizada em coelhos e ratos. Investigações subsequentes demonstraram que proteínas de baixo peso molecular poderiam ser extraídas de matriz óssea desmineralizada, possuindo grande atividade osteogênica e sendo denominadas proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs) [46][47]. As BMPs têm se mostrado importantes reguladoras na formação e regeneração do tecido esquelético, sendo a 2 e a 7 as de maior potencial osteoindutor [46].

As reações antigênicas desencadeadas pelos enxertos também são um fator importante para sua integração. Parece claro que essas reações não são mediadas por linfócitos T ou B, mas por células da linhagem dos granulócitos existentes na medula óssea. A remoção de células medulares parece diminuir a resposta imunológica do enxerto [48]. Foram comparados, em coelhos, sob o ponto de vista imunológico, enxertos ósseos frescos, congelados e liofilizados. Os dois primeiros provocaram resposta imune sorologicamente detectável, enquanto o terceiro, altamente purificado, não foi capaz de sensibilizar imunologicamente os animais [49]. Numa série de 44 casos de enxertia de lesões tumorais benignas com enxerto ósseo homólogo liofilizado, 9 pacientes (21%) desenvolveram anticorpos anti-HLA hospedeiro-enxerto específicos, mas nenhum desenvolveu efeitos adversos relacionados ao enxerto num seguimento médio de 23 meses [50]. Segundo Delloye *et al.* [35] o xenoenxerto ósseo induz uma resposta imune continuada que resulta no seu sequestro por uma grossa camada de tecido fibroso impossibilitando sua integração. Figueiredo *et al.* [51], num estudo experimental em 96 coelhos divididos em 4 grupos, concluem que o implante de osso bovino desvitalizado produz maior reação inflamatória,

maior formação de cavidades císticas e reparação tecidual guiada mais lenta, quando comparado ao enxerto ósseo autógeno e aos implantes de hidroxiapatita porosa de coral e poliuretana de mamona.

A liofilização é um método de processamento e armazenamento de tecidos musculoesqueléticos que permite a utilização de ossos, tendões e fâscias humanas (homólogos) e os de origem bovina (xenogênicos), uma vez que, pela diminuição da antigenicidade, é capaz de fornecer material biocompatível, estéril e que pode ser estocado a temperatura ambiente [47][52]. Diversas formas de processamento e armazenamento de tecido ósseo foram propostas, no entanto, foi o Banco de Tecidos da Marinha Naval dos Estados Unidos da América que propôs e difundiu a utilização de enxerto ósseo alogênico liofilizado em cirurgias ortopédicas reparativas a partir de 1951 [53]. A liofilização é uma técnica de desidratação pela qual a água contida no produto é removida por sublimação a vácuo. O enxerto ósseo antes de ser liofilizado é lavado, descelularizado e desengordurado, mantendo apenas sua matriz proteicomíneral, o que diminui sua antigenicidade [52]. O processo de liofilização mantém as características estruturais o mais próximo possível daquelas do osso congelado, além de, praticamente, eliminar a gordura [54]. Dois aspectos importantes na diferenciação dos enxertos ósseos liofilizados são os processos utilizados para sua desengorduração e esterilização, pois, embora não publicados, existem diversos protocolos que apresentam vantagens e desvantagens.

Kakiuchi *et al.* [52] publicaram um protocolo de preparo de enxerto ósseo no qual este era desengordurado, liofilizado e esterilizado em óxido de etileno. Os enxertos preparados dessa forma foram utilizados em 396 pacientes tendo sido relatados somente dois casos de infecção. Nas análises histológicas foram encontrados osteoblastos na superfície do enxerto, neoformação óssea nos canais de Havers e pequena infiltração de células inflamatórias, o que indica a habilidade do enxerto em permitir neoformação óssea e baixa antigenicidade. Além disso, a baixa incidência de infecção ratifica a eficácia do método de

esterilização.

Para os enxertos liofilizados, o método de esterilização adotado pelo Banco de Tecidos do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (BTHCPA) foi a autoclavagem (132° - 4 minutos) [55]. Autores consideram importante até mesmo a temperatura utilizada durante o processo de liofilização. Citam que o aumento regular e natural da temperatura é benéfico ao produto final [56].

Para a caracterização e padronização do processamento dos enxertos ósseos produzidos pelo BTHCPA, foram realizadas análises físico-químicas e de microscopia eletrônica que mostram resultados composicionais bastante similares entre ossos humanos e bovinos liofilizados. A comparação entre osso congelado e liofilizado mostrou redução do teor de gordura de aproximadamente 200 vezes e manutenção do percentual proteico [57]. Também observa-se mínima diferença entre os resultados físicoquímicos obtidos nos ossos liofilizados bovinos produzidos no BTHCPA com outro xenoenxerto bovino comercializado (LUBBOC/SURGIBONE Inc.®, Clermont Ferrand, França) [58]. O Surgibone® consiste num osso bovino parcialmente desproteinizado. Ele é lavado em água, tratado com peróxido de hidrogênio e com solventes para desengorduração e secado com acetona. Posteriormente esterilizado com dióxido de etileno ou radiação gama. Estudos sugerem que ele é fracamente antigênico em ratos e humanos [45].

Além das análises físico-químicas e histológicas satisfatórias do enxerto, foram realizados estudos de resistência mecânica desse osso, concluindo-se que os enxertos ósseos bovinos congelados e liofilizados suportam a mesma carga de compressão [59]. As propriedades físicas do osso trabecular humano e bovino apresentam ampla variabilidade. Esta pode estar relacionada a diversos fatores como idade dos doadores, densidade óssea e metodologia empregada no estudo. Entretanto, o osso bovino liofilizado não demonstrou resistência menor que o osso humano não processado [60]. Não há ainda consenso na literatura em relação aos processos de liofilização e sua influência na resistência mecânica.



Itoman *et al.* [61] estudaram em ratos as propriedades biomecânicas e histológicas de diferentes formas de processamento de enxertos ósseos. A rigidez do osso aumentou após o congelamento a  $-80^{\circ}$  e liofilização. O osso liofilizado desmineralizado apresentou queda, inicialmente, na resistência mecânica. Após 16 semanas, houve aumento progressivo na resistência dos enxertos provavelmente relacionado a sua interação biológica, o que seria um indicador das propriedades osteoindutoras do enxerto. Concluíram, ainda, que no aspecto de integração, o osso autogênico apresentou os melhores resultados, seguido pelo osso congelado, sendo o liofilizado o que obteve pior desempenho.

Outro fator de extrema importância é a garantia de que a utilização de enxertos ósseos não autogênicos em pacientes ortopédicos não estará sendo um veículo de transmissão de doenças infectocontagiosas ou tumorais. Mesmo com rígido protocolo de triagem e processamento de tecidos estabelecidos pela *American Association of Tissue Banking (AATB)*, os enxertos se não submetidos a algum método de esterilização, podem apresentar risco de transmissão de doenças [62][63]. Os métodos de esterilização dos enxertos são fatores controversos e que necessitam estudos mais aprofundados. As técnicas disponíveis atualmente possuem vantagens e desvantagens no que diz respeito à eficácia e à manutenção das propriedades mecânicas e biológicas [64][65][66].

Os efeitos da radiação sobre a biomecânica dos enxertos são dose-dependentes [67]. A utilização do cobalto 60 na esterilização de enxertos ósseos liofilizados, mesmo em doses baixas, é capaz de destruir as propriedades morfogenéticas, principalmente no osso não desmineralizado, o que pode ter contribuído para os fracos resultados obtidos na sua utilização no reparo de grandes defeitos ósseos [64]. Zhang *et al.* [66] em estudo experimental em ratos, compararam a capacidade de osteoindução de enxertos pós-esterilização em radiação gama, oxido de etileno (OE) a  $55^{\circ}$  e a  $40^{\circ}$  ou preservação em etanol. Os autores concluíram que o OE a  $40^{\circ}$  e o etanol não influenciaram negativamente na capacidade osteoindutora, a radiação gama apresentou diminuição de 40% e o OE a  $55^{\circ}$  teve uma perda

quase completa desse potencial. Outros fatores a serem considerados na esterilização são os resíduos tóxicos do OE que podem permanecer no enxerto e serem liberados quando em contato com meios líquidos, e a toxicidade da radiação gama quando em contato com gordura presente no enxerto [68][69].

Outra forma de esterilização utilizada é a autoclavagem. Segundo recomendação da Comunidade Européia, visando a inativação de prions (proteínas infectantes), os tecidos de origem bovina devem ser esterilizados em autoclave a 132°C por 1h. Alguns autores estudaram biomecanicamente os efeitos desta forma de esterilização e concluíram que houve diminuição de aproximadamente 70% da resistência mecânica do enxerto à compressão [70]. Taylor [71] referiu que os prions, diferentemente dos micro-organismos, são resistentes a procedimentos como autoclavagem ou exposição a hidróxido de sódio, entretanto, a associação de calor, mesmo a 100°C por 1 minuto, com substâncias alcalinas parece ser efetiva em sua desativação. Além disso, o hipoclorito de sódio, que é utilizado no processo pré-lioofilização do enxerto, demonstrou capacidade de desativação de prions.

Estudos de análise de risco de transmissão da Encefalite Espongiforme Bovina (EEB) demonstraram baixo risco quando adequados critérios de seleção e produção de tecidos são seguidos [71][72]. Outras doenças virais potencialmente transmissíveis como hepatites A, B, C, HIV e HTLV, além de outros vírus mais recentemente isolados e certos tipos de células tumorais, também são inativados pelo processo de liofilização e esterilização [62][63][73][74].

Embora a maior parte dos Bancos de Tecido nos Estados Unidos da América liofilize enxertos ósseos homólogos existe na literatura divergências em relação aos resultados obtidos [40]. Alguns autores em cirurgia da coluna, por exemplo, utilizando a técnica de artrodese posterolateral, com enxerto ósseo homólogo liofilizado, apresentam resultados tão variáveis quanto 0% [75] até 100% de integração [76]. Por isso, alguns fatores como idade e sexo dos doadores, técnicas do processamento, tipo do enxerto e técnica cirúrgica, devem ser

levados em consideração para justificar tais discrepâncias [40].

Spence *et al.* [77] avaliaram 144 cistos ósseos solitários curetados e preenchidos com enxerto ósseo homólogo liofilizado. Obtiveram 88% de integração e resolução do cisto. Concluíram que este tipo de enxerto possui resultados comparáveis ao autogênico fresco nesse tipo de tumor, com a vantagem de evitar os riscos inerentes à retirada de enxerto autólogo. Zasacki [78] publicou um estudo retrospectivo que avaliou clínica e radiograficamente a aplicação do enxerto ósseo homólogo cortical e esponjoso liofilizado, esterilizado em radiação gama, em diversas doenças ortopédicas. Relatou 435 pacientes divididos em: artrodese da coluna (224 pacientes); artrodese de outras articulações (36 pacientes); cirurgias reconstrutivas (83 pacientes); preenchimento de lesões ósseas cavitárias (59 pacientes); e cirurgias reconstrutivas pós-traumáticas (33 pacientes). Encontrou consolidação e incorporação dos enxertos em 394 (91%) pacientes.

Uma vez dominada a técnica de processamento e liofilização de enxertos ósseos, a utilização de xenoenxertos passou a ser uma possibilidade. Os enxertos ósseos de origem bovina, se processados adequadamente, representam uma fonte ilimitada de material para transplantes em seres humanos [79]. O osso cortical bovino é considerado uma hidroxiapatita natural com composição química, porosidade, tamanho e forma semelhantes à humana, o que parece proporcionar um comportamento fisiológico durante a regeneração óssea, favorecendo a osteointegração. Além dessas características, fornece estrutura de suporte, osteocondução e prove alto conteúdo de cálcio e fósforo, essenciais para a neoformação do tecido ósseo [34]. As vantagens do xenoenxerto são: sua relativa abundância, facilidade de uso e performance clínica potencialmente favorável. Os xenoenxertos atualmente em uso em cirurgia ortopédica tem-se mostrado seguros e confiáveis [79].

O uso de xenoenxertos oscilou muito através da história. Segundo Godwin [80], o primeiro uso descrito de xenoenxerto foi em 1668 quando, o cirurgião holandês, Job van Meekren transplantou, com sucesso, parte da calota craniana de um cão em um defeito

traumático do crânio de um soldado. Excomungado pela igreja por ter se submetido a um método não cristão de tratamento, o soldado solicitou ao cirurgião a remoção do enxerto, mas devido ao tempo transcorrido, este não pode ser removido por haver-se integrado totalmente. O xenoenxerto bovino liofilizado foi introduzido por Maatz e Bauermeister em 1957 como alternativa ao enxerto autólogo e homólogo liofilizado [81].

A qualidade e os cuidados no processamento dos enxertos liofilizados, sobretudo os de origem bovina, são fatores fundamentais nos resultados clínicos. A máxima extração de lipídeos exerce influência importante na biocompatibilidade. Estudos experimentais em coelhos compararam dois tipos de xenoenxertos, com diferentes percentuais de gordura, concluindo que aquele com menor concentração lipídica demonstrou propriedade osteocondutiva capaz de permitir restauração da arquitetura trabecular mais rapidamente [54]. No mesmo modelo animal foram estudados, também, enxerto autólogo, homólogo, hidroxiapatita e xenoenxerto liofilizado bovino, concluindo que os xenoenxertos demonstraram excelente resposta quando comparados aos enxertos autólogos e homólogos. Num estudo experimental em coelhos, a combinação de xenoenxerto bovino e enxerto autólogo acelerou a sua incorporação significativamente em relação ao grupo de xenoenxerto bovino isolado [82].

Säveland *et al.* [83] utilizaram fragmentos de osso liofilizado bovino (Surgibone®) na artrodese occipitocervical em nove pacientes com instabilidade atlantoaxial devido à artrite reumatóide e fizeram seguimento com tomografia computadorizada aos 12 e 15 meses após a cirurgia. Foi observada reabsorção do enxerto em um paciente e sua preservação nos demais. Concluíram que o osso liofilizado bovino pode ser utilizado nesse tipo de pacientes.

Malca *et al.* [84] realizaram estudo retrospectivo, clínico e radiográfico, com seguimento médio de 7 meses, analisando o uso de xenoenxerto e placa de fixação na artrodese cervical em instabilidades pós-traumáticas em 52 pacientes. Encontraram 75% de consolidação da artrodese após 9 meses e 100% de consolidação após 18 meses de pós-

operatório. Concluíram que o xenoenxerto, combinado com placa de fixação rígida, foi capaz de proporcionar artrodese estável e evitar os problemas relacionados aos enxertos ósseos autogênicos e alogênicos.

Salama [45] relata sua experiência com uso de xenoenxerto bovino em 110 procedimentos ortopédicos (98 pacientes). Seus resultados foram satisfatórios, exceto nos casos de pseudoartrose de tíbia e fêmur. Nas fraturas do plato tibial foi utilizado o xenoenxerto em blocos de aproximadamente 2x2x1 cm. Nesses casos, o xenoenxerto foi efetivo em manter a redução permitindo mobilização precoce e apoio com 6 a 8 semanas. O osso enxertado ainda podia ser identificado como áreas de intensidade óssea aumentada em exames radiográficos após vários anos. Conclui que o xenoenxerto pode ser considerado um bom osso de banco de tecidos, desde de que seja impregnado em aspirado medular fresco ou colocado num leito de osso esponjoso sangrante.

McMurray [81] descreve 4 casos de falha de artrodese coluna com uso de xenoenxerto ósseo bovino liofilizado. A análise histológica sugere que o xenoenxerto é envolto por uma camada de tecido fibroso já nas fases precoces após sua inserção e a presença deste tecido é que irá ditar o sucesso do xenoenxerto.

Numa revisão sistemática da literatura Zabeu e Mercadante [85] afirmam que há carência de estudos clínicos com maior nível de evidência, de modo especial, estudos prospectivos e randomizados, que comparem o substituto ósseo ao elemento hoje considerado padrão de enxertia: o osso autólogo.

### **Artrodeses no pé e enxertos ósseos**

Scranton Jr. [44] relata sua experiência em 32 artrodeses no pé e tornozelo (28 pacientes) com uso de substitutos ósseos tendo apenas 3 casos de pseudoartrose num

seguimento de 12 a 45 meses. Pollard e Schuberth [86] descrevem 21 casos de consolidação na artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo em 22 casos estudados (95,5%). Os autores descrevem que utilizaram enxerto homólogo de crista ilíaca em 8 casos e não houve diferença em relação aos que utilizaram enxerto autólogo. Concluem indicando a utilização de enxerto homólogo em bloco associado a enxerto esponjoso autólogo nos casos de artrodese subtalar com interposição de enxerto.

Nickisch e Anderson [1] indicam o uso de enxerto autólogo tricortical da crista ilíaca quando a altura do enxerto for igual ou menor de 1 cm e o uso de enxerto homólogo de cabeça femoral quando a altura for maior de 1 cm nas artrodeses da articulação subtalar com interposição de enxerto ósseo após fratura do calcâneo. Myerson *et al.* [87] descrevem o uso de enxerto ósseo homólogo estrutural em cirurgias do pé e tornozelo em 73 pacientes. Destes, 27 foram submetidos a artrodese subtalar por seqüela de fratura. Nesse subgrupo de pacientes a consolidação ocorreu entre 3 e 5 meses (média 3,5 meses) após a cirurgia utilizando critérios clínicos e radiográficos. A consolidação ocorreu em 92% dos casos, apenas um caso de pseudoartrose.

Infante *et al.* [31] descrevem os resultados de 30 casos submetidos a osteossíntese de calcâneo associada a artrodese primária da articulação subtalar. Em 28 casos foi necessário o uso de enxerto ósseo, sendo que em 7 desses casos foi utilizado enxerto homólogo. Observaram que houve consolidação da artrodese em 93% dos casos após um seguimento médio de 38 meses.

Na tabela 1 estão relacionados os resultados obtidos na consolidação da artrodese subtalar com interoposição de enxerto ósseo após fratura do calcâneo em estudos previamente publicados.

Thompson *et al.* [88] descrevem quatro casos de utilização de xenoenxerto ósseo em bloco em artrodeses do pé e tornozelo que evoluíram com pseudoartrose. Em apenas 2 casos a radiografia sugeria uma pseudoartrose, os outros casos necessitaram de cintilografia e

tomografia computadorizada para realizar esse diagnóstico. Esses autores não indicam o uso de xenoinxerto ósseo em bloco em cirurgias de artrodese do retropé.

**Tabela 1: Consolidação na artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo após fratura do calcâneo.**

Artigo	Nº pacientes (nº casos)	Tipo de enxerto	Tempo seguimento médio (min.-max.)	Consolidação
Amendola e Lammens[23]	15	Autólogo crista ilíaca	-	100%
Bednarz <i>et al.</i> [22]	28 (29)	Autólogo crista ilíaca	33 meses (11-54)	86%
Chan e Alexander[24]	10	Autólogo crista ilíaca	74 meses (64-103)	100%
Burton <i>et al.</i> [25]	12 (13)	Autólogo crista ilíaca	45 meses (25-76)	100%
Marti <i>et al.</i> [89]	22 (23)	Autólogo crista ilíaca	9 anos (5-20)	100%
Thermann <i>et al.</i> [90]	40	Autólogo crista ilíaca	5,2 anos (4-14)	97,5%
Trnka <i>et al.</i> [26]	(36)	Autólogo crista ilíaca		86,5%
	39		70 meses (26-140)	
	(5)	Homólogo		20%
Rammelt <i>et al.</i> [91]	31	Autólogo crista ilíaca	32,7 meses (24-68)	100%
Clare <i>et al.</i> [18]	40 (45)	Autólogo calcâneo	5,3 anos (24-151 meses)	93%
Myerson e Quill[20]	14*	Autólogo crista ilíaca	32 meses (26-52)	100%
Easley <i>et al.</i> [28]	(29)	Autólogo		83,00%
	174*		51 meses (24-130)	
	(5)	Homólogo		40%
Garras <i>et al.</i> [92]	20 (21**)	Homólogo congelado	35,8 meses (13-73)	90,5%
Pollard e Schuberth[86]***	14	Autólogo crista ilíaca		
			Mínimo 12 meses	95,5%
	8	Homólogo		

\*Demais casos descritos no estudo foram submetidos a artrodese *in situ*, tríplice, ou sem artrodese.

\*\* Em 7 casos foi associado concentrado de aspirado medular.

\*\*\* Autores indicam uso de enxerto ósseo homólogo associado a autólogo esponjoso.

## Bibliografia

- 1- Nickisch F, Anderson RB: Post-calcaneus fracture reconstruction. *Foot Ankle Clin N Am.* 2006;(11):85-103.
- 2- Chandler JT, Bonar SK, Anderson RB, Davis H: Results of in situ subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 1999;20(1):18-24.
- 3- Lim EVA, Leung JPF: Complications of intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(391):7-16.
- 4- Csizy M, Buckley R, Tough S, Leighton R, Smith J, et al: Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion. *J Orthop Trauma.* 2003;17(2):106-12.
- 5- Paley D, Hall H: Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75-A(3):342-54.
- 6- Huefner T, Thremann H, Geerling J, Papa HC, Pohlemann T: Primary subtalar arthrodesis of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 2001;22(1):9-14.
- 7- Stephens HM, Sanders RW: Calcaneal malunions: results of a prognostic computed tomography classification system. *Foot Ankle.* 1996;17():395-401.
- 8- Zwipp H, Rammelt S: Subtalare arthrodese mit cacaneus-osteotomie. *Orthopäde.* 2006;35(4):387-404.
- 9- Flemister ASJR, Infante AF, Sanders RW, Walling AK: Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 2000;21(5):392-99.
- 10- Russoti GM, Cass JR, Johnson KA: Isolate talocalcaneal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70-A(10):1472-78.
- 11- Gallie WE: Subastragalar arthrodesis in fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg Am.* 1943;25-A(4):731-36.
- 12- Mann RA, Beaman DN, Horton GA: Isolated subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int.*



- 1998;19(8):511-19.
- 13- Reddy V, Fukuda T, Ptaszek AJ: Calcaneus malunion and nonunion. *Foot Ankle Clin N Am.* 2007;(12):125-35.
- 14- Savva N, Saxby TS: In Situ arthrodesis with lateral-wall osteotomy for the sequelae of fracture of the os calcis. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89-B(7):919-25.
- 15- Fellmann J, Zollinger H: Isolated talocalcaneal interposition fusion: a prospective follow-up study. *Foot Ankle Int.* 1997;18(10):616-21.
- 16- Donatto KC: Arthritis and Arthrodesis of the hindfoot. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;394(4):81-92.
- 17- Dahm DL, Kitaoka HB: Subtalar arthrodesis with internal compression for post-traumatic arthritis. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80-B(1):134-38.
- 18- Clare MP, Lee WE, Sanders RW: Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87-A(5):963-73.
- 19- Kalamchi A, Evans JG: Posterior subtalar fusion. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59-B(3):287-89.
- 20- Myerson M, Quill GE: Late complications of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75-A(3):331-41.
- 21- Carr J, Hansen S, Benirschke: Subtalar distraction bone block fusion for late complications of os calcis. *Foot Ankle.* 1988;9(2):81-86.
- 22- Bednarz PA, Beals TC, Manoli II A: Subtalar distraction bone block fusion: an assessment of outcome. *Foot Ankle Int.* 1997;18(12):785-91.
- 23- Amendola A, Lammens P: Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int.* 1996;17(10):608-14.
- 24- Chan SCF, Alexander IJ: Subtalar arthrodesis with interpositional tricortical iliac crest graft for late pain and deformity after calcaneus fracture. *Foot Ankle Int.* 1997;18(10):613-15.

- 25- Burton DC, Olney BW, Horton GA: Late results of subtalar distraction fusion. *Foot Ankle Int.* 1998;19(4):197-202.
- 26- Trnka H-J, Easley ME, Lam PW-C, Anderson CD, Shon LC, Myerson MS: Subtalar distraction bone block arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83-B(6):849-54.
- 27- Rammelt S, Zwipp H: Calcaneus fractures: facts, controversies and recent developments. *Injury.* 2004;35(5):443-61.
- 28- Easley ME, Trnka H-J, Schon LC, Myerson MS: Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(5):613-24.
- 29- Romash, MM: Reconstructive osteotomy of the calcaneus with subtalar arthrodesis for malunited calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(290):157-67.
- 30- Huang P-J, Fu Y-C, Cheng Y-M, Lin S-Y: Subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneal fractures: fusion in situ versus fusion with sliding corrective osteotomy. *Foot Ankle Int.* 1999;20(3):166-70.
- 31- Infante AFJr, Heier KA, Lewis Bo, Sanders RW: Open reduction internal fixation and immediate subtalar fusion for comminuted intra-articular calcaneal fractures: a review of 33 cases. *J Orthop Trauma.* 2000;14(2):142-43.
- 32- Thompson KR, Friesen CM: Treatment of comminuted fractures of the calcaneus by primary triple arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 1959;41-A(8):1423-36.
- 33- Hall MC, Pennal GF: Primary subtalar arthrodesis in the treatment of severe fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br.* 1960;42-B(2):336-43.
- 34- Oliveira RC, Sicca CM, Silva TL, Cestari TM, Oliveira OT, Buzalaf MAR, et al.: Efeito da temperatura de desproteinização no preparo de osso cortical bovino microgranular. Avaliação microscópica e bioquímica da resposta celular em subcutâneo de ratos. *Revista FOB.* 1999;7(3/4):85-93.
- 35- Delloye C, Cnockaert N, Cornu O: Bone substitutes in 2003: an overview. *Acta Orthop Belg.* 2003;69(1):1-8.

- 36- Finkemeier CG: Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(3):454-64.
- 37- Gonçalves HR: Análise dos métodos de avaliação da incorporação do enxerto ósseo acetabular em artroplastia total do quadril com perda do estoque ósseo (dissertação). São Paulo (SP): , Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, ; 2003.
- 38- Heiple KG, Goldberg VM, Powell AE, Bos GD, Zika JM: Biology of cancellous bone grafts. *Orthop Clin North Am.* 1987;18(2):179-85.
- 39- Galia CR, Rosito R, Mello TM, Macedo C: Uso de enxerto ósseo homólogo e heterólogo em diáfise femoral de ratos: comparação entre enxerto ósseo congelado e liofilizado. *Rev Bras Ortop.* 2005;40(3):141-46.
- 40- De Long WGJr, Einhorn TA, Koval K, McKee M, Smith W, Sanders R, Watson T: Bone grafts and bone substitutes in orthopaedic trauma surgery. A critical analysis. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89-A(3):649-58.
- 41- Gross AE, Bacley H, Wong P, Saleh K, Woodgate I: The use of allografts in orthopaedic surgery. Part II: the role of allografts in revision arthroplasty of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(4):655-67.
- 42- Seiler III JG, Johnson J: Iliac crest autogenous bone grafting: donor site complications. *J South Orthop Assoc.* 2000;9(2):91-97.
- 43- Ahlmann E, Patzakis M, Poidis N, Shepherd L, Holtom P: Comparison of anterior and posterior iliac crest bone grafts in terms of harvest-site morbidity and functional outcomes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(5):716-20.
- 44- Scranton Jr. PE: Use of bone graft substitutes in lower extremity reconstructive surgery. *Foot Ankle Int.* 2002;23(8):689-92.
- 45- Salama R: Xenogeneic bone grafting in humans. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;174(4):113-21.
- 46- Reddi AH, Cunningham NS: Initiation and promotion of bone differentiation by

- morphogenetic proteins [abstract]. *J Bone Miner Res.* 1993;8(Suppl 2):S499-502.
- 47- Nogami H, Urist MR: Explants, transplants and implants of a cartilage and bone morphogenetic matrix. *Clin Orthop.* 1974;(103):235-51.
- 48- Czitrom AA, Axelrod T, Fernandes B: Antigen presenting cells and bone allotransplantation. *Clin Orthop.* 1985;(197):27-31.
- 49- Friedlaender GE, Strong DM, Sell KW: Studies on the antigenicity of bone. I. Freeze-dried and deep-frozen bone allografts in rabbits. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58-A(6):854-58.
- 50- Friedlaender GE, Strong DM, Sell KW: Studies on the antigenicity of bone. II. Donor-specific anti-HLA antibodies in human recipients of freeze-dried allografts. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66-A(1):107-12.
- 51- Figueiredo AS, Fagundes DJ, Novo NF, Inouye CM, Takita LC, Sassioto MCP: Osteointegração de osso bovino desvitalizado, hidroxiapatita de coral, poliuretana de mamona e enxerto ósseo autógeno em coelhos. *Acta Cir Bras.* 2004;19(4):370-82.
- 52- Kakiuchi M, Ono K, Nishimura A, Shiokawa H: Preparation of bank bone using defatting, freeze-drying and sterilization with ethylene oxide gas. Part 1. Experimental evaluation of its efficacy and safety. *Int Orthop.* 1996;20(3):142-46.
- 53- Kreuz FP, Hyatt GW, Turner TC, Bassett AL: The preservation and clinical use of freeze-dried bone. *J Bone Joint Surg Am.* 1951;33-A(4):863-73.
- 54- Chappard D, Fressonnet, Genty C, Basle MF, Rebel A: Fat in bone xenografts: importance of the purification procedures on cleanliness, wttability and biocompatibility. *Biomaterials.* 1993;14(7):507-12.
- 55- Galia CR, Macedo CAS, Rosito R, Moreira LF: Osteointegração de enxertos liofilizados impactados. *Acta Ortop Bras.* 2009;17(2):24-8.
- 56- Li Zi-zuang, Lu Shi-bi, Wag Ji-fang : The study of repairing ability of freeze-dried bone allograft (abstract). *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 1994;32(12):765-67.

- 57- Galia CR: Enxertos ósseos liofilizados impactados humano e bovino em revisão de artroplastia total do quadril (Doutorado). Porto Alegre, BR-RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Cirurgia; 2004.
- 58- Maitrise orthopédique: Lubboc.<http://www.maitrise-orthop.com/gesto/lubboc.shtml>. capturado em 2009 fev 25.
- 59- Macedo CAS, Galia CR, Silva ALB, César PC, Sanches PRS, Duarte LS, Müller LM: Comparação de resistência à compressão do osso bovino congelado e liofilizado. Rev Bras Ortop. 1999;34(9/10):529-33.
- 60- Poumart G, Squire P: Comparison of mechanical properties of human, bovine bone and a new processed bone xenograft. Biomaterials. 1993;14(5):337-40.
- 61- Itoman M, Nakamura S: Experimental study on allogenic bone grafts. Int Orthop. 1991;15(2):161-65.
- 62- Sugihara S, van Ginkel AD, Jiya TU, van Royen BJ, van Diest PJ, Wuisman PI: Histopathology of retrieved allografts of the femoral head. J Bone Joint Surg Br. 1999;81-B(2):336-41.
- 63- Palmer SH, Gibbons CL, Athansou NA: The pathology of the bone allograft. J Bone Joint Surg. 1999;81-B(2):333-35.
- 64- Urist MR, Hernandez A: Excitation transfer in bone. Deleterious effects of cobalt 60 radiation-sterilization of bank bone. Arch Surg. 1974;109(4):486-93.
- 65- Mitchell EJ, Stawarz AM, Kayacan R, Rimnac CM: The effect of gamma radiation sterilization on the fatigue crack propagation resistance of human cortical bone. J Bone Joint Surg Am. 2004;86-A(12):2648-57.
- 66- Zhang Q, Cornu O, Delloy C: ethylene oxide does not extinguish the osteoinductive capacity of demineralized bone. Acta Orthop Scand. 1997;68(2):104-08.
- 67- Fideler BM, Vangsness CTJr, Lu B, Orlando C, Moore T: Gamma irradiation: effects on

- biomechanical properties of human bone-patellar tendon-bone allografts. *Am J Sports Med.* 1995;23(5):643-46.
- 68- Kakiuchi M, Ono K: defatted, gas sterilised cortical bone allograft for posterior lumbar interbody fusion. *Int Orthop.* 1998;22(2):69-76.
- 69- Moreau Mf, Gallois Y, Basle MF, Chappard D: Gamma irradiation of human bone allografts alters medullary lipids and releases toxic compounds for osteoblast-like cells. *Biomaterials.* 2000;21(4):369-76.
- 70- Viceconti M, Toni A, Brizio L, Rubbini L, Borrelli A: The effect of autoclaving on the mechanical properties of bank bovine bone. *Chir Organi Mov.* 1996;81(1):63-68.
- 71- Taylor D: Inactivation of the BSE agent. *C R Acad Sci III.* 2002;325(1):75-76.
- 72- Wenz B, Oesch B, Horst M: Analysis of the risk of transmitting bovine spongiform encephalopathy through bone grafts derived from bovine bone. *Biomaterials.* 2001;22(12):1599-606.
- 73- Mbithi JN, Springthorpe VS, Sattar SA: Chemical disinfection of hepatitis A virus on environmental surfaces. *Appl Environ Microbiol.* 1990;56(11):3601-04.
- 74- Aranda-Anzaldo A, Viza D, Busnel RG: Chemical inactivation of human immunodeficiency virus in vitro. *J Virol Methods.* 1992;37(1):71-82.
- 75- An HS, Lynch K, Toth J: Prospective comparison of autograft vs. allograft for adult posterolateral lumbar spine fusion: differences among freeze-dried, frozen, and mixed grafts. *J Spine Disord.* 1995;8(2):131-35.
- 76- Stricker SJ, Sher JS: Freeze-dried cortical allograft in posterior spinal arthrodesis: use with segmental instrumentation for idiopathic adolescent scoliosis. *Orthopedics.* 1997;20(11):1039-43.
- 77- Spence KF Jr, Bright RW, Fitzgerald SP, Sell KW: Solitary unicameral bone cyst: treatment with freeze-dried crushed cortical-bone allograft. A review of one hundred and forty-four cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1976;58-A(5):636-41.

- 78- Zasacki W: The efficacy of application of lyophilized, radiation-sterilized bone graft in orthopedic surgery. *Clin Orthop*. 1991;(272):82-87.
- 79- Laurencin CT, El-Amin SF: Xenotransplantation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008;16(1):4-8.
- 80- Godwin L: Tissue banking and allograft transplantation. *Am Biotech Lab*. 2000;18(7):30-32.
- 81- McMurray GN: The evaluation of kiel bone in spinal fusions. *J Bone Joint Surg (Br)*. 1982;64-B(1):101-4.
- 82- Keskin D, Gundogdu C, Atac AC: Experimental comparison of bovine-derived xenograft, xenograft-autologous bone marrow and autogenous bone graft for the treatment of bony defects in the rabbit ulna. *Med Princ Pract*. 2007;16(4):299-305.
- 83- Säveland H, Aspenberg P, Zygmunt S, Herrlin K, Cristensson D, Rydholm U: Bovine bone grafting in occipito-cervical fusion for atlanto-axial instability in rheumatoid arthritis. *Acta Neurochir*. 1994;(127):186-90.
- 84- Malca SA, Roche PH, Rosset E, Pellet W: Cervical interbody xenograft with plate fixation: evaluation of fusion after 7 years of use in post-traumatic discoligamentous instability. *Spine*. 1996;21(6):685-90.
- 85- Zabeu JLA, Mercadante MT: Substitutos ósseos comparados ao enxerto ósseo autólogo em cirurgia ortopédica - Revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Ortop*. 2008;43(3):59-68.
- 86- Pollard JD, Schuberth JM: Posterior bone block distraction arthrodesis of the subtalar joint: a review of 22 cases. *J Foot Ankle Surg*. 2008;47(3):191-98.
- 87- Myerson MS, Neufeld SK, Uribe J: Fresh-frozen structural allografts in the foot and ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(1):113-20.
- 88- Thompson NS, Swain WD, Thompson RD, Dilworth GR: Non-union in ankle and hindfoot arthrodeses using xenograft. *Foot Ankle Surg*. 2002;8():239-44.

- 89- Marti RK, Heus JAC, Roolker W, Poolman RW, Besslaar PP: Subtalar arthrodesis with correction of deformity after fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81-B(4):611-16.
- 90- Thermann H, Hufner T, Schrott H-E, Held C, Tscherne H: Die subtalare Fusion nach konservativ oder operativ behandelte intraartikuläre Kalkaneusfraktur. *Unfallchirurg.* 1999;(102):13-22.
- 91- Rammelt S, Grass R, Zawadski T, Biewener A, Zwipp H: Foot function after subtalar distraction bone-block arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86-B(5):659-68.
- 92- Garras DN, Santangelo JR, Wang DW, Easley ME: Subtalar distraction arthrodesis using interpositional frozen structural allograft. *Foot Ankle Int.* 2008;29(6):561-67.



# OBJETIVOS

## Principal

- Identificar se há diferença na consolidação da artrodese subtalar, após fratura de calcâneo, com interposição de enxerto ósseo tricortical autólogo da crista ilíaca ou com xenoenxerto bovino liofilizado em bloco.

## Secundários

- Identificar se há diferença no tempo de integração do enxerto autólogo tricortical e xenoenxerto bovino liofilizado.
- Avaliar a melhora clínico-funcional pela escala AOFAS para tornozelo e retropé e pela escala visual analógica de dor.
- Verificar mudanças dos parâmetros radiográficos pré- e pós-operatórios.
- Identificar complicações do procedimento de retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca anterolateral ou do uso de xenoenxerto bovino liofilizado.
- Mensurar diferenças na duração do procedimento cirúrgico.

## ARTIGO EM PORTUGUÊS

### ARTRODESE SUBTALAR APÓS FRATURA DO CALCÂNEO COM ENXERTO ÓSSEO AUTÓLOGO OU XENOENXERTO LIOFILIZADO

Carlo Henning e Carlos Roberto Gália

Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

#### Resumo

A fratura viciosamente consolidada do calcâneo pode evoluir com artrose e deformidades graves do pé. O objetivo desse estudo é identificar diferenças na consolidação da artrodese subtalar corretiva com interposição de enxerto ósseo tricortical autólogo ou com xenoenxerto bovino liofilizado. Foram avaliados prospectivamente 12 pacientes submetidos a artrodese subtalar no Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Em 6 pacientes foi utilizado enxerto autólogo e em 6, xenoenxerto bovino liofilizado. Após um seguimento médio de 58 semanas, foi realizada a avaliação dos pacientes utilizando a escala AOFAS e a escala visual analógica de dor (VAD). Dois avaliadores cegos avaliaram o tempo para a consolidação da artrodese e a integração do enxerto por exames radiográficos. O escore AOFAS melhorou entre o pré- e pós-operatório, média de 37 para 64 pontos ( $p=0,02$ ) no grupo controle e de 38 para 74 pontos ( $p=0,02$ ) no grupo estudo. Assim como a escala VAD melhorou, média de 4,7 para 1,9 ( $p=0,028$ ) no grupo controle e de 5,5 para 2,7 ( $p=0,046$ ) no grupo estudo. Houve consolidação da artrodese em todos os casos do grupo controle num tempo médio de 5,3

semanas e em 5 casos do grupo estudo, em 8,8 semanas ( $p=0,077$ ). A integração do enxerto ocorreu após uma média de 10,7 semanas e de 28,8 semanas no grupo controle e estudo, respectivamente ( $p=0,016$ ). Não observamos diferença estatisticamente significativa no tempo para consolidação da artrodese subtalar entre os grupos, embora o tempo para integração do xenoenxerto bovino liofilizado seja estatisticamente maior. Houve melhora clínico-funcional em ambos grupos.

### **Palavras Chave**

Fratura calcâneo, artrodese subtalar, enxerto ósseo, xenoenxerto bovino liofilizado

### **Introdução**

As complicações tardias da consolidação viciosa da fratura do calcâneo estão relacionadas: à artrose da articulação talocalcaneana e, eventualmente calcaneocuboidea, devido à incongruência articular ou à lesão condral; ao alargamento do calcâneo que pode levar a alterações dos tendões fibulares, impacto fibulocalcaneano e dificuldade para uso de calçados; e à deformidade, usualmente em varo do calcâneo, além da perda de altura do retropé e do planismo do pé [1][2]. Também, as lesões neurológicas e do coxim plantar podem ser responsáveis pela dor crônica e limitação funcional desses pacientes [3].

Vários autores têm descrito a realização da artrodese da articulação subtalar com interposição de um bloco de enxerto ósseo para o tratamento da artrose pós-traumática dessa articulação juntamente com a ressecção da proeminência lateral da parede do calcâneo visando a correção das deformidades e do alinhamento do retropé com bons resultados

clínicos e radiográficos [4][5][6][7][8][9][10][11][12][13][14][15][16].

A consolidação desse tipo de artrodese subtalar com a utilização de enxerto tricortical autólogo da crista ilíaca ocorre em 86 a 100% dos casos [5][6][7][8][9][12][13][14][16]. Porém, os riscos de complicações da retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca são de até 49% [17][18]. Entre os mais comuns estão: dor crônica, lesões nervosas, hematomas e infecção [19], além de ser um procedimento adicional que pode aumentar o tempo cirúrgico e de internação e os custos [18][20]. Com o uso de enxerto ósseo homólogo para esse tipo de artrodese, a consolidação pode ter ampla variação sendo obtida entre 20 e 90,5% das vezes [10][11][15]. Não foi identificado na literatura nenhum trabalho com o uso de xenoenxerto nesse tipo de cirurgia.

A necessidade de utilização de grandes quantidades de enxerto ósseo em cirurgias de quadril no nosso serviço fomentou a pesquisa e utilização de substitutos ósseos, especificamente o xenoenxerto bovino liofilizado [21][22]. O osso bovino é considerado uma hidroxiapatita natural com composição química, porosidade, tamanho e forma semelhantes à humana propiciando uma estrutura de suporte e de osteocondução para a neoformação de tecido ósseo [23]. O desengorduramento, a descelularização e a desidratação através da liofilização diminuem a antigenicidade do enxerto e mantem suas características estruturais e sua matriz proteicomíneral. Ao final do processo pode ser esterilizado e facilmente armazenado [24]. As vantagens do xenoenxerto são: sua relativa abundância, facilidade de uso e performance clínica potencialmente favorável. Os xenoenxertos atualmente em uso em cirurgia ortopédica tem-se mostrado seguros e confiáveis [25].

O objetivo desse estudo é identificar se há diferença na consolidação da artrodese subtalar, após fratura de calcâneo, com interposição de enxerto ósseo tricortical autólogo da crista ilíaca ou com xenoenxerto liofilizado em bloco.

## Material e Métodos

Entre setembro de 2006 e outubro de 2007, 13 pacientes foram submetidos a artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo em bloco para tratamento da seqüela da fratura do calcâneo no Serviço de Ortopedia e Traumatologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre. Em 6 pacientes (6 casos) foi utilizado enxerto tricortical autólogo da crista ilíaca (grupo controle) e em 7 pacientes (7 casos) foi utilizado xenoenxerto bovino liofilizado esponjoso em bloco (grupo estudo) (Figura 1). Um paciente do grupo estudo foi excluído da análise, pois não retornou para seguimento após a sexta semana de pós-operatório. Ao total foram estudados 12 pacientes (12 casos) não randomizados com um seguimento médio de 58,17 semanas (mínimo 42 e máximo 82 semanas). Um enxerto ósseo de cada tipo foi utilizado nos primeiros 2 casos operados. A seguir, foi utilizado o enxerto tricortical autólogo em 5 casos sequenciais e posteriormente o xenoenxerto bovino liofilizado nos demais casos.



**Figura 1: Xenoenxerto bovino liofilizado.**

Foram incluídos pacientes entre 20 e 60 anos de idade com artrose da articulação talocalcaneana após fratura de calcâneo que apresentavam perda significativa da altura do

calcâneo, limitação da mobilidade no retro pé, dor no retro pé, e limitação das atividades diárias. Foram excluídos aqueles com fratura exposta do calcâneo ou osteomielite do retro pé ou que tivessem doenças reumatológicas, neuropatia periférica ou outras doenças ou deformidades que impossibilitassem a deambulação.

Na tabela 1 são descritos demais dados dos grupos. Houve um caso de fratura bilateral do calcâneo em cada grupo sendo que apenas um lado foi operado. Um caso do grupo controle e 2 casos do grupo estudo tinham sido submetidos previamente a cirurgia para descompressão da proeminência lateral do calcâneo.

**Tabela 1: Descrição dados da amostra.**

	Grupo controle	Grupo estudo
Sexo*	4 F, 2 M	6 M
Idade†	44,2 anos (29-57)	47,2 anos (31-56)
Lado	4 direito	4 direito
Tabagismo	1 paciente	3 pacientes
Tempo entre fratura e cirurgia†	138 meses (19-330)	134,3 meses (36-362)
Tempo de seguimento† **	68 semanas (62-82)	48,3 semanas (38-52)

F: feminino, M: masculino

\* p=0,014

\*\* p=0,001

† média (mínimo-máximo)

Para a avaliação clínica dos pacientes foi utilizada a escala de avaliação da AOFAS (*American Orthopedic Foot and Ankle Society*) para tornozelo e retro pé e a escala visual analógica de dor (VAD) no pré e pós-operatório. A escala VAD também foi utilizada para avaliação da presença de dor na região ilíaca no pós-operatório dos casos nos quais foi retirado enxerto autólogo.

Na avaliação radiográfica em perfil foram mensurados os ângulos: talocalcaneano, calcaneosolo, talometatarsal 1 e inclinação talar e foi medida, em milímetros, a altura talar. Na incidência axial posterior do calcâneo foi medida, em milímetros, a largura do calcâneo. Dois avaliadores independentes e cegos avaliaram a *posteriori* os exames radiográficos na incidência de perfil para a presença de consolidação da artrodese subtalar e integração do

enxerto ósseo, além da presença de sinais de afrouxamento do material de síntese e tipo de enxerto ósseo utilizado: autólogo ou xenoenxerto. A consolidação da artrodese foi definida como a união radiográfica entre o talo, o enxerto ósseo e o calcâneo e a integração do enxerto ósseo como a presença de trabeculado ósseo hospedeiro substituindo o trabeculado do enxerto e dessa forma ocultando a individualização do enxerto no exame radiográfico [11]. O tempo em semanas para consolidação da artrodese ou integração do enxerto foi definido como sendo aquele que primeiro apresentasse concordância entre os dois avaliadores desde que, na última avaliação radiográfica, tenha sido considerado consolidado ou integrado pelos dois avaliadores. Se na última avaliação radiográfica não houver concordância entre os avaliadores, o caso é considerado como não consolidado ou não integrado, independentemente das avaliações anteriores.

Dos registros dos pacientes foram pesquisados: duração do procedimento cirúrgico, tempo de imobilização com gesso e complicações pós-operatórias.

*Descrição cirúrgica.* O paciente foi posicionado em decúbito dorsal com coxim sob quadril ipsilateral. Foi realizada a exsanguinação do membro inferior com faixa elástica e utilizado garrote pneumático no terço proximal da coxa. O alongamento do tendão calcaneano foi indicado nos casos de dorsiflexão do tornozelo menor de 10 graus. A abordagem da articulação talocalcaneana foi realizada pela incisão lateral estendida em “L” com dissecação única até o plano ósseo. A proeminência da parede lateral do calcâneo era, então, ressecada. Após a abertura e liberação da cápsula articular talocalcaneana, a cartilagem da faceta posterior do calcâneo e do talo era removida até a presença de osso subcondral. O espaço talocalcaneano era aberto com uso de distrator até obtenção da correção das relações ósseas do retropé, avaliadas por controle radiográfico intra-operatório, e interposto o enxerto em bloco que preenchesse o espaço obtido. A fixação era realizada com um parafuso canulado de 7,0mm de rosca parcial do calcâneo para o talo. No final do procedimento, o garrote era aberto para realização de hemostasia e lavagem com soro fisiológico seguido pelo fechamento

do subcutâneo e pele e colocação de tala gessada.

A obtenção do enxerto da crista ilíaca foi realizada através de abordagem da sua porção anterolateral. O periósteo era elevado tanto da tábua interna quanto externa do ilíaco 3 cm posterior a espinha ilíaca anterosuperior. O enxerto em bloco tricortical do tamanho desejado era retirado com o uso de osteótomos. O fechamento era realizado de maneira habitual após lavagem e hemostasia. O uso de dreno de sucção não foi necessário em nenhum caso.

No pós-operatório, o paciente foi mantido com tala gessada por 2 semanas até retirada dos pontos, quando era substituído por uma bota gessada sem apoio. Após a sexta semana foi permitido o apoio parcial com a bota gessada até que houvesse evidência clínica e radiográfica de consolidação da artrodese, quando era permitido o apoio conforme tolerância sem o uso de imobilização e iniciada a reabilitação motora.

Para a avaliação estatística dos dados foram utilizados: teste Qui-quadrado para verificar a associação entre variáveis, teste t de Student para comparação de médias, testes não-paramétricos de Wilcoxon, Mann-Whitney e Levene para comparação de escores e Coeficiente de Kappa para avaliar concordância entre os avaliadores. O nível de significância estabelecido foi de 5%.

## **Resultados**

Considerando a escala de avaliação da AOFAS para tornozelo e retropé houve uma melhora significativa entre o pré-operatório e a última avaliação no grupo controle ( $p=0,02$ ) e no grupo estudo ( $p=0,02$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e estudo. Na avaliação pela escala VAD também ocorreu diferença estatisticamente significativa entre o pré-operatório e a última avaliação no grupo controle ( $p=0,028$ ) e no



grupo estudo ( $p=0,046$ ), não ocorrendo diferença entre os grupos estudados (tabela 2).

**Tabela 2: Resultados da avaliação pela escala AOFAS para tornozelo e retopé e pela escala VAD.**

Grupo	N	Escala AOFAS†		P*	Escala VAD†		P*
		Pré-op.	Pós-op.		Pré-op.	Pós-op.	
Control e	6	37 (11,08)	63,83 (9,58)	0,02	4,73 (2,17)	1,87 (1,33)	0,02 8
Estudo	6	38 (14,92)	73,83 (9,54)	0,02	5,53 (1,91)	2,72 (2,4)	0,04 6
Total	1 2	37,83 (12,56)	68,33 (10,77)	0,00 2	5,13 (1,99)	2,29 (2,01)	0,00 6

\*Teste não paramétrico de Wilcoxon

† Média (Desvio Padrão)

Nenhum paciente que foi submetido a retirada de enxerto autólogo da crista ilíaca apresentava dor antes do procedimento na região doadora. Na última avaliação realizada, 2 pacientes permaneciam sem dor e 4 pacientes apresentavam dor, nestes a escala VAD variou de 0,1 a 0,6. Todos pacientes apresentavam pequena área de hipoestesia em torno da ferida operatória, mas sem prejuízo das suas atividades diárias. Não ocorreu nenhuma complicação maior nesses pacientes.

A altura talocalcaneana apresentou diferença estatisticamente significativa entre o pré- e o pós-operatório no grupo controle ( $p=0,04$ ) e no grupo estudo ( $p=0,03$ ). Houve diferença estatisticamente significativa entre o pré- e o pós-operatório nos ângulos talocalcaneano ( $p=0,04$ ) e talometatarsal 1 ( $p=0,04$ ) no grupo controle. No grupo estudo a largura do calcâneo mostrou diferença estatisticamente significativa entre pré- e pós-operatório ( $p=0,04$ ). Quando avaliamos cada grupo em separado, não houve diferença estatisticamente significativa entre os parâmetros radiográficos no pós-operatório em relação ao lado contralateral (tabela 3).

**Tabela 3: Parâmetros radiográficos.**

Grupo	Raio-x	Altura TC*†	Largura calcâneo†	Ângulo CS*††	Ângulo TC*††	Ângulo TMT*††	Inclinação talar††
Controle	Contralateral	67 (63,5/69,75) [p=0,18]¶	31,5 (22,5/34,75)	17 (12,25/22,5) [p=0,11]	41 (32,5/49,5) [p=0,11]	3 (-6,25/10) [p=0,18]	21,5 (15,75/28,75) [p=1,0]
	Pré-operatório	64 (60/71) [p=0,04]¶	42 (35/49) [p=0,47]	14 (10,5/21) [p=0,85]	29 (22/33) [p=0,04]	12,5 (7,5/17) [p=0,04]	13,5 (9/18) [p=0,07]
	Pós-operatório	69 (63,5/80)	40,5 (36/45,75)	20 (7/23)	36 (30/42)	10 (0/11,5)	18 (16/25)
Estudo	Contralateral	78 (77,25/79,5) [p=0,11]	35 (29/35) [p=0,1]	21 (18,5/23,5) [p=0,14]	46,5 (42,75/51) [p=0,07]	1,5 (0/3,75) [p=0,1]	24 (24/28,5) [p=0,11]
	Pré-operatório	71,5 (69,5/75) [p=0,03]	48 (39,75/50,5)[p=0,04]	13 (11,5/19,75) [p=0,6]	32 (22/42,5) [p=0,1]	5,5 (0/13,25) [p=0,89]	17,5 (9,75/24,75) [p=0,79]
	Pós-operatório	76,5 (72,75/80,75)	42 (39/45,25)	15 (10/22)	38 (30,5/44,5)	8,5 (3/10)	18 (16,25/21)
Geral	Contralateral	73,5 (66/78) [p=0,04]	33 (29,5/35) [p=0,07]	20,5 (14,25/22,75) [p=0,04]	43,5 (40,5/51)[p=0,02]	1,5 (-3/8,5) [p=0,04]	24 (19,5/28,75) [p=0,11]
	Pré-operatório	69 (63/72,75)[p=0,003]	45 (37/50) [p=0,07]	13 (11,25/19,5) [p=0,54]	29 (22,5/36) [p=0,01]	10,5 (0,5/15,25) [p=0,12]	16 (10/18) [p=0,06]
	Pós-operatório	76 (69/79)	42 (37/50)	18 (10/22)	36 (30/44)	10 (4/10)	18 (17/22)

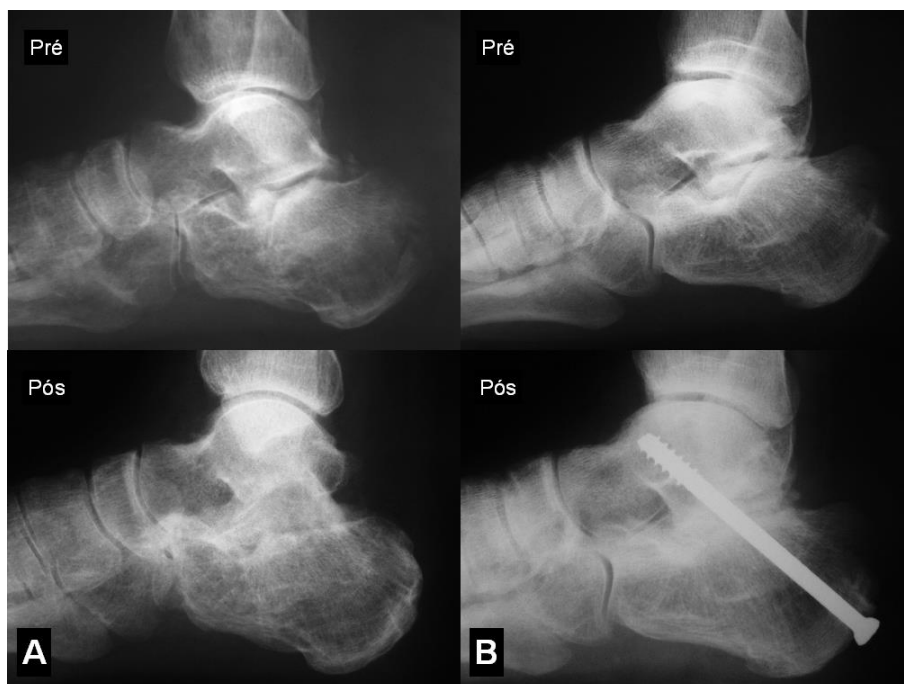
\* Altura TC: altura talocalcaneana, ângulo CS: ângulo calcaneosolo, ângulo TC: ângulo talocalcaneano, ângulo TMT: ângulo talometatarsal 1.

† Altura ou largura em milímetros.

†† Ângulo em graus.

¶ Mediana (percentil 25 / percentil 75) [valor p em relação com pós-operatório]: Teste não paramétrico de Wilcoxon.

Na avaliação *a posteriori* realizada pelos dois avaliadores cegos, não houve diferença estatisticamente significativa no tempo para a consolidação da artrodese, em média de 5,33 semanas e 8,8 semanas para o grupo controle e estudo, respectivamente (p=0,77). Houve diferença estatisticamente significativa para a integração do enxerto, em média de 10,67 semanas e 28,8 semanas para o grupo controle e estudo, respectivamente (p=0,016) (tabela 4). Houve consolidação da artrodese e integração do enxerto ósseo em todos os 6 casos do grupo controle e em 5 dos 6 casos do grupo estudo (Figura 2). Um caso do grupo estudo foi considerado como pseudoartrose, pois não apresentou concordância entre os 2 avaliadores na última avaliação radiográfica realizada com 42 semanas de evolução (Figura 3). Os avaliadores não identificaram sinais de afrouxamento do material de síntese em nenhum caso. A concordância para a identificação do tipo de enxerto utilizado foi fraca (coeficiente de Kappa 0,17) para o avaliador 1 e substancial (coeficiente de Kappa 0,67) para o avaliador 2.



**Figura 2: Radiografia em perfil pré- e último pós-operatório da artrodese subtalar com utilização de enxerto autólogo da crista ilíaca (A) e com xenoenxerto bovino liofilizado (B) mostrando a presença de consolidação da artrodese.**

**Tabela 4: Tempo para consolidação da artrodese e integração do enxerto ósseo.**

Grupo	Consolidação*	Integração*
Controle	5,33 (2/8)	10,67 (6/28)
Estudo	8,8 (6/14)	28,8 (10/38)
p†	0,077	0,016

\* Média em semanas (mínimo / máximo)

† Valor p: teste de Levene



**Figura 3: Radiografia em perfil pré e último pós-operatório da artrodese subtalar com interposição de xenoenxerto bovino liofilizado no caso considerado como pseudoartrose.**

No grupo controle, os pacientes permaneceram com imobilização gessada, em média de, 10,33 semanas (mínimo 8, máximo 12) e os do grupo estudo, 13,33 semanas (mínimo 10, máximo 18) ( $p=0,054$ ). A duração média da cirurgia no grupo controle foi de 114,67 (DP 8,14) minutos e no grupo estudo foi de 96,67 (DP 6,83) minutos (18% maior no grupo controle;  $p=0,002$ ).

Foi realizado no mesmo ato cirúrgico o alongamento do tendão calcâneo em 2 casos do grupo controle e em 3 casos do grupo estudo e a retirada da tuberosidade posterodorsal do calcâneo em 1 paciente de cada grupo. Houve 1 caso de deiscência de sutura no grupo controle e 2 casos no grupo estudo. Todos evoluíram com cicatrização por segunda intenção após curativos seriados sem necessidade de reintervenção cirúrgica. Em 2 pacientes do grupo controle o parafuso utilizado para fixação da artrodese foi retirado após 60 semanas por estar com sua cabeça proeminente no calcâneo e causar desconforto com o uso de calçados fechados. Um paciente do grupo controle permaneceu com retropé varo e foi

submetido a osteotomia valgizante do calcâneo na sexagésima semana. Um paciente do grupo controle desenvolveu Síndrome de Dor Complexa Regional no pós-operatório imediato e teve o parafuso canulado retirado na 18ª semana por estar saliente dorsalmente no corpo do talo. No grupo estudo, um paciente foi submetido na 54ª semana à ressecção de uma proeminência óssea medial do calcâneo que estava causando atrito no tendão flexor longo do hálux. Houve comprometimento do nervo sural com queixas de parestesia e hipoestesia na face lateral do retropé em 4 pacientes do grupo controle e em 3 do grupo estudo. Cinco dos seis pacientes do grupo controle e 4 dos 6 pacientes do grupo estudo apresentavam queixas de dor difusa no retropé ao exame físico na sua última avaliação.

## **Discussão**

O tratamento inicial não cirúrgico das fraturas do calcâneo com deformidade geralmente resulta numa consolidação viciosa e dolorosa que afeta a função das articulações do tornozelo, subtalar e calcaneocuboídea, além de levar a prejuízos funcionais e dificuldade para o uso de calçados [4]. A artrose subtalar que se desenvolve nesses casos é considerada como causa de dor. Porém, a realização da artrodese talocalcaneana nem sempre provê melhora dos sintomas [2][26]. A dor também pode ser decorrente dos tendões fibulares, do impacto calcaneofibular, da neuropatia do nervo sural, do impacto anterior do tornozelo ou da lesão do coxim plantar do calcâneo [2][3][27]. No tratamento cirúrgico das sequelas da fratura do calcâneo todas as possíveis causas de dor devem ser consideradas e a anatomia do retropé restabelecida [1]. A ressecção da proeminência da parede lateral do calcâneo diminui o impacto calcaneofibular e descomprime os tendões fibulares [27]. A artrodese *in situ* não restaura a altura talocalcaneana fisiológica, o ângulo talocalcaneano ou o ângulo de inclinação talar nos casos de grande comprometimento do calcâneo [1][10][15]. Nessa situação, é

preferível a realização da artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo, pois ela corrige o comprimento do complexo gastrocnemio-soleo e a relação talocalcaneana e talotibial, além de facilitar a descompressão dos tendões fibulares [5][14]. Carr *et al.* [28] descreveram a artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo para restaurar a orientação do retropé e com isso melhorar a função, pois acreditavam que a perda da altura talocalcaneana leva a um impacto tibiotalar anterior doloroso. Myerson e Quill [5] indicam esse tipo de artrodese quando há perda maior de 8 mm na altura talocalcaneana em relação ao lado contralateral ou quando há evidência de impacto anterior do tornozelo demonstrado por um ângulo de inclinação talar menor de 20°. Chandler *et al.* [2] sugerem que essa artrodese seja realizada nos casos com dor anterior no tornozelo e dorsiflexão do tornozelo menor de 10°.

A escala AOFAS é uma escala de avaliação amplamente aceita, validada e com boa consistência interna [29]. Na nossa casuística, ocorreu uma melhora estatisticamente significativa dos pacientes quando avaliados pela escala AOFAS ou pela escala VAD. Pela escala AOFAS a melhora foi de 30,5 pontos, de uma média de 37,8 para 68,3 pontos do pré-para o pós-operatório respectivamente ( $p=0,002$ ) e pela escala VAD foi de 2,84, de uma média de 5,13 para 2,29 no pré- e pós-operatório respectivamente ( $p=0,006$ ). Não foi possível demonstrar diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos, tanto para escala AOFAS quanto para escala VAD. Esses valores estão próximos aos descritos na literatura, cuja melhora pela escala AOFAS oscila entre 32 e 50 pontos, de uma média entre 20 a 40 pontos no pré-operatório para uma média entre 69 a 75 pontos no pós-operatório [6][7][10][14][15]. E pela escala VAD, varia entre um valor médio de 6,07 e 8,1 no pré-operatório e de 2,0 e 2,56 no pós-operatório [7][10]. Apesar disso, todos os seis pacientes do grupo controle e 4 dos seis pacientes do grupo estudo apresentavam queixas de dor no pé operado na última avaliação. A persistência de dor residual após a realização de artrodese com interposição de enxerto foi descrita por Clare *et al.* [4] em 64% dos 45 pacientes após um

acompanhamento médio de 5,3 anos e por Marti *et al.* [12] em 82% de 19 pacientes com um seguimento médio de 9 anos. Concordamos com Chan e Alexander [8] que afirmam que apesar do alívio da dor não ser completo nem universal, a satisfação do paciente é alta.

Na avaliação dos parâmetros radiográficos houve melhora estatisticamente significativa da altura talocalcaneana entre o pré- e o pós-operatório nos dois grupos. Essa melhora, todavia, não foi suficiente para equiparar a altura talocalcaneana obtida no pós-operatório com o lado contralateral, considerado o parâmetro normal para o paciente, mantendo uma diferença estatisticamente significativa ( $p=0,04$ ) quando os dados dos dois grupos foram agrupados. Mas quando os grupos foram avaliados separadamente, não foi encontrada diferença significativa entre o pós-operatório e o lado contralateral. Isso pode se dever a um pequeno número de casos em cada grupo. O ângulo de inclinação talar não mostrou diferença significativa em nenhum momento. O calcâneo mostrou-se significativamente mais estreito, medido por sua largura, somente entre o pré- e pós-operatório do grupo estudo (tabela 3). O ângulo de Böhler não é útil na avaliação dos resultados da artrodese subtalar, pois os pontos de referência para sua mensuração são perdidos com o bloco de enxerto ósseo e a descorticação da borda superior do calcâneo, por isso não foi utilizado [14]. A quantidade de correção dessas variáveis radiológicas não é uniforme na literatura [9][14][30] e não mostrou, em alguns estudos, correlação com os achados clínicos [2][31]. Todavia Chen *et al.* [16] observaram que a correção da altura talocalcaneana ocorreu em 80,1% dos casos com bom resultado funcional, enquanto apenas em 47,6% dos casos com mau resultado funcional. Já Marti *et al.* [12] não encontraram correlação entre as medidas radiológicas e os achados clínicos, exceto na altura do coxim gorduroso plantar do calcâneo. O tempo decorrido entre a fratura e a artrodese também é apontado por alguns autores como um fator que pode influenciar a quantidade de correção possível dada a retração dos tecidos periarticulares do retropé [7][9][14]. Na nossa casuística, esse tempo variou de 19 a 362 meses, média de 136,17 meses, o que pode ter influenciado a

não correção de alguns parâmetros radiográficos.

A ocorrência de consolidação da artrodese subtalar com interposição de enxerto autólogo da crista ilíaca para tratamento das fraturas com consolidação viciosa do calcâneo é descrita na literatura entre 86 e 100% dos casos [5][6][7][8][9][12][13][14][16]. A retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca pode apresentar complicações em até 49% dos casos [17][18]. Nas séries de casos de retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca para realização de artrodeses do pé, essa porcentagem é menor, somente até 6% dos casos [9][10]. Por ser um ato cirúrgico que agrega possibilidades de comorbidades, nem sempre é facilmente aceito pelo paciente [30] e também implica em maior tempo cirúrgico e possivelmente de custos [19]. A duração do procedimento cirúrgico foi 18% maior no grupo submetido a retirada de enxerto ósseo do ilíaco (96,67 minutos no grupo estudo e 114,67 minutos no grupo controle), o que foi estatisticamente significativo ( $p=0,002$ ).

Outras fontes de enxerto ósseo tem sido descritas na literatura [32]. Clare *et al.* [4] descrevem bons resultados em 40 pacientes (45 pés) com um seguimento médio de 5,3 anos submetidos a artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo autólogo proveniente da parede lateral do calcâneo com 93,5% de consolidação. A utilização de enxerto homólogo nessa situação apresentou, em alguns trabalhos, consolidação somente em 20 a 40% dos casos [10][11]. Já outros autores descrevem resultados melhores com o uso de enxerto ósseo homólogo com percentuais de consolidação semelhantes ao do enxerto autólogo [19][30][33]. Nickisch e Anderson [1] indicam a utilização do enxerto homólogo quando houver necessidade de um enxerto com mais de 1 cm de altura para interposição na artrodese subtalar. Garras *et al.* [15] descrevem uma série de 21 casos com seguimento de médio de 35,8 meses utilizando enxerto homólogo congelado para interposição na artrodese subtalar com 90,5% de consolidação, embora tenham usado, em 7 casos, a associação de centrifugado rico em plaquetas.

Devido à dificuldade de oferta de enxerto ósseo homólogo congelado em nosso



serviço, foi iniciada a pesquisa e o desenvolvimento de um banco de enxerto ósseo liofilizado [21][22][34]. Na literatura encontramos poucos trabalhos na área médica que descrevem a utilização de xenoenxertos [25][35]. Sua utilização em situações diversas tem mostrado bons resultados de incorporação e consolidação de artrodeses [20][36][37]. No único trabalho que encontramos na literatura do uso de xenoenxerto ósseo em artrodeses do pé e tornozelo, Thompson *et al.* [38] descrevem cinco casos que evoluíram com pseudoartrose e que necessitaram nova intervenção cirúrgica com uso enxerto autólogo para obter a consolidação da artrodese. Esses autores contraindicaram o uso do xenoenxerto. Na nossa experiência houve consolidação da artrodese subtalar com interposição de xenoenxerto ósseo liofilizado em 5 dos 6 casos (83% de consolidação) e em 6 dos 6 casos (100%) com uso de enxerto tricortical autólogo da crista ilíaca após um seguimento médio de 58,17 semanas.

A avaliação radiográfica da consolidação da artrodese e da integração do enxerto ósseo é subjetiva. Por isso, com o intuito de diminuir possíveis erros de avaliação, utilizamos dois avaliadores cegos e independentes. Não utilizamos exames de tomografia computadorizada ou ressonância magnética para avaliação dos casos pela limitação de custos e também por esses exames não serem utilizados de rotina na avaliação pós-operatória de pacientes submetidos a artrodeses do pé ou tornozelo. A ocorrência de retardo de consolidação ou de pseudoartrose é uma preocupação maior na artrodese subtalar com interposição de enxerto ósseo, pela presença de duas superfícies que necessitam consolidar (talo-enxerto, enxerto-calcâneo), do que na artrodese subtalar tradicional com apenas uma superfície (talo-calcâneo) [15]. Outros fatores que parecem estar relacionados a ocorrência de pseudoartrose são o tabagismo e a presença de necrose óssea avascular [4][10][11]. Observamos a presença de consolidação em todos os casos, exceto em um caso do grupo estudo, que era um dos três tabagistas desse grupo. Esse caso foi considerado como pseudoartrose, pois na sua última avaliação com 42 semanas apresentava discordância entre os avaliadores, apesar de ter sido considerado pelos dois avaliadores como tendo sinais radiográficos de consolidação em

avaliações prévias entre a 16<sup>a</sup> e 34<sup>a</sup> semana.

O tempo para ocorrer a consolidação da artrodese foi maior no grupo estudo do que no grupo controle: 8,8 semanas e 5,33 semanas, respectivamente, porém não foi estatisticamente significativo ( $p=0,077$ ). O tempo para integração do enxerto, 28,8 semanas no grupo estudo e 10,67 semanas no grupo controle, foi estatisticamente significativo ( $p=0,016$ ). O enxerto ósseo liofilizado, pelo processo a que é submetido, é considerado um osteocondutor, sem características osteoindutoras ou osteogênicas, o que pode retardar a sua integração [39]. O tempo para a consolidação da artrodese subtalar com uso de enxerto homólogo congelado pode variar entre 3 e 5 meses (média de 3,5 meses) e sua revascularização e integração entre 6 e 12 meses [15][33]. A consolidação com enxerto autólogo pode variar entre 10 e 30 semanas [6][10][11]. O tempo de imobilização pós-operatória sem apoio é de 6 semanas [7][8][9][10][11], podendo chegar a 12 semanas [4][6], seguido de um período de imobilização com liberação do apoio. Nós mantivemos os pacientes com imobilização sem apoio por 6 semanas e após com apoio parcial até que houvessem sinais clínicos e radiográficos de consolidação. No total, o tempo de imobilização foi em média de 10,33 semanas e de 13,33 semanas respectivamente para o grupo controle e estudo. Essa diferença não foi estatisticamente significativa. O tempo médio de imobilização realizado pelos autores foi maior que o tempo médio necessário para consolidação da artrodese pelos critérios radiográficos utilizados pelos dois avaliadores cegos.

A utilização de uma abordagem extensível lateral em “L” permite uma visualização adequada dos tendões fibulares, da articulação calcaneocuboídea e subtalar e permite a ressecção da prominência da parede lateral do calcâneo com facilidade [4]. Porém, existe um potencial risco para o fechamento dessa incisão, principalmente quando forem utilizados enxertos com grande altura, preferindo-se, então, incisões mais verticais [30]. Em três dos doze casos operados houve deiscência de sutura. Clare *et al.* [4] utilizando essa abordagem descrevem a ocorrência de problemas de cicatrização em 24% dos 45 pés operados. Outra

complicação frequente é a lesão do nervo sural, que pode ocorrer em até 17% das vezes [14] e ser causada por lesão direta ou por estiramento, pelo aumento da altura talocalcaneana [15]. A presença de queixas relacionadas a lesão do nervo sural em nossa casuística foi de 7 em 12 casos operados. Uma porcentagem acima da esperada e que pode estar relacionada a curva de aprendizagem da técnica cirúrgica.

A partir dos dados obtidos no nosso trabalho, o tamanho de amostra necessário para se ter um estudo com poder de 80% e um nível de significância de 5% é de 11 casos em cada grupo para a avaliação do tempo para consolidação da artrodese e de 5 casos em cada grupo para a avaliação do tempo para integração do enxerto.

### **Conclusão**

- Não houve diferença estatisticamente significativa no tempo para ocorrer a consolidação da artrodese subtalar após fratura do calcâneo independentemente do tipo de enxerto ósseo utilizado: autólogo da crista ilíaca ou xenoenxerto bovino liofilizado.
- O tempo para integração do xenoenxerto bovino liofilizado foi estatisticamente maior que do enxerto autólogo da crista ilíaca.
- Os pacientes apresentaram melhora clínico-funcional, estatisticamente significativa, com o procedimento cirúrgico quando avaliados pela escala AOFAS e VAD, apesar da persistência de dor residual na maioria dos casos.
- A altura talocalcaneana teve aumento estatisticamente significativo do pré- para o pós-operatório em ambos os grupos.
- Não ocorreram complicações maiores no grupo que utilizou o xenoenxerto bovino liofilizado. Houve persistência de queixas na região ilíaca em 4 dos 6 pacientes submetidos a retirada de enxerto ósseo autólogo.

- A duração do procedimento cirúrgico foi 18% maior no grupo controle do que no grupo estudo.
- Os resultados são iniciais, mas promissores. O que estimula a continuar as pesquisas com o uso de xenoenxerto bovino liofilizado como substituto ósseo.

### **Bibliografia**

- 1- Nickisch F, Anderson RB: Post-calcaneus fracture reconstruction. *Foot Ankle Clin N Am.* 2006;(11):85-103.
- 2- Chandler JT, Bonar SK, Anderson RB, Davis H: Results of in situ subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 1999;20(1):18-24.
- 3- Lim EVA, Leung JPF: Complications of intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(391):7-16.
- 4- Clare MP, Lee WE, Sanders RW: Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87-A(5):963-73.
- 5- Myerson M, Quill GE: Late complications of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75-A(3):331-41.
- 6- Bednarz PA, Beals TC, Manoli II A: Subtalar distraction bone block fusion: an assessment of outcome. *Foot Ankle Int.* 1997;18(12):785-91.
- 7- Amendola A, Lammens P: Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int.* 1996;17(10):608-14.
- 8- Chan SCF, Alexander IJ: Subtalar arthrodesis with interpositional tricortical iliac crest graft for late pain and deformity after calcaneus fracture. *Foot Ankle Int.* 1997;18(10):613-15.
- 9- Burton DC, Olney BW, Horton GA: Late results of subtalar distraction fusion. *Foot Ankle Int.* 1998;19(4):197-202.

- 10- Trnka H-J, Easley ME, Lam PW-C, Anderson CD, Shon LC, Myerson MS: Subtalar distraction bone block arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83-B(6):849-54.
- 11- Easley ME, Trnka H-J, Schon LC, Myerson MS: Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(5):613-24.
- 12- Marti RK, Heus JAC, Roolker W, Poolman RW, Besslaar PP: Subtalar arthrodesis with correction of deformity after fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81-B(4):611-16.
- 13- Thermann H, Hübner T, Schratt H-E, Held C, Tscherne H: Die subtalare Fusion nach konservativ oder operativ behandelte intraartikuläre Kalkaneusfraktur. *Unfallchirurg.* 1999;(102):13-22.
- 14- Rammelt S, Grass R, Zawadski T, Biewener A, Zwipp H: Foot function after subtalar distraction bone-block arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86-B(5):659-68.
- 15- Garras DN, Santangelo JR, Wang DW, Easley ME: Subtalar distraction arthrodesis using interpositional frozen structural allograft. *Foot Ankle Int.* 2008;29(6):561-67.
- 16- Chen YJ, Huang TJ, Hsu KTY, Hsu RW, Chen CW: Subtalar distraction realignment arthrodesis with wedge bone grafting and lateral decompression of calcaneal malunion. *J Trauma.* 1998;45(4):729-37.
- 17- Finkemeier CG: Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(3):454-64.
- 18- Seiler III JG, Johnson J: Iliac crest autogenous bone grafting: donor site complications. *J South Orthop Assoc.* 2000;9(2):91-97.
- 19- Scranton Jr. PE: Use of bone graft substitutes in lower extremity reconstructive surgery. *Foot Ankle Int.* 2002;23(8):689-92.
- 20- Salama R: Xenogeneic bone grafting in humans. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(174):113-21.
- 21- Galia CR, Macedo CAS, Rosito R, Moreira LF: Osteointegração de enxertos liofilizados

- impactados. *Acta Ortop Bras.* 2009;17(2):24-8.
- 22- Macedo CAS, Galia CR, Silva ALB, César PC, Sanches PRS, Duarte LS, Müller LM: Comparação de resistência à compressão do osso bovino congelado e liofilizado. *Rev Bras Ortop.* 1999;34(9/10):529-33.
- 23- Oliveira RC, Sicca CM, Silva TL, Cestari TM, Oliveira OT, Buzalaf MAR, et al.: Efeito da temperatura de desproteinização no preparo de osso cortical bovino microgranular. Avaliação microscópica e bioquímica da resposta celular em subcutâneo de ratos. *Revista FOB.* 1999;7(3/4):85-93.
- 24- Kakiuchi M, Ono K, Nishimura A, Shiokawa H: Preparation of bank bone using defatting, freeze-drying and sterilization with ethylene oxide gas. Part 1. Experimental evaluation of its efficacy and safety. *Int Orthop.* 1996;20(3):142-46.
- 25- Laurencin CT, El-Amin SF: Xenotransplantation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16(1):4-8.
- 26- Paley D, Hall H: Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75-A(3):342-54.
- 27- Savva N, Saxby TS: In Situ arthrodesis with lateral-wall ostectomy for the sequelae of fracture of the os calcis. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89-B(7):919-25.
- 28- Carr J, Hansen S, Benirschke: Subtalar distraction bone block fusion for late complications of os calcis fracture. *Foot Ankle.* 1988;9(2):81-86.
- 29- Schepers T, Heetveld MJ, Mulder PGH, Patka P: Clinical outcome scoring of intra-articular calcaneal fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2008;47(3):213-18.
- 30- Pollard JD, Schubert JM: Posterior bone block distraction arthrodesis of the subtalar joint: a review of 22 cases. *J Foot Ankle Surg.* 2008;47(3):191-98.
- 31- Flemister ASJR, Infante AF, Sanders RW, Walling AK: Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 2000;21(5):392-99.
- 32- Kalamchi A, Evans JG: Posterior subtalar fusion. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59-

- B(3):287-89.
- 33- Myerson MS, Neufeld SK, Uribe J: Fresh-frozen structural allografts in the foot and ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87-A(1):113-20.
- 34- Galia CR: Enxertos ósseos liofilizados impactados humano e bovino em revisão de artroplastia total do quadril (Doutorado). Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas: Cirurgia; 2004.
- 35- Zabeu JLA, Mercadante MT: Substitutos ósseos comparados ao enxerto ósseo autólogo em cirurgia ortopédica - Revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Ortop.* 2008;43(3):59-68.
- 36- Säveland H, Aspenberg P, Zygmunt S, Herrlin K, Cristensson D, Rydholm U: Bovine bone grafting in occipito-cervical fusion for atlanto-axial instability in rheumatoid arthritis. *Acta Neurochir.* 1994;(127):186-90.
- 37- Malca SA, Roche PH, Rosset E, Pellet W: Cervical interbody xenograft with plate fixation: evaluation of fusion after 7 years of use in post-traumatic discoligamentous instability. *Spine.* 1996;21(6):685-90.
- 38- Thompson NS, Swain WD, Thompson RD, Dilworth GR: Non-union in ankle and hindfoot arthrodeses using xenograft. *Foot Ankle Surg.* 2002;8:239-44.
- 39- Hartl A, Bitzan P, Wanivenhaus A, Kotz R: Faster integration of human allograft bone than of the bovine substitute Lubbock. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(2):217-20.

## ARTIGO EM INGLÊS

### SUBTALAR ARTHRODESIS AFTER CALCANEAL FRACTURE WITH AUTOLOGOUS BONE GRAFT OR FREEZE-DRIED XENOGRAFT

Carlo Henning and Carlos Roberto Galia

Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

#### **Abstract**

Calcaneal fracture malunion may evolve into arthrosis and severe foot deformities. The aim of this study was to identify differences in bony union following corrective subtalar arthrodesis with interposition of autologous tricortical bone graft or freeze-dried bovine xenograft. We prospectively evaluated 12 patients who underwent subtalar arthrodesis at Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil. Six patients received autografts and 6 received freeze-dried bovine xenografts. After a mean follow-up of 58 weeks, the patients were assessed using AOFAS scale and the visual analog scale (VAS) for pain. Two blind raters evaluated the length of time required for solid union of the arthrodesis and graft integration by radiographic examination. AOFAS scores improved from a preoperative average of 37 to 64 points postoperatively ( $p = 0.02$ ) in the control group and from 38 to 74 points ( $p = 0.02$ ) in the study group. Mean VAS scores improved from 4.7 to 1.9 ( $p = 0.028$ ) in the control group and from 5.5 to 2.7 ( $p = 0.046$ ) in the study group. Solid union was achieved in all cases in the control group at an average of 5.3 weeks and in 5 cases in the study group at 8.8 weeks ( $p =$



0.077). Graft integration occurred after an average of 10.7 weeks in the control group and 28.8 weeks in the study group ( $p = 0.016$ ). No statistically significant differences were observed in the length of time required for solid union of subtalar arthrodesis between groups, although time to integration of freeze-dried bovine xenografts was statistically higher. Clinical and functional improvement was observed in both groups.

### **Keywords**

Calcaneal fracture, subtalar arthrodesis, bone graft, freeze-dried bovine xenograft.

### **Introduction**

Late complications of calcaneal fracture malunion are related to: arthrosis of the talocalcaneal joint, and possibly of the calcaneocuboid joint, due to joint incongruity or chondral lesion; widening of the calcaneus, which may lead to changes in the peroneal tendons, calcaneofibular impingement, and shoe wear difficulties; and often varus deformity of the calcaneus, loss of hindfoot height, and foot flattening [1][2]. In addition, neurovascular and heel pad injuries may be responsible for chronic pain and functional limitation in these patients [3].

Several authors have described subtalar arthrodesis with interposition of a bone graft block in the treatment of posttraumatic arthrosis of this joint along with resection of the lateral calcaneal wall prominence in order to correct deformities and hindfoot malalignment with good clinical and radiographic outcomes [4][5][6][7][8][9][10][11][12][13][14][15][16].

Solid union of this type of subtalar arthrodesis using autologous tricortical iliac crest

graft has been achieved in 86 to 100% of cases [5][6][7][8][9][12][13][14][16]. However, complications associated with bone graft harvest from the iliac crest have been estimated to occur in up to 49% of cases [17][18]. The most common donor site complications include chronic pain, nerve injury, hematoma and infection [19]; furthermore, it is an additional procedure that may increase operative time, length of hospital stay and costs [18][20]. With the use of allografts in this type of arthrodesis, union rates may vary considerably, from 20 to 90.5% [10][11][15]. No studies using xenografts in this particular type of surgery were identified in the literature by the authors.

The need to use large quantities of bone graft in hip surgeries at our department encouraged research and use of bone substitutes, specifically freeze-dried bovine xenografts [21][22]. The bovine bone is considered a natural hydroxyapatite with chemical composition, porosity, size and shape similar to the human bone, providing structural and osteoconductive support for new bone formation [23]. Defatting, cell removal and dehydration by freeze-drying decrease graft antigenicity, maintaining its structural characteristics and protein-mineral matrix. At the end of the process grafts can be sterilized and easily stored [24]. The advantages of xenografts include good availability, easy handling and potentially favorable clinical performance. The xenografts currently used in orthopedic surgery have proven to be safe and reliable [25].

The objective of this study was to identify whether there are differences in bony union following subtalar arthrodesis, after calcaneal fracture, with interposition of autologous tricortical iliac crest bone graft or freeze-dried bovine xenograft.

## **Methods**

Between September 2006 and October 2007, 13 patients underwent subtalar

arthrodesis with interposition of a bone graft block for the treatment of sequelae of calcaneal fractures in the Orthopedic Trauma Service at Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brazil. Autologous tricortical iliac crest graft (control group) was used in 6 patients (6 cases) and freeze-dried cancellous bovine xenograft bone block (study group) in 7 patients (7 cases) (Figure 1). One patient in the study group failed to return for follow-up after the sixth postoperative week and was excluded from the analysis. A total of 12 nonrandomized patients (12 cases) were analyzed with a mean follow-up of 58.17 weeks (minimum of 42 and maximum of 82 weeks). A bone graft of each type was used in the first 2 operated cases. Tricortical autograft was then used in the next 5 cases, and freeze-dried bovine xenograft was subsequently used in the other cases.



**Figure 1: Freeze-dried bovine xenograft.**

The sample was composed of patients aged between 20 and 60 years of age with talocalcaneal joint arthrosis after calcaneal fracture who showed significant loss of calcaneal height, limitation of hindfoot movement, hindfoot pain, and limitation to perform daily activities. Patients with open calcaneal fracture or osteomyelitis in the hindfoot, or those with rheumatic disease, peripheral neuropathy or other diseases or deformities that hinder walking

were excluded.

Table 1 summarizes the patients' data. There was one case of bilateral fracture of the calcaneus in each group, but only one side was operated. One case in the control group and 2 cases in the study group had previously undergone lateral calcaneal wall decompression.

**Table 1: Description of sample data**

	Control group	Study group
Sex*	4 F, 2 M	6 M
Age†	44.2 years (29-57)	47.2 years (31-56)
Side	4 right	4 right
Smoking	1 patient	3 patients
Time from fracture to surgery†	138 months (19-330)	134.3 months (36-362)
Follow-up† **	68 weeks (62-82)	48.3 weeks (38-52)

F: female, M: male.

\* p=0.014.

\*\* p=0.001.

† Mean (minimum-maximum).

Clinical assessment was performed using the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot Scale and the visual analog scale (VAS) for pain pre and postoperatively. The VAS was also used to assess presence of postoperative pain at the iliac donor site.

The following parameters were measured on the lateral radiograph of the foot: talocalcaneal angle, calcaneal-to-floor angle, talus-first metatarsal angle, talar tilt angle (in degrees), and talar height (in millimeters). Calcaneal width was measured (in millimeters) on the axial heel view of the calcaneus. Two independent blind raters retrospectively examined all lateral radiographs for evidence of solid union of the arthrodesis and graft integration, in addition to signs of loosening of the osteosynthesis material and type of bone graft used (autologous or xenograft). Solid union of the arthrodesis was defined as radiographic union of the talus, bone graft and the calcaneus, and graft integration was defined as the presence of host bone trabeculae replacing graft trabeculae, thus hiding individualization of the graft on radiographs [11]. Length of time (in weeks) required for solid union of the arthrodesis or graft

integration was defined as the first record agreed on by the two raters as long as both raters confirmed radiographic evidence of solid union or graft integration at the final follow-up evaluation. If there was no agreement between raters at the final radiographic evaluation, the case was considered as nonunion or not integrated, regardless of previous assessments.

The following data were abstracted from the patients' medical records: duration of surgery, duration of cast immobilization, and postoperative complications.

*Operative technique.* The patient was positioned supine with a pad under the ipsilateral hip. The lower limb was exsanguinated using an elastic bandage, and a pneumatic tourniquet was placed in the proximal third of the thigh. Calcaneal tendon lengthening was indicated in cases of ankle dorsiflexion less than 10°. An extended lateral L-shaped incision was made to approach the talocalcaneal joint with a single dissection toward the bone plane. The prominence in the lateral calcaneal wall was then resected. After opening and releasing the talocalcaneal joint capsule, cartilage of the posterior facet of the calcaneus and the talus was removed to expose the subchondral bone. The talocalcaneal space was opened with a distractor until correction of hindfoot bone relationships was achieved, as assessed by intraoperative radiographic control, and a graft block was interposed to fill the space obtained. A 7.0-mm partially threaded cannulated screw was inserted from the calcaneus to the talus for fixation. At the end of the procedure, the tourniquet was released for hemostasis and rinsing with saline, followed by subcutaneous suture and skin closure and placement of a plaster splint.

Bone graft was harvested from the anterolateral aspect of the iliac crest. The periosteum was elevated off the internal and external iliac wall, 3 cm posterior to the anterior superior iliac spine. A tricortical bone graft block of the desired size was harvested using an osteotome. Routine closure was performed after rinsing and hemostasis. None of the cases needed suction drainage.

The plaster splint was applied for two postoperative weeks until sutures were

removed, when the splint was replaced with a non-weight-bearing cast boot. After six weeks, partial weight-bearing was allowed with the cast boot until there was clinical and radiographic evidence of solid union of the arthrodesis, when weight-bearing was allowed as tolerated without immobilization in a cast and the motor rehabilitation program started.

Statistical analysis was performed using the following tests: the chi-square test to verify association between variables; the Student *t* test to compare means; Wilcoxon, Mann-Whitney and Levene's nonparametric tests to compare scores; and the kappa coefficient to assess interrater agreement. The significance level was set at 5%.

## Results

According to the AOFAS Ankle-Hindfoot Scale, there was a significant improvement between preoperative and final follow-up scores in the control and study groups ( $p = 0.02$ ). There was no statistically significant difference between groups. A statistically significant difference was observed between preoperative and final follow-up VAS scores in the control group ( $p = 0.028$ ) and in the study group ( $p = 0.046$ ), with no difference between groups (Table 2).

**Table 2: Scores on the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) Ankle-Hindfoot Scale and visual analog scale (VAS) for pain**

Group	n	AOFAS Scale†		p*	VAS for pain†		p*
		Preop.	Postop.		Preop.	Postop.	
Control	6	37 (11.08)	63.83 (9.58)	0.02	4.73 (2.17)	1.87 (1.33)	0.028
Study	6	38 (14.92)	73.83 (9.54)	0.02	5.53 (1.91)	2.72 (2.4)	0.046
Total	12	37.83 (12.56)	68.33 (10.77)	0.002	5.13 (1.99)	2.29 (2.01)	0.006

\*Wilcoxon nonparametric test.

† Mean (standard deviation).

None of the patients who underwent the procedure to harvest autologous bone graft from the iliac crest had preoperative pain at the donor site. At the final follow-up, 2 patients were free of pain and 4 patients had pain with VAS scores ranging from 0.1 to 0.6. All patients showed a small area of hypoesthesia around the wound, without hindering the performance of daily activities. No major complications were observed in these patients.

Talocalcaneal height showed a statistically significant difference between pre and postoperative values in the control group ( $p = 0.04$ ) and in the study group ( $p = 0.03$ ). There was also a statistically significant difference between pre and postoperative talocalcaneal angle ( $p = 0.04$ ) and talus-first metatarsal angle ( $p = 0.04$ ) in the control group. In the study group, calcaneal width ( $p = 0.04$ ) also showed a statistically significant difference pre and postoperatively. When each group was evaluated separately, no statistically significant difference was observed between postoperative radiographic parameters in relation to the contralateral side (Table 3).

**Table 3: Radiographic parameters**

Group	X-ray	TC height*†	Calcaneal width†	CF angle*††	TC angle*††	TFM angle*††	Talar tilt angle††
Control	Contralateral	67 (63.5/69.75) [p=0.18]¶	31.5 (22.5/34.75)	17 (12.25/22.5) [p=0.11]	41 (32.5/49.5) [p=0.11]	3 (-6.25/10) [p=0.18]	21.5 (15.75/28.75) [p=1.0]
	Preoperative	64 (60/71) [p=0.04]¶	42 (35/49) [p=0.47]	14 (10.5/21) [p=0.85]	29 (22/33) [p=0.04]	12.5 (7.5/17) [p=0.04]	13.5 (9/18) [p=0.07]
	Postoperative	69 (63.5/80)	40.5 (36/45.75)	20 (7/23)	36 (30/42)	10 (0/11.5)	18 (16/25)
Study	Contralateral	78 (77.25/79.5) [p=0.11]	35 (29/35) [p=0.1]	21 (18.5/23.5) [p=0.14]	46.5 (42.75/51) [p=0.07]	1.5 (0/3.75) [p=0.1]	24 (24/28.5) [p=0.11]
	Preoperative	71.5 (69.5/75) [p=0.03]	48 (39.75/50.5)[p=0.04]	13 (11.5/19.75) [p=0.6]	32 (22/42.5) [p=0.1]	5.5 (0/13.25) [p=0.89]	17.5 (9.75/24.75) [p=0.79]
	Postoperative	76.5 (72.75/80.75)	42 (39/45.25)	15 (10/22)	38 (30.5/44.5)	8.5 (3/10)	18 (16.25/21)
General	Contralateral	73.5 (66/78) [p=0.04]	33 (29.5/35) [p=0.07]	20.5 (14.25/22.75) [p=0.04]	43.5 (40.5/51)[p=0.02]	1.5 (-3/8.5) [p=0.04]	24 (19.5/28.75) [p=0.11]
	Preoperative	69 (63/72.75)[p=0.003]	45 (37/50) [p=0.07]	13 (11.25/19.5) [p=0.54]	29 (22.5/36) [p=0.01]	10.5 (0.5/15.25) [p=0.12]	16 (10/18) [p=0.06]
	Postoperative	76 (69/79)	42 (37/50)	18 (10/22)	36 (30/44)	10 (4/10)	18 (17/22)

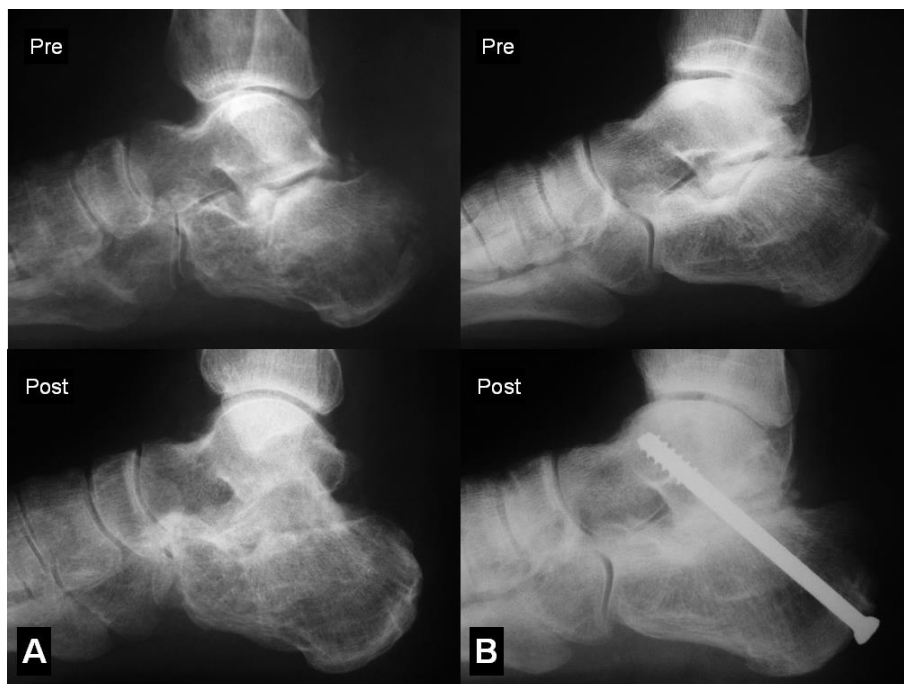
\* TC height: talocalcaneal height; CF angle: calcaneal-to-floor angle; TC angle: talocalcaneal angle; TFM angle: talus-first metatarsal angle.

† Height and width in millimeters.

†† Angle in degrees.

¶ Median (25th percentile / 75th percentile) [p value in relation to the postoperative period]; Wilcoxon nonparametric test.

The retrospective evaluation performed by the two blind raters revealed no statistically significant difference in time to union of the arthrodesis, which was achieved at an average of 5.33 weeks in the control group and 8.8 weeks in the study group ( $p = 0.077$ ). A statistically significant difference was observed for graft integration, which occurred after an average of 10.67 weeks in the control group and 28.8 weeks in the study group ( $p = 0.016$ ) (Table 4). Solid union of the arthrodesis and graft integration were achieved in all 6 cases in the control group and in 5 (out of 6) cases in the study group (Figure 2). One case in the study group was considered as pseudoarthrosis, since there was no agreement between raters at the final radiographic evaluation performed after a 42-week follow-up period (Figure 3). The raters did not identify signs of loosening of the osteosynthesis material in any case. Interrater agreement for identification of the type of graft used was poor (kappa coefficient 0.17) for rater #1 and substantial (kappa coefficient 0.67) for rater #2.



**Figure 2: Pre and final postoperative lateral radiograph of subtalar arthrodesis with use of autologous iliac crest graft (A) and freeze-dried bovine xenograft (B) showing evidence of solid union of the arthrodesis.**

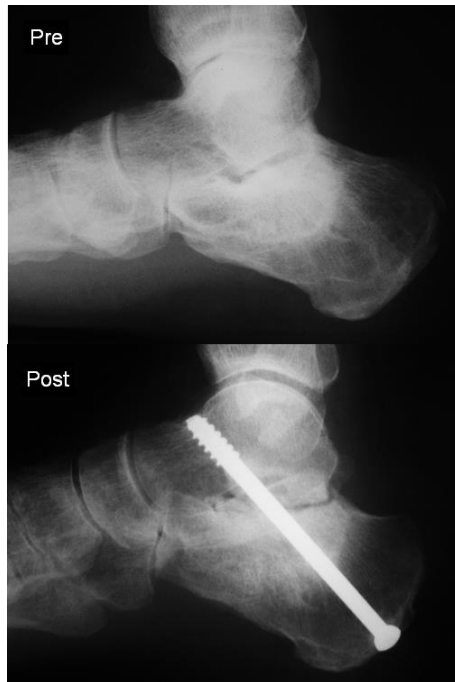


**Table 4: Length of time for solid union of the arthrodesis and bone graft integration.**

Group	Union*	Integration*
Control	5.33 (2/8)	10.67 (6/28)
Study	8.8 (6/14)	28.8 (10/38)
p†	0.077	0.016

\* Mean in weeks (minimum / maximum).

† P value: Levene's test.



**Figure 3: Pre and final postoperative lateral radiograph of subtalar arthrodesis with interposition of freeze-dried bovine xenograft in the case considered as pseudoarthrosis.**

Mean duration of cast immobilization was 10.33 weeks (minimum 8, maximum 12) in the control group and 13.33 weeks (minimum 10, maximum 18) in the study group ( $p = 0.054$ ). Mean duration of surgery was 114.67 (SD 8.14) minutes in the control group and 96.67 (SD 6.83) minutes in the study group (18% higher in the control group,  $p = 0.002$ ).

At the index procedure the posterior calcaneal tuberosity was removed in one patient of each group and calcaneal tendon lengthening was performed in 2 cases in the control group and in 3 cases in the study group. There was 1 case of wound dehiscence in the control group and 2 cases in the study group. In all patients, wounds were allowed to heal by secondary

intention after serial dressing changes, with no need for further surgical intervention. In 2 patients in the control group the screw used for internal fixation was removed after 60 weeks, because its head was prominent in the calcaneus and caused discomfort wearing regular shoes. One patient in the control group persisted with a varus hindfoot and underwent a calcaneus valgus osteotomy in the 60th week. One patient in the control group developed complex regional pain syndrome (CRPS) in the immediate postoperative period and had the cannulated screw removed in the 18th week, since it became prominent dorsally into the body of the talus. In one patient in the study group a bony prominence in the medial wall of the calcaneus was resected in the 54th week, as it was causing friction against the flexor hallucis longus tendon. There was involvement of the sural nerve with complaints of paresthesia and hypoesthesia on the lateral aspect of the hindfoot in 4 patients in the control group and in 3 in the study group. Five (out of 6) patients in the control group and 4 (out of 6) patients in the study group complained of diffuse pain in the hindfoot on physical examination at the final follow-up.

## **Discussion**

The initial nonsurgical treatment of calcaneal fractures with deformity usually results in painful malunion that affects normal function of the ankle and hindfoot joints, leading to functional impairment and shoe wear difficulties [4]. The subtalar arthrosis developed in these cases is often considered the cause of pain. However, talocalcaneal arthrodesis does not always provide symptom resolution [2][26]. Pain may also result from the peroneal tendons, calcaneofibular impingement, neuropathy of the sural nerve, anterior ankle impingement, or injuries of the heel pad [2][3][27]. In the surgical treatment of sequelae of calcaneal fractures, all possible causes of pain should be considered and the anatomy of the hindfoot restored [1].

Resection of the prominence in the lateral wall of the calcaneus decreases calcaneofibular impingement and decompresses the peroneal tendons [27]. *In situ* arthrodesis cannot restore physiological talocalcaneal height, the talocalcaneal angle, or the talar tilt angle in cases of severe impairment of the calcaneus [1][10][15]. In this situation, subtalar arthrodesis with interpositional bone graft is preferable, since it allows correction of the length of the gastrocnemius-soleus complex and the talocalcaneal and talotibial relationship, in addition to facilitating decompression of the peroneal tendons [5][14]. Carr *et al.* [28] described the subtalar arthrodesis with interposition of bone graft to restore normal alignment of the hindfoot and thus achieve functional improvement, since they believed that loss of talocalcaneal height leads to painful anterior tibiotalar impingement. Myerson and Quill [5] indicate this type of arthrodesis when there is more than 8mm loss of talocalcaneal height in relation to the contralateral side or when there is evidence of anterior ankle impingement demonstrated by a talar tilt angle less than 20°. Chandler *et al.* [2] suggest that this type of arthrodesis be performed in cases of anterior ankle pain and ankle dorsiflexion less than 10°.

The AOFAS scale is a validated, widely accepted rating scale with good internal consistency [29]. In our series, patients showed a statistically significant improvement as assessed by the AOFAS scale or VAS for pain. AOFAS scores improved 30.5 points, from a preoperative average of 37.8 to 68.3 points postoperatively ( $p = 0.002$ ), and VAS scores improved 2.84, from a preoperative average of 5.13 to 2.29 postoperatively ( $p = 0.006$ ). No statistically significant difference could be demonstrated between groups, for both the AOFAS scale and VAS for pain. These values are close to those described in the literature, with the improvement in AOFAS scores ranging from 32 to 50 points, from a preoperative average between 20 and 40 points to an average between 69 and 75 points postoperatively [6][7][10][14][15]. VAS scores range from a preoperative average between 6.07 and 8.1 to an average between 2.0 and 2.56 postoperatively [7][10]. Nevertheless, all 6 patients in the control group and 4 (out of 6) patients in the study group complained of pain in the operated

foot at the final follow-up. Persistent residual pain after arthrodesis with interpositional graft was described by Clare *et al.* [4] in 64% of 45 patients, after a mean follow-up of 5.3 years, and by Marti *et al.* [12] in 82% of 19 patients, after a mean follow-up of 9 years. We agree with Chan and Alexander [8] who stated that, although pain relief is neither complete nor universal, patient satisfaction is high.

The analysis of radiographic parameters revealed a statistically significant improvement in talocalcaneal height from pre to postoperative values in both groups. This improvement, however, was not sufficient to equal the talocalcaneal height obtained postoperatively with the contralateral side, regarded as the normal parameter for the patient, with a persisting statistically significant difference ( $p = 0.04$ ) when data from both groups were analyzed together. However, when groups were evaluated separately, no significant difference was found between postoperative and contralateral side values. This may be due to a small number of cases in each group. The talar tilt angle did not show significant differences at any time point. The calcaneus was found to be significantly narrower, as measured by its width, only between the pre and postoperative periods in the study group (Table 3). Since the Böhler angle is not useful for evaluating the results of subtalar arthrodesis, as the benchmarks for its measurement are lost with bone block grafting and decortication of the superior edge of the calcaneus, it was not used in this study [14]. The amount of correction of these radiographic variables is not uniform in the literature [9][14][30] and has not shown, in some studies, correlation with clinical findings [2][31]. Chen *et al.* [16] observed that correction of the talocalcaneal height was achieved in 80.1% of cases with good functional results and in only 47.6% of cases with fair results. Marti *et al.* [12], however, found no correlation between radiological measurements and clinical findings, except for the height of the calcaneal fat pad. The time from fracture to arthrodesis is also indicated by some authors as a factor that may influence the amount of correction possible due to retraction of periarticular tissues of the hindfoot [7][9][14]. In our series, time from fracture to arthrodesis ranged from 19 to 362

months (mean, 136.17 months), which may have influenced the non-correction of some radiographic parameters.

Solid union of subtalar arthrodesis with interposition of autologous iliac crest bone graft in the treatment of malunited fractures of the calcaneus is described in the literature as occurring in 86 to 100% of cases [5][6][7][8][9][12][13][14][16]. The procedure to harvest bone graft from the iliac crest can cause complications in up to 49% of cases [17][18]. In the series of cases of iliac crest bone graft harvesting for arthrodesis of the foot, the complication rate is lower, affecting only up to 6% of cases [9][10]. Because it is a surgical procedure that adds the possibility of comorbidities, iliac crest bone graft harvesting is not always easily accepted by patients [30] and is also likely to result in longer operative time and higher costs [19]. The duration of surgery was 18% higher in the group undergoing iliac crest bone graft harvesting (96.67 minutes in the study group and 114.67 minutes in the control group), which was statistically significant ( $p = 0.002$ ).

Other sources of bone graft have been described in the literature [32]. Clare *et al.* [4] described good results in 40 patients (45 feet), with a mean follow-up of 5.3 years, who underwent subtalar arthrodesis with interposition of autologous bone graft harvested from the lateral wall of the calcaneus, achieving a 93.5% union rate. The use of allografts in this situation showed, in some studies, solid union in only 20-40% of cases [10][11]. Other authors, however, have reported better results using allografts, with union rates similar to those achieved using autografts [19][30][33]. Nickisch and Anderson [1] indicate the use of allografts when bone grafts over 1 cm in height are needed for interposition in the subtalar arthrodesis. Garras *et al.* [15] described a series of 21 cases with a mean follow-up of 35.8 months using fresh-frozen allografts for interposition in the subtalar arthrodesis with 90.5% union rate, although, in 7 cases, grafts were used in association with platelet-rich plasma.

Due to limited availability of fresh-frozen allografts in our department, we have started research and development of a bone bank with freeze-dried bone grafts [21][22][34].

In the medical literature, there are only a few studies describing the use of xenografts [25][35]. Their use in different situations has yielded good results concerning incorporation of the graft and union of the arthrodesis [20][36][37]. In the only study found in the literature on the use of bone xenograft in arthrodeses of the foot and ankle, Thompson *et al.* [38] described five cases that developed pseudoarthrosis and required further surgical intervention using autografts to achieve full union of the arthrodesis. Those authors contraindicated the use of xenografts. In our experience, solid union of subtalar arthrodesis with interposition of freeze-dried xenograft bone block was achieved in 5 (out of 6) cases (83% union rate) and in 6 (out of 6) cases (100% union rate) with autologous tricortical iliac crest bone graft after a mean follow-up of 58.17 weeks.

Radiographic evaluation of union of the arthrodesis and graft integration is subjective. Therefore, in order to reduce possible errors in the evaluations, we used two independent blind raters. Computed tomography or magnetic resonance imaging were not used in the evaluation of these cases due to limited financial resources and also because these exams are not routinely used in the postoperative assessment of patients undergoing arthrodeses of the foot or ankle. The occurrence of delayed union or pseudoarthrosis is a greater concern in subtalar arthrodesis with interpositional bone graft, due to the presence of two interfaces that must unite (talus/graft, graft/calcaneus), than in traditional subtalar arthrodesis with a single interface (talus/calcaneus) [15]. Other factors that may be related to the occurrence of pseudoarthrosis include smoking and presence of avascular necrosis of bone [4][10][11]. In the present study, solid union was achieved in all cases, except for one case in the study group, which was one of the three smokers in this group. This case was considered as pseudoarthrosis, since there was no agreement between raters at the final follow-up evaluation at 42 weeks, despite being considered by both raters as having radiographic signs of union on previous assessments between the 16th and 34th week.

The length of time required for union of the arthrodesis was higher in the study group

(8.8 weeks vs. 5.33 weeks in the control group), although not statistically significant ( $p = 0.077$ ). Time to graft integration, 28.8 weeks in the study group and 10.67 weeks in the control group, was statistically significant ( $p = 0.016$ ). Freeze-dried bone grafts, due to the process which they undergo, are considered to have osteoconductive properties, with no osteoinductive or osteogenic characteristics, which might delay graft integration [39]. The length of time for union of subtalar arthrodesis using fresh-frozen allografts ranges from 3 to 5 months (mean, 3.5 months) and for graft revascularization and integration from 6 to 12 months [15][33]. Time to union with autografts ranges from 10 to 30 weeks [6][10][11]. Duration of postoperative immobilization is usually 6 weeks with a non-weight-bearing cast [7][8][9][10][11], which may be extended to 12 weeks [4][6] followed by a period with a weight-bearing cast. Our patients were placed in a non-weight-bearing cast for 6 weeks followed by partial weight-bearing until there was clinical and radiographic evidence of union. Mean immobilization time was 10.33 weeks in the control group and 13.33 weeks in the study group. This difference was not statistically significant. The mean immobilization time employed by the authors was longer than the mean time required for union of the arthrodesis according to the radiographic criteria used by both blind raters.

The use of an extended lateral L-shaped approach allows adequate visualization of the peroneal tendons and calcaneocuboid and subtalar joints, also allowing the lateral calcaneal wall prominence to be easily resected [4]. However, this approach poses a potential risk for incision closure, mainly when grafts of great height are used; therefore, more vertical incisions are preferred in these cases [30]. In our study, 3 (out of 12) operated cases developed wound dehiscence. Clare *et al.* [4], using this approach, reported the occurrence of wound healing problems in 24% of 45 operated feet. Another common complication is sural nerve injury, which may occur in up to 17% of cases [14] and may result from direct injury or stretch injury due to increased talocalcaneal height [15]. Complaints related to sural nerve injury in our series accounted for 7 (out of 12) operated cases: a complaint rate higher than

expected, which might be related to the surgical learning curve for this technique.

Based on the data obtained in our study, a power calculation indicated that 11 cases in each group would be required to assess time to union of the arthrodesis and 5 cases in each group to assess time to graft integration with a study power of 80% at a significance level of 5%.

### **Conclusion**

- There was no statistically significant difference in the length of time required for solid union of subtalar arthrodesis after calcaneal fracture, regardless of the type of bone graft used: autologous iliac crest graft or freeze-dried bovine xenograft.
- Time to integration of freeze-dried bovine xenografts was statistically higher than that of autologous iliac crest grafts.
- Statistically significant clinical and functional improvement was observed in all patients postoperatively, as assessed by the AOFAS scale and VAS for pain, despite the persistence of residual pain in most cases.
- Preoperative talocalcaneal height showed a statistically significant increase postoperatively in both groups.
- No major complications were observed in the group using freeze-dried bovine xenograft. There were persistent complaints of pain in the iliac region from 4 (out of 6) patients who underwent autologous bone graft harvesting.
- Operative time was 18% higher in the control group than in the study group.
- These results are preliminary, but promising, which stimulates further research using freeze-dried bovine xenografts as bone substitute.



## References

- 1- Nickisch F, Anderson RB: Post-calcaneus fracture reconstruction. *Foot Ankle Clin N Am.* 2006;(11):85-103.
- 2- Chandler JT, Bonar SK, Anderson RB, Davis H: Results of in situ subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 1999;20(1):18-24.
- 3- Lim EVA, Leung JPF: Complications of intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2001;(391):7-16.
- 4- Clare MP, Lee WE, Sanders RW: Intermediate to long-term results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87-A(5):963-73.
- 5- Myerson M, Quill GE: Late complications of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75-A(3):331-41.
- 6- Bednarz PA, Beals TC, Manoli II A: Subtalar distraction bone block fusion: an assessment of outcome. *Foot Ankle Int.* 1997;18(12):785-91.
- 7- Amendola A, Lammens P: Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int.* 1996;17(10):608-14.
- 8- Chan SCF, Alexander IJ: Subtalar arthrodesis with interpositional tricortical iliac crest graft for late pain and deformity after calcaneus fracture. *Foot Ankle Int.* 1997;18(10):613-15.
- 9- Burton DC, Olney BW, Horton GA: Late results of subtalar distraction fusion. *Foot Ankle Int.* 1998;19(4):197-202.
- 10- Trnka H-J, Easley ME, Lam PW-C, Anderson CD, Shon LC, Myerson MS: Subtalar distraction bone block arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83-B(6):849-54.
- 11- Easley ME, Trnka H-J, Schon LC, Myerson MS: Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(5):613-24.
- 12- Marti RK, Heus JAC, Roolker W, Poolman RW, Besslaar PP: Subtalar arthrodesis with correction of deformity after fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81-

- B(4):611-16.
- 13- Thermann H, Hüfner T, Schratt H-E, Held C, Tscherne H: Die subtalare Fusion nach konservativ oder operativ behandelte intraartikuläre Kalkaneusfraktur. *Unfallchirurg.* 1999;(102):13-22.
  - 14- Rammelt S, Grass R, Zawadski T, Biewener A, Zwipp H: Foot function after subtalar distraction bone-block arthrodesis. *J Bone Joint Surg Br.* 2004;86-B(5):659-68.
  - 15- Garras DN, Santangelo JR, Wang DW, Easley ME: Subtalar distraction arthrodesis using interpositional frozen structural allograft. *Foot Ankle Int.* 2008;29(6):561-67.
  - 16- Chen YJ, Huang TJ, Hsu KTY, Hsu RW, Chen CW: Subtalar distractional realignment arthrodesis with wedge bone grafting and lateral decompression of calcaneal malunion. *J Trauma.* 1998;45(4):729-37.
  - 17- Finkemeier CG: Bone-grafting and bone-graft substitutes. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84-A(3):454-64.
  - 18- Seiler III JG, Johnson J: Iliac crest autogenous bone grafting: donor site complications. *J South Orthop Assoc.* 2000;9(2):91-97.
  - 19- Scranton Jr. PE: Use of bone graft substitutes in lower extremity reconstructive surgery. *Foot Ankle Int.* 2002;23(8):689-92.
  - 20- Salama R: Xenogeneic bone grafting in humans. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;174(4):113-21.
  - 21- Galia CR, Macedo CAS, Rosito R, Moreira LF: Osteointegração de enxertos liofilizados impactados. *Acta Ortop Bras.* 2009;17(2):24-8.
  - 22- Macedo CAS, Galia CR, Silva ALB, César PC, Sanches PRS, Duarte LS, Müller LM: Comparação de resistência à compressão do osso bovino congelado e liofilizado. *Rev Bras Ortop.* 1999;34(9/10):529-33.
  - 23- Oliveira RC, Sicca CM, Silva TL, Cestari TM, Oliveira OT, Buzalaf MAR, et al.: Efeito da temperatura de desproteinização no preparo de osso cortical bovino microgranular.

- Avaliação microscópica e bioquímica da resposta celular em subcutâneo de ratos. *Revista FOB*. 1999;7(3/4):85-93.
- 24- Kakiuchi M, Ono K, Nishimura A, Shiokawa H: Preparation of bank bone using defatting, freeze-drying and sterilization with ethylene oxide gas. Part 1. Experimental evaluation of its efficacy and safety. *Int Orthop*. 1996;20(3):142-46.
- 25- Laurencin CT, El-Amin SF: Xenotransplantation in orthopaedic surgery. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008;16(1):4-8.
- 26- Paley D, Hall H: Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am*. 1993;75-A(3):342-54.
- 27- Savva N, Saxby TS: In Situ arthrodesis with lateral-wall ostectomy for the sequelae of fracture of the os calcis. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89-B(7):919-25.
- 28- Carr J, Hansen S, Benirschke: Subtalar distraction bone block fusion for late complications of os calcis. *Foot Ankle*. 1988;9(2):81-86.
- 29- Schepers T, Heetveld MJ, Mulder PGH, Patka P: Clinical outcome scoring of intra-articular calcaneal fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2008;47(3):213-18.
- 30- Pollard JD, Schuberth JM: Posterior bone block distraction arthrodesis of the subtalar joint: a review of 22 cases. *J Foot Ankle Surg*. 2008;47(3):191-98.
- 31- Flemister ASJR, Infante AF, Sanders RW, Walling AK: Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*. 2000;21(5):392-99.
- 32- Kalamchi A, Evans JG: Posterior subtalar fusion. *J Bone Joint Surg Br*. 1977;59-B(3):287-89.
- 33- Myerson MS, Neufeld SK, Uribe J: Fresh-frozen structural allografts in the foot and ankle. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87-A(1):113-20.
- 34- Galia CR: Enxertos ósseos liofilizados impactados humano e bovino em revisão de artroplastia total do quadril (Doutorado). Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Ciências

- Médicas: Cirurgia; 2004.
- 35- Zabeu JLA, Mercadante MT: Substitutos ósseos comparados ao enxerto ósseo autólogo em cirurgia ortopédica - Revisão sistemática da literatura. *Rev Bras Ortop.* 2008;43(3):59-68.
- 36- Säveland H, Aspenberg P, Zygmunt S, Herrlin K, Cristensson D, Rydholm U: Bovine bone grafting in occipito-cervical fusion for atlanto-axial instability in rheumatoid arthritis. *Acta Neurochir.* 1994;(127):186-90.
- 37- Malca SA, Roche PH, Rosset E, Pellet W: Cervical interbody xenograft with plate fixation: evaluation of fusion after 7 years of use in post-traumatic discoligamentous instability. *Spine.* 1996;21(6):685-90.
- 38- Thompson NS, Swain WD, Thompson RD, Dilworth GR: Non-union in ankle and hindfoot arthrodeses using xenograft. *Foot Ankle Surg.* 2002;8():239-44.
- 39- Hartl A, Bitzan P, Wanivenhaus A, Kotz R: Faster integration of human allograft bone than of the bovine substitute Lubbock. *Acta Orthop Scand.* 2004;75(2):217-20.

## ANEXO 1

### Escala AOFAS tornozelo e retropé

Escala tornozelo - retropé (AOFAS)				
DOR (40 pontos)	Nenhuma	40	<input type="checkbox"/>	
	Leve, ocasional	30	<input type="checkbox"/>	
	Moderada, diária	20	<input type="checkbox"/>	
	Severa, quase constante	0	<input type="checkbox"/>	
FUNÇÃO (50 pontos)	Limitação atividades, necessidade suporte	Sem limitação, sem suporte	10	<input type="checkbox"/>
		Sem limitação diária, com limitação recreação, sem suporte	7	<input type="checkbox"/>
		Limitação atividades diárias e recreacionais, bengala	4	<input type="checkbox"/>
		Limitação severa atividades, andador, muletas, órteses	0	<input type="checkbox"/>
	Máxima distância caminhada (quadras)	>6	5	<input type="checkbox"/>
		4-6	4	<input type="checkbox"/>
		1-3	2	<input type="checkbox"/>
		<1	0	<input type="checkbox"/>
	Tipo de terreno	Sem dificuldade em qualquer superfície	5	<input type="checkbox"/>
		Alguma dificuldade em terrenos irregulares, escadas, declives	3	<input type="checkbox"/>
		Dificuldade severa em terrenos irregulares, escadas, declives	0	<input type="checkbox"/>
	Anormalidade da marcha	Nenhuma, leve	8	<input type="checkbox"/>
		Óbvia	4	<input type="checkbox"/>
		Marcada	0	<input type="checkbox"/>
	Mobilidade sagital (flexão + extensão)	Normal, restrição leve (>30°)	8	<input type="checkbox"/>
		Restrição moderada (15°-29°)	4	<input type="checkbox"/>
		Restrição severa (<15°)	0	<input type="checkbox"/>
	Mobilidade retropé (inversão + eversão)	Normal, restrição leve (75%-100% normal)	6	<input type="checkbox"/>
		Restrição moderada (25%-74% normal)	3	<input type="checkbox"/>
		Restrição severa (<25% normal)	0	<input type="checkbox"/>
Estabilidade tnz – retropé (AP, varo/valgo)	Estável	8	<input type="checkbox"/>	
	Definitivamente instável	0	<input type="checkbox"/>	
Alinhamento (10 pontos)	Bom, pé plantígrado, tnz – retropé bem alinhados	10	<input type="checkbox"/>	
	Razoável, pé plantígrado, algum desalinhamento tnz – retropé, assintomático	5	<input type="checkbox"/>	
	Ruim, pé não plantígrado, desalinhamento severo, sintomático	0	<input type="checkbox"/>	
<b>TOTAL</b>				

## ANEXO 2

### Termo de consentimento livre e esclarecido

#### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, \_\_\_\_\_, estou sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado: **Enxerto ilíaco tricortical autólogo versus xenoenxerto liofilizado em bloco na artrodese subtalar após fratura do calcâneo.**

O estudo visa avaliar radiograficamente a presença de consolidação óssea entre o tálus e o calcâneo com a interposição de dois tipos diferentes de enxerto ósseo. Os pacientes serão divididos aleatoriamente em dois grupos nos quais será utilizado enxerto ósseo autólogo da crista ilíaca em um grupo e xenoenxerto liofilizado em bloco no outro. O procedimento cirúrgico não difere entre os grupos, senão entre os tipos de enxerto ósseo e a necessidade da abordagem da crista ilíaca no grupo com enxerto autólogo. No período pós-operatório ambos grupos deverão permanecer com imobilização gessada até consolidação da artrodese que será definida através de exames radiográficos periódicos.

Sabe-se através da literatura que a retirada de enxerto ósseo da crista ilíaca não é desprovida de riscos, entre os mais freqüentes: infecção da ferida operatória, lesão do nervo cutâneo lateral da coxa, sangramento e dor residual. Contudo quando utilizado nesse tipo de cirurgia apresenta altos índices de consolidação da artrodese.

O xenoenxerto liofilizado a ser utilizado nesse estudo é proveniente do processamento e esterilização de osso bovino. Em estudos prévios quando utilizado em cirurgias do quadril mostrou-se seguro e eficaz. Nas cirurgias da coluna e odontológicas os resultados tem sido promissores. Os resultados em outras regiões anatômicas ainda estão sendo pesquisados. Quando se utiliza o xenoenxerto liofilizado não é necessário a abordagem da crista ilíaca, com seus conseqüentes riscos para retirada de enxerto ósseo autólogo.

Todos os dados coletados durante o trabalho, os resultados dos exames radiológicos, bem como eventuais fotografias poderão ser utilizados, de forma anônima, sigilosa e confidencial, para apresentação em aulas ou publicações no âmbito médico.

Foi-me permitido escolher participar ou não desse projeto de pesquisa e, caso não aceite, continuarei meu tratamento de forma habitual no Serviço de Ortopedia e Traumatologia do HCPA. Tive a oportunidade de esclarecer todas as minhas dúvidas sobre a participação nesse projeto de pesquisa tendo lido e compreendido todas as informações desse documento antes da sua assinatura.

**Aceito participar do projeto de pesquisa.**

Porto Alegre, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_

\_\_\_\_\_  
Paciente

\_\_\_\_\_  
Pesquisador