

**Uso do transporte ósseo no tratamento de perda óssea segmentar extensa da tibia.  
Estudo experimental em cães**

[Use of bone transport to treat tibial large segmental defects. Experimental study in dogs]

S.C. Rahal<sup>1</sup>, R.S. Volpi<sup>2</sup>, L.C. Vulcano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP - Botucatu  
Rubião Júnior s/n  
18618000 - Botucatu, SP

<sup>2</sup>Faculdade de Medicina – UNESP - Botucatu

**RESUMO**

Avaliou-se a técnica de transporte ósseo realizada com fixador externo de Ilizarov no tratamento de defeito ósseo segmentar extenso promovido na tibia de sete cães. Após aplicação de montagem constituída de um semi-anel proximal, um anel médio e outro distal, ligados entre si por meio de hastes rosqueadas, foi excisado um segmento da diáfise média distal da tibia e fibula direitas de 30% do comprimento ósseo. A reconstrução do defeito foi realizada por transporte de um segmento ósseo obtido por osteotomia subperiosteal da parte proximal da tibia, entre o semi-anel proximal e o anel médio. O período de latência foi de seis dias e o ritmo do transporte foi de 0,5mm a cada 12 horas. Na área de acoplamento foi aplicada compressão. O fixador permaneceu em fase neutra por 14 semanas e, após a remoção do aparelho, os animais foram observados por mais quatro semanas. O resultado funcional foi considerado excelente em um animal, bom em um, satisfatório em três e deficiente nos outros dois. O transporte ósseo permitiu a reparação de falhas ósseas segmentares extensas, porém pode apresentar dificuldades no direcionamento do segmento ósseo transportado e de sua consolidação na área de acoplagem.

Palavras-chave: cão, transporte ósseo, fixador externo, tibia, Ilizarov

**ABSTRACT**

*The aim of this study was to evaluate the bone transport technique using the Ilizarov external fixator for the treatment of the extensive segmental bone defect induced in the tibia of seven dogs. An Ilizarov frame assembled with one proximal half-ring, one middle ring and one distal ring, all connected to each other, was used. Thirty percent of the tibia and fibula were removed in the medium and distal parts of the diaphyses, between the medium and distal rings. The bone defect was reconstructed by bone transport using a bone segment developed by proximal subperiosteal osteotomy of the tibia between the half-ring and the middle ring. Bone transport started seven days after surgery (0.5mm every 12 hours). Compression was applied in the docking area. The neutral fixation frame period was 14 weeks. The frame was removed at the end of this period, and the dogs were observed for four more weeks. Complications such as intercalary segment deviation (2 dogs) during the trajectory, and nonunion (2 dogs) in the docking area were observed. The functional results were considered poor in the two, fair in three, good in one and excellent in the other dog. The bone transport allowed reconstruction of large segmental bone defect, however, it may have problems during the trajectory of the transport bone segment and in its healing in the docking area.*

*Keywords: dog, bone transport, external fixator, tibia, Ilizarov*

---

Recebido para publicação em 19 de dezembro de 2003

Recebido para publicação, após modificações, em 12 de maio de 2004

E-mail: sheilacr@fmvz.unesp.br

## INTRODUÇÃO

O transporte ósseo é talvez a mais inovadora e utilizável aplicação do método de Ilizarov para salvar membros com osteomielite refratária, não-união e perda óssea segmentar (pós-traumática ou ressecção de tumores) (Aronson, 1994). A técnica consiste em corticotomia proximal ou distal para liberar um fragmento ósseo viável que será conduzido por tração vagarosa (Cattaneo et al., 1992). O fragmento liberado pode ser conduzido por um ou mais fios transversos ao membro e unidos a um anel de transporte móvel, ou por fios que passam através do segmento ósseo obliquamente, funcionando como cabos de tração (Green et al., 1992). Segundo Cattaneo et al. (1992), os fios transversos cortam a pele e os tecidos moles durante o trajeto e o segmento transportado é movido até entrar em contato com o fragmento ósseo oposto. Aplica-se compressão nessa região, denominada área de acoplamento, até ocorrer união óssea, enquanto que o tecido regenerado, desenvolvido no rastro do fragmento ósseo transportado, mineraliza progressivamente.

Mesmo sendo forma segura para reconstruir grandes defeitos ósseos, o transporte ósseo tem como desvantagens o tempo prolongado do tratamento e o potencial para complicações relacionadas à complexidade do aparelho (Watson et al., 1995). A colocação dos fios no fragmento a ser transportado consiste, de acordo com Green et al. (1992), em fator crítico. Quando aplicados muito próximos à extremidade do fragmento, o anel ao qual está fixado pode contatar com o anel do fragmento alvo antes de terminar o acoplamento. Entretanto, se os fios cruzados forem inseridos na parte de trás do fragmento, o seu trajeto pode ser desviado pelas partes moles. Lowenberg et al. (1996) afirmaram que o contato incompleto entre as superfícies ósseas no final do transporte pode surgir como consequência de um ou mais fatores combinados, superfícies ósseas não paralelas antes do início do transporte, inclinação do fragmento durante o transporte, ou translação do fragmento se o fixador de Ilizarov não estiver paralelo ao eixo longitudinal do osso.

Outro problema no transporte ósseo é a consolidação vagarosa ou ausente no local de acoplamento (Green, 1994). Para alcançar sólida união Watson et al. (1995) recomendaram a aplicação de enxerto ósseo esponjoso nessa

região. O local deve ser reavivado, o enxerto autógeno aplicado e o fixador circular externo mantido até a consolidação radiográfica (Watson, 1996). A resposta cicatricial na região de acoplamento, segundo Kenwright e White (1993), é pouco compreendida. Raschke et al. (1993) afirmaram que em regiões metafisiárias a consolidação no local de acoplamento ocorre sem a utilização do enxerto, mas na diafisiária ele pode ser necessário. Ao estimularem a região do acoplamento por contínua compressão alternada por distração gradual obtiveram união óssea na maioria das regiões metafisiárias.

Complicações como contratura articular progressiva, subluxação e luxação podem ocorrer porque a origem e inserção dos músculos unidos ao fragmento intercalado são movidas através do membro (Green, 1994). De acordo com Green (1991), quando um segmento ósseo da tibia é transportado da posição distal para a proximal, há tendência de os dígitos flexionarem-se. Para prevenir a deformidade, sugeriu o uso de tipóias aplicadas dos dígitos ao aparelho.

O trabalho teve por objetivo avaliar, clínica e radiograficamente, a técnica de transporte ósseo realizada com fixador externo de Ilizarov no tratamento de defeito ósseo segmentar extenso promovido na tibia de cães.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas sete cadelas adultas híginas, sem raça definida, com idade média de três anos e peso corpóreo entre 10 e 16,5kg, numeradas de 1 a 7, alojadas em canis com solário onde receberam ração comercial e água à vontade.

A medicação pré-anestésica foi realizada com acepromazina (0,2mg/kg/IV), em animais em jejum prévio, alimentar e hídrico, de 12 horas. A anestesia cirúrgica foi induzida (15mg/kg/IV) e mantida com pentobarbital sódico. Para reduzir o tempo cirúrgico, o fixador foi previamente construído, baseando-se em radiografias do membro a ser operado. A montagem foi constituída de um semi-anel proximal de 100mm (tipo 5/8) e dois anéis circulares de 100mm de diâmetro, um medial e um distal, ligados entre si por meio de hastes rosqueadas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Cruz Alta – Rua Geraldo Filetti, 192 – Fernandópolis, SP.

### *Uso do transporte ósseo no tratamento...*

Os animais foram contidos em decúbito dorsal, com o membro pélvico direito preparado para cirurgia asséptica. O primeiro fio foi aplicado na região proximal da tíbia, paralelo à superfície articular do joelho, no sentido caudolateral para craniomedial. O fixador pré-montado foi ajustado ao membro e o fio fixado e tensionado ao semi-anel proximal. Um segundo fio foi inserido proximal à articulação tarsocrural, paralelo a ela e ao primeiro fio, fixado ao anel distal e submetido à tensão. Esses dois fios garantiram a centralização do membro no fixador, facilitando a aplicação dos demais, que foram inseridos no sentido cranio lateral para caudomedial e fixados, um ao semi-anel proximal e outro ao anel distal. Um terceiro fio foi fixado ao anel proximal por meio de bandeira macho. No anel central foi inserido um fio, evitando transfixar músculos. Todos os fios transósseos (1,5mm) foram submetidos à tensão de 90kg por meio de dinamômetro e as extremidades excedentes foram cortadas e dobradas.

Foram ressecados um segmento da diáfise tibial entre os anéis medial e distal de 30% do comprimento ósseo (média de 4,87cm), mediante duas osteotomias transversas com serra oscilatória sob irrigação, em torno de 1,5cm dos anéis, e um segmento da fíbula. A reconstrução do defeito ósseo foi realizada por meio de transporte ósseo. Um segmento de osso foi criado por osteotomia transversa subperiosteal da parte proximal da tíbia, entre os anéis proximal e médio, por meio de perfurações ósseas e secção com osteótomo e martelo. Após um período de latência de seis dias, o segmento ósseo foi gradualmente transportado, 0,5mm a cada 12 horas, dentro dos tecidos moles circundantes até alcançar a extremidade distal do defeito. No final do transporte, realizou-se compressão na área de acoplamento no ritmo de 0,5mm uma vez ao dia, por sete a 10 dias. O fixador permaneceu em fase neutra por 14 semanas e após a sua remoção, o animal foi observado por mais quatro semanas.

Foi administrada ampicilina benzatina (20mg/kg via subcutânea, a cada 24 horas), no pré-operatório imediato e durante cinco dias no pós-operatório. Buprenorfina (10µg/kg via subcutânea, a cada oito horas) e flunixinina meglumina (1,1mg/kg via subcutânea, a cada 24 horas) foram usadas no pré-operatório imediato e por três dias no pós-operatório. A buprenorfina

foi mantida por mais tempo nos animais que manifestaram sinais de dor (sensibilidade durante a manipulação do aparelho, anorexia, alteração da locomoção, entre outros). Durante a evolução do experimento, os medicamentos foram repetidos isoladamente ou em conjunto, quando necessário. A ferida cirúrgica e os locais de emergência dos fios foram tratados com solução fisiológica e solução de nitrofurazona. Os pontos cutâneos foram removidos do sétimo ao 10º dia de pós-operatório.

Foram realizados exames radiográficos no pós-operatório imediato com uma semana e a cada duas semanas até o término do alongamento. No período de fase neutra com o fixador, fizeram-se avaliações com 4, 8, 12 e 14 semanas, quando foi removido o aparelho. O último controle radiográfico ocorreu após quatro semanas. A avaliação clínica visou detectar sinais de reações nos pontos de emergência dos fios [(ausência; inflamação (secreção serosa ou serossanguinolenta e eritema); infecção (secreção purulenta e eritema)], mobilidade no aparelho, edema no membro, apoio ou não do membro no solo e tipo de locomoção. Foi aferido o arco de movimento de flexo-extensão, por meio de goniômetro, nas articulações do joelho e tarsocrural dos membros operado e contralateral, quatro semanas após a retirada do fixador.

Após a remoção do fixador e ao término do experimento, o local de regeneração óssea e a área de acoplamento foram examinados, por meio de palpação, em relação à presença ou não de mobilidade. O resultado funcional foi considerado: excelente - função normal do membro; bom - uso funcional do membro, parcial suporte de peso após exercício; satisfatório - suporte de peso em estação, leve a moderada claudicação em marcha lenta, não suporte de peso em marcha acelerada; deficiente - sem suporte de peso. Para melhor avaliação, todos os animais foram filmados e fotografados semanalmente.

### **RESULTADOS**

O animal 4 desenvolveu, após a ressecção de 30% da tíbia, hemorragia grave advinda do canal medular do fragmento proximal, que foi tratada com cera óssea e aplicação de anti-hemorrágico

(ácido tranexâmico na dose de 3ml para cada 25kg/IV).

Em todos os animais, nos primeiros cinco a sete dias de pós-operatório, observaram-se secreção serosa ou serossanguinolenta nos locais de entrada e saída dos pinos e edema nos membros operados, que variou de intensidade leve a moderada. Verificou-se presença de infecção nos pontos de emergência dos fios fixados ao anel proximal ou à bandeira, no final do período de transporte no animal 3 e na fase neutra nos animais 2 e 7. Efetuou-se limpeza local mais freqüente e aplicou-se ampicilina benzatina por sete a 15 dias. No término da fase neutra, a porção superior do fixador apresentou mobilidade em relação ao osso nas cadelas 2, 3 e 6. Após a remoção do fixador, todos os locais de emergência dos fios cicatrizaram sem complicações e não foram detectados sinais de osteomielite em nenhum dos membros operados.

Durante o período de latência e nas quatro primeiras semanas do transporte, os animais em estação apoiavam o membro no solo, em marcha lenta usavam-no de forma claudicante ou o elevavam e, em marcha acelerada, elevavam-no com freqüência. Em geral, a partir da quinta semana de transporte até a sua finalização, os animais pouparam mais intensamente o membro operado e a melhora ocorreu no período de fase neutra. O animal 5 deixou de apoiar o membro no solo a partir da quinta semana de transporte e assim permaneceu até o final do experimento. O resultado funcional no membro operado, quatro semanas após a remoção do fixador externo, foi considerado excelente no animal 4, bom no 1, satisfatório em 2, 3 e 6 e deficiente em 5 e 7.

Após a remoção do fixador, o local de regeneração óssea mostrou-se firme à palpação em todos os animais. Na área de acoplamento não detectou-se mobilidade nos animais 1, 2 e 4, mobilidade discreta no 6 e acentuada em 3, 5 e 7.

Na última avaliação, com exceção de 1 e 4, os animais apresentaram atrofia dos músculos da coxa, mais intensa nas cadelas 5 e 7. A porcentagem média de restrição dos arcos de movimento da articulação tarsocrural (22,7%) foi maior que a do joelho (1,1%).

No pós-operatório imediato, ao exame radiográfico, notou-se pequeno desvio do fragmento transportado no animal 2. A partir da terceira semana de transporte, colunas radiodensas longitudinais começaram a ser visibilizadas com maior intensidade no espaço de regeneração óssea. Nesse período, a cadela 3 apresentou desvio grave do fragmento transportado. Realizou-se movimentação assimétrica do anel medial para compensar o desvio e, quando próximo à área de acoplamento (sexta semana), aplicou-se tração lateral no fragmento, por meio de um fio com oliva (fio com obstáculo). Embora o osso regenerado tenha sido desenvolvido com antecurvato, obteve-se total acoplamento dos fragmentos. No animal 6, com três semanas de transporte, ao se verificar que o segmento intercalado não atingiria a área de acoplamento, realizou-se movimentação assimétrica do anel medial para atingir o curso desejado. Como a manobra não foi suficiente, quando próximo à área de acoplamento (sexta semana), alterou-se o posicionamento dos anéis, obtendo-se apenas 50% de contato entre as extremidades.

O fio do transporte, colocado muito próximo à extremidade distal na cadela 1, foi reposicionado no final do transporte para permitir o acoplamento dos fragmentos, que foi em torno de 70%. Na oitava semana de transporte, no animal 7 o fio do fragmento transportado soltou e foi recolocado, obtendo-se acoplamento de 50% das extremidades. Nos animais 2 e 5 não houve desvio do fragmento, atingindo 70% e 50% de acoplamento, respectivamente. No animal 5, as extremidades apresentaram aspecto atrófico. No animal 4, o transporte ósseo foi interrompido com cinco semanas em razão da intensa proliferação óssea na extremidade distal, que bloqueou a progressão do fragmento (Fig. 1). Em geral, notou-se grande dificuldade para avaliar a área de acoplamento no final do transporte, pois os anéis de transporte e distal interferiam com a visão. No término do período de fase neutra com o fixador, a área de distração apresentava continuidade uniforme em todos os animais, exceto no 6.

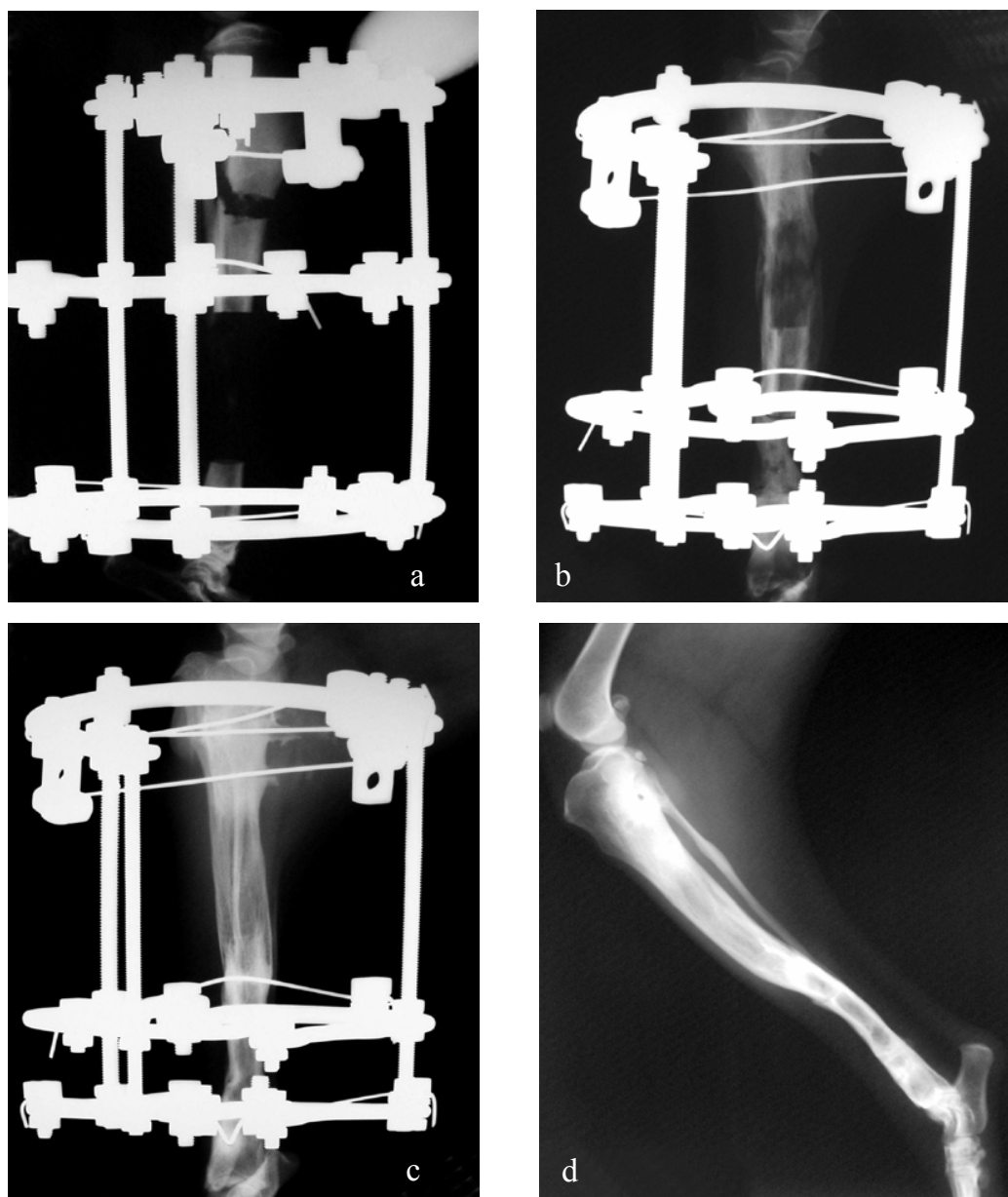


Figura 1. Aspectos radiográficos da tíbia do cão 4 submetido ao transporte ósseo para tratamento de falha óssea segmentar. (a) Uma semana de transporte: nota-se a movimentação adequada do segmento ósseo transportado. (b) Cinco semanas de transporte: verifica-se a interrupção do transporte devido a proliferação óssea na extremidade distal (seta). (c) Doze semanas de fase neutra com o fixador: observa-se regeneração óssea no trilho do fragmento transportado. (d) Resultado final quatro semanas após a remoção do fixador: nota-se diâmetro ósseo menor na região que desenvolveu osso sem transporte.

Em seguida à remoção do fixador, verificou-se consolidação das extremidades ósseas na área de acoplamento apenas nos animais 1 e 4 (Fig. 1). Os animais 2, 3 e 6 apresentavam área de acoplamento com aspecto de consolidação retardada, visto que após 30 dias sem fixador observou-se presença de proliferação óssea na região. Nos animais 5 e 7 o aspecto era de não-união, que se confirmou 30 dias após a remoção do fixador.

A regeneração óssea ocorreu com antecurvato e valgo nas cadelas 3 e 6. Um pequeno desvio varo ocorreu em três animais, 1, 2 e 4, conseqüente ao acoplamento ósseo. A fíbula se reconstituiu acompanhando o transporte da tibia, mas na região de acoplamento apresentava-se desviada ou parcialmente individualizada. No animal 4 o diâmetro ósseo estava menor na região que desenvolveu osso sem o transporte (Fig. 1). Foi observada lise e proliferação óssea, mais evidente ao redor dos fios do anel proximal e bandeira, especialmente nos animais 2, 3 e 6, que apresentavam mobilidade do aparelho na porção superior.

## DISCUSSÃO

A piora da locomoção entre a quinta semana e o término do período de transporte possivelmente estava associada às complicações ocorridas durante o trajeto do fragmento em direção à área de acoplamento, que exigiram modificações no fixador. De forma semelhante, Hyodo et al. (1996) notaram que, durante todo o período de transporte ósseo feito no fêmur de cães, a maioria dos animais, em estação, suportava peso no membro envolvido, e em locomoção, o elevavam.

A presença de infecção nos pontos de emergência dos fios é freqüentemente mencionada em casos clínicos de transporte ósseo em humanos (Green et al., 1992; Green, 1994). Neste experimento, a infecção foi verificada nos pontos de emergência dos fios fixados junto ao anel proximal ou na bandeira, onde existia maior volume de tecido mole entre pele e osso. Apesar de não ter havido necessidade de remoção dos fios, pois o processo foi controlado com antibiótico sistêmico e limpeza local mais freqüente, essa complicação pode ter contribuído para o desenvolvimento de

osteólise em torno dos fios e instabilidade do fixador, observada em três animais. A não realização de fisioterapia associada ao desuso resultou em atrofia dos músculos do membro operado. Resultado semelhante foi relatado por Pablos et al. (1994), ao realizarem o transporte ósseo do fêmur em cães e cordeiros.

O transporte ósseo foi eficaz na reparação do defeito segmentar visto ter induzido a regeneração óssea no rastro do fragmento ósseo transportado, fato observado por outros autores que empregaram o método experimentalmente em ossos da mandíbula (Costantino et al., 1990), fêmur (Pablos et al., 1994) e tibia (Huang, 1997). Clinicamente, em medicina veterinária, o método foi utilizado com êxito para tratar defeito ósseo segmentar produzido após seqüestrectomia de não-união infectada da tibia em um cão e em um gato (Lesser, 1994), e conseqüente à excisão de osteossarcoma do rádio em seis cães (Degna et al., 2000). Uma vantagem do transporte ósseo em relação aos métodos convencionais, como enxerto esponjoso e enxerto ósseo vascularizado, é a possibilidade de obter-se osso de tamanho adequado ao local anatômico, pois o tecido regenerado acompanha o tamanho do fragmento transportado (Cierny e Zorny, 1994), fato comprovado neste experimento.

O desvio do fragmento durante o trajeto, detectado em dois animais, pode estar associado à ausência de paralelismo entre os fragmentos ósseos e o eixo do aparelho ou ao deslocamento do fragmento pelos tecidos moles (Green et al., 1992; Lowenberg et al., 1996). O emprego de um fio, e não dois como indicado por Green et al. (1992), para fixação do fragmento intercalado, com a intenção de evitar o traumatismo dos tecidos moles e pele, pode ter favorecido seu desvio durante o transporte. As manobras de tração do fragmento com fio oliva e a movimentação e posicionamento assimétrico dos anéis reduziram parcialmente o problema, pois o animal 3 desenvolveu antecurvato e o 6 obteve apenas 50% de contato entre as extremidades. Maini et al. (2000) tiveram sucesso ao corrigir três casos de desvio axial na área de acoplamento, em pacientes humanos, por meio de montagem de translação. De 19 casos tratados por Paley e Maar (2000), seis apresentaram mau alinhamento e apenas dois ficaram sem correção.

### *Uso do transporte ósseo no tratamento...*

Entre as estratégias que poderiam ser utilizadas para minimizar esse tipo de complicação, conquanto não preconizada por Ilizarov pelo potencial de destruir a irrigação medular, estaria o emprego do transporte ósseo combinado à haste intramedular. O método já foi utilizado com bons resultados de forma experimental (Brunner et al., 1993; Hyodo et al., 1996), e em casos clínicos em humanos (Carrington et al., 2000). Além de evitar o deslocamento do fragmento intercalado durante o seu trajeto, propiciaria mais conforto ao paciente pela redução do período de tratamento com o fixador externo, evitando assim uma das desvantagens do método de Ilizarov (Watson et al., 1995). Outra técnica que eventualmente poderia ser adotada seria o encurtamento de parte do defeito, seguido por transporte mais curto, o que, de acordo com Catagni apud Saleh e Rees (1995), teria a vantagem de produzir estabilidade entre as extremidades ósseas e reduzir a carga no fixador.

A proliferação óssea no defeito segmentar ocorrida no animal 4, que interrompeu o transporte ósseo, poderia estar associada à remanescente do periosteio ou à calcificação do hematoma, pois esse animal apresentou sangramento intenso após a secção óssea, cujo controle só foi possível pelo emprego de cera óssea. De forma semelhante, Lesser (1994) observou restrição do movimento do fragmento transportado, quando utilizou calo exuberante como enxerto que se consolidou na falha óssea. Isso não é desejável por representar um ponto de fragilidade, pois o diâmetro do osso no local foi menor, comparativamente ao desenvolvido no rastro do transporte, como detectado no animal 4.

No animal 1, o fio foi aplicado muito próximo à extremidade proximal do segmento ósseo transportado e, devido ao contato do anel de transporte com o do fragmento alvo, teve que ser reposicionado para permitir o acoplamento ósseo. Isso reforça, como citado por Green et al. (1992), a importância do posicionamento do fio, que não deve estar nem muito próximo nem muito distante das extremidades do segmento transportado.

A compressão aplicada na área de acoplamento, como recomendada por Cattaneo et al. (1992) e Pablos et al. (1994), não foi suficiente para induzir união óssea em todos os animais, pois ocorreu não consolidação em dois e união

retardada em três. Esses problemas, segundo Green (1994), são considerados comuns no transporte ósseo. No homem, Tukiainen e Asko-Seljavaara (1993) sugeriram quatro meses de observação para determinação dos sinais clínicos ou radiográficos de consolidação após o acoplamento, mesmo assim, é provável que o reavivamento do local, aplicação de enxerto esponjoso e nova compressão antes da finalização do transporte sejam a melhor opção para evitar o problema (Kenwright e White, 1993; Green, 1994; Watson et al., 1995; Lowenberg et al., 1996; Watson, 1996). A compressão alternada com distração seria outra escolha, mas segundo Raschke et al. (1993), a manobra é eficiente apenas quando o local de acoplamento está na região metafisária.

Neste experimento não foram detectadas luxação ou subluxação das articulações que, segundo Green (1994), são complicações passíveis de ocorrer durante o transporte ósseo. No entanto, os problemas de consolidação na área de acoplamento favoreceram a maior restrição de arco de movimento na articulação tarsocrural.

### **CONCLUSÕES**

O transporte ósseo permite a reparação de falhas ósseas segmentares extensas, porém pode apresentar dificuldades no direcionamento do segmento ósseo transportado e de sua consolidação na área de acoplamento.

### **AGRADECIMENTO**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ARONSON, J. Editorial comment. *Clin. Orthop.*, n.301, p.2-3, 1994.
- BRUNNER, U.H.; CORDEY, J.; KESSLER, S. et al. Bone segment transport in combination with an intramedullary nail. *Injury*, v.24, suppl.2, p.29-44, 1993.
- CARRINGTON, N.C.; SMITH, R.M.; KNIGHT, S.L. et al. Ilizarov bone transport over a primary

- tibial nail and free flap: a new technique for treating Gustilo grade 3b fractures with large segmental defects. *Injury*, v.31, p.112-115, 2000.
- CATTANEO, R.; CATAGNI, M.; JOHNSON, E.E. The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the methods of Ilizarov. *Clin. Orthop.*, n.280, p.143-152, 1992.
- CIERNY, G.; ZORN, K.E. Segmental tibial defects. Comparing conventional and Ilizarov methodologies. *Clin. Orthop.*, n.301, p.118-123, 1994.
- COSTANTINO, P.D.; SHYBUT, G.; FRIEDMAN, C.D. et al. Segmental mandibular regeneration by distraction osteogenesis. An experimental study. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, v.116, p.535-545, 1990.
- DEGNA, M.T.; EHRHART, N.; FERETTI, A. et al. Bone transport osteogenesis for limb salvage. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.13, p.18-22, 2000.
- GREEN, S.A. Postoperative management during limb lengthening. *Orthop. Clin. North Am.*, v.22, p.723-734, 1991.
- GREEN, S.A. Skeletal defects. A comparison of bone grafting and bone transport for segmental skeletal defects. *Clin. Orthop.*, n.301, p.111-117, 1994.
- GREEN, S.A.; JACKSON, J.M.; WALL, D.M. et al. Management of segmental defects by the Ilizarov intercalary bone transport method. *Clin. Orthop.*, n.280, p.136-141, 1992.
- HUANG, S.C. Comparison of bone transport and bone graft methods in the experimental treatment of bone defects. *J. Formos. Med. Assoc.*, v.96, p.23-29, 1997.
- HYODO, A.; KOTSCHI, H.; KAMBIC, H. et al. Bone transport using intramedullary fixation and a single flexible traction cable. *Clin. Orthop.*, n.325, p.256-268, 1996.
- KENWRIGHT, J.; WHITE, S.H. A historical review of limb lengthening and bone transport. *Injury*, v.24, suppl.2, p.9-19, 1993.
- LESSER, A.S. Segmental bone transport for the treatment of bone deficits. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, v.30, p.322-330, 1994.
- LOWENBERG, D.W.; FEIBEL, R.J.; LOUIE, K.W. et al. Combined muscle flap and Ilizarov reconstruction for bone and soft tissue defects. *Clin. Orthop.*, n.332, p.37-51, 1996.
- MAINI, L.; CHADHA, M.; VISHWANATH, J. et al. The Ilizarov method in infected nonunion of fractures. *Injury*, v.31, p.509-517, 2000.
- PABLOS, J.D.; BARRIOS, C.; ALFARO, C. et al. Large experimental segmental bone defects treated by bone transportation with monolateral external distractors. *Clin. Orthop.*, n.298, p.259-265, 1994.
- PALEY, D.; MAAR, D.C. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects. *J. Orthop. Trauma*, v.14, p.76-85, 2000.
- RASCHKE, M.; FICKE, J.; FREISLEBEN, C. et al. Posttraumatic segmental and soft tissue defects of the tibia treated with the Ilizarov method. *Injury*, v.24, suppl.2, p.45-53, 1993.
- SALEH, M.; REES, A. Bifocal surgery for deformity and bone loss after lower-limb fractures. *J. Bone Joint Surg. (Br.)*, v.77-B, p.429-434, 1995.
- TUKIAINEN, E.; ASKO-SELJAVAARA, S. Use of the Ilizarov technique after a free microvascular muscle flap transplantation in massive trauma of the lower leg. *Clin. Orthop.*, n.297, p.129-134, 1993.
- WATSON, J.T. Treatment of tibial fractures with bone loss. *Tech. Orthop.*, v.11, p.132-143, 1996.
- WATSON, J.T.; ANDERS, M.; MOED, B.R. Management strategies for bone loss in tibial shaft fractures. *Clin. Orthop.*, n.315, p.138-152, 1995.