

ALESSANDRA SAYEGH ARREGUY SILVA

**AUTOENXERTO DA CRISTA ILÍACA, ASSOCIADO OU NÃO À MEDULA
ÓSSEA AUTÓGENA, NA PROMOÇÃO DE UNIÃO VERTEBRAL
DORSOLATERAL LOMBAR EM COELHOS.**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003**

Este trabalho é dedicado ao meu amado pai, a quem devo minha vida, além dos ensinamentos sobre o amor, humildade, fraternidade e dedicação. Continuo te amando com a mesma intensidade de sempre. Tenho certeza que muito em breve estaremos juntos novamente!

AGRADECIMENTOS

À Deus.e aos seus mensageiros, que me guardam e me iluminam em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais, a minha eterna gratidão pela dedicação, conselhos e preocupações de toda uma vida por mim!

À minha nova família, Alexandre e Luíza, meus grandes amores que me ensinam cada dia mais sobre paciência, fidelidade e resignação.

Aos meus tios e tias, que sempre estiveram presentes em minha vida, apoiando-me e aconselhando-me.

À minha irmã Paloma, e às irmãs de coração Damaris e Flaviana, amigas eternas e presentes nas horas em que eu mais precisei. Acredito que a distância que hoje nos separa é apenas física.

Aos meus irmãos de coração Fabrício e Marcelo, por todos os momentos que passamos juntos, sorrindo e brincando, inclusive nos momentos de dificuldades.

Ao professor Ricardo, orientações de mestre e pai. Sua dedicação e competência são exemplos a serem seguidos.

Ao professor Rubens, pela atenção, carinho e orientações que muito engrandeceram a execução deste trabalho.

À professora Marlene, pelas orientações e dedicação na realização deste trabalho.

Ao professor Edênio Detmann, da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), pela ajuda nas análises estatísticas.

À equipe que tornou possível a realização deste trabalho com tamanha competência: Damaris, amiga inseparável, e à Betânia, Camila, Fabrício, Katalia e Paloma, sempre prontos a ajudar.

Ao Rodrigo, do Laboratório de Papel e Celulose da UFV, pela ajuda nos testes biomecânicos.

Aos funcionários do Hospital Veterinário, sempre dispostos a nos ajudar na realização deste trabalho, especialmente Cláudio e Adão (Patologia) e Maninha e Cláudio (Clínica de Pequenos).

BIOGRAFIA

Alessandra Sayegh Arreguy Silva, filha de Alexandre Etienne Arreguy Silva e Carmen Lúcia Sayegh Arreguy Silva, nasceu em Caratinga, Minas Gerais, em 7 de julho de 1976.

Formou-se em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa, em janeiro de 2000.

Em julho de 2001 adquiriu o título de Especialista em Clínica e Cirurgia de Pequenos Animais, nesta mesma instituição, onde em seguida iniciou o Curso de Mestrado em Medicina Veterinária, concentrando seus estudos na área de cirurgia de pequenos animais.

CONTEÚDO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1.0- INTRODUÇÃO GERAL	1
2.0- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
3.0- AUTOENXERTO DE CRISTA ILÍACA NA UNIÃO VERTEBRAL DORSOLATERAL LOMBAR DE COELHOS	8
Resumo	8
Abstract	9
Introdução	10
Material e métodos	10
Resultados	13
Discussão	14
Conclusões	16
Referências Bibliográficas	16
Quadro 01	19
Quadro 02	19
Figura 01	20

Figura 02	21
Figura 03	22
4.0- AUTOENXERTO DE CRISTA ILÍACA ASSOCIADO À MEDULA ÓSSEA AUTÓGENA FRESCA NA UNIÃO VERTEBRAL DORSOLATERAL LOMBAR EM COELHOS	23
Resumo	23
Summary	24
Introdução	25
Material e métodos	26
Resultados	28
Discussão	29
Conclusões	32
Referências Bibliográficas	32
Quadro 01	35
Quadro 02	35
Figura 01	36
Figura 02.	37
Figura 03.	38
Figura 04	39
Figura 05.	40
5.0- CONCLUSÕES GERAIS	41

RESUMO

SILVA, Alessandra Sayegh Arreguy, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2003. **Autoenxerto da crista ilíaca, associado ou não à medula óssea autógena, na promoção de união vertebral dorsolateral lombar em coelhos.** Orientador: Ricardo Junqueira Del Carlo. Conselheiros: Marlene Isabel Vargas Vilorio e João Carlos Pereira da Silva.

Neste trabalho foram conduzidos dois experimentos para avaliação do autoenxerto da crista ilíaca e de sua união à medula óssea autógena fresca na união vertebral dorsolateral lombar em coelhos. Em cada experimento foram utilizados trinta e três animais, divididos em dois grupos, com nove animais no grupo 1 (G1), que correspondeu ao grupo controle, onde foi realizada somente a descortificação dos processos transversos de L₅-L₆ e vinte e quatro animais no grupo dois (G2), onde foi realizada além da descortificação, a enxertia entre os processos transversos de L₅-L₆. Os protocolos anestésicos e a técnica cirúrgica foram os mesmos em ambos os trabalhos, diferindo o material de enxertia utilizado. No primeiro trabalho utilizou-se apenas o autoenxerto da crista ilíaca, considerado material de escolha na união vertebral. No segundo trabalho foi associado ao autoenxerto da crista ilíaca dois mililitros de medula óssea autógena fresca. Foram realizadas análises por palpação, radiografias, histologia e teste biomecânico nos segmentos operados às cinco, sete e nove semanas após o procedimento cirúrgico. Na análise por palpação manual movimentos de flexão e extensão foram realizados nos segmentos operados (L₅-L₆) e adjacentes (L₄-L₅ e L₆-L₇); os segmentos sólidos foram classificados como união vertebral. As análises radiográficas foram baseadas na presença de massa óssea bilateralmente sem

radioluscência; na análise histológica estudou-se os espaços interlaminares e o tipo de tecido predominante; e no teste biomecânico foram analisados força e resistência da união vertebral. As avaliações por palpação manual e radiografias demonstraram não ser métodos de escolha para a determinação do grau de união vertebral, devido à grande variação observada nos resultados comparados às análises histológicas e biomecânicas. Na histologia foi possível observar a seqüência da formação óssea, desde a reabsorção dos fragmentos ósseos enxertados, a intensa reação periosteal nos processos transversos descortificados e a formação óssea endocondral proveniente do perióstio descortificado, culminando na osteointegração e conseqüente união vertebral. No teste biomecânico a força e a rigidez dos segmentos operados foram maiores que as vértebras adjacentes, porém essa diferença não foi significativa no decorrer das análises. No primeiro trabalho, foi observado que o osso autógeno da crista ilíaca utilizado em quantidades adequadas como material de enxertia em coelhos possibilitou a união vertebral, que se intensificou às nove semanas após o procedimento cirúrgico. No segundo trabalho, a medula óssea autógena fresca associada ao autoenxerto da crista ilíaca precipitou a formação óssea, que se iniciou às cinco semanas após a cirurgia, o que constitui uma opção nos pacientes que não se pode coletar enxerto ósseo suficiente para a obtenção de artrodese vertebral.

ABSTRACT

SILVA, Alessandra Sayegh Arreguy, M.S., Universidade Federal de Viçosa, July 2003. **Iliac crest autograft, associated or not to autogenous boné marrow, in the promotion of dorsolateral lumbar vertebral union in rabbits.** Adviser: Ricardo Junqueira Del Carlo. Committee members: Marlene Isabel Vargas Viloría and João Carlos Pereira da Silva.

In this study, two experiments were conducted in order to evaluate the iliac crest autograft and this association to fresh autogenous bone marrow in the lumbar dorsolateral vertebral union in rabbits. Thirty-three animals, separated in two groups, were used in each experiment. Nine animals in group 1 (G1), corresponding to the control group, where only L5-L6 transverses processes decortications were created and twenty-four animals in group 2 (G2) where, besides the decortication, the graft material was also deposited on L5-L6 transverses processes. The anesthetic protocol and surgical technique were the same in both works, differing the graft material used. In the first work, only the iliac crest autograft was associated to 2 millimeters of fresh autogenous bone graft. Manual palpations, radiographic, histological and biomechanical evaluations of the operated segments (L5-L6) and adjacents (L4-L5 and L6-L7); the solid segments were classified as solid union. The radiographics analysis was based on the presence of bone mass, bilaterally, without the interlaminar space was the object of study in histological analysis as the type of predominant tissue; and during the biomechanical test the force and resistance of vertebral union were evaluated. The manual palpation and radiographics evaluations demonstrated do not be the method of choice to determine the vertebral union level due to the great variation observed in the results

comparing to histological and biomechanical analysis. In the histological analysis it was possible to observe the bone formation sequence from the reabsorption of bone fragments graft, the intense periosteal reaction over the decorticated transverse processes until the bone integration and consequent vertebral union. In the biomechanical test, the force and rigidity of the operated segments were bigger than adjacent vertebrae, although this difference was not significant throughout the analysis. In the first work, it was observed that the autogenous iliac crest bone graft when used in adequate amounts conducted to vertebral union in rabbits, which was intensified nine weeks after the surgical procedure. In the second work, the fresh autograft bone marrow associated to the iliac crest bone graft anticipate the bone formation which began at five weeks after surgery consisting an option for those patients whose sufficient bone graft amount can not be obtained to induce vertebral fusion.

1.0 – INTRODUÇÃO GERAL

A união vertebral dorsolateral lombar consiste na formação de uma ponte óssea sólida entre vértebras acometidas por patologias que tendem a causar instabilidade na coluna (CURYLO *et al.*, 1999). O procedimento tem como objetivo manter o alinhamento da coluna, corrigir a instabilidade mecânica de um segmento, prevenir lesão neurológica e aliviar a dor lombar nos segmentos acometidos (STAUFFER & COVENTRY, 1972; STEINMANN & HERKOWITZ, 1992). Com o advento do processamento de imagens da coluna vertebral, o número e variedades de indicações para a artrodese espinal cresceram consideravelmente (CURYLO *et al.*, 1999).

Existem três técnicas cirúrgicas que permitem a união vertebral lombar: a intertransversa ou dorsolateral; a anterior ou ventral e a união posterior ou dorsal (STEINMANN & HERKOWITZ, 1992) e todas objetivam aumentar a taxa de união, que depende de diversos fatores, locais e sistêmicos, como a vascularização, qualidade e quantidade de material enxertado e estabilidade e movimentação dos segmentos (FEIGHAN *et al.*, 1995).

A união vertebral lombar dorsolateral, que é considerada por muitos cirurgiões um método de tentativa e erro (COOK *et al.*, 1994), é obtida por meio da deposição de autoenxerto ósseo na superfície previamente descortificada dos processos transversos vertebrais. Neste procedimento, o acesso cirúrgico à coluna vertebral se dá através de uma incisão na linha média dorsal e o enxerto ósseo, geralmente originário da crista ilíaca, é obtido pela mesma incisão (BODEN *et al.*, 1995) e depositado na porção dorsolateral da coluna, que é bastante vascularizada, favorecendo o crescimento ósseo. O pico de união é alcançado aos três meses após a cirurgia e continua por um a dois anos e uma vez sólida é pouco provável que o osso formado sofra algum tipo de fratura (KALFAS, 2001).

O potencial osteogênico do autoenxerto ósseo córtico-esponjoso refere-se à habilidade do enxerto produzir osso (HELM, 2001) e depende exclusivamente da presença de células ósseas vivas no material. Um enxerto osteogênico apresenta, portanto, células da linhagem óssea ou células capazes de se diferenciarem em células osteoprogenitoras, as chamadas células tronco (BARROS *et al.*, 2001).

A osteogênese é uma propriedade encontrada somente em enxerto ósseo autógeno fresco e em células da medula óssea, apesar da pequena sobrevivência destas células quando transplantadas (HURLEY *et al.*, 1959).

A osteocondução é uma propriedade física encontrada quando o enxerto serve de arcabouço para a formação de osso novo (KALFAS, 2001). Ela permite a adesão, migração, distribuição e infiltração de células osteogênicas assim como de vasos sanguíneos dentro do material (HELM, 2001). Esta propriedade é encontrada no auto e aloenxerto ósseos, na matriz óssea desmineralizada, na hidroxiapatita e fosfato de cálcio, sendo que o potencial osteocondutor é influenciado pelas características físicas de cada material, como porosidade, tamanho dos poros e arquitetura tridimensional (HELM, 2001; KALFAS, 2001).

Osteoindução é a capacidade do enxerto induzir a multiplicação e diferenciação de células tronco em células da linhagem óssea (HELM, 2001; KALFAS, 2001) e está associada à presença de fatores de crescimento. Em menores dimensões, o autoenxerto e o aloenxerto ósseos também apresentam propriedades osteoindutoras (HURLEY *et al.*, 1959; HELM, 2001).

Apesar do alto índice de união, o autoenxerto da crista ilíaca está associado a complicações que podem ocorrer em 25 a 30% dos pacientes tratados. As complicações relativas ao sítio doador incluem aumento da perda de sangue e conseqüentes riscos relacionados a uma possível transfusão sanguínea, aumento da morbidade cirúrgica devido a um adicional sítio operatório para a coleta do enxerto, dor crônica no local da coleta, aumento do transoperatório e custo adicional. Segundo COOK *et al.*, (1994), 6 a 20% dos pacientes humanos manifestaram sintomas de dor, hipersensibilidade ou parestesia nas nádegas e 3 a 9% apresentaram complicações maiores. Em 25% dos pacientes houve manifestação de dor por até cinco anos após a cirurgia.

A principal complicação que pode ocorrer após a cirurgia é a não união ou pseudoartrose, podendo acometer 50% dos pacientes. É um problema dispendioso e de difícil tratamento em pacientes que apresentam instabilidade vertebral (TAKEDA, 1985; FERNYHOUGH *et al.*, 1992; CURYLO *et al.*, 1999).

A não união pode ser definida como a incapacidade de união após um ano de cirurgia e pode ser atribuída a técnica cirúrgica inadequada, excessiva mobilidade do segmento operado, carga compressiva no local da enxertia ou anormalidades metabólicas do paciente como osteoporose, síndrome de má absorção, deficiência de

fosfato secundário ao uso de antiácidos, anormalidades no metabolismo de vitamina D e uso excessivo de álcool e tabaco. Suas conseqüências são perda do alinhamento da coluna, instabilidade, dor e lesão neurológica. Cerca de 78% dos pacientes que apresentam não união necessitam ser reoperados (STEINMANN & HERKOWITZ, 1992; RIEBEL *et al.*, 1995; SILCOX *et al.*, 1995; SILCOX *et al.*, 1998).

A fixação interna da coluna vertebral aumenta a estabilidade espinhal e teoricamente melhora o sucesso da união espinhal. Segundo FEIGHAN *et al.* (1995), em um estudo comparando a utilização da fixação com fio de aço e polimetilmetacrilato, foi observado que quanto mais rígida a fixação, maior sucesso de união na união dorsolateral em coelhos. Entretanto, tem sido relatado osteólise e migração de pinos (CURYLO *et al.*, 1999).

Para FRENKEL *et al.* (1993), o sucesso da união vertebral depende da estimulação da formação óssea pela descortificação dos processos transversos adjacentes e da incorporação do material enxertado no sítio da descortificação, permitindo a formação de uma massa de união sólida e resistente. O procedimento apresenta como desvantagens o aumento do tempo cirúrgico, perda sanguínea e enfraquecimento do leito receptor (ISHIKAWA *et al.*, 1991)

Segundo ISHIKAWA *et al.* (1991), a associação da descortificação ao autoenxerto da crista ilíaca aumentou significativamente as taxas de união, mesmo quando não foi utilizado nenhum método de fixação, pois a descortificação facilitou a incorporação do enxerto. Porém, em animais que receberam fixação interna associada ao autoenxerto da crista ilíaca, eventualmente houve união mesmo na ausência da descortificação dos processos transversos.

ISHIKAWA *et al.*, (1991); FRENKEL *et al.*, (1993) e CURYLO *et al.*, (1999) concluíram que a combinação de medula óssea autógena fresca com autoenxerto da crista ilíaca incrementou a taxa de união quando comparada com a utilização da medula óssea sozinha ou apenas do autoenxerto. Porém, a utilização de poucos animais por grupo experimental (dois animais) não deixou documentada a clara evidência da eficácia.

A medula óssea é constituída por células primordiais, indiferenciadas, denominadas células tronco (MUSCHLER *et al.*, 1997), que possuem grande capacidade de auto-renovação, baixa taxa de crescimento e potencial para se

diferenciarem em várias linhagens celulares (OWEN, 1980; BURWELL, 1985; BARROS *et al.*, 2001).

O potencial osteogênico da medula óssea se deve às células osteoprogenitoras do estroma (ASHTON *et al.*, 1980), que segundo TAKAGI & URIST (1982) são de dois tipos, as células precursoras ósseas determinadas (DOPC) e as células precursoras ósseas indutíveis (IOPC).

Segundo BURWELL (1985), as DOPC são células diferenciadas para linhagem osteogênica e estão presentes apenas no estroma medular e superfícies ósseas. As IOPC são células mesenquimais indiferenciadas (células tronco) presentes em todos os tecidos conjuntivos, que necessitam de fator indutível para iniciar sua atividade osteogênica, respondendo a um estímulo local com produção de osso.

TIEDEMAN *et al.* (1991) e CONNOLLY (1995) afirmaram que a medula óssea não pode preencher grandes defeitos ósseos, devendo estar associada a enxertos ósseos. LUKASZ *et al.*, (1999) descreveram que nos casos em que a quantidade de autoenxerto é inadequada, a adição de medula óssea autógena pode aumentar a formação óssea e o sucesso de união dorsolateral vertebral.

Segundo CONNOLLY *et al.*, (1991) a crista ilíaca é a melhor fonte de medula óssea, mas sua aspiração contínua deve ser evitada, pois ocasiona maior fluxo sanguíneo venoso para o interior da seringa. O procedimento de coleta da medula óssea é seguro e com conseqüências insignificantes a curto e longo prazo (CURYLO *et al.*, 1999) e para BARROS *et al.*, (2001) o procedimento depende de anestesia geral, sendo indispensável a heparinização das seringas, cuja falta resulta na coagulação da amostra e necessidade de nova coleta.

Os artigos que compõem esta tese foram preparados de acordo com as normas da Revista Ciência Rural e após publicação estarão indexados no sistema AGRINDEX, AGROBASE, BIOSIS, CABI, LILACS, METEOROLOGICAL & GEOASTROPHYSICAL ABSTRACTS e SCIELO.

2.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASHTON B.A., ALLEN T.D., HOWLETT C.R., *et al.* Formation of bone and cartilage by marrow stromal cells in diffusion chambers *in vivo*. **Clin. Orthop.** n.151, p.294-307, 1980.
- BARROS S.V.G., DEL CARLO R.J., VARGAS M.I., *et al.* Autoenxerto percutâneo de medula óssea em coelhos. I Coleta, preparo e aplicação. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1013-1018, 2001.
- BODEN S.D., SCHIMANDLE J.H., HUTTON W.C. An experimental lumbar intertransverse process spinal fusion model – radiographic, histologic, and biomechanical healing characteristics. **Spine**, v.20, n.4, p.412-420, 1995.
- BURWELL R.G. The function of bone marrow in the incorporation of a bone graft. **Clin. Orthop.** n. 200:125-141, 1985.
- CONNOLLY J.F., GUSE R., TIEDEMAN J., *et al.* Autologous marrow injection as a substitute for operative grafting of tibial nonunions. **Clin. Orthop.** n.266: 259-270, 1991.
- CONNOLLY J.F. Injectable bone marrow preparations to stimulate osteogenic repair. **Clin. Orthop.** n.313: 8-18, 1995.
- COOK S.D., DALTON J.E., PREWETT A.B., *et al.* *In Vivo* evaluation of demineralized bone graft substitute for posterior spinal fusion. **Spine**, v.20, n.8, p.877-886, 1994.
- CURYLO L.J., JOHNSTONE B., PETERSILGE C.A., *et al.* Augmentation of spinal arthrodesis with autologous bone marrow in a rabbit posterolateral spine fusion model. **Spine**, v.24, n.5, p.434-439, 1999.

- FEIGHAN J.E., STEVENSON S., EMERY S.E. Biologic and biomechanic evaluation of posterior lumbar fusion in the rabbit – The effect of fixation rigidity. **Spine**, v.20, n.14, p.1561-1567, 1995.
- FERNYHOUGH J.C., SCHIMANDLE J.H., WEIGEL M.C. Chronic donor site pain complicating bone graft harvesting from the posterior iliac crest for spinal fusion. **Spine**, v.17, n.12, p.1474-1480, 1992.
- FRENKEL S.R., MOSKOVICH R., SPIVAK J., *et al.* Demineralized bone matrix – Enhancement of spinal fusion. **Spine**, v.18, n.12, p.1634-1638, 1993.
- HELM G.A., DAYOUB H., JANE J.A. Bone grafts substitutes for the promotion of spinal arthrodesis. **Neurosurg. Focus**, v.10, n.4, p.1-5, 2001.
- HURLEY L.A., STINCHFIELD F.E., BASSETT A.L., *et al.* The role of soft tissues in osteogenesis: an experimental study of canine spine fusions. **J. Bone Joint Surg.** v. 41A, n.10., p.1243-1254, 1959.
- ISHIKAWA S., SHIN H.D., BOWEN J.R., *et al.* Is it necessary to decorticate segmentally instrumented spines to achieve fusion? **Spine**. v.19, n.13, p.1686-1690, 1991
- KALFAS I.H. Principles of bone healing. **Neurosurg. Focus**. v.10, n.1, p.1-4, 2001
- LUKASZ J.C., JOHNSTONE B., PETERSILGE C.A., *et al.* Augmentation of spinal arthrodesis with autologous bone marrow in a rabbit posterolateral spine fusion model. **Spine**, v. 24, n.5, p.434-439, 1999.
- MUSCHLER G.V, BOEHM C., EASLEY K. Aspiration to obtain osteoblast progenitor cells from human bone marrow: the influence of aspiration volume. **J. Bone Joint Surg.** v.79A, n.11, p.1699-1709, 1997.

- OWEN M. The origin of bone cells in the postnatal organism. **Arthritis Rheum.** v.23, n.10, p.1073-1077, 1980.
- RIEBEL G.D., DODEN S.D., WHITESIDES T.E. *et al.* The effect of nicotine on incorporation of cancellous bone graft in an animal model. **Spine.** v.20, p.198-2202, 1995.
- SILCOX D. H., DAFTARI T., BODEN S. D. *et al.* The Effect of Nicotine on Spinal Fusion. **Spine.** v.20, p.1549-1553, 1995.
- SILCOX D. H., BODEN S. D., SCHIMANDLE J. H. *et al.* Reversing the Inhibitory Effect of Nicotine on Spinal Fusion Using an Osteoinductive Protein Extract. **Spine.** v.23, p. 291-297, 1998.
- STAUFFER R.N., COVENTRY M.B. Posterolateral lumbar-spine fusion. **J. Bone Joint Surg.** v.54A, n.6, 1972.
- STEINMANN J.C., HERKOWITZ H.N. Pseudoarthrosis of the spine. **Clin. Orthop.** n.284, p.80-90, 1992.
- TAKAGI K., URIST M.R. The role of bone marrow in bone morphogenetic protein-induced repair of femoral massive diaphyseal defects. **Clin. Orthop.** n.171, p.224-231, 1982
- TAKEDA M.E. Experience in posterior lumbar interbody fusion: unicortical versus bicortical autogenous grafts. **Clin. Orthop.** n.193, p.120-126, 1985.
- TIEDEMAN J.J., CONNOLLY J.F., STRATES B.S., *et al.* Treatment of nonunion by percutaneous injection of bone marrow and demineralized bone matrix na experimental study in dogs. **Clin. Orthop.** n.268, p.294-302, 1991.

3.0 - AUTOENXERTO DE CRISTA ILÍACA NA UNIÃO VERTEBRAL DORSOLATERAL LOMBAR DE COELHOS¹.

ILIAC CREST AUTOGRAFT IN RABBIT DORSOLATERAL SPINAL FUSION.

**Alessandra Sayegh Arreguy Silva² Ricardo Junqueira Del Carlo³ Damaris
Oliveira² Marlene Isabel Vargas Vilorio⁴ Denise Marchesi⁵ Betânia
Souza Monteiro²**

RESUMO

Foi realizada artrodese dorsolateral das vértebras lombares L₅-L₆ de coelhos, avaliando-se a eficácia do autoenxerto da crista ilíaca na promoção de união vertebral. Foram utilizados 33 coelhos da raça Nova Zelândia Branco, distribuídos em dois grupos, com nove indivíduos no grupo 1 (G1), submetidos a descortificação bilateral dos processos transversos; e vinte e quatro indivíduos no grupo 2 (G2), que receberam 2g de autoenxerto da crista ilíaca sobre a área de descortificação. Três coelhos do G1 e oito do G2 foram submetidos à eutanásia às 5, 7 e 9 semanas após a cirurgia e à avaliações por palpação, radiográfica e histológica. Nos animais do G2 foram realizados testes biomecânicos para avaliação de força e rigidez da união. Todos os animais do G1 apresentaram mobilidade normal à palpação do segmento operado em todos os momentos de avaliação e não apresentaram evidência radiográfica de união. Na avaliação histológica foi observada discreta reação periosteal, sem evidências de formação de ponte óssea. No G2, as avaliações por palpação e radiografias evidenciaram indícios de união óssea às 5 semanas, intensificando-se ao longo das semanas de observação. Na análise histológica foi observada reabsorção de fragmentos ósseos às 5 semanas, predominância de trabéculas ósseas e corações condróides, além de abundante irrigação às 7 semanas e osteointegração em todo leito de enxertia às 9 semanas, com predomínio de formação óssea endocondral. Os testes biomecânicos evidenciaram aumento da força e rigidez da massa óssea ao longo do

¹ Apoio Financeiro CNPq.

² Médico Veterinário, pós-graduando medicina veterinária, Departamento de Veterinária (DVT), Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG.

³ Médico Veterinário, pesquisador CNPq, Doutor, Professor Titular, DVT, UFV. 36.570.000, Viçosa, MG. E-mail: ricarlo@ufv.br. Autor para correspondência.

⁴ Médico Veterinário, Doutor, Professor Adjunto, DVT, UFV.

⁵ Graduando medicina veterinária, bolsista PIBIC/CNPq, DVT, UFV.

tempo de avaliação. Quando foi realizada uma comparação das vértebras tratadas e não tratadas, os índices de união foram maiores em todos os momentos, no grupo tratado. Com os resultados foi possível concluir que uma alta percentagem de união vertebral foi conseguida quando o osso autógeno da crista ilíaca foi utilizado como material de enxertia em coelhos.

Palavras-chave: enxerto ósseo, artrodese, coluna vertebral.

SUMMARY

The effectiveness of the iliac crest autograft in dorsolateral spinal fusion promotion of the lumbar vertebral body L5-L6 was evaluated in 33 New Zealand White rabbits, distributed in two groups, with nine animals in group 1 (G1), submitted the bilateral transverse processes decortification; and twenty-four in group 2 (G2), that received 2g of iliac crest autograft on decortified bilateral transverse processes. Three rabbits of G1 and eight of G2 were killed at 5, 7 and 9 weeks after surgery and submitted to palpation, X-ray and light microscopic evaluations. The fusion site of animals of G2 were submitted biomechanics tests accomplished for evaluation of force and rigidity. All the animals of G1 presented normal mobility of the segment operated in all of moments of evaluation and they didn't present fusion evidence in X-ray analyses. In the light microscopic evaluations periosteal discreet reaction was observed, without evidences of formation of bony bridge. In G2, the evaluations for palpation and x-rays evidenced bone fusion to the 5 weeks, intensifying along the weeks. At 5 weeks, in the light microscopic analysis, was observed reabsorption of bone fragments, presence trabecular bone and chondroides hearts, besides the abundant irrigation to the 7 weeks and osteointegration in every grafted bed to the 9 weeks, with bone endochondral formation prevailing. In the biomechanics tests was observed force and rigidity increase of the fusion bone mass along the time of evaluation. When a comparison of the treated vertebrae and no treated was accomplished, the union indexes were larger in all of the moments, in the group treaty. A high percentage of vertebral fusion was gotten when iliac crest autograft was used in rabbits.

Key words: bone graft, arthrodesis, lombar spine.

INTRODUÇÃO

A união vertebral dorsolateral lombar forma uma ponte óssea sólida entre vértebras acometidas por patologias que tendem a causar instabilidade, objetivando manter o alinhamento da coluna, a correção da instabilidade mecânica de um segmento, a prevenção de lesão neurológica e o alívio da dor lombar (STEINMANN & HERKOWITZ, 1992).

O procedimento cirúrgico mais realizado em medicina humana para se obter a união vertebral é a artrodese dorsolateral dos processos transversos da coluna lombar, devido à presença de abundante suprimento sanguíneo proveniente da musculatura adjacente e a fatores biomecânicos, como a ausência de excessiva carga compressiva sobre o enxerto (MUSCHLER & LANE, 1992; FEIGHAN *et al.*, 1995).

O autoenxerto ósseo córtico-esponjoso é o material mais eficiente na promoção da união vertebral e as complicações associadas à sua utilização estão relacionadas à quantidade de osso disponível, tornando-se limitação em artrodeses multissegmentares e em pacientes que já foram submetidos a coletas prévias (LORENZ *et al.*, 1991; GRUBB & LIPSCOMB, 1992; BODEN *et al.*, 1995; CURYLO *et al.*, 1999). Nestes casos, o risco de ocorrência de não união ou pseudoartrose torna-se maior (RIEBEL *et al.*, 1995; SILCOX *et al.*, 1995; CURYLO *et al.*, 1999), determinando que cerca de 78 % dos pacientes devam ser reoperados (TAKEDA, 1985; FERNYHOUGH *et al.*, 1992; STEINMANN & HERKOWITZ, 1992; SILCOX *et al.*, 1995; CURYLO *et al.*, 1999).

A correta remoção dos tecidos moles, a obliteração das facetas articulares e a descortificação dos processos transversos são essenciais na união vertebral. Quando foi realizada somente a descortificação, a quantidade de osso formado foi pequena e não foram encontrados indícios de união entre os processos transversos (ISHIKAWA *et al.*, 1991; FRENKEL *et al.*, 1993).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência do autoenxerto da crista ilíaca na promoção de união vertebral dorsolateral lombar em coelhos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 33 coelhos, clinicamente saudáveis, de três meses de idade, da raça Nova Zelândia Branco, com peso médio de 3Kg, que foram mantidos em gaiolas individuais e alimentados com ração comercial, feno e água.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, com nove indivíduos no Grupo 1 (G1), controle, submetido a descortificação bilateral dos processos transversos das vértebras lombares 5 e 6 (L₅ e L₆) e vinte e quatro indivíduos no Grupo 2 (G2), que receberam 2g de autoenxerto da crista ilíaca sobre a área de descortificação bilateral dos processos transversos. Três coelhos do G1 e oito coelhos do G2 foram submetidos à eutanásia às 5, 7 e 9 semanas após os procedimentos cirúrgicos, respectivamente.

Cada coelho recebeu como medicação pré-anestésica acepromazina^a (0,1mg/kg por via intravenosa) e como antibioticoterapia ceftiofur sódico^b (5mg/Kg por via intramuscular), no período pré-operatório e 24 e 48 horas após o procedimento cirúrgico.

Após anestesia dissociativa com tiletamina-zolazepam^c (20mg/kg por via intravenosa) os animais foram posicionados em decúbito ventral, com os membros pélvicos estendidos cranialmente, de modo que fossem facilitados o acesso e a localização dos processos transversos das vértebras a serem operadas. Uma anestesia local na linha média dorsal lombar, tendo como referência os processos espinhosos de L₅ e L₆, foi realizada com 0,75ml de lidocaína^d. Posteriormente, foi feita uma incisão de pele de aproximadamente 5cm de extensão, seguida de duas incisões na fáscia paramediana, após anestesia local na musculatura intercostal com 0,5ml de lidocaína, de cada lado. Os músculos multífidos e longíssimos foram identificados e divulsionados, permitindo a exposição dos processos transversos de L₅ e L₆ e da membrana intertransversa. Com o auxílio de um osteótomo, os processos transversos de L₅ e L₆, de ambos os lados, foram descortificados até que fosse visualizada a região óssea medular.

Após uma incisão na fáscia sobre a crista ilíaca a musculatura subjacente foi divulsionada, o osso foi exposto e com o auxílio de uma pinça goiva, um total de 2g de osso córtico-esponjoso foram coletados nas cristas ilíacas direita e esquerda. Então, o osso coletado foi depositado sobre os processos transversos previamente descortificados e sobre a membrana intertransversa das vértebras L₅-L₆. A musculatura divulsionada e a fáscia foram suturadas com fio absorvível^e 4-0, com padrão de sutura tipo Reverdin.

Após a realização dos procedimentos, a fáscia paramediana e o tecido subcutâneo foram suturados com fio absorvível 4-0, com padrão de sutura do tipo Reverdin e a pele aproximada com fio não absorvível^f 4-0, em sutura simples contínua.

A analgesia pós-operatória foi obtida com morfina oral^g (0,4mg/Kg) a cada seis horas durante os três primeiros dias após o procedimento cirúrgico.

As radiografias da coluna lombar foram realizadas na incidência dorso-ventral, em todos os animais, imediatamente após o procedimento cirúrgico e ao momento do sacrifício. As análises foram baseadas na presença de massa óssea uni ou bilateralmente, caracterizando união a presença de massa óssea intertransversa bilateral sem radiolucência.

Após a eutanásia, a coluna lombar de todos os animais foi removida em bloco e foram realizados movimentos de flexão e extensão entre L₄-L₅, L₅-L₆ e L₆-L₇, permitindo classificar como união vertebral os segmentos L₅-L₆ sólidos.

A avaliação histopatológica foi realizada nos nove animais do G1 (três a cada semana de sacrifício) e em doze animais do G2 (quatro animais a cada semana de sacrifício). A massa de união foi retirada em bloco e fixada por 48 horas em formol a 10% tamponado, descalcificada por 21 dias em solução (ácido fórmico, 1125ml, citrato de sódio, 450g e água destilada, 3400ml) e em seguida incluída em parafina, cortada e corada com hematoxilina e eosina. A massa de união sobre os espaços interlaminares foi o segmento de maior interesse, analisada com base no tipo de tecido predominante.

A avaliação da resistência biomecânica foi realizada em doze animais do G2, quatro animais a cada semana de sacrifício. Imediatamente antes do teste todo o tecido muscular remanescente, os discos intervertebrais e os processos articulares foram removidos com o auxílio de um bisturi, mantendo a massa de união e a membrana intertransversa conectadas às duas vértebras unidas. Posteriormente, os corpos vertebrais das vértebras L₅ e L₆ foram perfurados perpendicularmente com pinos de aço de 3,2mm de diâmetro e 12cm de comprimento, um sistema composto de correntes foi acoplado aos pinos e a carga foi aplicada sequencial ao deslocamento e seus valores registrados em Newtons e milímetros.

O teste foi realizado no Laboratório de Papel e Celulose (LPC) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), utilizando um equipamento ⁶ aferido por normas técnicas da “Technical Association of Pulp and Paper Industry”.

As propriedades avaliadas no decorrer dos testes de tração foram: força máxima ao ponto de ruptura (força necessária para romper totalmente o corpo de prova,

⁶ Instron modelo 4204, com sistema computadorizado de aquisição, análise e saída de dados, com distância entre garras de 100mm, velocidade de teste de 25mm/min e capacidade da célula de garra de 1000N.

expressa em Newton ou um de seus múltiplos); força ao limite de elasticidade (força absorvida pelo corpo de prova no seu limite máximo de elasticidade, ou seja, até esta força o corpo de prova ainda possui capacidade de retornar à sua estrutura original, sem sofrer deformação. Expressa em Newtons) e rigidez (expressa a habilidade do corpo de prova em resistir as deformações em função das tensões aplicadas, expresso em N/cm. Corresponde à razão da força, expressa em N, no limite de tensão pela deformação sofrida pelo corpo de prova no limite de tensão, expressa em cm).

Também foram calculados os índices de união: força máxima do tratado pela força máxima do controle; força ao limite de elasticidade do tratado pela força ao limite de elasticidade do controle e razão da rigidez do tratado pela rigidez do controle.

Os dados radiográficos para a presença de união nos dois grupos, assim como a avaliação por palpação, e os dados histológicos foram analisados de forma descritiva. Os resultados do teste de resistência biomecânica foram avaliados por análise de variância.

RESULTADOS

Todos os animais resistiram bem ao procedimento cirúrgico, deambulando imediatamente após a recuperação anestésica. Um animal do G2 faleceu nas primeiras vinte e quatro horas após a cirurgia, com hemorragia e edema no local de coleta do enxerto (mortalidade de 3,0%). Mesmo após a completa cicatrização da ferida cirúrgica todos os animais do G2 apresentaram indícios de dor na crista ilíaca manifestada por leves sinais de automutilação. Dois animais do G2, eutanasiados na sétima semana após a cirurgia apresentaram abscesso unilateral no local da enxertia, mas não foram observados sinais sistêmicos de infecção.

Todos os animais do G1 (100%) apresentaram mobilidade normal à palpação do segmento L₅-L₆ em todos os momentos de observação. Os resultados da palpação manual do segmento L₅-L₆, em função do tempo pós-operatório, nos animais do G2, estão expressos no quadro 1.

Os resultados da avaliação radiográfica do segmento L₅-L₆, em função do tempo pós-operatório, nos animais do grupo 2, estão expressos no quadro 1. Nos animais do G1 (100%) não houve evidência radiográfica de união nos diversos momentos, sendo discreta a reação periosteal nos processos transversos descortificados.

Na análise histológica, nos animais do G1 foi observada discreta proliferação periosteal nos processos transversos descortificados, intensificando-se ao longo das semanas de sacrifício, sem evidências de formação de ponte óssea.

Nos animais do G2, às cinco semanas, foi observada reabsorção de parte dos fragmentos ósseos provenientes do autoenxerto, com presença de células gigantes. Houve presença de células indiferenciadas e vasos sanguíneos (Figura 1). Às sete semanas houve predominância de trabéculas ósseas e corações condróides entre os processos transversos que exibiam indícios de osteointegração, com irrigação sanguínea intensa. E às nove semanas, quando foi constatada osteointegração, em todo o leito de enxertia predominou formação óssea endocondral na área de união.

Os resultados dos testes biomecânicos e dos índices de fusão estão expressos no quadro 2. Na avaliação biomecânica da união lombar os índices que obtiveram resultado maior que 1 corresponderam à união e quanto maior o índice, maior a eficiência da união.

DISCUSSÃO

A automutilação observada em todos os animais do G2 provavelmente foi manifestação à dor no local de coleta do autoenxerto, à semelhança do descrito por COOK *et al.* (1994) em 6 a 20% dos pacientes humanos que manifestaram este sintoma associado à hipersensibilidade ou parestesia.

Em medicina humana, além da dor crônica no local da coleta, outras complicações são o aumento da perda de sangue e conseqüentes riscos relacionados a uma possível transfusão (ISHIKAWA *et al.*, 1991; BASSEWITZ *et al.*, 2000).

A coleta do autoenxerto da crista ilíaca é um procedimento simples, de baixo custo, realizado a partir da mesma incisão para o acesso cirúrgico à coluna. Precauções devem ser tomadas com relação à quantidade de osso coletado, pois quantidades insuficientes poderão resultar em não união e ainda há o risco de lesão nervosa em uma coleta indiscriminada (BODEN *et al.*, 1995).

Os grandes músculos lombares que se ancoram nos processos transversos devem ser afastados, criando um leito de enxertia e necessitam de posterior reposicionamento, de forma a criar tensão, mantendo o enxerto no local e um ambiente adequado para a união vertebral. De acordo com BODEN *et al.* (1995), a região é bastante vascularizada, favorecendo o crescimento ósseo.

Nos animais do G1, não houve evidência de união em nenhuma das avaliações realizadas, confirmando os relatos de FRENKEL *et al.* (1993). Mas os dados histológicos demonstraram a importância da descortificação dos processos transversos, pois foi a partir deles que a reparação e o processo regenerativo se iniciaram. Quando foi realizada apenas a descortificação dos processos transversos, a quantidade de osso novo formado foi pequena e não foram encontrados indícios de união entre os processos transversos, ao contrário, no grupo 2, o autoenxerto foi penetrado por vasos sanguíneos provenientes da região descortificada, facilitando a incorporação do enxerto. As desvantagens da descortificação foram o aumento do tempo cirúrgico, perda sanguínea e enfraquecimento do leito receptor, assim como observaram ISHIKAWA *et al.* (1991).

A ausência de tecido ósseo no tecido mole circunjacente e através da membrana intertransversa, associado ao movimento normal dos segmentos adjacentes avaliados por palpação manual, demonstraram que o enxerto atuou somente na região de deposição.

Os resultados da palpação e radiografias demonstraram a evolução favorável do processo de união vertebral, com exceção da sétima semana, onde dois animais apresentaram abscesso, o que explica os resultados por palpação. Entretanto, o exame *in loco* foi mais preciso e não corroborou os resultados radiográficos, da mesma forma que observou CURYLO *et al.* (1999) em pacientes humanos, que consideraram o teste físico mais preciso e de maior validade clínica.

Nas radiografias da área de enxertia, realizadas às cinco semanas, foi possível identificar uma massa de união heterogênea, com alguns fragmentos originais do enxerto ainda visíveis. Às sete e nove semanas, as vértebras unidas evidenciaram uma massa de união homogênea, com aspecto de osso maduro (Figura 2). Estes dados sugerem que a massa de união remodela com o tempo, de acordo com a demanda mecânica local e apesar do ambiente biomecânico particular da coluna vertebral, sujeito a grandes variações.

Contudo, apesar do alto índice de união o autoenxerto da crista ilíaca está associado a complicações que podem ocorrer em 25 a 30% dos pacientes humanos tratados (GRUBB & LIPSCOMB, 1992). A principal complicação que pode ocorrer após a cirurgia é a não união ou pseudoartrose, podendo chegar a acometer 50% dos pacientes, comprometendo o sucesso da união (TAKEDA, 1985; FERNYHOUGH, 1992; CURYLO *et al.*, 1999).

Da mesma forma, a análise dos testes biomecânicos demonstrou o aumento das forças máxima e limite, bem como da rigidez ao longo do tempo de avaliação e significativamente maior quando foram comparadas as vértebras tratadas e as não tratada, estabelecendo índices de união maior que 1 em todos os momentos.

Os resultados desta pesquisa demonstram que uma alta percentagem de união vertebral foi conseguida quando o osso autógeno foi utilizado. Mas, cuidados precisam ser tomados quando o processo de cura é extrapolado para humanos, pois experimentos com reparo de fraturas em coelhos têm mostrado que o coelho é um bom modelo experimental para o homem, mas a seqüência de cura acontece mais rapidamente no animal (BODEN *et al.*, 1995).

CONCLUSÕES

A utilização do autoenxerto de crista ilíaca, em quantidades adequadas para cobrir o autoenxerto, na obtenção de artrodese dorsolateral vertebral é uma técnica simples, de baixo custo e que é eficaz na formação de massa óssea, determinando união vertebral estável às 9 semanas após o procedimento cirúrgico. Suas limitações são a possibilidade de dor no local da coleta do enxerto e hemorragia pós-operatória.

FONTES DE AQUISIÇÃO

- ^a. Acepram 1%, Univet S/A Indústria Veterinária, São Paulo.
- ^b. Excenel, Rhodia-Mérieux Veterinária Ltda, São Paulo.
- ^c. Zoletil®50, Virbac, São Paulo.
- ^d. Anestésico Bravet, São Paulo.
- ^e. Categut Cromado 4-0. Cirumédica Ltda, São Paulo.
- ^f. Nylon Monofilamento Preto 4-0. Cirumédica Ltda, São Paulo.
- ^g. Dimorf® Solução Oral. Cristália Ltda, São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSEWITZ, H.L., FISCHGRUND, J.S., HERKOWITZ, H.N. Postoperative spine infections. **Seminars in Spine Surgery**. v.12, n.1, p. 203-211, 2000.

- BODEN, S.D., SCHIMANDLE, J.H.; HUTTON, W.C. An experimental lumbar intertransverse process spinal fusion model – radiographic, histologic, and biomechanical healing characteristics. **Spine**, v.20, n.4, p.412-420, 1995.
- COOK, S.D., DALTON, J.E., PREWETT, A.B. *et al.* *In Vivo* evaluation of demineralized bone graft substitute for posterior spinal fusion. **Spine**, v.20, n.8, p.877-886, 1994.
- CURYLO, L.J., JOHNSTONE, B., PETERSILGE, C.A. *et al.* Augmentation of spinal arthrodesis with autologous bone marrow in a rabbit posterolateral spine fusion model. **Spine**, v.24, n.5, p.434-439, 1999.
- FEIGHAN, J.E., STEVENSON, S., EMERY, S.E. Biologic and biomechanic evaluation of posterior lumbar fusion in the rabbit – The effect of fixation rigidity. **Spine**, v.20, n.14, p.1561-1567, 1995.
- FERNYHOUGH, J.C., SCHIMANDLE, J.H., WEIGEL, M.C. Chronic donor site pain complicating bone graft harvesting from the posterior iliac crest for spinal fusion. **Spine**, v.17, n.12, p.1474-1480, 1992.
- FRENKEL, S.R., MOSKOVICH, R., SPIVAK, J. *et al.* Demineralized bone matrix – Enhancement of spinal fusion. **Spine**, v.18, n.12, p.1634-1638, 1993.
- GRUBB, S.A., LIPSCOMB, H.J. Results of lumbosacral fusion for degenerative disc disease with and without Instrumentation: Two to five year follow up. **Spine**, v.17, n.4, p. 349-355, 1992.
- ISHIKAWA, S., SHIN, H.D., BOWEN, J.R. *et al.* Is it necessary to decorticate segmentally instrumented spines to achieve fusion? **Spine**, v.19, n.13, p.1686-1690, 1991.
- LORENZ, M., ZINDRICK, M., SCHWAEGLER, P.A. Comparison of single level fusions with and without Hardware. **Spine**, v.16 (suppl.): 455-458, 1991.

- MUSCHLER, G.F., LANE, J.M. Spinal fusion: principles of bone fusion. In: ROTHMAN, R.H.; SIMEONE, F.A., eds. **The Spine**, 3 ed. Philadelphia: Saunders, 1992. 2v.
- RIEBEL, G.D., DODEN, S.D., WHITESIDES, T.E. *et al.* The effect of nicotine on incorporation of cancellous bone graft in an animal model. **Spine**, v.20, n.8, p.1998-2202, 1995.
- SILCOX, D. H., DAFTARI, T., BODEN, S. D. *et al.* The effect of nicotine on spinal fusion. **Spine**, v.20, n.8, p.1549-53, 1995.
- STEINMANN, J.C., HERKOWITZ, H.N. Pseudoarthrosis of the spine. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.284, p.80-90, 1992.
- TAKEDA, M.E. Experience in posterior lumbar interbody fusion: unicortical versus bicortical autogenous grafts. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.193, p.120-126, 1985.

Quadro 1. Resultado da palpação (PM) e da avaliação radiográfica (AR) do segmento L₅-L₆, em função do tempo pós-operatório, nos animais do G2.

Características	5 semanas		7 semanas		9 semanas	
	PM	AR	PM	AR	PM	AR
Total de animais	7	7	8	8	8	8
União	6/7	2/7	6/8	3/8	8/8	7/8
Não União	1/7	5/7	2/8	5/8	0/8	1/8
% de União	85,7	28,6	75	37,5	100	87,5
% de Não União	14,3	71,4	25	62,5	0	12,5

Quadro 2. Médias dos resultados dos testes biomecânicos realizados nas vértebras L₅-L₆, tratadas (VT), em relação às vértebras L₃-L₄, não tratadas (NT), em função do tempo.

Testes Biomecânicos									
Semanas	Força Máxima		Índice	Força Limite		Índice	Rigidez		Índice
	VT	NT	T/N	VT	NT	T/N	VT	NT	T/N
Cinco	283,1	206,0	1,3	215,2	161,4	1,3	768,1	533,8	1,4
Sete	306,1	232,8	1,3	215,2	150,8	1,4	881,7	807,1	1,1
Nove	313,8	256,3	1,2	246,2	154,2	1,5	843,5	604,1	1,4

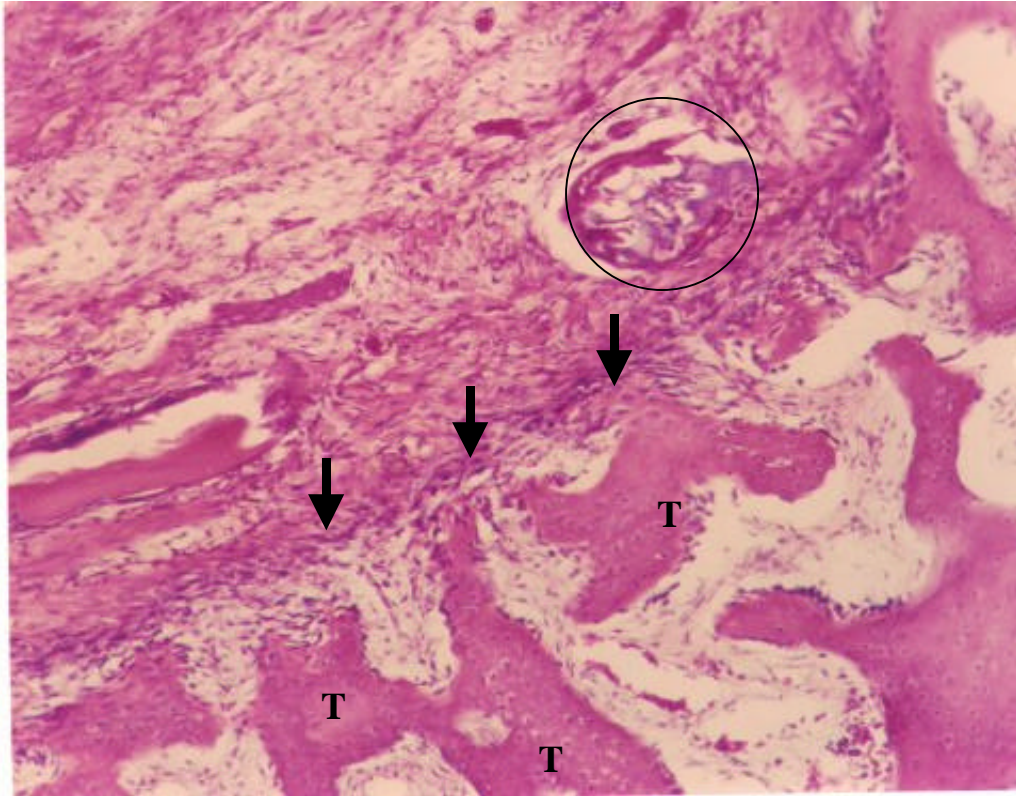


Figura 1. Trabéculas ósseas isoladas (T) permeadas por células indiferenciadas (setas).
Vaso sanguíneo (círculo). Coelho de G2, cinco semanas. HE, 63X.

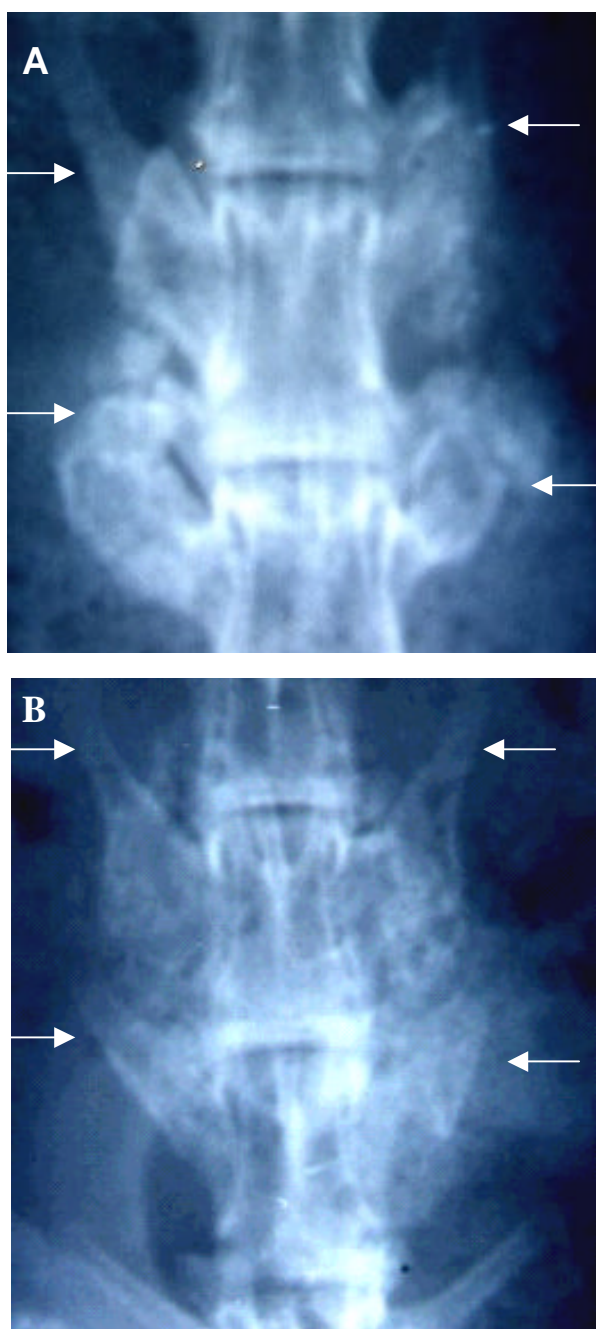


Figura 2. Aspectos radiográficos às sete (A) e nove (B) semanas, demonstrando evolução no processo de união vertebral (entre setas). Animais do G2.



Figura 3. A avaliação biomecânica foi realizada em aparelho de teste tipo Instron, modelo 4204.

4.0 - AUTOENXERTO DE CRISTA ILÍACA ASSOCIADO À MEDULA ÓSSEA AUTÓGENA FRESCA NA UNIÃO VERTEBRAL DORSOLATERAL LOMBAR EM COELHOS.

ILIAC CREST BONE GRAFT WITH AUTOLOGOUS FRESH BONE MARROW IN A RABBIT LOMBAR DORSOLATERAL SPINE FUSION MODEL.

**Alessandra Sayegh Arreguy Silva⁷ Ricardo Junqueira Del Carlo⁸ Damaris Rizzo¹
Marlene Isabel V. Vilorio⁹ Paloma Sayegh Arreguy Silva¹⁰ Fabrício Ferreira
Paganni⁵**

RESUMO

O presente estudo avaliou a associação do autoenxerto da crista ilíaca à medula óssea autógena fresca na artrodese dorsolateral das vértebras lombares L5-L6 em trinta e três coelhos, distribuídos em dois grupos. No grupo 1 (G1), constituído de nove coelhos, os processos transversos das vértebras lombares foram submetidos a descortificação bilateral. No grupo 2 (G2), foram depositados sobre o processo transversal descortificado de 24 coelhos 2 g de autoenxerto de crista ilíaca associados à 2ml de medula óssea fresca. Três animais do G1 e oito animais do G2 foram eutanasiados às cinco, sete e nove semanas após o procedimento cirúrgico, permitindo a realização de análises por palpação, radiografias e histologia. Em quatro animais do G2, a cada semana de sacrifício, realizaram-se também testes biomecânico no segmento operado. Nos animais do G1 o segmento operado apresentou mobilidade normal até a nona semana após a cirurgia, apresentando aos raios X e à análise histológica reação periosteal moderada nos processos transversos descortificados, sem evidências de formação óssea. No G2, desde as cinco semanas o segmento operado de todos os animais apresentava-se sólido à palpação. Radiograficamente a formação de ponte óssea evoluiu com as semanas de tratamento até atingir 75% dos animais

¹Médico Veterinário, pós-graduanda medicina veterinária, Departamento de Veterinária (DVT), Universidade Federal de Viçosa (UFV), MG.

⁸Médico Veterinário, Doutor, Professor Titular, DVT, UFV. 36.570.000 Viçosa, MG. E-mail: ricarlo@ufv.br. Autor para correspondência.

⁹Médico Veterinário, Doutor, Professor Adjunto, DVT, UFV.

¹⁰ Graduando medicina veterinária, DVT, UFV.

⁵ Médico Veterinário

operados às 9 semanas. Microscopicamente, houve precocidade na formação endocondral, observada desde a quinta semana após a cirurgia. O teste biomecânico demonstrou que as vértebras tratadas apresentaram diferença significativa entre a força ao ponto de ruptura e força ao limite de elasticidade quando comparadas com as vértebras adjacentes. Contudo, não houve diferença entre as semanas analisadas. De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, a medula óssea autógena fresca constitui uma opção para o aumento nas taxas de união, favorecendo uma precocidade na formação óssea e aumentando a quantidade de osso formado quando a quantidade de autoenxerto ósseo coletado for insuficiente.

Palavras-chave: artrodese espinhal, autoenxerto, medula óssea.

ABSTRACT

Was evaluated the application of the association of the iliac crest bone graft to the fresh autogenous bone marrow in the artrodese dorsolateral of the lumbar vertebrae L5-L6 in thirty three rabbits, distributed in two groups. In the group 1 (G1), constituted of nine rabbits, the vertebral lumbar transverse processes were submitted to the bilateral decortification. In the group 2 (G2), it was deposited on the decortified transverse process of 24 rabbits 2g of iliac crest bone graft associated to the 2ml of fresh bone marrow. Three animals of G1 and eight animals of G2 were sacrificed at five, seven and nine weeks after surgical procedure, allowing palpation, x-rays and microscopic analyses. In the animals of G2 (four to every week of sacrifice) also took place biomechanics tests of the operated segment. In the animals of G1 the operated segment presented normal mobility until the ninth week after the surgery, presenting X rays and microscopic periosteal reaction in the processes transverse descortificeds. There were not evidences of bony formation in G1. In G2, since the five weeks the operated segment of all the animals came solid to the palpation. Formation of bony bridge, at X rays analysis, developed with the weeks of treatment, until 75% at nine week. Microscopically, there was a precocity in the endochondral bone formation, observed since the fifth week after the surgery, culminating in the ninth week in osteointegration and bony union. The biomechanics test demonstrated that the treated vertebrae presented significant difference among the force to the rupture point and force to elasticity limit when compared with the adjacent vertebrae. However, there was

not difference among the analyzed weeks. In agreement with the results obtained in this work, the fresh autografts bone marrow constitutes an option for the increase in the union rates, favoring a precocity in the bony formation and increasing the amount of formed bone when the amount of collected bone autograft is insufficient.

Key words: spinal arthrodesis, autograft, bone marrow.

INTRODUÇÃO

A união vertebral dorsolateral lombar é o principal método de tratamento cirúrgico para a correção de instabilidade mecânica de um segmento da coluna vertebral acometido por patologia dolorosa como hérnias de disco, escoliose, estenose e doenças degenerativas e traumáticas (CURYLO *et al.*, 1999).

O enxerto de osso autógeno da crista ilíaca consiste na técnica padrão para a realização da artrodese dorsolateral lombar. Mas, apesar dos bons resultados, é substancial a morbidade no sítio doador devido à coleta de grandes quantidades de osso esponjoso com o objetivo de aumentar a eficiência de união (COOK *et al.*, 1994, BODEN *et al.*, 1995). Além disso, a não união pode acometer até 50% dos pacientes operados (TAKEDA, 1985, LORENZ *et al.*, 1991, FERNYHOUGH *et al.*, 1992, GRUBB & LIPSCOMB, 1992). Como resultado, substitutos para o autoenxerto da crista ilíaca têm recebido atenção nos últimos anos (BODEN *et al.*, 1995).

A capacidade osteogênica das células derivadas da medula óssea autógena, bem como seu efeito osteoindutor *in vitro* e *in vivo*, têm sido demonstradas (WITTBGER *et al.*, 1983, CURYLO *et al.*, 1999). Sua coleta é procedimento seguro, com conseqüências desprezíveis a curto e longo prazo (CHENG *et al.*, 1994, BARROS *et al.*, 2001). Além disso, a medula pode oferecer uma grande concentração de fatores que estimulam e aumentam a produção óssea e conseqüentemente a taxa de união (LUKASZ *et al.*, 1999).

De acordo com análises por tomografia computadorizada, em coelhos submetidos à artrodese espinhal, o volume ósseo local dos animais que receberam o enxerto de medula óssea associado ao autoenxerto da crista ilíaca foi 30% maior em comparação àqueles onde foi utilizado apenas o autoenxerto da crista ilíaca (CURYLO *et al.*, 1999).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de união vertebral, o índice de união na região da enxertia e a força e a resistência biomecânica da união, após utilização do autoenxerto da crista ilíaca associado à medula óssea autógena fresca, na união vertebral dorsolateral lombar em coelhos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa, em 33 coelhos da raça Nova Zelândia Branca, com peso médio de 3,0 Kg e idade de três meses, distribuídos aleatoriamente em dois grupos experimentais. Nos nove animais do grupo 1 (G1) realizou-se apenas a descortificação bilateral dos processos transversos das vértebras lombares L5-L6 e, os vinte e quatro coelhos do G2 receberam, sobre os processos transversos descortificados, 2g de autoenxerto da crista ilíaca associados a 2ml de medula óssea autógena fresca. Os animais foram identificados e alojados em gaiolas individuais e receberam ração comercial, água e feno.

O protocolo anestésico consistiu de medicação pré-anestésica com acepromazina^a (0,1mg/Kg IV) e anestesia geral dissociativa com tiletamina-zolazepam^b (20mg/Kg IV). Na linha de incisão foi administrado 0,75ml de lidocaína^c, assim como também na musculatura lombar das vértebras L5-L6 (0,5ml de cada lado). A analgesia pós-operatória foi mantida com morfina oral^d a cada seis horas, nos três dias seguintes ao procedimento cirúrgico. Como antibioticotepia profilática cada coelho recebeu ceftiofur sódico^e (5mg/Kg IM) no pré-operatório e 24 e 48 horas após o procedimento cirúrgico.

Após a anestesia geral, os animais foram posicionados em decúbito ventral, com os membros pélvicos estendidos cranialmente. Foi realizada incisão de pele de 5cm de extensão, seguida de duas incisões paralelas na fáscia paramediana. Os músculos multífidos e longíssimos foram identificados e divulsionados permitindo a exposição dos processos transversos das vértebras lombares L₅-L₆. Com auxílio de osteótomo seus processos transversos foram descortificados até que fosse visualizada a região medular, bilateralmente, nos animais de G1 e G2.

A medula óssea autógena fresca foi coletada, durante o trans-operatório, através de uma agulha de punção medular^f (calibre 12) inserida na crista ilíaca de todos os animais do G2. A agulha foi rotacionada até a cavidade medular, o mandril foi

removido da agulha e uma seringa estéril de 20ml, contendo 150 UI de heparina^g foi acoplada, permitindo a aspiração de 2,0ml de medula.

O autoenxerto foi coletado logo após a coleta da medula, através de incisão sobre a crista ilíaca, divulsionamento da musculatura adjacente e exposição óssea. Com o auxílio de uma goiva, foram coletados 2g de osso córtico-esponjoso, que foram fragmentados e implantados juntamente com os 2ml de medula óssea sobre os processos transversos previamente descortificados. A musculatura divulsionada e a fáscia foram suturadas, bilateralmente, com fio absorvível^h, com padrão de sutura do tipo Reverdin e a pele aproximada com fio não absorvívelⁱ, em sutura simples contínua.

Três coelhos do G1 e oito coelhos do G2 foram sacrificados às 5, 7 e 9 semanas após os procedimentos cirúrgicos, permitindo avaliações radiográficas, macro e microscópicas e testes biomecânicos.

As radiografias da coluna lombar foram realizadas na incidência dorso-ventral, em todos os animais, imediatamente após o procedimento cirúrgico e ao momento do sacrifício. As análises foram baseadas na presença de massa óssea uni ou bilateralmente, caracterizando união a presença de massa óssea intertransversa bilateral sem radioluscência.

Após o sacrifício, a coluna lombar de todos os animais foi removida em bloco e foram realizados movimentos de flexão e extensão entre L₄-L₅, L₅-L₆ e L₆-L₇, permitindo classificar como união vertebral, os segmentos L₅-L₆ sólidos.

Na avaliação histológica realizada em todos os nove animais do G1 (três a cada semana de sacrifício) e em doze animais do G2 (quatro a cada semana de sacrifício) a massa de união sobre os espaços interlaminares foi o segmento de maior interesse e foi analisado com base no tipo de tecido predominante.

Para a avaliação da resistência biomecânica, realizada em doze animais do G2, quatro animais a cada semana de sacrifício, o tecido muscular, os discos intervertebrais e os processos articulares foram removidos com o auxílio de um bisturi e, a massa de união e a membrana intertransversa permaneceram conectadas às duas vértebras fundidas.

Os corpos vertebrais das vértebras L₅ e L₆ foram perfurados perpendicularmente com pinos de aço de 3,2mm de diâmetro e 12cm de comprimento. Um sistema

composto de correntes foi acoplado aos pinos e à máquina^{1*} (Figura 4) e o teste de tração uniaxial foi realizado no Laboratório de Papel e Celulose (LPC) da Universidade Federal de Viçosa (UFV).

As propriedades avaliadas no decorrer dos testes de tração foram: força máxima ao ponto de ruptura (força necessária para romper totalmente o corpo de prova, expressa em Newton ou um de seus múltiplos); força ao limite de elasticidade (força absorvida pelo corpo de prova no seu limite máximo de elasticidade, ou seja, até esta força o corpo de prova ainda possui capacidade de retornar à sua estrutura original, sem que sofra deformação, expressa em Newtons) e rigidez (expressa a habilidade do corpo de prova em resistir as deformações em função das tensões aplicadas, expresso em N/cm).

Também foram calculados os índices de união: razão da força máxima do tratado pela força máxima do controle; razão da força ao limite de elasticidade do tratado pela força ao limite de elasticidade do controle e a razão da rigidez do tratado pela rigidez do controle.

Os resultados das análises radiográficas para a presença de união nos dois grupos, assim como a avaliação por palpação e os dados histológicos foram analisados utilizando-se a estatística descritiva. Os resultados dos testes de resistência biomecânica foram avaliados por análise de variância.

RESULTADOS

Os animais operados iniciaram movimentos de deambulação após a recuperação anestésica. As feridas cirúrgicas cicatrizaram sem complicações, mas os animais do G2 apresentaram sinais de automutilação na região das cristas ilíacas. Dois animais do G2 (8,3%) faleceram imediatamente após o procedimento cirúrgico.

Na avaliação por palpação manual (Quadro 1), desde as 5 semanas o segmento operado de todos os animais de G2 apresentava-se sólido, correspondendo à união vertebral e o tipo de tecido que preenchia o leito de enxertia demonstrava aspecto de osso (Figura 1). Já nos animais do G1, a mobilidade permaneceu normal até 9 semanas após a cirurgia.

^{1*} Equipamento do tipo Instron modelo 4204 com sistema computadorizado de aquisição, análise e saída de dados, com distância entre garras de 100mm, velocidade de teste de 25mm/min e capacidade da célula de garra de 1000N.

A evolução das análises radiográficas dos animais de G2 estão demonstradas no Quadro 1. Nos animais do G1, não foi observada evidência de união, apenas intensa reação periosteal nos processos transversos descortificados.

Na análise histológica, nos animais do G1, às cinco semanas foi observada inicialmente discreta proliferação periosteal nos processos transversos descortificados, intensificando-se ao longo das semanas de observação, sem evidências de formação de ponte óssea.

Nos animais do G2, às 5 semanas, foi observada intensa formação óssea, com grande número de trabéculas e pequeno número de ilhas cartilagosas, caracterizando precocidade na formação óssea. Às sete e nove semanas foram observados vasos sanguíneos, formação de tecidos condróide e ósseo imaturo (Figuras 2 e 3), evidenciando osteointegração e união óssea, com trabéculas formando pontes ósseas entre dois processos transversos adjacentes. O tipo de formação óssea predominante foi a endocondral, com o tecido cartilaginoso sendo rapidamente substituído por tecido ósseo.

Os resultados dos testes biomecânicos e dos índices de união estão expressos no Quadro 2. Na avaliação biomecânica da união lombar os índices que obtiveram resultado maior que 1 corresponderam à união e quanto maior o índice, maior foi a eficiência da união.

DISCUSSÃO

Segundo CONNOLLY (1995) a medula óssea fresca aumenta a taxa de formação óssea em defeitos de ossos longos, quando associada a enxertos ósseos, e nos casos em que a quantidade de autoenxerto é inadequada, a adição de medula óssea autógena pode aumentar a formação óssea e o sucesso da união (LUKASZ *et al.*, 1999). Neste trabalho foi observada uma precocidade de formação óssea (cinco semanas após o procedimento cirúrgico) quando o autoenxerto de crista ilíaca foi associado à medula óssea.

A medula óssea foi capaz de acrescentar ao autoenxerto células multipotenciais capazes de proliferação e diferenciação em células osteogênicas (CURYLO *et al.*, 1999). Houve uma semelhança de resultados quando se comparou os obtidos neste trabalho com os observados por BODEN *et al.* (1995), que se situaram na ordem de 60%, com o

enxerto de crista ilíaca usado de forma isolada e que foram substancialmente superiores aos 25% encontrados por CURYLO *et al.* (1999).

Estudos demonstraram, *in vivo* e *in vitro*, o potencial osteogênico derivado de células medulares (ASHTON *et al.*, 1980, OWEN, 1980, BURWELL, 1985, CONNOLLY *et al.*, 1991, CONNOLLY, 1995, BARROS *et al.*, 2001). Pode-se inferir que as células presentes na medula determinaram a união vertebral quando facilitaram a integração dos fragmentos do enxerto e, segundo CURYLO *et al.* (1999) quando aumentaram a quantidade de osso produzido. Em ambas as formas, a adição da medula providenciou uma maior concentração de fatores bioativos que estimularam as células presentes no enxerto ósseo a produzir osso.

Pode-se inferir ainda que, se a medula óssea aumenta a quantidade de osso formado, quando a quantidade coletada de autoenxerto ósseo for insuficiente, a adição da medula pode ser um procedimento compensatório.

A coleta da medula óssea foi procedimento simples e seguro e a heparinização das seringas foi importante para evitar a coagulação das amostras e a necessidade de nova coleta, conforme também realizaram CURYLO *et al.* (1999) e BARROS *et al.* (2001).

A análise radiográfica dos animais de G2 demonstrou que, às 5 e 7 semanas, 57% dos animais apresentaram radiopacidade na área de enxertia unindo dois processos transversos bilateralmente, considerados união, e às nove semanas 75% dos animais apresentaram estas evidências de união (Quadro 1 e Figura 5). Nos animais do G1 a descortificação provocou uma intensa reação periosteal nos processos transversos, não sendo suficiente para a formação de ponte óssea.

Na avaliação histológica, a ossificação endocondral aconteceu predominantemente a partir da vascularização procedente dos processos transversos descortificados para a região do enxerto. Estes atuaram fornecendo nutrientes, concordando com FRENKEL *et al.* (1993).

A vascularização e os tecidos condróide e ósseo, no centro da região de enxertia, coincidem com os achados de WILSON *et al.* (1985) que afirmaram que a incorporação do enxerto ósseo está diretamente relacionada à vascularização e presença de material osteogênico no local.

A precocidade da união vertebral, advinda da associação do autoenxerto de crista ilíaca com medula óssea fresca, na coluna lombar é relevante porque a coluna é

um ambiente hostil para a artrodese, pois está constantemente sendo submetida a cargas axiais e torsionais.

A incoerência entre os dados radiográficos e de palpação (Quadro 1) pode ser explicada pelos resultados histológicos. Houve casos em que nos resultados radiográficos considerados “não-união”, à palpação a área operada se encontrava firme e sem mobilidade, sendo considerados “união”. Nestes, histologicamente, as áreas radiolucidas foram representadas por tecido condróide e formação óssea imatura. Isto significou que nem sempre os achados radiográficos refletiram a condição clínica real do paciente.

Os resultados dos testes biomecânicos e dos índices de fusão estão expressos no Quadro 2. Na avaliação biomecânica da união lombar os índices que obtiveram resultado maior que 1 corresponderam à união e quanto maior o índice, maior foi a eficiência da união.

O teste biomecânico demonstrou que as vértebras tratadas com o autoenxerto associado à medula óssea apresentaram diferença significativa entre a força ao ponto de ruptura e força ao limite de elasticidade quando comparadas com as vértebras adjacentes, utilizadas como controle (Quadro 1), à exceção da força limite às sete semanas. Contudo, não houve diferença significativa entre as semanas analisadas ($P=0,05$). Pode-se inferir que a precocidade de formação óssea induzida pela medula não permitiu comportamento diferente entre as semanas, durante os testes.

O índice de rigidez também mostrou diferença entre as vértebras tratadas e o controle. O maior índice de rigidez indicou que as vértebras que receberam o autoenxerto ósseo e a medula suportaram uma determinada força e deformaram menos que as vértebras controle submetidas à mesma força, à exceção das sete semanas. Para a coluna vertebral que está submetida a forças deformantes, constantemente, quanto maior o índice de rigidez da massa óssea, maior a estabilidade do segmento e conseqüente sucesso da união vertebral e resolução da sintomatologia dolorosa.

O índice de rigidez que apresentou valor menor ou igual a 1 indica que não houve ganho ou aumento da resistência deste material ao contrário daqueles que obtiveram valores maior que 1. No total, à exceção da sétima semana, em todas as semanas, os segmentos tratados demonstraram maior resistência biomecânica quando comparados aos segmentos não tratados. Quanto maior o número, maior a diferença entre os segmentos tratados dos não tratados. Isto indica que o tecido ósseo que foi

predominantemente encontrado nos segmentos tratados foi o responsável pela sua maior resistência em comparação aos segmentos controle. Quanto aos índices de força limite e rigidez 1,0 e 0,9, respectivamente, estes representaram os casos de não união descritos pela literatura (BODEN *et al.*, 1995 e CURYLO *et al.*, 1999), mesmo com a utilização de procedimentos de enxertia.

Foi observada uma correlação entre os testes biomecânicos, resistência e rigidez, e a palpação manual, massa sólida estável, evidenciando união vertebral. A falta de correlação entre a avaliação radiográfica e os resultados biomecânicos demonstram que a radiografia não deve ser utilizada como critério único de análise.

CONCLUSÕES

A medula óssea autógena fresca constitui uma atrativa opção para o aumento das taxas de união em pacientes que não possuem adequada quantidade de autoenxerto ósseo, de forma precoce, segura e econômica.

FONTES DE AQUISIÇÃO

- ^a. Acepram 1%. Univet S/A Indústria Veterinária. São Paulo.
- ^b. Zoletil ®50. Virbac. São Paulo.
- ^c. Anestésico Bravet. São Paulo.
- ^d. Dimorf® Solução Oral. Cristália Ltda. São Paulo.
- ^e. Excenel. Rhodia Merieux Veterinária Ltda. São Paulo.
- ^f. Agulha Komiyashiki, calibre 12.
- ^g. Liquemine®. Roche. São Paulo
- ^h. Categut Cromado 4-0. Cirumédica Ltda. São Paulo.
- ⁱ. Nylon Monofilamento Preto 4-0. Cirumédica Ltda. São Paulo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHTON, B.A., ALLEN, T.D., HOWLETT, C.R. *et al.* Formation of bone and cartilage by marrow stromal cells in diffusion chambers *in vivo*. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.151, p.294-307, 1980.

- BARROS, S.V.G., DEL CARLO, R.J., VARGAS, M.I. *et al.* Autoenxerto percutâneo de medula óssea em coelhos. I Coleta, preparo e aplicação. **Ciência Rural**, v.31, n.6, p.1013-1018, 2001.
- BODEN, S.D., SCHIMANDLE, J.H.; HUTTON, W.C. An experimental lumbar intertransverse process spinal fusion model – radiographic, histologic, and biomechanical healing characteristics. **Spine**, v.20, n.4, p.412-420, 1995.
- BURWELL, R.G. The function of bone marrow in the incorporation of a bone graft. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.200, p.25-141, 1985.
- CHENG, S.L., YANG, J.W., RIFAS, L. *et al.* Differentiation of human bone marrow osteogenic stromal cells in Vitro: induction of the osteoblast phenotype by dexametasone. **Endocrinology**, v.134, p.277-286, 1994.
- CONNOLLY, J.F. Injectable bone marrow preparations to stimulate osteogenic repair. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.313, p.8-18, 1995.
- CONNOLLY, J.F., GUSE, R., TIEDEMAN, J. *et al.* Autologous marrow injection as a substitute for operative grafting of tibial nonunions. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.266, p.259-270, 1991.
- COOK, S.D., DALTON, J.E., PREWETT, A.B. *et al.* *In Vivo* evaluation of demineralized bone graft substitute for posterior spinal fusion. **Spine**, v.20, n.8, p.877-886, 1994.
- CURYLO, L.J., JOHNSTONE, B., PETERSILGE, C.A. *et al.* Augmentation of spinal arthrodesis with autologous bone marrow in a rabbit posterolateral spine fusion model. **Spine**, v.24, n.5, p.434-439, 1999.
- FERNYHOUGH, J.C., SCHIMANDLE, J.H., WEIGEL, M.C. Chronic donor site pain complicating bone graft harvesting from the posterior iliac crest for spinal fusion. **Spine**, v.17, n.12, p.1474-1480, 1992.

- FRENKEL, S.R., MOSKOVICH R., SPIVAK J. *et al.* Demineralized bone matrix. **Spine**, v.18, n.12, p.1634-1639, 1993.
- GRUBB, S.A., LIPSCOMB, H.J. Results of lumbosacral fusion for degenerative disc disease with and without Instrumentation: Two to five year follow up. **Spine**, v.17, p.349-355, 1992.
- LORENZ, M., ZINDRICK, M., SCHWAEGLER, P.A. Comparison of single level fusions with and without Hardware. **Spine**, v.16 (suppl.), p.455-458, 1991.
- LUKASZ, J.C., JOHNSTONE, B., PETERSILGE, C.A. *et al.* Augmentation of spinal arthrodesis with autologous bone marrow in a rabbit posterolateral spine fusion model. **Spine**, v. 24, n.5, p.434-439, 1999.
- OWEN, M. The origin of bone cells in the postnatal organism. **Arthritis Rheumatism**, v.23, n.10, p.1073-1077, 1980.
- TAKEDA, M.E. Experience in posterior lumbar interbody fusion: unicortical versus bicortical autogenous grafts. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.193, p.120-126, 1985.
- URIST, M.R., SILVERMAN, B.F., BURNING, K. *et al.* The bone induction principle. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.53, p.243-283, 1967.
- WILSON, J.W., RHINELANDER, F.W., STEWART, C.L. Vascularization of cancellous chip bone grafts. **American Journal Veterinary Research**, v.46, n.3, p.1691-1699, 1985.
- WITTBGER, J., PLAMER B., ROHLIM, M. *et al.* Osteogenic activity in composite grafts of demineralized compact bone and marrow. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n.173, p.229-238, 1983.

Quadro 1. Resultado da palpação manual (PM) e da avaliação radiográfica (AR) do segmento L₅-L₆, em função do tempo pós-operatório, nos animais do grupo 2.

Características	5 semanas		7 semanas		9 semanas	
	PM	AR	PM	AR	PM	AR
Total de animais	7	7	7	7	8	8
União	7/7	4/7	7/7	4/7	8/8	6/8
Não União	0/7	3/7	0/7	3/7	0/8	2/8
% de União	100,0	57,0	100,0	57,0	100	75,0
% de Não União	0,0	43,0	0,0	43,0	0	25,0

Quadro 2. Médias dos resultados dos testes biomecânicos realizados nas vértebras L₅-L₆, tratadas (VT), em relação às vértebras L₃-L₄, não tratadas (NT), em função do tempo.

Testes Biomecânicos									
Semanas	Força Máxima		Índice	Força Limite		Índice	Rigidez		Índice
	VT	NT	T/N	VT	NT	T/N	VT	NT	T/N
Cinco	298,6	220,6	1,3	167,3	130,4	1,3	704,3	492,6	1,4
Sete	305,1	272,9	1,1	155,5	181,0	0,9	785,9	772,5	1,0
Nove	329,0	240,2	1,3	228,2	225,9	1,0	962,2	815,3	1,2

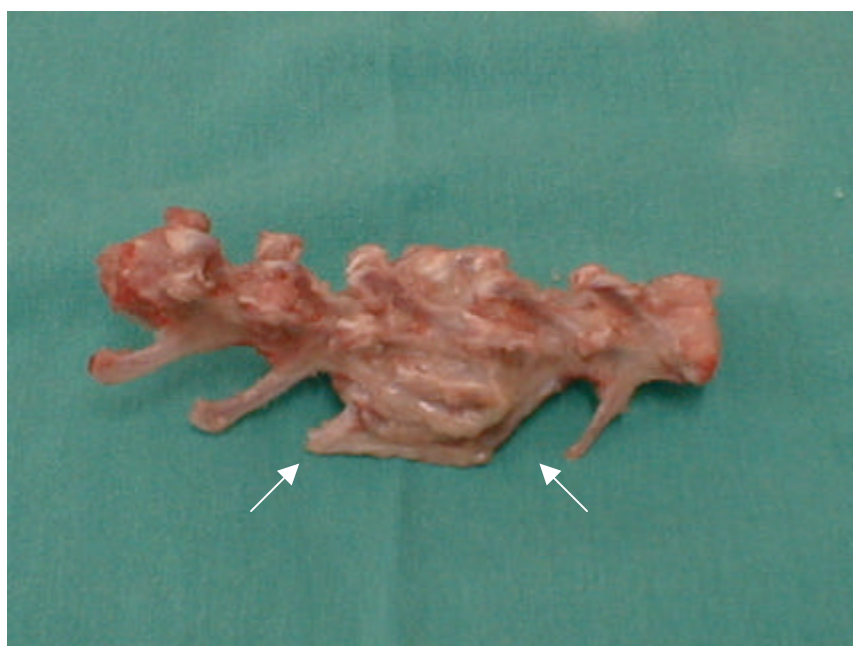


Figura 1. Aspecto macroscópico da massa de união sobre os processos transversos de L₅ e L₆ após 9 semanas de cirurgia (entre setas).

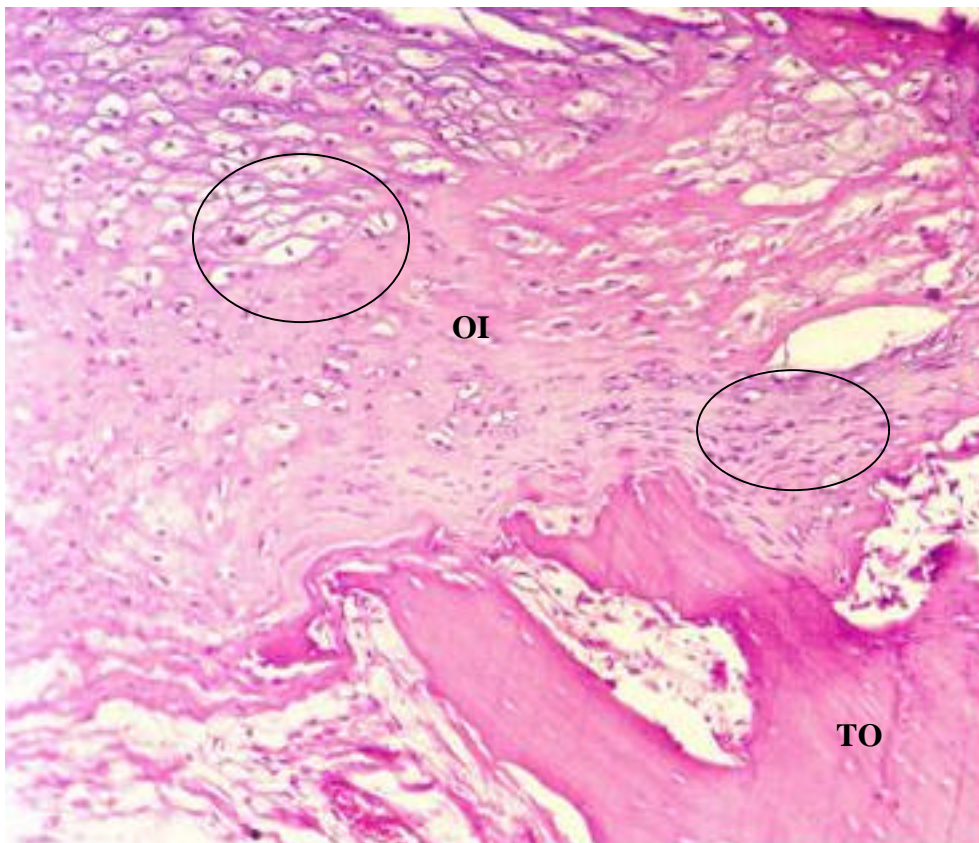


Figura 2. Trabéculas ósseas (TO), formação óssea endocondral e formação óssea imatura (OI). Presença de ilhas de cartilagem (elípses). Animal de G2, 7 semanas HE, 63X.

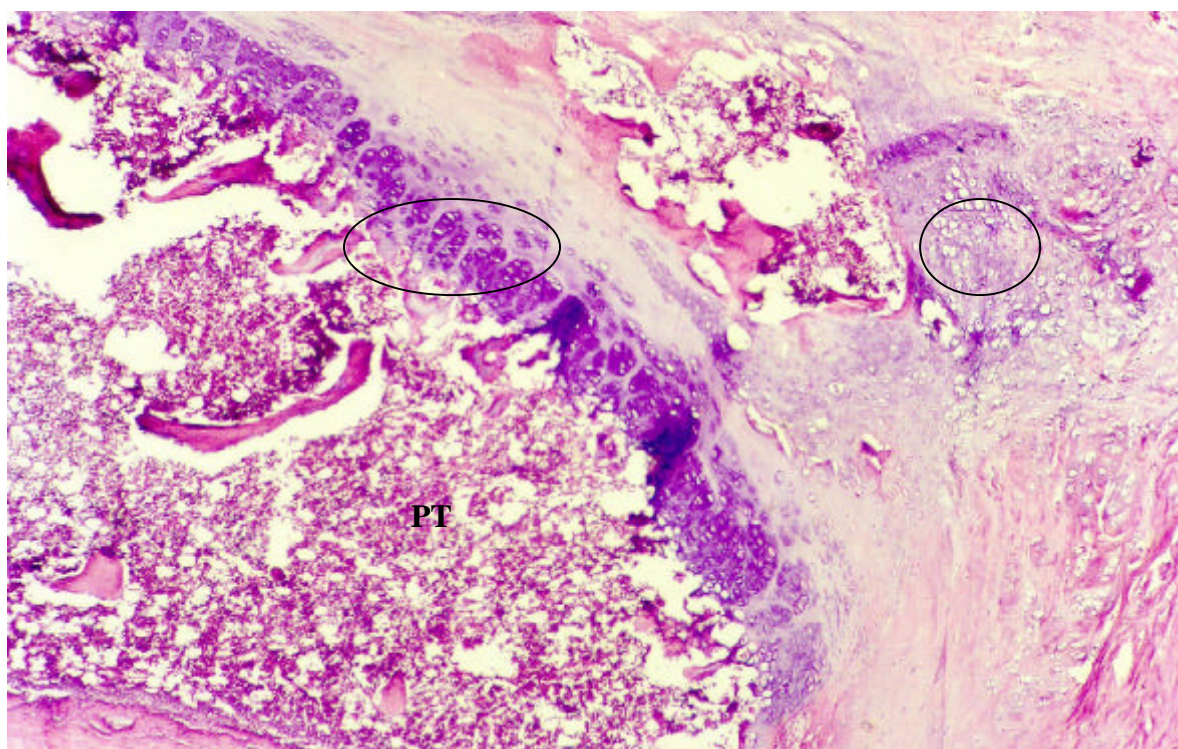


Figura 3. Ossificação endocondral a partir do processo transverso (PT) descortificado.

Disposição celular típica de ossificação endocondral (elipse), ilhas de formação cartilaginosa (círculo). Animal de G2, 7 semanas. HE. 63X.

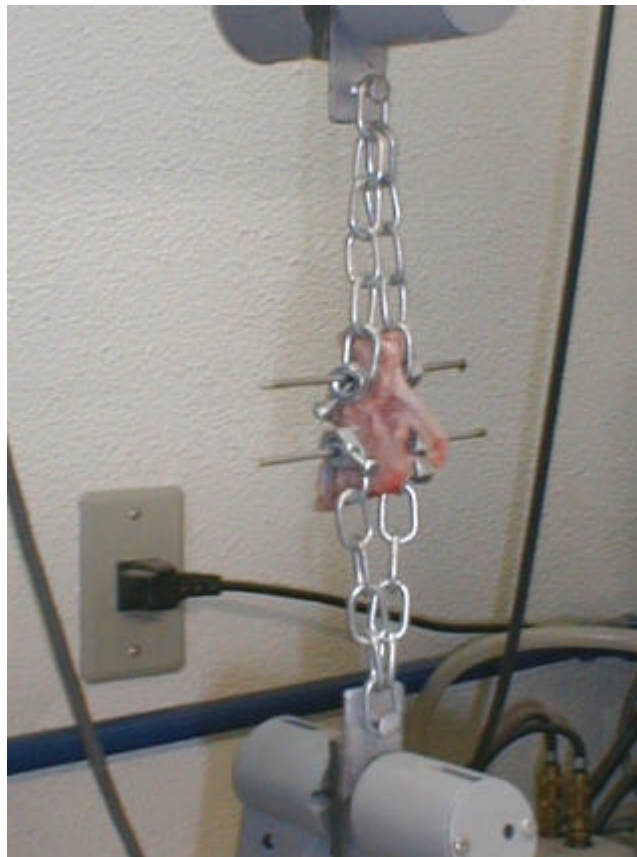


Figura 4. Aspecto do Teste Biomecânico. Os corpos vertebrais de L5 e L6 foram perfurados perpendicularmente com pinos de aço e um sistema composto de correntes foi acoplado aos pinos. A carga foi aplicada seqüencial ao deslocamento, utilizando-se um equipamento Instron.

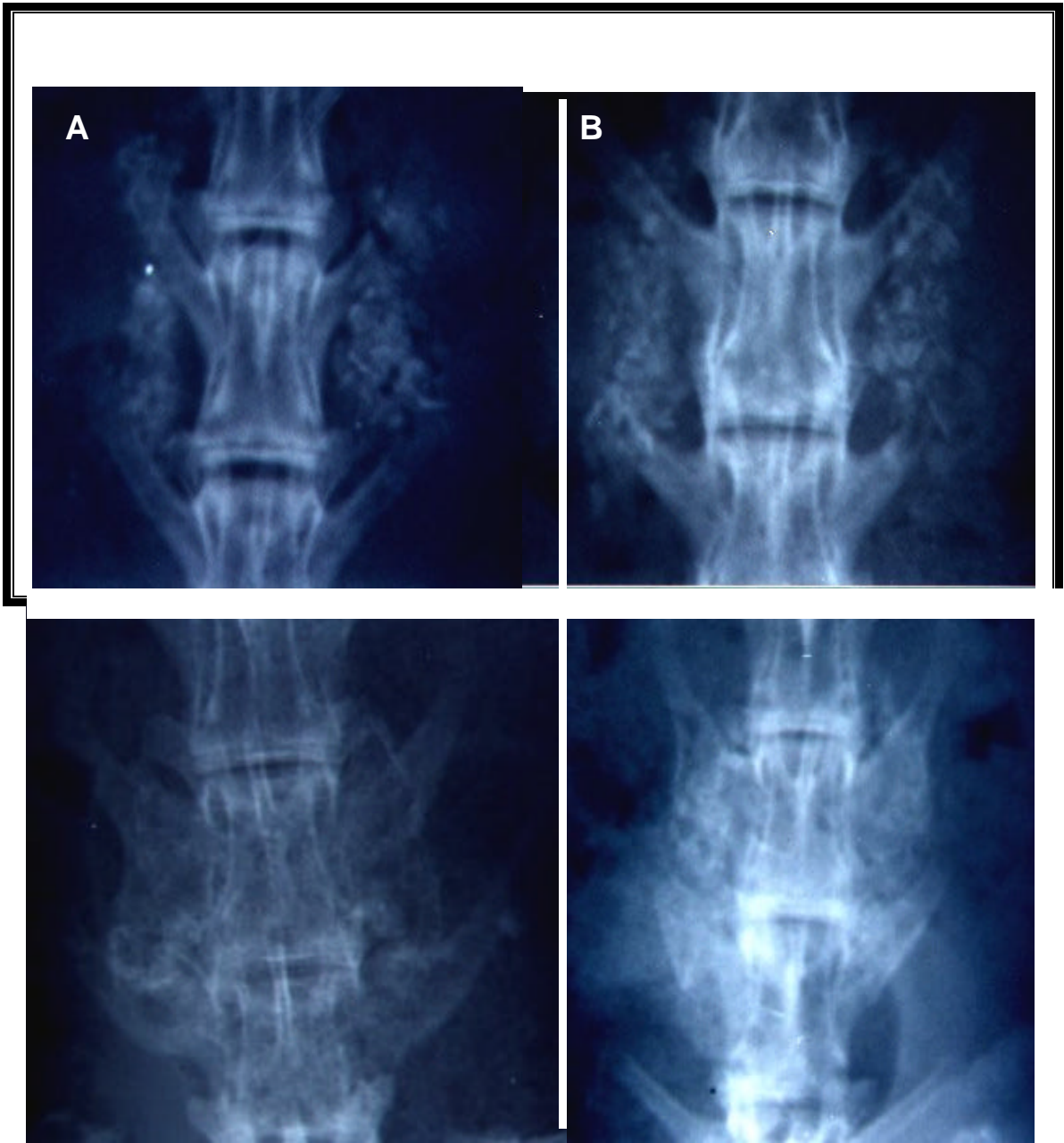


Figura 5. Aspectos radiográficos da área de enxertia: (A) após a cirurgia, (B) às cinco semanas, (C) às 7 semanas e às 9 semanas (união óssea bilateral). Coelhos diferentes.

5.0 - CONCLUSÕES GERAIS

A técnica cirúrgica da artrodese dorsolateral lombar com utilização de autoenxerto em coelhos é simples e eficaz, podendo ser utilizada em outras espécies animais que apresentam instabilidade vertebral.

A utilização do autoenxerto da crista ilíaca na artrodese dorsolateral lombar proporcionou união vertebral estável em coelhos às nove semanas após o procedimento.

A associação do autoenxerto da crista ilíaca à medula óssea autógena fresca foi eficaz na formação óssea precoce às cinco semanas após o procedimento. Porém a precocidade de formação óssea induzida pela medula óssea não permitiu comportamento diferente entre as semanas analisadas ($P=0,05$).

A medula óssea autógena fresca torna-se uma opção para o aumento da formação óssea em pacientes que não possuem adequada quantidade de autoenxerto ósseo. Sua coleta é simples e de baixo custo, sem danos ao paciente.

A análise radiográfica demonstrou não ser um método confiável de avaliação da união óssea, devido às diferenças encontradas comparando-a aos testes histológicos e biomecânicos.