

# Transfixação da placa de crescimento do coelho por um parafuso\*

FLÁVIO DE MOURA LACERDA<sup>1</sup>, JOSÉ B. VOLPON<sup>2</sup>

## RESUMO

Foram estudados os efeitos da inserção de um parafuso através da cartilagem de crescimento do fêmur de coelhos. Vinte e oito coelhos albinos da raça Nova Zelândia tiveram um parafuso de osso cortical (14,0mm x 2,0mm) inserido através da superfície articular do côndilo femoral medial, cruzando a cartilagem de crescimento, até a metáfise. O fêmur esquerdo foi mantido como controle. Depois de quatro semanas os parafusos foram removidos em todos os animais. Em 13 coelhos o orifício do parafuso foi deixado vazio. Em 15 animais, um fio liso de Kirschner foi colocado no orifício do parafuso de modo a preenchê-lo completamente. Os animais foram seguidos com radiografias dos membros posteriores e sacrificados após cinco semanas da segunda cirurgia. Em todas as radiografias foram medidos os comprimentos e o ângulo frontal dos pares de fêmures. Foram realizados cortes histológicos frontais da extremidade distal dos fêmures. Na maioria dos casos o fêmur operado estava mais curto e apresentava deformidade em varo, quando comparado com o fêmur não operado. Depois da remoção houve recuperação parcial do comprimento e do ângulo, em ambos os grupos. Entretanto, a angulação em varo nos animais em que o parafuso foi substituído pelo fio de Kirschner foi mais acentuada. Os achados microscópicos mostraram que o orifício do parafuso foi preenchido por osso neoformado (ponte óssea), mas isso não ocorreu quando o parafuso foi substituído pelo fio de Kirschner. Em todos os casos havia alterações degenerativas avançadas na cartilagem de crescimento do côndilo medial.

## SUMMARY

### *Insertion of a screw across the growth plate*

The authors studied the effects of the insertion of a screw across the growth plate of the distal femur of rabbits. Twenty-eight white New Zealand rabbits, 8 weeks old, were used and all of them had a cortical bone screw (14.0 mm x 2.0 mm) driven through the articular surface of the medial condyle of the right femur, which crossed the growth plate and reached the diaphysis. The left femur was kept as a control. After four weeks, the screws were removed from all animals. In 13 rabbits, the screw hole was left empty and in 15 rabbits a smooth Kirschner wire replaced the screw so that the screw hole was completely filled. The animals were followed up with X-rays taken from the limbs and were killed 5 weeks after the second operation. The length of paired femurs and the frontal angle was measured in the films. Histologic sections were obtained from the distal femur. In all cases, the operated femur was shorter and showed a varus deformity at the distal end when compared to the non-operated femur. After the screw removal, there was a partial recovery of the bone length that was the same in both groups. However, the group in which the screw was replaced by the K wire presented a worse varus angulation. The histologic findings showed that the newly-formed bone filled up the screw canal (bone bridge) but did not when the K wire replaced the screw. In both cases, there were advanced degenerative changes in the growth cartilage of the medial condyle.

## INTRODUÇÃO

Em geral, as fraturas na criança recebem tratamento conservador, pois a consolidação é fácil e rápida e há grande capacidade de remodelação dos desvios porventura remanescentes. Contrapõem-se a isso as fraturas atingindo a cartilagem de crescimento, especialmente as intra-articulares, em que o tratamento cirúrgico, que possibilita a redução anatô-

\* Trab. realiz. na Área de Pós-grad. de Ortop. e Traumatol. da Fac. de Med. de Ribeirão Preto-USP.

1. Aluno de Pós-graduação; Mestre.

2. Prof. Associado.

mica com fixação interna estável, propicia melhores resultados, por restabelecer a anatomia articular e prevenir deformidades futuras<sup>(8,17)</sup>.

Outra situação presente é o uso da fixação externa do osso, seja para estabilizar fraturas, seja para realizar procedimentos como alongamento ósseo ou correção de deformidades com o uso de parafusos e fios metálicos, na extremidade do osso, aumentando o risco de lesão da cartilagem de crescimento. Embora já seja bem conhecido que um parafuso não deva cruzar a placa epifisária<sup>(19)</sup>, a não ser que se queira um efeito de epifisiodese, isso pode ocorrer inadvertidamente ou propositalmente, na tentativa de, por exemplo, fixar uma fratura da espinha tibial. Weber<sup>(19)</sup> ilustrou o poder lesivo do parafuso com casos clínicos e refere o trabalho de Wagner<sup>(18)</sup> como suporte experimental para suas afirmações. Entretanto, o trabalho de Weber<sup>(19)</sup> não estudou especificamente o assunto.

Vários autores pesquisaram as respostas da placa de crescimento a lesões a ela impostas, como curetagens, esmagamento<sup>(2,3,7,10,11)</sup> e transfixações por materiais de síntese<sup>(1,3-6,9,12-16)</sup>. Haring<sup>(9)</sup> demonstrou que tanto maior é o distúrbio de crescimento quanto maior a pressão exercida pela síntese sobre a placa. Porém, não avaliou o uso temporário da síntese e a consequente recuperação ou não da placa de crescimento após sua remoção. Mäkelä *et al.*<sup>(13)</sup> concluíram que 13% do diâmetro transversal da placa e menos que 7% de sua superfície poderiam ser destruídos sem que isso interferisse em seu crescimento; esse estudo foi corroborado por Garcés *et al.*<sup>(7)</sup>.

Os objetivos deste trabalho foram estudar as repercussões sobre o crescimento ósseo com a transfixação da placa de crescimento por um parafuso metálico de osso cortical e os eventos que ocorrem após sua remoção e substituição ou não por um fio de Kirschner liso colocado no canal deixado pelo parafuso.

## MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados 28 coelhos albinos da raça Nova Zelânia, fêmeas, com oito semanas de idade, que foram divididos em dois grupos:

**Grupo I:** Formado por 13 coelhos, que receberam a implantação de um parafuso cruzando a placa epifisária distal do côndilo medial do fêmur direito. Após quatro semanas, o parafuso foi retirado e observada a evolução.

**Grupo II:** Formado por 15 coelhos, que receberam a implantação do parafuso da mesma maneira que no grupo ante-

rior. Após quatro semanas o parafuso foi retirado e o canal resultante foi preenchido por um fio de Kirschner liso de mesmo diâmetro e comprimento do parafuso.

Em ambos os grupos, os animais foram sacrificados após cinco semanas da retirada do parafuso.

Os animais foram anestesiados com tionembutal e operados sob condições rotineiras de assepsia e anti-sepsia. O côndilo femoral direito foi exposto através de uma incisão antero-medial, com luxação lateral da patela. Foi realizada uma perfuração com broca de 1,5mm de diâmetro, em baixa rotação, na máxima convexidade do côndilo, dirigida para a diáfise. O orifício foi rosqueado e introduzido um parafuso de 14,0mm de comprimento, que ficou com a cabeça sepultada, abaixo da superfície articular. A patela foi reduzida e a incisão suturada com fios de náilon 4 zeros. Não houve proteção da sutura ou imobilização dos coelhos, que foram mantidos em condições rotineiras de biotério.

A segunda cirurgia seguiu os mesmos passos; em um grupo, foi simplesmente retirado o parafuso e, no outro, houve a substituição dele por um fio de Kirschner liso de 2,0mm de diâmetro e 14,0mm de comprimento.

O sacrifício dos animais dos dois grupos ocorreu cinco semanas após a retirada do parafuso. Ambos os membros posteriores foram desarticulados nos quadris e tornozelos e removidas pele e musculatura, sendo preservados a cápsula e o complexo ligamentar dos joelhos. A patela foi removida.

## Avaliação radiográfica

Os membros posteriores dos animais foram radiografados após cada etapa cirúrgica. As radiografias foram realizadas forçando a extensão do joelho e quadril e com os membros posteriores de frente e em posição simétrica. Para a realização do perfil, o joelho foi mantido em semiflexão. Após o sacrifício do animal, foram feitas radiografias das peças já limpas, unidas pela cápsula articular e ligamentos do joelho.

Nas radiografias de frente foi medido o comprimento do fêmur pela distância do topo da cabeça deste até a superfície articular do côndilo femoral que estivesse mais distal.

Para a avaliação da morfologia do fêmur distal na radiografia de frente, realizada após o sacrifício dos animais, foi medido o ângulo frontal da superfície articular distal do fêmur. Foi traçada uma reta pelo eixo longitudinal do osso e outra tangencial à superfície articular dos dois côndilos femorais. O ângulo formado no quadrante superior e lateral foi medido e nomeado ângulo frontal.



**Fig. 1**  
Radiografia após quatro semanas da inserção do parafuso no côndilo femoral medial e o varismo resultante (A). Animal do grupo II, em que o parafuso foi substituído por um fio de Kirschner liso (B).

### Avaliação histológica

Após a realização das radiografias das peças, o segmento distal joelho foi limpo do resíduo de partes moles aderentes, fixado em solução de Bouin, descalcificado, lavado em álcool 70° e aparado. Os espécimes foram processados segundo técnicas histológicas rotineiras e obtidos cortes no plano coronal, que foram corados pelo azul alciano-fucsina.

### Análise estatística

Foram comparados os comprimentos e os ângulos frontais entre o lado tratado e o lado-controle do mesmo animal. Os resultados foram avaliados pelo teste *t* de Student. Foram comparados os comprimentos e os ângulos frontais dos fêmures, entre os grupos I e II, e as diferenças avaliadas pelo teste de Mann-Whitney. O limite de significância foi estabelecido em 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS

### Avaliação radiográfica

A maioria dos fêmures operados, em ambos os grupos, desenvolveu varismo, em graus variados, na extremidade distal do osso. Esse varismo ocorreu pelo menor crescimento do côndilo femoral medial. Da mesma forma, os fêmures operados apresentaram comprimento menor em ambos os grupos (fig. 1). Quando os comprimentos e os ângulos frontais distais dos lados não operados nos dois grupos foram comparados entre si, não houve diferença significativa entre eles (média = 8,83cm e 8,93cm, respectivamente). Quando o comprimento do fêmur operado do grupo I (média = 8,38cm; DP = 0,32) foi comparado com o grupo II (média = 8,21cm; DP = 0,22), não houve diferença significativa ( $p = 0,1696$ ).

Quando o ângulo frontal distal do fêmur operado do grupo I (varo médio = 4,46 graus; DP = 3,9) foi comparado com o grupo II (varo médio = 5,3 graus; DP = 3,1), houve diferença significativa entre eles ( $p = 0,0052$ ).

### Avaliação histológica

#### Grupo I – Parafuso retirado sem preenchimento do canal.

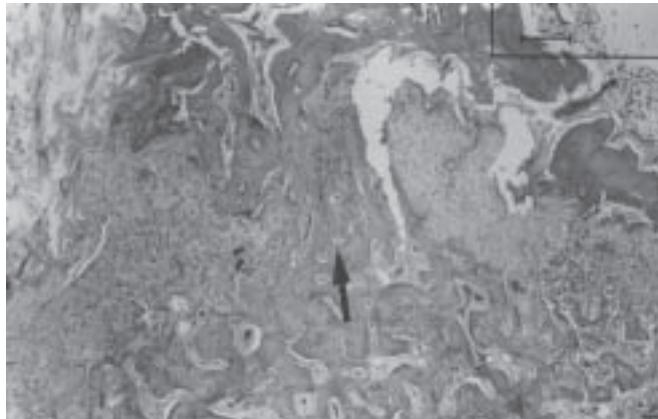
Em geral, a cartilagem de crescimento correspondente ao côndilo lateral estava bem preservada. No côndilo medial ela apresentava várias alterações. Em dois animais não foi observada interrupção na cartilagem de crescimento, mas ela se apresentava espessada, com desarranjo moderado da estrutura colunar, septação e áreas irregulares de ossificação. Em 3 animais foi encontrada coalizão entre a epífise e a metáfise, de natureza fibrocartilaginosa, no canal criado pelo parafuso. Em 8 dos 15 animais (53%), havia barra óssea bem formada e ossificada cruzando a cartilagem de crescimento a unir o osso epifisário ao metafisário (fig. 2). Em 2 animais houve desaparecimento quase completo da cartilagem de crescimento, inclusive do lado do côndilo lateral, com apenas restos cartilaginosos retidos entre as trabéculas ósseas (fig. 3).

#### Grupo II – Retirada do parafuso com preenchimento do canal.

A cartilagem de crescimento do côndilo lateral apresentava-se bem preservada, na maioria dos cortes. No côndilo medial ela apresentava-se com contorno e espessura mais irregulares, com perda parcial do arranjo colunar, em algumas regiões. Em alguns cortes foi possível visibilizar parte do trajeto do fio, que se apresentava como espaço não preenchido, de limites precisos, revestidos por fina camada de fibroblastos, em algumas regiões (fig. 4). O osso adjacente ao canal apresentava trabéculas neoformadas de aspecto normal e não havia reação celular do tipo corpo estranho. Algumas vezes, havia áreas cartilaginosas em processo de ossificação, próximas do canal do fio. Em um caso houve formação de barra óssea fora da área do fio e, em outro, degeneração avançada de toda a cartilagem de crescimento, inclusive na região do côndilo lateral.

## DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que o parafuso provocou interferência importante do crescimento ósseo, tanto localizado (varo), quanto global (diminuição do comprimento total). Esse efeito persistiu quando o parafuso foi retirado, pois o trajeto criado foi substituído por calo ósseo, que manteve o efeito de epifisiodese. Esses resultados assemelham-se àque-



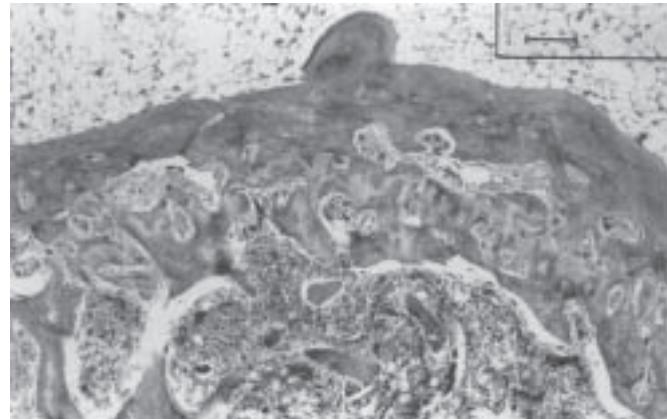
**Fig. 2 – Secção histológica frontal da extremidade distal do fêmur ilustrando a formação de uma barra óssea (seta) pelo orifício criado pelo parafuso. Há desarranjo e alterações degenerativas da cartilagem de crescimento nas adjacências da barra óssea. (~52x; azul alciano-fucsina).**

les obtidos nas seqüelas das fraturas que cruzam a cartilagem de crescimento, sugerindo que o mecanismo lesivo seja o mesmo, ou seja, o desenvolvimento de uma barra óssea que provoca o bloqueio do crescimento<sup>(8,17)</sup>.

Os achados histológicos dão bem uma dimensão da gravidade local do processo, pois mostram alterações degenerativas importantes da cartilagem de crescimento, principalmente na região do côndilo femoral medial. Em alguns animais esse efeito foi tão intenso que levou à deterioração completa da cartilagem de crescimento. A cartilagem de crescimento localizada no côndilo femoral lateral esteve mais preservada do ponto de vista histológico, na maioria dos animais, mas foi afetada do ponto de vista funcional e isto pôde ser demonstrado pelo encurtamento do comprimento ósseo. Talvez um seguimento dos animais até o final do crescimento pudesse caracterizar melhor essas alterações, mostrando fechamento prematuro dessa cartilagem.

Nossa intenção ao substituir o parafuso por um fio de Kirschner liso foi verificar se a presença deste, ao preencher o espaço criado, pudesse prevenir ou mesmo ajudar a reverter as anomalias de crescimento causadas pelo parafuso. Verificamos que esse efeito não ocorreu, pois não houve diferença significativa entre os grupos com relação ao comprimento do osso.

Por outro lado, nos animais em que o parafuso foi substituído pelo fio de Kirschner houve agravamento ou manutenção da deformidade angular causada pelo parafuso, impedindo certa correção espontânea parcial verificada no grupo I. Essas conclusões são corroboradas pelos achados histológicos, que mostraram as mesmas alterações degenerativas



**Fig. 3 – Secção histológica frontal da extremidade distal do fêmur de um coelho em que a cartilagem de crescimento foi cruzada por um parafuso. Houve degeneração e desaparecimento completo da cartilagem de crescimento. (~26x; azul alciano-fucsina).**



**Fig. 4 – Secção histológica frontal da extremidade distal do fêmur de um coelho em que o orifício do parafuso foi preenchido por um fio de Kirschner. Notar que o espaço ocupado pelo fio de Kirschner cruza a cartilagem de crescimento, que se apresenta desarranjada nas adjacências. (~26x; azul alciano-fucsina).**

da cartilagem de crescimento, principalmente nas adjacências do fio, e também pela formação de barra óssea em um caso de degeneração macia de toda a cartilagem de crescimento, em outro animal.

Assim, nossos resultados mostram que novos materiais devem ser pesquisados para o preenchimento do canal do parafuso, na tentativa de reverter ou impedir as alterações de crescimento. Materiais mais maleáveis poderão ser utiliza-

dos, na tentativa de ser inertes na correção da deformidade angular realizada pelo próprio potencial de crescimento residual.

## CONCLUSÕES

- 1) O parafuso metálico de osso cortical que cruza a placa de crescimento, em coelhos de oito semanas, provocou interferência importante no crescimento ósseo, manifestado pelo aparecimento de deformidade em varo e encurtamento do osso.
- 2) A substituição do parafuso por um fio de Kirschner liso não foi capaz de impedir ou ajudar a reverter as alterações do crescimento ósseo.

## REFERÊNCIAS

1. Boelitz, R., Dallek, M. & Meenen, K.H.: Die reaktion der epiphysenfuge auf fugenkreuzende bohrdrahtosteosynthesen. *Unfallchirurgie* 20: 131-137, 1994.
2. Brashear Jr., H.R.: Epiphyseal fracture. A microscopic study of healing process in rats. *J Bone Joint Surg [Am]* 41: 1055-1064, 1959.
3. Campbell, C.J., Grisolia, A. & Zanconato, G.: The effects produced in the cartilaginous epiphyseal plate of immature dogs by experimental surgical traumata. *J Bone Joint Surg [Am]* 41: 1221-1242, 1959.
4. Cordeiro, D.X., Souza, F.P., Elias, N. et al: Transfixação metálica da placa de crescimento. Estudo experimental em coelhos. *Rev Bras Ortop* 27: 883-888, 1992.
5. Elias, N., Oliveira, L.P., Cordeiro, D.X. et al: Fixação transfisiária: estudo experimental comparativo entre implantes bioabsorvíveis e pinos metálicos. *Rev Bras Ortop* 27: 811-818, 1992.
6. Ford, L.T. & Key, J.A.: Experimental trauma to the distal femoral epiphysis. *J Bone Joint Surg [Am]* 38: 84-92, 1956.
7. Garcés, L.G., Mugica-Garay, I., Coviella, N.L.-G. et al: Growth-plate modifications after drilling. *J Pediatr Orthop* 14: 225-228, 1994.
8. Gomes, L.S.M. & Volpon, J.B.: Experimental physeal fracture separations treated with rigid femoral fixation. *J Bone Joint Surg [Am]* 75: 1756-1764, 1993.
9. Haring, M.: Zur traumatologie der wachstumsfuge. *Fortschr Med* 99: 1858-1862, 1981.
10. Hass, S.L.: The localization of the growing point of the epiphyseal cartilage plate of bones. *Am J Orthop Surg* 15: 563-565, 1917.
11. Hass, S.L.: The changes produced in the growing bone after injury to the epiphyseal cartilage plate. *J Orthop Surg* 1: 67, 1919.
12. Mäkelä, E.A., Vainionpää, S., Vihtonen, K. et al: The effect of trauma to the lower femoral implant on the epiphyseal plate: an experimental study on growing rabbits with special regard to polyglactin 910. *J Pediatr Orthop* 7: 415-420, 1987.
13. Mäkelä, E.A., Vainionpää, S., Vihtonen, K. et al: The effect of trauma to the lower femoral epiphyseal plate. An experimental study in rabbits. *J Bone Joint Surg [Br]* 70: 187-191, 1988.
14. Otsuka, N.Y., Mah, J.Y., Orr, F.W. et al: Biodegradation of polydioxanone in bone tissue: effect on the epiphyseal plate in immature rabbits. *J Pediatr Orthop* 12: 177-180, 1992.
15. Ribeiro, F. & Volpon, J.B.: Epifisiodese medial parcial temporária da cartilagem de crescimento distal do fêmur do coelho. *Rev Bras Ortop* 29: 1-6, 1994.
16. Siffert, R.S.: The effect of staples and longitudinal wires on epiphyseal growth. *J Bone Joint Surg [Am]* 38: 1077-1094, 1956.
17. Volpon, J.B.: Lesões traumáticas das epífises. *Acta Ortop Bras* 3: 41-45, 1995.
18. Wagner, H.: Die Einbettung von mettalschrauben. *Langenbecks Arch Chir* 305: 28, 1963.
19. Weber, B.G.: "Fracture healing in the growing bone and in the mature skeleton", in Weber, B.G., Brunner, C.H. & Freuler, F.: *Treatment of fractures in children and adolescents*, New York, Springer-Verlag, 1980. p. 58-73.