

# AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DOS EFEITOS DA FIXAÇÃO INTERNA (TI, 1,5MM) NO CRESCIMENTO CRANIOFACIAL PÓS-NATAL DE COELHOS, POR MEIO DE ANÁLISE MORFOMÉTRICA INDIRETA

## *Experimental Evaluation of the Effects of Internal Rigid Fixation (Ti, 1.5 mm) on Postnatal Craniofacial Growth in Rabbits by means of Indirect Morphometric Analysis*

Recebido em 06/11/2005  
Aprovado em 07/12/2005

*Eduardo Seixas Cardoso\**  
*Renata Pitella Cançado\*\**  
*Rosilene Andrea Machado\*\*\**  
*Daniel Humberto Pozza\*\*\*\**  
*Marília Gerhardt de Oliveira\*\*\*\*\**

### RESUMO

A presente investigação pretende verificar se o potencial de crescimento ósseo pós-natal do esqueleto craniofacial de coelhos é comprometido pela utilização de microplacas e microparafusos de titânio, quando aplicados em zonas de rápido crescimento ósseo. Para isso, foram utilizados 20 animais na sétima semana de vida, divididos em dois grupos. No grupo experimental, foi fixada uma microplaca de quatro furos do lado direito, fixados transversalmente à sutura craniana coronal. No grupo-controle, apenas dois parafusos foram fixados, um de cada lado da sutura coronal direita, numa distância correspondente aos dois orifícios mais externos da placa. Na décima sétima semana pós-operatória, os animais foram mortos e manualmente decapitados. Foi realizada uma avaliação do crescimento ósseo através de mensurações morfométricas indireta, pela análise tridimensional dos volumes craniofaciais por tomografia computadorizada. Foi encontrada diferença significativa, quando comparado o volume parcial direito entre grupos. Sendo assim, é possível afirmar que o emprego de fixação interna rígida em regiões de crescimento rápido, em idade de desenvolvimento, produz alterações dimensionais.

**Descritores:** Crânio/crescimento e desenvolvimento. Desenvolvimento maxilofacial. Fixação interna de fraturas. Coelhos. Modelos animais.

### ABSTRACT

The purpose of the present investigation is to verify whether the potential for postnatal craniofacial bone growth in rabbits is impaired by the use of titanium microplates and microscrews in areas of rapid bone growth. To this end, 20 animals in their seventh week of life were divided into two groups: in the experimental group, a microplate with four holes was fixed on the right-hand side transversely to the coronal cranial suture; in the control group, only two screws were placed, one on either side of the right coronal suture at a distance corresponding to the two outer holes on the microplate. The animals were killed and manually decapitated in the 17<sup>th</sup> postoperative week. An evaluation of bone growth was performed through indirect morphometric

\* PhD em CTBMF - PUCRS.

\*\* PhD em CTBMF - PUCRS; Professora da Disciplina de Cirurgia e Traumatologia Bucal e Maxilofacial da FAESA- Faculdade de Odontologia, Vitória, ES.

\*\*\* Mestranda em CTBMF - PUCRS

\*\*\*\* Doutorando em Laser- UFBA/UFPA

\*\*\*\*\* PhD, Professora Titular; Coordenadora do Programa de Pós-graduação de Ortodontia, nível Mestrado e de CTBMF, nível Mestrado e Doutorado da Faculdade de Odontologia da PUCRS

measurements by the tridimensional analysis of the craniofacial volumes using computed tomography. A statistically significant difference was found when the partial direct volumes of the two groups were compared. It is thus possible to state that the use of internal rigid fixation in regions of rapid growth in growing rabbits produces dimensional changes.

**Descriptors:** Skull/growth and development; maxillofacial development; internal fixation of fractures; rabbits; animal models.

## INTRODUÇÃO

A ampla utilização de placas e parafusos nas fraturas faciais reduziram bastante o risco de deformidades residuais, embora apresentem contratempos e limitações, como o desconforto da palpação destes implantes, a hipersensibilidade térmica, entre outros. Diversos autores começaram a indagar se poderia haver algum grau de restrição do crescimento, caso a fixação interna rígida fosse utilizada em crianças.

Ao analisar o tratamento de fraturas faciais complexas, Bartlett e DeLozier (1992) afirmam que, com a disseminação das técnicas de fixação interna rígida, foi obtida uma melhora nos resultados de imobilização e estabilidade, referindo que uma ampla exposição e redução anatômica são necessárias para o emprego de fixação interna rígida, principalmente no segmento fixo da face. Ponderam que tais princípios de tratamento, no entanto, não podem ser empregados indiscriminadamente, pois quando observou estudos experimentais em que a ampla dissecação subperiosteal resultou em uma restrição do crescimento craniofacial. Os autores demonstram uma preocupação adicional, ao observarem o emprego de placas e parafusos para osteossíntese, explicando que tais implantes podem comprometer secundariamente o crescimento, se deixados até que este esteja completo. Advertem que considerar a remoção desses dispositivos, especialmente quando múltiplas placas forem empregadas em crianças, é aconselhável, pelo fato de que, com o contínuo processo de aposição e reabsorção óssea, algumas placas podem apresentar diferentes grau de migração.

Eppley, Platis e Sadove (1993) fizeram um estudo em modelo animal, utilizando 24 espécimes com

quatro semanas de vida. Uma incisão em espessura total desde o osso occipital até os ossos nasais foi realizada, implantando, após descolamento do periósteo, marcadores radiopacos (amalgama) bilateralmente na junção lambdóide, parietal, frontal e dos ossos nasais para avaliação radiográfica posterior. Na 24ª semana da vida, portanto, com 20 semanas pós-operatórias, todos os animais foram mortos.

Com a remoção dos tecidos moles, a primeira diferença identificada foi no nível da sutura coronal, do lado esquerdo, onde havia uma acentuada redução no número de interdigitações, quando comparada ao mesmo lado no grupo-controle. Na análise estatística, não houve diferença significativa no comprimento total do crânio ou dos ângulos cranionasal e craniomaxilar entre os grupos.

Goldberg et al. (1995) publicaram uma revisão sobre a utilização de microfixação em cirurgia pediátrica craniofacial, na qual destacam que a utilização de dispositivos de osteossíntese rígidos e semi-rígidos, de uma forma geral, diminui o tempo necessário para a cicatrização óssea e melhora os resultados estéticos em longo prazo, de fragmentos ósseos osteotomizados e reposicionados tridimensionalmente.

Yu et al. (1996) investigaram se o deslocamento interno passivo dos dispositivos de fixação interna metálicos poderia ser demonstrado em um modelo animal, assim como sua frequência e desdobramentos encefálicos. Para tanto, utilizaram 10 porcos da raça Yorkshire, todos fêmeas, operados com 3 semanas de vida para um avanço unilateral da região fronto-orbitária esquerda e fixação com microplacas e parafusos de *vitalium*. Com seis semanas de vida (maturidade esquelética), os porcos foram mortos, e suas

cabeças, submetidas à tomografia computadorizada. A calota craniana e o cérebro subjacente foram, então, removidos e fixados com solução neutra de formol a 10%, por 72 horas. Após a fixação, removeram o tecido cerebral cuidadosamente do osso, mantendo a dura-máter na superfície endocraniana, e as leptomeninges no córtex cerebral. Estes tecidos foram examinados por um patologista experiente. As posições das microplacas foram inicialmente determinadas pela tomografia computadorizada, e uma confirmação final foi feita por inspeção direta do endocrânio. Um segmento de cada microplaca e do osso circunjacente foi removido e enviado para exame histomorfométrico. Tais achados permitem afirmar que quando foi utilizada microfixação em um avanço fronto-orbitário de porcos jovens, o dispositivo de osteossíntese sofreu translocação passiva intracraniana e foi possível demonstrar as alterações histológicas no cérebro e nas meninges subjacentes a estes. Os dispositivos de fixação devem ser reservados para as situações nas quais o seu uso é absolutamente essencial.

## METODOLOGIA

A amostra foi constituída de 20 (vinte) coelhos (*Oryctolagus cunicuius*) com sete semanas de vida, que foram aleatoriamente divididos em dois grupos:

- **grupo A** (experimental): dez espécimes;
- **grupo B** (controle): dez espécimes.

Tanto o grupo experimental (A) quanto o grupo controle (B) foram operados em um biotério sob supervisão de médico veterinário. A anestesia foi realizada pela administração intramuscular de Kensol® (2 mg/kg de peso) e Zoletil® 50 (5 mg/kg de peso). Os espécimes foram posicionados em decúbito ventral, a região superior da cabeça de cada espécime foi tricotomizada, higienizada, e a seguir foram posicionados campos cirúrgicos estéreis descartáveis para isolar o campo operatório. Na região a ser incisada, foi realizada infiltração de anestésico local com vaso constritor.

Uma incisão única, linear e em espessura total foi posicionada do lado esquerdo da cabeça do espécime, num plano parassagital, ou seja, lateral à linha média da superfície externa do crânio. O periósteo foi cuidadosamente descolado e rebatido, permitindo a visualização da região da sutura coronal bilateralmente.

Nos animais do grupo experimental, foi posicionada, paralela à sutura sagital e transversal à sutura coronal, uma microplaca de titânio com quatro orifícios, sem segmento intermediário, com 0,6 mm de espessura, 0,3 mm de largura e 15 mm de comprimento, dois orifícios para cada lado desta sutura do lado direito do crânio do espécime. Com auxílio de um compasso de ponta seca, tomando como referências a porção central do orifício da microplaca e a sutura sagital propriamente dita, determinou-se uma distância padrão de 5 mm para fixação da microplaca e dos microparafusos.

Para o grupo-controle, uma microplaca de quatro orifícios de titânio, com as mesmas especificações das microplacas utilizadas no grupo experimental, foi posicionada do lado direito do crânio do espécime, paralela à sutura sagital e transversal à sutura coronal, com dois orifícios para cada lado desta sutura a uma distância de 5 mm da sutura sagital. Esta distância foi aferida com o auxílio de um compasso de ponta seca, tomando como referência a porção central do orifício da microplaca e a sutura sagital. Após a remoção da microplaca, estes orifícios receberam os microparafusos que foram aparafusados um de cada lado da sutura coronal, em local pré-determinado correspondente aos dois orifícios mais externos da microplaca. Com a padronização das distâncias entre as perfurações, os microparafusos serviram para o controle do crescimento normal do crânio, sem a presença de um possível fator de restrição exercido pela microplaca.

Ao completarem 24 semanas de vida (17 semanas pós-operatórias), todos os espécimes foram mortos e manualmente decapitados pelo próprio pes-

quisador. As cabeças foram individualmente embaladas, identificadas e congeladas para posterior realização de tomografia computadorizada (cortes axiais no modo Multi, 120 Kv, 100mA, filtro para tecido ósseo, cada fatia de 1,0mm de espessura precisou de 1,5s de tempo de exposição).

Tomando por referência a base do crânio, e definida a linha média, restringiu-se a área de interesse (VOI) analisada. Esta delimitação da área de interesse incluía desde a linha média craniofacial recém-determinada até o ponto anatômico ósseo mais lateral a esta. Desta forma, limitou-se um dos lados (o direito) da região craniofacial. Foi, então, possível a análise do volume parcial correspondente somente à porção direita (Vpd). A obtenção do volume parcial esquerdo (Vpe) da região craniofacial foi calculada através da subtração do volume parcial direito do volume total obtido,  $Vpe = Vt - Vpd$ .

## RESULTADOS

Quando da aferição dos volumes, totais e parciais, através da tomografia computadorizada, realizou-se o teste de coeficiente de concordância de Kendall, para verificar a existência de uma coerência intra-observador. O resultado obtido determina a existência desta com um  $p = 0,05$ , sendo  $p = 0,452$ .

Comparando-se a média dos volumes totais entre grupos, através da ANOVA, não houve uma diferença estatística significativa para um  $p = 0,05$  onde  $p = 0,965$ . A média do volume total do grupo experimental (Vte) foi de  $27,09 \pm 0,83 \text{ cm}^3$ , enquanto que a do grupo controle (Vtc) foi de  $26,89 \pm 0,83 \text{ cm}^3$ .

Comparando-se os volumes parciais esquerdo (Vpe) e direito (Vpd), num mesmo espécime, através do teste t pareado, identificou-se:

**a) para o grupo controle:** uma média dos volumes parciais no lado esquerdo (Vpe) de  $13,15 \pm 1,25$  centímetros cúbicos ( $\text{cm}^3$ ), e, no lado direito (Vpd) de  $13,63 \pm 1,25 \text{ cm}^3$ , não havendo diferença estatística significativa para um  $p = 0,01$ , sendo  $p = 0,092$ ;

**b) para o grupo experimental:** uma média dos

volumes parciais no lado esquerdo (Vpe) de  $14,34 \pm 1,43 \text{ cm}^3$ , e, no lado direito (Vpd) de  $12,95 \pm 0,90 \text{ cm}^3$ , havendo diferença estatística significativa para um  $p = 0,01$ , sendo  $p = 0,01$ .

## DISCUSSÃO

Os autores de diversos trabalhos experimentais consultados referem ter optado pela mesma idade de cirurgia escolhida nesta investigação (RESNICK; KINNEY; KAWAMOTO Jr, 1990, WONG et al., 1991, WONG; RICHTSMEIERE; MANSON, 1993, LAURENZO et al., 1995). Em outros, todavia, a idade escolhida foi a segunda semana da vida, com um predomínio do nono dia como o de cirurgia (ALHOPURO, 1978, PERSSON et al., 1979, BABLER et al., 1982, PERSING et al., 1986, 1991, MOONEY et al., 1994, POLLEY et al., 1995, 1998, SINSEL; GUELINCKX; OPDEBEEK, 1999). Ainda foi observada uma opção pela quarta semana em algumas publicações (CARINCE; PAGLIARINI, FELISATTI, 1992, EPIEY; PLATIS; SADOVE, 1993).

Neste estudo, foi realizada mensuração por uma análise volumétrica através de tomografia computadorizada e da reconstrução tridimensional. Tal modalidade de controle dimensional encontra fundamentação no estudo de Alberius, Selvik e Fahiman (1986), no qual seus autores explicam que as variações do crescimento craniano ocorrem de forma tridimensional, influenciando, portanto, o comprimento, a largura e a altura.

No que tange à aquisição das imagens, dois aspectos merecem destaque, como o fato de que, nesta etapa, as cabeças estavam congeladas, com todos os tecidos moles aderidos. O objetivo deste procedimento foi o de retratar, de forma precisa, a situação de todos os tecidos do crânio e da face. Evitou-se, assim, uma manipulação imprópria dos ossos prévia à obtenção do exame, divergindo, então, da metodologia adotada no trabalho de Eppiey, Platis e Sadove (1993), no qual os pesquisadores removem os tecidos moles antes da realização de radiografias cefalométricas. O segundo aspecto concerne ao fato

que, para as cabeças dos espécimes do grupo experimental, dois exames foram realizados: com e sem a microplaca presente. O objetivo deste cuidado foi o de verificar a interferência deste implante de titânio no cálculo do volume. Para tanto, deve-se considerar que o software realiza um cálculo tomando por base a densidade dos *voxels* que compõem a imagem. A padronização dos valores dos níveis e das janelas é essencial nesta etapa. Como a microplaca de titânio apresenta uma densidade superior à do osso, entendemos que ela será considerada na análise dos volumes. Os valores obtidos apresentaram uma diferença estatística significativa para um  $p = 0,05$ , sendo  $p = 0,015$ , e, assim, somente as cabeças sem a microplaca foram utilizadas nesta análise volumétrica.

Constatamos limitações na reformatação tridimensional para a análise espacial do segmento ósseo craniofacial. A imagem obtida não permite uma visualização exata das suturas cranianas, dificultando a identificação isolada de cada osso que compõe a calvária.

A proposta do cálculo de volumes parciais também foi idealizada por Sinsel, Guelinckx e Opdebeeck (1999), que realizaram uma segmentação e colorização de áreas esqueléticas específicas, com base na diferença de densidades do tecido ósseo, para posterior reconstrução tridimensional. Em nosso trabalho, esta determinação da linha média tomou como referência pontos anatômicos anteriores e posteriores do forame *magnum*. Justificamos a opção por esta estrutura anatômica, pois, segundo Persing et al (1986), a porção posterior da base do crânio é a menos afetada por alterações geradas, quando da restrição de suturas na porção superior do crânio.

Mooney et al.(1994) referem que o total desenvolvimento do crânio pode ser representado pela soma de suas partes isoladas. Nesta mesma linha de raciocínio, Babler et al. (1982) observaram uma redução do comprimento ântero-posterior de 5% na região da sutura coronal, quando esta foi precocemente imobilizada com uma cola sintética. Se as duas outras

suturas transversas fossem consideradas na análise, a redução encontrada seria de 25%.

Concordamos com o resultado apresentado por Wong et al. (1993) quando utilizam o mesmo modelo animal, operado com seis a sete semanas de vida e acompanhados por 12 semanas pós-operatórias. No grupo que recebeu a placa transversal à sutura coronal, um encurtamento ântero-posterior foi observado no osso frontal e parietal do mesmo lado da sutura fixada. Concordamos com os resultados de Wong, Richtsmeier e Manson (1993) que operam o mesmo modelo animal com seis a sete semanas de vida e acompanham por 12 semanas pós-operatórias.

Nesses espécimes, os autores referem ter observado uma redução ântero-posterior do comprimento do osso frontal e parietal.

## CONCLUSÕES

A partir da metodologia empregada no presente estudo, verificamos uma alteração ântero-posterior do crescimento craniofacial pós-natal de coelhos, associada ao emprego de fixação interna em zona de rápido crescimento ósseo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERIUS, P.; SELVIK, G.; FAHLMAN, M.T.E. Postnatal suture growth of the calvarium: A survey with special reference to the rabbit. **Gegenbaurs morph. jahrb.**, Leipzig, v. 132, n. 4, p. 519-534, Oct. 1986.
- ALHOPURO, S. Premature fusion of facial sutures with free periosteal grafts. **Scand j. plast. reconstr. surg.**, Stockholm, Supp 17, p. 1-68, Apr. 1978.
- BABBLER, W. J. et al. Compensatory growth following premature closure of the coronal suture in rabbits. **J. neurosurg.**, Baltimore, v. 57, n. 4, p. 535-542, Oct. 1982.
- BARTLETT, S. P.; DELOZIER, J. P. Controversies in the

management of pediatric facial fractures. **Clin. plast. surg.**, Philadelphia, v. 19, n. 1, p. 245-258, Jan. 1992.

CARINCE, F.; PAGLIARINI, A.; FELISATTI, P. Effeto della fissazione rigida sulla crescita óssea: studio radiológico su coniglio. **Minerva stomatol.**, Torino, v. 41, n. 4, p. 135-138, Aprile 1992.

EPPIEY, B.L.; PLATIS, J.M.; SADOVE, A.M. Experimental effects of bone plating in infancy on craniomaxillofacial skeletal growth. **Cleft palate craniofac. j.**, Lewinston, v. 30, n. 2, p. 164-169, Mar. 1993.

GOLDBERG, D. S. et al. Critical review of microfixation in pediatric craniofacial surgery. **J. craniofac. surg.**, Boston, v. 6, n. 4, p. 301-307, July 1995.

LAURENZO, J. F. et al. Craniofacial growth in rabbits: effect of midfacial surgical trauma and rigid plates fixation. **Otolaryngol head neck surg.**, St Louis, v. 121, n. 5, p. 556-561, May 1995.

MOONEY, M. P. et al. Development of a strain of rabbits with congenital simple nonsyndromic coronal suture synostoses, part II: somatic and craniofacial growth patterns. **Cleft palate craniofac. j.**, Lewinston, v. 31, n. 1, p. 8-16, Jan. 1994.

PERSING, J. A. et al. Experimental unilateral coronal synostosis in rabbits. **Plast. reconstr. surg.**, Baltimore, v. 77, n. 3, p. 369-376, Mar. 1986.

PERSING, J. A. et al. Craniofacial suture stenosis: Morphologic effects. **Plast. reconstr. surg.**, Baltimore, v. 88, n. 4, p. 563-571, Oct. 1991.

PERSSON, K. M. et al. Craniofacial growth following experimental craniosynostosis and craniectomy in rabbits. **J. neurosurg.**, Baltimore, v. 50, n. 2, p. 187-197, Feb. 1979.

POLLEY, J. W. et al. Effect of rigid microfixation on the craniomaxillofacial skeleton. **J. craniofac. surg.**, Boston, v. 6, n. 2, p. 132-138, Mar. 1995.

POLLEY, J. W. et al. Alternative techniques in rigid fixation of the craniomaxillofacial skeleton. **J. craniofac. surg.**, Boston, v. 9, n. 3, p. 249-253, May 1998.

RESNICK, J. I.; KINNEY, B. M.; KAWAMOTO JR, H. K. The effect of rigid internal fixation on craniofacial growth. **Ann. plast. surg.**, Boston, v. 27, n. 1, p. 36-43, July 1990.

SINSEL, N. K.; GUELINCKX, P. J.; OPDEBEEK, H. Effect of nerve repair after unilateral partial facial paralysis on craniofacial growth and development. **Plast. reconstr. surg.**, Baltimore, v. 104, n. 2, p. 445-463, Aug. 1999.

WONG, L. et al. The effect of rigid fixation on growth of the neurocranium. **Plast. reconstr. surg.**, Baltimore, v. 88, n. 3, p. 395-403, Sept. 1991.

WONG, L.; RICHTSMEIERE, J.T.; MANSON, P. N. Craniofacial growth following rigid fixation: suture excision, miniplating, and microplating. **J. craniofac. surg.**, Boston, v. 4, n. 4, p. 234-244, Oct. 1993.

YU, J. C. et al. An experimental study of the effects of the craniofacial growth on the long-term positional stability of microfixation. **J. craniofac. surg.**, Boston, v. 7, n. 1, p. 64-68, Jan. 1996.