

## OBSERVAÇÕES, PELA TÉCNICA DAS LINHAS DE FENDA, DA ARQUITETURA DA COMPACTA ÓSSEA DO CORPO DA MANDÍBULA DO COELHO APÓS SUA SECÇÃO

Áurea do Carmo Pêpe AGULHA\*  
Horácio FAIG LEITE\*  
Sylvio SIMÕES\*  
Miguel C. MADEIRA\*\*

---

*RESUMO: Com a finalidade de estudar modificações da estrutura fibrilar do osso compacto, reveladas pela técnica das linhas de fenda, foi praticada uma secção unilateral na compacta da face lateral do corpo da mandíbula, ao nível dos dois primeiros molares, em onze coelhos adultos. Os animais foram sacrificados nos períodos pós-operatórios de 1, 3, 4, 8 e 17 meses, suas mandíbulas foram removidas, maceradas e descalcificadas. Linhas de fenda foram feitas em toda a superfície lateral do corpo de cada hemimandíbula (uma operada, outra controle). A secção interrompeu "trajetórias de força" da mandíbula, que correspondem à disposição das fibras colágenas identificadas pelas linhas de fenda. Uma desorganização da orientação da estrutura fibrilar foi notada a partir do 3º mês, quando as linhas se mostraram irregulares, sem nenhum padrão definido. Nos períodos de 8 a 17 meses as linhas, ainda com certa desorganização, já se aproximavam bastante do padrão normal.*

*UNITERMOS: Cirurgia experimental; linhas de fenda; osso compacto.*

---

### INTRODUÇÃO

Sabe-se que o trabeculado ósseo pode ser modificado por alterações na intensidade ou direção de ação das forças mecânicas, e também a cortical óssea pode ter a sua organização arquitetural fortemente influenciada pelas forças externas que incidem sobre o osso. Essa arquitetura pode ser revelada pela técnica das linhas de fenda<sup>2, 8</sup>.

Vários autores, utilizando esta técnica, tentaram revelar a desorganização ou reorientação estrutural de ossos da face. Assim, foram praticadas extrações e movimen-

---

\* Departamento de Morfologia – Faculdade de Odontologia – UNESP – 12245 – São José dos Campos – SP.

\*\* Departamento de Morfologia – Faculdade de Odontologia – UNESP – 16015 – Araçatuba – SP.

tações de dentes<sup>4, 15, 18</sup>, ressecções de músculos<sup>1, 9, 14, 22</sup> e de porções ósseas<sup>3, 7, 10, 11</sup>, mostrando que o papel ativo das forças mecânicas se encontra realmente relacionado com a organização da forma e estrutura do osso.

Do ponto de vista biomecânico, sabe-se que há um arranjo arquitetural dos ossos para facilitar a absorção e o escoamento das forças externas que incidem sobre essas estruturas. Sendo assim, os ossos que compõem o aparelho estomatognático seguem esse padrão estrutural e, no caso específico da mandíbula, as forças liberadas ao nível dos dentes são escoadas pela chamada trajetória alveolar, que segue em direção à cabeça da mandíbula; as forças de tração dos músculos, que se inserem nas proximidades do ângulo da mandíbula, formam a chamada trajetória marginal, que ocupa tanto a borda posterior quanto a base da mandíbula<sup>6, 17, 19</sup>.

Nessas trajetórias de força, o osso esponjoso apresenta um arranjo particular com suas trabéculas mais densas paralelas entre si e se estendendo para trás e para cima. Da mesma forma, o osso compacto se organiza, mostrando suas fibras dispostas nessa direção.

A dinâmica do tecido ósseo e sua reação frente a uma agressão podem ser parcialmente interpretadas pela técnica das linhas de fenda, a qual permite uma demonstração da (re)orientação da matriz fibrosa orgânica do osso compacto, antes, durante e após o processo de reparo.

A proposição deste trabalho é a verificação das modificações arquiteturais, observadas na compacta óssea externa e basal da mandíbula de coelhos, após secção unilateral das mesmas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 11 coelhos adultos, com peso variando entre 4,0 e 4,5 kg. Os animais foram submetidos à anestesia geral, e após a tricotomia e antisepsia foi realizada uma incisão unilateral em forma de "T" na pele da região massetéica, buscando acesso à mandíbula. O lado direito foi mantido íntegro e utilizado como controle. Uma vez afastados os tecidos moles, a compacta óssea da face lateral do corpo da mandíbula foi seccionada verticalmente com o auxílio de uma broca cilíndrica montada em um motor de chicote (Riocar).

A secção atingiu cerca de 1,0 cm de comprimento por 2,0 mm de largura e de profundidade. A secção se estendeu de um nível abaixo dos dois primeiros molares, até a base da mandíbula (inclusive). Durante este procedimento a área foi intensamente irrigada com solução fisiológica a fim de se evitar a necrose do tecido ósseo. A seguir os tecidos moles foram reposicionados e suturados com fio de náilon. Passados aproximadamente oito dias os pontos cirúrgicos foram removidos.

Os animais foram sacrificados com dose excessiva de anestésico após os períodos de 1, 3, 4, 8 e 17 meses. Seus crânios foram macerados e parcialmente descalcificados em ácido clorídrico a 10%. Numa etapa posterior executou-se, na face lateral da mandíbula, a técnica das linhas de fenda, conforme BENNINGHOFF<sup>2</sup> e MADEIRA<sup>8</sup>.

## RESULTADOS

No lado-controle, a face lateral do corpo da mandíbula apresentava-se lisa e regular.

As linhas de fenda desta região mostravam um desenho relativamente constante, evidenciando, de frente para trás, linhas paralelas e contínuas. Ao nível do segundo molar dividiam-se em dois grupos, um superior, com inclinação de baixo para cima, e outro inferior, dirigido de cima para baixo, à semelhança de um “Y” deitado com a extremidade dupla voltada para trás (Fig. 1).

No lado operado, o corpo da mandíbula, na região entre o primeiro e o segundo molar, apresentou irregularidades no traçado das linhas de fenda de todos os animais.

Com um mês de pós-operatório, no local da secção observou-se macroscopicamente a presença de um tecido pouco cicatrizado, e que não oferecia resistência quando da punção da agulha.

A partir dos três meses de pós-operatório a área seccionada apresentava-se cicatrizada, evidenciando, entretanto, asperezas ou rugosidades, algumas sob a forma de exostose e uma pluralidade de forames vasculares. Apesar de ser observada uma tendência da área operada ir se assemelhando à do lado-controle, dos três aos 17 meses (Figs. 3, 4, 5, 6 e 7), animais deste último período ainda exibiam alterações mostrando abundantes forames vasculares sobre o local seccionado (Fig. 7). As irregularidades encontradas nas mandíbulas dos animais com pós-operatório de três e quatro meses não eram muito mais acentuadas do que aquelas dos 17 meses (Figs. 3, 4 e 5), sendo que um deles já apresentava a cortical bem cicatrizada, lisa, sem calo ósseo, apenas mostrando muitos forames vasculares (Fig. 5). Os animais com pós-operatório de oito meses exibiam também um osso não uniforme, sem mostrar ainda um maior grau de regularização (Fig. 6).

Estas irregularidades da cortical óssea evidentemente provocaram alterações do trajeto das linhas de fenda. Nas áreas mais distantes do local onde foi realizada a secção da cortical óssea, as linhas de fenda formavam um desenho igual àquele do lado-controle. Porém, na área da secção elas se dispunham irregularmente, com nítidas alterações na sua distribuição.

Decorrido um mês da cirurgia experimental observou-se a disposição das linhas de fenda semelhante ao padrão normal, apenas com nítida interrupção ao nível da secção (Fig. 2).

Nos animais com três e quatro meses de pós-operatório observou-se uma brusca interrupção do trajeto das linhas que caminhavam da região dos incisivos para trás, ao nível do primeiro ou segundo molar. Ao contrário do que ocorreu no grupo anterior (um mês), no local da interrupção as linhas se apresentavam emaranhadas, sem uma direção preferencial, algumas substituídas por pontos ou borrões, enfim, sem continuidade (Figs. 3, 4 e 5). Mesmo no caso em que a mandíbula operada mostrava osso mais liso e regular, também apresentava descontinuidade das linhas de fenda e marcantes irregularidades (Fig. 5). Na área posterior ao local da interrupção, as linhas se apresentavam bem organizadas, tal como no lado-controle.

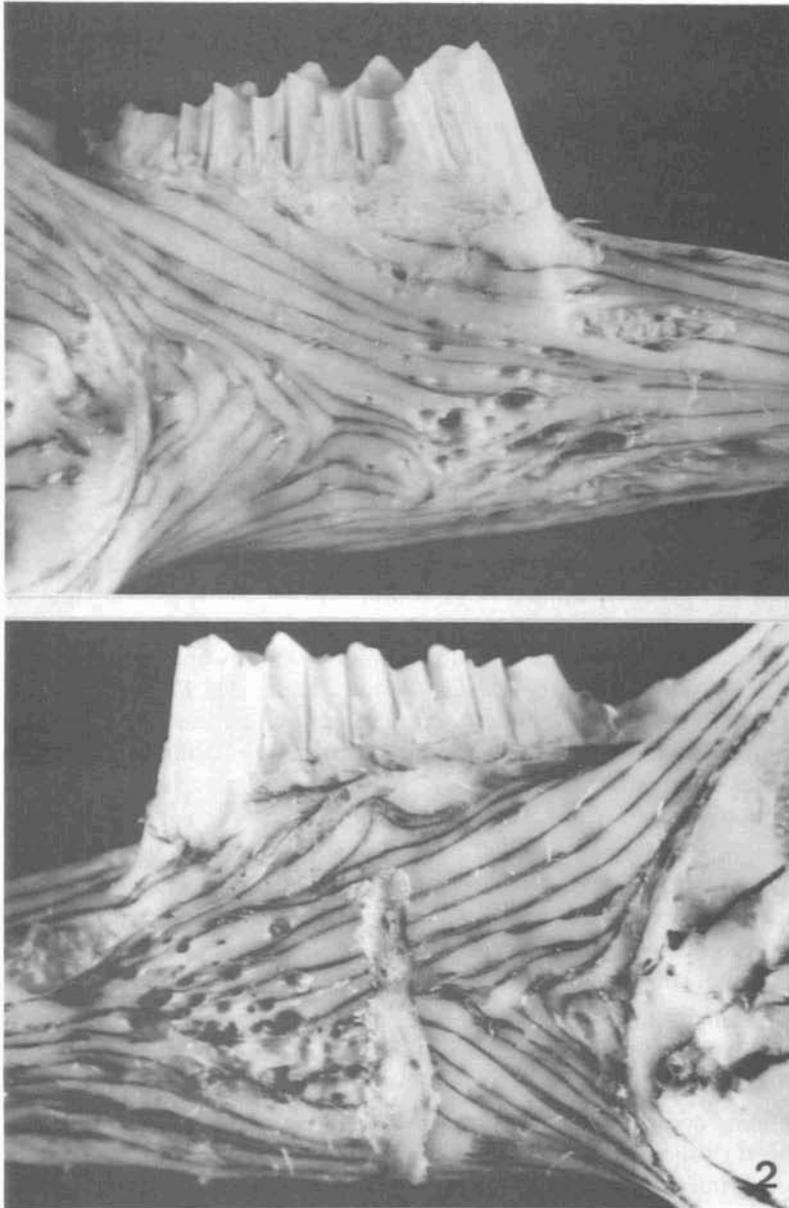


FIG. 1 - Hemimandíbula de coelho, lado-controle, mostrando a disposição normal das linhas de fenda, dentro de um padrão bem definido.

FIG. 2 - Hemimandíbula do lado operado (um mês pós-operatório), mostrando a interrupção das linhas de fenda na área próxima ao segundo molar.

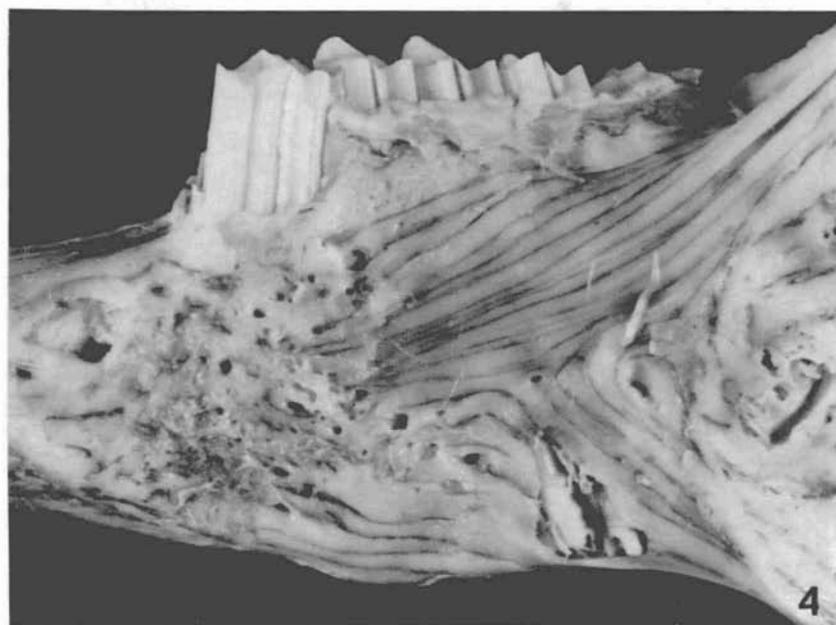


FIG. 3 e 4 – Hemimandíbula do lado operado (três e quatro meses, respectivamente), mostrando a distribuição irregular das linhas de fenda sobre asperezas ou rugosidades ósseas na área operada.

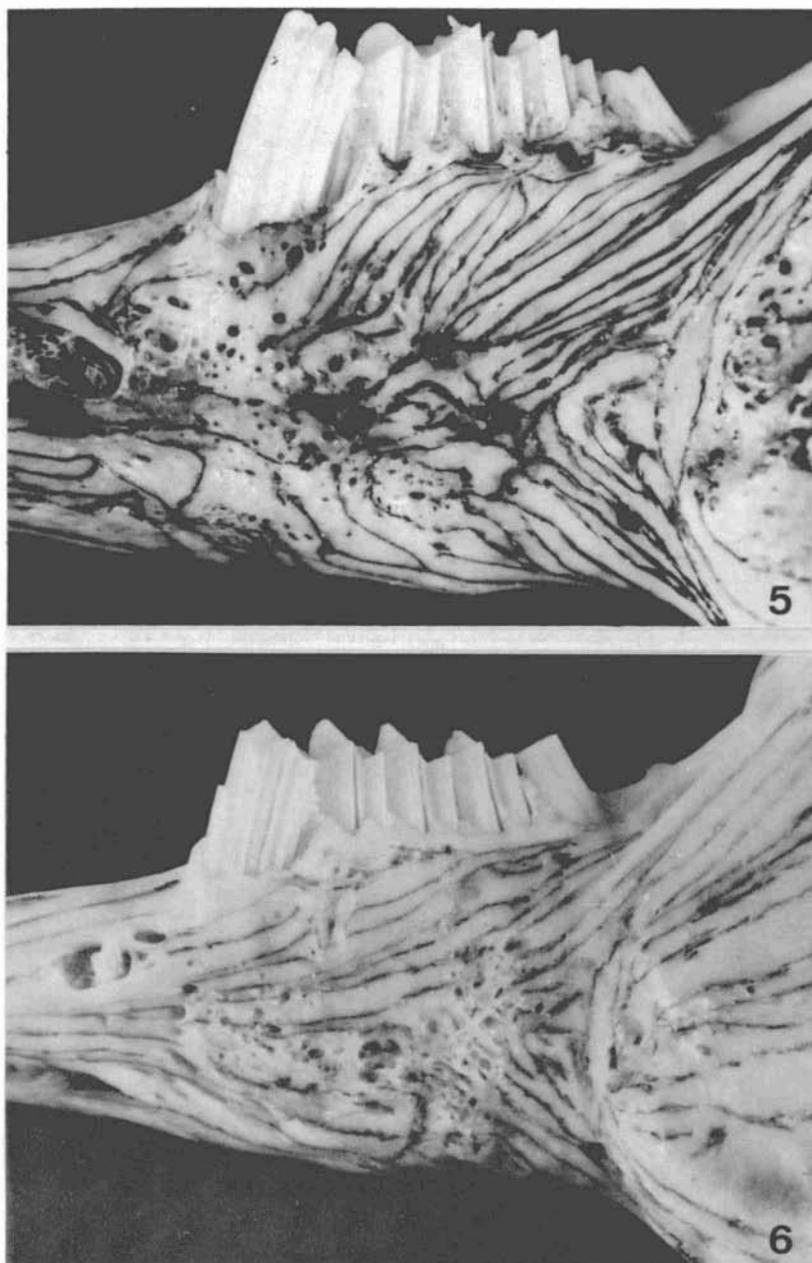


FIG. 5 e 6 – Hemimandíbula do lado operado (quatro e oito meses, respectivamente), com osso mais liso (menos exostoses), com forames vasculares no local da secção e linhas de fenda distribuídas irregularmente (Fig. 5) ou mostrando tendência de refazer o desenho encontrado na hemimandíbula do lado-controle.

Nos animais com oito meses de período pós-operatório as linhas de fenda estavam ainda desorganizadas, mostrando entretanto alguma tendência de refazerem o desenho encontrado na hemimandíbula padrão.

Nos animais com 17 meses de período pós-operatório, apesar do maior tempo decorrido para se processar a reparação óssea e reorganização das fibras colágenas, as linhas de fenda ainda se mostravam um tanto desorganizadas, apenas com relativa continuidade (Fig. 7).

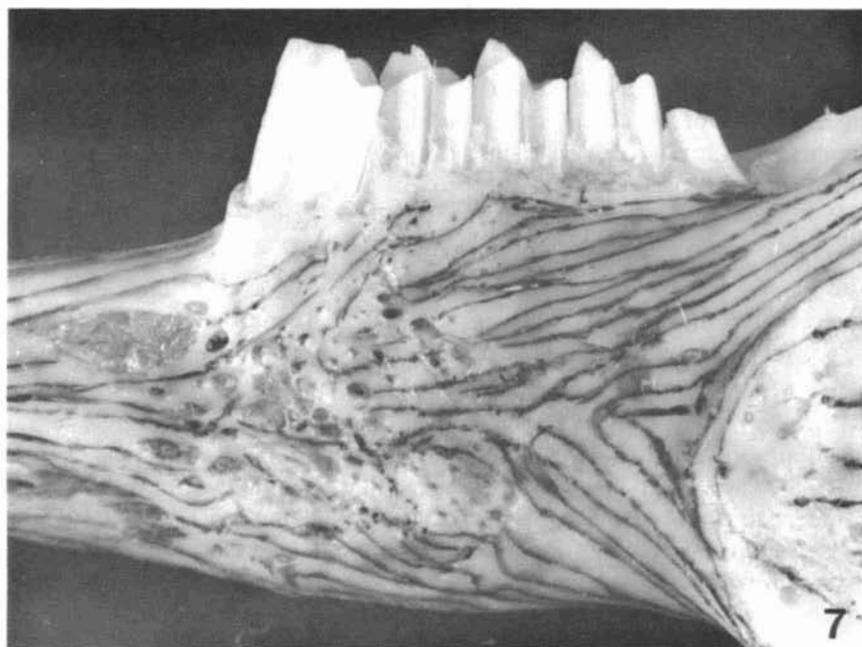


FIG. 7 – Hemimandíbula do lado operado (17 meses), com linhas de fenda ainda com certa desorganização, mas próximas do padrão normal.

## DISCUSSÃO

A técnica das linhas de fenda facilita a observação da estrutura fibrilar do osso. As fibras colágenas tendem a se organizar sob a influência das forças mecânicas extrínsecas que as afetam<sup>21</sup>. A sua orientação está relacionada com as trajetórias de “estresse”.

Teoricamente a secção transversal de grande quantidade dessas fibras deve provocar um grande desarranjo morfofuncional. De acordo com THOMPSON<sup>23</sup>, se um osso é fraturado, de tal modo que as linhas de compressão e de tensão passem a ter uma nova distribuição, logo ele será inteiramente remodelado, com essas linhas adaptadas a um novo sistema de forças.

NAKAYAMA<sup>13</sup> observou em experimentos essa adaptação à nova condição, fraturando, com e sem reposição, a diáfise de fêmures de cães e, nos dois meses consecutivos, analisou as diferentes disposições das fibras colágenas através da técnica das linhas de fenda.

COSTA et al<sup>3</sup> constatou que na disjunção e deslocamento do osso zigomático em macacos as linhas de fenda tornam-se desordenadas nos locais correspondentes às suturas.

No presente estudo não houve propriamente fratura, muito menos mobilidade das partes separadas. Mas a secção realizada foi o suficiente para provocar um desarranjo das linhas de força correspondentes à orientação da estrutura fibrilar.

A remoção de um segmento ósseo<sup>10, 11</sup>, correspondente ao local onde se encontra uma trajetória de força, não altera o padrão das linhas de fenda que revela a trajetória, a não ser no local da intervenção. Em outras palavras, a simples diminuição na intensidade das forças incidentes não provoca maiores reorientações na estrutura fibrosa do osso<sup>9, 10</sup>. O aumento na intensidade das forças, principalmente sendo essas de tração, este sim pode provocar a reorientação<sup>22</sup>.

Neste nosso experimento, da mesma maneira, o padrão das linhas de fenda só estava interrompido no local da intervenção. Apesar da diminuição da intensidade das forças, a orientação geral das linhas era a mesma.

O que se pode deduzir de nossos resultados é que o tecido ósseo de reparação, com formação rápida, fez sua deposição em quantidade apreciável mas sem uma organização arquitetural "normal". Do ponto de vista biomecânico, o excesso de deposição óssea (calo ósseo) deve compensar a falta de uma estrutura mais compatível com a recepção e o escoamento das forças mecânicas no local. À medida que o tempo vai passando, o osso neoformado vai se organizando estruturalmente e as linhas de forças vão se restabelecendo. Foi isso que se viu também nas fraturas de fêmur de cão provocadas por NAKAYAMA<sup>13</sup>.

Entretanto, tal restabelecimento vai se processando, mas não se completa, mesmo após 17 meses de pós-operatório, como foi constatado em Resultados. Animais com todo este tempo pós-operatório ainda mostravam modificações morfológicas, principalmente a presença de muitos forames vasculares, o que indica osso em atividade de remodelação pelo aumento de suprimento sanguíneo.

A mandíbula do coelho possui um padrão de linhas de fenda bem delineado, igual ao que foi mostrado anteriormente por TEIXEIRA<sup>22</sup>.

As linhas da superfície lateral do corpo da mandíbula se comportam como na mandíbula humana, isto é, são paralelas às cristas, bordas e às trabéculas, que são elementos de reforço, ao longo dos quais as forças são distribuídas<sup>12, 18, 20, 21</sup>.

No conjunto, elas se constituem numa trajetória de força que, tendo sido interrompida (seccionada), merece uma interpretação morfofuncional. Do ponto de vista morfológico, as modificações já foram descritas e comentadas. Do ponto de vista funcional, é de se supor que a distribuição das forças no lado operado tenha sido prejudica-

da. Ainda que elas tenham se deslocado, em direção à cabeça da mandíbula, pelo lado medial, não seccionado, uma boa parte deve ter sido absorvida pelo próprio osso situado antes da região seccionada. Isso pode explicar o aumento da superfície óssea, com superestruturas neoformadas, ou seja, aumento de volume para incorporar uma pressão aumentada (força por unidade de área).

Com a reparação óssea no local, as forças puderam se escoar com mais facilidade, porém a reparação final somente se dá mais tarde, porque até onde foi este experimento a arquitetura normal ainda não havia sido perfeitamente refeita.

## CONCLUSÕES

1. Na região em que foi efetuada a secção houve a devida reparação, com a formação de calo ósseo relativamente extenso, seguida da regularização da área. 2. A secção interrompeu “trajetórias de força” da mandíbula, que correspondem ao trajeto das fibras colágenas indentificado pelas linhas de fenda aplicadas sobre a mesma. 3. No primeiro mês pós-operatório era nítida a neoformação óssea apenas no local da secção, sem alteração das linhas de fenda próximas. 4. Nos períodos pós-operatórios de três e quatro meses as linhas se mostravam bem desorganizadas numa extensa área, que excedia o local da secção. Encontravam-se emaranhadas sem direção preferencial, às vezes substituídas por pontos ou borrões. 5. Nos períodos pós-operatórios de oito e 17 meses, as linhas de fenda estavam ainda um tanto desorganizadas, mas já mostrando certa reorganização, voltando a se assemelhar ao padrão ou disposição normal. 6. Mesmo decorridos 17 meses e tendo desaparecido o calo ósseo, a arquitetura óssea, revelada pelas linhas de fenda, ainda se encontrava em processo de reorganização. Os muitos forames vasculares na área cicatrizada indicavam atividade óssea ou remodelação.

---

AGULHA, A. do C. P. et al. Split-Line Patterns of the Mandible Following Section of its Compact Bone in the Rabbit **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, v. 20, p. 101-111, 1991.

*ABSTRACT: With the aim of analysing changes in the fibrous structure of the compact bone, as revealed by the split-line technique, unilateral section of this bone in the mandibular body was performed in eleven adult rabbits. At postoperative periods of 1, 3, 4, 8 and 17 months the animals were killed, their mandibles were removed, cleaned and then decalcified. Split-lines were made on the lateral surface of both the control and the operated side of the mandible. Bone section discontinued “force trajectories”, which correspond to the arrangement of collagen fibers in the mandible as identified by split-line patterns. Alterations in the fibrous structure orientation were noticed from the third month on, when the split-lines showed to be entangled and disorganized. At the later periods of eight and 17 months some disorganization was still present, but the split-lines were much close to the normal pattern.*

**KEYWORDS:** *Experimental surgery; split-lines; compact bone.*

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AVIS, V. The relation of the temporal muscle to the form of the coronoid process. *Am. J. phys. Anthrop.*, v. 17, p. 99-104, 1959.
2. BENNINGHOFF, A. Spaltlinien am knochen, line Methode zur Ermittlung der Architektur platter knochen. *Anat. Anz. (Erganzhefter)*, v. 60, p. 189-206, 1925.
3. COSTA, J.R., MADEIRA, M.C., WATANABE, I, OLIVEIRA, J.A. Changes in structure of the facial bones after experimental fracture and displacement of the zygomatic bone in the tufted capuchin (*Cebus apella*) by means of radiography, the split-line technique, and scanning electron microscopy. *Okajimas Fol. anat. Jap.*, v. 59, p. 321-36, 1982.
4. DOWGJALLO, N.D. Die struktur der Compacta des Unterkiefers bei normalen und reduzierten Alveolarfortsatz. *Ztschr. Anat. Ent. -gesch.*, v. 97, p. 55-67, 1932.
5. ENDO, B. Structure of the human facial skeleton from the viewpoint of statics. *PROC. 19 TH JAPAN NAT. CONG. APPLIED MECHANICS*, pp. 8-14, 1969.
6. MADEIRA, M.C. Biomecânica do esqueleto facial. *Arq. Cent. Est. Fac. Odont. U. F. M. G.*, v. 8, p. 41-53, 1971.
7. MADEIRA, M.C. *Modificações esqueléticas da face decorrentes da ressecção cirúrgica unilateral do "musculus masseter" e do "arcus zygomaticus" em macacos jovens e adultos ("Cebus apella")*. Araçatuba: UNESP, 1975. Tese (Livro – Docência) – Fac. Odont. Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, 1975.
8. MADEIRA, M.C. Linhas de fenda: um método de estudo da estrutura óssea. *Ciê. Cult.*, v. 29, p. 682-4, 1977.
9. MADEIRA, M.C., MATHEUS, M.T.G., OLIVEIRA, J.A. de, WATANABE, I. Split-line patterns of the mandible following masseterectomy in adult and growing monkeys. *Am. J. phys. Anthrop.*, v. 47, p. 41-6, 1977.
10. MARTINS, A.A. *Influência da condilectomia unilateral da mandíbula sobre a forma e arquitetura do crânio e dos músculos da mastigação do macaco-prego ("Cebus apella")*. São Paulo: USP, 1972. Tese (Doutoramento) Instituto Ciê. Bioméd., Universidade de São Paulo, 1982.
11. MATHEUS, M.T.G. *Estudo da forma e arquitetura do crânio do "Cebus apella" após a remoção cirúrgica unilateral do "Arcus Zygomaticus". Com observações sobre o "Musculus Masseter"*. Araçatuba: Fac. Odont. Araçatuba, UNESP, 1973 (Tese-Doutoramento).
12. MERCIER, R., VANNEUVILLE, G., JOURDE, J., PÉRI, G., PATOVILLARD, P. Étude des lignes de force des corticales du maxillaire inférieur par la méthode des linges de fissuration colorées. *Bull. Assoc. Anat.*, v. 149, p. 902-13, 1970.
13. NAKAYAMA, T. The important roles of the irregular split lines in the split line method. *Anat. Anz.*, v. 163, p. 255-75, 1987.
14. NIKITIUK, B.A. The course of collagen fibers in the superficial layer of the external lamina of the cranial bones in *Macaca* and in the domestic cat. An experimental morphologic study. *Folia morph. (Warszawa)*, v. 25, p. 160-75, 1966.

15. OLIVEIRA, J.A. de *Influência da remoção unilateral de dentes mandibulares ou maxilares sobre a forma e arquitetura do esqueleto facial e dos músculos da mastigação em macacos jovens e adultos ("Cebus apella")*. Piracicaba: Unicamp, 1977. Tese (Mestrado) – Fac. Odont. Piracicaba, Universidade de Campinas, 1977.
16. PATERSON, R., LADEYRO, P., LÓPES, R. Elastic properties of human bone. *Rev. Soc. argent. Biol.*, v. 46, p. 146-51, 1970.
17. PICOSSE, M. Arquitetura funcional da mandíbula humana. *Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent.*, v. 17, p. 67-75, 1963.
18. SEIPEL, C.M. Trajectories of the jaws. *Acta odont. Scand.*, v. 8, p. 81-191, 1948.
19. SICHER, H., DU BRUL, E.L. *Oral anatomy*, 5. ed. St. Louis: C. V. Mosby Co., 1970.
20. SOUSA, O.M. Observations sur l' architecture de la compacte de la mandibule humaine. *Folia clín. biol.*, v. 12, p. 15-26, 1940.
21. TAPPEN, N.C. Main patterns and individual difference in baboon skull split-lines and theories of skull split-line orientation in bone. *Am. J. phys. Anthrop.*, v. 33, p. 61-71, 1970.
22. TEIXEIRA, L.A. *Transposição da inserção do músculo masseter e seus efeitos na forma e estrutura da compacta óssea da mandíbula do coelho adulto*. Araçatuba: UNESP, 1989. Tese (Mestrado) – Fac. Odont. Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, 1989.
23. THOMPSON, D.W. *On growth and form*. Cambridge: University Press (Abridged ed. edited by J. T. Bonner), 1966.

Recebido para publicação em 14/6/1990.