

MODIFICAÇÕES ESTRUTURAIS DA COMPACTA ÓSSEA DA MANDÍBULA DECORRENTES DA TRANSPOSIÇÃO DO MÚSCULO MASSÉTER, NO COELHO. ESTUDO PELA MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Miguel C. MADEIRA*
Luiz Augusto TEIXEIRA**
Ii-sei WATANABE***
Ariovaldo A. MARTINS*

RESUMO: Com a finalidade de se estudar modificações estruturais do tecido ósseo devido ao aumento de forças mecânicas tensoras incidentes sobre ele, foi praticada a transposição cirúrgica da inserção do músculo masséter da fossa massetéica para a porção central da superfície lateral do corpo da mandíbula, em coelhos adultos. Seis meses após, os animais foram sacrificados e a porção da mandíbula que interessava foi preparada para ser examinada ao microscópio eletrônico de varredura. O osso compacto da área que recebeu a inserção muscular mostrou diferenças morfológicas marcantes, com predominância de remodelação progressiva; apresentou-se extremamente rugoso e irregular, com saliências e depressões sem formas definidas. Em alguns locais de maior força tensora, as rugosidades eram mais acentuadas, com nítidas exostoses com características de formação rápida e, provavelmente, ainda não completada. Em outros locais o tecido ósseo continuava em remodelação, conforme se podia depreender da presença de grande quantidade de forames vasculares de diâmetro aumentado e lacunas de reabsorção.

UNITERMOS: Microscopia eletrônica de varredura; neoformação óssea; transposição muscular; cirurgia experimental.

INTRODUÇÃO

A microscopia eletrônica de varredura tem sido utilizada na análise tridimensional do tecido ósseo compacto para identificar estados de crescimento e remodelação, caracterizados por superfícies em formação, reabsorção e repouso^{1,2}.

Adaptações da estrutura da superfície esquelética têm sido verificadas em estudos experimentais; são modificações decorrentes de ressecções ósseas^{4,8,9,15}, de fratu-

* Departamento de Morfologia – Faculdade de Odontologia – UNESP – 16100 – Araçatuba – SP.

** Faculdade de Odontologia de Lins – 16400 – SP.

*** Departamento de Anatomia – Instituto de Ciências Biomédicas – USP – 05508 – São Paulo, – SP.

ras^{3,7,14} e da perda de dentes^{11,12,16}. Estes experimentos, pela sua natureza, promovem o enfraquecimento ósseo devido à diminuição de forças mecânicas que normalmente incidem sobre o esqueleto, com modificações estruturais pertinentes.

O propósito deste trabalho é investigar a atividade da superfície do osso cortical numa adaptação às modificações do "stress" funcional, mas pelo aumento e não pela diminuição das forças mecânicas. Sabe-se que o osso responde a elas – por exemplo, a tração direta – aumentando em massa; trata-se de uma adaptação às forças tensoras pela formação de osteofitos, que podem dar origem a tuberosidades, cristas e tubérculos, como resultado da estimulação da osteogênese subperostal, cujo verdadeiro mecanismo em que a tensão é traduzida em atividade celular não é bem conhecido^{5,17}.

O aumento da estimulação mecânica é alcançado, neste trabalho, através da transposição da inserção de um músculo para uma área óssea normalmente desprovida de tração muscular, isto é, pela ativação de um local normalmente inerte.

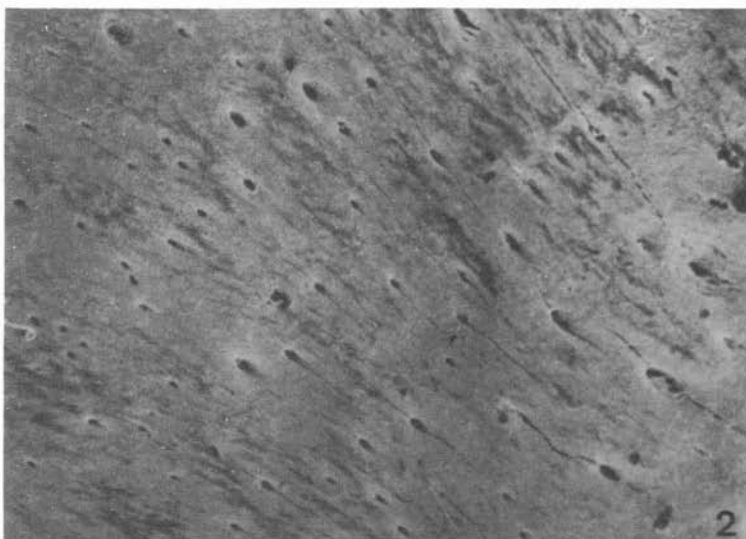
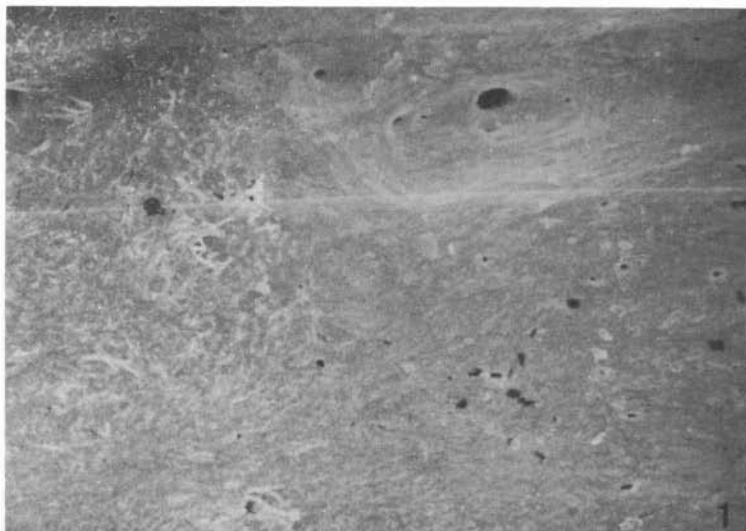
MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados três coelhos adultos, com peso variando de 4 a 4,5 kg. Sob anestesia geral, foi feita desinserção unilateral da porção do músculo masséter que se prende à fossa massetérica da mandíbula e imediata reinserção mais à frente, na superfície lateral do corpo da mandíbula (região dos dentes molares). O músculo assim deslocado foi mantido em posição por sua transfixação com fio de nylon, seguida de ancoragem na mandíbula pelo enlaçamento de seu corpo logo à frente do primeiro molar (transfixiando-se os tecidos moles do soalho da boca e da bochecha).

Seis meses mais tarde, os animais foram sacrificados, decapitados, e as áreas ósseas de interesse foram removidas. Porções homólogas do lado não operado foram usadas como controle. A fixação foi feita durante 12 horas com solução de Karnovsky modificada, contendo 2,5% de glutaraldeído e 2% de formaldeído em solução tampão fosfato de sódio a 0,1 M (pH = 7,4). Em seguida, as peças foram desidratadas em série crescente de álcoois até o absoluto, secadas ao ponto crítico (Balzers, CPD-010) e metalizadas com fons de ouro, durante sete minutos, em aparelhos de evaporação à vácuo JEE-SS. O exame foi feito ao microscópio eletrônico de varredura JSM-P₁₅, da JEOL, regulado para 15 Kv.

RESULTADOS

A área do corpo da mandíbula, do lado não operado, apresentou sempre características morfológicas semelhantes entre si. Neste lado, o osso cortical apresentava-se sempre liso e regular (Fig. 1). Em alguns locais, era bem visível um acúmulo de forames vasculares, muitas vezes no caminho de pequenas fissuras que se distribuíam com direção preferencial (Fig. 2); seus feixes de fibras colágenas, dispostos paralela-



FIGS. 1, 2 - Porção central da superfície lateral do corpo da mandíbula, abaixo dos dentes molares (lado controle), vista ao microscópio eletrônico de varredura. Mostra um osso compacto liso e homogêneo (Fig. 1) apresentando, em certos locais, um concentrado de forames e fissuras orientados sucessivamente na mesma direção (Fig. 2), com suas fibras colágenas dispostas paralelamente e densamente empacotadas.

mente, eram densamente reunidos e totalmente mineralizados, sem exibir calcosferitas (Fig. 3). Uma camada de fibras colágenas aparece, em maior aumento na Figura 4, circundando um forame vascular; sua orientação uniforme caracteriza um "domain" circular e evidencia área neutra ou de repouso.



FIG. 3 – Aumentos: 90 X, 90 X e 600 X, respectivamente.

A área correspondente, do lado operado, que passou a receber inserção das fibras tendíneas do músculo masséter, mostrou acentuadas diferenças morfológicas em sua superfície. Apresentou-se bastante irregular, rugosa e desorganizada, contendo pequenas cavidades em forma de fendas e crateras, e saliências sem nenhum padrão morfológico (Figs. 5 e 6). A única superfície lisa era aquela mais próxima dos dentes. Havia locais em que se notava uma superestrutura óssea neoformada, extensa rugosidade traduzida num dessarranjo estrutural marcante e sem forma definida, cobrindo parte de um local perfurado por grande quantidade de forames com diâmetros aumentados (Fig. 6). Em locais próximos havia sinais de um tecido ósseo ativo, francamente em reabsorção, mostrando áreas específicas de reabsorção que consistiam de numerosas lacunas circundadas por cristas baixas (Fig. 7). Não foram vistas lacunas de osteócitos e nem agrupamentos de partículas minerais distribuídos regularmente, característicos de superfícies depositárias regulares.

DISCUSSÃO

Os resultados acima descritos indicam que o aumento do estímulo mecânico, no caso a tração muscular direta, promove atividade do tecido celular subperiosteal de modo a reconstruir parcialmente a superfície óssea. As irregularidades descritas são modificações estruturais, com preponderância de aposição, numa área que era livre de tensão direta e que passou a ser ativada funcionalmente por ação muscular.

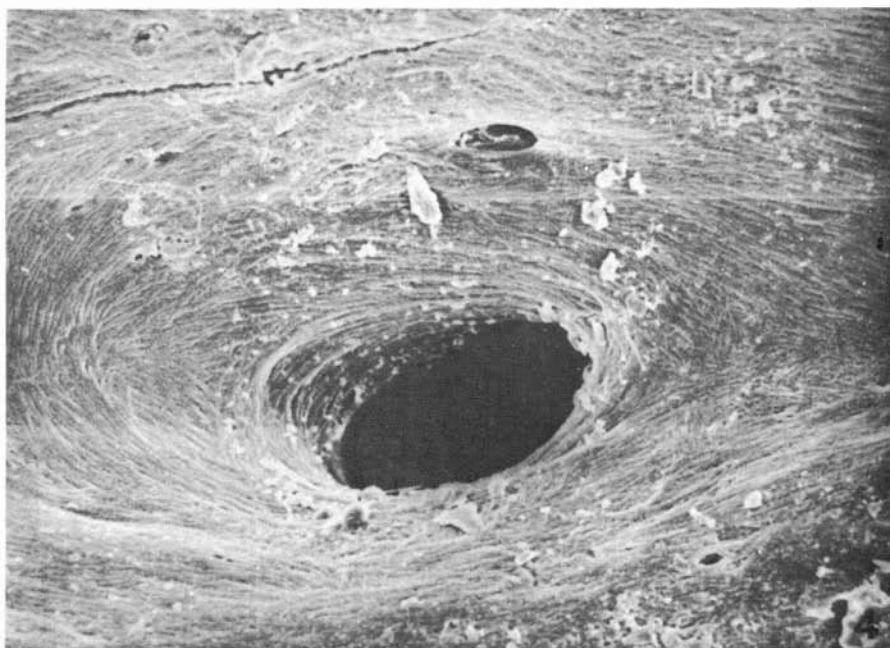
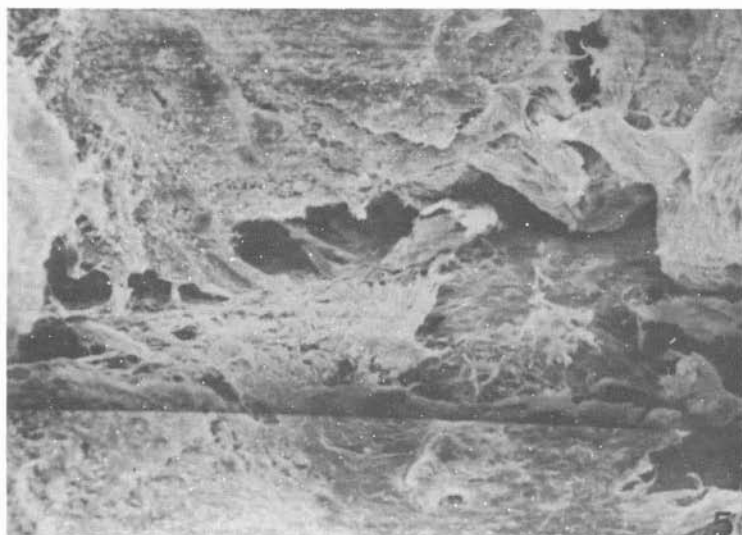


FIG. 4 – Forame de forma circular, do lado controle, evidenciando ao seu redor um arranjo paralelo preferencial (“domain”) da estrutura fibrilar em repouso. Aumento 900 X.

Quando o processo de adaptação da estrutura esquelética é demorado, há deposição lenta na superfície de aposição; as fibras colágenas dispostas em paralelo, com calcosferitas entre elas, formam um padrão lamelar, que com a presença de lacunas de osteócitos dão ao conjunto uma orientação uniforme tipo “domain”^{2,6}. Mas quando o processo de adaptação pela aposição óssea é rápido, o osso é reforçado dentro do que se poderia chamar de uma medida de emergência, com a deposição de tecido ósseo de caráter imaturo e a formação de osteofitos¹⁷.

O acréscimo de novo osso à superfície corresponde aos locais de inserção onde a força tensora é mais acentuada. Aparece assim uma superfície rugosa, irregular, com superestruturas semelhantes a exostoses e, entre elas, depressões também irregulares, sem nenhum padrão morfológico, apesar de terem já decorrido seis meses pós-operatórios.

Não obstante sua conformação irregular e desorganização arquitetural, o tecido ósseo em questão exhibe evidentes sinais de remodelação progressiva e regressiva. As depressões identificadas como lacunas de reabsorção, quando presentes, são características de osso em remodelação^{1,2,12}. A presença de grande quantidade de forames vasculares é característica de superfícies ósseas em situação de *stress* ou de atrofia^{12,13}, que corresponde ao resultado de rápida formação ou reabsorção óssea, onde ocorre aumento de suprimento sanguíneo^{8,10}.



FIGS. 5, 6 – Lado operado. Mostra, em pequeno aumento, acentuadas irregularidades traduzidas em crateras e elevações agudas (Fig. 5), e rugosidade óssea (exostose) protruindo da superfície numa área perforada por forames de diâmetros aumentados (Fig. 6). Aumentos: 90 X e 125 X, respectivamente.

Portanto, passados seis meses do início da ativação por tração muscular da área em questão, sua superfície continua ativa, remodelando-se e apresentando locais de extensa neoformação. A neoformação óssea aqui identificada se assemelha, até certo ponto, aos processos de formação e hipertrofia que caracterizam a reparação ou cicatrização decorrentes de fraturas com formação de calo ósseo^{3,7,15}.

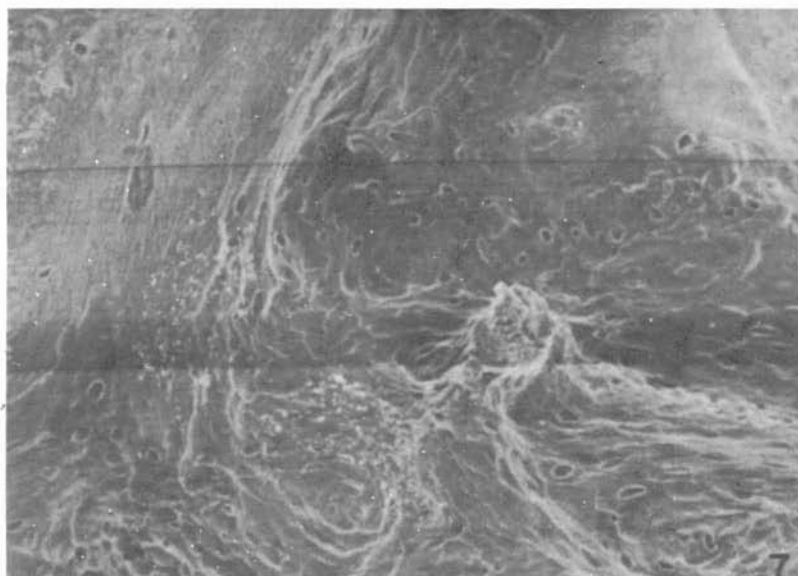


FIG. 7 - Lado operado. Superfície próxima àquela das figuras anteriores, em maior aumento, para mostrar fibras e áreas de reabsorção, demonstrando atividade osteoclástica. Aumento: 320 X.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Nilson Barelli, Chefe do Laboratório de Pesquisa do Instituto de Química do Campus de Araraquara, UNESP, por ter permitido o uso do microscópio eletrônico de varredura.

MADEIRA, M. C. *et alii* - Structural changes in the cortical bone of the mandible following transposition of the masseter muscle in rabbits. Scanning electron microscopic study. **Rev. Odont. UNESP**, São Paulo, **18**:325-333, 1989.

ABSTRACT: With the aim of studying morphological changes in the fine structure of the cortical bone due to the increased tensile forces, an experimental surgery was performed in three adult rabbits. The masseter muscle was detached from its normal insertion on the masseteric fossa and reattached anteriorly on the central portion of the lateral surface of the mandibular body. Six months later the animals were sacrificed, dissected, and the bony area of interest was prepared to be examined with the aid of the scanning electron microscope. The bony site of new muscular attachment, i.e., that was subjected to forces which differ in strength from the normal forces, showed remarkable changes, with preponderance of apposition. It was extremely rugged, containing irregular prominences and depressions. In certain points of major tension exerted by the muscle the irregularities were more pronounced, presenting bony outgrowths (exostoses) of rapid formation and immature character. In adjacent areas bone tissue kept into remodelling activity as it could be deduced from the presence of a great deal of enlarged vascular foramina and resorption lacunae.

KEY-WORDS: Scanning electron microscopy; bone neoformation; muscular transposition; experimental surgery.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOYDE, A. – Scanning electron microscope studies of bone. In: BOURNE, G. H. (ed.) *The biochemistry and physiology of bone*. 2. ed. New York, Academic Press, 1972, vol. I, p. 259-310.
2. BROMAGE, T. G. – Mapping remodeling reversals with the aid of the scanning electron microscope. *Am. J. Orthod.*, 81: 314-21, 1982.
3. COSTA, J. R.; MADEIRA, M. C.; WATANABE, I. & OLIVEIRA, J. A. de – 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.*, 59: 321-36, 1982.
4. GARCIA, A. R. – *Contribuição para o estudo do processo de reparo após condilectomia mandibular em ratos. Estudo ao microscópio óptico e eletrônico de varredura*. Araçatuba, Fac. Odont. Araçatuba, UNESP, 1985 (Tese de Mestrado).
5. HOYTE, D. A. N. & ENLOW, D. H. – Wolff's law and the problem of muscle attachment on resorptive surfaces of bone. *Am. J. phys. Anthropol.*, 24: 205-13, 1966.
6. KREMPIEN, B. – Bone modelling processes at the endosteal surface of human femora. *Virchows Arch. path. Anat. Histol.*, 382: 73-88, 1979.
7. KUROKI, M. – *Reparação óssea da cabeça da mandíbula após fratura ao nível do colo da mandíbula em ratos. Estudo aos microscópios óptico e eletrônico de varredura*. Araçatuba, Fac. Odont. Araçatuba, UNESP, 1986 (Tese de Mestrado).
8. MADEIRA, M. C.; WATANABE, I.; MARTINS, A. A.; MATHEUS, M. T. G. & OLIVEIRA, J. A. de – Vascularização arterial da superfície articular da mandíbula do macaco-prego (*Cebus apella*) após condilectomia. Estudo através da microscopia eletrônica de varredura. *Rev. bras. Ciênc. morfol.*, 1: 35-40, 1984.
9. MARTINS, A. A.; MADEIRA, M. C.; WATANABE, I.; MATHEUS, M. T. G. & OLIVEIRA, J. A. de – Influência da condilectomia mandibular unilateral sobre a arquitetura óssea da mandíbula e do temporal do macaco-prego (*Cebus apella*). Estudo através da radiografia, da técnica das linhas de fenda e da microscopia eletrônica de varredura. *Actualidad odont. (Buenos Aires)*, 14: 46-57, 1983.
10. RHINELANDER, F. W. – Circulation in bone. In: BOURNE, G. H. (ed.) *The biochemistry and physiology of bone*. 2. ed. New York, Academic Press, 1972, vol. II. p. 2-76.
11. SELA, J. & JAFFE, A. – The role of bone remodelling in the healing of extraction socket in rats. *Acta anat.*, 97: 241-7, 1977.
12. TAKIGUCHI, R. & KAMIJO, Y. – Scanning electron microscopical study on morphological changes in surface of the mandibular joint because of resorption. *Bull. Tokyo dent. Coll.*, 16: 163-75, 1975.
13. WAMPLER, H. W.; TEBO, H. G. & PINERO, G. J. – Scanning electron microscopic and radiographic correlation of articular surface and supporting bone of the mandibular condyle. *J. dent. Res.*, 59: 754-61, 1980.
14. WATANABE, I.; COSTA, J. R.; MADEIRA, M. C. & OLIVEIRA, J. A. de – Estudo da sutura zigomaticotemporal normal e modificada após fratura e deslocamento do osso zigomático no macaco-prego (*Cebus apella*), através da microscopia eletrônica de varredura. *Naturalia*, 7: 99-105, 1982.

15. WATANABE, I. & OKAMOTO, T. – Aspectos ultraestruturais do calo ósseo após a remoção cirúrgica do arco zigomático. Estudo ao microscópio eletrônico de varredura. *Rev. reg. Araçatuba Ass. paul. Cirurg. Dent.*, 2: 43-7, 1981.
16. WATANABE, I. & OKAMOTO, T. – Processo de reparo em feridas de extração dental em ratos. Estudo ao microscópio eletrônico de varredura. *Vida odont.* (Lisboa), 11: 73-81, 1982.
17. WEINMANN, J. P. & SICHER, H. – *Bone and bones*. 2. ed. St. Lois, C. V. Mosby Co., 1955. p. 135.

Recebido para publicação em 7.7.1988