

INFLUÊNCIA DO ULTRA-SOM EM TRANSPLANTE AUTÓGENO DE CARTILAGEM HIALINA DE COSTELA PARA O PROCESSO ZIGOMÁTICO DE RATOS. ESTUDO HISTOLÓGICO

João Roberto GONÇALVES*
Carlos BENATTI NETO**
Elcio MARCONTONIO*
Raphael Carlos Comelli LIA**
Luiz Romariz DUARTE***
Mário Francisco Real GABRIELLI*

RESUMO: Foram utilizados 60 ratos adultos da variedade Holtzman, que receberam, no arco zigomático, enxertos autógenos de cartilagem hialina provenientes da 13ª costela. A cirurgia doadora foi realizada 20 dias antes do enxerto, sendo que a cartilagem foi conservada em glicerina durante esse período. No grupo tratado, a área enxertada recebeu, a partir do primeiro dia pós-operatório, estimulações através de ondas ultra-sônicas (modelo 1131-E) por 20 minutos diários, num período de 30 dias. Concluiu-se que: 1) houve interferência do ultra-som no processo de reparo, sendo que a substituição da cartilagem por tecido ósseo novo foi nitidamente acelerada, já nos períodos iniciais; 2) no grupo tratado houve desaceleração no processo de substituição da cartilagem após a última aplicação do ultra-som, tendendo à evolução natural; 3) a presença do pericôndrio interferiu, retardando o processo de substituição por tecido ósseo; 4) todas as estruturas regionais mantiveram-se preservadas, com características teciduais de normalidade funcional.

UNITERMOS: Ultra-som; cartilagem; enxertos.

INTRODUÇÃO

O uso do ultra-som como meio auxiliar no processo de reparo em fraturas tem ganhado maior interesse devido ao crescente número de resultados clínicos favoráveis.

A dinâmica de interferência no tecido ósseo está diretamente ligada à presença e intensidade de estímulos físicos, químicos ou bacterianos. Assim, tanto a atrofia óssea na osteoporose por desuso quanto na neoformação provocada por discretas ten-

* Departamento de Diagnóstico e Cirurgia – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14800 – Araraquara – SP.
** Departamento de Patologia – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14800 – Araraquara – SP.
*** Departamento de Bioengenharia – Escola de Engenharia – USP – 13560 – São Carlos – SP.

sões, ou mesmo a atividade clástica frente a uma agressão, parecem ser diferentes estímulos passíveis de mediação por potenciais elétricos.

HARTSHORNE¹⁸, em 1841, descreveu as pseudoartroses e seu tratamento, relacionando-o ao uso de correntes elétricas de pequena intensidade; e, em 1957, um novo horizonte abriu-se com a demonstração da piezoelectricidade direta e inversa do osso¹⁵.

O efeito piezoelétrico de um material é a propriedade de converter energia mecânica em energia elétrica, sendo a inversão do processo também verdadeira. Portanto, se for aplicado ao tecido ósseo um campo elétrico, este osso irá deformar-se mecanicamente, o que lhe confere a propriedade piezoelétrica inversa. Se, ao contrário, emitirmos energia mecânica ao osso, como, por exemplo, num movimento vibratório, este osso irá converter a energia mecânica em energia elétrica, caracterizando o efeito piezoelétrico.

No início, os pesquisadores concentraram seus esforços na administração de corrente elétrica através de implantação de eletrodos na área de fratura^{6,9,21,28}, com resultados favoráveis; porém, a possibilidade de infecção incentivou a busca de um método de estimulação não invasivo. Através da ação de campos eletromagnéticos produzidos por bobinas em oposição de 180° em relação à área de fratura, desenvolveu-se um método de tratamento com duração de 6 a 7 meses, que necessitava de aplicação diária de 12 a 16 horas⁵.

A estimulação ultra-sônica de fraturas recentes e de pseudoartroses, em coelhos e humanos, mostrou resultados bastante animadores, com um índice de cura de 70% nas pseudoartroses, incentivando a utilização do ultra-som como meio alternativo não invasivo e de fácil aplicação^{13,33}.

O estudo do processo de reparo do tecido ósseo vem sendo dirigido no intuito de se conhecer um mecanismo que possa, em determinadas condições, acelerá-lo promovendo maior conforto a pacientes acometidos por diversas patologias e processos traumáticos do tecido ósseo.

Os enxertos ósseos ou cartilagosos têm sido amplamente empregados em preenchimento de cavidades ósseas, em casos de tumores, traumas, nas más-uniões ou uniões retardadas^{3,7,11,17,20,24}.

A cartilagem tem, em relação ao tecido ósseo, certas vantagens, como ser maleável, poder ser esculpida em qualquer forma desejada⁸ e, além disso, devido ao seu baixo metabolismo, é o material autógeno que apresenta menor possibilidade de produzir reações teciduais indesejáveis ao receptor²⁵.

Outra qualidade atribuída à cartilagem como material de enxerto é a propriedade de sua estrutura poder ser mantida por um longo período, mesmo após transplantação homogênea^{10,23}. Todavia, nem sempre é desejável que o enxerto tenha uma persistência prolongada; assim, usa-se, por vezes, a cartilagem apenas como preenchimento e como matriz de ossificação, esperando-se a mais rápida substituição por osso.

O enxerto de cartilagem preservada apresenta maior neoformação óssea que o enxerto fresco de cartilagens, embora ambos os tipos determinem graus semelhantes de reação inflamatória¹⁶.

Neste trabalho avaliamos a ação considerada favorável do ultra-som na neoformação óssea, associando-o ao enxerto autógeno de cartilagem, preservada em glicerina.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 60 ratos adultos, machos, da variedade Holtzman, com peso corporal entre 250 e 300 g, alimentados antes e durante todo o período experimental com ração sólida* e água *ad libitum*.

Após anestesia com éter etílico, com o animal posicionado em decúbito dorsal, realizaram-se depilação da região torácica esquerda, antissepsia do campo operatório** e acesso à última costela, onde, da extremidade, seccionou-se um segmento terminal de aproximadamente 5 mm de comprimento, seguindo-se a sutura dos planos profundos e superficiais.

Da cartilagem obtida, foram removidos resíduos de tecido mole, sendo então lavada por 15 minutos em solução fisiológica e mantida por 20 dias em glicerina a 98%***.

Decorridos os 20 dias, com o animal posicionado em decúbito lateral, após tricotomia da região e antissepsia do campo, o acesso cirúrgico ao arco zigomático foi obtido por meio de incisão da pele, através de bisturi montado com lâmina nº 15, realizada a aproximadamente 2 mm abaixo do bordo inferior do soalho da órbita, acompanhando seu contorno, com extensão aproximada de 10 mm.

Após divulsão dos tecidos moles, o perióstio foi também incisado e rebatido pela extremidade menor de espátula para cera nº 7, afastando-se os tecidos adjacentes, por meio de duas pinças para iridectomia.

Em seguida, com fresa tronco-cônica para caneta nº 701****, montada em motor de baixa rotação, confeccionou-se uma cavidade óssea de aproximadamente 4 mm de comprimento, com largura ligeiramente superior ao diâmetro da fresa, na porção anterior do arco, junto ao processo zigomático do osso zigomático, sob irrigação constante de solução fisiológica. A profundidade aproximada da osteotomia foi de 2 mm, procurando-se expor osso cortical e medular, porém, com o cuidado de evitar-se perfuração do arco. Completada a preparação do leito receptor, o local foi abundantemente irrigado com solução fisiológica para remoção de resíduos.

* RAÇÃO ATIVADA "PRODUTOR" - Anderson Clayton S/A.

** MERTHIOLATTE LILLY.

*** QUÍMICA MOURA BRASIL.

**** MAILLEFFER, Sufça.

Durante a confecção da cavidade óssea, manteve-se o enxerto em solução fisiológica para reidratação. Após a adaptação, os planos superficiais foram suturados e cada animal recebeu dose única de 16.000 UI de penicilina G Benzatina*, por via intraperitoneal.

Os espécimes foram divididos em dois grupos: grupo I (controle), com animais previamente identificados, para receber material autógeno; grupo II (tratado), obedecendo os mesmos critérios do grupo controle, recebendo ainda estimulação diária pela energia ultra-sônica, a partir do 1º dia após enxerto.

Para aplicação do ultra-som utilizou-se um aparelho estimulador de crescimento ósseo modelo 1131-E com 200 MS de largura de pulso, 1.000 Hz de frequência de repetição de pulso e, modopulsado.

As estimulações iniciaram-se 24 horas após os enxertos; foram diárias e com duração de 20 minutos, seguindo-se a seguinte ordem, de acordo com os grupos experimentais:

Períodos experimentais

(dias)	5	15	30	45	90	120
Nº de estimulações	4	14	29	30	30	30

Foi usado como meio de união o Gel-Contact**, por possuir impedância acústica bastante semelhante à pele.

Após decorridos os períodos predeterminados, foram obtidos fragmentos regionais, fixados em formalina a 10% e descalcificados em solução de Morse, seguindo-se tramitação laboratorial de rotina.

Os cortes semi-seriados, na espessura de 6 micrometros, foram corados pela Hematoxilina de Harris e Eosina, para estudo histológico.

RESULTADOS

Grupo Controle – 5 dias

O tecido ósseo do arco zigomático apresenta-se no geral celularizado, com aspecto normal e exibindo discretas irregularidades nas paredes da loja do implante e áreas de reabsorção pela face externa, que chegam por vezes à comunicação com a cavidade.

A cartilagem mostra estrutura normal com alguns condroplastos vazios. Nas adjacências, quantidade variável de células inflamatórias com predomínio de polimorfonucleares neutrófilos, que chegam em algumas regiões a grau intenso. Em dois espécimes o infiltrado tem prevalência linfoplasmocitária em grau moderado.

* BENZETACIL, Fontoura Wyeth.

** LABORATÓRIO IMBRALAD.

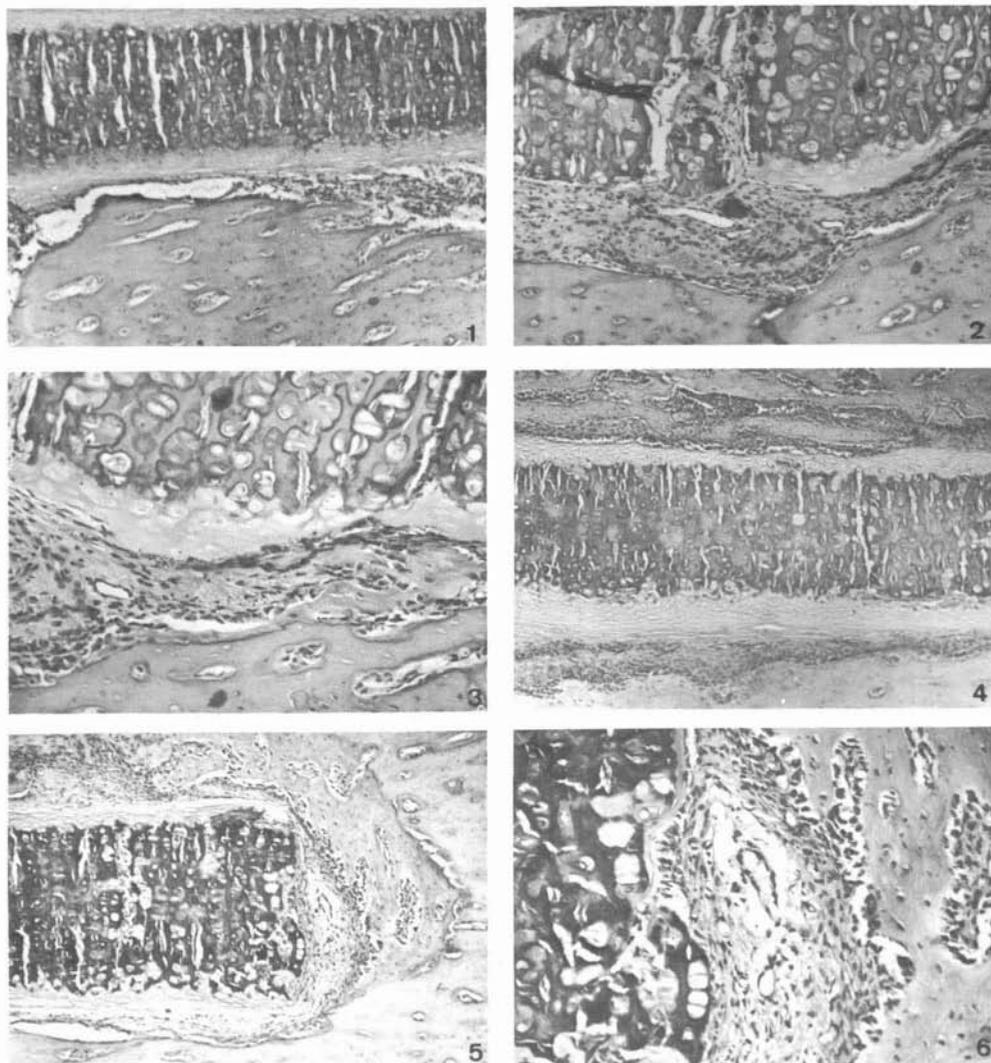


FIG. 1 - Controle-5 dias. Implante em seu leito. Intenso infiltrado inflamatório adjacente. H.E. Zeiss, 200 X

FIG. 2 - Controle - 15 dias. Tunnel conjuntivo em formação com reabsorção de cartilagem. Infiltrado inflamatório adjacente. H.E. ZEISS, 400 X

FIG. 3 - Controle - 15 dias. Reabsorção óssea com linha de reversão e aposição de tecido novo. H.E. ZEISS, 400 X

FIG. 4 - Controle - 15 dias. Aspecto panorâmico. Conjuntivo adjacente celularizado com infiltrado inflamatório. H.E. ZEISS, 80 X

FIG. 5 - Controle - 30 dias. Reabsorção e aposição de osso novo nas paredes do leito. H.E. ZEISS, 200 X

FIG. 6 - Detalhe da figura anterior. H.E. ZEISS, 400 X

Mais à distância, o infiltrado inflamatório tem prevalência de linfócitos, bem como proliferação fibroblástica e neoformação capilar, que atingem áreas de tecido muscular em desintegração. São vistos também resíduos necróticos e hemorrágicos.

15 dias

Na maioria dos espécimes observa-se intensa neoformação óssea, existindo também inúmeros pontos de reabsorção externa. Linhas de reversão são vistas em algumas lacunas.

A cartilagem mostra-se normal, bem como o tecido conjuntivo adjacente, com discreto infiltrado inflamatório linfocitário. A condição de reabsorções superficiais da cartilagem preenchidas com tecido conjuntivo é mais intensa nas regiões desprovidas de pericôndrio. Mais à distância, o tecido conjuntivo é bem celularizado e vascularizado, com infiltrado inflamatório de intensidade variável, predominando ainda linfócitos, resíduos hemorrágicos e conseqüente atividade macrofágica. Seqüestros ósseos são encontrados, por vezes, em processo de reabsorção por intensa atividade clástica.

30 dias

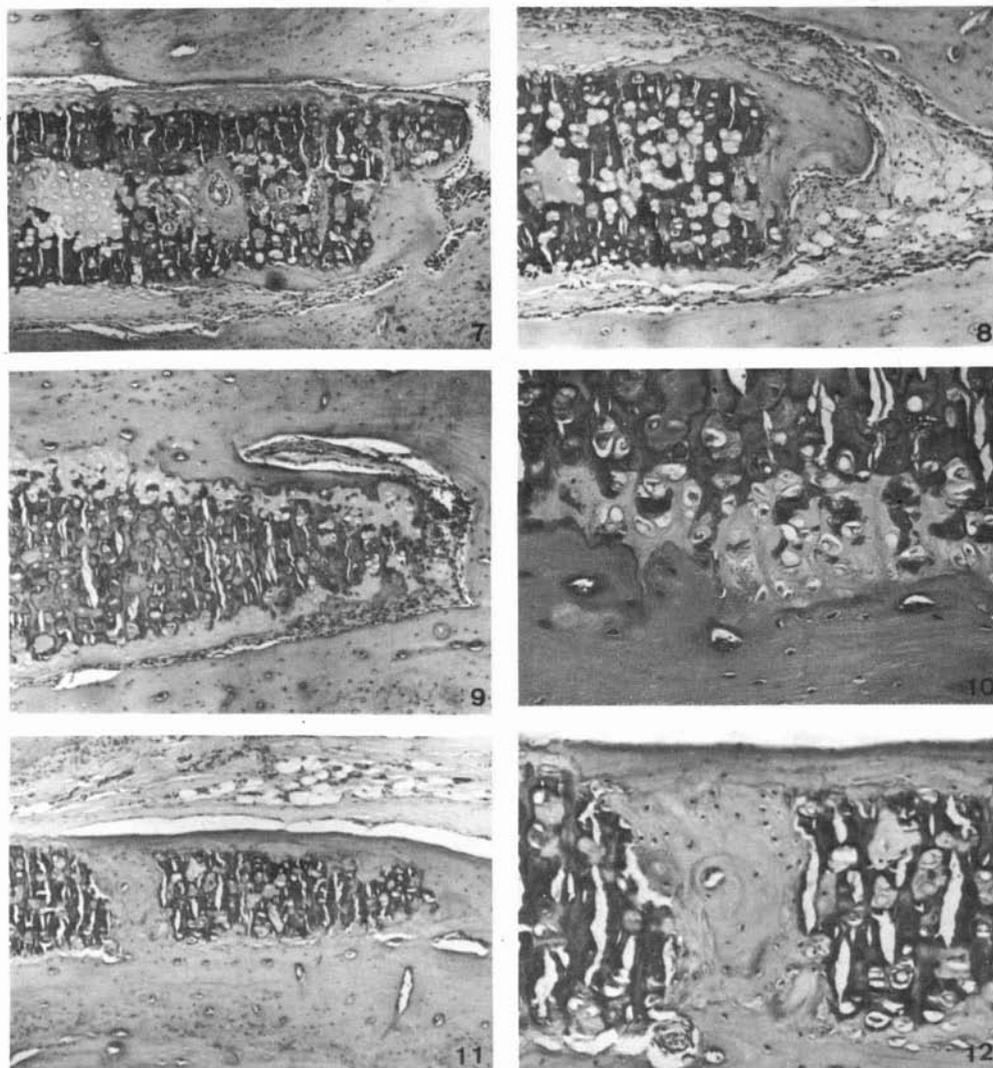
Em todos os espécimes a neoformação óssea é intensa. Existem vários pontos de substituição da cartilagem por tecido ósseo ou por tecido conjuntivo sem diferenciação. Em algumas regiões há continuidade do tecido ósseo em íntimo contato com a cartilagem.

45 dias

O tecido ósseo do arco zigomático mostra-se com aspectos normais, exibindo áreas de reabsorção parcial ou totalmente ocupadas por tecido ósseo novo, preenchendo também áreas do leito receptor, bem como interpondo-se por vezes ao fragmento de cartilagem implantado. Em alguns casos, observa-se descontinuidade pericondral e reabsorções progressivas. Diversos condroplastos exibem-se vazios ou com condrócitos em degeneração. O tecido conjuntivo adjacente é fibroso, mantendo variável população celular e vascularização, discreto infiltrado inflamatório linfocitário.

90 dias

O tecido ósseo do arco zigomático exhibe-se com áreas do leito totalmente ocupadas por tecido novo em intensa formação, interpondo-se ao fragmento de cartilagem implantado. Este apresenta diversos condroplastos vazios ou com condrócitos degenerados. O tecido conjuntivo de envolvimento é fibroso denso, com raros linfócitos.



- FIG. 7 - Controle - 45 dias. Aposição de tecido ósseo junto ao implante. H.E. ZEISS, 200 X
- FIG. 8 - Controle - 45 dias. Aposição óssea em extremidade do implante. Discreto a moderado infiltrado inflamatório adjacente. H.E. ZEISS, 260 X
- FIG. 9 - Controle - 90 dias. Aspecto panorâmico. Substituição gradual do implante cartilaginoso por osso novo. Desaparecimento progressivo do envolvimento conjuntivo. H.E. ZEISS, 260 X
- FIG. 10 - Detalhe da figura anterior. Interposição com interação osso-cartilagem. H.E. ZEISS, 400 X
- FIG. 11 - Controle - 120 dias - Aspecto panorâmico. Interposição interna com interação osso-cartilagem. H.E. ZEISS, 80 X
- FIG. 12 - Detalhe da figura anterior. Ponte óssea entre a cartilagem. H.E. ZEISS, 400 X

120 dias

O tecido ósseo do arco zigomático mostra-se com aspectos normais, com superfície regular e intensa formação de osso novo no leito receptor substituindo, interpondo-se e interagindo-se com a cartilagem implantada. O remanescente de cartilagem tem estrutura com muitos condroplastos vazios ou com condrócitos degenerados. O tecido conjuntivo justaposto ao implante, quando presente, tem envolvimento parcial, é fino e fibroso denso, contendo raros linfócitos.

Grupo Tratado – 5 dias

O tecido ósseo apresenta espaços medulares bem celularizados, notando-se em alguns deles predomínio de atividade clástica, sendo vistos pontos de reabsorção esparsos na superfície óssea voltados para a cavidade cirúrgica, sobretudo nas extremidades. Nota-se ainda intensa atividade de células gigantes e exacerbação na população celular, principalmente fibroblastos e células inflamatórias. A loja apresenta a cartilagem com diversos condroplastos vazios e condrócitos em degeneração, reabsorções irregulares nas extremidades cujos espaços estão preenchidos por tecido de granulação que completa o espaço.

Mais à distância, nota-se a presença de tecido de granulação e um infiltrado inflamatório discreto, com predomínio linfocitário, e algumas áreas de desintegração de fibras musculares predominando, no entanto, evolução reparadora.

15 dias

O corpo ósseo tem a maioria dos espaços lacunares reduzidos, associados a predomínio aposicional de tecido ósseo novo, havendo alguns pontos de reabsorção e, nas extremidades da loja, espaços medulares ampliados e ricamente celularizados.

A loja cirúrgica apresenta-se diminuída, preenchida por fragmento da cartilagem implantada e tecido conjuntivo bem celularizado, em pequena quantidade e em processo de substituição óssea, com interação retardada pela persistência do pericôndrio. À distância, existe um discreto infiltrado inflamatório linfocitário.

30 dias

O arco zigomático apresenta-se, no geral, com características de normalidade e com superfície regular.

A cartilagem no leito receptor, com mínima quantidade de tecido conjuntivo fibroso em superfície, mostra-se com inúmeros condroplastos vazios e condrócitos em degeneração, estando associados à intensa substituição por tecido ósseo novo.

45 dias

O aspecto é semelhante ao grupo anterior, notando-se na maioria dos preparados interação evolutiva do tecido ósseo com o fragmento de cartilagem implantado.

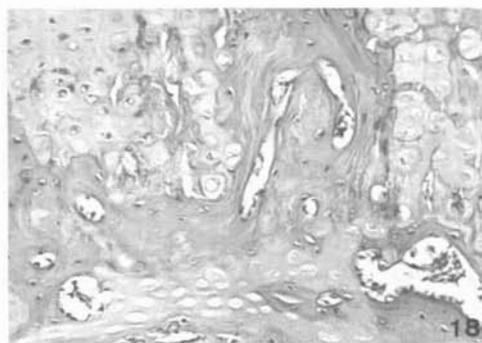
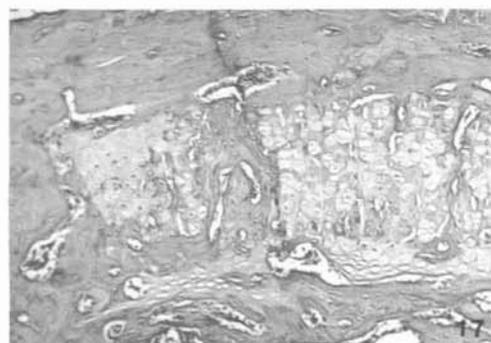
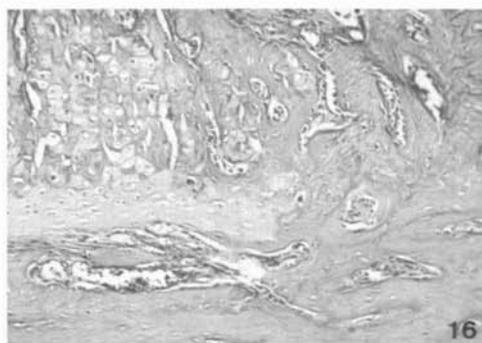
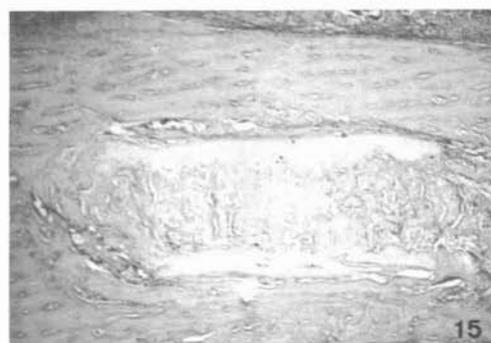
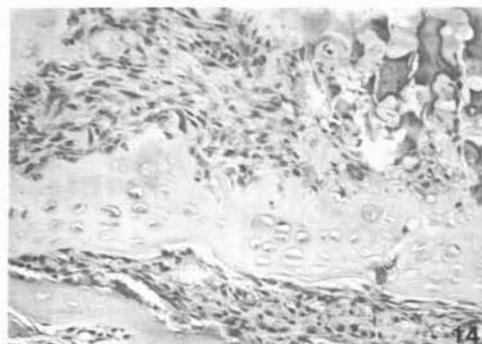
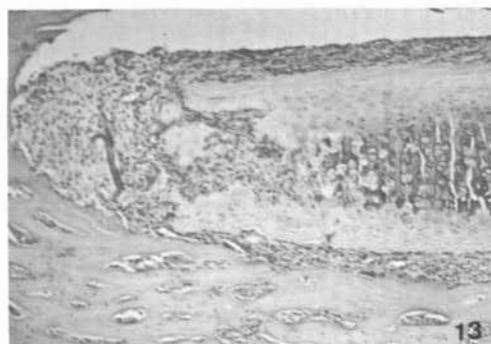


FIG. 13 - Grupo tratado - 5 dias - Tecido de granulação no leito receptor junto à cartilagem. Infiltrado inflamatório de predomínio linfoplasmocitário. H.E. ZEISS, 63 X

FIG. 14 - Detalhe da figura anterior. Pontos de reabsorção em cartilagem. ZEISS, 160, X

FIG. 15 - Grupo tratado - 15 dias. Presença de pericôndrio em áreas. Evolução reparativa por substituição por tecido ósseo novo. H.E. ZEISS, 40 X

FIG. 16 - Detalhe da figura anterior. Aspecto de substituição. Discreto infiltrado inflamatório adjacente. H.E. ZEISS, 100 X

FIG. 17 - Grupo tratado - 30 dias. Franca substituição da cartilagem por tecido ósseo novo. Espaços medulares. H.E. ZEISS, 80 X

FIG. 18 - Detalhe da figura anterior. Substituição óssea e espaços lacunares. H.E. ZEISS, 160 X

90 dias

O arco zigomático tem aspecto de normalidade e apresenta, no leito receptor, predomínio marcante de tecido ósseo novo interado à cartilagem residual.

120 dias

O quadro racional, neste período, é semelhante ao de 90 dias, salientando-se a intensificação no processo de substituição de cartilagem pelo tecido ósseo novo.

DISCUSSÃO

O arco zigomático é um local bastante favorável para avaliação histológica de enxerto, inclusive podendo sofrer cortes histológicos em toda a sua extensão. É região de boa nutrição, característica extremamente importante para um bom leito receptor, já sendo anteriormente utilizada para avaliação histológica de enxertos de cartilagem^{17,32} e também para avaliação da ação do ultra-som no processo de reparo em fraturas².

Assim, a ação do ultra-som, preconizada por DUARTE¹² em 1977, associada às condições especiais do arco zigomático determinaram a metodologia deste trabalho em enxertos de cartilagem hialina. Não serão discutidos aqui aspectos referentes ao aparelho em si, como frequência, largura de pulso e intensidade, já que os resultados atualmente alcançados têm sido computados ao uso de ondas ultra-sônicas com características de intensidades semelhantes.

Desta forma, cada vez mais os novos trabalhos apresentados confirmam os resultados favoráveis ao efeito reparador da estimulação ultra-sônica em fíbula osteotomizadas de coelhos²², aumentando a resistência e dureza do calo ósseo em menor tempo⁴.

Por outro lado, houve muita controvérsia a respeito dos parâmetros a serem usados na ultra-sonificação. ABRAMOVICH¹, em 1970, usando doses de $7W/cm^2$ para estimular ossificação endocondral de tibiás de ratos, concluiu haver retardo e paralização temporária neste mecanismo.

A dose atualmente utilizada e indicada não deve ser superior a $0,1 W/cm^2$, evitando-se assim o efeito negativo da cavitação¹⁹, não ultrapassando o limiar de estimulação produtiva e não chegando, desta forma, a exercer estímulos degenerativo ou bloqueador da osteogênese.

Levando-se em consideração o fenômeno da cavitação, é válido lembrar que a possível interferência, tanto no líquido intersticial quanto no equilíbrio hídrico celular-associados ou mesmo individualizados, possa ser fator negativo para a desaceleração no processo de reparo. Por outro lado, a ação da aplicação direta em fibroblastos permite resultados favoráveis pelo aumento da síntese protéica, sem efeitos prejudiciais aos componentes celulares³².

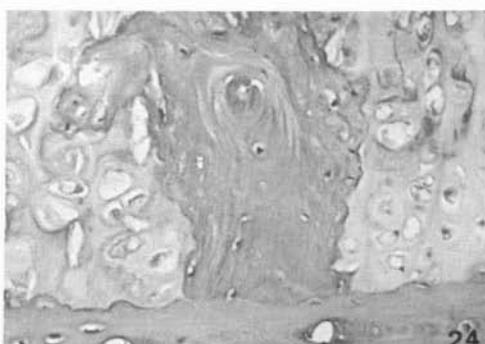
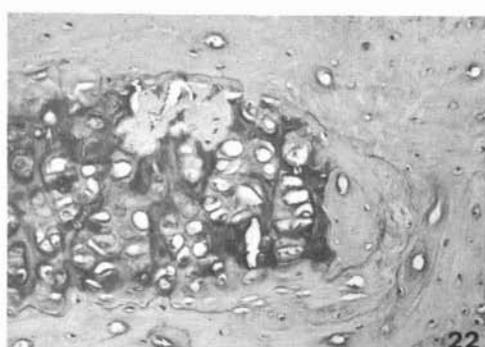
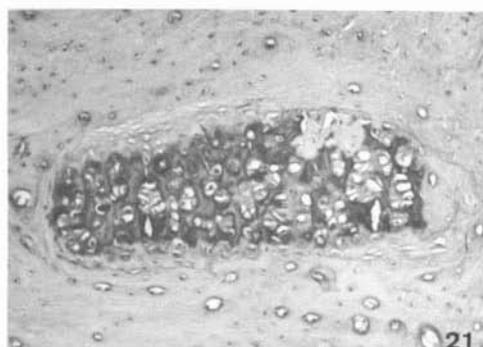
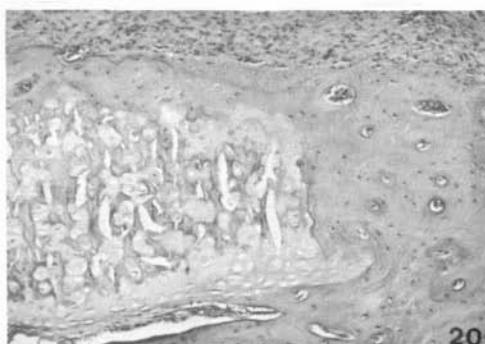
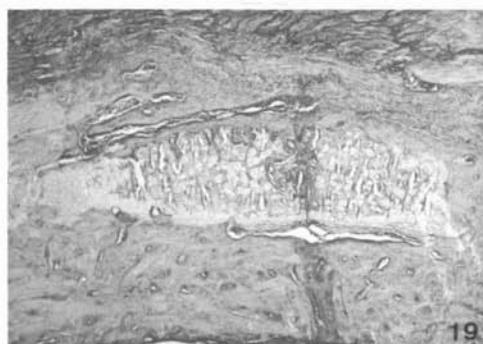


FIG. 19 - Grupo tratado - 45 dias. Evolução reparativa por substituição óssea. H.E. ZEISS, 33 X

FIG. 20 - Detalhe da figura anterior. Interação com processo zigomático. Espaços medulares reduzidos. H.E. ZEISS, 100 X

FIG. 21 - Grupo tratado - 90 dias. Aspecto panorâmico. Completa interação com processo zigomático. H.E. ZEISS, 100X

FIG. 22 - Detalhe da figura anterior. Substituição óssea e interação. H.E. ZEISS, 160 X

FIG. 23 - Grupo tratado - 120 dias. Aspecto da progressiva substituição da cartilagem por tecido ósseo novo. H.E. ZEISS, 100 X

FIG. 24 - Detalhe da figura anterior. H.E. ZEISS, 256 X

Neste trabalho, notamos, no grupo tratado, início da reabsorção do enxerto já aos 5 dias, tendo aumentado progressivamente nos períodos mais adiantados, seguindo proporcionalmente a ascendente neoformação óssea. Esta também iniciou-se aos 5 dias e atingiu o nível máximo aos 30 dias.

No grupo controle, a neoformação óssea teve ascensão indefinida à medida que os períodos eram mais longos. Esta constatação é confirmada por trabalhos realizados anteriormente^{27,29,30,31}.

A neoformação óssea é limitada por feixes de fibras colágenas dispostas paralelamente ao pericôndrio, mesmo em tempos longos^{27,29,30,31}. No presente trabalho, no grupo tratado pelo ultra-som, tivemos, aos 30 dias uma quantidade mínima de tecido fibroso, e a partir de 90 dias não foi mais notado tecido conjuntivo justaposto ao implante. Isto sugere que a ação do ultra-som pode não estar restrita apenas ao efeito piezoelétrico do osso, mas também, neste caso, ao estímulo direto a uma diferenciação sobre as células colágenas. Todavia, nada impede também a possibilidade de invasão direta de osso novo formado na superfície do leito receptor.

Dentro dos limites das condições experimentais utilizadas, e baseando-se na presente metodologia, pode-se observar que a estimulação feita por ultra-som em enxertos de cartilagem induziu a aceleração do processo de substituição desta por tecido ósseo novo.

Nestas bases, o grupo de 30 dias apresentou substituição da cartilagem por tecido ósseo neoformado em maior quantidade, comparável apenas ao grupo controle de 90 dias.

Sendo os enxertos de cartilagem principalmente utilizados para indução da reparação de grandes cavidades ósseas^{3,7,11,17,20,24}, e analisando ainda insucessos relacionados ao distanciamento maior que 1 cm entre as bordas de uma fratura óssea estimuladas por ultra-som³³, achamos que, nestes casos, a associação de enxertos cartilaginosos e a estimulação ultra-sônica devem promover sensíveis melhoras nos resultados a serem alcançados, tanto em tempo quanto em qualidade.

Notamos, ainda que, embora o ultra-som seja um método bastante animador, a análise dos casos por nós tratados lembra que princípios elementares, já consagrados e notórios em nossos resultados, têm acentuada influência no desencadeamento do processo.

Assim, o rigor na técnica cirúrgica, com rígidos padrões de assepsia, é fundamental para qualquer procedimento e indispensável nos enxertos.

Em ambos os grupos, quando constatamos a presença de contaminação na área do enxerto, não foi possível verificarmos nenhum tipo de processo reparador.

Da mesma forma, as regiões que permaneceram sem pericôndrio tiveram substituição mais rápida e acentuada da cartilagem, sendo que no grupo tratado, embora o comportamento fosse semelhante, houve aceleração ainda maior desse processo.

Devemos salientar ainda a indução maior na substituição por tecido ósseo novo evidente no grupo experimental nos períodos até 30 dias coincidente com o tempo de estimulação, estando concordes com outros achados^{2,12,14,26,33}.

Torna-se importante salientar o emprego indevido do ultra-som em tecidos mineralizados, onde aqueles de muito baixa intensidade – como o utilizado para diagnóstico – não têm ação efetiva e os de alta – como os empregados para fisioterapia – dificultam ou mesmo impedem a reparação de fraturas, determinando até reabsorções ósseas³³.

Os trabalhos compulsados, bem como os nossos resultados, e os avanços já alcançados na estimulação ultra-sônica autorizam novos trabalhos sobre indução em diversas situações no processo de reparo em geral.

CONCLUSÕES

Houve interferência do ultra-som no processo de reparo dos enxertos, onde a substituição de cartilagem implantada por tecido ósseo novo foi acelerada desde os períodos iniciais, tendendo, no entanto, à desaceleração e evolução natural do processo de substituição da cartilagem após a última aplicação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio técnico à pesquisa aos Senhores: Donizete G. de Oliveira, Artur Mendonça e Herminia Bassi Maio.

GONÇALVES, J. R. *et alii* – Influence of ultrasonic therapy upon autograft cartilage. Histologic evaluation. **Rev. Odont. UNESP, São Paulo, 18:** - , 1989.

ABSTRACT: Sixty adult rats from Holtzman variety have undergone autografts of hyaline cartilage from the 13th rib upon the zygomatic arch, to be used in this study. The providing surgery was performed 20 days prior to the graft, having the cartilage been kept in glycerin for the period. The following aspects have been noticed: 1) Ultrasonic waves have interfered with the recovering process, and the replacement of new bone tissue for cartilage was clearly accelerated from the very beginning; 2) There has been a deceleration in the replacing process after the last ultrasonic application and natural development gradually started.

KEY-WORDS: Ultrasonic therapy; cartilage-transplantation; cartilage-surgery.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRAMOVICH, A. – Effect of ultrasound on the tibia of the young rat. *J. dent. Res.*, 49: 1182, 1970.
2. AGUIAR, S. A. – *Processo de reparo em fratura do osso zigomático sob a ação do ultra-som. Estudo histológico em ratos.* Araçatuba, Fac. Odont., UNESP, 1984 (Tese de Doutorado).

3. ALBEE, F. H. – Principles of the treatment of non-union of fracture. *Surg. Gynecol. Obst.*, 51: 289-320, 1930.
4. BACHNER, E. J.; KLION, M.; CARUANA, S. M.; KAUFMAN, J. J.; NASSER, P.; SIFFERT, R. S. & PILLA, A. A. – Ultrasonic effects on fresh fracture repair: a study in two rabbit models. *In: ANNUAL MEETING OF BIOELECTRICAL REPAIR AND GROWTH SOCIETY*, 7, Ontario, 1987.
5. BASSET, C. A. L.; PAWLUK, R. J. & PILLA, A. A. – Augmentation of bone repair by inductively coupled electromagnetic fields. *Science*, 184: 575-7, 1974.
6. BECKERR, R. O. & MURRAY, D. G. – A method of producing cellular differentiation by means of very small electric currents. *Trans. N. Y. Acad. Sci.*, 29: 606-15, 1967.
7. BOYD, H. B. – The treatment of difficult and unusual non-unions. With special reference to the bridging of defects. *J. Bone Joint Surg.*, 25: 533-52, 1943.
8. BRENT, B. – The versatile cartilage autograft: current trends in clinical transplantation. *Clin. plast. Surg.*, 6: 163-80, 1979.
9. BRIGHTON, C. T. – Healing of non union of the medial malleolus by means of direct current. *J. Trauma*, 11: 883, 1971.
10. BROWN, K. L. B. & CRUESS, R. L. – Bone and cartilage transplantation in orthopaedic surgery a review. *J. Bone Joint Surg.*, 64: 270-9, 1982.
11. CAMPBELL, W. C. – The treatment of ununited fractures. *Am. J. Surg.*, 37: 1-3, 1923.
12. DUARTE, L. R. – *Estimulação ultra-sônica do calo ósseo*. São Carlos, Escola Engenharia São Carlos, USP, 1977. (Tese de Livre-Docência)
13. DUARTE, L. R. – The stimulation of bone growth by ultrasound. *Arch. Orthop. traumat. Sug.*, 101: 153-9, 1983.
14. DYSON, M.; POND, J. B.; JOSEPH, J. & WARWICK, R. – Stimulation of tissue regeneration by pulsed plane – wave ultrasound. *IEEE Trans. Sonics Ultrasonics.*, 17: 133-9, 1970.
15. FUKADA, E. & YASUDA, I. – On the piezoelectric effect of bone. *J. phys. Soc. Jap.*, 12: 10, 1957.
16. GABRIELLI, M. F. R. – *Transplante autógeno de cartilagem hialina de costela, conservada em glicerina, para o processo malar do rato. Estudo histológico*. Araçatuba, Fac. Odont. Araçatuba, UNESP, 1985 (Tese de Doutorado).
17. GREGORY, C. F. – The current status of bone and joint transplants. *Clin. Orthoped.*, 87: 165-6, 1972.
18. HARTSHORNE, R. – On the causes and treatment of pseudarthrosis and specially of that from of it sometimes called supernumerary joint. *Am. J. Med. Sci.*, 1: 121-56, 1841.
19. HILL, C. R. – Ultrasonic exposure thresholds for changes in cells and tissues. *J. acoust. Soc. Am.* 52: 667-72, 1972.
20. JUDET, R. & PATEL, A – Muscle pedicle bone grafting of long bones by osteoperiosteal decortication. *Clin. Orthoped.* 87: 74-80, 1972.
21. KLAPPER, L. & STALLARD, R. E. – Mechanism of electrical stimulation of bone formation. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 238: 530-9, 1974.
22. MONT, M. A.; PILLA, A. A.; TENREIRO, R. A.; KAUFMAN, J. J. & SIFFERT, R. S. – The effect of ultrasonic stimulation of fresh fracture repair in rabbits. *In: ANNUAL MEETING OF THE BIOELECTRICAL REPAIR AND GROWTH SOCIETY*, 6., Utrecht, 1986.
23. PEACOCK JR., E. E.; WEEKS, P. M. & PETTY, J. M. – Bone studies on the antigenicity of cartilage. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 87: 175-83, 1960.

24. PHEMISTER, D. B. – Treatment of ununited fractures by onlay bone grafts without screw or tie fixation and without breaking down of the fibrous union. *J. Bone Joint Surg.*, 29: 946-60, 1947.
25. ROBIN, P. E.; BENNETT, R. J. & GREGORY, M. – Study of autogenous transposed ossicles, bone and cartilage in man. *Clin. Otolaryngol.*, 1: 295-308, 1976.
26. SANTOS JR., P. V. – *Efeitos da estimulação ultra-sônica sobre o processo de reparo em ferida de extração dental. Estudo histológico em ratos.* Araçatuba, Fac. Odont. Araçatuba, UNESP, 1984. (Tese – Doutorado)
27. SCHAFFER, E. M. & PACKER, M. W. – Periodontal regeneration with cartilage implants. *Dent. Prog.*, 2: 76-81, 1962.
28. SMITH, S. H. – Induction of partial limb regeneration in “Rana pipien” galvanic stimulation. *Anat. Rec.*, 158: 89-97, 1967.
29. TULIO, S. – *Enxerto autógeno livre de cartilagem hialina em mandíbula de ratos. Estudo histológico.* Araçatuba, Fac. Odont. Araçatuba, UNESP, 1982 (Tese de Mestrado).
30. TULIO, S. – *Enxerto autógeno livre de cartilagem hialina com e sem remoção do pericôndrio em processo malar de ratos. Estudo histológico.* Araçatuba, Fac. Odont. Araçatuba, UNESP, 1984 (Tese de Doutorado).
31. URIST, M. R. & McLEAN, F. C. – Osteogenic potency and new-bone formation by induction in transplante to the anterior chamber of the eye. *J. Bone Joint Surg.*, 34a. 443-76, 1952.
32. WEBSTER, W.; HARVEY, W.; DYSON, M. & POND, J. B. – The role of ultrasound-induced cavitation in the “in-vitro” stimulation of collagen synthesis in human fibroblasts. *Ultrasonics*, 18: 33-7, 1980.
33. XAVIER, C. A. M. & DUARTE, L. R. – Estimulação ultra-sônica do calo ósseo: aplicação clínica. *Rev. bras. Ortoped.*, 18: 73-80, 1983.

Recebido para publicação em 25.11.1988