

EFEITO DO ULTRA-SOM SOBRE O DESENVOLVIMENTO DO CALO ÓSSEO- AVALIAÇÃO QUANTITATIVA E MORFOLÓGICA DO PARÂMETRO TEMPO DE ESTIMULAÇÃO

por

ROSIM, R. C.¹; PAULIN, J. B. P.² e GONÇALVES, R. P.³

RESUMO- Trabalhos anteriores procuraram otimizar diversos parâmetros empregados na estimulação da consolidação óssea. Albertin (1983) procurou encontrar o melhor tempo de estimulação, afirmando ser 40 minutos o tempo ideal entre aqueles que utilizou. No entanto, 40 minutos foi o maior tempo empregado, permanecendo então a dúvida com relação ao valor mais apropriado. Neste experimento, procurou-se variar o tempo incluindo-se tempos maiores do que aqueles já utilizados. Foram escolhidos os tempos de 30, 40, 50 e 60 minutos, mantendo-se constantes os demais parâmetros como largura de pulso em 200 s, frequência de repetição em 1000 pps e amplitude em 30 V (pico a pico). Foram realizadas osteotomias transversa incompleta, no terço médio do rádio, no antebraço direito do animal. O grupo experimental foi constituído de 24 coelhos fêmeas divididos em 4 subgrupos de 6 animais cada, e todos os animais de cada subgrupo foram estimulados. O tempo de estimulação diária, para cada subgrupo foi de 30, 40, 50 e 60 minutos respectivamente, durante 15 dias consecutivos. A estimulação teve início 24 horas depois da cirurgia. Após 15 dias de estimulação, foram feitas avaliações radiológicas, histológicas e morfométricas e observou-se maior consolidação óssea para o tempo de 50 minutos, onde a quantidade de osso neoformado foi predominante.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, pesquisadores têm procurado desenvolver equipamentos e também metodologia que auxiliem processos naturais existentes no corpo humano, de forma a obter um melhor e mais eficaz resultado no tratamento de sistemas biológicos.

¹-Pós-graduanda de Bioengenharia - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

²-Professor Assistente Doutor, responsável pelo Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

³-Chefe do Departamento de Morfologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

Em especial, na área de Ortopedia e Traumatologia, tem-se buscado enfrentar alguns problemas patológicos com a utilização de estimuladores, para auxiliar e reverter esses processos. Assim, tem-se utilizado estímulos elétricos, eletromagnéticos e o ultra-som.

Veremos uma revisão dos experimentos que utilizaram o ultra-som como estímulo.

Sabe-se que fibras de colágeno apresentam o efeito piezelétrico, quando forças cizalhantes são aplicadas e este fenômeno foi observado por Fukada e Yasuda (1957). Uma aceleração no crescimento do tecido de reparação de orelhas de coelhos, com a utilização do ultra-som foi observado por Dyson (1968). Duarte (1977) utilizando o ultra-som como um método não invasivo, realizou estimulações em osteotomias de fêmur, fíbulas e costela de coelho, obtendo uma aceleração da osteogênese. Cicatrização de úlceras varicosas foi realizada por Dyson (1971) com aplicação do ultra-som em áreas adjacentes. Albertin (1983) realizou osteotomias em rádio de coelhos adultos, que foram estimulados pelo ultra-som, variando o parâmetro tempo de estimulação em 5, 10, 20 e 40 minutos e mantendo os demais parâmetros constantes. Obteve como melhor resultado o tempo de 40 minutos.

OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho tem por objetivo determinar a otimização do tempo de exposição ao ultra-som pulsante, nos tratamentos do calo ósseo em osteotomias experimentais, mantendo constantes os demais parâmetros.

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizados coelhos fêmeas da raça Nova Zelândia, com peso corporal variando entre 2,5 a 3,5 Kg.

O estudo da ação do ultra-som na reparação óssea foi realizado mediante uma osteotomia transversa incompleta, no terço médio do rádio, no antebraço direito do animal. O grupo experimental foi constituído de 24 animais, divididos em 4 subgrupos de 6 animais cada, sendo que todos os animais de cada subgrupo foram estimulados. O tempo de estimulação para cada um dos subgrupos foi respectivamente de 30, 40, 50 e 60 minutos, durante 15 dias consecutivos.

A estimulação do ultra-som teve início 24 horas após a cirurgia.

Os animais foram anestesiados com Pentobarbital sódico na dose de 33 mg/Kg de peso corporal. Foi feita uma tricotomia e antessepsia do antebraço direito do animal e utilizando uma serra circular, realizou-se uma osteotomia transversa, incompleta, no terço

médio do rádio, provocando uma falha óssea de aproximadamente 1 mm de espessura. Gotejou-se soro fisiológico na osteotomia para diminuir o aquecimento e conseqüente necrose térmica.

O animal era contido em um suporte próprio e mantido em decúbito ventral. O gerador de ultra-som pulsado, testado e calibrado para cada aplicação foi regulado para fornecer pulsos de ultra-som com as seguintes características: amplitude em 30 Volts (pico a pico), freqüência de repetição em 1000 pps, largura de pulso em 200 μ s e freqüência da portadora em 1,5 MHz.

RESULTADOS

Logo após a cirurgia foi feita uma radiografia para avaliar o estado da osteotomia. Pouco antes do sacrifício dos animais, 15 dias após a cirurgia, foram feitas radiografias para determinar o grau de consolidação em diferentes experimentos. A fig. 1 representa os ossos do antebraço direito de animais cuja osteotomia foi estimulada pelo ultra-som por 30, 40, 50 e 60 minutos diariamente. Observou-se que com 50 minutos diário (C) a falha óssea provocada no rádio destes animais se consolidou melhor. Nos animais estimulados durante 60 minutos, fig. (D), não houve favorecimento do reparo ósseo.

Tabela I: Avaliação da área relativa dos tecidos que preencheram a falha óssea.

TRATAMENTO	TIPO DE TECIDO			
	CONJUNTIVO FIBROSO	CARTILAGEM JOVEM	CARTILAGEM MADURA	OSSEO NEOFORMADO
CONTROLE *	13.0	5.5	31.2	18.0
ESTIMULADO 30 min.	25.4	25.0	21.9	13.6
ESTIMULADO 40 min.	18.4	18.3	25.0	20.6
ESTIMULADO 50 min.	14.4	13.4	20.6	27.4
ESTIMULADO 60 min.	9.0	5.2	32.0	23.5

O exame histológico de cortes da falha óssea estimulada pelo ultra-som revela que na estimulação de 30 minutos o tecido predominante na osteotomia é o cartilaginoso; com 40 minutos de estimulação os tecidos predominantes são cartilagem madura e osso neoformado.

Nos cortes dos animais estimulados por 50 minutos as tábuas ósseas estão praticamente refeitas, bem como o trabeculado medular. O estímulo de 60 minutos não provocou proporcionalmente aceleração do reparo ósseo, estando a falha em um estágio igual ou mais precoce que o de 40 minutos

Através da avaliação morfológica foi possível determinar a evolução do reparo ósseo nos animais submetidos a diferentes tempos de estimulação pelo ultra-som. O resultado quantitativo destas áreas estão representados na tabela I. A determinação das áreas relativas das estruturas de preenchimento foi obtida através de técnica morfométrica descrita por Chalkey (1943).

A análise destes resultados mostrou que a maior concentração de tecido ósseo neoformado está nos animais estimulados durante 50 minutos. Em todos os outros grupos, outros tecidos de preenchimento como cartilagem jovem, cartilagem madura e tecido conjuntivo fibroso predominam, indicando estádios mais precoces no processo de reparo ósseo.

DISCUSSÃO

O uso do ultra-som e seu efeito em reparação de tecido ósseo foi investigado por Dyson e col. (1968), Pizzarello e cols. (1975), Xavier e Duarte (1983) e Dyson e Parookes (1983). Estes experimentos demonstraram que o ultra-som pode acelerar o reparo ósseo, mas os mecanismos envolvidos nesse processo ainda não estão bem esclarecidos.

O estímulo ultra-sônico parece ser mais eficiente quando usado durante os 15 primeiros dias, após o trauma, isto é, durante a fase inflamatória e o começo da fase proliferativa da cicatrização, Dyson e col.(1983).

Vários experimentos utilizando o ultra-som como o agente estimulante para o reparo ósseo foram realizados para a otimização de parâmetros e em todos os trabalhos que serão citados abaixo, o animal de experimentação foi o coelho, fêmea, onde realizou-se uma osteotomia no rádio do animal.

De acordo com o trabalho de Albertin (1983) o tempo para uma melhor consolidação óssea foi de 40 minutos de estimulação diária. Permaneceu porém a dúvida com relação à pergunta: seria o tempo de 40 minutos o ótimo para o reparo ósseo? No presente experimento foram utilizados tempos de estimulação intermediários de 30, 40, 50 e também 60 minutos, mantendo-se constantes os demais parâmetros: frequência de repetição de 1000 pps, de acordo com Riolo (1985), largura de pulso de $200 \mu s$ de acordo com Ortega (1986), com amplitude de estimulação de 30 V, pico a pico, com um ciclo de trabalho de 0,2 e intensidade aproximada de 50 mW/cm^2 . Observou-se que para o tempo de 30 minutos, o tecido predominante é o cartilaginoso, para o tempo de 40 minutos os tecidos em evidencia são a cartilagem madura e osso neoformado, em 50 minutos o tecido predominante na fratura é o osso neoformado. Pela análise do corte histológico pode-se verificar que a fratura está

praticamente consolidada. O tempo de 60 minutos não parece satisfatório para a reparação óssea, pois as quantidades dos tecidos conjuntivo fibroso, cartilagem jovem, cartilagem madura e osso neoformado são muitos semelhantes, quando comparados com o controle.

Os resultados histológicos estão de acordo com o estudo radiológico, pois nota-se que para o tempo de 50 minutos a falha óssea apresenta-se praticamente consolidada.

Concluiu-se, então, que o melhor tempo de estimulação para a consolidação óssea, dentro dos parâmetros estudados, foi o tempo de 50 minutos.

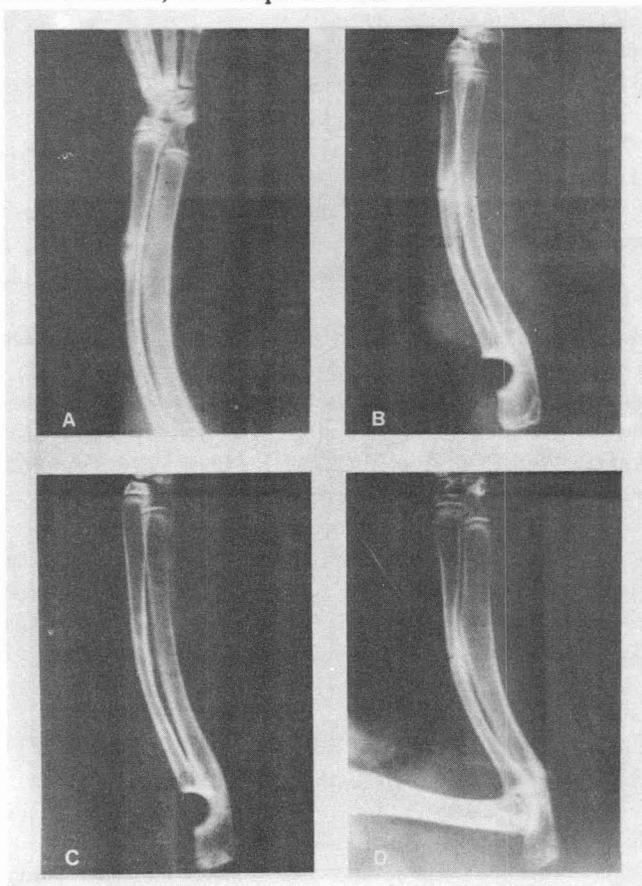


Figura 1. Radiografias dos ossos do antebraço direito de animais cuja osteotomia foi estimulada pelo ultra-som por 30, 40, 50 e 60 minutos.

REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, L.M.(1983),"Efeito do Ultra-som no Reparo de Falha Óssea Experimental. Avaliação Quantitativa e Morfológica do Parâmetro Tempo de Estimulação". São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos e Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Dissertação de Mestrado.
- CHALKLEY, H.W.(1943),"Method for Quantitative Morphologic Analysis of Tissue", Journal of the National Cancer Institute,(4), pages 47-53.
- DUARTE, L.R.(1977),"Estimulação Ultra-sônica do Calo Ósseo.São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos-USP, Tese de Livre-Docência.
- DYSON, M. e PAROOKES, M.(1983),"Stimulation of Bone Repair by Ultrasound",Ultrasound in Medicine and Biology, supplement 2, pages 61-66.
- DYSON, M., POND, J.B. e JOSEPH, J.(1968),"The stimulation of Tissue regeneration by means of Ultrasound",Clinical Science,(38), pages 273-281.
- DYSON, M. e SUCKLING.(1978),"Stimulation of Tissue Repair by Ultrasound", Physiotherapy, (68), page 4.
- FUKADA,E.e YASUDA,I.(1957),"On the Piezoelectric Effect of Bone", Journal of the Physical Society of Japan, (10) pages 1158-1169.
- ORTEGA, J.M.(1986),"Efeito do Ultra-Som no Reparo de Falha Óssea Experimental. Avaliação Quantitativa e Morfológica do Parâmetro Largura de Pulso. São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos e Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP, Dissertação de Mestrado.
- PIZZARELLO,D.J., WOLSKY, A. e BECKER, M.H.(1975),"New Approach to the Effect of Ultrasound on Tissue Growth and Differentiation", Oncology, (31), pages 226-232.
- RIOLO, T.(1985),"Efeito do Ultra-Som sobre o Desenvolvimento do Calo Ósseo. Otimização do Parâmetro Frequência de Repetição dos Pulsos",São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos e Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- USP,Dissertação de Mestrado.
- XAVIER,C.A.M. e DUARTE,L.R.(1983),"Estimulação ultra-sônica do Calo Ósseo.Aplicação Clínica", Revista Brasileira de Ortopedia, Volume 18, Number 3, pages 73-80.

ULTRASOUND STIMULATION ON BONE HEALING. THE OPTIMIZATION OF STIMULATION TIME.

ABSTRACT -- Previous works in ultrasonic stimulation of bone healing dealt with parameters optimization. Albertin (1983) studied the stimulation time and found forty minutes as ideal. However, this stimulation time was the largest one employed and remained some doubt about the most appropriated value. 30, 40, 50 and 60 minutes of stimulation time were selected, while others parameters were held constant with: pulse width in 200 μ s, repetition rate in 1000 pulses per second and amplitude in 30 V. Partial incomplete transverse osteotomies were done in the middle third of radio in the right forearm of rabbits. Twenty four animals divided in four subgroups, with 6 animals each were stimulated. The daily stimulation time for each subgroup was 30,40,50 and minutes

respectively, during 15 consecutive days. The stimulation procedure started 24 hour after surgery. After the stimulation period, radiological, histological and morphometric evaluations were done and greater bone healing was found for the 50 minutes stimulation subgroup, in them new bone was also prominent.