

## ULTRASSOM: O QUE SABEMOS ATÉ AGORA?

Bianca Pínola Longo

### Resumo

O ultrassom é um recurso tecnológico consagrado como forma de eletroterapia. É utilizado pelos fisioterapeutas desde a década de 40 para alívio de dores e modulação da inflamação tecidual. Há menos tempo tornou-se recurso fundamental também em tratamentos na área de Fisioterapia Dermatofuncional e Estética de uma maneira geral. Sabemos que seus efeitos mecânicos e químicos são terapêuticos e são mensuráveis, baseados em evidências. Mas será que sabemos os reais mecanismos pelos quais as ondas acústicas promovem essas mudanças biológicas? O objetivo do presente estudo foi fazer um levantamento bibliográfico sobre o ultrassom e seus mecanismos de interação com os tecidos biológicos utilizando busca e seleção de artigos científicos indexados, pesquisados nas principais bases de dados. O resultado foi elevado índice de publicações investigativas a respeito dos efeitos biológicos e funcionamento do ultrassom, mas as publicações a respeito de como os mecanismos desencadeiam os efeitos biológicos foram escassas concluindo que mais pesquisas sejam feitas a fim de elucidar qual o real mecanismo de ação do ultrassom nos tecidos biológicos.

Palavras-chave: ultrassom, efeitos biológicos, cavitação.

### Abstract

Ultrasound is a technological device which is acclaimed as an electrotherapy resource. It is applied by physical therapists since 1940 for tissue treatment, pain relief and inflammatory maintenance.

There is less time it became crucial resource also for treatments in Physiotherapy Dermatofuncional and Aesthetics, in a general way. It is known that their mechanical and chemical effects are therapeutic and are measurable, based on evidence. But do we really know the real mechanisms by which the acoustic waves promote these biological changes? The objective of this study was to conduct a literature survey about the ultrasound and its interaction mechanisms with biological tissues, searching for scientific publication at main baseline.

The result was an elevated number of investigative publications about the biological effects and how ultrasound works, but the articles about how these mechanisms act on biologic tissue were scarce which suggests that more research can be done to clarify what is the real action mechanism involved in ultrasound application.

Keywords: ultrasound, biological effects, cavitation

---

Fisioterapeuta pela PUC Campinas

Pós graduada em Fisioterapia Dermatofuncional

Pesquisadora no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da KLD Biosistemas

### Introdução

O ultrassom consiste em vibrações mecânicas de alta frequência. São ondas sonoras que provocam oscilações nos tecidos que atravessam por meio do fenômeno da cavitação acústica que compreende um mecanismo de compressão e dilatação da cerâmica piezoelétrica descoberta pelo pesquisador Langevin, em 1917 segundo O'Brien, 2007. Essa compressão e dilatação se reproduzem mimeticamente ao movimento de micromassagem, oscilando os tecidos biológicos e gerando nanobolhas. (Meyer, et. al. 2012).

Essas ondas acústicas encontram-se fora do alcance da audição humana e recebem o nome de ultrassônicas, daí o nome ultrassom. As frequências utilizadas em fisioterapia estão na faixa de 0,75 a

3,0 MHz. Frequências mais altas são utilizadas para diagnóstico de imagem. Até então é sedimentado o conceito de que, o ultrassom terapêutico possui duas frequências: 1 MHz para atingir tecidos mais profundos e 3 MHz para tecidos superficiais, porém este conceito tem sofrido alterações provavelmente devido ao avanço tecnológico do mercado de equipamentos ou aos escassos estudos sobre o mecanismo de ação das ondas acústicas nos tecidos biológicos, ou ambos, que permitiram que variações na forma de entrega do ultrassom fossem aplicadas e aceitas na prática clínica, ainda que de forma tácita.

Segundo, Meyer, et. al. 2012 e Ronzio, et. al. 2012, o ultrassom pode gerar efeito cavitacional mais intenso que aquele já conhecido se variar a potência e a área de irradiação efetiva (do inglês, effective radiation area: ERA) do equipamento emissor e assim ser chamado de ultracavitação.

A forma como essas ondas sonoras se propagam e se comportam, independe da influência cavitária, sofrem atenuação ao atravessar os tecidos, ou seja, à medida que o feixe atravessa os tecidos, tem sua intensidade reduzida pela metade. Esse fato tem relação direta com a quantidade de energia do feixe que está sendo absorvida e com as refrações e reflexões ocorridas nas interfaces entre os tecidos.

Essa agitação acústica gera os conhecidos efeitos biológicos que tem propriedades terapêuticas. Segundo O'Brien ao entrar em ressonância com a matéria o calor gerado pela passagem do ultrassom aumenta a atividade enzimática das células. De acordo com os achados de Gonçalves e col., 2009, o ultrassom pode ser responsável não só por aumento do metabolismo e atividade celular como também pela secreção de várias adipocinas, além de modular funções importantes de neuropeptídeos e hormônios anorexígenos.

Dependendo da intensidade aplicada e da energia concentrada no feixe a cavitação pode ser estável ou instável, podendo, neste último modo levar à destruição do tecido alvo (Meyer, et. al. 2012 e Ronzio, et. al. 2012, Savoia, et. al. 2010, O'Brien, 2007).

#### Efeitos biológicos

Os efeitos fisiológicos decorrem da absorção e modo de emissão das ondas mecânicas. Subdividem-se em efeitos térmicos e efeitos não térmicos (OLSSON, et al, 2008; O'BRIEN, 2006; BAKER, et al, 2001, JOHNS, 2002).

Segundo Baker, et al, o efeito de micromassagem é predominante no modo pulsado, altera a membrana celular tornando-a mais permeável, além de fazer degranulação de mastócitos e angiogênese. De acordo com Johns, o ultrassom pulsado aumenta a produção de proteína e dispara processo de reparação celular, além de atrair células do sistema imune para a área lesada. Segundo Lisboa et al, o ultrassom utilizado precocemente após a cirurgia melhora a circulação sanguínea, linfática, reabsorve hematomas e previne a formação de fibroses.

O modo contínuo do ultrassom une os efeitos fisiológicos já citados com a geração de calor. Segundo ter Haar, Hopewell, o aquecimento que o ultrassom contínuo promove nos tecidos é dose dependente. Baker, et al, atribuem ao efeito térmico aumento da atividade metabólica, do aporte sanguíneo e perfusão sanguínea (JOHNS, 2002) além de aumentar extensibilidade dos tecidos, especialmente daqueles que contêm mais proteína como o colágeno e a elastina. De acordo com Savoia, et al, e Miwa, et, al, o ultrassom estimula as catecolaminas e induz lipólise além de mobilizar triglicerídeos e romper a membrana da célula adiposa.

#### Métodos

O objetivo desta revisão bibliográfica é pesquisar se existem bases que elucidam como esse processo acontece e quais os reais mecanismos de ação que desencadeiam os efeitos biológicos promovidos pelo ultrassom.

A pesquisa foi embasada em um levantamento bibliográfico sobre o que se sabe sobre quais são os mecanismos de ação do ultrassom que desencadeiam efeitos nos tecidos biológicos.

Para isso, foram pesquisados artigos científicos e periódicos nacionais e internacionais nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola, dos últimos 10 anos devidamente indexados, utilizando as palavras-chave: ultrassom, efeitos biológicos e cavitação (ultrasound, cavitation, biologic effects).

A busca retornou ao todo mais de 10.000 artigos, onde foram selecionados somente os publicados em bases de dados como elsevier, medline, scielo, periódicos devidamente indexados ou identificados pelo número de ISSN.

Uma das limitações do estudo foi o fato de existir um número muito baixo de artigos realmente científicos, o que limitou a redação da discussão.

### Resultados

A busca de artigos, iniciada durante a fase de projeto, retornou um elevado índice de publicações investigativas a respeito dos efeitos biológicos e funcionamento do ultrassom, no entanto foram escassas as publicações a respeito de como esse mecanismo desencadeia esses efeitos que estimulam e são capazes de curar disfunções, amenizar inflamações, modular funções das células e diminuir dores.

### Discussão

Segundo O'Brien, a taxa de reações químicas e atividade enzimática celular é dependente da temperatura, dessa forma, conforme aumenta a temperatura do tecido irradiado aumenta a atividade enzimática. Porém temperaturas muito altas podem desnaturar enzimas e causar impacto significativo na estrutura e função das células. Para Gonçalves e col. O ultrassom não deve ser utilizado como recurso seguro, pois variações pequenas em seus parâmetros trazem efeitos diferentes no tecido biológico exposto. Esse achado corrobora com De Bem e col., 2010 que encontraram lesões em derme e epiderme com altas intensidades (2,5 w/cm<sup>2</sup>) no tecido de ratos Wistar. Segundo ter Haar e Hopewell o aquecimento do ultrassom é dose dependente, isto é, o aquecimento é proporcional a quantidade de energia sendo essa uma hipótese que justifica o desencadear dos efeitos biológicos.

Um estudo histológico de Savoia, et. al, 2010, feito em 50 pacientes humanos demonstrou lesão na membrana celular de adipócitos mas não mostrou lesão ou alteração significativa no tecido adjacente confrontando os achados de De Bem e col. e Gonçalvez e col. A energia do ultrassom, depois de ser absorvida pelos tecidos leva ao aumento de temperatura, acarretando a necrose do tecido adiposo, e estudos demonstram que estas lesões são lineares e presentes apenas no tecido adiposo, mantendo as demais estruturas intactas (LIU, et al., 2006). Além de toda a discussão acerca do mecanismo nebuloso que desencadeia as mudanças biológicas, Meyer e col, 2012, citam o termo ultracavitação definindo-o como uma energia cavitacional intensa que será capaz de gerar ondas instáveis e destruir o tecido pela lesão térmica e criação de ciclos de compressão que exercem pressão positiva e negativa gerando uma quantidade de nanobolhas superior as geradas pelo ultrassom convencional; por esse motivo a ultracavitação teria efeito destrutivo somente no tecido adiposo mantendo o tecido adjacente intacto. Miwa, et al, fizeram um estudo experimental em ratos onde constataram que o ultrassom faz mobilização dos triglicerídeos e estimula as catecolaminas, fazendo lipólise por duas vias, hormonal e local corroborando os estudos de Savoia, et al.

De Bem, et. al., cita ainda que as referencias bibliográficas a respeito da aplicação de ultrassom em tecidos sadios é escassa e que os mecanismos que promovem tantas mudanças biológicas ainda permanecem desconhecidos, que vai de encontro a maioria dos achados bibliográficos a respeito de como funciona a modulação tecidual. Porém os achados de que o ultrassom é lesivo no tecido animal confronta com as pesquisas de Savoia, et al e Miwa, et al onde achados histológicos mostram lipólise e mobilização no tecido gorduroso preservando o adjacente. Nas citações acima, diferentes parâmetros foram utilizados e em diferentes tipos de tecidos, tornando o assunto nebuloso e contraditório a respeito de quais são os mecanismos de funcionamento e interação das ondas acústicas com os tecidos biológicos humanos ou animais, ficando claro o confronto na literatura que aponta para uma necessidade de fazer

mais estudos histológicos em tecido humano ou ainda estudos comparativos entre tecido animal e humano com uma mesma intensidade de ultrassom a fim de avaliar os resultados.

Os efeitos terapêuticos ou estéticos do ultrassom são mensuráveis e os tratamentos por terapia ultrassônica são praticados nas clínicas de fisioterapia e estética em larga escala. A ausência ou a escassez de conhecimento sobre os possíveis efeitos colaterais leva a consagração da técnica, porém de forma tácita. Poucos ou nenhum achado bibliográfico tem confirmação na prática clínica.

#### Conclusão

A pesquisa retornou numerosos artigos científicos a respeito do ultrassom, no entanto, escassez do ponto de vista qualitativo.

Os achados bibliográficos mostram divergências de metodologia deixando dúvidas quanto à veracidade desses achados, se realmente é possível comparar a irradiação de ultrassom no tecido vivo com irradiação no tecido *ex vivo*, bem como a irradiação no tecido animal e humano.

Os artigos concordam quanto aos efeitos biológicos, mas o mecanismo de ação permanece desconhecido, o que sugere que mais pesquisas sejam realizadas com uma melhor metodologia a fim de investigar qual o real mecanismo que desencadeia as mudanças nos tecidos.

#### Referências Bibliográficas

1. O'BRIEN JR., W, Ultrasound –biophysics mechanisms. *Progress in Biophysics and Molecular Biology*. 212-255, 2007.
2. MEYER, PF; CARVALHO, MG; ANDRADE, LL; LOPES, RN; DELGADO, AM; ARAÚJO, HG; NÓBREGA, LL; NÓBREGA, MM; SILVA, RM. Efeitos da ultracavitação no tecido adiposo de coelhos. *Fisioterapia Brasil*. Volume 13. Número 2, 2012.
3. RONZIO, AO, ENTONELLI, C, FUCHS, K, BRIENZA, D, DEVEIKIS, I, GOMEZ, D, SILVA, RM, MEYER, PF. Ultracavitación de baja frecuencia. *Revista científica da Escola da Saúde. Universidade Potiguar*. Ano 1. Número 2, 2012.
4. SAVOIA, A, FORENZA, AM, VANNINI, F, ALBERO, F, DI MARINO, MP, BALDI, A. Noninvasive Body Contouring by Low Frequency Ultrasound: a Clinical Study. *Open Reconstructive and Cosmetic Surgery*, 3, 11-16, 2010
5. GONÇALVES, WLS, CIRQUEIRA, JP, ABREU, GR, MOYSÉS, MR. Implicações da Lipoclasia dermosônica no metabolismo energético e na composição corporal de ratos Wistar saudáveis. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. Volume 13. Número 1, 2009.
6. DE BEM, DM, MACIEL, CD, ZUANON, JÁ, NETO. CB, PARIZZOTO, NA. Análise Histológica em tecido epitelial sadio de ratos Wistar (in vivo) irradiados com diferentes intensidades do ultrassom. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, Volume 14. Numero 2, 2010.
7. LIU, HL WEN-SHIANG, C, CHEN, JC, SHIH, TZ, CHEN, YY, LIN, WL Cavitation-enhanced ultrasound thermal therapy by combined low- and high-frequency ultrasound exposure. *Ultrasound in Med. & Biol.*, Vol. 32, No. 5, pp. 759–767, 2006
8. OLSSON, D.C.; MARTINS, V.M.V.; PIPPI, N.L.; MANZATTI, A.; TOGNOLI, G.K., Ultrassom terapeutico na cicatrização tecidual, Vol. 38, *Ciencia Rural*, Santa Maria, 1199-1207, jul, 2008.

9. BAKER, K.G., ROBERTSON, V.J., DUCK, F.A., A Review of Therapeutic Ultrasound: Biophysical Effects, Physical Therapy, New Zeland, 2001.
10. TER HAAR, G., HOPEWELL, J.W., Ultrasonic heating of mammalian tissues in vivo, Br. J. Cancer, Vol. 65, University of Oxford, 1982.
11. JOHNS, L., Nonthermal effects of therapeutic ultrasound: the frequency resonance hypothesis, Journal of Athletic Training, 37 (3):293-299, Hamden, 2002.
14. MIWA H, KINO M, HAN L-K, TAKAOKA K, TSUJITA T, FURUHATA H , Effect of UltrasoundApplication on Fat Mobilization. Pathophysiology. 2002.