

CONTATO DIRETO x BOLSA COM ÁGUA: COMPARAÇÃO DO AQUECIMENTO GERADO POR ULTRASSOM TERAPÊUTICO

B.L.S. Fagundes*, A.P.M. Moraes *, L.S. de Lima*, T.P. Omena*^{***}, R.M. Costa**, W.C.A. Pereira**, M.A. von Krüger**

* Curso de Fisioterapia-Faculdade de Medicina/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

**Programa de Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

Email: barlopes@gmail.com

Resumo: O ultrassom terapêutico (UST) é um método muito utilizado na prática clínica da fisioterapia, mais comumente usado em casos de lesões de tecidos moles ou para promover o aquecimento e relaxamento muscular. Quando a região anatômica a ser irradiada é irregular, preconiza-se o uso de bolsas d'água como meio acoplador. Devido ao pouco estudo dessa técnica e a grande utilização da mesma na área clínica, este trabalho tem o intuito de elucidar o aquecimento da irradiação por meio da bolsa com água em comparação ao método de contato direto, mais tradicionalmente usado na prática clínica, em regiões anatômicas mais regulares. Foram realizadas medições, *in vitro*, dos dois métodos acima citados, com o objetivo de analisar o aquecimento gerado pelo UST. Foi observado que a técnica de contato direto apresentou um aquecimento maior quando comparado com a técnica de bolsa com água, apresentando uma diferença de até 25,4 °C. Sendo assim foi concluído que a nível terapêutico, a técnica de contato direto, se apresentou mais eficaz em relação a bolsa d'água, por apresentar uma maior diferença de temperatura, porém não inviabilizando o uso da técnica de bolsa com água.

Palavras-Chave: Ultrassom terapêutico, bolsa com água, contato direto.

Abstract: *Therapeutic ultrasound (TUS) is a widely used method in clinical practice of physical therapy, most commonly used in cases of soft tissue injury or promote heating and muscle relaxation. When the anatomical region to be irradiated is irregular, it is recommended the use of high water bags as a coupling medium. Due to the scarce study of this technique and its wide use in the clinical area, this paper aims to clarify the irradiation heat (ou warmth) through the water bag compared to the method of direct contact, more traditionally used in clinical practice in more regular anatomical regions. Two in vitro measurements were performed using the methods mentioned above, with the aim of analyzing the heat generated by UST. Direct contact presented greater heat compared to water bag technique. The temperature difference reached 25.4 °C. The conclusion is, in therapeutic level, the direct contact technique showed to be more effective compared to the water bag, since it offers greater*

temperature difference. Nonetheless, water bag is still a feasible technique.

Keywords: *Therapeutic ultrasound, water bag, direct contact*

Introdução

Na fisioterapia, a radiação ultrassônica é frequentemente utilizada no tratamento de lesões de tecidos moles, alívio da dor, aumento da permeabilidade celular, aumento do metabolismo da região irradiada, relaxamento muscular, e em tratamentos estéticos.

A dose ideal utilizada no tratamento é aquela que aumenta a temperatura dos tecidos até 40-45 °C, e a mantém por, no mínimo, 5 minutos. Nesta faixa, os tecidos são submetidos aos efeitos fisiológicos desejados, tais como aumento do fluxo sanguíneo, redução do espasmo muscular e da rigidez articular, diminuição da inflamação e aumento da extensibilidade das estruturas colágenas [1,2]. Porém, alguns autores consideram que a variação de 1°C na temperatura já promoveria efeitos fisiológicos terapêuticos [1], tais como aumento na circulação sanguínea, aumento da resistência do tecido conjuntivo entre outros já citados.

A eficácia da terapia depende, basicamente, de dois fatores: o protocolo de aplicação adotado e a resposta do equipamento. Basicamente, três técnicas de aplicação do UST são muito exploradas na prática clínica [3,4,5]: contato direto, onde o transdutor é posicionado sobre o tecido a ser irradiado, utilizando gel como um meio de acoplamento [3]; bolsa com água, que utiliza uma luva de látex preenchida de água sobre a área irradiada, também usando o gel clínico como condutor tanto entre a pele e a luva quanto entre a luva e o transdutor [4] e método de imersão, onde a área a ser irradiada é submersa em um recipiente com água, devendo ser proporcional ao tamanho do local irradiado, com o transdutor posicionado de forma perpendicular à área em tratamento e mantido a uma certa distância [3, 5].

Apesar do uso das três técnicas pelos fisioterapeutas, não há muitos estudos demonstrando a eficácia destas. No estudo de Guirro *et al* [6] que avaliou o uso de colimadores, balão e uma luva de látex, no caso desta última, supõe-se que a borracha foi o fator atenuante da

onda mecânica, apresentando uma transmissividade média de apenas 21% das ondas ultrassônicas emitidas.

Este trabalho tem como objetivo analisar o padrão de aquecimento gerado pelo UST nas técnicas de contato direto e bolsa com água, e compará-los, utilizando um *phantom* mimetizador das propriedades acústicas e térmicas do tecido adiposo.

Materiais e Métodos

Para aquisição de dados de temperatura nos dois métodos utilizados (contato direto e bolsa com água) e avaliação dos resultados foi utilizado um calorímetro de alumínio cilíndrico (diâmetro interno 46,50 mm, diâmetro externo 50,81 mm e comprimento 59,18 mm) com quatro termopares (tipo J), onde estes foram inseridos de forma a coincidir no centro do eixo de propagação do feixe ultrassônico. Além disso, foram fixados de forma longitudinal e com 10 mm de distância entre si [7] (Figura 1). O calorímetro possui um *phantom* de silicone que mimetiza as propriedades acústicas e térmicas do tecido adiposo, com altura de 53,18 mm.

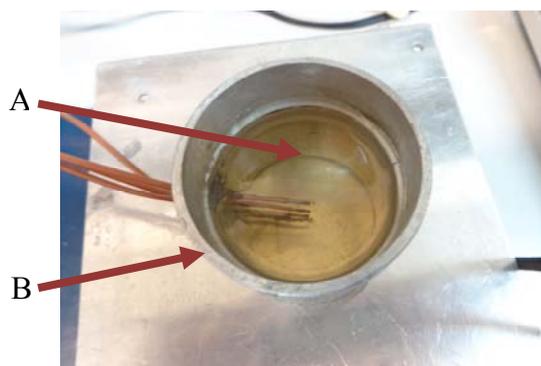


Figura 1: (A) *Phantom* de silicone inserido no calorímetro (B). Pode-se visualizar os termopares inseridos no *phantom*. Para este estudo foi utilizado para medição somente o termopar mais superficial com 10 mm de distância.

Aquisição dos dados de temperatura - Para a técnica da bolsa com água foi utilizada uma luva de látex preenchida com água destilada e deionizada e colocada acima do calorímetro. Este foi posicionado sobre a placa absorvedora de energia ultrassônica (Aptflex) e o transdutor foi fixado em um suporte acima da bolsa com água, usando gel como meio condutor. A montagem experimental pode ser vista na Figura 2.

Para a técnica de contato direto, o calorímetro foi posicionado sobre uma placa absorvedora de energia ultrassônica (Aptflex). O transdutor foi posicionado com sua face em contato com a parte central do *Phantom* como mostra a Figura 4. Foi utilizado gel como meio condutor.

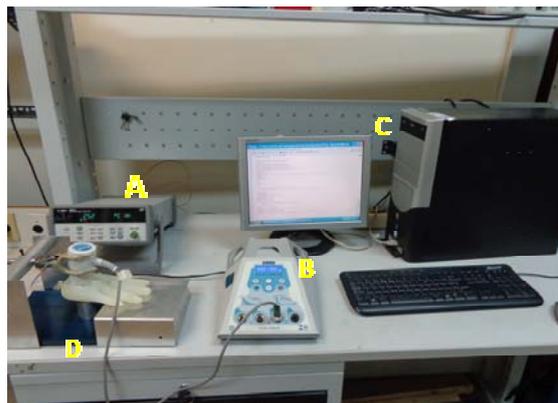


Figura 2: Arranjo experimental do método de bolsa com água. (A) sistema de medições multicanais; (B) ultrassom terapêutico; (C) Computador com o software em Matlab; (D) montagem experimental com transdutor preso ao suporte, luva de látex preenchida com água e calorímetro.



Figura 3: Montagem experimental com bolsa com água acoplada ao transdutor sobre o calorímetro com o *phantom*. Foi utilizado gel condutor como forma de acoplamento.

Para ambos os métodos foi utilizado um equipamento de ultrassom terapêutico (*Avatar III*, KLD TUS0203) em que foi realizada medição da potência acústica de saída com uma balança de força de radiação (Model UPM-DT-1 AV114/ Ohmic Instruments CO.).

O protocolo de irradiação adotado foi: modo contínuo, frequência de 1MHz, tempo de 180s, ERA e intensidade nominais (fornecidas pelo fabricante) de, respectivamente, 5,0 cm² e 0,7 W·cm⁻² e os valores estimados da ERA e da intensidade (medidos no laboratório) foram: 3,33cm² e 1,22 ± 0,02 W·cm⁻², respectivamente.

Para aquisição de temperatura foi utilizado um sistema de medições multicanais (34972A, Agilent) controlado por um software em *Matlab*®. Para as duas técnicas foi empregada a técnica estática, onde não há movimentação do transdutor durante a irradiação.

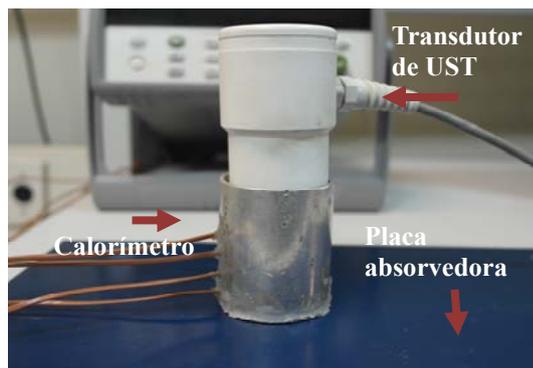


Figura 4: Montagem experimental para a técnica de contato direto.

O tempo total de aquisição foi de 700s, onde foram observadas as temperaturas antes, durante e após a irradiação. Foram realizadas 5 medições para cada técnica, e entre as medições houve uma pausa de 10 minutos para que o calor se dissipe e a temperatura retorne ao patamar inicial.

Para este trabalho, foi realizada a aquisição da temperatura apenas no termopar mais superficial, com 10 mm de distância da face do transdutor ultrassônico. Foram obtidas 5 medições para cada técnica. A análise foi feita em planilha Excel®.

Resultados

As tabelas 1 e 2 mostram os dados obtidos das medições da técnica de contato direto e bolsa com água, respectivamente, com suas médias e desvio-padrões.

O comportamento da temperatura ao longo do tempo das médias das duas técnicas são exibidos no Gráfico 1.

Tabela 1: Valores de temperatura [°C] obtidos nas 5 medições na técnica de contato direto (M1, M2, M3, M4, M5) e as médias. São apresentadas as temperaturas mínimas (T_{mín}), máximas (T_{máx}), temperatura média (T_{méd}) e a variação de temperatura no phantom (ΔT).

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	Média
T_{mín}	24,8	24,9	24,6	25,4	25,1	24,9
T_{máx}	55,3	57,6	56,5	56,6	55,3	56,2
T_{méd}	36,1	36,8	36,1	36,9	36,3	36,5
ΔT	30,5	32,6	31,9	31,2	30,2	31,3

Tabela 2: Valores de temperatura [°C] obtidos nas 5 medições na técnica de bolsa com água (M1, M2, M3, M4, M5) e as médias. São apresentadas as temperaturas mínimas (T_{mín}), máximas (T_{máx}), temperatura média (T_{méd}) e a variação de temperatura no phantom (ΔT).

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	Média
T_{mín}	22,4	22,8	22,6	23,4	23,7	23,0
T_{máx}	27,2	26,6	33,5	28,6	28,3	28,8
T_{méd}	24,5	24,5	26,8	26,1	25,9	25,6
ΔT	4,7	3,7	10,8	5,1	4,5	5,8

Discussão

Este trabalho teve como objetivo, avaliar o aquecimento obtido em duas técnicas da terapia por UST comumente usadas em clínicas e hospitais. Foi utilizado o mesmo protocolo de irradiação em ambas as técnicas. Foi observado que a técnica de contato direto gerou um aquecimento no corpo de prova consideravelmente maior quando comparado com o aquecimento gerado pela técnica de bolsa com água, como pode ser visualizado no Gráfico 1.

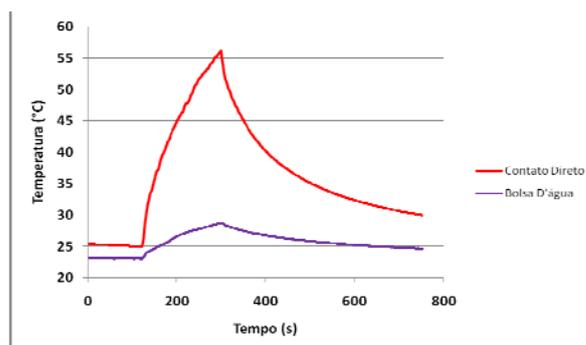


Gráfico 1: Médias dos valores obtidos de Temperatura [°C] ao longo do tempo [s] das técnicas de contato direto e bolsa com água, no termopar posicionado a 10 mm de profundidade no *phantom*.

O padrão do aquecimento foi observado de acordo com a variação de temperatura do *phantom* (temperatura máxima – temperatura mínima). A média de aquecimento foi de $31,3 \pm 0,9$ °C para o contato direto e $5,8 \pm 2,9$ °C para a técnica de bolsa com água. A variação de temperatura, ou seja, o aquecimento com contato direto atingiu 32,6°C, já com bolsa com água, somente 10,8°C.

Para este estudo o transdutor não foi movimentado durante as aquisições de temperatura, e o tempo de irradiação foi menor do que o usualmente utilizado em tratamentos. Apesar deste modelo experimental não ter considerado a perfusão sanguínea e a movimentação do transdutor, pode-se observar que o uso da luva de látex preenchida com água atenuou a energia acústica transmitida para o *phantom*. Fato também descrito por Guirro *et al* [6] que relatou uma média de transmissividade de apenas 21% das ondas ultrassônicas emitidas ao utilizar uma luva de látex preenchida com água para avaliar a potência acústica em uma balança de força de radiação comparada ao uso somente de água.

Como passos futuros pretende-se realizar um maior número de repetições para ter um maior tamanho amostral, como também realizar a comparação com movimentação do transdutor.

Conclusão

Com relação ao aquecimento promovido pelo ultrassom, a técnica de bolsa com água apresentou-se com menor eficácia quando comparada ao contato

direto, porém são necessários novos estudos para poder elucidar melhor e mais profundamente a eficácia da técnica de bolsa com água.

Agradecimentos

À FAPERJ, ao CNPq e à CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

- [1] Merrick MA, Bernard KD, Devor ST, et al. Identical 3-MHz ultrasound treatments with different devices produce different intramuscular temperatures. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2003; 33(7): 379-85.
- [2] Prentice WE. Ultra-som terapêutico. In: *Modalidades terapêuticas para fisioterapeutas*. 2004, 2 ed, cap. 10, Porto Alegre, Brasil, Editora ArtMed.
- [3] VJ Robertson, AR Ward. Limited interchangeability of methods of applying 1MHz ultrasound. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1996; 77(4):379-84.
- [4] Bélanger A. “Ultrasound therapy”, *Therapeutic electrophysical agents: evidence behind practice*, Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2010, ch. 20, pp. 386-420.
- [5] Ward AR, Robertson VJ. Dosage factors for the subaqueous application of 1MHz ultrasound. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1996; 77(11): 1167-72.
- [6] Guirro R, Cancelieri AS, Sant' Anna IL. Avaliação dos meios intermediários utilizados na aplicação do ultra-som terapêutico. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2001; 5 (2): 49-52.
- [7] Omena TP. Calorímetro diferencial com matriz linear de termopares para avaliação do aquecimento ao longo do feixe ultra-sônico gerado por equipamentos de fisioterapia [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2009.
- [8] Maggi L E. Caracterização das propriedades acústicas de novos materiais visando a confecção de Phantoms ultrassônicos [tese] Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2011.
- [9] Niikawa R. Measurement of temperature rise in phantom using infrared imaging by varying pulse repetition frequency. *Proceedings of Symposium on Ultrasonic Electronics*. 2011; 32: 407-408.
- [10] Yamazaki S. Investigation on the Usefulness of the Infrared Image for Measuring the Temperature Developed by Transducer. *International Ultrasonics Symposium Proceedings*. 2008; 978(1): 1698-1701.