



Avaliação do aquecimento por ultrassom na interface *phantom* de tecido mole/prótese de tíbia

Thiago da Silva Figueiredo^{1*}, Cleysson Luiz Marcelino da Costa¹, Pedro Guilherme Bastos¹, Thaís Pionório Omena¹, Wagner Coelho de Albuquerque Pereira^{1*}, Marco Antônio von Krüger¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

**agora.thiago@gmail.com, wagner.coelho@ufrj.br*

Histórico, Motivação e Objetivo. Pacientes submetidos à artroplastias podem evoluir com dor, rigidez articular, aderências cicatriciais e edema, comprometendo sua recuperação e o retorno às atividades diárias. O Ultrassom fisioterapêutico (UST) poderia ser parte de um plano de tratamento, porém sua utilização em áreas contendo próteses é controversa, pois a interação das ondas ultrassônicas com próteses de metal ou de polietileno ainda não é bem conhecida. Sendo assim, Fisioterapeutas preferem não utilizar tal ferramenta por questões de segurança do paciente. O objetivo deste trabalho foi: avaliar o aquecimento gerado por UST em 4 posições na interface phantom/prótese de tíbia e medir as propriedades acústicas do material que a constitui.

Métodos. A metodologia deste estudo apresenta 2 etapas: (1) Avaliação do aquecimento com sensores de temperatura (termopares); (2) Avaliação das propriedades acústicas: velocidade de propagação, coeficiente de atenuação e impedância acústica. Na etapa 1 foram utilizados: ultrassom fisioterapêutico (Avatar III, KLD) com transdutor de 1 MHz, prótese de Polietileno Ultra Alto Peso Molecular (UHMWPE) (componente tibial do joelho), 4 termopares do tipo K (cromel/alumel), phantom de tecidos moles de $0,8 \times 10^{-3}$ m de espessura (PVCP + Alumina), placa de aquisição de dados NI USB-9162 (National Instruments), microcomputador com software (Signal Express 2009, LabVIEW), termômetro digital (MTH-1362, Minipa). O protocolo de irradiação ultrassônica foi: 1 MHz, modo contínuo, intensidade de 5×10^3 W/m² durante 120 segundos. O experimento foi realizado imerso em uma cuba com água destilada à temperatura de $24,4 \pm 0,5^\circ\text{C}$. O transdutor foi fixado em um suporte em contato direto com o phantom, o qual foi posicionado sobre a face anterior da prótese de tíbia. Os termopares foram fixados em relação à face anterior da prótese nas profundidades: 0,0 m, $0,4 \times 10^{-3}$ m, $16,0 \times 10^{-3}$ m e $18,5 \times 10^{-3}$ m respectivamente. O experimento foi repetido 10 vezes. Os dados foram analisados em planilha tipo Excel para cálculo da média e desvio padrão de temperatura. O UST foi previamente aferido (quanto à potência e área de radiação eficaz-ERA) no Laboratório de Ultrassom da COPPE/UFRJ. Na etapa 2 foram utilizados: gerador de função arbitrária (AFG 3021, Tektronix); osciloscópio (TDS 2024, Tektronix), transdutores de 1, 3 e 5 MHz (Olympus, USA); duas amostras do material que compõe a prótese de platô tibial (Zimmer Polietileno Ultra Alto Peso Molecular) sendo um cilindro de $31,2 \times 10^{-3}$ m de comprimento e uma placa de espessura de $7,78 \times 10^{-3}$ m. A montagem experimental foi: 2 transdutores de mesma frequência imersos em água e alinhados segundo seu eixo longitudinal, o cilindro entre os transdutores, transversal ao eixo de propagação da onda. Em seguida, o gerador foi configurado para emitir 1 MHz à 10 Vpp. Então, a partir do tempo de voo entre os dois transdutores foi calculada a velocidade de propagação. Para avaliar o coeficiente de atenuação, foram utilizados os mesmos equipamentos. A placa foi inserida entre os tradutores,



XXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica

Armação de Búzios – RJ – Brasil

October 21st to 25th, 2018

transversal ao eixo de propagação da onda, o gerador foi configurado para emitir pulsos de 20 ciclos nas frequências de 1,3 e 5 MHz. Então foi medida a diferença de amplitude do sinal recebido com e sem a amostra para cada frequência. Assim foi calculado o coeficiente de atenuação em Nepers/m pela fórmula $I_2/I_1=e^{-\alpha x}$, levando-se em conta os coeficientes de transmissão das duas interfaces. Foi medida a densidade do material utilizando um picnômetro com água e a impedância do material obtida pelo produto da velocidade de propagação da prótese pela densidade.

Resultados. Etapa 1: Foi observado o aquecimento como a diferença entre as temperaturas final e inicial dada pelo termopar, em cada experimento. O aquecimento maior foi observado no termopar mais superficial (a) atingindo a máxima de 35,05°C. As médias de temperatura nos termopares foram de: a (8,83±0,70); b (2,90±0,27); c (0,89±0,30); d (0,52±0,03). Etapa 2: A velocidade de propagação na prótese foi de 2260 m/s e a impedância de 2,25 Mega-rayls. Os coeficientes de atenuação foram: 400 dB/m a 1 MHz, 1310 dB/m a 3 MHz e a 2480 dB/m a 5 MHz.

Discussão e Conclusões. Na região do termopar mais superficial (a) houve aumento em torno de 9,0°C, sendo, portanto, considerado um aquecimento potencialmente perigoso ao paciente (>4°C), entretanto, a aplicação do transdutor foi feita sem movimentação e ainda não se sabe a partir de qual faixa de temperatura haverá danos à prótese estudada. Com relação aos coeficientes de atenuação, estes são comparáveis com os dos tecidos e o valor de impedância indica que a prótese possivelmente reflete bem menos que o osso, já que o valor desta é mais próximo dos tecidos moles, ou seja, a interface deve aquecer menos. De acordo com a literatura¹, o coeficiente de atenuação da tíbia é de cerca de 4000 dB/m a 2,9 MHz e a velocidade de propagação é de 4000 m/s. Sendo assim, a prótese analisada apresentou propriedades acústicas inferiores à da tíbia, portanto, em princípio não haveria danos à prótese pela irradiação ultrassônica.

Agradecimentos. Às agências CNPq (projeto número 311.650/2017-1), CAPES/PROEX e Faperj (E-26/203.041/2015).

Palavras-chave. Terapia por Ultrassom; Prótese Articular; Fisioterapia.

Referências.

1. KAYE, G. W; LABY, T. H. Tables of Physical and Chemical Constants and Some Mathematical Functions. Londres: Longman Sc & Tech, 16 ed. 624 pp, 1995. ISBN-10: 0582226295.