

Estudo térmico numérico em sarcomas ósseos

C.C. Rua¹, V.C.C. Oliveira², P.A.G. Piloto³, E.M.M. Fonseca⁴, J. Belinha⁵, R.M. Natal Jorge⁶, J.C. Vasconcelos⁷

^{1,3} LAETA, INEGI, Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Departamento de Mecânica Aplicada, Portugal

² Centro Hospitalar do Porto, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto (CHP-ICBAS), Portugal

^{4,5} LAETA, INEGI, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Departamento de Engenharia Mecânica, Portugal

⁶ LAETA, INEGI, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Departamento de Engenharia Mecânica, Portugal

⁷ Serviço Médico de Imagem Computorizada Boavista (SMIC), Diretor Clínico SMIC Boavista, Porto, Portugal, vaspot@sapo.pt

Palavras-chave

- Sarcoma, tumor ósseo, cimento, PMMA.

1. Introdução

Os sarcomas são tumores heterogêneos que se formam no tecido ósseo, tecido conjuntivo, tecido cartilageneo, tecido muscular, tecido adiposo, nervos periféricos e vasos sanguíneos, geralmente nas extremidades.

A cimentação é uma técnica utilizada por exemplo, em procedimentos percutâneos como vertebroplastia, cifoplastia, osteoplastia e sacroplastia. Os cimentos ósseos são biomateriais sintéticos compostos por um polímero (pó) e um componente líquido (monómero). A introdução de cimento ósseo no tecido tem como objetivo tratar ou prevenir fraturas patológicas vertebrais e extraespinhais, aliviar a dor em doentes com osteoporose e metástases, por exemplo.

Os cimentos ósseos mais utilizados são os acrílicos, PMMA (polimetilmetacrilato), devido às propriedades estruturais, físicas, excelente biocompatibilidade, fácil manipulação e baixo custo. Uma desvantagem na utilização de cimentos ósseos é o desenvolvimento da necrose térmica durante o processo de polimerização.

2. Objetivos

Avaliar a minimização da evolução de sarcomas ósseos através da injeção de ampolas de PMMA no preenchimento do espaço da lesão lítica tumoral.

Esta metodologia permite verificar na interface cimento e tecido adjacente, o aumento de temperatura que poderá minimizar o crescimento de metástase ósseas.

São obtidos resultados nos modelos computacionais, pela utilização de diferentes composições de cimento ósseo comerciais e respetivas curvas de polimerização.

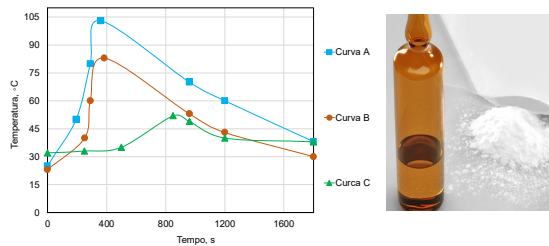


Figura 1 - Curvas de polimerização.

Conclusão

- As zonas adjacentes ao PMMA atingem valores de elevada temperatura.
- A escolha da composição do PMMA é de importância significativa pela libertação de calor que impõe.
- A Curva C apresenta o menor pico de temperatura.
- O processo de cura do cimento determina o alcance da área e consequente necrose no tecido com lesão.

3. Materiais, Métodos e Resultados

Foram obtidos modelos computacionais, através da avaliação de imagens médicas, para grupos de análise (género, idade, órgão afetado e patologia associada).

O modelo representa uma zona do fémur proximal com metástase por leitura de imagens médicas, pacientes do género feminino, idade inferior a 70 anos, média no diâmetro externo cortical 32,9mm e interior 20,6mm.

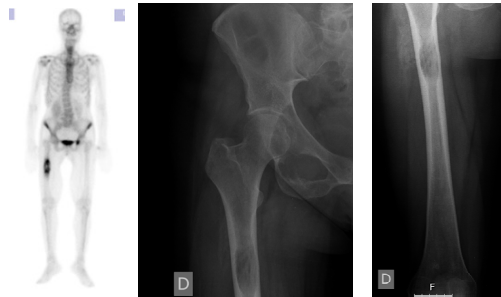


Figura 2 - Imagens médicas obtidas através de Raio-X.

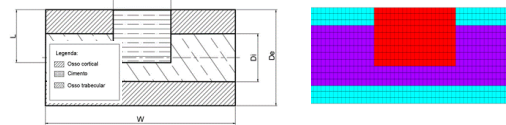


Figura 3 - Desenho representativo do modelo.

O modelo computacional incorpora uma análise térmica, regime transiente, pela utilização do método de elementos finitos. As propriedades dos materiais (cimento, osso) são função de valores da literatura.

Tabela 1. Propriedades térmicas

Material	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]
Ossos cortical	2100	0.38	1260
Ossos trabecular	620	0.39	4926
Cimento PMMA	1.1×10^3	0.2	2000

Os resultados são campos de temperatura, em que o efeito do processo de cura do cimento determina o alcance da área afetada pelo efeito térmico.

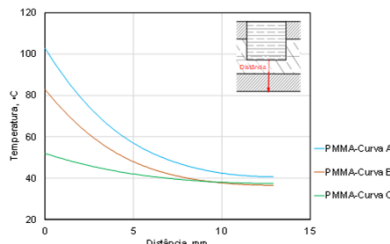


Figura 4 - Temperatura, função da distância no tecido ósseo, para o pico da polimerização do PMMA.

A necrose corresponde à zona cinza dos modelos.

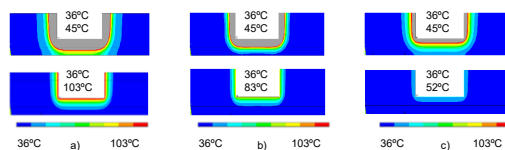


Figura 5 - Análise térmica, função da: a) Curva A, b) Curva B e c) Curva C.

Referências

- Konstantinos Katsanos, Tarun Sabharwal, Andreas Adam (2010). Percutaneous Cementoplasty. *Seminars in Interventional Radiology*, 27(2), 137-147.
- The Esmo/European Sarcoma Network Working Group. (2014). Bone sarcomas: ESMO Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Annals of Oncology*, 25(Supplement 3): iii113-iii123.
- Pérez, M. A., Nuño, N., et al. (2009). Computational modelling of bone cement polymerization: Temperature and residual stresses. *Computers in Biology and Medicine*, 39, 751-759.