

AVALIAÇÃO DO DESGASTE VOLUMÉTRICO EM ACETÁBULOS DE POLIETILENO PARA PRÓTESE TOTAL DE QUADRIL

ENEBI 2009: 2º Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica

MSc. Eng. Daniel Hamburg Piekar, Fundação CERTI - Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras, Florianópolis, SC, Brasil. Email: dhp@certi.org.br,

Prof. Dr. Luiz Sérgio Marcelino Gomes, ICE-SECROT - Serviço de Cirurgia e Reabilitação Ortopédico-Traumatológica, Batatais, SP, Brasil. Email: marcelin@com4.com.br

Clodoaldo de Campos Marques, Fundação CERTI - Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras, Florianópolis, SC, Brasil. Email: ccm@certi.org.br

MSc. Eng. André Luiz Meira de Oliveira, Fundação CERTI - Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras, Florianópolis, SC, Brasil. Email: ao@certi.org.br

1. Introdução

O desgaste do componente acetabular de polietileno de ultra-alto peso molecular (UHMWPE) é a principal causa de afrouxamento asséptico em próteses de quadril [2]. Como parte de um projeto de pesquisa que visa determinar o desgaste in-vivo através de medidas radiográficas, foram realizadas medições por coordenadas em 72 componentes acetabulares, utilizando o método dimensional baseado na norma NBR ISO 14242-2:2006 [1]. O desgaste dos acetábulos será realizado utilizando um centro de usinagem com ferramenta de corte especial, simulando diversas condições de desgaste típicas, para diversos graus de versão-anteversão. Esse resumo apresenta materiais, métodos e resultados esperados.

2. Materiais e métodos

A avaliação do desgaste foi dividida em duas etapas: antes e depois do procedimento de desgaste mecânico no centro de usinagem. Para cada etapa é medido o volume interno dos acetábulos em [mm³] e a massa do acetábulo em [g].

As medições pelo método dimensional foram realizadas utilizando uma máquina de medir por coordenadas de alta exatidão Zeiss ZMC-550, com uma incerteza global estimada em:

$$U_{95\%} = \pm[1 + L/250] \mu\text{m} \text{ (com L em mm).}$$

Foram medidos 2 grupos de 36 acetábulos cada um, sendo o primeiro de 22 mm de diâmetro nominal e o segundo de 28 mm de diâmetro. Para cada acetábulo, uma nuvem contendo 15000 pontos como mínimo é adquirida pelo método de *scanning* (Fig. 1). Lotes de 18 acetábulos foram medidos por vez, graças a um *pallet* de fixação fabricado especialmente para tal fim. A partir da nuvem de pontos de cada acetábulo foi avaliado o volume interno utilizando um algoritmo de Convex Hull em 3D [3] programado em Matlab®, que permite recriar a malha mínima de faces triangulares

sobre uma superfície qualquer e, como consequência, determinar o seu volume interno.

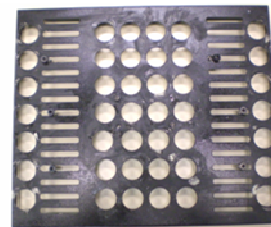


Figura 1: *Pallet* fabricado especialmente para possibilitar a correta fixação dos acetábulos.

Além da medição do volume interno foram avaliados o diâmetro médio do acetábulo e a esfericidade, ambos por mínimos quadrados.

As medições de massa foram realizadas utilizando uma balança analítica de precisão com uma incerteza máxima estimada em 0,1 mg.

A análise comparativa entre medições pelo método dimensional e gravimétrico não é nova. Diversos autores têm abordado esse tema previamente, entre eles Masaoka, et.al [5]. Os resultados dessas pesquisas indicam o método dimensional como sendo mais preciso que o método gravimétrico.

3. Resultados

3.1 Medição de volume pelo método dimensional

O volume interno obtido antes da fase de desgaste foi obtido como resultado dos procedimentos previamente explicados na seção anterior, juntamente com a avaliação da massa dos acetábulos. Até o momento, somente a primeira etapa de medições foi executada e espera-se que ainda no ano 2009 a segunda etapa seja realizada, sendo apresentada dentro do escopo do trabalho de pesquisa mencionado previamente.

Nesta primeira etapa é possível analisar o estado atual dos acetábulos prévio ao desgaste. Foram analisados o

diâmetro médio, volume interno inicial, esfericidade (erro de forma do acetábulo) e massa inicial. Como resultados, foram estabelecidos os seguintes parâmetros médios (Tabela 1):

Grupo	Parâmetro	Valor Médio	Desvio padrão
Lote 1 (36 acetábulos) Diâmetro Nom.: 22 mm	Massa (g)	13,669	0,056
	Diâmetro (mm)	22,362	0,017
	Volume (mm ³)	2759,181	2,113
	Esfericidade (mm)	0,032	0,006
Lote 2 (36 acetábulos) Diâmetro Nom.: 28 mm	Massa (g)	18,926	0,175
	Diâmetro (mm)	28,113	0,015
	Volume (mm ³)	5139,997	2,612
	Esfericidade (mm)	0,034	0,007

Tabela 1: Resultados das medições antes do desgaste.

Analisando a tabela anterior, é possível concluir que a sensibilidade na medição do volume (método dimensional) é maior que na medição da massa (método gravimétrico), resultado que confirma em primeira instância a idoneidade da medição por coordenadas na avaliação do desgaste volumétrico. A confirmação final da aptidão do método dimensional será realizada quando avaliada sua incerteza de medição, finalizada a segunda etapa de medições após o desgaste mecânico dos acetábulos.

Outro resultado da primeira fase de medições é a avaliação gráfica da esfericidade dos acetábulos, através de um mapa de cores como apresentado na figura a seguir (Fig. 2).

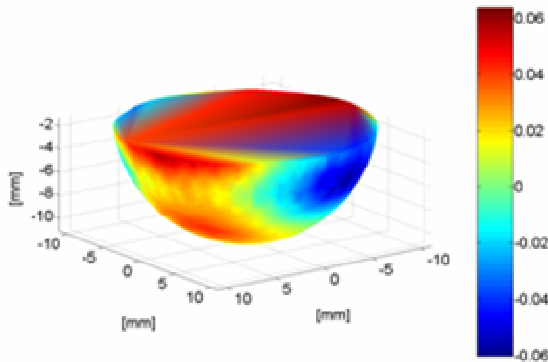


Figura 2: Mapa de cores indicando desvio de esfericidade no acetábulo.

Os desvios em vermelho indicam falta de material em relação à esfera média (22 mm), enquanto que desvios em azul indicam excesso de material. Mesmo assim, utilizando a norma NBR ISO 7206-2:1999 [4] como referência, é possível concluir que os acetábulos atendem perfeitamente a especificação de esfericidade máxima de 0,1 mm.

3.2. Medição de volume pelo método gravimétrico

A partir das medições de massa obtidas previamente, é fácil determinar o volume conhecendo a densidade ou volume específico do material dos acetábulos. Nesse

caso, para UHMWPE temos uma densidade de 0.940 mg/mm³ [5]. Portanto, o volume é determinado utilizando a equação (1):

$$Vg = \frac{m_{\text{Acetábulo}}}{\rho_{\text{UHMWPE}}} \quad (1)$$

Os valores de massa média (por lote) dos acetábulos foram apresentados previamente na Tabela 1. É importante lembrar que o volume achado pelo método gravimétrico não é o volume da concavidade interna do acetábulo, mas sim o volume do acetábulo como um todo. Mesmo assim, dado que o parâmetro final será a diferença de volumes antes e depois de desgastar, o valor achado será comparável àquele achado pelo método dimensional.

4. Discussão

Os resultados informados em 3.1 e 3.2 mostram o estado atual do projeto, já que a avaliação após desgaste ainda não foi realizada. Posteriormente ao desgaste, os acetábulos serão medidos por ambos os métodos (dimensional e gravimétrico), conforme procedimento relatado anteriormente. Esses resultados serão então utilizados para realizar uma análise de correlação entre os dois métodos.

Como conclusão da pesquisa far-se-á a apresentação dessa análise, acompanhado de um posicionamento crítico sobre ambos os métodos de avaliação de desgaste em acetábulos de quadril.

5. Agradecimentos

Aos financiadores da Rede Multicêntrica de Avaliação de Implantes Ortopédicos – REMATO: MCT, MS, DECIT, FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos, e ao fabricante MDT Indústria e Comércio de Implantes Ortopédicos pelo suporte técnico fornecido.

Referências bibliográficas

- [1] NBR ISO 14242-2:2006, Implantes para cirurgia – Desgaste de prótese total de articulação de quadril – Parte 2: Métodos de medida.
- [2] H.-G. Willert; Reactions of the Articular Capsule to Wear Product of Artificial Joint Prostheses; Journal Biomedical Materials Research, 1977, 11, p. 157.
- [3] Barber, C. B., D.P. Dobkin, and H.T. Huhdanpaa, "The Quickhull Algorithm for Convex Hulls," ACM Transactions on Mathematical Software, Vol. 22, No. 4, Dec. 1996, p. 469-483.
- [4] NBR ISO 7206-2: Implantes para cirurgia - Próteses parcial e total de articulação de quadril - Parte 2: Superfícies de articulação feitas de materiais metálico, cerâmico e plástico
- [5] Toshinori Masaoka, Ian C. Clarke, Kengo Yamamoto, Jiro Tamura, Paul A. Williams, Victoria D. Good, Hiromu Shoji, Atsushi Imakiire: "Validation of volumetric and linear wear-measurement in UHMWPE cups--a hip simulator analysis", WearVolume 254, Issues 5-6, March 2003, Pages 391-398.