

MODELAGEM DE MARCHA E SIMULAÇÃO DE DESGASTE EM PRÓTESE DE JOELHO

LOPES, Afonso Heitor Favaretto (Engenharia Mecânica/UNIBRASIL)

FARIA , Alexandre Pereira de (Engenharia Mecânica / UNIBRASIL)

SCHNEIDER, Fábio Alencar (Engenharia Mecânica /UNIBRASIL)

SOUZA , Ricardo André de (Colaborador /UNIBRASIL)

Resumo: Este projeto apresenta o estudo da modelagem tridimensional e a análise biomecânica dos componentes de uma prótese de joelho e da análise paramétrica da passada envolvendo aplicações de forças no conjunto da prótese. As simulações computacionais sobre o modelo cinético permitem a análise dinâmica do conjunto, avaliando as cargas e tensões presentes e implementando melhorias e correções no projeto da prótese. O uso das ferramentas computacionais em comparação com a experimentação por meio de modelos físicos se justifica pelo seu baixo custo. As simulações em computador contribuem para os avanços da prática ortopédica, no estudo da biomecânica do joelho e no desenvolvimento de materiais e projetos biomecânicos de maior desempenho e durabilidade. Após o domínio da modelagem cinemática da marcha normal, pode-se introduzir virtualmente pequenas variações do movimento, simulando patologias, posturas ou sobrepeso, e passando à análise dinâmica, sua influência sobre o desgaste de prótese de joelho.

Palavras-Chave: biomecânica, modelagem de marcha, artroplastia de joelho, Newton, Biocompatível, axiomas, e leis da natureza, lei da gravidade.

A marcha é um meio do corpo para se deslocar de um local para outro, sendo o meio mais conveniente de percorrer curtas distâncias. (Perry, 2005) A funcionalidade permite aos membros inferiores se acomodar prontamente a graus de mudanças de superfície e obstáculos no caminho. Enquanto a conservação de energia do sistema é ótima no padrão normal de ação dos membros inferiores, na chamada marcha patológica o sistema apresenta uma série de desvios indesejáveis. A marcha patológica pode estar associada diferentes doenças de origem órticas, musculares e neurológicas. O joelho tem participação imprescindível na marcha pois transmite cargas, e participa no movimento, auxiliando no equilíbrio e promovendo a amplificação das forças transmitidas à perna.

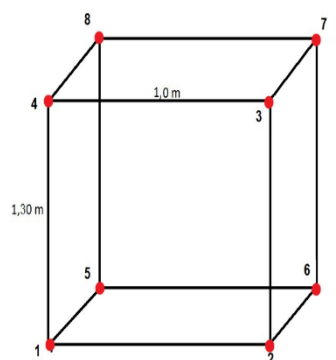
O joelho do ser humano é a maior e, possivelmente, a mais complexa articulação do corpo, sendo composta pela articulação tíbio-femoral e pela articulação patelo-

femoral. Esta dupla articulação sustenta forças e momentos bastante elevados e por se situar entre dois ossos de elevado comprimento (fêmur e tíbia) torna-se particularmente sujeita a lesões (Godinho,2006). Processos inflamatórios crônicos de caráter progressivo, como artrite e artrose, afetam principalmente a cartilagem dessa articulação causando dor e comprometendo a mobilidade. Estes processos estão associados a problemas na produção do líquido sinovial, responsável pela lubrificação da articulação, resultando no contato direto entre os ossos e levando a deterioração destes causando dores acentuadas até à impotência funcional. Quando tratamentos fisioterápicos e medicamentosos não fazem mais efeito no organismo a aplicação da artroplastia total do joelho é o nome dado ao procedimento de implantação de uma prótese que substitui completamente os elementos que constituem a articulação do joelho (Paulo, 2010).

O presente trabalho descreve a obtenção de dados paramétricos do movimento durante a marcha normal sobre esteira e a modelagem tridimensional de um sistema biomecânico simplificado com a finalidade de simular as cargas e tensões que incidem sobre a articulação do joelho. Num primeiro momento foi realizado um experimento de captura de movimentos baseada em imagens de vídeo as quais foram processadas no aplicativo Skill Spector, da Video4Coach, para consequente extração de dados.

O experimento de aquisição de dados paramétricos cinemáticos da marcha teve como princípio utilização de imagens captadas por duas câmeras focadas em um calibrador sobre uma esteira ergométrica. O calibrador (Figura 1) constitui-se de uma estrutura prismática metálica de base quadrada de 1 m por 1 m e altura de 1,30 m baseada na distância do pé até a espinha ilíaca. Os pontos anatômicos a serem digitalizados foram determinados por meio de marcadores sobre a pele e dispostos no tornozelo, joelho e quadril (Figura 2). Este trabalho contou com a orientação de um especialista em fisioterapia. As imagens obtidas foram carregadas e processadas por meio do aplicativo Skill Spector permitindo a digitalização dos pontos e geração de relatórios e gráficos com informações espaciais e temporais tridimensionais sobre dados lineares e angulares do movimento.

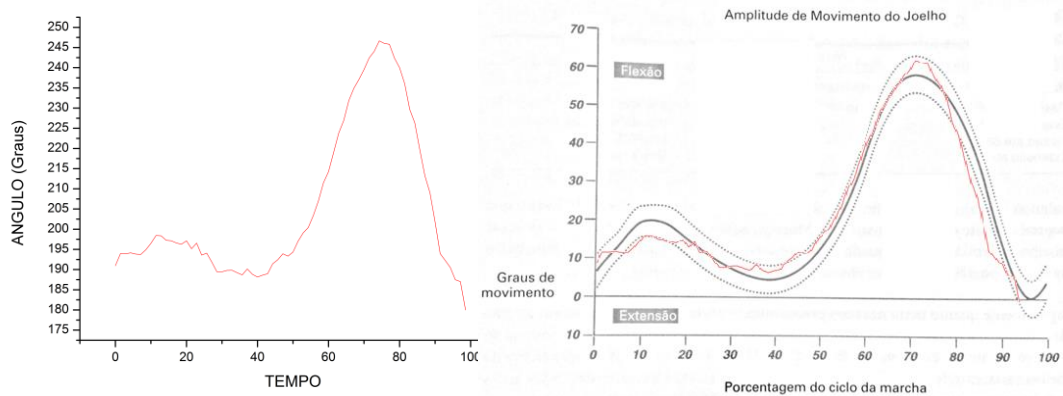
Figura 1: Representação calibrador





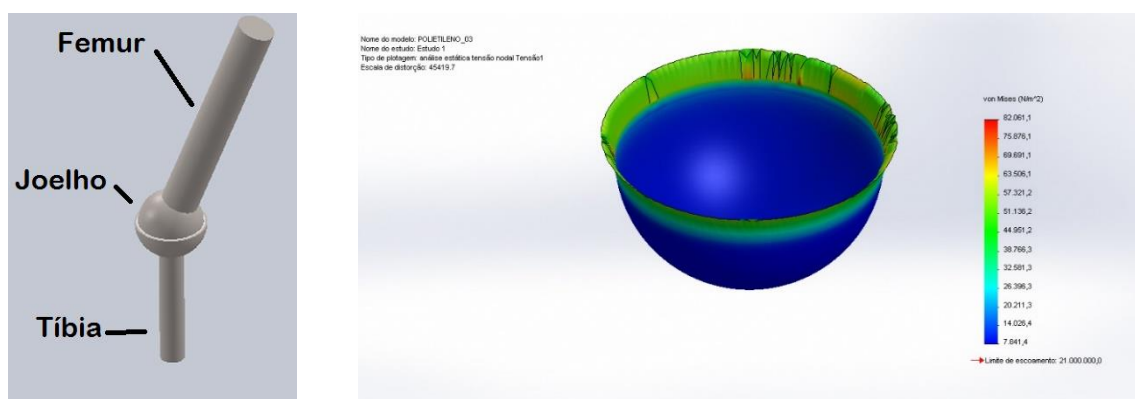
Os resultados obtidos para os deslocamentos do joelho foram validados por meio da comparação com dados existentes na obra “Análise da Marcha” de Jacqueline Perry. A comparação dos dois gráficos abaixo mostra que o padrão da curva para a variação angular do joelho no plano sagital se encontra dentro da amplitude esperada de 70° em relação aos movimentos de extensão e flexão da articulação. Dessa forma pode-se afirmar que os dados capturados se encontram dentro de uma margem de erro aceitável como é possível notar pela sobre posição da curva gerada pelo Skill Spector e a curva presente na obra de Perry. Embora apresente-se aqui apenas esta referência, outras pesquisas foram consultadas e o mesmo padrão foi encontrado.

Figura 3: Comparação dados angulares do joelho durante uma passada



Uma vez obtidos os dados cinéticos dos pontos de articulação dos membros inferiores, passou-se a fase de simulação das tensões que são aplicadas na articulação do joelho. Para tanto foi realizada a modelagem de um sistema simplificado cujos componentes representam a tíbia, a articulação do joelho e o fêmur. Entre o componente tibial e o componente femoral do sistema foi incluído um componente que representa ou o menisco ou o componente de polietileno na prótese total de joelho. A modelagem tridimensional e montagem do conjunto foi realizada por meio de software de CAD paramétrico. As simulações realizadas para um modelo estático com ângulo de 180° entre a “tíbia” e o “fêmur” e com uma única possibilitaram a visualização da distribuição de tensões e deformações no componente de polietileno.

Figura 4: Modelagem sistema simplificado. Deformação componente de polietileno



Neste trabalho apresenta-se o resultado de um projeto de pesquisa em andamento no âmbito de uma Iniciação Científica na área da biomecânica. Os resultados obtidos até o momento contemplam uma investigação acerca da captura de dados cinemáticos da marcha humana e a modelagem e simulação do carregamento de forças num sistema

simplificado estático constituído pelo fêmur, joelho e tíbia. Desenvolvimentos futuros devem implementar a simulação num modelo dinâmico que apresente a variação das distribuições de tensões e deformações sobre o componente de polietileno em cada fase do ciclo da marcha. Do mesmo modo, estão previstas a modelagem e simulação aplicadas a modelos mais acurados tanto dos ossos quanto da prótese. Este estudo pretende dar uma contribuição ao estudo do desgaste do componente de polietileno da prótese possibilitando novas investigações sobre novos materiais que lhe dê mais vida útil e, consequentemente, reduza o número de cirurgias de revisão que a pessoa implantada tem que submeter.

REFERÊNCIAS

PERRY, J. Análise de Marcha: Marcha Normal. Vol. 1. Manole, São Paulo, 2005

PAULO, Daniel de Castilho. Influência na distribuição das cargas, do alinhamento da componente tibial numa prótese total do joelho, 2010.

NETO, Francisco Paulino de Abreu. Analise Ergonômica e Cinemática do Movimento de Golpear Pedras com o Implemento Marreta, 2014.

COMPLETO, A. M. G.. Estudo numérico e experimental da biomecânica da prótese do joelho. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2006. Tese (Doutorado)

BROND, Jan. Biomechanics made simple..... SkillSpector. Video4Coach. 2009. Disponível em <http://video4coach.com/imagesfile/SkillSpector%20Documentation%20English.pdf><