

Modelagem Computacional



Universidade Federal de Juiz de Fora



Workshop em Modelagem Biomecânica

17 e 18 de Janeiro de 2011

Instituto de Ciências Exatas e Faculdade de Engenharia
Pós-graduação em Modelagem Computacional
Universidade Federal de Juiz de Fora

Organização:

Prof. Luis Paulo da Silva Barra

Prof. Rodrigo Weber dos Santos

Mestrado e Doutorado em Modelagem Computacional, UFJF

www.mmc.ufjf.br

LOCAL: Sala S308 – Prédio REUNI / ICE

Apoio:

Universidade Federal de Juiz de Fora.
Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional.

Instituto de Ciências Exatas

CAPES/MEC

Faculdade de Engenharia

Programação

**Todas as atividades serão realizadas na
Sala S308 – Prédio REUNI / ICE**

17/01/2011 – Manhã

10:00-12:30

**Defesa de dissertação do Mestrado em Modelagem Computacional, UFJF
Bernardo Lino de Oliveira**

“Modelagem Quantitativa da Eletromecânica do Tecido Cardíaco Humano”

Doenças cardiovasculares estão relacionadas com um alto índice de mortalidade no mundo. Tendo isto em vista, a modelagem computacional do coração tornou-se uma ferramenta importante no teste de novas drogas e no desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas de diagnóstico. O objetivo deste trabalho é o estudo e o desenvolvimento de novos modelos para o acoplamento eletromecânico de células e tecidos cardíacos, em especial do ventrículo esquerdo humano. Este trabalho foi dividido em duas principais etapas: 1) Desenvolvimento de um novo modelo para a eletromecânica dos miócitos cardíacos do ventrículo esquerdo humano. 2) A incorporação deste modelo em simulações de maior escala, isto é, de tecidos cardíacos. Tratamos neste trabalho os problemas numéricos e metodológicos associados aos modelos de eletromecânica do coração. Além disso, analisamos a influência da deformação mecânica em características eletrofisiológicas de interesse clínico, como o formato das ondas de eletrogramas ventriculares.

Banca Examinadora:

Dr. Rodrigo Weber dos Santos(UFJF), Orientador
Dr. Luis Paulo da Silva Barra (UFJF), Co-orientador
Dr. Elson Magalhães Toledo (UFJF), Co-orientador
Dr. Joakim Sundnes (Simula Laboratory, Norway)
Dr. Estevam Barbosa de Las Casas (UFMG)

17/01/2011 – Tarde

15:30-16:30 - Dr. Ricardo Leiderman, UFF

“Modelagem computacional multiescala de tecidos biológicos: Formulações diretas e inversas para a estimação de parâmetros biomecânicos”

Este trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um método numérico confiável para a estimação da distribuição espacial da densidade de microvascularização (MVD) e da permeabilidade intersticial em tecidos moles vascularizados a partir de uma coleção de campos de deslocamento obtida durante a relaxação do tecido. Estes campos de deslocamento podem ser obtidos utilizando-se técnicas de elastografia em conjunção com técnicas de imageamento médico convencionais, tais como ultrasonografia ou tomografia computadorizada. Densidade de microvascularização elevada está fortemente associada à presença de tumores sólidos devido ao fenômeno conhecido como angiogênese. No presente projeto nós utilizamos um modelo matemático multiescala poroelástico para a mecânica de tecidos moles vascularizados que contempla a troca de fluidos entre o interstício (matriz extra celular) e os capilares. A esta troca de fluidos dá-se o nome de filtração. Este modelo é essencialmente uma variante do modelo bifásico para a mecânica de tecidos avasculares, tal como cartilagem, que incorpora a troca de fluidos mencionada. Com o auxílio deste modelo, nós formulamos problemas inversos para a reconstrução espacial dos parâmetros biomecânicos acima mencionados e propomos algumas estratégias computacionais de solução diferentes para os problemas formulados. De uma maneira geral, essas estratégias de solução se dividem em duas categorias principais: soluções por abordagem direta e soluções por abordagem iterativa.

16:30-17:00, Coffee Break

17:00-17:45 - Profa. Flávia Bastos, UFJF

"Análise Numérica do Contato Oclusal Dentário Humano"

O objetivo deste estudo foi obter área, forças e pressões reais de contato, que atuam sobre o esmalte dentário humano, em função da pressão nominal durante o contato oclusal dentário. O desenvolvimento descrito consistiu em três etapas: caracterização da rugosidade da superfície de contato através do teste de perfilometria 3D, análise por elementos finitos das micro-respostas para cada par de asperezas principais em contato, e homogeneização das macro-respostas assumindo uma determinada função de densidade de probabilidade. A deformação plástica do esmalte foi considerada, ajustando a curva tensão-deformação do esmalte para aquela obtida através de ensaios de dureza instrumentada, realizados com ponta esférica. A parte mecânica do coeficiente de atrito estático foi estimada como a razão entre as componentes tangencial e normal da força resistiva, resultando em 0,057. Menos de 1% dos pares em contato atingiram o limite de elasticidade do esmalte, indicando que o contato oclusal é essencialmente elástico. Os micro-modelos indicaram uma dureza média de 6.25GPa e o resultado homogeneizado para a interface macroscópica foi cerca de 9GPa. Mais refinamentos da metodologia e verificação experimental podem fornecer uma melhor compreensão dos processos relacionados ao atrito e desgaste do esmalte dental humano.

17:45-18:30 - Prof. Flávio de Souza Barbosa, UFJF

"Aplicação de métodos numéricos no auxílio à solução de problemas odontológicos"

Problema 1: Melhoria do diagnóstico de cáries com o auxílio de redes neurais.

A redução da presença de cáries vem sendo acompanhada por alterações na forma que esta patologia vem se apresentado. Estas alterações tornaram mais difícil o reconhecimento destas lesões, que agora demandam métodos com melhores performances para diagnosticá-las. Vários métodos vêm sendo desenvolvidos, porém estes têm se mostrado específicos para certas regiões do dente. O desenvolvimento da informática permitiu aos profissionais da área de saúde utilizarem modelos matemáticos como critério de diagnóstico. Dentre estes modelos, os conhecidos como Redes Neurais Artificiais estão se destacando, em particular os Perceptrons. Neste problema, uma série de radiografias de dentes foram avaliadas por 25 dentistas. A partir dos diagnósticos fornecidos pelos dentistas, no que se refere à presença ou não de cáries, buscou-se incrementar o grau de confiança dos diagnósticos, através da metodologia de redes neurais.

Problema 2: Investigação da qualidade óssea ao redor dos implantes dentários usando processamento de imagens radiográficas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade óssea ao redor de implantes dentários por meio de processamento de imagens radiográficas. A idéia básica consiste em: Partindo-se de uma primeira série radiográfica tomada na colocação da prótese, ou seja, sem implantes carregados, e de uma segunda série radiográfica tirada 24 meses após a colocação da prótese, ou seja, após o carregamento dos implantes, avaliar de forma semi-automática, com o auxílio de técnicas de processamento de imagens alguma possível variação radiográfica. Os resultados mostraram diferenças nos níveis de cinza das radiografias que poderiam estar relacionadas ao aumento da densidade óssea. Esta análise digital pode permitir um aumento na objetividade do método de análise de radiografias para além dos critérios subjetivos de interpretação pessoal.

18/01/2011 – Manhã

9:15-10:00 - Franciane C. Peters, doutoranda COPPE/UFRJ

“Determinação da Fração de Ejeção Cardíaca por meio da Tomografia por Impedância Elétrica”

A fração de ejeção cardíaca é um parâmetro clinicamente relevante pois está altamente relacionada ao funcionamento do coração. Atualmente, a tecnologia e os métodos não invasivos envolvidos na medição da fração de ejeção cardíaca, como ressonância magnética, tomografia computadorizada e ecocardiograma, não permitem que este importante parâmetro seja monitorado continuamente. Assim, será apresentada um método alternativo para monitoramento contínuo da fração de ejeção cardíaca baseado na Tomografia por Impedância Elétrica. A técnica proposta assume a existência de imagens recentes de ressonância magnética do coração utilizadas para reduzir o espaço de busca do problema inverso. Serão apresentadas simulações com imagens bidimensionais de RM e medidas de potencial elétrico obtidas sinteticamente por meio da solução numérica da Equação de Laplace. Limitações e potencialidades da técnica proposta serão discutidos.

10:00-11:00 - Prof. Joakim Sundnes, Simula Research Laboratory, Norway

"A computational study of electro-mechanical interactions in the infarct injured heart"

The rhythmic contraction of the heart is regulated by a close coupling of electrical and mechanical processes. The most obvious coupling is known as excitation-contraction coupling (ECC), which describes the electrical signal triggering contraction of the muscle cells. Less obvious, but also of fundamental importance, is the fact that mechanical state of the cells and tissue will affect their electrophysiology, an effect commonly referred to as mechano-electric feedback (MEF). Although the role of MEF is not fully understood, it is believed to play an important regulatory function in the healthy heart, but also to amplify electrical heterogeneities in the infarct injured heart. The latter is a potential source of fatal arrhythmias in chronic infarction patients.

Computer simulations stand out as a promising path towards increased understanding of electro-mechanical interactions in the heart, and in particular to fully uncover the role of MEF in post infarct arrhythmias. However, the simulations are challenging to perform because of the complexity and strong non-linearity of the relevant mathematical models. In this talk we will address these computational issues, and propose a set of solution methods based on operator splitting techniques. The derived computational methods will then be applied to a model of infarct injured sheep hearts, to study the effect of MEF in the border zone surrounding the infarcted region.

11:00-11:30, Coffee Break

11:30-12:15 - Prof. Estevam Barbosa de Las Casas, UFMG

“Projeto de uma haste intramedular para fraturas de fêmur em bezerros neonatos”

Descreve-se diversas etapas de um projeto de uma haste a ser inserida no canal medular de bezerros recém nascidos com fratura de fêmur, buscando assim uma maneira eficiente e barata de se alcançar a consolidação deste tipo de fratura. Para o dimensionamento da haste, as seguintes etapas estão sendo desenvolvidas: estudo da cinemática do movimento do bezerro na marcha e ao se levantar, análise dinâmica inversa para estabelecimento dos esforços atuantes no fêmur, desenvolvimento de projeto do material polimérico a ser utilizado na prótese, análise numérica do fêmur com a haste quando de sua implantação, simulação numérica da evolução do osso do fêmur durante sua utilização, testes in vivo.