

1 Introdução

A expansão da pele é um processo fisiológico no qual a pele aumenta sua área superficial em resposta a uma deformação imposta. É uma nova técnica de cirurgia plástica que foi desenvolvida usando a pele expandida, como por exemplo, em seios (depois de mastectomia) e cicatrizes.

Para expandir a pele, um expansor de silicone é implantado debaixo da derme. Um líquido salino preenche o expansor aumentando a área superficial da pele expandida.

Em trabalho anterior, Carvalho (2004), foi obtida uma equação constitutiva da pele comparando os resultados medidos, em pacientes, correlacionando a pressão interna no expansor de pele com o volume de líquido injetado. A identificação dos parâmetros da pele foi feita utilizando um modelo de elementos finitos através do programa ABAQUS.

Durante a obtenção dos dados in vivo, um fenômeno foi observado. Em algumas expansões da pele, principalmente no início, inseria-se o líquido no expansor sem praticamente nenhum acréscimo na pressão intra-expansor. Estas expansões nem sempre chegaram a bom termo, tendo a cicatriz apresentado problemas. Observamos que, nos casos citados, a expansão estava sendo realizada sobre uma região gordurosa.

1.1. Objetivo da dissertação

Neste trabalho investigamos, numérica e experimentalmente, o comportamento não linear de membranas planas finas sob a ação de expansores. Em Carvalho (2004), constatou-se um comportamento diferenciado do enchimento de expansores em regiões mais ou menos adiposas. Em vista disso nos propusemos a analisar numérica e experimentalmente a expansão de membranas sobre base rígida e elástica e comparar seus resultados com o intuito de dar subsídios aos cirurgiões ao expandirem a pele em regiões muito adiposas.

Este trabalho dá continuidade à linha de pesquisa desenvolvida na área de expansão de membranas, como em Alvim (1999) e Fragoso (1995) com a orientação da Professora Djenane Cordeiro Pamplona.

Na formulação teórica do problema, considerou-se que a membrana é fabricada com um elastômero, sendo o material considerado como incompressível, homogêneo, isótropo (Treolar, 1975). Para descrever o comportamento deste tipo de material sob grandes deformações, utilizamos, em geral, as leis constitutivas denominadas de Neo-Hookeana ou de Mooney-Rivlin (Green & Adkins, 1960); outra lei constitutiva também utilizada para este material é a chamada lei constitutiva de Ogden (Ogden, 1972) que tem sido usada tanto para materiais elastoméricos incompressíveis quanto para aqueles levemente compressíveis. Estas leis constitutivas têm também sido usadas para modelar certos tecidos biológicos, em virtude da existência de algumas similaridades entre materiais poliméricos e tecidos vivos (Fung, 1981).

Na análise experimental, esta geometria e estes tipos de carregamento citados foram investigados e os resultados comparados com os resultados obtidos através da solução numérica das equações não-lineares de equilíbrio, usando-se o algoritmo de Runge-Kutta juntamente com o método de Newton-Raphson.

1.2. Organização do texto

No capítulo 2 é apresentada a revisão bibliográfica levantada para essa dissertação, mostrando os fatores que têm participação nesse fenômeno de expansão da pele.

No Capítulo 3 é descrita a formulação numérica da expansão de membranas. São descritas as equações necessárias a este estudo e relacionadas às possíveis condições de contorno a serem consideradas, bem como a formulação para o estudo da base elástica.

No capítulo 4 são apresentados os procedimentos e aparatos utilizados na realização dos ensaios de laboratório, tanto para a base rígida quanto para a base elástica.

No capítulo 5 são apresentados os métodos numéricos utilizados para solução dos sistemas de equações obtidos no capítulo 3. É descrito o método de solução através da integração numérica das equações diferenciais de equilíbrio.

No Capítulo 6 são apresentados os resultados experimentais e numéricos, onde é feita uma comparação entre os mesmos. É apresentada uma análise paramétrica levando em conta a espessura da membrana, assim como a escolha da lei constitutiva e determinação das constantes elásticas da borracha e da base elástica.

Finalmente, no Capítulo 7 são apresentadas as principais conclusões baseadas nos resultados obtidos, bem como algumas sugestões de tópicos a serem pesquisados posteriormente.