

Resumo

A presente tese estuda o comportamento mecânico do ouvido médio para uma melhor compreensão da sua função.

Construiu-se um modelo geométrico dos principais componentes do ouvido médio, a partir de imagens de TAC sendo feita a respectiva discretização, utilizando o método de elementos finitos. As propriedades dos materiais foram obtidas da literatura e aplicadas as respectivas condições fronteira. Foi utilizada uma formulação de contacto para simulação dos ligamentos capsulares, sendo os ligamentos da cadeia ossicular ao seu exterior simulados como tendo um comportamento hiperelástico.

Foram feitos estudos de análise estática e dinâmica, incluindo o cálculo dos modos próprios de vibração. Em sequência destes estudos foi possível obter os deslocamentos ao nível do umbo e da platina do estribo, para diferentes níveis de pressão acústica aplicada sobre a membrana timpânica e os resultados comparados com outros trabalhos conhecidos da literatura. Foram analisadas as tensões ao nível dos ligamentos e cruras do estribo. Determinaram-se as rotações na base do estribo para diferentes níveis de pressão acústica e para distintas frequências. A utilização de um modelo constitutivo com activação permitiu analisar a influência dos músculos, tensor do tímpano e estapediano, tendo-se confirmado os dados fisiológicos descritos na literatura, bem como a importância de cada um dos músculos na protecção do ouvido interno.

Abstract

The present thesis studies the mechanical behaviour of the middle ear for a better understanding of its function.

It starts with a geometric modelling with the main components of the middle ear, based on imagiology and simultaneously with the respective finite element method discretization. The mechanical properties available in the literature are considered

and boundaries conditions applied. The connection between ossicles is done using a contact formulation, which can be interpreted as a simulation of the capsular ligaments. Hyperelastic behaviour of the ligaments was taken into account.

Static and dynamic studies were done, including the eigenvalues and eigenmodes evaluation. Following these studies, it was possible to obtain the umbo and footplate stapes displacements for the different sound pressure levels, applied in the eardrum, and the results compared with others previously published. The suspensory ligaments and crus stapes stresses were analysed. The footplate rotations were obtained for different frequencies and sound pressure levels. The muscles (tensor tympani and stapedial) influence was analysed, using a constitutive model with activation, being confirmed by physiology data, as well as, the importance of each one of the muscles in the inner ear protection.