

MODELLING OF COCHLEAR MECHANICS

Karel PELLANT¹, Daniel DUŠEK²

Rezumat. *Articolul de față descrie crearea unui model tridimensional cu elemente finite (EF) ale cohleei, adică al organului auditiv periferic al urechii interne. Forma reală și proprietățile mecanice reale ale cohleei umane au fost folosite pentru construirea unui model cu EF. Acest model conține: (1) Capsulă osoasă ce are 2½ spire; (2) Utriculul sculei, fereastra ovală și cea rotundă de la intrarea în ductul (canalul) cohlear; (3) Spațiul spiralat cu fluid al ductului cohlear, umplut cu endolimfă; (4) Spațiul spiralat cu fluid al scalei vestibulului și al scalei timpanului, umplut cu perilimfă; (5) spiralele membranei bazilare și membranei Reissler. Analiza armonică a fost aplicată pe acest model pentru a simula funcția cohleei ca analizor de sunet. Sistemul de programe ANSYS a fost utilizat pentru crearea unui model cu EF și pentru studiul vibrațiilor membranei bazilare. Analiza armonică a acestui model a fost evaluată pentru frecvențe de stimulare de ordinul a 250 Hz până la 10 kHz. Stimularea a fost asigurată prin deplasarea oscioarelor scăriței de la intrarea în scala medie, adică în fereastra ovală. Răspunsul a fost o undă progresivă în ductul cohlear, aceasta excitând vibrațiile membranei bazilare. În cazul stimulării la frecvențe înalte, deplasarea maximă a membranei bazilare a fost localizată la capătul ei bazal și, totuși, în cazul unei stimulări la frecvențe joase, deplasarea maximă a membranei bazilare a fost localizată la capătul său apical.*

Abstract. *The paper describes the creation three-dimensional finite element (FE) model of cochlea i.e. of the peripheral auditory organ of the inner ear. The real shape and real mechanical properties of human cochlea were used for the construction of FE model. The model contains: (1) The bony capsule showing the 2½ coils; (2) the utricle of saccule, oval and round window in the entrance of cochlear duct; (3) the coiling fluid space of cochlear duct filled by endolymph; (4) the coiling fluid spaces of the scala vestibuli and scala tympani filled by perilymph; (5) the spirals of basilar and Reissner's membrane. Harmonic analysis was applied on the model to simulate the function of the cochlea as sound analyzer. The program system ANSYS was used for the creation of FE model and also for the studies of basilar membrane vibrations. Harmonic analysis of this model was evaluated for stimulating frequencies in the range of 250 Hz to 10 kHz. Stimulation was ensured via displacements of the stapes in the entrance of scala media i.e. in the oval window. The response was a traveling wave in cochlear duct, this wave excited the vibrations of basilar membrane. In the case of high frequency stimulation the maximal displacement of basilar membrane was located at its basal end, however, in the case of low frequency stimulation the maximal displacement of basilar membrane was located at its apical end.*

Keywords: modeling, human cochlea, basilar membrane, Reissner's membrane, harmonic analysis, ANSYS.

¹ Prof., Institute of Solid Mechanics, Mechatronics and Biomechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, Czech Republic.

² Eng., Institute of Solid Mechanics, Mechatronics and Biomechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, Czech Republic.