

Głównym celem niniejszej pracy jest przebadanie potencjalnych scenariuszy powstawania zniszczenia struktury kostnej oczodołu wskutek urazów mechanicznych. Rozwiązanie zasadniczego problemu poprzedzono analizą szeregu przykładów wstępnych mających odniesienie do konstrukcji budowlanych, w których pojawiają się materiały o znacznej różnicy sztywności. W celu rozwiązania zasadniczego problemu zbudowano trójwymiarowy model skończenie elementowy (MES) rejonu oczodołu w oparciu o geometrię rzeczywistej ludzkiej czaszki, z uwzględnieniem występujących tam tkanek miękkich, biorących istotny udział w pracy całego układu. Zdefiniowanym w ten sposób obiektom nadano właściwości wytrzymałościowe, zgodnie z wynikami uprzednio przeprowadzonych badań laboratoryjnych, jak również uwzględniono dane dostępne w literaturze. Następnie przeprowadzono nieliniową analizę dynamiczną, uwzględniającą zagadnienie kontaktu pomiędzy ciałami o skrajnie różnych właściwościach wytrzymałościowych: sztywnych kościach i miękkich tkankach wewnątrz oczodołów. Uzyskane w ten sposób wyniki badań numerycznych w kontekście zadanych wariantów obciążenia zostały skonfrontowane z wynikami badań pacjentów z rzeczywistymi urazami oczodołu, w oparciu o skany tomografii komputerowej (TK). Na tej podstawie zidentyfikowano najważniejsze scenariusze powstawania urazu kości oczodołu, przy czym zweryfikowana została teoria hydraulicznego modelu zniszczenia. Wykazano, że rzeczywisty charakter domniemanego mechanizmu hydraulicznego nosi wszelkie znamiona rozporu powstałego wskutek deformacji wewnątrz oczodołowych tkanek miękkich (zwłaszcza oka) w kierunku prostopadłym do działającego obciążenia z pominięciem naporu na ściany tylne oczodołu, wykazując, że przy takim schemacie obciążenia rozkład sił wewnętrznych może znacznie różnić się od powszechnie stosowanego rozkładu hydraulicznego. Wobec powszechnie stosowanego dotąd, nieścislego miana powyższego mechanizmu, zaproponowano dlań nową nazwę – mechanizm rozporowy.

The main aim of this work is to investigate patterns of potential orbital bone fractures due to mechanical injuries. The solution of the main problem is followed by analysis of several testing examples having straight correlation with civil engineering structures, in which materials of wide range of stiffness are applied. To solve the main problem, the three-dimensional finite element method (FEM) model of the orbital region has been built, basing on the real geometry of the human skull, including also the intraorbital soft tissues being the significant part of the entire system. The mechanical properties of so-defined objects have been applied according to the laboratory tests results, as well as using the data available in the literature. Then, the non-linear dynamic analysis has been performed, including the contact effect between bodies having extremely different mechanical properties, that are: stiff-deformable bony thin shell and soft-deformable solid intraorbital tissues. The results obtained during the numerical tests of different load cases have been confronted with the results of clinical tests of patients suffering real orbital injuries – computer tomography (CT) scans. Upon that basis, the most essential patterns of the orbital bone trauma have been identified, while the theory known as the hydraulic model has been verified. The analysis has proved that for investigated scheme of loading the actual nature of the alleged hydraulic mechanism is the direct result of the intraorbital tissues deformation (especially the eyeball deformation) in the perpendicular direction to the applied load. Such procured transfer of the intraorbital pressure concentrates solely at the orbital sidewalls in fact, thus the alleged hydraulic model has been

proved to be questionable. In front of the commonly used inaccurate name of the above mechanism, the new name, consistent with the real character of the mentioned mechanism has been proposed – the stretching mechanism.