

Studentská Vědecká Konference 2011

VALIDACE MKP MODELU HLAVY

Jan ŠPIČKA¹

1 ÚVOD

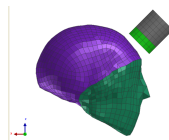
Lidská hlava, resp. orgány v ní uložené, jsou ze všech částí lidského těla tou nejdůležitější, ale bez pochyby též nejzranitelnější. Proto je třeba věnovat značnou pozornost predikci jejich zranění. Zdokonalení ochrany, prvků pasivní bezpečnostní ochrany a eliminace případných fatálních poškození mozku, byly jednou z příčin velkého rozvoje MKP modelů. Tato práce popisuje vývoj a tvorbu modelu lidské hlavy pro numerické simulace a výpočty metodou konečných prvků. Pomocí takovýchto modelů lze spočítat mechanické veličiny indukované v libovolném místě vlivem zatížení. Z této znalosti lze zpětně upravit například karoserii auta tak, aby její působení na lidský organismus bylo co nejméně destruktivní. Cílem práce bylo spočítat nitrolební tlak na definovaných místech lidského mozku a spočtené hodnoty srovnat s výsledky experimentu, který provedl G. Nahum (1).

2 METODIKA

Model byl vytvářen pomocí komerčních softwarů Amira, HyperMesh a PAM-CRASH. Amira je software pro tvorbu tetraedrických 3D modelů ze sady CT snímků. Tento postup však nebyl cílem této práce. Největší část práce byla provedena v prostředí HyperMesh, což je jeden z klasických MKP programů. V tomto prostředí byl tetraedrický model z Amiry předělán na hexaedrický, doplněn o další komponenty a odladěny detaily. Tím byla vytvořena geometrie modelu. V PAM-CRASH byly modelu přidány materiálové parametry, nadefinovány kontakty, počáteční a okrajové podmínky a proveden vlastní výpočet.

3 VALIDACE

Bylo třeba vytvořit prostorovou konfiguraci modelu a simulaci, obdobnou s nastavením hlavy během provedení experimentu, tzv. *Nahum's configuration*, (1). Jedná se o impakt tuhým válcovým impaktorem s měkkou vycpávkou daných definovaných mechanických parametrů, které jsou uvedeny v tabulce 1. Počáteční a okrajové podmínky byly též nastaveny stejně jako během experimentu. Volné umístění hlavy v prostoru a impaktor umístěný před čelní částí hlavy, s odklonem 45° od vodorovné osy, tak je ukázáno na obrázku 1. Počáteční rychlost, též dle (1), byla $6.3m.s^{-1}$. Hmotnost tuhého válce byla 5.5 Kg a 0.1 Kg byla vycpávka.



Obrázek 1: Nahum's configuration

¹Bc. Jan Špička, student navazujícího studijního programu Aplikované vědy a informatika, obor Mechanika, specializace Biomechanika, e-mail: spicka@students.zcu.cz

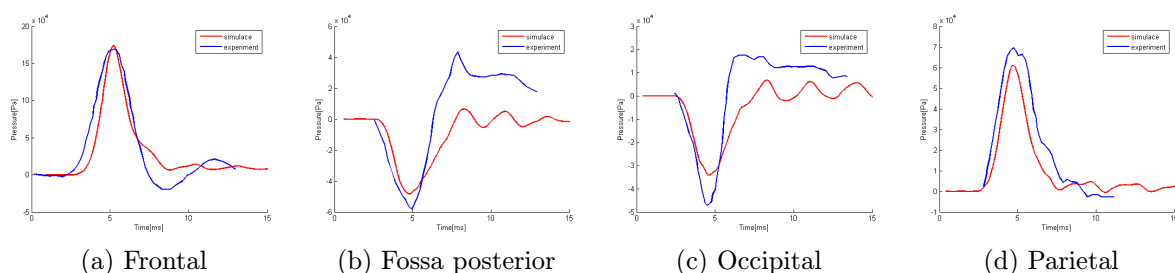
4 VÝSLEDKY

Sledovanou veličinou byl nitrolební tlak indukovaný na povrchu mozku důsledkem nárazu tělesa do hlavy. Byla zkoumána 4 místa, která jsou definována v (1). Konkrétně se jedná o frontální lalok, zadní jámu lebeční, boční část mozku a týlní oblast. Numerická simulace byla prováděna pomocí konečnoprvkového softwaru PAM-CRASH a výsledky následně vyhodnocovány pomocí prostředí MATLAB. Z výsledků je patrná korespondence simulace a experimentu, viz obrázek 2. Ve frontální oblasti mozku jsou si obě křivky velmi blízké, na bocích mozku, tedy parietální sekce také není velký rozdíl mezi křivkami. V další dvou sledovaných místech se již rozdíl mezi křivkou simulace a experimentu zvětšuje, křivky však stále mají obdobný charakter.

5 OBRÁZKY, TABULKY A ROVNICE

Název	E [MPa]	ν [-]	K [MPa]	G [MPa]	ρ [$Kg.m^{-3}$]
Brain	7425	0.45	24.75	37.12	1700
CSF faces	1	0.33	-	-	1140
Arachnoidea	3.15	0.45	0.105	2.28	1140
CSF	0.012	0.49	0.2	0.1	1040
Bone skull	12000	0.13	6000	6000	1700
Cartilage	12000	0.13	6000	6000	1700
Muscles face	5000	0.23	12	8	2500
Skin	16.7	0.24	10.7	6.73	1000

Tabulka 1: Mechanické parametry



Obrázek 2: Nitrolební tlak na zkoumaných místech

6 ZÁVĚR

Byl vytvořen model lidské hlavy, který může být nadále použit pro vývoj modelu celého lidského těla, na kterém ZČU pracuje. Přes jistou podobu výsledků simulace s experimentem je třeba konstatovat, že je mnoho možností, jak model vylepšit. Byla provedena simulace pouze jednoho testu, což nemůže být považováno za dostatečnou validaci modelu. Validace na tento konkrétní test však proběhla relativně úspěšně.

REFERENCE

- [1] Deck, Caroline; Willinger, Rémy. Head injury prediction tools for protective systems optimisation. Strasbourg, 7 *European LS-DYNA Conference*