

Deformačně napěťová analýza stehenní kosti s využitím dat z počítačové tomografie

Biomechanika

Autor: Bc. David Nečas (necas.david@email.cz)

Školitel: Ing. Petr Vosynek

Formulace řešeného problému

Diplomová práce se zabývá deformačně napěťovou analýzou krčku lidské stehenní kosti. V oblasti výpočtového modelování kostí stále některé práce považují kost z hlediska složitého materiálového popisu pro zjednodušení jako homogenní materiál. V současné době již sice existují počítačové softwary, pomocí kterých lze na základě CT snímků přiřadit materiálové charakteristiky jednotlivým elementům konečnoprvkové sítě, avšak pořizovací náklady těchto softwarů jsou velmi vysoké. V této práci bylo v rámci tvorby výpočtového modelu testováno několik softwarů, které jsou v souvislosti s modelováním biomechanických úloh často zmiňovány. Primární pozornost je věnována tvorbě modelu materiálu. Na základě rešeršní studie analytických vztahů pro převod informací z CT snímků na materiálové charakteristiky bylo vytvořeno pět variant modelu materiálu. Zjednodušený model materiálu spočívá v pouhém odlišení dvou objemů (kortikální a spongiózní tkáň). U dalších modelů je spongiózní tkáň v proximální části femuru rozřezána na 19 oblastí. Kortikální tkáň je dělena na sedm oblastí. Následně je v práci popsána realizace experimentálního měření. V závěru jsou porovnány výsledky MKP analýzy a experimentu.

Cíl práce

Porovnat výsledky analýzy pomocí metody konečných prvků pro homogenní a nehomogenní rozložení materiálu.

Dílčí cíle

- rešeršní studie anatomie stehenní kosti, pánevní oblasti
- rešeršní studie výpočetní tomografie, materiálových vlastností kostních tkání
- studie analytických vztahů pro převod informací z CT snímků na materiálové charakteristiky
- testování softwarů zmiňovaných v souvislosti s výpočtovým modelováním kostí
- tvorba dílčích výpočtových modelů
- tvorba konečného výpočtového modelu
- provést deformačně napěťovou a srovnávací analýzu

Závěr

Významným výstupem z rešeršní části práce je rozsáhlý výčet analytických výpočtových vztahů pro určování materiálových charakteristik kostních tkání z dat získaných pomocí výpočetní tomografie. V rámci MKP analýzy byly vytvořeny dílčí výpočtové modely (model geometrie a topologie, model materiálu, model zatížení a vazeb), které tvoří základ konečného výpočtového modelu. Při tvorbě výpočtového modelu bylo využito softwarů Amira, Catia, CT Data Analysis, Matlab, ANSYS, ANSYS WB. Z vyhodnocení výsledků plyne, že v případě zjednodušeného modelu materiálu, se výsledky MKP analýzy od experimentálního měření liší o 42 %. U analýz, u kterých bylo využito modelů materiálu vyšší úrovně, se rozdíl oproti měření pohybuje v rozsahu 5 – 26 %. Výsledky dokazují, že velmi podstatným hlediskem, které ovlivňuje výsledek MKP analýzy v případě tvorby modelu materiálu kostní tkáně, je volba vhodného vztahu pro stanovení materiálových charakteristik. Bylo tedy prokázáno, že lze dosáhnout poměrně přesných výsledků MKP analýzy, aniž by bylo při tvorbě výpočtového modelu využito specializovaných, finančně nákladných softwarů. I v případě, že by uvedený software byl na ÚMTMB k dispozici, konečný výsledek analýzy by byl stejně výrazně ovlivněn zmíněnou volbou vztahu pro výpočet mechanických vlastností. Všechny stanovené cíle práce byly splněny.