

**Oponentský posudek disertační práce MUDr. Pavla Barsy:**

**MATEMATICKÁ MODELACE OSTEODEGENERATIVNÍHO  
PROCESU SEGMENTU KRČNÍ PÁTEŘE**

Předložená disertační práce obsahuje 100 stran textu, včetně literárních odkazů. Text je psán česky a je bohatě ilustrován. Základní text je členěn do dvanácti částí včetně použité literatury. Práce se zabývá problémem modelování osteodegenerativních procesů segmentu krční páteře, kdy základní otázkou je: ...proč dochází k progresi osteofytů ve specifických lokalitách, jaká je lokální distribuce napětí a deformací a jejich korespondence s místy rozvoje osteofytů? Autor si klade za cíl prověřit možnosti simulace deformačně - napěťové analýzy procesů ve virtuálním modelu krční páteře v predikci rozvoje osteofytů. Práce je psána dobrou češtinou a je velmi dobře ilustrována. Formální provedení práce je vynikající.

Vlastní cíle, formulované v kap. 6, sledují evidentně současné potřeby kliniky a bioinženýringu při řešení inovace operativy, následné péče a tvorby uměle vytvořených systémů, resp. náhrad. Jde o biomechanické přiblížení k osvětlení problému tvorby osteofytů z posic matematicky formulované teorie kostní remodelace. Je možné konstatovat, že těchto cílů bylo dosaženo.

Napěťově – deformační analýza se opírá o FEA metodu aplikovanou na 3D virtuální model jehož předlohou byl anatomický preparát 4. krčního obratle. V modelu byly akceptovány pouze kostní komponenty, tedy účinek měkkých tkání, včetně meziobratlové ploténky a chrupavčité komponenty intervertebrálních kloubních faset byl zanedbán. To platí rovněž o vlivu vazivových a svalových struktur. Modelové řešení je „statického“ charakteru a vychází pouze z hmotnosti hlavy a distribuce její váhy v intervertebrálním přenosu (viz obr.36, 37, 38; proč volba rozdělení přenášené zátěže 60 : 80 : 90% váhy hlavy?). Dynamické zátěžové jevy tudíž nejsou zde zahrnuty (vliv komplexní reologické poddajnosti měkkých tkání, atd.). To je potom „a priori“, vstupním vymezením platnosti okrajových podmínek (viz kap. 7.4.). Vyloučení vazivových a svalových struktur velmi silně redukuje tudíž výpovědní schopnost takto pojatého modelu. Proto mě v textu chybí kapitola diskuse, kde by autor právě tyto jevy diskutoval s cílem výroku o prioritách a omezeních tohoto přístupu. Očekávám, že tato diskuze bude součástí obhajoby disertační práce.

Souhlasím s autorem, který v závěru konstatuje, že se podařilo „vytvořit model obratle využitelný pro další výzkum“. Považuji tento model však jako „první přiblížení“ k danému problému a doporučil bych v dalším řešení předsadit řešení definice okrajových

podmínek (viz připomínky výše) před jeho, v závěru práce avizovaným rozšířením o „biologicko - biochemický“ aspekt.

### **Připomínky, dotazy a dílčí hodnocení:**

- Studie analyzuje napět'ovou intervertebrální distribuci v sagitální rovině odvozenou pouze od podílu tíhy hlavy (zřejmě ve „vzpřímené“ poloze) na generování kontaktního napět'ového zátěžného pole. Silové pole v intervertebrálním rozhraní však není tvořeno pouze vahou hlavy. Spolupodílí se na něm významně zejména svalová aktivita celého komplexu krční páteře. Jak se asi změní zátěžové relace v případě, že budeme akceptovat podíl svalového tonu a dále i přirozenou intervertebrální pohyblivost krční páteře?
- Co je myšleno v kap 4.2.2. krycí lištou? Tato kapitola je dle mého názoru až příliš stručná, protože v pozadí vztahu mechanické komunikace implantát – tělo obratle se zřejmě skrývá podstata „neadekvátní“ zátěže biologické komponenty a následné remodelační biologické reakce. Může autor tuto problematiku blíže osvětlit z posice presentovaného modelu ?
- Presentovaný problém (modelová interpretace tvorby osteofytu v oblasti krční páteře) je řešen v intencích statiky. Pro krční páteř je však přirozená vysoká pohyblivost oproti části hrudní a lumbální (ve smyslu kinematickém). Není právě nepřirozená fixace intervertebrální mobility implantátem zdrojem vzniku „neadekvátního“ zátěžového intervertebrálního pole z dynamiky běžných pohybů? Jaký je autorův názor?

### **Závěrečné hodnocení:**

Práce je zpracovaná mimořádně poctivě. Autor se v práci částečně opírá o výsledky předchozích studií presentovaných v odborné literatuře, ale především o vlastní modelové experimenty. Velmi dobrá úroveň zpracování problému v předložené disertační práci, včetně jeho výstupní aplikační hodnota mě umožňuje hodnotit práci jako excelentní. Předložená práce zcela splňuje požadavky na disertační práci a vyhovuje současné legislativě a akademickým zvyklostem.

### **Závěr:**

**Dizertant nesporně prokázal schopnosti samostatné vědecké práce ve smyslu platných pravidel pro hodnocení disertační práce. Proto doporučuji práci přijmout k obhajobě a k jejímu konečnému kladnému hodnocení.**

