

## Oponentský posudek disertační práce

**Vypracoval:** doc. Ing. Patrik Kutílek, M.Sc., Ph.D.  
České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta biomedicínského inženýrství  
Nám. Sítná 3105, 272 01 Kladno

**Téma disertační práce:** **Clinical Biomechanics of Hip Joint**  
**Doktorand:** Ing. Jana Hornová  
**Školitel:** Prof. RNDr. Matej Daniel, Ph.D.  
**Školící pracoviště:** Laboratoř biomechaniky člověka  
Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky  
ČVUT Fakulta strojní

Oponovaná disertační práce je předkládána k obhajobě v doktorském studijním programu: Biomechanika/Biomechanics

### Aktuálnost tématu disertační práce

Disertační práce vypracovaná Ing. Janou Hornovou se zabývá komplexním výzkumem personalizovaných modelů kyčelního kloubu pacientů pro určení biomechanických parametrů. Téma práce "*Clinical Biomechanics of Hip Joint*" koresponduje s požadavky zaměření doktorské disertační práce do vědecko-výzkumné oblasti. Uvedené téma práce je velmi aktuální, což potvrzují i současné studie (například v mezinárodně uznávaných žurnálech jakými jsou: Journal of Biomechanics nebo Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials) zabývající se výzkumem materiálových vlastností biologických struktur.

### Postup při řešení problému a použité metody

V úvodní části autor obecně představuje důvody použití modelů pro studium kyčelního kloubu. Na úvodní kapitole logicky navazuje rešeršní část současného stavu problematiky. Konkrétně se kapitola věnuje využití RTG k určení geometrickým parametrům kyčelního kloubu, modelům svalově-kosterního systému pro určení silových poměrů a metodám určení namáhání kyčelního kloubu.

Na rešeršní část současného stavu problematiky navazuje samostatná kapitola stanovení cílů práce. Mezi stanovené cíle patří především:

- ověření hypotézy, že určení rozměrových parametrů kloubu z RTG snímků závisí na pracovišti, kde jsou snímky pořízeny.
- ověření vlivu obezity na určení parametrů kyčelního kloubu z RTG snímků,
- ověření svalově-kosterního modelu dolní končetiny porovnáním předpokládané reakční síly kyčelního kloubu s experimentálními daty,
- stanovení vlivu maximální izometrické síly v jednotlivých svalových skupinách na reakční síly v kyčelním kloubu,
- určení vlivu geometrie kyčelního kloubu konkrétního pacienta na rozložení napětí.

Navazující kapitola svými podkapitolami logicky sleduje stanovené cíle práce. Postupně autor v jednotlivých podkapitolách navrhuje metodiku řešení konkrétních cílů a vhodné výpočtové postupy. V kapitole Výsledky autor, opět v souladu se stanovenými cíli, shrnuje dosažené výstupy aplikací navržených výpočtových metod. Na přehled výsledků navazuje diskuze. Autor hodnotí navržené metody uzpůsobení modelů kyčelního kloubu na míru daného pacienta. Autor ukazuje, že rozměry odečtené z RTG snímků jsou ovlivněny použitým RTG přístrojem i obezitou pacienta. Nesprávně určené rozměry kostí vedou k nepřesnostem v určení reakčních síly v kloubu. Nicméně, správně určená velikost reakční síly a přesně známá geometrie kyčelního kloubu jsou důležité pro určení velikosti kontaktního tlaku. Na základě uvedeného jsou navrženy vhodné postupy modelování kyčelního kloubu a silových poměrů. Ačkoliv bylo ukázáno, že zjednodušený model kyčelního kloubu neumožňuje určit lokální maxima kontaktního tlaku, jsou-li použity přesné vstupní parametry a model je správně naškálován, tak je možné personalizovaným modelováním dosáhnout spolehlivějších výsledků. Pomocí navržených zjednodušených modelů je možné určit celkové trendy biomechanických parametrů, jsou-li respektována jednotlivá omezení modelu.

V závěru práce autor shrnuje naplnění cílů práce. Mohu konstatovat, že autor správně zvolil postup řešení práce, zvolené metody jsou adekvátní pro dosažení stanovených cílů. Současně autor popsal řadu metod a experimentálních postupů, na které je možné navázat v oblasti modelování kyčelního kloubu pro klinickou praxi.

#### **Výsledky disertační práce a konkrétní přínosy disertanta**

Za hlavní přínos práce považuji podrobný přehled sad výpočtových modelů a experimentů, na které je možno navázat v příbuzných oblastech výzkumu svalově-kosterního systému. Přičemž se další výzkumníci mohou vyhnout slepým cestám řešení personalizovaných modelů kloubů. Přínosem práce je tedy vytvoření postupu interpretace RTG snímků pro určení rozměrů kyčelního kloubu, vytvoření modelu kloubu a určení personalizovaného zatížení kyčelního kloubu pro klinickou praxi.

#### **Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň**

Práce má celkem 76 stran, nepočítaje přílohy a bibliografickou část. Kapitoly mají logickou návaznost. Jako celek je práce psána přehledně, odborně, čtivě a převážně s dobrou grafickou a formální úrovní, čímž celkově působí kompaktním dojmem. Použité zdroje a jejich citace v textu je adekvátní, přičemž jsou primárně využívány prameny z odborných zahraničních periodik. Odkazování se na literaturu a seznam použitých zdrojů je v souladu s požadovanou citační normou. Po formální stránce je práce na dobré úrovni a vyhovující. Seznam zkratk napomáhá porozumění textu. Kladně je také nutné hodnotit skutečnost, že je práce psána v anglickém jazyce.

#### **Závěrečné zhodnocení disertační práce**

Mohu konstatovat, že autor dobře definoval strukturu své disertační práce tak, aby prezentovala všechny potřebné kroky k naplnění cílů práce. Všechny prezentované výsledky jsou významným příspěvkem v oblasti výzkumu svalově-kosterního systému a kyčelního kloubu. Mezi nejvýznamnější cíle, jež jsou v práci prezentovány, patří sady výpočtů, modelů a experimentů pro výzkum biomechanických parametrů kyčelního kloubu.

#### **Na disertanta mám následující dotazy**

- 1) Uvažovali jste ve výzkumu také změnu biomechanických parametrů svalově-kosterního systému a kyčelního kloubu s věkem měřených subjektů?
- 2) Jaké jsou podle Vás nejzávažnější konkrétní směry výzkumu, který by měl navazovat na vaší práci? Jejich přehlednější vydefinování v závěru práce postrádám.

#### **Celkové zhodnocení disertační práce a závěr**

Práce odpovídá požadované vědecké a formální úrovni, a splňuje požadavky kladené na disertační práci v oboru "biomechanika" a příbuzných oborech. Ocenil bych především schopnost disertanta pojmout komplexní a samostatný přístup k plnění vědecko-výzkumných cílů. Z uvedených důvodů práce, dle mého názoru, plně splňuje požadavky kladené na disertační práci, a proto doporučuji její přijetí k obhajobě, a po jejím úspěšném ukončení doporučuji autorce Ing. Janě Hornové udělit vědecký titul Ph.D.

.....12.12.2017.....

V Kladně dne

.....  
doc. Ing. Patrik Kutílek, M.Sc., Ph.D.