

Oponentský posudek disertační práce

Clinical Biomechanics of Upper Extremity

Autor: Ing. Adam Kratochvíl

Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky

Doktorský studijní program: Strojní inženýrství

Obor: Biomechanika

Školitel: prof. RNDr. Matěj Daniel, Ph.D.

Práce v rozsahu 155 stran včetně seznamu autorových publikací a příloh psaná v anglickém jazyce se zaměřuje na klinickou biomechaniku ramene. Hned úvodem bych doporučil konkretizovat název práce na „Klinická biomechanika ramene“. Aktuální název „Klinická biomechanika horní končetiny“ může je zavádějící, jelikož se práce věnuje pouze ramennímu kloubu. To však nemění nic na významu této práce, jelikož ramenní kloub má ze všech kloubů lidského těla největší rozsah pohybu a jeho patologie významně ovlivňují kvalitu života konkrétního jedince.

Práce si klade za cíl provést komplexní biomechanickou analýzu reverzní náhrady ramenního kloubu, zahrnující jak posun centra rotace, tak i prodloužení humeru. Vedlejším cílem je dále prokázat, že zvětšení rentgenu v oblasti ramene je větší než v klinické praxi běžně používaných 5 % a že se mezi pacienty významně liší.

Vlastní práci předchází rozsáhlá detailní rešerše literatury zaměřující se na anatomii a fyziologii ramenního kloubu. Následuje rešerše tématu reverzní náhrady ramenního kloubu a dále pak současný stav poznání v oblasti muskuloskeletálních modelů. Dále autor definuje cíle své práce, následují metody, výsledky, závěr a diskuse. Diskuse shrnuje po částech jednotlivé výstupy práce.

Byla potvrzena hypotéza, že zvětšení rentgenu v oblasti ramene je větší než v klinické praxi běžně používaných 5 % a že se mezi pacienty významně liší. Změny v muskuloskeletální geometrii ramene pak byly vyhodnoceny pomocí předoperačních a pooperačních rentgenových snímků spolu s předoperačním CT.

Na základě pooperačních rentgenových snímků byla také zavedena nová metoda pro hodnocení posunu centra rotace u pacientů s reverzní endoprotézou ramene, jehož průměrná hodnota byla vyhodnocena jako 15,2 mm. Jedná se o rozměr, který nebyl nikdy dříve publikován. Zjištění posunutí centra rotace je provedeno pomocí vlastní validované metody založené na běžně dostupných klinických datech z předoperačních a pooperačních vyšetření pacientů s totální endoprotézou ramene. Toto posunutí centra rotace bylo následně použito ke stanovení skutečného prodloužení humeru. Jedná se o unikátní studii, která nebyla v dostupné literatuře publikována.

Dále byly vyhodnoceny jednotlivé změny muskuloskeletální geometrie a jejich vliv na svalové síly a zatížení ramene. Na závěr práce stanovuje tzv. bezpečnou zónu pro prodloužení humeru

tak, aby se zabránilo přetížení glenohumerálního kloubu, což je zásadním hlediskem pro chirurgické výkony.

Práce významně přispívá k posunu poznání v oblasti reverzní náhrady ramenního kloubu. Z teoretického hlediska je významným přínosem práce vyvinutí vlastní metodiky, s níž byly vyhodnoceny změny ve svalové geometrii ramenního kloubu a jejich vliv na svalové síly a zatížení ramene. K tomu doktorand vhodně kombinoval získaná klinická data s výpočetním modelem. Z aplikačního hlediska je práce vhodným vodítkem pro „optimalizaci“ chirurgických výkonů. Konstatuji, že doktorand prokázal rozsáhlé znalosti v daném oboru a cíle stanovené v disertační práci byly dosaženy.

Práce má výbornou textovou strukturu i grafickou úpravu. Práce obsahuje nepatrné množství překlepů, což je ale s ohledem na její rozsah akceptovatelné. Konkrétně na str. 68 splynula slova „Thelen2003Muscle“, na str. 83 chybí reference ([X]) a v posledním řádku na str. 105 se dvakrát za sebou opakuje slovo „also“. Není ovšem obvyklé, aby byla v diskusi uvedena řešerše literatury, ta by měla být podrobně rozebrána úvodem a pouze její výstupy reflektovány v diskusi.

K práci mám následující dotazy:

1. Jelikož klinická data obsahují takřka 100 subjektů, jak byla jejich rozdílná antropometrie uvažována ve výpočetním modelu? Došlo k nějakému škálování nebo personalizaci modelu popisující konkrétní rameno?
2. Str. 49, vysvětlete, jak a proč ovlivní počet inkrementů rotace vektor prodloužení humeru?
3. Na str. 55 hodnotíte v odstavci 4.2.12.5 „Effect of Model Simplification“ vliv počtu uzlů na výpočetní čas. Nerozumím, jak ovlivňuje počet uzlů výpočetní čas, když uvažujete humerus jako tuhé těleso?
4. Str. 56, vysvětlete, jak byly konsolidovány svalové snopce a integrovány jejich parametry dle van der Helma (1994)?
5. Str. 56, vysvětlete, jak byly upraveny svalové dráhy modelu dle Aucklanda (2008)?

S ohledem na výše uvedené konstatuji, že disertační práce splňuje požadavky na ní kladené a doporučuji ji k obhajobě. Po úspěšné obhajobě a zodpovězení dotazů pak doporučuji autorovi disertační práce udělení titulu „doktor“ ve zkratce „Ph.D.“ dle zákona č. 111/1998 Sb.

Oponent: doc. Ing. Luděk Hynčík, Ph.D.

Západočeská univerzita v Plzni

Katedra mechaniky, Fakulta aplikovaných věd &

Odbor biomechanických modelů člověka, Nové technologie - výzkumné centrum

V Plzni, 12. 6. 2024