

Posudek oponenta diplomové práce

Název práce: MOŽNOSTI KLINICKÉHO VYUŽITÍ STANOVENÍ VSKOELASTICKÝCH VLASTNOSTÍ MĚKKÝCH TKÁNÍ POHYBOVÉHO APARÁTU ČLOVĚKA IN VI-VO, IN SITU

Autor práce: Kamila Pertlíková

Studijní program: N 3963 Biomedicínské inženýrství

Studijní obor: 3901T009 Biomedicínské inženýrství

Akademický rok: 2015/2016

Typ práce: diplomová

Oponent práce: Ing. Martin Otáhal, Ph.D.

Kritéria hodnocení práce	Hodnocení 1 - 2 - 3 - 4
1. Všeobecná charakteristika práce	3
Kvalita a aktuálnost teoretických poznatků	3
Vyjádření vlastních myšlenek a vyvození závěrů	3
Odborný přínos	2
Stupeň obtížnosti práce	2
2. Posouzení praktické části práce	2
Formulace cíle práce a vytýčení cílů práce	1
Formulace hypotéz	1
Vhodnost zvolených technik a metodických postupů	2
Kvalita výsledků praktické části	1
Splnění cílů práce	2
3. Práce s odbornou literaturou	2
Kvalita, aktuálnost a relevantnost zdrojů	2
Správnost bibliografických citací a odkazů	3
4. Formální stránka práce	3
Dodržení doporučených pravidel a norem formální úpravy (Metodika zpracování kvalifikačních prací)	3
Jazyková úroveň práce	3
Kvalita, opodstatněnost a srozumitelnost příloh, tabulek a obrázků	2

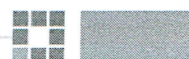


Slovní vyjádření k hodnocení diplomové práce:

Práce jako taková se zabývá poměrně mladou metodou myotonometrie. Tato metoda se snaží objektivizovat vyšetřovací postupy ve fyzioterapii, jako je například palpce. V současnosti je objektivizace lékařských postupů nezbytným přístupem ke zlepšování lékařské péče. Ačkoliv je tato metoda v plenkách kvitují snahu o její rozvoj a vylepšování tak, aby bylo možno měřit mechanické vlastnosti svalů in vivo. V práci se studentka konkrétně zabývá konstrukcí nových indentačních hlavíc a hodnocením jejich využitelnosti vzhledem k jejich tvaru. Další velice důležitou a hodnotnou částí práce je hodnocení reliability metody. Toto studentka řeší statistickým hodnocením opakovaného měření mechanických vlastností svalů 49 probandů, což zajišťuje dostatečný soubor dat k preciznímu a přesnému zhodnocení reliability metody. Bohužel je ale tato práce zatížena řadou pochybení a nedostatků ve smyslu literárním a formálním. Tito se budu zabývat v následujících odstavcích.

Práce je složena z 87 stran, včetně úvodního listu, povinných stran a příloh. Samotná práce od obsahu po literaturu pak má 55 stran. Práce obsahuje 21 obrázků, 5 tabulek a 18 stránek příloh. Práce je strukturována do osmi kapitol. Tyto kapitoly jsou Úvod, Cíle práce a vědecké otázky, Poznatky z funkční anatomie, Diagnostika mechanických vlastností měkkých tkání, Experimentální část, Diskuze, Návrh a doporučení pro praxi, a Závěr. V samotném obsahu a v číslování kapitol se dopustila studentka pochybení, kdy v rámci kapitoly 5 jsou podkapitoly 6.2, 6.2.1 atd. Samotná práce je psána velice kostrbatě a ve súpoustě případech s velice špatnou stylistikou. Je škoda, že si studentka nedala více práce s jazykovou úpravou. V práci lze nalézt velice zajímavá tvrzení, která jsou nesmyslná, jako je například: „Tato diplomová práce je jednou z prvních analyticko-experimentálních studií.“ Ač tuším, co tím autorka chtěla říci, je třeba takováto tvrzení lépe formulovat, aby jejich smysl byl jednoznačný.

Kapitola úvod je psána velice kostrbatě, avšak do jisté míry srozumitelně. V následující kapitole pak jsou pak velice pěkně popsány cíle práce a vědecké otázky, kterými se práce zabývá. Kapitola Poznatky z funkční anatomie je součástí takzvaných teoretických východisek a popisuje strukturu a mechanické vlastnosti jednotlivých tkání muskuloskeletárního systému. Bohužel je tato kapitola dle mého názoru velice problematická. V první řadě bych doporučoval všechny veličiny uvádět v jednotkách SI, to znamená neuvádět 12kg na mm², ale přepočítat to na MPa. V druhé řadě není tato kapitola dostatečně citována, konkrétně tato kapitola obsahuje řadu tvrzení, které nejsou řádně ocitovány. V neposlední řadě je zde opět několik sporných výroků, které však mohou být důsledkem překlepů. Jako například: „Z funkčního hlediska pojiva nejsou mechanickou oporou těla“. To odporuje základní funkci kostní tkáně. Dále studentka tvrdí, že při zatěžování a odlehčování viskoelastického materiálu vzniká hysterezní smyčka, což není úplně pravda, bude-li materiál zatěžován kvazistaticky. Nebo: *Funkcí hialinní chrupavky je tvorba prostorové sítě*. Tvorba sítě přece není funkcí chrupavky ale její struktur, či vlastnost. Další velice chybné tvrzení, které není řádně ocitováno je, že mez pevnosti kosti je vyšší v tahu, než v tlaku. Dle dostupných experimentálních studií, kterých je velká množství, je tomu přesně naopak, než je v textu psáno. Zábavné je také tvrzení, že kost není vůbec elastická. To by ovšem pro představu stačilo. Obdobných pochybení je tam více. Studentce bych doporučil, aby se v dalších jejích pracích více zaměřila na tvorbu literární rešerše, která je v tomto ohledu sice dostatečná, ale neobsahuje některé informace. Jako příklad může sloužit na str 20 popis kolagenních vláken. Zde, když už zde jsou kolagenní vlákna uvedena, by bylo vhodné popsat i typy kolagenu, který je v popisovaných tkáních zastoupen, případně i jejich rozdíly z pohledu biomechaniky. Dalším pochybením rámci této kapitoli je použití a citace obrázků v této kapitole. V první řadě je z hlediska etiky správné uvádět citaci přímo v popisku obrázku a ne v textu u odkazu na obrázek. Dále by měla být uvedena skutečnost, že je obrázek převzat, upraven, případně převzat se souhlasem apod. Obrázky jsou zřetelně scanem ze skript, zde ovšem doporučuji



studentce, aby neznehodnocovala svou vlastní práci tím, že bude používat grafy, které jsou vlivem scanování orotovány (obrázek 2 a 3).

Další kapitola se pak zabývá metodami používanými pro stanovení mechanických vlastností měkkých tkání. V této kapitole se studentka zaměřuje na popis současného stavu poznání a zasazení práce do kontextu současného vývoje metody ve světě. Tato kapitola je dostatečně obsáhlá a nemám k ní významných výhrad. Ačkoliv v této kapitole není významných pochybení, až na stylistické chyby, musím zde zmínit jednu formulaci, která je pro tuto práci typická a tvrdí, že sílu můžeme vyjádřit v pascálech.

Následující kapitola shrnuje experimentální část práce. Studentka zde postupně popisuje postupy, metody, které jsou v práci využity. Opět, i v této části předkládané DP se objevuje řada stylistických pochybení, které činní text složitě čitelný. Jako zbytečné se mi jeví opětovné kapitoly Cíle....., neboť s nimi jsme již byli seznámeni na začátku. V této části mimo jiné studentka zmiňuje, že tvar indentoru prozatím nemá definovaný matematicko-fyzikální model. To není zcela správné, protože existuje mnoho indentačních přístupů, které využívají sférických indenterů, a mají propracovaný matematicko fyzikální aparát. Doporučuji si prostudovat nanoindentační techniky a metody, kde je toto poměrně detailně řešeno. V této kapitole považuji za nevhodné zbytečně podrobný popis postupu konstrukce hlavic indentoru. Zde je posán postup konstrukce stylem návodu, jak nakreslit součástku v programu AutoCAD Inventor. V příštích pracích doporučuji studentce, aby se tolik nezabývala detailnímu popisu zbytečných informací, jako je více popsáný postup „konstrukce“, či popis náležitostí informovaného souhlasu, který je kompletně uveden v přílohách. Místo toho by bylo vhodné detailněji popsat proč byl vybrán sférický tvar indentoru, proč byl využit daný materiál indentoru, jak ovlivní mechanické vlastnosti materiálu indentoru samotné měření apod. Studentka v práci zmiňuje, že bylo zkonstruováno 14 indenterů. Avšak na reliabilitu byly testovány pouze dva. Důvody, které k tomu vedly, byly vysvětleny velice stroze. Bylo by vhodné tuto skutečnost komentovat daleko detailněji. V kapitole 6.2.4 je zmínka o disipační energii. Tato zmínka je poměrně zavádějící. „*Posledním a velmi cenným parametrem pro nás je E_{dis} – disipovaná neboli ztrátová energie. Můžeme ji popsat jako nevratnou přeměnu části celkové energie v jiné druhy energie, zejm. teplo. V našem případě se tak děje při mechanickém tření indentoru o lidskou tkáň.*“ Jelikož studentka měří viskoelastické vlastnosti svalu, nelze svádět disipační energii pouze a výhradně na tření indentoru a tkáň. Další věta: *nejvíce signifikantní výsledky jsme zaznamenali u F_{md} , což je síla při maximální disipaci, která dosahovala hodnot až 0,94*, je opět velice špatně formulována. Disipace čeho je zde zmiňována? Dále hodnota 0,94 je hodnotou faktoru reliability a ne disipační energie. Toto je opakující se chyba a proto ji zde zmiňuji.

Následuje kapitola diskuse. Musím zde vyzdvihnout, že diskuse této je velice podrobná, diskutuje výsledky, s literaturou. Nicméně i zde se výjimečně objevuje tvrzení, které není v práci dostatečně podloženo. Konkrétně u komentáře k třetí výzkumné otázce je psáno, že na základě tvaru křivky lze stanovit tkáň, v níž se indenter nachází. Postup, či metodika stanovení této skutečnosti není v práci nikterak prokázána. Zde bych chtěl upozornit, že měřená tkáň je kompozitním materiálem a tudíž jsou jednotlivé vrstvy (kůže podkoží atd.) navzájem ovlivňovány. Dále že v práci ukázané grafy jsou exponenciální a spojité, což je typické pro biologické viskoelastické, či hyperplastické materiály. U předložených grafů proto nelze tvrdit, že z nich lze vyčíst, kdy na myotonometr působí odpor jedné vrstvy a kdy již působí vrstva druhá.





Kapitola sedm se pak zabývá možnostmi zavedení metody do praxe. I tuto kapitolu oceňuji, nicméně i zde je tvrzení, které je milné: „*Dále velmi významná je disipace energie, která souvisí s elasticitou tkáně.*“ Disipaci energie má u viskoelastických materiálů na svědomí zejména viskozita.

Poslední kapitolou práce je závěr. Tato kapitola je dostatečně obsáhlá, a obsahuje veškeré náležitosti závěru diplomové práce.

Vzhledem k více popsaným nedostatkům bohužel musím navrhnout hodnocení předložené DP „dobře“, a to po úspěšné obhajobě a zodpovězení všech otázek.

Doplňující otázky pro obhajobu diplomové práce:

- 1) Jak budou ovlivněny mechanické vlastnosti sledované tkáně, tedy i jejich měření, bude-li některá z vrstev (kůže, podkoží.....) poškozena, například vznikem podlitiny apod.?
- 2) Jak bude ovlivněno stanovení mechanických vlastností svalu pomocí myotonometru rozdílnou hydratací jednotlivých vrstev (kůže, podkoží.....)?
- 3) Co způsobuje disipaci energie u viskoelastických materiálů? A jakým způsobem je disipace energie určena z naměřené hysterese křivky?

Výsledná klasifikace (možnosti klasifikace: výborně, velmi dobře, dobře, nevyhovělo)

dobře

Doporučuji / ~~nedoporučuji~~* diplomovou práci k obhajobě.

Dne: 6.6.2016

Podpis oponenta práce

* Vyhovující podtrhněte

