

Oponentní posudek doktorské disertační práce

**MUDr. Jaroslava Hlubockého**

### **Mechanické vlastnosti mitrálních alograftů**

Předložená disertační práce má 104 stránek včetně seznamu použité literatury v úctyhodném rozsahu 242 prací. Vlastní práce je rozdělena do sedmi kapitol. Druhá kapitola obsahuje dle mého v této oblasti laického názoru velmi detailní úvod do dané problematiky vycházející z historie kardiochirurgie až po popis operací.

Cíl práce je definován v kapitole 3.: „Cílem studie bylo ověřit, zda proces kryoprezervace mitrálních alograftů nemění jejich mechanické vlastnosti“. V této kapitole je rovněž stručně popsán postup experimentu orientovaného na stanovení visko-elastických vlastností mitrální chlopně jako celku.

Kapitola 4. se věnuje detailnímu popisu prací. Bylo zkoumáno 13 kryoprezervovaných a 39 čerstvých mitrálních alograftů. Vzorky byly prodlužovány skokově o 1 mm s následující klidovou relaxační periodou 5 minut. Měřena byla síla v závislosti na čase. Měření byla prováděna na Západočeské univerzitě v Plzni v jejím výzkumném centru Nové technologie. Použit byl stroj Zwick Roell Z050.

Pro vyhodnocení naměřených údajů byl zvolen zobecněný model Maxwellova tělesa sestávající ze dvou Maxwellových členů řazených paralelně spolu s dalším elastickým členem. Celkově tento model představuje 5 parametrů, jež je třeba určit z naměřených hodnot. K identifikaci těchto parametrů byl zřejmě využit na internetu přístupný software.

Doktorand uvádí omezení na identifikaci bez vazeb, jež by automaticky zajišťovaly fyzikální přípustnost získaných hodnot parametrů. Jako důvod uvádí numerické obtíže. Nevhodné parametry byly určeny průzkumovou analýzou dat. Tyto parametry byly vyřazeny a proces identifikace byl opakován. Využit byl softwarový balík R.

Výsledky jsou shrnuty v kapitole 5. Srovnávány jsou pro obě skupiny – čerstvé a kryoprezervované alografty – hodnoty jednotlivých pěti parametrů a to v každém zatěžovacím cyklu, relaxační časy a Pronyho koeficienty. Ve všech případech autor dochází k závěru, že změny vyvolané kryoprezervací jsou nepodstatné.

Kapitola 6 nese název diskuse. V první části disertant rozebírá problematiku klinického použití mitrálního alograftu v mitrální a trikuspidální pozici. Dále zmiňuje publikované mechanické experimenty s kryoprezervovanými mitrálními alografty. Stručně zde zdůvodňuje použití pětiparametrového Maxwellova modelu. Znovu zde shrnuje výsledky svého experimentu – neprokázal významný rozdíl mezi kontrolní a testovanou skupinou vzorků ve středních hodnotách viskoelastických parametrů. Dochází k závěru, že zpracováním a kryoprezervací

tkáně nedochází k významným změnám jejich strukturních složek. Komentuje rozdíl v rozptylu viskozních parametrů, který je u testované skupiny vyšší. V závěru kapitoly se zmiňuje o problematice preconditioningu, který zde nebyl uplatněn.

Práce je ukončena stručným závěrem, který shrnuje dříve zmíněné výsledky.

### **Hodnocení:**

Vzhledem k mému odbornému zaměření (mechanika obecně a biomechanika) jsem se zaměřil jednak na celkové posouzení z hlediska metodiky výkladu a formální úrovně a dále pak detailně na části, věnované zjišťování mechanických vlastností, jejich modelování a z něj plynoucích závěrů.

1) Po metodické stránce považuji práci za zdařilou. Jako laiku v oblasti kardiochirurgie byl text pro mne zajímavý a čtivý. Více si nemohu dovolit hodnotit. Formálně lze vytknout snad citace literatury – doporučil bych jiný běžně používaný formát. V některých částech citace chyběly (např. odstavec 4.2.3).

2) K mě blízké problematice mám tyto připomínky a dotazy:

a) Jak si definoval autor kritérium významnosti změn výsledků v obou skupinách? Byl by vhodný stručný popis (chybí např. uvedení významu symbolu  $p$  – hodnoty významnosti). Lze předpokládat, že práci budou studovat i čtenáři, jež nejsou zblhlí ve statistice.

b) Jak autor hodnotí to, že hodnoty parametrů se výrazně mění v průběhu zatěžování? Je důvodem nepoužití preconditioningu či principiální nelinearita chování tkáně? Pak by bylo vhodné použít nelineární model viskoelastivity viz. např. Ali Nekouzadeh et al.(2007): A simplified approach to quasi-linear viscoelastic modeling. V jiných citovaných pracích, např. Iatridis et al.(2003): Subcutaneous Tissue Mechanical Behavior is Linear and Viscoelastic Under Uniaxial Tension, vychází parametry konstantní pro celý postup zatěžování. Samozřejmě pro srovnání obou skupin je možný i přístup zvolený autorem tj. srovnání parametrů ve všech zatěžovacích úsecích..

c) Vzhledem k velikosti deformací by možná bylo vhodné rovněž použít Lagrangeovu míru deformace  $\frac{1}{2}(\lambda^2 - 1)$ , kde  $\lambda = l/l_0$ . Možná by to ovlivnilo i v předchozím bodě citovaný úkaz.

d) Na str. 71 autor uvádí vliv volby počtu parametrů zobecněného Maxwellova modelu na přesnost. Čím byla tato přesnost určována?

e) Str. 52. – možná by bylo vhodné nepoužívat pro veličinu  $e$  název „zatížení“. Klasicky je elastickému modulu  $E$  přiřazena měrná deformace, tj. vlastní deformace dělená původní délkou vzorku. Autor zde pod veličinou  $e$  chápe pouze vlastní deformaci, což však neovlivňuje výsledky (s výjimkou velkých deformací – viz. pozn. ad c)).

f) Bylo by vhodné, kdyby doktorand uvedl ty části experimentu, na kterých se aktivně podílel (statistické zpracování?)

Vzhledem k charakteru práce lze očekávat význam pro vědní obor a možnosti aplikace výsledků v oblasti kardiochirurgie, což pochopitelně nemohu hodnotit. Z rešerše v práci uvedené vyplývá, že se jedná o první systematické vyšetření vlivu kyoprezervace mitrálního alograftu na jeho viskoelastické vlastnosti. Po stránce biomechaniky lze konstatovat, že autor se seznámil s řadou analogických měření a jejich modelováním a zvolil metodu adekvátní cíly, který si předsevzal. Statistické zpracování výsledků měření bylo provedeno evidentně velmi pečlivě. Z tohoto pohledu prokázal autor schopnost samostatné vědecké práce. Kladně hodnotím i formu výkladu v oboru autorovi vzdáleném.

Po úspěšné obhajobě a kladném hodnocení z pohledu medicíny doporučuji udělení titulu Ph.D..

V Plzni 14.12.2011

Prof. Ing. Josef Rosenberg, DrSc