

Oponentní posudek disertační práce

Ing. Kamila Nováka

zpracované na téma

Analýza vlivu uspořádání kolagenu na mechanické vlastnosti tepen

K posouzení byla předložena disertační práce o rozsahu 117 stran členěná do čtrnácti kapitol včetně úvodu a závěru. V práci je uvedeno velké množství referencí, převážně zahraničních, mezi nimiž jsou rovněž 4 kvalitní mezinárodní časopisecké publikace doktoranda a jeho spoluautorů ke sledované problematice.

Disertační práce je tematicky zaměřena na oblast výzkumu souvisejícího s řešením problémů spojených s arteriálními výdutěmi, kdy je potřeba správně posoudit a vyhodnotit riziko poškození arteriální stěny vedoucí k její ruptuře. Cílem práce je provedení rešerše hyperelastických konstitutivních modelů používaných pro modelování tepenné stěny a posouzení jejich vlivu na výsledné napětí v aneurysmatu břišní aorty (AAA), analýza vlivu orientace, disperze a vlnitosti kolagenních vláken ve stěně tepny na mechanické vlastnosti tepen a navržení nového automatického algoritmu, který ze snímků polarizované mikroskopie dokáže vyhodnotit orientaci kolagenních vláken ve stěně tepny.

Oceňuji, že je v úvodních kapitolách disertační práce stručně popsána anatomie zdravé stěny artérie, je poukázáno na rozdíly v morfologii zdravé a patologické tepny postižené aneurysmatem a jsou popsány základní mechanické vlastnosti nejdůležitějších strukturálních složek stěny artérie, tj. kolagenu, elastinu a hladkých svalových buněk.

Hodnocení disertační práce:

Vzhledem ke stoupajícímu počtu nově diagnostikovaných případů arteriálních výdutí (aneurysmat), která patří celosvětově k závažným onemocněním kardiovaskulárního systému, je problematika řešená v této disertační práci velice aktuální a s ohledem na doktorandem pečlivě provedenou rešerši si dovoluji konstatovat, že dosažené výsledky publikované v této práci mají vysokou úroveň a snesou mezinárodní srovnání. Jedná se o disertační práci převážně experimentálního charakteru s velice cennými výsledky a závěry.

Všechny cíle, které jsou formulovány v úvodu disertační práce, byly splněny. Význam a hlavní přínosy práce spatřuji v následujících bodech:

- Na souboru 70 různých geometrií aneurysmat byla provedena analýza, jakým způsobem vyhodnocovat jejich maximální průměr. Na základě této klinické studie je možné doporučit měřit výhradně ortogonální průměr jako jediný klinicky relevantní parametr pro posuzování rizikovosti AAA, viz kapitola 8.
- Na stejném souboru 70 aneurysmat byla provedena analýza vlivu modelu materiálu na výsledné hodnoty maximálního napětí ve stěně tepny (PWS = Peak Wall Stress) a na parametr rizika ruptury (PWRR = Peak Wall Rupture Risk). Byly uvažovány dva modely materiálu – reálný hyperelastický konstitutivní model Raghavan-Vorp a 100x tužší (stejný model materiálu, ale se 100x vyššími modelovými konstantami). Na základě této analýzy bylo zjištěno, že vliv modelu materiálu na výsledné hodnoty PWS a PWRR může být pro některé pacienty s AAA významný, viz kapitola 9.
- Identifikace strukturálních parametrů (směrová orientace a disperze, resp. směrový rozptyl kolagenních vláken) ve stěně prasečí aorty pomocí upraveného algoritmu

založeného na FFT a následná validace dvouvrstvého strukturně motivovaného konstitutivního modelu Martufi-Gasser s identifikovanými strukturními parametry. Z analýzy obrazu provedené na přibližně 9000 mikrosnímcích vyplývá, že ve stěně zdravé prasečí hrudní aorty existuje jen jedna rodina kolagenních vláken s rozptylem, což podle autora této disertační práce, vyvrací představu o dvou rodinách kolagenních vláken publikovaných v zahraniční literatuře, viz kapitola 10.

- Navržení nového automatického algoritmu založeného na fázové korelaci obrazu, který ze snímků polarizované mikroskopie dokáže vyhodnotit orientaci kolagenních vláken.

Disertační práce má velice dobrou odbornou úroveň, je přehledná a má výbornou grafickou úpravu. Práce je napsána velmi dobrou češtinou s ojediněle se vyskytujícími překlepy a téměř bez gramatických chyb. Příložené teze disertační práce jsou také zpracovány pečlivě.

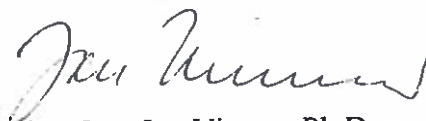
K práci mám následující připomínky a otázky v rámci diskuse při obhajobě:

1. Kapitola 4 disertační práce je věnována rešerši hyperelastických konstitutivních modelů měkkých tkání a to fenomenologickým a strukturně motivovaným. Autor práce se spokojil pouze s uvedením (výčtem) konstitutivních modelů bez jakékoliv snahy o jejich odvození a o popsání způsobu implementace alespoň těch, které ve své práci používá, např. Martufi-Gasser model. Mohl by se doktorand v rámci obhajoby k tomuto blíže vyjádřit?
2. Jakým směrem se bude ubírat další vědecko-výzkumná práce doktoranda?

Závěr:

Doktorand Ing. Kamil Novák prokázal, že má odpovídající znalosti z oboru biomechaniky a experimentální mechaniky, které dokáže samostatně využít pro řešení komplexních biomechanických problémů. Disertační práci doporučuji k obhajobě. V případě její úspěšné obhajoby doporučuji udělit doktorandovi titul Ph.D. ve smyslu příslušného zákona.

V Plzni dne 12. června 2018



doc. Ing. Jan Vimmr, Ph.D.

Katedra mechaniky,
Fakulta aplikovaných věd,
ZČU v Plzni,
Technická 8, 301 00 Plzeň