



Komise pro obhajobu dizertačních prací
Fakulta strojního inženýrství
Vysoké učení technické v Brně

v Praze, 3.9.2016

Věc: Posudek disertační práce **Ing. Davida Nečase** na téma

THE EFFECT OF SYNOVIAL FLUID CONSTITUENTS ON LUBRICATION OF HIP JOINT REPLACEMENTS

Aktuálnost předložené dizertační práce:

Předložená práce se zabývá problematikou lubrikace v kontaktu koule a konkávní plochy. Jako modelový příklad pro danou lubrikaci je zvolena náhrada kyčelního kloubu, kde dochází ke kontaktu mezi sférickou femorální hlavici a hemisférickým acetabulem. Životnost náhrady kyčelního kloubu je omezena v důsledku jeho mechanického opotřebení a následující zánětlivou reakcí organismu na otěrové částičky vysokomolekulárního polyetylénu. Svým zaměřením tak práce spadá do oblasti biotribologie, která se kromě jiného zabývá pochopením mechanismů vzniku otěrových částic. Snahou je dosáhnout na základě vhodné volby materiálu a geometrie třecí dvojice omezení tvorby otěru a tím prodloužit celkovou životnost kloubní náhrady. Práce se věnuje doposud neprávem opomíjené problematice vzniku mazacího filmu prostřednictvím agregace proteinů na povrchu náhrady. Vzhledem k tomu, že totální náhrada kyčelního kloubu je jednou z nejčastějších a neúspěšnějších ortopedických operací a vznik lubrikačního filmu výrazně ovlivňuje otěr náhrady, je prezentovaný směr výzkumu mimořádně aktuální a má potenciál přímého využití v implantologii.

Splnění cíle práce

Cílem práce, jak je formulováno v části 3, bylo vyvinout experimentální přístup, jenž umožní stanovení vzniku lubrikačního filmu při uvažování role jednotlivých proteinů. I když předkládaná metoda nesplnila všechna očekávání autora, jsou takto formulované cíle práce bezesporu splněny a výsledky jsou publikovány v předložených článcích. Je nutno podotknout, že z předložených článků se přímo cílům práce věnuje výlučně práce publikované v Journal of the Mechanical Behaviour of Biomedical Materials v roce 2016, práce IV a V. Na zbylé práce je možné nahlížet jako publikace vývoje metody.

Vhodnost metodiky řešení

V své práci navazuje doktorand na dosavadní studie, které proběhly na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně. Cílem práce bylo na rozšířit dosavadní metody interferometrie v tribologii o metodu fluorescenční mikroskopie. Z práce je patrné jasné zadání, na kterém doktorand pracoval. Při konstrukci nového zařízení primárně vycházel ze současného zařízení, které upravil pro potřeby fluorescenční mikroskopie. Z hlediska experimentální metodiky, k sestavení zařízení a jeho verifikaci nemám k práci žádné výhrady. Mírným nedostatkem je

chybějící popis určení koeficientu tření, který bych očekával jak u tribometrů, tak především u kloubního simulátoru, který přímo ve své konstrukci dané měření umožňuje (část 4.1.2).

Za diskutabilní považuji výběr komponent synoviální tekutiny. Doktorand jako proteiny použil albumin a gamaglobulin extrahovány z bovinního séra. V pseudosynoviální tekutině sice můžeme předpokládat jejich přítomnost, ale jsou přítomny především další složky, u kterých se předpokládá důležitější role při lubrikaci, např. lubricin, nebo fosfolipidy. Doktorand v práci dostatečně neobjasňuje výběr studovaných složek pseudosynoviální tekutiny. Práce také neobsahuje důkaz jejich přítomnosti v synoviální tekutině.

Za mírný nedostatek můžeme považovat, že doktorand se při studiu stavu problematiky omezuje na popis dosavadní technické aplikace metody fluorescenční mikroskopie. V práci bohužel chybí přehled biologických aplikací fluorescenčních analytických metod, zejména s uvedením jejich nedostatků. Při dané studii by doktorand pravděpodobně odhalil úskalí dané metody, se kterými se následně setkal (str. 38).

Předkládaný model se z principu měření omezuje na tzv. hard-on-hard kontakt. Ze statistik implantací je známo, že tento typ náhrad představuje jen malé procento implantovaných náhrad. Většina totálních náhrad kyčelního kloubu je tvořena tribologickou dvojicí vysokomolekulárního polyetyleny a CoCr nebo keramické hlavice. Je logické předpokládat a dokazují to také mnohé studie, že vznik proteinového filmu na polymeru se liší od lubrikačního filmu na kovu. Na druhé straně je nutno přiznat, že zahrnutí polyetyleny by bylo nad rámec rozsahu práce a představuje samostatný problém, kterému se autor v budoucnu může věnovat.

Výsledky práce

Základem dizertační práce jsou publikované výsledky. Práce bezesporu vedla k novým výsledkům, které nebylo možné získat pomocí stávajících interferenčních metod. Hlavní přínos doktoranda vidím zejména v možnosti rozlišení rolí albuminu a globulinu při různých zátěžových režimech. Nezanedbatelným výsledkem je také sestavení a ověření funkčnosti experimentálního zařízení.

Výstupy práce

Kladně hodnotím jak rozsah, tak kvalitu vlastních publikací doktoranda. To, že tyto články prošly externím recenzním řízením, je zárukou nezávislého posouzení původnosti a kvality výsledků.

Přínos k rozvoji oboru

Poznatky v předkládané práci představují bezesporu přínos k rozvoji biotribologie. Za podnětné pokládám zejména výsledky týkající se vzniku lubrikačního filmu z jednotlivých komponent v závislosti na kinematice a dynamice vzájemného pohybu. Přínosem je také vytvoření a ověření nové metody pro určení tloušťky lubrikačního filmu.

Formální úprava

Po formální stránce je práce na vysoké úrovni. Drobným nedostatkem je chybějící seznam zkratk, které autor zavádí a následně často používá. I když jsou jednotlivé zkratky většinou samovysvětlující, jejich uvedení na začátku textu by ulehčilo orientaci čtenářům. Rozsah citované literatury je dostatečný a citace jsou v souladu s textem.

Přehlednost textu

Jednotlivé části textu jsou přehledně strukturovány a logicky navazují. Z formálního hlediska mi osobně chybí širší úvod do studované problematiky, zejména vysvětlení principu fluorescenční mikroskopie, která je uvedena až v části 4.2.1. V přehledu literatury se autor omezuje na vyjmenování jednotlivých studií a jejich závěrů. V této části by bylo zajímavé kriticky zhodnotit dosažená data, jak je částečně učiněno v části 4.2. Dále by bylo vhodné uvádět jednotlivé vztahy samotné práce a ne jenom v příložených člancích.

Dotazy

- 1) Jaký bude mít vliv uvažování kyseliny hyaluronové a fosfolipidů v pseudosynoviální tekutině?
- 2) Je možné metodiku rozšířit na testování komponent z UHMWPE?
- 3) Do jaké míry se projevuje radiální clearance mezi hlavicí a jamkou při tvorbě mazacího filmu.

Závěr

Předkládaná práce z oblasti experimentální biotribologie je odborně na vysoké úrovni a doktorand prokázal schopnost samostatné vědecké práce při řešení komplexních problémů. Cíle práce byly v plné míře splněny. Proto **doporučuji práci k obhajobě** a po úspěšné obhajobě doporučuji udělit Ing. Davidu Nečasovi titul Ph.D.



prof. RNDr. Matej Daniel, Ph.D.