



## OPONENTSKÝ POSUDOK

dizertačnej práce Mgr. Lenky Horňákovej na tému **Biomechanická odpoveď menisků kolenného kloubu při působení axiálního zatížení**

Témou predloženej dizertačnej práce je biomechanické štúdium meniskov kolenného kĺbu pri záťaži metódou MR zobrazovania s ultrakrátkym echo časom. V práci sa merali relaxačné časy  $T2^*$  hlbokých vrstiev meniskov a pozorovali sa zmeny v hodnotách relaxačných časov pri záťaži kolena pomocou MR-kompatibilného kompresného zariadenia. Zvolená téma je aktuálna a použitá metodika je moderná, neinvazívna a vhodná na biomechanické štúdium meniskálneho tkaniva.

V teoretickej časti práce podáva autorka opis anatómie kolenného kĺbu, a ďalej štruktúru, tvar, biochemické zloženie a odpovedajúce biomechanické vlastnosti rozličných častí meniskov a spôsoby výživy meniskálneho tkaniva. Zhrnuté sú tiež princípy magnetickej rezonancie a MR zobrazovania, podstata a typy jadrovej relaxácie, ako aj spôsoby merania relaxačných časov. Opísané sú aj MR pulzné sekvencie, ktoré sú vhodné na zobrazovanie meniskov.

V experimentálnej časti práce je uvedený spôsob výberu dobrovoľníkov vhodných na toto meranie, ďalej zariadenie na aplikáciu a meranie záťažovej sily, merací protokol, zobrazovacie metódy a spôsob spracovania nameraných výsledkov.

Vo výsledkovej časti sú zhrnuté namerané relaxačné časy pri rozlične dlhých trvaniach záťaže, ako aj štatistické vyhodnotenie týchto nameraných dát. V diskusii a v záveroch autorka kriticky zhodnotila dosiahnuté výsledky, ktoré naznačujú, že metóda MR zobrazovania je užitočná pri štúdiu biomechanických vlastností meniskov a potenciálne je vhodná aj na klinické posúdenie stavu meniskálneho tkaniva.

Teoretická časť práce je podrobne spracovaná a dokazuje, že autorka má hlboké znalosti o vlastnostiach kolenného kĺbu a meniskov a o metódach neinvazívneho zobrazovania meniskov. Aj experimentálna časť podrobne opisuje všetky stránky meraní a vyhodnotení nameraných dát. Novými vedeckými poznatkami sú možnosť neinvazívneho sledovania vlastností meniskálneho tkaniva pomocou relaxačných časov  $T2^*$ , trendy zmien  $T2^*$  pri záťaži a interpretácia týchto zmien. Dosiahnutá presnosť meraní relaxačných časov nebola optimálna, a preto vyhodnotenie ich malých zmien po zaťažení bolo náročné, ale je to spôsobené technickou obťažnosťou merania meniskov pomocou magnetickej rezonancie. Napriek tomu sú získané dáta zaujímavé a originálne a sú prínosom pre rozvoj vedy v danej oblasti. Aj spôsob spracovania dát je na dobrej vedeckej úrovni.

Ku koncepcii dizertačnej práce, k zvolenej metodike, dosiahnutým výsledkom ako aj k diskusii a záverom nemám žiadne zásadné výhrady. V práci je však niekoľko drobných chýb a nepresností v tvrdeniach, ktoré síce neznižujú kvalitu práce, ale je potrebné sa ich v budúcnosti vyvarovať:

Str. 25, osmotická voda nie je priťahovaná nabitými glykozaminoglykánmi (GAG). Vďaka negatívne nabitým skupinám na GAG je v tkanive aj veľa katiónov, hlavne Na<sup>+</sup>, čo zvyšuje osmotický tlak okolitej vody.

Str. 40, v kapitole o princípoch magnetickej rezonancie je množstvo nepresností. MR je založená na nenulovom magnetickom momente atómových jadier, nielen na magnetických vlastnostiach protónov (aj neutróny majú magnetický moment). Človek v magnete neprodukuje magnetické pole, to sa produkuje účinkom vonkajšieho magnetického poľa. Energia dodaná jadram počas RF pulzu nie je podstatná pri vzniku transverzálnej magnetizácie. RF pulz len pootočí longitudinálnu magnetizáciu a smer jadrových magnetických momentov v žiadnom prípade nie je rovnaký pre všetky jadrá (protóny). Žiadny nový vektor magnetizácie pritom nevznikne. Jadrá majú v magnetickom poli všetky možné orientácie, iba tie orientácie, ktoré sú čiastočne v smere vonkajšieho magnetického poľa, sú o máličko pravdepodobnejšie. Takže obrázok 9 nie je správny.

Str.46, čas TR kontroluje stupeň váženia obrazu relaxačným časom T1.

Str. 47, tvrdenie Tinteru (2008) o nepreukázanom klinickom benefite 3 Tesla je už zastaralé.

Str. 49, Levenberg – Marquardtov algoritmus je metóda riešenia nelineárnej závislosti metódou najmenších štvorcov. Rovnica (2) ho neopisuje.

Str. 50, úloha prídavných (gradientových) magnetických polí v GE sekvencii je presne rovnaká ako v sekvencii spinového echa. Rozdiel oproti SE sekvencii je teda iba v chýbajúcom refokusačnom 180° pulze, takže pri zániku signálu sa uplatňujú aj vnútorné nehomogenity magnetického poľa (nie tie, ktoré spôsobíme gradientovými poliami).

Str. 80, S(TE) reprezentuje signálnu intenzitu v čase TE (T2\* je pre všetky TE rovnaké).

Str. 94, záver č. 2 by sa mal skôr formulovať v zmysle, že vTE T2\* má potenciál detegovať biomechanické vlastnosti meniskov (nielen jedného rohu).

Na dizertantku mám jednu otázku: Má autorka nejaké vysvetlenie lokálnych extrémov na krivkách časového priebehu záťažových zmien T2\* zadnom rohu MM a tela MM na grafe7? Je to len experimentálna nepresnosť alebo to môže mať aj nejaké vysvetlenie súvisiace so zmenou štruktúry tkaniva?

Predložená dizertačná práca ukazuje, že dizertantka preukázala schopnosť riešiť samostatne vedecké problémy a získavať originálne vedecké poznatky. Táto práca splňuje nároky na dizertácie podľa poriadku DS, a preto odporúčam, aby na jej základe bol Mgr. Lenke Hornáčkovej udelený titul

**PhD v odbore biomechanika.**

Vo Viedni dňa 9. 5. 2018



Ing. Vladimír Mlynárik, DrSc.