

EXTRAKT Z PREZENTACE V PŘEDMĚTU EXPERIMENT V BIOMECHANICE

Mgr. Daniel Hadraba

POSTGRADUÁLNÍ DOKTORSKÉ STUDIUM NA FTVS UK, PRAHA

Mechanické vlastnosti měkkých tkání: struktura a denzita prvků extracelulární matrix (EMC).

Vlastnosti biologických tkání se v průběhu ontogeneze výrazně mění. Ke změnám dochází nejen přirozeným procesem stárnutí, ale i v závislosti na pohybovém režimu, či ze zdravotně orientovaných důvodů (trauma, gravidita, atd.) Morfologické transformace tkáňových struktur korelují s mechanickými vlastnostmi sledovaných tkání. Principy chování kompartmentů a vliv změn v jednotlivých prvcích na celkové mechanické vlastnosti tkání není plně znám.

Vzhledem k faktu, že lidské tkáně jsou metazoické struktury, je pro jejich korektní funkci nezbytná podpurná konstrukce. Za tuto konstrukci je považována mezibuněčná hmota – extracelulární matrix (ECM). Buňky jsou pak vzájemně vázány do jednotlivých typů tkání za pomoci ECM.

Za základní stavební prvky ECM je považována složka hydrofobní, obsahující především kolagenní, retikulární a elastická vlákna (fibulin, elastin, atd.) a hydrofilní, zastoupena skupinami proteoglykanů (chondroitin sulfát, heparan sulfát, “kyselina hyaluronová” (nesulfátová), atd.) a glykoproteinů (laminin, atd.). Následné viskoelastické vlastnosti uvažované tkáně jsou definovány vzhledem k proporcím jednotlivých výše uvedených složek v zkoumané tkáni.

Biologické tkáně je možné označit za viskoelastické, nehomogenní, kompozitní, anizotropní materiály s vysokou schopností adaptability. Všechny z výše uvedených charakteristik komplikují určení mechanických vlastností jednotlivých tkání a zvyšují počet proměnných určujících chování tkáňových systémů. K lepšímu pochopení změn a jejich dopadu na mechanické chování tkáně, je příhodné sledovat proporční strukturální přeměny v ECM. Přestože existují obsáhlé chemické databáze homogenních proteinových domén utvářejících ECM (CDART, PROSITE, SMART, atd.), schopnost předvídat a simulovat proporční změny jednotlivých složek v ECM a následně určit vlastnosti systému je krajně komplikované.

Struktura ECM nereprezentuje pouze konstrukční prvek tkáně, ale účastní se i dynamického spoluřízení chemicko-fyzikálních procesů (např. remodelace, hojení, látková výměna, rakovinotvorné bujení, atd.) Za fyziologických podmínek probíhají v ECM procesy v souladu s nativně nastavenými, tudíž predikovatelnými ději. Nastane-li jedna z výše uvedených událostí (popálení kůže, infarkt myokardu, gravidita, ruptura vazy, atd.), dojde k sekvenčnímu vychýlení systému tkání z rovnováhy, nebo v krajním případě k procesu nevratných adaptačních změn postižené tkáně a zákonitě k strukturálním změnám v ECM. Tato změna je následně vyjádřena v účelovém projevu postižené tkáně omezením, resp. dysfunkcí.

Záměrem dlouhodobého výzkumu je odhalit podíl a funkci zásadních elementů přítomných v EMC na celkových mechanických (reologických) vlastnostech a následně porovnat obsahové četnosti výskytu těchto látek mezi postiženými tkáněmi a tkáněmi před porušením jejich nativní fyziologické funkce.

Vzhledem k obsáhlosti a komplexnosti celé problematiky je volba metody stěžejním úkolem. Uspořádání prvků v ECM se jeví deterministicky-stochastické, a proto aplikace fyzikálního modelování (např. reologický model), matematického modelování (např. fraktální geometrie) jako základního nástroje pro vhled do problematiky, nepovažuji za vhodné. Pro základní pochopení problematiky, je navržen postup řešení, zakládající se na zjištění poměru density a struktury sledovaného prvku za využití histologických, histochemických a mechanických metod, např. konfokální laserový mikroskop - snížení šumu v obraze, tahová zkouška – určení základních mechanických vlastností (creep, relaxace napětí), nebo NMR spektrometrie při které nedochází k destrukci vzorku. Samotná otázka přípravy, získávání, skladování a testování vzorků je zásadní. Nabízejí se metody genového inženýrství (změna vlastností, selektivní odstranění sledovaného proteinu), či porovnání funkčních a disfunkčních (úraz, popálenina) tkání stejného donora.

Jak bylo uvedeno výše, primárním úkolem je určení mechanického chování tkáně v závislosti na změně regulovatelného prvku, prvků. Odhalení zkoumané skutečnosti má hluboký dopad v lékařství – prevence, léčba úrazů (popáleniny, zjizvení, atd.), rakovinové bujení a dále v oblasti tkáňového inženýrství při vývoji a výrobě hostitelských nosičů (tzv. scaffoldů). Vzhledem ke komplikovanosti a otevřenosti systému je základní stanovený cíl značně rozsáhlý a v průběhu experimentálních příprav je hlavním záměrem značné obroušení a specifikace zamýšleného výstupu.

LITERATURA:

- 1) JUNQUIERA L. C., CARNEIRO J., KELLEY O. *Základy histologie*. Jinočany : H & H, 1997. s. 502. ISBN 8085787377.
- 2) ALTER, J. M. *Science of Flexibility*. Human Kinetics, 2004. s. 368.
- 3) HARALSON, M. A., HASSELL, J. R. *Extracellular Matrix: A practical approach*, IRL Press. 1995. s. 432.
- 4) MECHAM, R. P. *The Extracellular Matrix: an Overview*. Springer, 2011. s. 439. ISBN 9783642165542.
- 5) NORDIC, M., FRANKEL, V. H. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. Lippincott Williams and Wilkins, 2001. vyd. 3. s. 496. ISBN 9780683302479.
- 6) PETERSON, D. R., BRONZINO, J. D. *Biomechanics: Principles and Applications*. CRC Press, 2007. s. 352. ISBN 9780849385346.
- 7) SHERWOOD, L. *Human Physiology: From Cells to Systems*. Brook Cole, 2009. s. 928. ISBN 0538734507.
- 8) WHITING W. C., ZERNICKE, R. F. *Biomechanics of Musculoskeletal Injury*. Human Kinetics, 2008. s. 360. ISBN 0736054423.
- 9) YAMADA, H. *Strength of biological materials*. Williams & Wilkins, 1970. s. 297. ISBN 0683093231.