FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI

STUDENTSKÁ VĚDECKÁ KONFERENCE 2017

Růst a remodelace jaterního parenchymu

Dominik Kasl[1]

1 Úvod

V této práci se autor zabýval sestavením modelu popisující růst a remodelaci jaterního parenchymu a jeho následným numerickým řešením. Model byl navržen na bázi teorie směsí kombinované s konceptem objemových poměrů využívající klasických metod mechaniky kontinua a termodynamických principů. Model je především určen k simulaci remodelace jaterních cév a růstu, tedy změny objemového zastoupení, hepatocytů ve zkoumaném médiu. Dále byl diskutován vliv mechanického zatížení na samotný proces růstu a remodelace.

2 Remodelace sinusoid a vliv mechanických účinků na růst měkkých tkání

Samotný model byl simulován jako třífázové (složkové) porézní médium složené z 1 pevné složky reprezentující hepatocyty a ze 2 tekutých složek reprezentující krev, protékající jaterním parenchymem a nutrienty (živiny). Proces remodelace jaterních cév, tzv. sinusoid, byl v Ricken, T., (2010) realizován pomocí strukturního tenzoru:

$$M_S = a_S \otimes a_S = \mathbf{F_S} a_{0S} \otimes \mathbf{F_S} a_{0S}, \tag{1}$$

kde a_S je preferovaný směr toku, a_{0S} je počáteční směr toku, $\mathbf{F_s}$ je deformační gradient tuhé složky a symbol $\otimes$ značí tenzorový součin.

Samotný růst je dle Ambrosi, D., (2011) způsoben jednak biochemickou energií, viz Ambrosi, D., (2007), ale i mechanickým zátížením působicí na médium. Např v Ricken, T., (2010) byl nárůst hmotnosti tuhé složky postulován následujícím způsobem:

$$\hat{\rho}^S = \hat{\rho}^S_{max} \hat{\rho}^S_{nN} \hat{\rho}^S_{Js} \hat{\rho}^S_{\tau_v Mi}, \tag{2}$$

$$\hat{\rho}^S_{nN} = -e^{\kappa_{nN}(n^N)^2} + 1, \tag{3}$$

$$\hat{\rho}^S_{Js} = -e^{\kappa_{Js}(J_s - 1)^2} + 1, \tag{4}$$

$$\hat{\rho}^S_{\tau_v Mi} = -2e^{-log(2)\frac{\tau_v Mi}{\tau_v Mi0}} + 1, \tag{5}$$

kde $\hat{\rho}^S_{max}$, κ_{nN}, κ_{Js} jsou parametry určující vlastnosti materiálu, n^N je objemový poměr živin a $\tau_v Mi0$ je optimálení efektivní napětí, u kterého se neočekávájí žádné nárůsty hmotností.

Celý model je tvořen soustavou vzájemně propojených parciálně diferenciálních rovnic. Tento systém byl řešen metodou přímek, tedy metodou, ve které byly zdiskretizovány všechny proměnné až na jednu. Diskretizace byla provedena metodou konečných diferencí. Touto procedurou byl získán systém obyčejných diferenciálních rovnic.

[1] student bakalářského studijního programu Počítačové modelování v technice, obor Počítčové modelování, e-mail: dkasl@students.zcu.cz

Literatura

Ambrosi, D.,Guillou, A. (1980) Growth and dissipation in biological tissues. Continuum Mech. Thermodyn. (2007) 19: 245–251.

Ambrosi, D., Ateshian, G. A., Arruda, E. M., Cowin, S. C., Dumais, J., Goriely, A., Holzapfel, G. A., Hunphrey, J. D., Kemkemer, R., Kuhl, E., Olberding, J. E., Taber, L. A. Garikipati K. (2011) Perspectives on biological growth and remodeling. Journal of the Mechanics and Physics of Solids.

Ricken, T., Dahmen, U., Dirsch, O. (2010) A biphasic model for sinusoidal liver perfusion remodeling after outflow obstruction. Biomech Model Mechanobiol (2010) 9:435–450.

Ricken, T., Bluhm, J. (2010) Remodeling and growth of living tissue: a multiphase theory. Arch Appl Mech (2010) 80: 453–465.