

MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ PERFUZE V MYOKARDU

ING. RADEK FUČÍK, PH.D. A ING. ONDŘEJ POLÍVKA

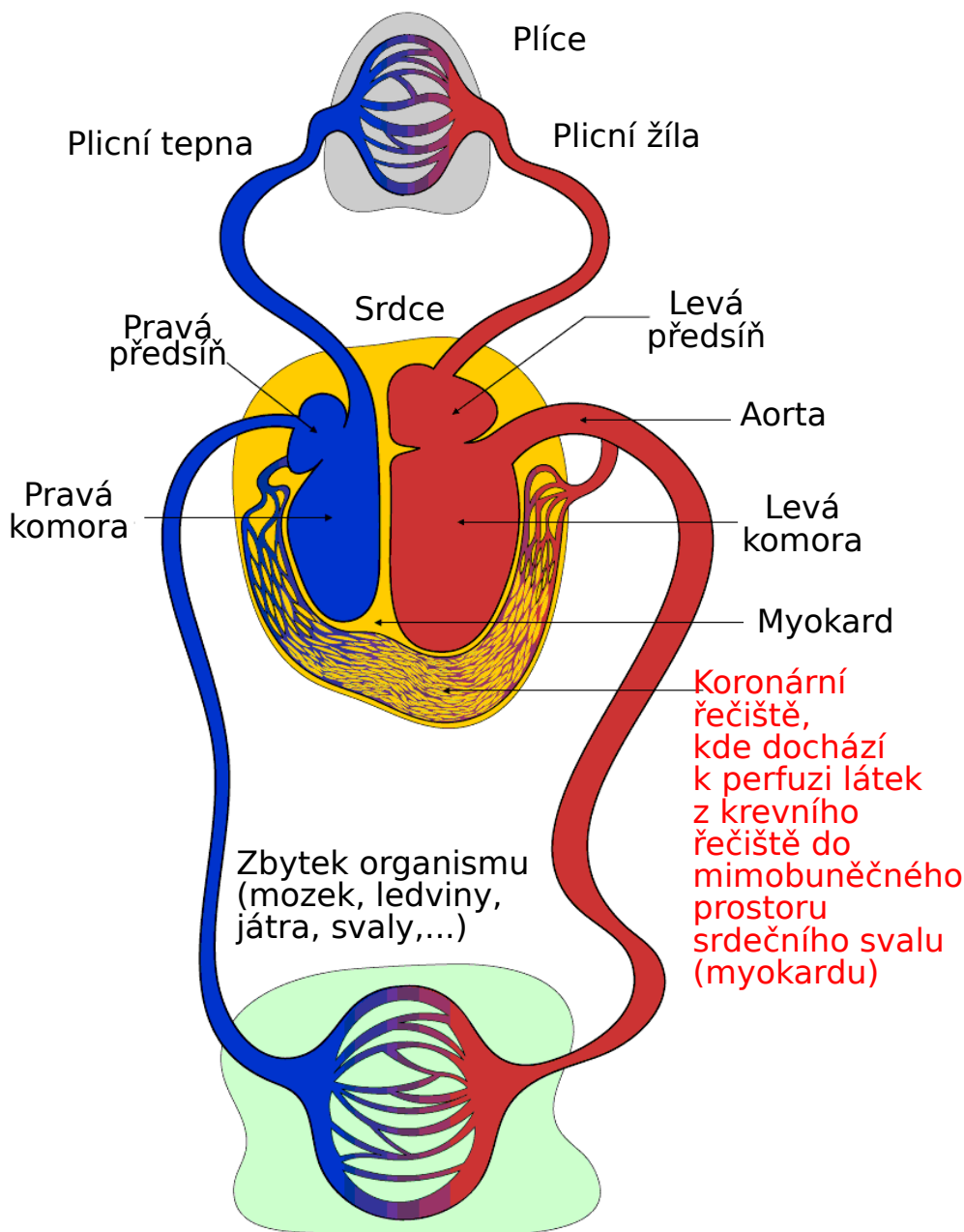
Popis tématu

Snímkování kontrastní látky v srdci pacienta pomocí magnetické rezonance může pomoci k neinvazivní a včasné indikaci onemocnění srdečního svalu (myokardu). Hledání oblastí s nižším než normálním průtokem krve v myokardu může vést k detekci začínajícího mikrovaskulárního onemocnění. Toto onemocnění je charakteristické v poklesu krevní difuze (perfuze) skrz cévní stěnu do mimobuněčného prostoru myokardu. Vyvíjíme zjednodušený matematický model perfuze v myokardu, který může pomoci k vyhodnocování chování různých kontrastních látek používaných při vyšetřování pacientů. Model může zároveň sloužit k přesnější diagnóze onemocnění srdce, a tím i ke správné identifikaci snížené perfuze v srdci.

Experimentální data z magnetické rezonance (MRI) jsou dostupná díky dlouhodobé spolupráci KM FJFI ČVUT v Praze s IKEM Praha. Jedná se o komplexní téma z hlediska porozumění fyzikální podstaty studované problematiky, matematického popisu a implementační stránky s možností využít a zdokonalit stávající softwarová řešení dlouhodobě vyvíjená na Katedře matematiky FJFI ČVUT v Praze.

Téma je vhodné pro studenty bakalářského nebo magisterského oboru MI (MM a MINF) s velkým potenciálem pro následné pokračování v doktorském studiu.

Nákres lidského krevního oběhu



Adaptace z: B. Burtschell, Dissertation thesis, Inria 2016

Systém rovnic matematického modelu pro transport a perfuzi v myokardu

Rovnice popisující transport a perfuzi léčiva nebo traceru (v bezrozměrném tvaru):

$$\vec{u}_f = -\frac{1}{U\mu\phi_f} \mathbf{K} \nabla p,$$

$$\nabla \cdot \vec{u}_f = 0 \quad \text{v } \Omega_f,$$

$$\frac{\partial c_f}{\partial t} + \vec{u}_f \cdot \nabla c_f = \frac{1}{Pe} \Delta c_f - Da(1 - \phi_f)(c_f - c_s) + \frac{q}{\phi_f} \quad \text{v } \Omega_f,$$

$$\frac{\partial c_s}{\partial t} = \frac{Dr}{Pe} \Delta c_s + Da\phi_f(c_f - c_s) \quad \text{v } \Omega_s,$$

kde

- ▶ \vec{u}_f je Darcyho rychlost,
- ▶ \mathbf{K} je propustnost, U je charakteristická rychlost,
- ▶ μ je dynamická viskozita, ϕ_f je porozita,
- ▶ c_f , resp. c_s je koncentrace látky v krvi, resp. v mimobuněčném prostoru,
- ▶ Pe je Pécletovo číslo, Da je Damohklerovo číslo,
- ▶ Dr je difúzní poměr, q je zdrojový člen.

Čím se budete zabývat

- ↓ Bc.
 - ▶ Studium problematiky (rešerše)
 - ▶ Sestavení matematického modelu
 - ▶ Studium a implementace numerických metod
- ↓ Ing.
 - ▶ Zdokonalování stávajících numerických kódů
 - ▶ Zpracování experimentálních dat (např. z IKEM Praha)
- ↓ Ph.D.
 - ▶ Verifikace a validace matematického modelu
 - ▶ Použití matematického modelu v praxi

