

## 李焯团队提出一种基于血压波形反向推算模型参数的心血管系统个体化血流动力学模型

中国科学院深圳先进技术研究院生物医学信息技术研究中心李焯研究团队与千叶大学刘浩研究团队在心血管系统个体化血流动力学模型方面的研究取得进展。相应成果为“Zhang XD, Wu D, Miao F, et al. Personalized hemodynamic modeling of the human cardiovascular system: a reduced-order computing model [J]. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2020, 67(10): 2754-2764 (人体心血管系统的个体化血流动力学建模: 一种降维计算模型)”。

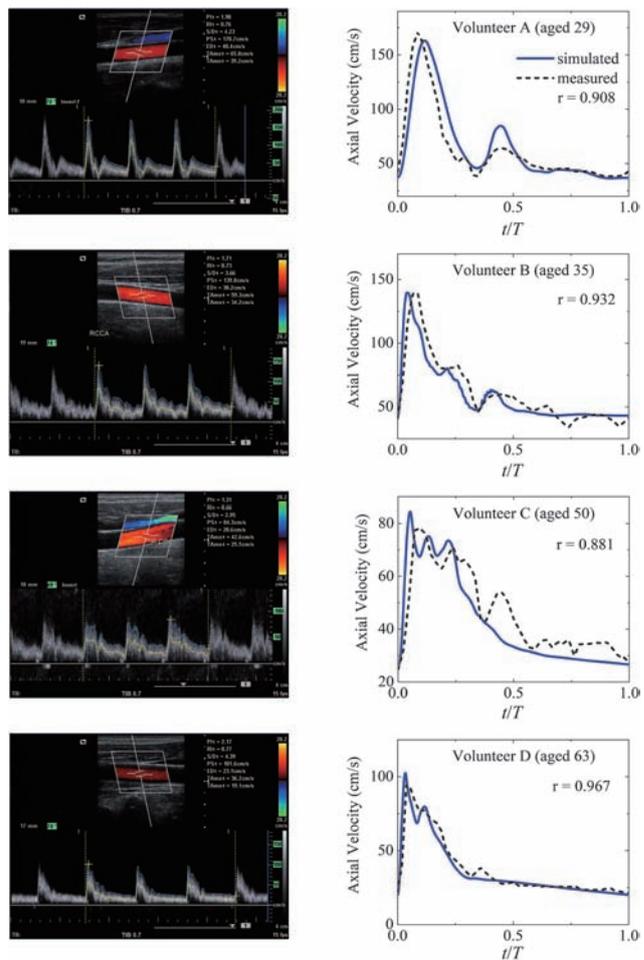
个体化血流动力学模型可以对心血管系统进行仿真并对一些心血管疾病进行定量的评估与预测。尽管, 大动脉一维模型与末端动脉零维模型相耦合的模型已被广泛研究并证实可以快速有效地对人体全身动脉网络进行仿真。但是, 由于真实人体中不同动脉段的弹性模量等个体化模型参数难以测量与估算, 目前仍然无法实现具有实用意义的个体化建模。该研究提出了一种基于血压波形反向推算模型参数的方法, 可以有效地实现个体化血流动力学建模。

研究通过超声影像测量人体主要动脉的直径与每搏输出量, 并记录体表测量的无创肱动脉血压波形。所提出的方法基于 L-M 优化算法, 迭代调节动脉硬度等模型参数使得仿真血压波形与实测波形相匹配, 从而实现个体化建模。此外, 该研究共招募了 62 位不同年龄段的志愿者来验证模型的有效性。

实验结果显示, 推算的体内不同位置动脉硬度的分布规律与真实规律相符; 模型仿真血压波形与实测波形拟合程度较高, 平均均方差为  $7.1 \text{ mmHg}^2$ ; 模型仿真的颈动脉血液流速波形

与多普勒超声测量波形相似度较高, 平均相关系数为 0.911。

该研究提出的个体化血流动力学模型可以对不同个体的血压波形与血液流速波形进行有效的仿真模拟。该方法有望用于人体不同部位动脉硬度与血压的推算, 也可用于辅助各种心血管疾病的诊断与个体化评估。



(左)

(右)

不同个体的典型实测颈动脉血流速度波形(左)与个体化模型仿真结果(右)的对比