

王磊团队探索机器人辅助 PCI 导丝 / 导管插入术中 介入医生操控技能

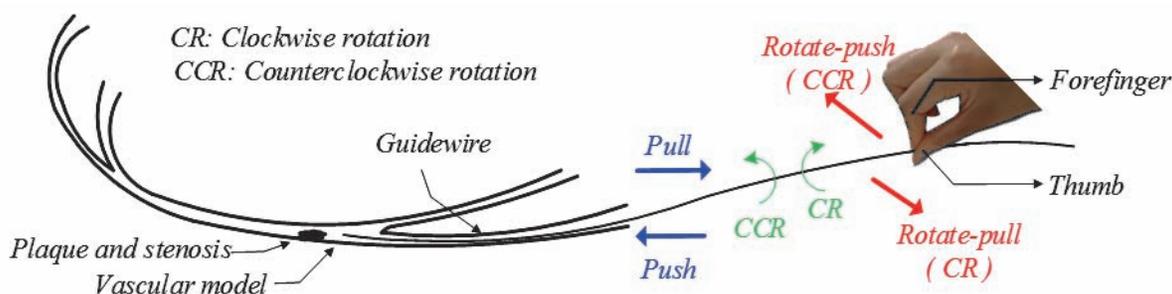
中国科学院深圳先进技术研究院医疗机器人与微创手术器械研究中心王磊团队在血管介入手术机器人辅助 PCI 介入术导丝/导管精准操控方面的研究取得进展。相关成果为“Du WJ, Omisore OM, Duan WK, et al. Exploration of interventionists' technical manipulation skills for robot-assisted intravascular PCI catheterization [J]. IEEE Access, 2020, 8: 53750-53765 (探索机器人辅助 PCI 导丝/导管插入术中介入医生操控技能)”。

为探索在经皮冠状动脉介入治疗(PCI)中介入医生认知和操控导管/导丝方面的技能,以减少医生手术的时间和暴露程度从而降低操作危险。

该研究建立了一个介入医生操控技能随机森林分类框架,以正确识别介入医生在 PCI 导丝/导管插入术中的基本操控技能运动模式。为此,首先采用 sEMG sensor、EM sensor、force sensor 等传感器获取 7 名介入医生操控过程中的多模态数据,分别得到介入医生 6 类操控运动模式下的肌肉运动、手部运动及手指运动的技能信息;然后,使用 Spearman 的 Rank-Orderstatistical 方法在建立了介入医生操控力度与肌肉活动之间的量化关系,同时采用 Wilcoxon test 和 KruskalWallis 单向 ANOVA 检验来确定组内和组间差异性。

实验结果显示,导丝的输送方式表现出稳定的特性,其操控技能模式识别精度表现如下:基于肌肉活动和手部运动的多模态信息操控的 19 个技能特征的识别准确率为 94.11%,基于肌肉活动的单模态信息操控的 12 个特征子集的识别准确率为 88.01%,基于手部动作的单模态信息操控的 7 个技能特征子集的识别准确率为 71.97%,而基于部分具有统计学显著差异性的肌肉活动和手部动作的多模态信息操控的 10 个特征子集识别准确率为 84.56%。

该研究表明,在介入医生操控导丝进行 PCI 血管介入手术过程中,精准识别介入医生的操控技能模式,可为介入医生操控介入手术机器人精准到达病灶部位的技能水平客观评估框架奠定了理论基础;而在介入手术机器人辅助医生操控过程中,将医生的技能信息嵌入到机器人主从端控制框架中,可提升血管内导丝/导管操控机制的精准性和安全性。此外,医生介入医生操控导丝的手指接触力与其肌肉活动之间存在显著相关性($P < 0.05$),在具有斑块或狭窄的血管模型中,手指接触力比平滑血管部位相对较高,通过操作端的力位信息可作为间接方式测量血管内导丝的接触力信息。



血管模型中模拟介入手术过程的六种操作表征图