

二尖瓣缘对缘修复术对左心室流动结构的影响

何心怡*, 冯舒毅+, 吴凡*, 王士召*, 王洪平*^{1,2)}

* (中国科学院力学研究所, 北京 100190)

+ (中国医学科学院阜外医院, 北京 100037)

摘要: 二尖瓣反流 (MR) 是一种常见的心脏瓣膜疾病, 治疗方法包括药物治疗、传统开胸手术和二尖瓣经导管缘对缘修复术 (TEER)。药物治疗无法根治瓣膜疾病, 开胸手术创伤大, 对于高龄高危患者风险较高。TEER 作为一种微创治疗手段, 已成为开胸手术高危患者的首要治疗选择。然而 TEER 会改变二尖瓣原生几何形状, 破坏生理性的血流模式, 可能导致血栓形成以及心室不良重塑。本研究搭建了体外循环模拟平台, 模拟 TEER 手术对左心室血流动力学的影响。实验平台使用动物原生瓣膜和基于患者 CT 的硅胶左心室。通过剪断对应腱索诱导二尖瓣反流, 并在对应区域植入 MitraClip, 采用超声心动图、粒子图像测速仪 (PIV) 评估 TEER 干预对左心室血液动力学的影响。实验结果显示, 虽然 TEER 干预后能有效减少二尖瓣反流, 却在左心室内形成了大量小尺度涡结构, 并在 MitraClip 下方出现血流停滞区域。最大流速从健康状态的 0.76m/s 增加到 1.16m/s, 雷诺剪切应力 (RSS) 从 222.3Pa 增加到 548.8Pa, 空间平均能量耗散 (ED) 是健康状态的 3.9 倍。这些血流动力学指标的显著变化可能会增加心脏异常的风险, 如左心室不良重塑、细胞不可逆损伤和左室泵血效率下降等。这些研究结果有助于深入理解 TEER 对左心室血流动力学的影响以及评估 TEER 的长期预后效果。基于该实验平台和技术手段, 可以为体外评估介入器械效果、模拟联合瓣膜疾病、进行术前预测和术后规划提供帮助。

关键词: 二尖瓣反流; 左心室流场特征; MitraClip; 血流动力学; TEER

1) 国家自然科学基金委基础科学研究中心项目“非线性力学的多尺度问题研究”(11988102), 国家自然科学基金项目(12072348)