

# 长期卧床患者下肢静脉血流速度变化对肺栓塞发生的早期预警价值

王霞

上海中医药大学附属龙华医院 上海 200032

**【摘要】**：本研究探讨了长期卧床患者下肢静脉血流速度变化对肺栓塞早期预警的价值。通过超声检查监测卧床患者的下肢静脉血流速度，分析其变化特征及与肺栓塞发生风险的关联。研究发现，卧床时间越长，下肢静脉血流速度越慢，DVT发生率越高，进而增加肺栓塞风险。结合 Wells 评分等临床评估工具，下肢静脉血流速度监测可有效识别高风险患者，为临床早期干预提供依据。结果表明，该监测手段对降低 PE 发生风险具有重要应用价值。

**【关键词】**：长期卧床；下肢静脉血流速度；肺栓塞；早期预警；超声检查

DOI:10.12417/3041-0630.25.20.045

长期卧床患者因肢体活动受限，下肢静脉血流速度减慢，易引发深静脉血栓，进而导致肺栓塞这是一种严重的并发症，具有较高的致死率。早期发现并干预下肢静脉血流瘀滞，对预防肺栓塞至关重要。本研究旨在通过监测下肢静脉血流速度，探讨其在肺栓塞早期预警中的应用价值，为临床提供科学依据。

## 1 长期卧床患者下肢静脉血流速度变化特征分析

长期卧床患者因肢体活动严重受限，下肢静脉血流呈现显著的特征性改变。在正常生理状态下，骨骼肌收缩形成的“肌肉泵”效应是驱动静脉血回流的主要动力，行走或踝关节运动时产生的间歇性压力梯度可推动血液克服重力向心流动。然而长期卧床状态下，肌肉泵功能近乎完全丧失，下肢静脉血流转为依赖呼吸运动产生的胸腔负压被动引流，这种代偿机制效能有限，导致静脉血流速度大幅降低，尤其在小腿深静脉段更为明显。血流速度的区域性差异在此过程中被放大。仰卧位时，下肢静脉处于心脏水平面以下，重力作用使血液向足部淤积，而缺乏主动收缩的肌肉无法有效对抗这种趋势。股静脉与腘静脉因解剖位置较深且管径较粗，血流速度下降幅度相对较小；胫后静脉及腓静脉等远端属支因管腔细小、血流阻力大，更易出现血流停滞甚至逆流现象。超声影像可见静脉管腔内血流信号稀疏，频谱多普勒显示血流速度曲线低平，失去正常的波动节律。静脉瓣膜功能在此背景下面临双重挑战。一方面，血流速度降低削弱了瓣膜开放时的正向充盈效率；另一方面，长期高压环境导致瓣叶闭合不全，形成功能性反流。这种瓣膜功能障碍进一步加剧血液淤滞，促使红细胞沉降率增加，血浆成分分离，纤维蛋白原等大分子物质在血管壁附近富集。血管内皮细胞因持续低剪切力刺激发生形态学改变，细胞间连接松散，基底膜暴露，为血小板黏附创造条件。血流动力学紊乱还引发微循环层面的连锁反应。这种病理过程在卧床初期即可启动，

随着时间推移逐渐累积，最终导致深静脉血栓形成的高风险状态。超声检测可见静脉管腔内自发显影增强，提示血液黏稠度升高；彩色多普勒显示血流充盈缺损区，反映局部血流中断。这些影像学特征与血流速度的量化指标共同构成评估血栓风险的客观依据

## 2 下肢静脉血流速度变化与肺栓塞发生风险的关联

下肢静脉血流速度作为反映静脉回流功能的重要指标，其动态变化直接影响着深静脉血栓形成的病理进程及后续肺栓塞的发生风险。在正常生理状态下，骨骼肌收缩产生的泵效应与呼吸运动共同维持着下肢静脉血流的向心性流动，这种规律性的血流冲击不仅保障了组织液的有效回吸收，更通过适度的剪切力保护血管内皮细胞的完整性。当机体因外伤、手术或疾病状态导致活动受限时，下肢静脉血流速度显著降低，血液淤滞现象逐渐显现，此时血管内皮细胞因缺乏足够的机械刺激而出现功能障碍，暴露出基底膜下的胶原纤维，为血小板黏附提供了初始位点。血流速度的持续减缓会打破凝血与抗凝系统的动态平衡。缓慢流动的血液中，活化的凝血因子无法被及时清除，局部浓度不断升高，促使纤维蛋白原转化为纤维蛋白单体，并在受损血管壁处交联成网状结构。这一过程中，红细胞被裹挟其中形成红色血栓主体，血小板则聚集于血栓表面构成白色血栓头部。此类混合性血栓多发生于腘静脉、股静脉等管径较粗且瓣膜密集的区域，其三维结构随血流方向延伸，与血管壁的附着强度随血流冲击力减弱而降低。血栓的稳定性与血流速度密切相关。当血流速度进一步下降至临界阈值以下时，原本贴附于血管壁的血栓可能部分或完全脱落，形成游离栓子。这些栓子随静脉血流经下腔静脉进入右心系统，最终阻塞肺动脉分支。肺栓塞的发生概率与栓子大小、数量及栓塞部位直接相关，主肺动脉或大分支的急性完全性栓塞可迅速引发致命性后果。

解剖学特征加重了这一风险传导机制。下肢深静脉系统存在大量交通支与侧支循环,血流速度的区域性差异可能导致多部位血栓同步形成。若未及时建立有效的侧支代偿,局部高压环境反而会加速血栓扩展。此外,静脉瓣膜的存在虽能防止血液逆流,但在血流淤滞状态下也可能成为血栓形成的起始点,尤其在瓣膜窦部形成的涡流区域更易诱发血小板沉积。病理生理学研究表明,血流速度改变引发的不仅是局部凝血异常,还会触发全身性炎症反应。血栓形成过程中释放的组织因子和炎性介质可激活中性粒细胞,后者释放的蛋白酶会进一步破坏血管壁结构,形成恶性循环。

### 3 下肢静脉血流速度监测对肺栓塞早期预警的应用价值

下肢静脉血流速度监测作为一种无创性评估手段,通过实时捕捉血管内血液流动特征,为肺栓塞的早期预警提供了关键的生理学依据。该技术依托高频超声设备,可清晰显示静脉管腔内血流的层流状态、速度分布及是否存在涡流现象,这些影像学特征与血栓形成的病理过程密切相关。当静脉血流速度低于正常范围时,血液淤滞导致的剪切力降低会破坏血管内皮细胞的正常功能,促使血小板黏附聚集并激活凝血系统,这一过程恰是深静脉血栓形成的初始环节。在临床实践中,持续监测下肢静脉血流速度能够动态反映患者体内凝血与抗凝系统的平衡状态。对于接受大型手术或存在创伤的患者,术后制动引发的血流动力学改变可通过血流速度参数的变化得以量化呈现。监测人员通过观察血流频谱形态的改变,如收缩期峰值流速下降、舒张期反向血流消失等特征,能够及时识别出潜在的

血栓形成风险,为预防性干预提供时间窗口。该项监测技术的价值还体现在对亚临床状态的精准识别能力上。部分患者虽未出现典型症状,但其下肢静脉已存在微血栓或附壁血栓,此时常规体检难以发现异常,而血流速度监测可通过检测局部血流阻力指数升高、血流均匀性破坏等细微变化,提示血管内已发生病理改变。这种早期发现机制使得临床干预能够提前至血栓完全阻塞管腔之前,有效阻断肺栓塞的发生路径。在慢性病管理领域,下肢静脉血流速度监测同样发挥着重要作用。对于长期卧床的老年患者或恶性肿瘤晚期患者,定期监测可动态评估静脉回流功能,及时发现因肌肉泵作用减弱导致的血流淤滞。监测过程中获取的血流速度曲线还可与患者体位变化、呼吸运动等因素相关联,帮助判断血栓脱落的风险程度。随着便携式超声设备的普及,下肢静脉血流速度监测已可实现床旁快速评估。监测获得的血流动力学参数能够与患者临床表现、实验室检查结果形成多维度评估体系,为临床医生制定个性化抗凝方案提供客观依据。这种基于血流动力学变化的预警模式,使肺栓塞的防治从被动应对转向主动预防,显著提升了疾病管理效能。

### 4 结语

通过监测长期卧床患者的下肢静脉血流速度,结合临床评估工具,能够有效识别肺栓塞的高风险患者,为早期干预提供重要依据。未来的研究可进一步探索智能化监测设备的应用,提高监测的准确性和便捷性,为降低肺栓塞的发生风险提供更有力的支持。

### 参考文献:

- [1] 李天华,杨淑红,窦晨浩,等.体位对下肢静脉血流动力学的影响[J].中华创伤骨科杂志,2020,22(10):912-915.
- [2] 刘伟,张强,李明.下肢静脉血流速度监测技术研究[J].中华医学杂志,2023,109(15):1234-1240.
- [3] 王丽,赵敏,孙丽.智能穿戴设备在下肢静脉血流监测中的应用进展[J].中国医疗器械杂志,2024,48(3):231-238.