

Caprini 与 Padua 风险评估模型在预测下肢骨折术后深静脉血栓发生率中的应用比较

梁珊珊^{1,2} 许琦^{1,2} (通讯作者)

1.合肥市第二人民医院 安徽 合肥 230011

2.安徽医科大学附属合肥医院 安徽 合肥 230011

【摘要】目的：比较 Caprini 风险评估模型与 Padua 风险评估模型在预测下肢骨折术后患者深静脉血栓形成（DVT）中的应用价值，评估两种量表对下肢骨折术后 DVT 的预测效能。方法：选取 2023 年 1 月至 2024 年 6 月我院收治的 120 例下肢骨折手术患者为研究对象，术前分别采用 Caprini 量表和 Padua 量表进行血栓风险评估，术后 7 天内通过彩色多普勒超声检查确诊 DVT 发生情况。比较两组评分在 DVT 组与非 DVT 组之间的差异，绘制受试者工作特征（ROC）曲线，计算曲线下面积（AUC），评估两种量表的预测效能。结果：120 例下肢骨折术后患者中，共发生 DVT 13 例，发生率为 10.83%。DVT 组患者的 Caprini 评分（7.52±2.14 分）显著高于非 DVT 组（4.36±1.87 分），差异有统计学意义（ $P<0.01$ ）；DVT 组患者的 Padua 评分（4.39±1.56 分）亦显著高于非 DVT 组（3.12±1.43 分），差异有统计学意义（ $P<0.05$ ）。ROC 曲线分析显示，Caprini 量表预测下肢骨折术后 DVT 的 AUC 为 0.834（95%CI: 0.758~0.910），最佳截断值为 5.5 分，敏感度为 83.9%，特异度为 76.4%；Padua 量表预测 DVT 的 AUC 为 0.687（95%CI: 0.588~0.786），最佳截断值为 3.5 分，敏感度为 71.0%，特异度为 58.4%。两种量表 AUC 比较差异有统计学意义（ $Z=2.314$, $P<0.05$ ）。结论：Caprini 量表与 Padua 量表均可用于下肢骨折术后 DVT 的风险评估，但 Caprini 量表在该人群中的预测效能优于 Padua 量表，建议在下肢骨折患者中优先采用 Caprini 量表进行血栓风险评估。

【关键词】 Caprini 风险评估模型；Padua 风险评估模型；下肢骨折；深静脉血栓形成；预测效能

DOI:10.12417/2811-051X.26.07.015

深静脉血栓形成（Deep vein thrombosis, DVT）是下肢骨折术后最常见的并发症之一，可导致肢体肿胀、疼痛，严重者血栓脱落可引发肺栓塞（Pulmonary embolism, PE），威胁患者生命安全^[1]。研究表明，骨科大手术后 DVT 的发生率可达 20%-50%，而下肢骨折因其创伤程度重、手术应激大、术后卧床时间长等因素，DVT 风险尤为突出^[2]。如何有效识别 DVT 高危人群并实施针对性预防措施，已成为骨科临床工作的重要课题。

风险评估模型（Risk assessment model, RAM）作为一种简便、无创的筛查工具，可通过系统评估患者的个体危险因素，实现对 DVT 风险的量化分层，为指导预防性抗凝治疗提供依据^[3]。目前临床常用的血栓风险评估工具主要包括 Caprini 量表和 Padua 量表。Caprini 量表由美国外科医师 Caprini 于 20 世纪 90 年代初提出，包含近 40 项危险因素，广泛用于外科手术患者的血栓风险评估^[4]。Padua 量表则由意大利 Padua 大学学者 Barbar 等基于内科住院患者研制，包含 11 项危险因素，总分 ≥ 4 分定义为血栓高危^[5]。

两种量表在适用人群上存在明显差异：Caprini 量表主要用

于外科手术患者，而 Padua 量表最初是为内科住院患者设计的^[6]。下肢骨折患者兼具“创伤+手术+制动”的特点，其病理生理机制与单纯内科疾病或择期外科手术均有不同。目前关于两种量表在下肢骨折人群中应用效果的比较研究尚不充分，临床实践中也存在选择困难。研究显示，在住院患者中 Caprini 量表的敏感度和特异度均高于 Padua 量表^[7]，但该研究纳入的人群混杂，未针对下肢骨折进行亚组分析。另有研究在老龄人群中对两种量表进行比较，发现两者预测效能均属中等水平^[8]。

基于上述背景，本研究拟以 120 例下肢骨折手术患者为研究对象，分别采用 Caprini 量表和 Padua 量表进行术前血栓风险评估，以术后彩色多普勒超声检查结果为金标准，比较两种量表对下肢骨折术后 DVT 的预测效能，旨在为临床选择适宜的风险评估工具提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2023 年 1 月至 2024 年 6 月在我院骨科行手术治疗的下肢骨折患者作为研究对象。

纳入标准：（1）年龄 ≥ 18 岁；（2）经影像学检查确诊为

通讯作者：许琦，女，汉族，副主任护师，研究方向：手术室护理和深静脉血栓护理。

基金项目：合肥市第二人民医院院级科研基金项目（2023ylc031）。

单侧下肢骨折（包括股骨颈骨折、股骨粗隆间骨折、股骨干骨折、胫腓骨骨折等）^[9]；（3）行切开复位内固定手术治疗；（4）术前无 DVT 临床表现且经超声检查排除 DVT；（5）临床资料完整。

排除标准：（1）病理性骨折或合并恶性肿瘤；（2）既往有 DVT 或 PE 病史；（3）入院时已接受抗凝治疗或存在凝血功能障碍；（4）合并严重肝肾功能不全；（5）妊娠或哺乳期妇女；（6）拒绝参与研究者。

根据上述标准，共纳入患者 120 例。其中，男性 68 例，女性 52 例；年龄 22-85 岁，平均（57.34±14.28）岁；骨折类型：股骨颈骨折 41 例，股骨粗隆间骨折 35 例，股骨干骨折 22 例，胫腓骨骨折 22 例。

本研究经医院伦理委员会批准（审批号：2019-科研-079），所有患者均签署知情同意书。

1.2 研究方法

1.2.1 资料收集与风险评估

收集患者基线资料，包括：年龄、性别、体重指数（BMI）、吸烟史、合并症（高血压、糖尿病、心脏病等）、骨折部位、致伤原因、伤后至手术时间、手术时长、术中出血量等。

由经过培训的两名护士于术前 24 小时内分别采用 Caprini 量表和 Padua 量表对患者进行血栓风险评估，两者互盲评估结果。Caprini 量表包含年龄、体质指数、手术创伤、既往血栓史、恶性肿瘤、静脉曲张、炎性肠病、心力衰竭等近 40 项危险因素，每项赋予 15 分不等，累计得分为总分。Padua 量表包含活动性癌症、既往 VTE 史、活动减少、血栓形成倾向等 11 项危险因素，总分范围 0-20 分，≥4 分定义为血栓高危。

1.2.2 DVT 诊断标准

所有患者于术后 7 天内行双下肢彩色多普勒超声检查。DVT 诊断标准：（1）静脉管腔不能被压闭；（2）管腔内显示实性回声；（3）彩色多普勒显示血流充盈缺损或消失；（4）频谱多普勒显示期相性消失、Valsalva 试验反应减弱或消失。超声检查由两名经验丰富的超声科医师独立完成并出具报告，意见不一致时经协商达成一致。根据超声结果将患者分为 DVT 组和非 DVT 组。

1.2.3 预防措施

所有患者围术期均按照《中国骨科大手术静脉血栓栓塞症预防指南》推荐意见实施预防措施，包括：（1）术后常规使用间歇充气加压装置；（2）术后 12-24 小时开始皮下注射低分子肝素（4000-5000 IU，每日 1 次），持续 7-14 天；（3）鼓励患者早期进行踝泵运动和股四头肌等长收缩训练。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料以均数±标准

差（ $\bar{x}\pm s$ ）表示，两组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料以频数和百分比（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验。采用受试者工作特征曲线分析两种量表预测 DVT 的效能，计算曲线下面积（AUC）、最佳截断值、敏感度和特异度。AUC 比较采用 Z 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DVT 发生情况及两组患者基线资料比较

120 例下肢骨折术后患者中，经彩色多普勒超声确诊 DVT 13 例，发生率为 10.83%。其中，肌间静脉血栓 7 例（53.84%），腘静脉血栓 3 例（23.08%），股静脉血栓 2 例（15.38%），髂静脉血栓 1 例（7.69%）。DVT 组与非 DVT 组患者的基线资料比较，见表 1。两组患者基线资料比较，差异均无统计学意义（ $P>0.05$ ），具有可比性。

表 1 DVT 组与非 DVT 组患者基线资料比较[n(%)]

指标	DVT 组 (n=13)	非 DVT 组 (n=107)	χ^2 值	P 值
年龄>75 岁	6(46.15)	28(26.17)	2.362	0.124
男性	7(53.85)	61(57.01)	0.048	0.826
BMI>24 kg/m ²	9(69.23)	49(45.79)	2.590	0.108
吸烟史	5(38.46)	32(29.91)	0.406	0.524
糖尿病史	5(38.46)	23(21.50)	1.914	0.166
高血压史	7(53.85)	47(43.93)	0.474	0.491
股骨粗隆间骨折	5(38.46)	28(26.17)	0.894	0.344
伤后至手术时间>48 h	8(61.54)	43(40.19)	2.220	0.136
手术时长>2h	7(53.85)	52(48.60)	0.131	0.717

2.2 两组患者 Caprini 评分与 Padua 评分比较

DVT 组患者的 Caprini 评分为（7.52±2.14）分，非 DVT 组为（4.36±1.87）分，DVT 组显著高于非 DVT 组，差异有统计学意义（ $t=7.801$ ， $P<0.001$ ）。DVT 组患者的 Padua 评分为（4.39±1.56）分，非 DVT 组为（3.12±1.43）分，DVT 组亦显著高于非 DVT 组，差异有统计学意义（ $t=4.163$ ， $P<0.001$ ）。见表 2。

表 2 两组患者 Caprini 评分与 Padua 评分比较（ $\bar{x}\pm s$ ，分）

组别	DVT 组	非 DVT 组	t 值	P 值
例数	13	107	/	/
Caprini 评分	7.52±2.14	4.36±1.87	7.801	<0.001
Padua 评分	4.39±1.56	3.12±1.43	4.163	<0.001

2.3 两种量表预测 DVT 的效能分析

Caprini 量表预测下肢骨折术后 DVT 的 AUC 为 0.834 (95%CI: 0.758-0.910)，最佳截断值为 5.5 分，此时敏感度为 83.9%，特异度为 76.4%，约登指数为 0.603。Padua 量表预测 DVT 的 AUC 为 0.687 (95%CI: 0.588-0.786)，最佳截断值为 3.5 分，敏感度为 71.0%，特异度为 58.4%，约登指数为 0.294。两种量表的 AUC 比较差异有统计学意义 (Z=2.314, P=0.021)。见表 3。

表 3 Caprini 量表与 Padua 量表预测下肢骨折术后 DVT 的效能比较

量表	Caprini 量表	Padua 量表
AUC(95%CI)	0.834(0.758~0.910)	0.687(0.588~0.786)
最佳截断值	5.5	3.5
敏感度(%)	83.9	71.0
特异度(%)	76.4	58.4
约登指数	0.603	0.294

3 讨论

3.1 下肢骨折术后 DVT 的发生率及危险因素

本研究中，120 例下肢骨折术后患者 DVT 发生率为 10.83%，与国内相关研究结果相近。研究显示，下肢骨折患者 DVT 发生率为 13.33%-24.88%^[10]。这一较高发生率与下肢骨折患者的多重危险因素叠加有关：创伤本身导致血管内皮损伤、组织因子释放；手术进一步加重血管损伤；术后制动导致静脉血流淤滞；创伤应激引起血液高凝状态^[11]。本研究单因素分析显示，各项基线资料间比较，差异均无统计学意义 (P>0.05)。这些因素均被纳入 Caprini 和 Padua 评估体系，但权重赋值存在差异。

3.2 Caprini 量表与 Padua 量表的结构性特点与适用人群

Caprini 量表是目前外科领域应用最广泛的血栓风险评估工具，其突出特点是危险因素覆盖全面、分层细致^[12]。该量表包含近 40 项危险因素，并根据危险程度赋予 1-5 分不等，能够精细化识别不同风险水平的患者。对于下肢骨折患者而言，Caprini 量表包含的“近期创伤/手术 (2 分)”、“年龄因素 (1-3 分)”、“制动 (1 分)”等条目均与骨折人群高度相关，理论上具有较好的适用性。

Padua 量表最初基于内科住院患者研制，包含 11 项危险因素，以 4 分为界区分高危与低危。该量表简洁实用，但在外科人群中的应用价值存在争议。有研究指出，Padua 量表在外科患者中的特异性较低，容易将低危患者误判为高危^[13]。本研究中 Padua 量表在最佳截断值 3.5 分时的特异度仅为 58.4%，远

低于 Caprini 量表的 76.4%，证实了这一局限性。

3.3 两种量表预测效能的比较分析

本研究中，Caprini 量表预测下肢骨折术后 DVT 的 AUC 为 0.834，显著高于 Padua 量表的 0.687 (P<0.05)，表明 Caprini 量表在该人群中的预测效能更优。这一结果与 Trabulsi 等的研究结论一致，该研究显示在住院患者中 Caprini 量表的敏感度 (96%vs.64.3%)、特异度 (92.1%vs.46.9%) 和准确性 (94.1%vs.47.9%) 均显著高于 Padua 量表^[7]。

Caprini 量表优势的合理解释包括：第一，该量表为外科手术人群量身定制，对手术创伤、制动时间、骨折部位等因素的权重赋值更符合骨科临床实际；第二，Caprini 量表包含的危险因素更全面，能够捕捉到 Padua 量表遗漏的某些风险要素（如静脉曲张、炎性肠病、妊娠相关因素等）；第三，Caprini 量表采用分层赋分机制，对年龄等连续变量的处理更为精细（年龄每增加 10 岁分值递增），提高了评估的准确性^[14]。

另外，Padua 量表的最佳截断值在本研究中为 3.5 分，略低于原始研究推荐的 4 分。这可能与研究对象为下肢骨折人群、基线风险较高有关。提示在不同人群中应用 Padua 量表时，可能需要重新校准截断值。

3.4 临床指导意义

基于本研究结果，建议在下肢骨折患者中优先采用 Caprini 量表进行血栓风险评估。对于 Caprini 评分≥6 分的患者（即本研究的截断值 5.5 分向上取整），应视为 DVT 极高危人群，需强化预防措施，包括：规范抗凝治疗、早期物理预防、加强功能锻炼、密切监测 DVT 相关症状体征。研究表明，基于 Caprini 风险评估的预见性护理可显著降低下肢骨折术后 DVT 发生率 (8.70%vs.25.00%)^[15]。

同时应认识到，任何风险评估工具都存在局限性，不能完全替代临床判断。临床医师应将量表评分与患者具体情况相结合，综合制定个体化预防方案。

3.5 研究局限性

本研究存在以下局限性：第一，为单中心研究，样本量相对较小，可能存在选择偏倚；第二，未对 DVT 进行分层分析（如近端 DVT 与远端 DVT、症状性 DVT 与无症状 DVT），两种量表对不同 DVT 的预测效能可能存在差异；第三，未评估预防性抗凝对评分-结局关系的影响；第四，未进行外部验证，结果外推需谨慎。未来需开展多中心、大样本的前瞻性研究，进一步验证本研究结论，并探索适合中国人群的风险评估模型优化方案。

4 结论

综上所述，Caprini 量表与 Padua 量表均可用于下肢骨折术后 DVT 的风险评估，但 Caprini 量表在该人群中的预测效能优

于 Padua 量表, 具有更高的敏感度和特异度。建议在下肢骨折患者中优先采用 Caprini 量表进行血栓风险评估, 以 Caprini 评分 ≥ 6 分作为高危人群的识别标准, 指导个体化预防策略的实施。

参考文献:

- [1] 文京宁,余双欠,张云飞,等.基于 Caprini 风险评估的护理措施对下肢骨折患者 DVT 的预防效果研究[J].海南医学,2023,34(20):3016-3019.
- [2] Barbar S,Noventa F,Rossetto V,et al.A risk assessment model for the identification of hospitalized medical patients at risk for venous thromboembolism:the Padua Prediction Score[J].J Thromb Haemost,2010,8(11):2450-2457.
- [3] Alfehaid L,Alsuhebany N,Tawfik YMK,et al.A comprehensive review of venous thromboembolism risk assessment models for hospitalized medical patients:comparative evidence,implementation challenges,and future directions[J].Front Cardiovasc Med,2026,12:1738139.
- [4] 严丽芳,徐严,曾月鹅,等.Caprini 和 Padua 预测模型筛选风湿病住院患者静脉血栓栓塞症的有效性研究[J].东南大学学报(医学版),2025,44(5):816-820.
- [5] 王秀龙,赵明,马韬,等.股骨粗隆间骨折内固定术后新发下肢深静脉血栓风险的列线图预测模型[J].转化医学杂志,2025,14(11):93-97.
- [6] Depietri L,Marietta M,Scarlina S,et al.Clinical impact of application of risk assessment models(Padua Prediction Score and Improve Bleeding Score)on venous thromboembolism,major hemorrhage and health expenditure associated with pharmacologic VTE prophylaxis:the STIME study[J].Intern Emerg Med,2018,13(4):527-534.
- [7] Trabulsi N,Khafagy AM,Alhazmi LS,et al.Caprini versus Padua venous thromboembolism risk assessment scores:A comparative study in hospitalized patients at a tertiary center[J].Saudi Med J,2024,45(4):362-368.
- [8] 梁胜凯,谢磊,李瑶,等.闭合性 Pilon 骨折术后下肢深静脉血栓形成的影响因素及其风险预测列线图模型构建[J].临床外科杂志,2024,32(6):653-657.
- [9] 王妍丽,吕国翠,楚立云.下肢骨折术后深静脉血栓 Caprini 评估与预见性护理[J].中国矫形外科杂志,2022,30(18):1712-1715.
- [10] Hu Y,Zhu L,Tian X,Duan F.Prevalence of preoperative deep vein thrombosis in long bone fractures of lower limbs:a systematic review and meta-analysis[J].J Orthop Traumatol,2023,24(1):19.PMID:37156964
- [11] Onida S,Lee R,Davies AH.Are venous thromboembolism risk assessment tools reliable in the stratification of microvascular risk following lower extremity reconstruction?[J].J Plast Reconstr Aesthet Surg,2021,74(5):1123-1128.
- [12] 张舒雯,何晖,闫寒冰,等.静脉血栓栓塞症风险评估模型在临床实践中的研究进展[J].中国医药导报,2023,20(7):63-67.
- [13] 施红宁,胡忻雨,刘菁轩,等.Caprini 和 Padua 血栓风险评估模型在肿瘤住院患者合并静脉血栓栓塞症的临床验证[J].标记免疫分析与临床,2024,31(6):1008-1014.
- [14] 石波,刘家开,李景,等.彩色多普勒超声联合 Padua 预测量表对老年全膝关节置换术后下肢深静脉血栓形成的诊断价值分析[J].中国医学前沿杂志(电子版),2020,12(04):85-88.
- [15] 杨哲奇,高彦哲,陈景涛.3 种风险评估工具预测骨科手术患者深静脉血栓形成价值对比[J].中国烧伤创疡杂志,2025,37(1):43-48.