

骨水泥填塞股骨髓内定位孔对全膝关节置换术后凝血状态及出血的影响

黄军刚 杨立峰

【摘要】 目的 探讨骨水泥填塞股骨髓内定位孔对全膝关节置换术(TKA)后凝血状态及出血的影响。方法 选择2022年1月至2024年4月行首次单侧TKA的原发性膝关节骨性关节炎病人作为研究对象,根据术中密封股骨髓内定位孔的方式不同分为试验组(43例)和对照组(40例),分别给予骨水泥或自体骨密封股骨髓内定位孔。比较两组病人术后第1天、第7天的血栓弹力图(thrombelastography, TEG)指标(R值、K值、 α 值、MA值及CI值),出血量(总出血量、术中出血量、术后引流量、隐性出血量),输血率及深静脉血栓形成(DVT)发生率。结果 术后第1天的 α 值、术后第1天及第7天的CI值比较,试验组显著高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),其余时间TEG指标的组间差异无统计学意义($P > 0.05$);术后总失血量及隐性失血量对比,试验组显著少于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组术中出血量、术后引流量、术后输血率及DVT形成率对比,差异无统计学意义($P > 0.05$)。结论 在TKA术中用骨水泥封堵股骨髓内定位孔可产生术后相对高凝状态,减少术后总出血量及隐性出血量,但对引流量、输血率及DVT发生率没有影响。

【关键词】 骨水泥;股骨髓内定位孔;血栓弹力图;关节成形术,置换,膝

Effect of Bone Cement Sealing of Intramedullary Femoral Canal on Coagulation Status and Blood Loss after Total Knee Arthroplasty. Huang Jungang, Yang Lifeng. Department of Trauma and Joint Surgery, The 3201st Hospital Affiliated to Xi'an Jiaotong University School of Medicine, Hanzhong 723000, China

Corresponding author: Yang Lifeng, E-mail: hunanylf@163.com

【Abstract】 Objective To explore the effect of bone cement sealing of intramedullary femoral canal on coagulation status and blood loss after total knee arthroplasty (TKA). **Methods** Patients with primary knee osteoarthritis who underwent unilateral TKA for the first time from January 2022 to April 2024 were selected as the research subjects. According to the different methods of sealing intramedullary femoral canal during surgery, the patients were divided into experimental group (43 cases) and control group (40 cases), and were given bone cement or autogenous bone sealing of the intramedullary femoral canal, respectively. Thrombelastography (TEG) indexes (R, K, α , MA and CI), blood loss (total blood loss, intraoperative blood loss, drain blood volume, hidden blood loss), transfusion rate and DVT incidence on postoperative day 1 and postoperative day 7 were compared. **Results** The α on the 1st day after operation and the CI on the 1st and 7th day after operation in the experimental group was significantly higher than in the control group ($P < 0.05$). The rest of the TEG indexes showed no statistically significant difference between the experimental group and the control group ($P > 0.05$). The total postoperative blood loss and hidden blood loss in the experimental group were significantly less than in the control group ($P < 0.05$). The intraoperative blood loss and drain blood volume showed no significant difference between the experimental group and the control group ($P > 0.05$). The transfusion rate and the rate of DVT formation had no significant difference between the experimental group and the control group ($P > 0.05$). **Conclusion** Sealing the intramedullary femoral canal with bone cement during TKA produces a relative postoperative hypercoagulable state and reduces total and hidden blood loss, but has no effect on the amount of drainage, the rate of transfusion, or the incidence of DVT.

【Key words】 Bone cement; Intramedullary femoral canal; Thrombelastography; Arthroplasty, replacement, knee

全膝关节置换术(TKA)是一种可靠、有效的治疗终末期膝关节骨关节炎的方法^[1],能显著缓解膝关节疼痛症状、改善膝关节功能^[2]。文献报道,TKA术后出血量高达1 000~1500 mL^[3],出血过多可能导致伤口内或关节腔内血肿形成,增大感染风险;会加重关节术后肿胀及疼痛不适,影响膝关节功能恢复;同时也会提高异体输血率、输血相关风险及医疗费用。TKA术中出血的来源主要包括股骨与胫骨截骨面渗血、股骨髓内定位孔渗血和松解后的软组织渗血,假体安装后经电刀仔细止血,股骨髓内定位孔成为术后出血的主要来源。因此,如何处理开放的股骨髓腔对于减少术后出血非常重要。

目前TKA术中股骨髓腔定位孔的处理方法主要包括:开放髓腔、自体骨封堵髓腔及骨水泥封堵髓腔。Batmaz等^[4]发现TKA术中用自体骨封闭髓腔后的股骨髓腔较开放髓腔可减少术后出血量。在Dikmen等^[5]的研究中,与开放髓腔相比,术中骨水泥密封股骨髓腔也可减少TKA术后出血量。目前关于对比TKA术中骨水泥与自体骨密封股骨髓腔内定位孔临床效果及术后凝血状态的研究较少。

近年来,由于常规凝血试验在反映骨科重大手术后凝血状态时缺乏敏感性,因此血栓弹力图(thrombelastography, TEG)越来越多地用于TKA围手术期凝血状态的评估^[6-8]。TEG是一种用于体外检测血液黏度的方法:其原理是模拟全血在体内从血凝块形成到溶解的整个过程,通过图像传感系统绘制成动态曲线图像,被广泛用于评估血液凝固状态、血液成分和抗血栓药物疗效,提供凝血、纤溶、血小板计数及功能信息,从而评估血栓形成或出血的临床风险,指导抗凝、止血和纤溶药物的个体化应用。

本研究是一项回顾性研究,通过TEG评估TKA术中骨水泥密封股骨髓腔内定位孔与自体骨密封股骨髓腔内定位孔术后的凝血状态,并通过对比两组病人的术后出血量、输血率及深静脉血栓形成(DVT)的发生率,以明确骨水泥密封股骨髓腔内定位孔是否具有更为积极的临床效果。

资料与方法

一、纳入及排除标准

纳入标准:①膝关节骨性关节炎保守治疗失败,行初次单侧TKA者;②没有其他全身性疾病或伴有其他控制良好的全身性疾病者;③美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiology, ASA)分级为

I~III级;④年龄>60岁;⑤身体质量指数(body mass index, BMI)<40 kg/m²;⑥研究获得病人或家属同意并签字。

排除标准:①术前半个月接受药物抗凝者或使用其他可能影响凝血功能的药物者;②有出血倾向者;③医疗记录不完整者;④合并类风湿性关节炎、癌症或血液系统疾病等影响凝血功能者;⑤既往膝关节外伤或手术者;⑥术中需广泛切除滑膜或广泛松解软组织者。

二、一般资料

2022年1月1日至2024年4月1日于我科行TKA且符合本研究纳入标准的病人共90例,其中7例符合排除标准,最终83例病人纳入研究,分为试验组(行骨水泥密封股骨髓腔内定位孔,43例)和对照组(采用自体骨密封股骨髓腔内定位孔,40例)。两组病人年龄、性别、BMI、手术时长、血红蛋白值、红细胞比容等一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$,表1)。研究经我院伦理委员会批准同意(LLSC-KYLW-2024-029)

三、手术方法及术后治疗

所有病人均在腰硬联合麻醉及止血带控制下由同一高年资主任医师采用髌旁内侧切口完成手术,每位病人均在切皮前0.5~1.0 h序贯静滴1 g氨甲环酸+1.5 g头孢呋辛钠。手术遵循TKA的标准化流程完成,均使用美国捷迈假体,并用骨水泥稳定假体,对于髌骨均未行置换,给予清除髌周骨赘,电刀沿其周围去神经化。在试验组中,用足量骨水泥(约3~4 mL)完全密封股骨侧定位孔,注意保持定位孔外口与邻近髌间截骨面平整。在对照组中,使用类似于“三明治”的方式填塞股骨侧髓腔内定位通道:①将一整根不带软骨面且直径略小于孔道的自制骨条植入,从而达到栓塞股骨髓腔内定位空腔的目的;②填塞松质骨粒;③于定位孔外口位置放置一楔形骨块,其直径略大于外口直径,用打压器将其进一步嵌入定位孔,直至其与定位孔周围髌间截骨面齐平。

表1 两组病人基线资料比较

观察指标	试验组 (43例)	对照组 (40例)	统计量	P值
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	64.81±7.14	65.22±7.00	-0.265	0.792
性别(男/女,例)	13/30	20/20	3.381	0.066
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	27.67±6.30	29.53±6.28	-1.340	0.184
手术时长($\bar{x}\pm s$,min)	79.95±8.30	82.00±6.40	-1.252	0.210
血红蛋白量($\bar{x}\pm s$,g/L)	129.19±6.78	129.38±7.57	-0.120	0.905
红细胞比容($\bar{x}\pm s$,%)	38.67±5.94	37.95±5.16	0.591	0.556

所有病人放置引流管 1 根,缝合伤口后经引流管口注入 1 g 氨甲环酸(0.9% NaCl 稀释至 30 mL),并完全夹闭 2 h 后打开,于术后 24 h 拔除。所有病人术后 6 h 开始口服利伐沙班 10 mg,每日 1 次直至出院。出院后,在无瘀斑等出血事件的情况下,连续 4 周给予利伐沙班 10 mg/d 预防 DVT 的发生,所有病人术后第 7 天均由同一位经验丰富的超声科医生行下肢静脉超声检查。在住院期间未使用促红细胞生成素改善贫血,如有病人血红蛋白水平降至 80 g/L 以下并伴有晕厥、疲劳或心悸症状,则允许输血。

四、主要观察指标

(一)TEG 评估

于术前、术后第 1 天和术后第 7 天分别为病人行 TEG 检查。反应时间(R 值)代表机体启动凝血途径产生纤维蛋白所需的时间;凝血时间(K 值)表示纤维蛋白加工和修饰成血凝块所需的时间; α 值反映血凝块形成速度;血栓最大幅度(MA 值)代表血小板的数量和功能;凝血指数(CI)反映整个凝血过程的总体情况,增高表示血液高凝状态,降低表示血液低凝状态。

(二)失血量、输血率及 DVT 发生率

于术前、术后第 1 天和术后第 7 天分别为病人行血常规检查。评估总出血量、术中出血量、术后引流量、隐性出血量、术后异体输血率及 DVT 发生率。于术后第 7 天采用 Gross^[9]方程式计算总出血量;术中出血量 = 吸引瓶中的总液体量 + 术中浸湿纱布血量 - 术中冲洗液量,其中每块完全浸湿的纱布约含 20 mL 出血量;术后引流量即为引流管中的引流量;隐性出血量 = 计算出的总失血量 - (术中出血量 + 术后引流量),如果病人术后输血,那么也要计入隐性失血量。记录两组病人的术后输血人次及术后 7 天时 DVT 发生人次。

五、统计学方法

应用 SPSS 22.0 软件(IBM 公司,美国)对研究数据进行处理,其中计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用独立样本 *t* 检验,计数资料采用卡方检验或 Fisher 确切概率法。以 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

一、TEG 评估

术前试验组与对照组的 TEG 指标比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。两组术后第 1 天 α 值、术后第 1 天及术后第 7 天 CI 值比较,试验组显著高于对

照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),其余各项指标比较,差异无统计学意义($P > 0.05$,表 2)。

二、术后失血量、输血率及 DVT 发生率评估

试验组术后总失血量及隐性失血量显著少于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组术中出血量及术后引流量对比,差异无统计学意义($P > 0.05$);两组术后输血率及 DVT 形成率对比,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

讨 论

一、TKA 围术期应用 TEG 的现状

与传统的凝血试验相比,TEG 侧重于血液成分的功能,可以全面了解凝血情况,提供整个凝血反应动态且全面的视图,在评估病人凝血状态方面,由于

表 2 两组病人 TEG 各项指标的比较($\bar{x}\pm s$)

TEG 指标	试验组 (43 例)	对照组 (40 例)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
R 值(min)				
术前	6.06 \pm 0.77	6.06 \pm 0.75	-0.025	0.980
术后第 1 天	5.90 \pm 0.84	6.18 \pm 0.75	-1.640	0.105
术后第 7 天	5.78 \pm 0.76	6.05 \pm 0.72	-1.672	0.098
K 值(min)				
术前	1.93 \pm 0.50	1.85 \pm 0.59	0.719	0.474
术后第 1 天	1.77 \pm 0.44	1.93 \pm 0.50	-1.578	0.119
术后第 7 天	1.71 \pm 0.44	1.87 \pm 0.54	-1.446	0.152
α 值($^{\circ}$)				
术前	66.60 \pm 2.00	66.07 \pm 2.78	1.011	0.315
术后第 1 天	68.09 \pm 1.87	63.44 \pm 4.02	6.825	<0.001
术后第 7 天	66.69 \pm 3.16	65.68 \pm 4.29	1.218	0.222
MA 值(mm)				
术前	59.67 \pm 5.12	61.23 \pm 4.97	-1.399	0.166
术后第 1 天	58.49 \pm 5.10	59.88 \pm 4.92	-1.259	0.212
术后第 7 天	59.28 \pm 5.60	59.48 \pm 5.44	-0.161	0.872
CI 值				
术前	0.38 \pm 1.09	0.78 \pm 1.19	-1.591	0.116
术后第 1 天	1.00 \pm 1.39	0.46 \pm 0.97	2.055	0.043
术后第 7 天	1.08 \pm 1.43	0.49 \pm 1.00	2.172	0.033

表 3 两组病人失血量、输血率及 DVT 发生率比较

观察指标	试验组 (43 例)	对照组 (40 例)	统计量	<i>P</i> 值
总失血量($\bar{x}\pm s$, mL)	1 224.28 \pm 273.22	1 433.75 \pm 371.64	-2.908	0.005
术中出血量($\bar{x}\pm s$, mL)	114.88 \pm 21.94	117.28 \pm 20.68	-0.510	0.611
术后引流量($\bar{x}\pm s$, mL)	387.91 \pm 92.08	401.50 \pm 81.92	-0.709	0.481
隐性失血量($\bar{x}\pm s$, mL)	733.02 \pm 166.51	923.45 \pm 106.44	-6.156	<0.001
输血人次[例(%)]	4(9.30)	6(15.00)	-	0.511
DVT 发生[例(%)]	1(2.33)	1(2.50)	-	>0.999

其比传统的凝血试验更敏感,故而可以提供更全面的信息^[10-11]。Tekkesin等^[12]认为TEG对骨科术后凝血状态的监测是非常可靠的。因此近年来,在TKA围术期使用TEG监测术后凝血状态已变得越来越普遍。

平均血小板体积是血小板功能状态的标志,其与血小板代谢和功能活性呈正相关,故而能反映TKA术后血液的高凝状态。Chen等^[13]研究发现,TKA术后高水平的平均血小板体积是DVT发生的独立危险因素,且在术后第一天将 α 值与平均血小板体积联合使用可提高其对DVT的预测能力。

止血带因其可改善术野、缩短手术时间,广泛应用于TKA术中,然而因使用止血带会继发DVT等并发症,关于其使用的争议从未停止。至于TKA术中使用止血带增高DVT形成风险的原因,多认为与止血带相关的缺血再灌注损伤有关。在Huang等^[14]的研究中TKA术后使用与未使用止血带组的DVT发生率分别为21.5%、8.0%,且止血带组术后第一天R值、K值、 α 值及CI值与对照组相比,差异均有统计学意义($P < 0.05$),从TEG监测的角度分析,TKA术中使用止血带后DVT形成风险增大的原因为血液高凝状态。

一直以来关于TKA术后男性病人与女性病人DVT发生率的差异存在争议。在Yoo等^[15]的研究中,TKA术后男性病人DVT发生率为6.9%、女性病人DVT发生率为16.9%,差异有统计学意义($P < 0.05$)。一项荟萃分析指出,相较于男性病人而言,女性病人脂肪层更厚,手术难度越大,手术过程中更容易损伤血管内皮,因此TKA术后更容易形成DVT^[16]。然而在Miyagi等^[17]的研究中,TKA术后男性病人的DVT发生率(70%, 7/10)显著高于女性病人(11.4%, 5/44),差异有统计学意义($P < 0.05$)。Proctor等^[18]认为综合考虑年龄、种族及居住环境等因素,TKA术后男性DVT的发生率高于女性。在Jin等^[19]的研究中,TKA术后男性病人与女性病人DVT的发生率差异无统计学意义($P > 0.05$),且经TEG对比评估发现性别差异并不会造成凝血状态的不同。

在TKA术后出血相关并发症中,伤口周围瘀斑是最常见的一种,发病率高达13%^[20],同时,它被认为是局部感染和精神压力的原因,会影响膝关节的功能康复。作为一种与TKA术后凝血功能障碍相关的小出血事件,目前仍不清楚TKA术后常规抗凝药物的使用是否促进瘀斑的形成或增大。在目前的临床指南中没有针对瘀斑病人的个性化建议。

Wang等^[21]研究发现CI值的改变是TKA术后瘀斑形成的独立危险因素。因此作者认为TKA术后对于CI值异常降低且瘀斑严重的病人停止药物抗凝是合理的,且应该参考术前术后CI值的改变,制定个体化的药物抗凝方案,从而预防或治疗TKA术后瘀斑。

在我们的研究中,试验组病人的CI值显著高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),表明试验组血液处于高凝状态,试验组病人术后总出血量及隐性出血量显著少于对照组也进一步证明了这一结论,且由于本研究并未见高凝状态继发的高DVT发生率,故作者认为采用骨水泥密封股骨髓内定位孔这一方式值得推广,但是对于其导致血液高凝状态的原因尚不明确,作者认为后期需设计临床或基础试验进一步明确原因。

二、骨水泥密封股骨髓内定位孔对出血量的影响

TKA术后出血量包括显性出血量和隐性出血量两部分。显性出血量主要包括术中出血量和术后引流量,隐性出血量是指重大创伤或手术后淤积在关节腔内和/或外渗于组织间隙内的血液,以及溶血导致的血红蛋白丢失。由于血红蛋白值与受试者的性别、身高、体重密切相关,即与总血容量密切相关,因此其可能无法反映正确的失血量,故本研究通过对比出血量进行研究,以降低总血容量的差异对研究结果的影响。Dikmen等^[5]研究表明,骨水泥组的总出血量和血红蛋白水平显著低于空管组。Chen等^[22]的研究结果与本研究相似,即骨水泥组的总出血量和隐性出血量显著低于自体骨组。这表明TKA术中使用骨水泥密封股骨髓腔可以减少出血量,且其效果优于自体骨密封股骨髓腔。虽然本研究中试验组出血量的减少并未影响到输血率,但是作者认为更少的隐性出血量一方面可能对于术后关节肿胀及疼痛的缓解具有积极作用,从而有利于关节功能的恢复;另一方面可能有助于减少术后伤口周围瘀斑的形成,从而降低对制定个体化抗凝方案的影响。

三、骨水泥密封股骨髓内定位孔对引流量的影响

从理论上讲,密封股骨髓内定位孔可减少股骨髓腔内的出血,从而减少术后引流量。然而既往研究提出了相互矛盾的研究结果,有研究发现密封髓腔可减少引流量,但也有研究发现即使密封髓腔也无法减少术后引流量。Sayar等^[23]对比发现TKA术后引流量与拔管时间及术中氨甲环酸的使用密切相关。在Dikmen等^[5]的研究中,所有病人均局部应用

2 g 氨甲环酸、松开止血带后夹闭引流管 30 min, 于术后 24 h 拔除引流管, 最终骨水泥组与自体骨组的术后引流量均显著少于空管组, 但骨水泥组与自体骨组引流量无显著差异, 这一研究结果与本研究结果相同。至于骨水泥密封股骨髓内定位孔相较于自体骨而言只能通过减少隐性出血量进而减少总出血量, 而引流量却无差异的原因, 作者认为与术中局部使用氨甲环酸且夹闭引流管密切相关。

四、骨水泥密封股骨髓内定位孔对输血率的影响

与开放股骨定位孔相比, TKA 术中使用时骨水泥密封股骨髓内定位孔平均可减少约 320 mL 的失血量, 有望降低输血率^[5]。一项荟萃分析得出结论, 与空管组相比无论自体骨密封股骨髓腔还是骨水泥密封股骨髓腔均可降低输血率^[24]。本研究发现试验组的总出血量及隐性出血量显著低于对照组, 理论上讲, 试验组会有更低的输血率, 但是 Chen 等^[22]的研究及本研究均发现骨水泥相较于自体骨密封股骨髓腔, 并未减少输血率。本研究中一方面由于氨甲环酸的使用, 两组病人的术后引流量无显著差异, 另一方面所有病人是否输血均由同一高年资医师在血红蛋白水平基础上结合病人头晕、乏力等症状决定, 故而两组病人未见输血率的差异。

五、本研究不足

本研究有以下缺点: ①单中心回顾性研究, 具有很高的偏倚潜力, 且样本量较少, 试验数据缺乏说服力, 未来有必要设计一项大型的前瞻性研究, 以更好地验证我们的结论; ②本研究中试验组术后的高 CI 值, 表明该组血液处于高凝状态, 理论上会有更高的 DVT 发生率, 然而本研究在术后 1 周时双下肢血管超声未见该组的高 DVT 发生率, 作者认为日后有必要设计研究通过下肢血管造影以明确血栓形成情况, 结果更能令人信服; ③缺乏长期的随访研究, 故目前尚不明确骨水泥密封股骨定位孔会在翻修手术中带来怎样的困难。

综上所述, 在 TKA 术中用骨水泥封堵股骨髓内定位孔可产生术后相对高凝状态, 减少术后总出血量及隐性出血量, 但对引流量、输血率及 DVT 发生率没有影响。鉴于骨水泥相对便宜且易于获得, 这一方法在临床应用是可行的。

参 考 文 献

- [1] Price AJ, Alvand A, Troelsen A, et al. Knee replacement [J]. *Lancet*, 2018, 392(10158): 1672-1682.
- [2] Park HS, Bin SI, Kim HJ, et al. Immediate intravenous iron administration improves anaemia recovery following total knee arthroplasty: a propensity-matched analysis [J]. *Vox Sang*, 2022, 117(2): 243-250.
- [3] Su EP, Su S. Strategies for reducing peri-operative blood loss in total knee arthroplasty [J]. *Bone Joint J*, 2016, 98-b(1 Suppl A): 98-100.
- [4] Batmaz AG, Kayaalp ME, Oto O, et al. [Sealing of Femoral Tunnel with Autologous Bone Graft Decreases Blood Loss] [J]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, 2016, 83(5): 348-350.
- [5] Dikmen I, Kose O, Cakar A, et al. Comparison of three methods for sealing of the intramedullary femoral canal during total knee arthroplasty; a randomized controlled trial [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143(6): 3309-3317.
- [6] Wang C, Liu Q, Sun L, et al. Application of thrombelastography in primary total knee and total hip replacement: a prospective 87 patients study [J]. *Blood Coagul Fibrinolysis*, 2019, 30(6): 281-290.
- [7] Chen Y, Qin L, Yang J, et al. Changes in thromboelastography to predict ecchymosis after knee arthroplasty: a promising guide for the use of anticoagulants [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 871776.
- [8] Zhang XC, Sun MJ, Pan S, et al. Intravenous administration of tranexamic acid in total hip arthroplasty does not change the blood coagulopathy: a prospective thrombelastography analysis [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2020, 28(3): 2309499020959516.
- [9] Gross JB. Estimating allowable blood loss: corrected for dilution [J]. *Anesthesiology*, 1983, 58(3): 277-280.
- [10] Mao C, Xiong Y, Fan C. Comparison between thromboelastography and conventional coagulation assays in patients with deep vein thrombosis [J]. *Clin Chim Acta*, 2021, 520: 208-213.
- [11] Lee SH, Kim HK, Ahn JH, et al. Prognostic impact of hypercoagulability and impaired fibrinolysis in acute myocardial infarction [J]. *Eur Heart J*, 2023, 44(19): 1718-1728.
- [12] Tekkesin N, Tekkesin M, Kaso G. Thromboelastography for the monitoring of the antithrombotic effect of low-molecular-weight heparin after major orthopedic surgery [J]. *Anatol J Cardiol*, 2015, 15(11): 932-937.
- [13] Chen JH, Zhou H, Zhang Q, et al. Diagnostic value of mean platelet volume combined with thromboelastography for coagulation state after total knee arthroplasty [J]. *Clin Hemorheol Microcirc*, 2023, 84(3): 321-331.
- [14] Huang CR, Pan S, Li Z, et al. Tourniquet use in primary total knee arthroplasty is associated with a hypercoagulable status: a prospective thromboelastography trial [J]. *Int Orthop*, 2021, 45(12): 3091-3100.
- [15] Yoo MC, Cho YJ, Ghanem E, et al. Deep vein thrombosis after total hip arthroplasty in Korean patients and D-dimer as a screening tool [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2009, 129(7): 887-894.
- [16] Lu Y, Zhou ZY, Liu YK, et al. Gender differences of venous thromboembolism risk after total hip and total knee arthroplasty: a meta-analysis [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2016, 41(4): 556-562.
- [17] Miyagi J, Funabashi N, Suzuki M, et al. Predictive indicators of deep venous thrombosis and pulmonary arterial thromboembolism in 54 subjects after total knee arthroplasty using multislice computed tomography in logistic regression models [J]. *Int J Cardiol*, 2007, 119(1): 90-94.
- [18] Proctor MC, Wainess RM, Henke PK, et al. Venous thromboembolism: regional differences in the nationwide inpatient sample, 1993 to 2000 [J]. *Vascular*, 2004, 12(6): 374-380.
- [19] Jin WY, Pang Y, Zhang XC, et al. Gender differences do not influence the blood coagulopathy in patients undergoing total knee ar-

- throplasty: a retrospective thromboelastography analysis [J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2021, 27: 10760296211055716.
- [20] Idestrup C, Sawhney M, Nix C, et al. The incidence of hematoma formation in patients with continuous femoral catheters following total knee arthroplasty while receiving rivaroxaban as thromboprophylaxis: an observational study [J]. Reg anesth pain med, 2014, 39(5): 414-417.
- [21] Wang J, Zhu HL, Shi ZJ, et al. The application of thromboelastography in understanding and management of ecchymosis after total knee arthroplasty[J]. J Arthroplasty, 2018, 33(12): 3754-3758.
- [22] Chen J, Zhang Q, Wang H, et al. Effect of bone cement sealing of the intramedullary femoral canal on coagulation status after total knee arthroplasty: a retrospective thromboelastography study [J]. J Orthop Surg Res, 2023, 18(1): 550.
- [23] Sayar Z, Gates C, Bristogiannis S, et al. Safety and efficacy of apixaban as thromboprophylaxis in myeloma patients receiving chemotherapy: a prospective cohort study [J]. Thromb Res, 2022, 213: 27-29.
- [24] Wang K, Yuan W, An J, et al. Sealing the intramedullary femoral canal for blood loss in total knee arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. J Knee Surg, 2021, 34(2): 208-215.

(收稿日期: 2024-06-02)

(本文编辑: 陈姗姗)

引用格式

黄军刚, 杨立峰. 骨水泥填充股骨髓内定位孔对全膝关节置换术后凝血状态及出血的影响 [J]. 骨科, 2024, 15(5): 439-444. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.05.010.