

超声引导膝神经阻滞对全膝关节置换患者术后疼痛的影响

李雪¹,张增臻¹,刘吉松²,李德强³,杨绍忠⁴

(1.山东省立第三医院麻醉科,山东 济南 250031; 2.山东省立第三医院关节外科,山东 济南 250031;
3.山东大学齐鲁医院骨科,山东 济南 250012; 4.山东大学齐鲁医院麻醉科,山东 济南 250012)

摘要:目的 比较超声引导膝神经阻滞(genicular nerve block, GNB)与局部浸润镇痛(local infiltration analgesia, LIA)对全膝关节置换(total knee arthroplasty, TKA)术后疼痛的影响。方法 全身麻醉下接受单侧全膝关节置换术患者60例,随机分为LIA组和GNB组,每组30例。GNB组在全麻诱导后,超声引导下行5条膝神经阻滞(0.2%罗哌卡因20 mL);LIA组在手术结束前接受关节周围局部浸润镇痛(0.2%罗哌卡因100 mL)。主要结局是术后24 h静息时的疼痛数字评分(numeric rating scale, NRS);次要结局包括术后静息(6、48 h)和运动时(6、24、48 h)的疼痛评分、术后24 h和48 h的舒芬太尼消耗量、术后24 h步行20 m用时、术后48 h恶心/呕吐发生率、患者满意度及住院时间等。结果 与LIA组相比,GNB组患者术后24 h静息(3.6 ± 1.0 vs. 2.4 ± 0.8 , $P<0.001$)和运动(5.4 ± 1.4 vs. 3.9 ± 1.1 , $P<0.001$)疼痛评分以及术后48 h静息(4.2 ± 1.2 vs. 3.4 ± 0.9 , $P=0.010$)和运动(5.7 ± 1.4 vs. 4.4 ± 1.2 , $P<0.001$)疼痛评分显著降低。GNB组术后24 h[56.9 (49.2, 62.4) vs. 43.1 (38.5, 48.1), $P<0.001$]、48 h[90.4 (85.1, 105.5) vs. 81.7 (75.9, 90.6), $P=0.002$]的舒芬太尼用量,显著低于LIA组。两组在术后6 h疼痛评分、术后24 h步行20 m用时、术后48 h内恶心/呕吐发生、满意度评分及住院时间方面均差异无统计学意义($P>0.05$)。结论 与LIA相比,超声引导GNB可显著缓解TKA患者术后24、48 h的疼痛程度,并减少术后48 h的阿片类药物消耗量。

关键词:全膝关节置换;局部浸润镇痛;膝神经阻滞;加速康复;术后疼痛

中图分类号:R614

文献标志码:A

Effect of ultrasound-guided genicular nerve block on postoperative pain in patients undergoing total knee arthroplasty

LI Xue¹, ZHANG Zengzhen¹, LIU Jisong², LI Deqiang³, YANG Shaozhong⁴

(1. Department of Anesthesiology, Shandong Provincial Third Hospital, Jinan 250031, Shandong, China;

2. Department of Joint Surgery, Shandong Provincial Third Hospital, Jinan 250031, Shandong, China;

3. Department of Orthopaedic Surgery, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China;

4. Department of Anesthesiology, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, Shandong, China)

Abstract: Objective To evaluate the analgesic effect of ultrasound-guided genicular nerve block (GNB) and local infiltration analgesia (LIA) after total knee arthroplasty (TKA). **Methods** A total of 60 patients undergoing unilateral TKA under general anesthesia were randomized into LIA and GNB groups, with 30 patients in each group. After induction of general anesthesia, the GNB group underwent ultrasound-guided GNB (20 mL of 0.2% ropivacaine) while the LIA group received periarticular LIA (100 mL of 0.2% ropivacaine) before the end of surgery. The primary outcome was the numerical rating scale (NRS) score at rest at 24 h postoperatively. Secondary outcomes included the NRS scores

at rest (6, 48 h) and during movement (6, 24, 48 h), sufentanil consumption at 24 h and 48 h, 20 m walk test times at 24 h, nausea and vomiting at 48 h postoperatively, patient satisfaction and hospital stay. **Results** Compared to the LIA group, patients in the GNB group had significantly lower NRS scores at rest (3.6 ± 1.0 vs. 2.4 ± 0.8 , $P<0.001$) and during movement (5.4 ± 1.4 vs. 3.9 ± 1.1 , $P<0.001$) at 24 h postoperatively and at rest (4.2 ± 1.2 vs. 3.4 ± 0.9 , $P=0.010$) and during movement (5.7 ± 1.4 vs. 4.4 ± 1.2 , $P<0.001$) at 48 h postoperatively. Sufentanil consumption in the GNB group was significantly lower than in the LIA group at both 24 h [$56.9(49.2-62.4)$ vs. $43.1(38.5-48.1)$, $P<0.001$] and 48 h [$90.4(85.1-105.5)$ vs. $81.7(75.9-90.6)$, $P=0.002$] postoperatively. The two groups showed no significant difference in NRS score at 6 h postoperatively, nausea and vomiting within 48 h, 20 m walk test times at 24 h, satisfaction scores and hospital stay ($P>0.05$). **Conclusion** Compared with LIA, ultrasound-guided GNB can significantly reduce pain scores and opioid consumption at 24 and 48 h postoperatively in TKA patients.

Key words: Total knee arthroplasty; Local infiltration analgesia; Genicular nerve block; Enhanced recovery after surgery; Postoperative pain

全膝关节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 是治疗终末期膝骨关节炎的主要治疗方式^[1-2]。因术后膝关节运动不佳、疼痛和功能受限等原因,约有 11%~20% 的患者对 TKA 不满^[3-4]。因此,正确处理术后疼痛和保留运动功能已成为患者早期快速康复的重要因素^[5]。

由于 TKA 术后的疼痛剧烈且复杂,多模式镇痛理念已被广泛采用。多模式镇痛主要包括口服非阿片类镇痛药、关节周围注射局部麻醉药和区域神经阻滞等。尽管如此,在接受 TKA 的患者中,依然有 60% 术后出现严重的膝关节疼痛,30% 出现中度疼痛^[6],提示目前的镇痛方案仍有不足。区域麻醉是治疗术后疼痛的标准方法之一,它可以有效镇痛,同时降低药物不良反应的发生率,从而有助于快速康复策略^[7]。关节周围局部浸润镇痛 (local infiltration for analgesia, LIA) 已被用于许多快通道方案^[8]。通过注射大量局麻药,LIA 可阻断与手术部位直接相连的感觉神经末梢,但有增加局麻药中毒的风险^[2,9]。

近年来,在加速康复外科 (enhanced recovery after surgery, ERAS) 背景下,超声引导神经阻滞成为多模式镇痛中的重要组成部分,已被证明与更好的术后恢复和患者满意度有关,并减少了对阿片类药物和其他镇痛药的需求^[2,5,10]。2017 年,国外学者成功将膝神经阻滞 (genicular nerve blocks, GNB) 用于接受 TKA 的患者,并取得令人满意的镇痛效果^[11],但国内尚未见相关研究。

膝神经包括支配膝关节囊的股神经、腓总神经、隐神经、胫骨神经和闭孔神经的分支。相比 LIA,超声引导 GNB 专门针对这些支配膝关节的分支,仅需使用少量局麻药。然而,目前国内外比较超声引导 GNB 与 LIA 对 TKA 术后急性疼痛的研究较少,且缺少随机对照研究的高级证据。本研究拟通过与

LIA 比较,分析术后疼痛评分、阿片类药物消耗量、患者满意度评分等,评价超声引导 GNB 对 TKA 患者术后镇痛效果的影响。

1 资料与方法

1.1 临床资料

1.1.1 研究对象

选取 2023 年 6 月至 2024 年 3 月山东省立第三医院接受 TKA 患者 60 例,其中男 23 例,女 37 例,53~82 岁,平均 68.3 岁。使用计算机生成随机序列,按照升序进行分组,将随机序列和分组情况用不透明的信封密封,并按顺序编号,将患者分为 LIA 组和 GNB 组,每组 30 例,患者对分组设盲。本研究遵循《赫尔辛基宣言》(2013 年版)进行,并经山东省立第三医院伦理委员会审核批准(批件号:KY-LL-2023088)。

1.1.2 纳入标准与排除标准

纳入标准:①18~85 岁患者;②美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 分级 I~III 级;③在全身麻醉下行单侧全膝关节置换术;④患者同意参与此研究。排除标准:①术前长期服用镇痛药物或精神类药物;②既往影响手术侧膝盖的创伤或手术;③穿刺部位感染及下肢运动感觉功能障碍;④对镇痛方案或局部麻醉药的任何成分过敏;⑤伴有重要器官严重疾病;⑥在 3 个月内对受影响的膝盖或膝关节进行关节内糖皮质激素注射史;⑦非甾体类药物禁忌证者;⑧可能不遵守随访的交流障碍者。入组患者或其家属均签署知情同意书,手术由同一组医师完成。

1.2 方法

所有患者在术前均接受一名研究人员的访视,用数字评分法 (numeric rating scale, NRS) 评估术前

膝关节疼痛评分的基线值(包括静息时和运动时)。所有患者术前常规禁饮食,到达手术室后,开放外周静脉通路,同时接受标准的术中监测,包括连续心电图、无创血压和脉搏血氧饱和度,清洁患者额头皮肤,贴敷脑电双频谱指数(Bispectralindex, BIS)电极。

所有患者均接受全身麻醉,面罩预充氧3~5 min后,进行麻醉诱导。两组均采用舒芬太尼0.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$,依托咪酯0.1~0.2 mg/kg ,罗库溴铵0.6 mg/kg 进行诱导,待睫毛反射消失后置入i-gel无囊喉罩,连接麻醉机。麻醉维持:切皮前追加舒芬太尼0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$,七氟烷1.5%~2.5%吸入维持麻醉,维持BIS值在40~60,氧流量为1.5 L/min,设定潮气量8~10 mL/kg,通气频率12~14次/min,调整呼吸频率维持呼气末二氧化碳分压(PetCO_2)在35~45 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)。

麻醉诱导后,GNB组患者由经验丰富的同一麻醉医师在超声引导下进行膝神经阻滞。如Pietrantonio等^[12]所述,患者处于仰卧位,髌关节外旋,膝盖轻微屈曲,在无菌条件下,使用6~13 MHz线阵高频探头进行超声扫描。将探头沿膝盖长轴放置在冠状面上,寻找股骨和胫骨干骺端的高回声骨皮质以及膝动脉作为独特的标志。

将含有0.2%罗哌卡因(100 mg/10 mL,石家庄四药有限公司)和复方倍他米松注射液5 mg(5 mg/2 mL,杭州默沙东制药有限公司)溶液的20 mL注射器连接到22 G 50 mm神经阻滞针上。用平面内技术,靶向阻断5条膝神经:膝上内侧神经、膝上外侧神经、膝下内侧神经、膝下外侧神经和胫前膝返神经,每条神经给药4 mL。如果动脉没有显影,则使用骨骼和肌肉结构作为解剖标志,并将针头靠在骨骼表面(图1)。

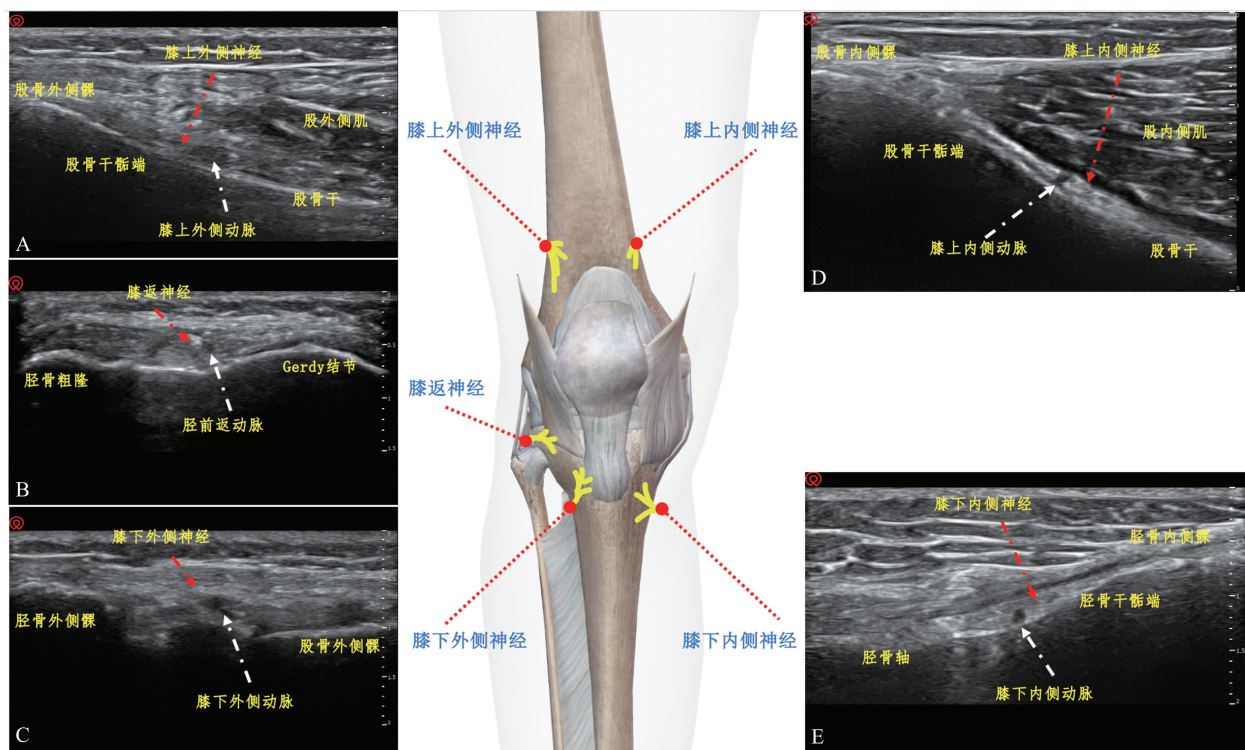


图1 膝神经阻滞的超声目标点

A: 膝上外侧神经目标点;B: 膝返神经目标点;C: 膝下外侧神经目标点;D: 膝上内侧神经目标点;E: 膝下内侧神经目标点。

Figure 1 Ultrasound target points of genicular nerve block

A: Target point for superior lateral genicular nerve; B: Target point for recurrent tibial genicular nerve; C: Target point for inferior lateral genicular nerve; D: Target point for superior medial genicular nerve; E: Target point for inferior medial genicular nerve.

LIA组由手术医师在手术结束前进行标准LIA。具体配方:1%罗哌卡因200 mg(10 mL/100 mg,石家庄四药有限公司)、酮咯酸氨丁三醇30 mg(1 mL/30 mg,山东新时代制药有限公司)和复方倍他米松注射液5 mg(5 mg/2 mL,杭州默沙东制药有限公司),0.9%生理盐水稀释至100 mL,用于后关节囊

(20 mL)、内外侧副韧带(20 mL)、股四头肌及髌内外支持带(20 mL)和切口周围皮下浸润(40 mL)。

术前约30 min,静脉滴注酮咯酸氨丁三醇30 mg和昂丹司琼8 mg,缝皮时停用七氟烷。手术结束后,患者被转运到麻醉后苏醒室(post anesthetic care unit, PACU)。当NRS \geq 4时,由护士静脉注射

舒芬太尼 5 μg ,最多 2 次。术后均予以静脉自控镇痛,镇痛药液配方:舒芬太尼 2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、昂丹司琼 8 mg、生理盐水 100 mL,输注速度 1.5 mL/h,自控剂量 1 mL,锁定时间为 15 min。指导患者在疼痛 NRS >3 分时,使用自控镇痛。术后所有患者按医嘱口服依托考昔 60 mg/d。

1.3 观察指标

主要观察指标:术后 24 h 静息时的疼痛 NRS 评分。次要观察指标:术中输血量、术中舒芬太尼和七氟烷用量、手术时间、止血带时间、PACU 中苏醒和拔管时间,术后 6、24、48 h 的静息和运动时(手术侧膝关节被动屈曲到 30°)NRS 评分(24 h 为运动时),术后 24 h 步行 20 m 所用时间,术后 24 h 血红蛋白值,术后 24、48 h 的累积阿片类药物消耗量,术后 48 h 内恶心/呕吐的发生,患者满意度的视觉模拟评分(术后 24 h 和出院当天,0 分代表最不满意,

10 分代表最满意)和住院时间。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 29.0 统计学软件,计数资料以 $n(\%)$ 表示,Shapiro-Wilk 检验用于评估数据的正态性。正态分布的数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示,非正态数据以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。计数资料采用卡方检验,计量资料的组间比较采用独立样本 t 检验或 Wilcoxon 秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线特征

两组患者年龄、性别、体质量指数(body mass index, BMI)、ASA 分级、术前血红蛋白、术前静息和运动疼痛评分均无明显差异($P>0.05$)。见表 1。

表 1 两组患者基线特征

Table 1 Baseline characteristics of study participants

项目	LIA 组	GNB 组	$t/Z/\chi^2$	P
年龄/岁	68.1 \pm 7.0	68.5 \pm 7.3	-0.199	0.843
性别/ $n(\%)$			0.071	0.791
男	11(36.7)	12(40.0)		
女	19(63.3)	18(60.0)		
BMI	28.0 \pm 4.4	28.6 \pm 4.1	-0.593	0.556
ASA 分级/ $n(\%)$			0.089	0.766
Ⅱ级	23(76.7)	22(73.3)		
Ⅲ级	7(23.3)	8(26.7)		
术前血红蛋白/(g/L)	142.3 \pm 13.7	138.0 \pm 13.3	1.225	0.226
术前静息疼痛评分	2.0(2.0, 3.0)	2.0(2.0, 3.0)	0.608	0.543
术前运动疼痛评分	5.0(4.0, 6.0)	5.0(4.0, 6.0)	0.561	0.575

2.2 两组术后疼痛评分的比较

与 LIA 组相比,GNB 组患者术后 24 h 静息疼痛 NRS 评分显著降低(3.6 \pm 1.0 vs. 2.4 \pm 0.8, $P<0.001$)。两组术后 24 h 运动疼痛评分(5.4 \pm 1.4 vs.

3.9 \pm 1.1, $P<0.001$)、术后 48 h 静息(4.2 \pm 1.2 vs. 3.4 \pm 0.9, $P=0.010$)和运动疼痛评分(5.7 \pm 1.4 vs. 4.4 \pm 1.2, $P<0.001$)均差异有统计学意义。见表 2。

表 2 两组术后疼痛评分的比较

Table 2 Comparison of postoperative pain scores between the two groups

NRS 评分	LIA 组	GLB 组	$t/Z/\chi^2$	P
术后 6 h 静息时	2.7 \pm 1.0	2.4 \pm 0.9	1.438	0.156
术后 6 h 运动时	3.9 \pm 1.4	3.6 \pm 1.2	0.808	0.422
术后 24 h 静息时	3.6 \pm 1.0	2.4 \pm 0.8	5.195	<0.001
术后 24 h 运动时	5.4 \pm 1.4	3.9 \pm 1.1	4.548	<0.001
术后 48 h 静息时	4.2 \pm 1.2	3.4 \pm 0.9	2.663	0.010
术后 48 h 运动时	5.7 \pm 1.4	4.4 \pm 1.2	3.871	<0.001

2.3 两组其他指标的比较

LIA 组和 GNB 组在术中七氟烷吸入浓度(2.2 \pm 0.3 vs. 1.9 \pm 0.4, $P=0.005$)、术后 24 h[56.9(49.2~62.4) vs. 43.1(38.5~48.1), $P<0.001$]、48 h[90.4

(85.1~105.5) vs. 81.7(75.9~90.6), $P=0.002$]舒芬太尼用量,差异有统计学意义,见表 3。与 LIA 组相比,GNB 组患者术后 24 h 步行 20 m 时间降低(96.2 \pm 23.7 vs. 91.7 \pm 21.4, $P=0.445$),差异无统计

学意义。两组在手术时间、术中止血带使用时间、输
液量、术中和 PACU 中舒芬太尼用量、术后 6 h 疼痛
评分(静息和运动时)、术后 24 h 的血红蛋白值、术

后 48 h 内恶心/呕吐发生、满意度评分及住院时间
方面均差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。

表 3 两组其他指标的比较
Table 3 Comparison of other outcomes between the two groups

项目	LIA 组	GLB 组	$t/Z/\chi^2$	P
手术时间/min	94.1±23.3	98.5±15.6	-0.872	0.387
止血带时间/min	58.5±10.6	58.0±8.9	0.197	0.844
七氟烷/%	2.2±0.3	1.9±0.4	2.953	0.005
输血量/mL	1568.6±249.2	1605.9±255.2	-0.572	0.570
舒芬太尼用量/ μg				
术中	33.0±4.1	34.5±3.8	-1.457	0.150
PACU 内	0.0(0.0, 5.0)	0.0(0.0, 5.0)	0.356	0.721
术后 24 h	56.9(49.2, 62.4)	43.1(38.5, 48.1)	4.857	<0.001
术后 48 h	90.4(85.1, 105.5)	81.7(75.9, 90.6)	3.061	0.002
术后 24 h 血红蛋白/(g/L)	117.0±11.8	115.0±10.7	0.558	0.507
术后 24 h 步行 20 m/s	96.2±23.7	91.7±21.4	0.770	0.445
术后 48 h 内恶心呕吐/ n (%)	6(20.0)	5(16.7)	0.111	0.739
满意度评分				
术后 24 h	8.5±0.7	8.9±0.8	1.862	0.068
出院时	8.8±0.9	9.1±0.7	1.133	0.262
住院时间/d	5.0(4.0, 6.0)	5.5(5.0, 6.0)	0.808	0.419

3 讨论

膝关节炎是一种慢性退行性关节疾病,临床表现为疼痛、关节畸形和活动受限,TKA 是治疗晚期严重骨关节炎的有效方法^[1-2,13]。TKA 术后常伴有中重度疼痛,严重影响患者术后康复和总体疗效^[6,14]。多模式镇痛被认为是减轻 TKA 术后疼痛的理想方案,而超声引导周围神经阻滞、LIA 等区域麻醉技术被认为是骨科手术中多模式镇痛的关键组成部分^[10,15-16]。这项随机对照研究比较了超声引导 GNB 与 LIA 对 TKA 的镇痛效果,超声引导 GNB 和 LIA 均在全身麻醉后进行,保证了患者的盲法,也增加了结果的可靠性。本研究不仅证实了在术后 24 h 和 48 h,超声引导 GNB 对 TKA 患者术后静息和运动时疼痛评分的临床及统计学改善,还证实了 GNB 组术后 24 h 和 48 h 舒芬太尼累计消耗量的显著减少。

局部麻醉药中毒的风险因素包括女性和年龄大于 65 岁^[17],是 TKA 患者的常见特征。高龄患者还常合并肝、肾功能不全等疾病,因此应警惕大剂量局部麻醉药中毒的风险。LIA 在 TKA 手术中被广泛使用,并证实可改善患者术后早期的疼痛评分和减少阿片类药物的消耗,但至今对配方中局麻药的类型、剂量、浓度和佐剂等尚未形成共识^[2,18-19]。局部

麻醉药毒性反应的个体化差异较大,最大安全剂量难以确定。LIA 的另一缺点是需依靠外科医师的个人经验进行非可视化的局部注射,注射部位缺乏金标准^[20-21]。在临床实践中发现,不同医师使用同配方、同样剂量的局麻药,LIA 术后镇痛效果差异较大^[22]。为保证镇痛效果,往往需要用大剂量的局部麻醉药。本研究患者平均 68.3 岁,女性患者超过 60%,因此 TKA 患者更应积极预防局麻药中毒。本研究 LIA 使用了 0.2%罗哌卡因 100 mL,而超声引导 GNB 使用了 0.2%罗哌卡因 20 mL,GNB 可明显降低局部麻醉药中毒的风险。既往研究证实,LIA 可显著缓解 TKA 患者术后早期的急性疼痛^[12,23]。本研究同样发现相比 GNB,局麻药配方虽复合了其他药物,但 LIA 的镇痛作用仅在术后 24 h 内有效,提示手术医师应对 LIA 的局麻药配方和注射部位进行改进。

ERAS 理念旨在通过围手术期多学科联合,以促进患者术后快速康复,减少并发症,缩短住院时间、改善患者预后为主要目标^[24]。因此,减轻术中应激反应并缓解术后疼痛至关重要。一项 Meta 分析发现,TKA 的最佳局部镇痛选择是股神经联合坐骨神经阻滞,可最大限度减轻疼痛、减少阿片类药物的使用^[25]。但在疼痛缓解的同时,患者术后长时间下肢肌力的减弱和跌倒风险也在增加^[26]。内收肌管和腘动脉与膝关节囊之间的神经浸润等技术在一

定程度保留运动神经功能,但也保留了感觉神经功能,导致疼痛控制欠佳^[27-28]。因此,近年来麻醉医师已在尝试放弃股神经、坐骨神经阻滞,转而采用远侧运动神经保留技术^[29]。

膝神经阻滞可较好的保留股四头肌肌力,但尚未得到麻醉医师的关注。与非可视的LIA不同,超声引导5条膝神经阻滞,可以安全且最小侵入性的将局麻药精确注射到目标神经周围^[12]。在超声下,通过可视化探寻膝动脉,可采用彩色多普勒予以鉴别。在无法识别动脉时,可用超声识别骨性标志,如股骨髁和干骺端之间的区域。肥胖是TKA患者的常见特征,在超声下肥胖患者骨性标志的可视化也易实现。有研究表明,每条神经部位的超声引导体积约为4 mL,可保证药液分布达到完全阻滞^[9]。本研究GNB组患者均在超声引导下每条神经注射局麻药4 mL(共20 mL),具有良好的阻滞作用。此外,本研究在罗哌卡因溶液中添加复方倍他米松作为佐剂,以延长神经阻滞时间并最大限度地发挥其作用^[30-31]。与LIA不同,膝神经阻滞对手术切口部位无镇痛效果。切口部位的皮肤神经支配取决于股中间皮神经和股内侧皮神经,而超声引导GNB无法阻滞上述神经^[32]。然而,研究表明,皮肤切口浸润或股中间、股内侧皮神经阻滞不会对TKA术后疼痛的缓解产生临床影响^[33-34]。超声引导GNB复合刀口的局部浸润是否有更满意的镇痛效果,值得进一步研究探讨。

尽管GNB能缓解疼痛并减少阿片类药物的累计消耗,但在术后24 h和出院时未观察到对总体满意度的影响。同样,GNB组患者术后24 h步行20 m所用时间低于LIA组,但无明显差异。考虑到患者术后早期功能的恢复和活动能力受许多因素影响,如年龄、疼痛、软组织损伤、焦虑等^[35],仅靠一次神经阻滞无法改变上述结果。由于主要结局的设置,决定了本研究的样本量,这也在一定程度上解释总体满意度和术后步行时间无显著影响。

本研究尚有一定的局限性,首先,使用NRS评价疼痛程度,是一个受文化和情感因素影响的主观评分,缺乏客观性^[36]。但目前临床疼痛评估几乎均使用这种单维度的量表进行评价^[37]。其次,由于膝神经不适用于皮肤切口,因此无法通过皮肤试验确认每条神经都实现了有效阻断。在超声下使用解剖标志,尽可能让每条神经被药液包裹。第三,本研究仅观察了术后6、24、48 h的疼痛程度。有研究表明,TKA中LIA的镇痛作用在术后6~12 h内有效^[12],而我们并未在术后早期进行比较。

综上所述,相比LIA,超声引导GNB安全性更高,可显著减轻TKA患者术后24、48 h的疼痛程度并减少阿片类药物的累计消耗量。后续研究将关注膝神经阻滞对运动阻滞和疼痛的长远影响。

参考文献:

- [1] Jenny JY, Courtin C, Boisrenoult P, et al. Fast-track procedures after primary total knee arthroplasty reduce hospital stay by unselected patients: a prospective national multi-centre study[J]. *Int Orthop*, 2021, 45(1): 133-138.
- [2] 中华医学会骨科学分会关节外科学组, 北京医学会骨科专业委员会关节外科学组. 中国全膝关节置换术围手术期疼痛管理指南(2022)[J]. *协和医学杂志*, 2022, 13(6): 965-985.
- [3] Huang Y, Lee M, Chong HC, et al. Reasons and factors behind post-total knee arthroplasty dissatisfaction in an Asian population[J]. *Ann Acad Med Singap*, 2017, 46(8): 303-309.
- [4] Gunaratne R, Pratt DN, Banda J, et al. Patient dissatisfaction following total knee arthroplasty: a systematic review of the literature[J]. *J Arthroplasty*, 2017, 32(12): 3854-3860.
- [5] Fillingham YA, Hannon CP, Kopp SL, et al. The efficacy and safety of regional nerve blocks in total hip arthroplasty: systematic review and direct meta-analysis[J]. *J Arthroplasty*, 2022, 37(10): 1922-1927.
- [6] Li JW, Ma YS, Xiao LK. Postoperative Pain Management in Total Knee Arthroplasty[J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(5): 755-761.
- [7] Drew JM, Neilio J, Kunze L. Contemporary perioperative analgesia in total knee arthroplasty: multimodal protocols, regional anesthesia, and peripheral nerve blockade[J]. *J Knee Surg*, 2018, 31(7): 600-604.
- [8] Fenten MGE, Bakker SMK, Scheffer GJ, et al. Femoral nerve catheter vs local infiltration for analgesia in fast track total knee arthroplasty: short-term and long-term outcomes[J]. *Br J Anaesth*, 2018, 121(4): 850-858.
- [9] Peng XQ, Fei ZG, Sun CG, et al. Efficacy and safety of local infiltration analgesia for pain management in total knee and hip arthroplasty: a meta-analysis of randomized controlled trial[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2020, 99(22): e20640.
- [10] 明颖, 李慧禄, 潘立镇. 超声引导下腰丛-坐骨神经阻滞对老年股骨颈骨折患者疼痛、应激反应的影响[J]. *川北医学院学报*, 2021, 36(12): 1630-1633.
MING Hao, LI Huilu, PAN Lizhen. Effect of ultrasound-guided lumbar plexus-sciatic nerve block on pain and stress response in elderly patients with femoral neck

- fracture[J]. *Journal of North Sichuan Medical College*, 2021, 36(12): 1630-1633.
- [11] González Sotelo V, Maculé F, Minguell J, et al. Ultrasound-guided genicular nerve block for pain control after total knee replacement: preliminary case series and technical note[J]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim*, 2017, 64(10): 568-576.
- [12] Pietrantonio P, Cuñat T, Nuevo-Gayoso M, et al. Ultrasound-guided genicular nerves block: an analgesic alternative to local infiltration analgesia for total knee arthroplasty: a noninferiority, matched cohort study[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2021, 38(Suppl 2): S130-S137.
- [13] 乔桦,李慧武. 膝关节置换手术机器人应用现状与研究进展[J]. *山东大学学报(医学版)*, 2023, 61(3): 29-36. QIAO Hua, LI Huiwu. Application status and research progress of knee arthroplasty surgical robot [J]. *Journal of Shandong University (Health Science)*, 2023, 61(3): 29-36.
- [14] Willinger ML, Heimroth J, Sodhi N, et al. Management of refractory pain after total joint replacement [J]. *Curr Pain Headache Rep*, 2021, 25: 42. doi: 10.1007/s11916-021-00956-1.
- [15] Zhao J, Davis SP. An integrative review of multimodal pain management on patient recovery after total hip and knee arthroplasty [J]. *Int J Nurs Stud*, 2019, 98: 94-106. doi:10.1016/j.ijnurstu.2019.06.010.
- [16] Memtsoudis SG, Poeran J, Zubizarreta N, et al. Association of multimodal pain management strategies with perioperative outcomes and resource utilization: a population-based study [J]. *Anesthesiology*, 2018, 128: 891-902. doi:10.1097/ALN.0000000000002132.
- [17] Waldinger R, Weinberg G, Gitman M. Local anesthetic toxicity in the geriatric population [J]. *Drugs Aging*, 2020, 37(1): 1-9.
- [18] Albrecht E, Guyen O, Jacot-Guillarmod A, et al. The analgesic efficacy of local infiltration analgesia vs femoral nerve block after total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Anaesth*, 2016, 116(5): 597-609.
- [19] 赵潇雄,张博,任世祥,等. 局部浸润麻醉对全膝关节置换术后早期镇痛效果的影响[J]. *首都医科大学学报*, 2021, 42(1): 138-142. ZHAO Xiaoxiong, ZHANG Bo, REN Shixiang, et al. Local infiltration anesthesia for early analgesic effect after total knee arthroplasty[J]. *Journal of Capital Medical University*, 2021, 42(1): 138-142.
- [20] Tran J, Peng PWH, Lam K, et al. Anatomical study of the innervation of anterior knee joint capsule: implication for image-guided intervention [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2018, 43(4): 407-414.
- [21] 郑宇航,李杨,田华. 人工全膝关节置换术中关节周围局部浸润麻醉注射部位研究进展[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2023, 37(4): 502-506. ZHENG Yuhang, LI Yang, TIAN Hua. Progress of injection sites of local infiltration analgesia in total knee arthroplasty[J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2023, 37(4): 502-506.
- [22] Kim DH, Beathe JC, Lin Y, et al. Addition of infiltration between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee and adductor canal block to periarticular injection enhances postoperative pain control in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial [J]. *Anesth Analg*, 2019, 129(2): 526-535.
- [23] Chareancholvanich K, Tantithawornwat S, Ruangsombon P, et al. Efficacy of epinephrine in local infiltration analgesia on pain relief and opioid consumption following total knee arthroplasty: a randomized controlled trial[J]. *Acta Orthop*, 2023, 94: 97-101. doi: 10.2340/17453674.2023.8482.
- [24] Wainwright TW, Gill M, McDonald DA, et al. Consensus statement for perioperative care in total hip replacement and total knee replacement surgery; enhanced Recovery After Surgery (ERAS) Society recommendations [J]. *Acta Orthop*, 2020, 91(1): 3-19.
- [25] Terkawi AS, Mavridis D, Sessler DI, et al. Pain management modalities after total knee arthroplasty: a network meta-analysis of 170 randomized controlled trials [J]. *Anesthesiology*, 2017, 126(5): 923-937.
- [26] Short AJ, Barnett JIG, Gofeld M, et al. Anatomic study of innervation of the anterior hip capsule: implication for image-guided intervention [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2018, 43(2): 186-192.
- [27] Ochroch J, Qi V, Badiola I, et al. Analgesic efficacy of adding the IPACK block to a multimodal analgesia protocol for primary total knee arthroplasty [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2020, 45(10): 799-804.
- [28] Gadsden JC, Sata S, Bullock WM, et al. The relative analgesic value of a femoral nerve block versus adductor canal block following total knee arthroplasty: a randomized, controlled, double-blinded study [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2020, 73(5): 417-424.
- [29] DeCook CA. Outpatient joint arthroplasty: transitioning to the ambulatory surgery center [J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(7): 48-50.
- [30] 郑宇航,李杨,田华. 复方倍他米松应用于人工全膝关节置换术中局部浸润麻醉的早期疗效评估[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2024, 38(1): 9-14. ZHENG Yuhang, LI Yang, TIAN Hua. Evaluation of early effectiveness of local infiltration anesthesia with compound betamethasone in total knee arthroplasty [J].

Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2024, 38(1): 9-14.

- [31] Shrestha N, Han B, Zhao C, et al. Pre-emptive infiltration with betamethasone and ropivacaine for postoperative pain in laminoplasty and laminectomy (PRE-EASE): a prospective randomized controlled trial [J]. Int J Surg, 2024, 110(1): 183-193.
- [32] Bjørn S, Nielsen TD, Moriggl B, et al. Anesthesia of the anterior femoral cutaneous nerves for total knee arthroplasty incision: randomized volunteer trial [J]. Reg Anesth Pain Med, 2019; rapm-2019-100904. doi: 10.1136/rapm-2019-100904.
- [33] Kampitak W, Tanavalee A, Ngarmukos S, et al. Effect of ultrasound-guided selective sensory nerve blockade of the knee on pain management compared with periarticular injection for patients undergoing total knee arthroplasty: a prospective randomized controlled trial [J]. Knee, 2021, 33: 1-10. doi: 10.1016/j.knee.2021.08.024.
- [34] Cuñat T, Mejía J, Tatjer I, et al. Ultrasound-guided genic-

ular nerves block vs. local infiltration analgesia for total knee arthroplasty: a randomised controlled non-inferiority trial [J]. Anaesthesia, 2023, 78(2): 188-196.

- [35] Wang Q, Hunter S, Lee RL, et al. The effectiveness of a mobile application-based programme for rehabilitation after total hip or knee arthroplasty: a randomised controlled trial [J]. Int J Nurs Stud, 2023, 140: 104455. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2023.
- [36] Pathak A, Sharma S, Jensen MP. The utility and validity of pain intensity rating scales for use in developing countries [J]. Pain Rep, 2018, 3(5): e672.
- [37] 万丽, 赵晴, 陈军, 等. 疼痛评估量表应用的中国专家共识(2020版) [J]. 中华疼痛学杂志, 2020, 16(3): 177-187.
- WAN Li, ZHAO Qing, CHEN Jun, et al. Expert consensus on the application of pain evaluation questionnaires in China(2020) [J], Chinese Journal of Painology, 2020, 16(3): 177-187.

(编辑:徐苗蓁)

(上接第 67 页)

- [26] Goodman SM, Springer BD, Chen AF, et al. 2022 American college of rheumatology/american association of hip and knee surgeons guideline for the perioperative management of antirheumatic medication in patients with rheumatic diseases undergoing elective total hip or total knee arthroplasty [J]. J Arthroplasty, 2022, 37(9): 1399-1408.
- [27] Chung HK, Wen SH, Chang WC, et al. Acute surgical site infection after total knee arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis versus osteoarthritis [J]. Sci Rep, 2021, 11: 22704. doi:10.1038/s41598-021-02153-x.
- [28] Eymard F, Charles-Nelson A, Katsahian S, et al. Predictive factors of “forgotten knee” acquisition after total knee arthroplasty: long-term follow-up of a large prospective cohort [J]. J Arthroplasty, 2017, 32(2): 413-418.

- [29] Ueyama H, Kanemoto N, Minoda Y, et al. Association of a wider medial gap (medial laxity) in flexion with self-reported knee instability after medial-pivot total knee arthroplasty [J]. J Bone Joint Surg Am, 2022, 104(10): 910-918.
- [30] Li S, Si H, Zhang S, et al. Does diabetes mellitus impair the clinical results of total knee arthroplasty under enhanced recovery after surgery? [J]. J Orthop Surg Res, 2023, 18(1): 490.
- [31] Baek JH, Lee SC, Kim JW, et al. Inferior outcomes of primary total knee arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis compared to patients with osteoarthritis [J]. Knee Surg Phys Traumatol Arthrosc, 2022, 30(8): 2786-2792.

(编辑:徐苗蓁)