

超声引导下膝神经阻滞的应用进展

公金燕 韩妤妤 刘鹏程 于雪 高成杰 李雨衡 王飞

【摘要】 膝神经阻滞通常用于膝骨关节炎慢性疼痛的治疗,可有效缓解患者膝关节疼痛,并保留关节运动功能。随着超声技术的迅速发展,超声引导下膝神经阻滞能够提高神经阻滞的准确性,减少阻滞相关并发症。本文就超声引导下膝神经阻滞在解剖、操作方法和临床应用三个方面的研究进展进行综述。

【关键词】 膝神经阻滞;超声;临床应用

Application progress of ultrasound-guided genicular nerve block GONG Jinyan, HAN Yuyu, LIU Pengcheng, YU Xue, GAO Chengjie, LI Yuheng, WANG Fei. Second Clinical Medical College, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China
Corresponding author: WANG Fei, Email: wf_king_001@163.com

【Abstract】 Genicular nerve block is usually used for the treatment of chronic pain of knee osteoarthritis, which can effectively relieve knee pain and preservemotor function. With the rapid development of ultrasound technology, ultrasound-guided genicular nerve block can improve the accuracy of nerve block and reduce block-related complications. This article reviews the research progress of ultrasound-guided genicular nerve block in three aspects: anatomy, operation methods and clinical application.

【Key words】 Genicular nerve block; Ultrasound; Clinical application

膝神经阻滞(genicular nerve block, GNB)广泛用于膝骨关节炎慢性疼痛的治疗^[1],与其他神经阻滞方式比较,GNB在提供持久镇痛的同时,可保留关节的运动功能。既往GNB以荧光透视引导为主^[2],超声可视化技术能够提高神经阻滞的准确性,减少阻滞相关并发症,避免透视引起的辐射暴露。Lash等^[3]研究表明,超声引导下GNB在治疗膝骨关节炎慢性疼痛和膝关节术后急性疼痛方面均取得较好效果。

膝神经解剖

膝关节周围神经分布较为复杂,膝关节至少被12条神经支配^[4],因此,了解膝关节各区域神经支配对GNB的正确应用至关重要。膝关节周围神经起源于腰丛(股神经、闭孔神经和股外侧皮神经)和骶丛(坐骨神经)^[5],即“膝神经”,分支包括膝上内

侧神经(superomedial genicular nerve, SMGN)、膝上外侧神经(superolateral genicular nerve, SLGN)、膝下内侧神经(inferomedial genicular nerve, IMGN)、膝下外侧神经(inferolateral genicular nerve, ILGN)和胫神经膝返支(recurrent tibial genicular nerve, RTGN)^[6](图1)。

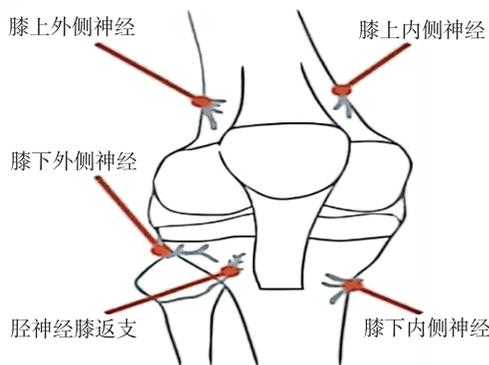


图1 膝神经解剖图

膝关节分为四个象限:内上象限、外上象限、内下象限和外下象限。SMGN支配膝关节内上象限,解剖变异较大,早期研究表明SMGN是胫神经的一条分支,与膝上动脉伴行^[7],目前认为SMGN为胫神经的终末分支^[8],起自股内侧肌神经附近,在缝

DOI:10.12089/jca.2024.11.015

基金项目:山东省自然科学基金(ZR2021QH172);山东第二医科大学教育教学改革与研究课题(2024SJZX014)

作者单位:250355 济南市,解放军第九六〇医院麻醉科[公金燕(现在山东中医药大学第二临床医学院)、高成杰、李雨衡、王飞];潍坊市市中医院麻醉科(韩妤妤);济宁市第一人民医院麻醉科(刘鹏程);山东第二医科大学麻醉学院(于雪)

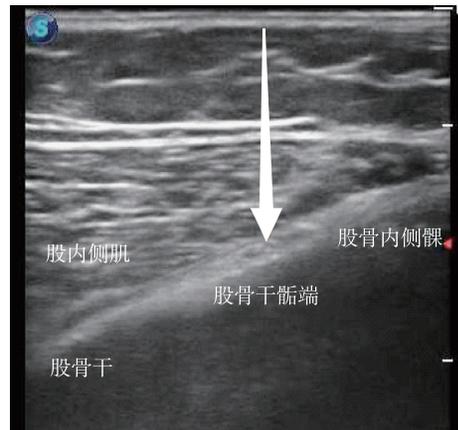
通信作者:王飞,Email: wf_king_001@163.com

匠肌深面走行于股内侧肌后缘,远端与膝降动脉伴行,随后沿大收肌腱向下走行,在大收肌结节上方发出三个或更多关节支支配膝关节囊。SLGN 支配膝关节外上象限,起源于坐骨神经或腓总神经^[8]。若 SLGN 起源于坐骨神经,则于股骨干后缘发出,沿股骨外侧走行于股外侧肌深面,向下延伸至膝关节,远端伴行膝上外侧血管;若 SLGN 起源于腓总神经,则在股骨外侧髁发出,自下而上走行,与膝上外侧血管汇合后进入膝关节囊。IMGN 支配膝关节内下象限,起源于胫神经,在腘动、静脉之间走行,随后斜穿过腘动脉深面,与膝下内侧血管伴行形成神经血管束,绕过胫骨内侧髁,走行于内侧副韧带的深面,向上进入膝关节囊的前内侧。ILGN 和 RTGN 支配膝关节外下象限,两者均起源于腓总神经。ILGN 为腓总神经发出的下关节支,沿胫骨前肌深面向下走行,并在胫骨外侧髁和胫骨干的连接处与膝下外侧血管汇合,随后在其下方转向前支配膝关节前囊的下外侧。RTGN 为腓总神经自腓骨颈水平发出的关节返支,穿过胫骨前肌,与胫前返动脉伴行,在膝关节前面入关节,并支配胫腓关节及胫骨前肌。

超声引导下 GNB 的操作方法

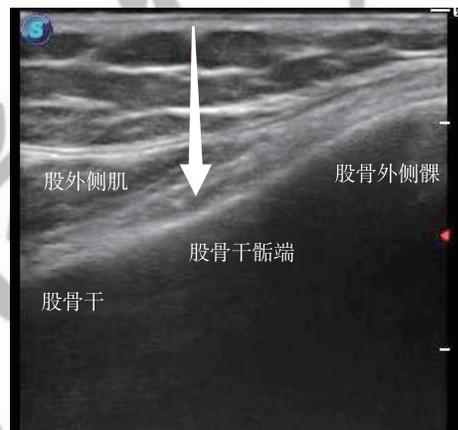
SMGN 阻滞 患者取仰卧位,双下肢自然伸直,术侧下肢外旋外展,膝关节屈曲约 30°,暴露膝关节内侧,于腘窝下方放置一薄枕,避免患者被压侧肢体皮肤产生不适,随后将高频线性探头呈矢状位放置于股骨内侧髁上,移动探头位置,识别股内侧肌和股骨声像。调整彩色多普勒模式,可见搏动的膝上内侧动脉。膝上内侧动脉通常与 SMGN 伴行,当膝上内侧动脉不可见时,以股内侧肌深处和股骨内侧髁作为解剖参考进行 SMGN 阻滞。穿刺部位皮肤消毒后,采用平面内进针方法,逐层进入直至针尖靠近膝上内侧动脉,停止进针,回抽无血后注射局麻药(图 2)。

SLGN 阻滞 患者取仰卧位,术侧肢体稍内收内旋,充分暴露膝外侧部。使用高频线性探头,置于股骨外侧髁位置,探头长轴与身体长轴平行,移动探头位置至股骨干与股骨外侧髁连接处,可见膝上外侧动脉搏动于股骨浅层、股外侧肌深面。膝上外侧动脉通常与 SLGN 伴行,当膝上外侧动脉不可见时,以股外侧肌深处和股骨外侧髁作为解剖参考进行 SLGN 阻滞。穿刺部位皮肤消毒后,采用平面内进针方法,直至针尖到达膝上外侧动脉周围时,确认回抽无血后注射局麻药(图 3)。



注:箭头指向为进针位置

图 2 膝上内侧神经阻滞图



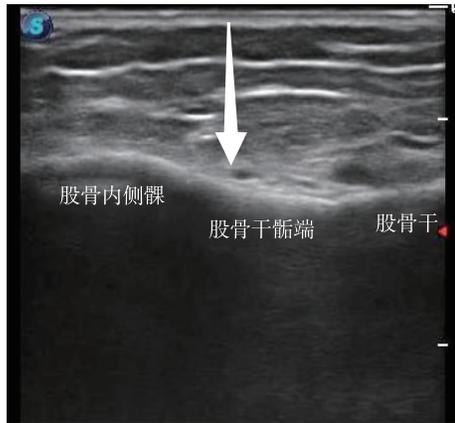
注:箭头指向为进针位置

图 3 膝上外侧神经阻滞图

IMGN 阻滞 患者取仰卧位,充分暴露膝内侧部,将高频线性探头放置于胫骨内侧髁处,探头长轴与胫骨长轴平行,识别内侧副韧带,为了获得最直观的超声图像,向尾端移动探头位置,在内侧副韧带胫骨附着点水平,超声下可看到膝下内侧动、静脉,当膝下内侧动脉不可见时,以胫骨结节内侧作为解剖参考进行 IMGN 阻滞。穿刺部位皮肤消毒后,采用平面内进针方法,缓慢进针,针尖至膝下内侧动脉周围时,回抽无血后注射局麻药(图 4)。

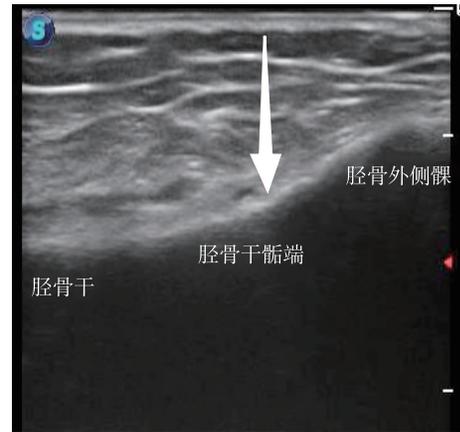
ILGN 阻滞 患者取仰卧位,将高频线性探头置于胫骨外侧髁,探头长轴与胫骨长轴平行,调整探头位置,直至超声下可见膝下外侧动脉,当膝下外侧动脉不可见时,以腓骨头近端作为解剖参考进行 ILGN 阻滞。穿刺部位皮肤消毒后,采用平面内进针方法,针尖至膝下内侧动脉周围时,回抽无血后注射局麻药(图 5)。

RTGN 阻滞 患者取仰卧位,将高频线性探头



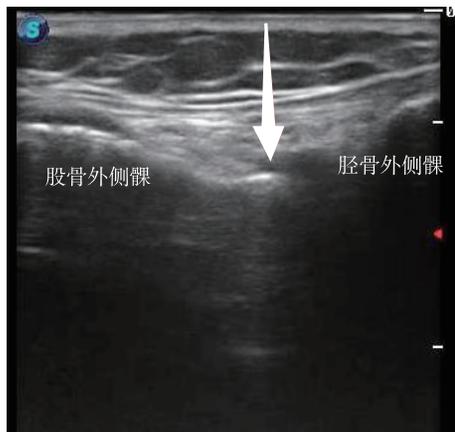
注:箭头指向为进针位置

图 4 膝下内侧神经阻滞图



注:箭头指向为进针位置

图 6 胫返膝神经阻滞图



注:箭头指向为进针位置

图 5 膝下外侧神经阻滞图

置于膝关节外侧胫骨上部冠状面,在胫骨干骺端处识别胫骨前动脉,当胫骨前动脉不可见时,以胫骨结节外侧作为解剖参考进行 RTGN 阻滞。穿刺部位皮肤消毒后,采用平面内进针方法,针尖至胫骨前动脉周围时,回抽无血后注射局麻药(图 6)。

由于 ILGN 和 RTGN 均距离腓总神经较近,若操作不当易造成腓总神经医源性损伤,导致患者足下垂,因此不建议作为 GNB 的常规阻滞靶点^[8-9]。

超声引导下 GNB 的临床应用

膝关节慢性疼痛 膝骨关节炎是临床上最常见的关节退行性疾病,多见于中老年人。患者膝关节反复持续性疼痛,甚至发生关节畸形,严重影响患者的生活质量。因此,膝骨关节炎患者的疼痛管理极为重要。超声引导下 GNB 是膝骨关节炎保守治疗的重要措施。Shanahan 等^[10]研究表明,膝骨关节炎患者行超声引导下 GNB 后 12 周内的 VAS 疼

痛评分、西大略和麦克马斯特大学骨关节炎指数评分均较神经阻滞前明显降低。Cankurtaran 等^[11]研究表明,与盲法 GNB 比较,超声引导下 GNB 患者完成 30 s 椅立测试时间更早,6 min 行走测试距离更长,且在改善膝关节功能方面更有优势。Güler 等^[12]比较了物理疗法与超声引导下 GNB 对膝骨关节炎患者慢性疼痛的治疗效果,结果表明,所有患者术后 2 周和 12 周时的镇痛效果相似,但超声引导下 GNB 改善患者步态的效果持续时间更长,可达 12 周。以上研究表明,超声引导下 GNB 在膝骨关节炎患者中短期镇痛效果较好,并能促进关节运动功能的恢复,但长期治疗效果尚不能确定。

超声引导下 GNB 治疗慢性膝骨关节炎时是否选择局麻药复合类固醇药物尚存在争议。Kim 等^[13]研究表明,与单纯应用利多卡因比较,利多卡因复合曲安奈德进行 GNB,患者术后 4 周镇痛和膝关节功能恢复更好,但术后 8 周时所有患者的治疗效果均恢复至术前水平。随后,该团队进一步研究表明,局麻药复合类固醇药物进行 GNB 虽然能够改善慢性膝骨关节炎患者膝关节功能并减轻疼痛强度,但镇痛效果仅持续 1 个月^[14]。以上研究表明,使用局麻药复合类固醇药物进行 GNB 可以改善膝关节疼痛,但维持时间相对较短。然而,Tan 等^[1]的一篇系统综述得出了相反的结论:超声引导下注射局麻药复合类固醇药物对 SMGN、SLGN 和 IMGN 进行阻滞,可明显减轻膝骨关节炎患者疼痛并改善膝关节功能,效果持续时间可长达 6 个月。因此,GNB 使用局麻药复合类固醇以延长神经组织效果的证据仍然较少,还需要更多的研究进一步探索。

全膝关节置换术后急性疼痛 据统计,全膝关

节置换术 (total knee arthroplasty, TKA) 后发生中度疼痛约占所有患者的 30%, 重度疼痛约占 60%。Sahoo 等^[15] 报告了一例超声引导下 GNB 治疗 TKA 后急性疼痛的病例, 该患者术后 6 和 12 h 静息状态下 NRS 疼痛评分均为 0, 且在术后 6 h 能够完全伸展膝关节并在支撑下完成站立, 术后 24 h 可在辅助下行走。Rambhia 等^[16] 研究表明, 与未行神经阻滞的患者比较, 超声引导下 GNB 患者 TKA 术后 24 h 内平均阿片类药物消耗量明显减少。

股神经阻滞 (femoral nerve block, FNB) 是 TKA 术后镇痛的重要方式, 在提供有效镇痛的同时阻滞运动神经纤维, 对股四头肌肌力影响较大, 不利于患者的术后康复^[17]。吴阳等^[9] 研究表明, 与 FNB 比较, GNB 可降低 TKA 患者术后疼痛评分, 不影响股四头肌肌力, 提高患者满意度。收肌管阻滞 (adductor canal block, ACB) 可提供与 FNB 相似的镇痛效果, 且几乎不影响股四头肌肌力, 因此逐渐成为 FNB 的替代方法^[18], 但 ACB 主要缓解膝关节前囊疼痛, 不能对膝关节后侧提供有效镇痛。腓动脉与膝关节后囊间隙阻滞 (infiltration between popliteal artery and capsule of knee, IPACK) 是一个较新的周围神经阻滞技术, 可提供膝关节后方镇痛, 同时不会导致运动无力^[19]。Akesen 等^[20] 研究表明, 与 IPACK 比较, 超声引导下 GNB 患者在术后 20 h 的阿片类药物消耗量更低, 术后 12 h 膝关节的活动范围更大。Dündar 等^[21] 研究表明, GNB 和 IPACK 均能明显降低 TKA 患者术后 24 h 的疼痛评分, 与 IPACK 比较, 接受 GNB 的患者术后早期阿片类药物消耗量更小, GNB 更有利于患者术后早期功能锻炼。超声引导下 GNB 对 TKA 患者的膝关节后方也有镇痛效果, 镇痛范围更加广泛, 同时不影响膝关节运动。关节周围浸润通过注射大剂量的局麻药阻断直接参与手术部位的感觉神经末梢来提供镇痛, 这可能增加患者局麻药中毒的风险。Kertkiatkachorn 等^[22] 研究表明, 与关节周围浸润比较, GNB 患者 TKA 术后 12 h 静息状态下镇痛效果相似。Cuñat 等^[23] 研究表明, GNB 患者 TKA 术后 24 h NRS 疼痛评分不高于关节周围浸润, 且所需的局麻药剂量明显减少 (0.2% 罗哌卡因 20 ml 和 0.2% 罗哌卡因 150 ml)。这可能是由于超声引导下 GNB 能够选择性地阻滞膝关节囊的感觉分支提供镇痛作用, 从而明显减少局麻药剂量。以上研究表明, 超声引导下 GNB 可在 TKA 术后提供良好镇痛, 减少患者阿片类药物的用量, 有利于患者术后早期行走和运动功能的恢复。

膝关节骨折急性疼痛 疼痛是急诊患者常见的主诉之一, 且患者镇痛需求往往比较强烈, 超声引导下周围神经阻滞为急性疼痛患者提供了一个安全、有效的镇痛选择。Sobel 等^[24] 应用超声引导下 GNB 治疗胫骨平台骨折患者的急性疼痛, 患者在阻滞 30 min 后静息和活动状态下疼痛明显缓解, 在接受检查期间和急诊出院时均不需要服用阿片类药物镇痛。Bhattaram 等^[25] 报道了 3 例应用超声引导下 GNB 成功治疗急性膝关节疼痛的病例, 其中胫骨平台外侧骨折患者接受超声引导 GNB 后 20 min 疼痛明显缓解, 休息时 NRS 疼痛评分 1 分, 髌骨骨折患者接受 GNB 后疼痛明显缓解, NRS 疼痛评分 0 分, 未移位的胫骨平台骨折患者接受 GNB 后疼痛明显缓解, NRS 疼痛评分 1 分。以上病例报道表明超声引导下 GNB 在不损害运动功能的情况下可为膝关节骨折急性疼痛患者提供快速有效镇痛, 但 GNB 在急诊室应用的有效性和安全性仍需要大规模的随机对照研究进一步明确。

小 结

超声引导下 GNB 作为一种单纯的感觉神经阻滞, 通过阻滞 SMGN、SLGN、IMGN、ILGN 和 RTGN 发挥镇痛作用, 可减少阿片类药物用量, 提高患者生活质量。除了治疗慢性膝骨关节炎, 超声引导下 GNB 可有效缓解 TKA 术后早期疼痛, 且不影响膝关节运动功能, 有利于患者术后早期行走和运动功能的恢复; 同时, 超声引导下 GNB 为膝关节骨折急性疼痛的患者提供了一个安全、有效的镇痛选择。关于 GNB 缓解疼痛和改善膝关节功能的长期有效性仍需要更多高质量的前瞻性研究进行探讨, 以进一步优化膝关节疼痛患者的镇痛方案。

参 考 文 献

- [1] Tan YL, Neo E, Wee TC. Ultrasound-guided genicular nerve blockade with pharmacological agents for chronic knee osteoarthritis: a systematic review. *Pain Physician*, 2022, 25 (4): E489-E502.
- [2] Henry S, Best TM, Jose J, et al. Procedural approach to ultrasound-guided geniculate nerve blockade for knee pain in patients with OA. *Curr Sports Med Rep*, 2022, 21(6): 192-195.
- [3] Lash D, Frantz E, Hurdle MF. Ultrasound-guided cooled radiofrequency ablation of the genicular nerves: a technique paper. *Pain Manag*, 2020, 10(3): 147-157.
- [4] Roberts SL, Stout A, Dreyfuss P. Review of knee joint innervation: implications for diagnostic blocks and radiofrequency ablation.

- tion. *Pain Med*, 2020, 21(5): 922-938.
- [5] 李凯, 孙立, 田晓滨. 周围神经阻滞在全膝关节置换术后镇痛中的应用研究进展. *中华骨与关节外科杂志*, 2020, 13(7): 598-604.
- [6] Pietrantonio P, Cufià 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. *Eur J Anaesthesiol*, 2021, 38(Suppl 2): S130-S137.
- [7] Fonkoue L, Behets CW, Steyaert A, et al. Current versus revised anatomical targets for genicular nerve blockade and radiofrequency ablation: evidence from a cadaveric model. *Reg Anesth Pain Med*, 2020, 45(8): 603-609.
- [8] Fonkoué L, Behets C, Kouassi JK, et al. Distribution of sensory nerves supplying the knee joint capsule and implications for genicular blockade and radiofrequency ablation: an anatomical study. *Surg Radiol Anat*, 2019, 41(12): 1461-1471.
- [9] 吴阳, 董丙武, 姚磊玉, 等. 三点法膝关节周围神经阻滞用于全膝关节置换术后镇痛的疗效. *安徽医学*, 2023, 44(2): 173-176.
- [10] Shanahan EM, Robinson L, Lyne S, et al. Genicular nerve block for pain management in patients with knee osteoarthritis: a randomized placebo-controlled trial. *Arthritis Rheumatol*, 2023, 75(2): 201-209.
- [11] Cankurtaran D, Karahmet OZ, Yildiz SY, et al. Comparing the effectiveness of ultrasound guided versus blind genicular nerve block on pain, muscle strength with isokinetic device, physical function and quality of life in chronic knee osteoarthritis: a prospective randomized controlled study. *Korean J Pain*, 2020, 33(3): 258-266.
- [12] Güler T, Yurdakul FG, Önder ME, et al. Ultrasound-guided genicular nerve block versus physical therapy for chronic knee osteoarthritis: a prospective randomised study. *Rheumatol Int*, 2022, 42(4): 591-600.
- [13] Kim DH, Choi SS, Yoon SH, et al. Ultrasound-guided genicular nerve block for knee osteoarthritis: a double-blind, randomized controlled trial of local anesthetic alone or in combination with corticosteroid. *Pain Physician*, 2018, 21(1): 41-52.
- [14] Kim DH, Lee MS, Lee S, et al. A prospective randomized comparison of the efficacy of ultrasound-vs fluoroscopy-guided genicular nerve block for chronic knee osteoarthritis. *Pain Physician*, 2019, 22(2): 139-146.
- [15] Sahoo RK, Krishna C, Kumar M, et al. Genicular nerve block for postoperative pain relief after total knee replacement. *Saudi J Anaesth*, 2020, 14(2): 235-237.
- [16] Rambhia M, Chen A, Kumar AH, et al. Ultrasound-guided genicular nerve blocks following total knee arthroplasty: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Reg Anesth Pain Med*, 2021, 46(10): 862-866.
- [17] 肖李丹, 熊伟, 徐菀璟, 等. 超声引导下近端收肌管阻滞联合远端腘动脉与膝关节后囊间隙阻滞对全膝关节置换术后镇痛的影响. *临床麻醉学杂志*, 2023, 39(6): 590-595.
- [18] Hasabo EA, Assar A, Mahmoud MM, et al. Adductor canal block versus femoral nerve block for pain control after total knee arthroplasty: a systematic review and Meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101(34): e30110.
- [19] Patterson ME, Vitter J, Bland K, et al. The effect of the IPACK block on pain after primary TKA: a double-blinded, prospective, randomized trial. *J Arthroplasty*, 2020, 35(6S): S173-S177.
- [20] Akesen S, Akesen B, Ateci T, et al. Comparison of efficacy between the genicular nerve block and the popliteal artery and the capsule of the posterior knee (IPACK) block for total knee replacement surgery: a prospective randomized controlled study. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2021, 55(2): 134-140.
- [21] Dündar A, İpek D, Yalvaç M, et al. Comparison of the popliteal artery and the capsule of the posterior knee (IPACK) block and the genicular nerve block in primary total knee arthroplasty: a prospective randomized trial. *Saudi Med J*, 2024, 45(3): 279-287.
- [22] Kertkiatkachorn W, Ngarmukos S, Tanavalee A, et al. Intraoperative landmark-based genicular nerve block versus periarticular infiltration for postoperative analgesia in total knee arthroplasty: a randomized non-inferiority trial. *Reg Anesth Pain Med*, 2023 .
- [23] Cufià T, Mejía J, Tatjer I, et al. Ultrasound-guided genicular nerves block vs. local infiltration analgesia for total knee arthroplasty: a randomised controlled non-inferiority trial. *Anaesthesia*, 2023, 78(2): 188-196.
- [24] Sobel J, Oswald J. Novel use of 3-point genicular nerve block for acute knee pain in the emergency department. *J Emerg Med*, 2021, 61(4): 416-419.
- [25] Bhattaram S, Shinde VS. Novel use of motor-sparing genicular nerve blocks for knee injuries in the emergency department. *Am J Emerg Med*, 2024, 75: 196.e1-196.

(收稿日期:2024-01-02)