

骨性关节炎全膝关节置换术后区域镇痛的研究进展

唐子一^{1,2} 康立恒³ 张承启^{2*} 秦云植^{1*}

¹延边大学附属医院麻醉科, 延吉 133000; ²第九六四医院骨科, 长春 130062; ³吉林大学第一医院麻醉科, 长春 130062

[摘要] 中国已进入老龄化社会, 以慢性膝关节软骨病变为特征的膝关节骨性关节炎也逐年增加, 终末期的膝关节病通常采用全膝关节置换术进行治疗。术后患者的疼痛问题, 一直是关节骨病科的常见困难。本文从区域镇痛理念出发, 对硬膜外阻滞、股神经及坐骨神经阻滞、收肌管阻滞、腘动脉与关节囊后间隙阻滞的相关机理作一综述, 以探究神经阻滞对术后镇痛的影响, 为改善全膝关节置换术后的患者疼痛提供镇痛选择。

[关键词] 全膝关节置换术; 区域镇痛; 收肌管阻滞; 腘动脉与关节囊后间隙阻滞; 术后镇痛

doi: 10.3969/j.issn.1674-7593.2024.03.022

Monitoring the Efficacy of Regional Analgesia following Total Knee Arthroplasty under General Anesthesia for Painful Osteoarthritis

Tang Ziyi^{1,2}, Kang Liheng³, Zhang Chengqi^{2*}, Qin Yunzhi^{1*}

¹Department of Anesthesiology, Yanbian University Hospital, Yanji 133000; ²Department of Orthopaedics, the 964th Hospital, Changchun 130062; ³Department of Anesthesiology, the First Hospital of Jilin University, Changchun 130062

* Corresponding author: Zhang Chengqi, email: 124571435@qq.com; Qin Yunzhi, email: 1271064222@qq.com

[Abstract] China is experiencing a demographic shift towards an older population. As a result, the prevalence of osteoarthritis of the knee, which is defined by long-term damage to the knee's cartilage, is also rising steadily. In cases where the knee joint disease has reached an advanced stage, the conventional treatment is total knee arthroplasty. The department of joint and orthopedic diseases frequently encounters the challenge of postoperative pain in patients. This paper examines the concept of regional analgesia and reviews the mechanisms involved in various types of nerve blocks, such as epidural block, femoral and sciatic nerve block, adductor canal block, and popliteal artery and posterior joint capsule gap block. The objective is to investigate the impact of nerve blocks on postoperative pain relief and ultimately enhance the analgesic effect for patients undergoing total knee arthroplasty.

[Key words] Total knee arthroplasty; Regional analgesia; Adductor canal block; Popliteal artery and posterior joint capsule gap block; Postoperative pain relief

在老龄化社会背景下, 骨关节炎发病率呈上升趋势, 其中膝关节是最常见的发病部位, 可引起关节疼痛、肿胀甚至功能丧失, 严重影响患者身体状况和生活品质^[1-2]。对晚期膝关节骨性关节炎的患者, 全膝关节置换术 (Total knee arthroplasty, TKA) 是一个疗效比较持久的治疗方法。传统的 TKA 是髌旁内入路, 能较好地显示手术视野, 是骨科医师的首选手术方式^[3]。但是, 手术过程中往往涉及大量的骨骼和软组织, 患者在术后初期会感觉到强烈的疼痛。如果围术期不进行有效的止痛处理, 会延长患者的住院时间, 增加术后并发症的危险, 对患者的功能恢复不利。区域镇痛即区域麻醉镇痛, 是一种将局麻药注入神经根、神经丛或神经干周围, 通过阻断神经传导达到镇痛效果的方法。

尽管其应用在临床上得到了广泛的认可, 但是还没有统一的规范或指南。目前 TKA 的术后镇痛方式多以区域阻滞为中心, 常用的方法有硬膜外阻滞、股神经阻滞 (Femoral nerve block, FNB)、收肌管阻滞 (Adductor canal block, ACB) 及腘动脉与关节囊后间隙 (Interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee, IPACK) 阻滞。本文对 TKA 术后上述区域阻滞技术作一综述, 旨在探讨 ACB 联合 IPACK 阻滞对患者术后疼痛的控制和早期运动功能的影响, 评估其安全性和临床应用价值, 或可为 TKA 术后镇痛提出新的思路, 以期找到更佳的 TKA 术后镇痛选择。

1 硬膜外阻滞

多项研究对比硬膜外麻醉和全身使用阿片镇痛

* 通讯作者: 张承启, 电子邮箱 124571435@qq.com; 秦云植, 电子邮箱 1271064222@qq.com

的疗效, 结果显示, 硬膜外镇痛组术后疼痛积分降低, 更早上床活动, 关节活动度更好, 胃肠道功能恢复更好, 住院期缩短。但硬膜外麻醉会影响患者感觉和运动, 需住院治疗, 导致 TKA 术后积极的运动训练效果不理想。外周神经阻断技术用于 TKA 术后疼痛控制的需求日益增加。因此, 中华医学会中国老年患者膝关节手术围术期麻醉管理指导意见 (2020 版) 推荐 TKA 围术期镇痛应采用联合神经阻滞的多模式镇痛方法^[4]。

2 FNB 及坐骨神经阻滞

FNB 曾被公认为 TKA 术后镇痛的“最佳实践”。研究表明, TKA 术后吗啡用量明显低于对照组, FNB 术后镇痛效果良好, 但对股四头肌的肌力有一定的影响, 故需长期卧床, 增加坠积性肺炎和下肢深静脉血栓等围术期并发症的发生率, 不利于患者的快速康复^[5]。而且, FNB 并不能完全覆盖膝后神经。坐骨神经对膝后方和外侧的感觉和运动的神经进行支配。因此 FNB 联合坐骨神经阻滞 (Sciatic nerve block, SNB) 可以进一步减轻 TKA 患者的术后疼痛^[6-7]。但在手术操作过程中, 如果腓总神经受到损伤, 术后 SNB 可能会掩盖腓总神经牵拉或损伤, 不利于术后对肌力减弱原因的准确判断。总之, SNB 优势是手术后疼痛范围可涵盖全部坐骨神经的感觉神经。但不足之处在于使坐骨神经运动支受阻, 导致膝下肌肉无力, 对术后早期恢复不利。

3 收肌管阻滞

ACB 的止痛作用与 FNB 相当, 且对股四头肌肌力的损伤较小, 更有利于早期康复。ACB 能够最大程度地保证患者的运动功能, 但镇痛只作用于膝关节前内侧, 不能有效缓解膝后疼痛^[8]。如何在最大限度地减少疼痛和降低对运动功能的影响之间寻找一个平衡点, 已成为麻醉界的一个热门课题。但现有局部麻醉药在不损害运动功能的前提下, 仍无法实现对感觉神经的特异性阻断, 目前对于 ACB 的合适阻断部位存在着争论, ACB 唯一可能阻滞的运动神经为股内侧肌神经, 这也是 ACB 后某些患者肌肉力量减弱的原因, 但是 ACB 对运动机能的保护作用仍备受重视。

由于收肌管内神经分布的复杂性和个体差异, 患者对局麻药的容量和浓度要求不同。有患者更倾向于适用高容量 (30 ~ 40 mL) 和低浓度的局麻药液 (0.1% 罗哌卡因), 以避免运动神经阻滞导致运动迟缓^[9]。采用升降法研究阻滞效果, 定量测定 0.5% 罗哌卡因的有效容积中位数为 10.79 mL^[10]。在尸体研究中, 10 mL 局部麻醉溶液即可提供充分的局部神经麻醉, 但没有提到局麻溶液的浓度^[11]。也有研究发现, 20 mL 的 0.5% 罗哌卡因作 ACB 时,

可导致膝关节镜术后吗啡用量显著减少, 延长镇痛时间, 血流动力学更好, 视觉模拟评分更低且无并发症^[12]。根据上述研究, 临床推荐使用 0.2% ~ 0.5% 罗哌卡因 15 ~ 30 mL 进行 ACB, 对于局麻药的最佳浓度和剂量的选择, 尚需进一步验证。

4 IPACK 阻滞

与 ACB 类似, IPACK 阻滞术通过阻断腓神经丛末梢感觉神经分支, 从而达到缓解膝后镇痛的目的, 也可以保留部分运动功能。有研究表明, 在 TKA 中增加 IPACK 阻滞, 使 TKA 的疼痛得到了进一步的改善, 可大大减少住院天数, 加快恢复速度^[13-14]。关于 IPACK 阻滞对膝关节后方的镇痛效果及最佳入路的选择, 目前仍存在争议, 需要进一步进行评价。目前, 临床上多选用布比卡因、左布比卡因及罗哌卡因等麻醉药, 但其最适浓度和用量仍有较大争论, 至今仍无定论与准则^[15]。

5 IPACK 阻滞与 ACB 的联合应用

ACB 仅负责膝关节前内侧感觉区域, 不能解决膝关节后方的疼痛。关节腔周围注射尽管对膝关节后侧起到了一定的止痛作用, 但是由于其是一种盲目的探查方法, 效果不佳。IPACK 阻滞对膝关节后方具有很好的止痛作用, 且不会引起神经和血管的损害, 从而保护患者的运动能力^[18,14]。有研究表明, ACB 联合 SNB 对 TKA 患者术后镇痛效果显著, 但从理论上分析, 任何方法的 SNB 都存在影响术后下肢运动的可能性^[16]。而 IPACK 阻滞已被证明可以有效控制膝关节后方的疼痛, 并且不影响腓总神经的功能, 即不影响膝关节的运动。也有研究证实, ACB 联合 IPACK, 对于单侧 TKA 手术是 FNB 很好的替代方案, 促进早期下床而不降低镇痛效果^[17]。一项随机对照试验临床研究表明, 将 IPACK 和 ACB 联合应用可以明显改善 TKA 患者的疼痛, 并降低患者对阿片的剂量依赖^[18]。ACB 结合 IPACK 阻滞能明显改善患者术后疼痛及疼痛症状, 膝关节运动得到改善, 平坦行走距离增加^[13]。在 meta 分析中, 比较单独应用 ACB 和 ACB 联合 IPACK 的两组患者的术后疼痛评分、吗啡用量以及关节功能训练, 均得到了显著的改善^[8]。研究显示, 在 ACB 联合 IPACK 时, 与 0.20% 罗哌卡因相比, 0.25% 和 0.30% 浓度的罗哌卡因可在术后最初 6 h 内提供早期疼痛缓解^[19]。

局麻的一次麻醉是有限期的, 即使长效的麻醉药剂, 其时效也很难达到 24 h 以上。目前已有研究表明, 在局部麻醉中, 通过持续的外周神经阻滞, 可以使局部麻醉药物的疗效更久, 减少患者的痛苦。一项回顾性研究表明, 在连续 ACB 组中增加 IPACK 阻滞比单独使用连续 ACB 更能减少手术当日的最小疼痛分数, 而对其他结果无统计学意

义, 而且从疼痛评分上获益也比较有限^[20]。随机双盲试验显示, IPACK 与连续 ACB 在麻醉后监测治疗室中的静息痛评分低于单纯连续 ACB, 但无实际临床价值, 故不建议将其作为 TKA 的常规术后止痛手段, 但是, 它可能是一种补救式止痛方法^[21]。72 例单侧桥式 TKA 中, 增加 IPACK 并没有降低术后阿片用量, 也没有提高止痛作用, 但却能提高 TKA 术后的即刻功能^[22]。在此基础上, 进一步证实了 IPACK 与局部浸润麻醉、连续 ACB 联用对 TKA 的疗效等。

总之, 区域镇痛是 TKA 术后常用的镇痛方法之一, 其方法是通过采取区域阻滞镇痛技术来降低阿片类药物的使用, 缩短住院时间并加速术后康复。不同的镇痛策略各有优缺点, 需要根据患者的具体情况和手术要求选择合适的镇痛方案。

6 小结与展望

与传统的 TKA 后镇痛中使用的 FNB 联合 SNB 阻滞技术相比, IPACK 和 ACB 的联合能达到更好的镇痛效果, 更好地保持了患者的运动功能, 是一种非常理想的镇痛方法^[13-14,18]。随着技术的发展与成熟会逐渐成为 TKA 术后镇痛的主要神经阻滞技术。然而, IPACK 阻滞和 ACB 在 TKA 手术中的疗效仍存争论, 有待更多的研究来证实, 从而为今后选择更有效、更安全的镇痛方法提供依据。TKA 患者术后镇痛不能只依赖于区域镇痛技术, 应该采用多模式镇痛策略。例如局部浸润镇痛技术、口服或肌肉注射镇痛药物等, 也可以与区域阻滞镇痛技术联合使用, 以达到更好的镇痛效果。这些药物可以单独使用或与其他药物联合使用以达到最佳的镇痛效果^[23]。

参考文献

[1] Kambitak W, Tanavalee A, Ngarmukos S, et al. Motor-sparing effect of iPACK (interspace between the popliteal artery and capsule of the posterior knee) block versus tibial nerve block after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2020, 45 (4): 267-276.

[2] 王燕. 老年膝骨关节炎合并骨质疏松患者生活质量状况及影响因素分析 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2018, 24 (2): 209-213.
Wang Y. Quality of life and influencing factors in patients with osteoarthritis combined with osteoporosis [J]. *Chin J Osteoporosis*, 2018, 24 (2): 209-213.

[3] Sidhu SP, Somerville LE, Sidhu AS, et al. Does surgical approach affect patient outcomes of total knee arthroplasty? [J]. *Can J Surg*, 2021, 64 (5): E521-E526.

[4] 中华医学会麻醉学分会老年人麻醉学组, 中华医学会麻醉学分会骨科麻醉学组, 国家老年疾病临床医学研究中心, 等. 中国老年患者膝关节手术围手术期麻醉管理指导意见 (2020 版) [J]. *中华医学杂志*, 2020, 100 (45): 3566-3577.
Geriatric Anesthesiology Group, Society of Anesthesiology, Chinese Medical Association, Orthopedic Anesthesiology Group, Society of Anesthesiology, Chinese Medical Association, National Clinical Medical Research Center for Geriatric diseases, et al. Guidelines on perioperative anesthesia management for elderly patients undergoing knee surgery in China (2020 edition) [J]. *Chin Med J*, 2020, 100 (45): 3566-3577.

[5] 吕振邦, 李庭, 吴新宝. 加速康复外科理念下老年髌部骨折围手术期管理的研究进展 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2018, 20 (5): 451-455.
Lv ZB, Li T, Wu XB. Promoting peri-operative management of senile hip fractures in light of enhanced recovery after surgery [J]. *Chin J Orthop Trauma*, 2018, 20 (5): 451-455.

[6] 苏晚英, 周阳, 李思鸿, 等. 3 种多模式镇痛对全膝关节置换术后疼痛及关节功能的对比研究 [J]. *中国现代手术学杂志*, 2020, 24 (3): 224-230.
Su WY, Zhou Y, Li SH, et al. The comparative study of three kinds of multimode analgesia on pain control and joint function preservation after total knee arthroplasty [J]. *Chin J Mod Oper Surg*, 2020, 24 (3): 224-230.

[7] 原卓敏, 贾心连, 刘悦. 超声引导下连续隐神经阻滞联合多模式镇痛在膝关节置换术中的应用效果 [J]. *中国当代医药*, 2021, 28 (2): 116-119.
Yuan ZM, Jia XL, Liu Y. Application of ultrasound-guided continuous saphenous nerve block plus multi-mode analgesia during knee replacement [J]. *Chin Mod Med*, 2021, 28 (2): 116-119.

[8] Tang X, Jiang X, Lei L, et al. IPACK (Interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee) block combined with SACB (single adductor canal block) versus SACB for analgesia after total knee arthroplasty [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14 (11): 2809-2821.

[9] Sonawane K, Dixit H, Mistry T, et al. A high-volume proximal adductor canal (Hi-PAC) block - an indirect anterior approach of the popliteal sciatic nerve block [J]. *J Clin Anesth*, 2021, 73: 110348.

[10] Wang C, Zhang Z, Ma W, et al. Locating adductor canal and quantifying the median effective volume of ropivacaine for adductor canal block by ultrasound [J]. *J Coll Physicians Surg Pak*, 2021, 31 (10): 1143-1147.

[11] Vanamala R, Hammer N, Kieser D. Anatomical landmarks for intraoperative adductor canal block in total

- knee arthroplasty: a cadaveric feasibility assessment [J]. *Arthroplast Today*, 2021, 10: 82–86.
- [12] Arumugam P, Ravi S, Ln S, et al. Evaluation of analgesic efficacy of ultrasound – guided adductor canal block with 20 mL of 0. 5% ropivacaine in patients undergoing knee surgeries – a randomized control trial [J]. *Asian J Anesthesiol*, 2022, 60 (4): 123–130.
- [13] Sankineani SR, Reddy ARC, Eachempati KK, et al. Comparison of adductor canal block and IPACK block (interspace between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee) with adductor canal block alone after total knee arthroplasty: a prospective control trial on pain and knee function in immediate postoperative period [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2018, 28 (7): 1391–1395.
- [14] Herman J, Urits I, Eskander J, et al. Adductor canal block duration of analgesia successfully prolonged with perineural dexmedetomidine and dexamethasone in addition to IPACK block for total knee arthroplasty [J]. *Cureus*, 2020, 12 (9): e10566.
- [15] D'Souza RS, Langford BJ, Olsen DA, et al. Ultrasound – guided local anesthetic infiltration between the popliteal artery and the capsule of the posterior knee (IPACK) block for primary total knee arthroplasty: a systematic review of randomized controlled trials [J]. *Local Reg Anesth*, 2021, 14: 85–98.
- [16] 陈燕, 高磊, 胡海燕, 等. 超声引导下胫窝坐骨联合隐神经阻滞在膝关节置换术后镇痛的应用 [J]. *中国实验诊断学*, 2022, 26 (9): 1300–1304.
Chen Y, Gao L, Hu HY. Application of ultrasound – guided popliteal ischium combined with saphenous nerve block in analgesia after knee replacement [J]. *Chin J Lab Diag*, 2022, 26 (9): 1300–1304.
- [17] Siddiqui R, Bansal S, Puri A, et al. A Comparative study of ultrasound – guided continuous adductor canal block with ultrasound – guided continuous femoral nerve block in unilateral total knee arthroplasty for limb mobilization and analgesic efficacy [J]. *Cureus*, 2022, 14 (3): e22904.
- [18] 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.
- [19] Wang Q, Hu J, Ma T, et al. Comparison of different concentrations of ropivacaine used for ultrasound – guided adductor canal block + IPACK block in total knee arthroplasty [J]. *J Knee Surg*, 2023, 36 (12): 1273–1282.
- [20] Kandarian B, Indelli PF, Sinha S, et al. Implementation of the IPACK (infiltration between the popliteal artery and capsule of the knee) block into a multimodal analgesic pathway for total knee replacement [J]. *Korean J Anesthesiol*, 2019, 72 (3): 238–244.
- [21] 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]. *J Arthroplasty*, 2020, 35 (6S): S173–S177.
- [22] Vichainarong C, Kampitak W, Tanavalee A, et al. Analgesic efficacy of infiltration between the popliteal artery and capsule of the knee (iPACK) block added to local infiltration analgesia and continuous adductor canal block after total knee arthroplasty: a randomized clinical trial [J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2020, 45 (11): 872–879.
- [23] 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 [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101 (34): e30110.

(2023 – 12 – 07 收稿)