

超声引导下连续神经阻滞在下肢骨科手术中的应用进展

张丹婷^{1,2}, 杨妍^{1,2}, 张思敏^{1,2}, 张翔^{1,2}, 赵玲^{1*}

¹西安医学院第一附属医院麻醉科, 陕西 西安

²西安医学院研究生工作部, 陕西 西安

收稿日期: 2025年8月29日; 录用日期: 2025年9月23日; 发布日期: 2025年9月29日

摘要

连续神经阻滞是指通过留置导管于目标神经周围, 持续或间歇性输注局部麻醉药物, 以实现长时间、可调控的区域性镇痛的一种技术。该技术广泛应用于术后急性疼痛管理, 尤其是四肢及躯干大型手术后, 也适用于部分慢性疼痛病症的干预。近年来, 随着超声引导技术的普及与发展, CPNB的精准性和安全性显著提高, 使其在下肢骨科手术镇痛中的应用日益广泛。常见的下肢CPNB技术包括连续髂筋膜间隙阻滞、连续髋关节囊周围神经阻滞、连续股神经阻滞、连续隐神经阻滞以及连续腓窝坐骨神经阻滞等。不同阻滞方式因其作用神经通路不同, 在临床应用范围和镇痛效果上存在明显差异。本文就各种常见CPNB的阻滞效果及临床应用范围展开综述, 探讨其在下肢骨科手术中的进展。

关键词

连续神经阻滞, 骨科手术, 围术期镇痛

The Application Progress of Ultrasound-Guided Continuous Peripheral Nerve Block in Orthopedic Surgery of the Lower Extremities

Danting Zhang^{1,2}, Yan Yang^{1,2}, Simin Zhang^{1,2}, Xiang Zhang^{1,2}, Ling Zhao^{1*}

¹Department of Anesthesiology, First Affiliated Hospital of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

²Graduate Student Affairs Office of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

Received: August 29, 2025; accepted: September 23, 2025; published: September 29, 2025

*通讯作者。

文章引用: 张丹婷, 杨妍, 张思敏, 张翔, 赵玲. 超声引导下连续神经阻滞在下肢骨科手术中的应用进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(10): 584-590. DOI: 10.12677/acm.2025.15102794

Abstract

Continuous peripheral nerve block (CPNB) refers to a technique in which a catheter is indwelled around the target nerve, and local anesthetic drugs are continuously or intermittently infused to achieve long-term and adjustable regional analgesia. This technique has been extensively applied in the management of postoperative acute pain, particularly after major surgeries of the extremities and trunk. It is also suitable for the intervention of some chronic pain disorders. In recent years, with the popularization and development of ultrasound-guided techniques, the precision and safety of CPNB have been remarkably enhanced, leading to an increasingly extensive application of CPNB in postoperative analgesia for lower limb orthopedic surgeries. Common CPNB techniques for the lower limbs include continuous fascia iliaca compartment block, continuous periacetabular nerve block, continuous femoral nerve block, continuous saphenous nerve block, and continuous popliteal sciatic nerve block. Due to the different neural pathways involved in different block methods, there are obvious differences in their clinical application scopes and analgesic effects. This paper comprehensively reviews the block effects and clinical application scopes of various common CPNB techniques and explores their advancements in lower limb orthopedic surgeries.

Keywords

Continuous Peripheral Nerve Block, Orthopedic Surgery, Perioperative Analgesia

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

下肢骨科手术常伴随显著的围术期疼痛，而有效的镇痛是促进患者早期康复、减少并发症的关键。CPNB 作为一种区域麻醉技术，可提供精准、长效的镇痛效果，同时减少全身性镇痛药物的不良反应。超声技术的普及推动了连续区域阻滞麻醉的发展。本文综述下肢神经支配特点，分析几种常见连续阻滞技术在下肢骨科手术中的应用，比较其优劣，为临床实践提供参考。

2. 下肢神经支配解剖

下肢神经支配主要来源于腰骶丛，负责下肢的感觉和运动功能。髋关节的靶神经来自腰丛(L1~L4)、骶丛腰骶干(L4~L5)和骶脊神经(S1~S4)。股神经(Femoral nerve, FN)由第2至第4腰神经根(L2~L4)组成，穿过腰大肌外侧下缘的纤维，然后在腰大肌和髂肌之间的沟内下降。在腹股沟韧带水平，股神经位于髂腰肌的前方，略位于股动脉的外侧。穿过腹股沟韧带下方后，股神经分为前(浅)支和后(深)支，供应大腿前内侧、膝关节和髋关节以及腿和脚内侧的肌肉和皮肤[1]；隐神经作为股神经的末端感觉分支，是其分支中最长的皮神经，提供了从大腿内侧到内踝的下肢内侧、前内侧和后内侧区域的感觉支配[2]；闭孔神经(Obturator nerve, ON)也起源于腰丛(L2~L4)，负责大腿内收肌群的运动，并提供大腿内侧面部分区域的感觉；坐骨神经(Sciatic nerve, SN)由腰骶丛(L4~S3)发出。在腓窝上角处分为两个分支：内侧的胫神经(Tibial nerve)和外侧的腓总神经(Common peroneal nerve)，前者负责小腿后侧肌肉群的运动，以及足底的感觉，后者又分为腓深神经和腓浅神经，分别负责小腿外侧和前侧肌肉的运动，以及足背和小腿外侧的感觉。

3. 连续神经阻滞

连续神经阻滞(Continuous Peripheral Nerve Block, CPNB)是一种通过留置导管持续输注局部麻醉药的技术,用于术后或创伤后的长时间镇痛。该技术通常在超声或神经刺激仪引导下精准定位目标神经,穿刺后留置细软导管,连接输注泵以持续或间歇性给药,维持神经传导的可逆性阻滞。相比单次注射,CPNB可提供数天甚至更长时间的镇痛效果,显著减少阿片类药物用量及相关副作用,尤其适用于四肢手术、胸腹部大手术或慢性疼痛管理。其优势包括镇痛效果稳定、患者早期活动能力恢复、住院时间缩短及满意度提升。常见并发症包括导管移位、感染或麻药毒性反应,但发生率较低。CPNB作为多模式镇痛的核心技术之一,在加速康复外科(ERAS)中具有重要价值。现代CNB主要采用超声引导联合神经刺激技术。超声可实时显示神经、导管和药物扩散情况,显著提高成功率并减少并发症。操作步骤包括:皮肤消毒、超声定位、局麻药浸润、穿刺针进针、观察药液扩散、导管置入和固定。导管尖端理想位置是神经旁1~2 mm处,可通过超声观察药液扩散或神经刺激反应确认。导管固定是技术成功的关键环节。超声引导已成为CPNB的主流技术,提高了穿刺精度和成功率。近年出现的联合电刺激与超声可视化导引技术,进一步实现了导管留置的全程可视化和精确定位,解决了传统盲法置管位置不准的问题。常用方法包括皮下隧道、组织胶和专用固定装置。新型导管材料如抗微生物涂层导管可降低感染风险。给药方式有持续输注、患者自控和远程调控等。药物选择以长效局麻药(如罗哌卡因、布比卡因)为主。为延长镇痛时间、减少局麻药总量,常在局麻药中添加佐剂,如右美托咪定、地塞米松、肾上腺素等,但最佳剂量及安全性存在争议。罗哌卡因因其具有感觉和运动神经阻滞分离的特点以及相对较好的安全性,成为CPNB中最常用的药物之一。输注方案包括负荷剂量、背景输注剂量及患者自控镇痛(PEA)剂量,依据阻滞部位不同,局麻药的输注浓度及速率也有所不同。目前临床上较为常用的连续输注方案为0.2%罗哌卡因,5 mL/h背景速率,5 mL/h PCA剂量。

4. 不同方式连续神经阻滞

4.1. 连续髂筋膜间隙阻滞

髂筋膜间隙阻滞(fascia iliaca compartment block, FICB)常用于髋部镇痛,Dalensdengren等在1989年首次提出FICB[3],他们指出髂筋膜间隙是位于髂筋膜前部和髂腰肌后部之间的潜在空间。在骨盆节段FN、ON和股外侧皮神经(lateral femoral cutaneous nerve, LFCN)都位于髂筋膜下方,在髂筋膜下注射足量的局麻药,即使距离较远,局麻药也可在髂筋膜下方扩散到达这些神经[1]。Hebbard在一项尸体研究中首次描述了超声引导下FICB的纵向腹股沟上入路,使得局麻药更直接地扩散到髂筋膜阻滞的目标区域,并且便于导管放置[4]。周文洁等[5]研究表明,在超声引导下单次或持续FICB在老年髋部手术患者中的应用均取得较满意镇痛效果,且安全性高,但相比单次注射,术后持续置管镇痛效果更佳。一项回顾性研究发现[6],腹股沟上筋膜髂阻滞(supra-inguinal fascia iliaca block, SIFIB)组术后24小时阿片类药物消耗与对照组相比有统计学意义显著降低,从而减少了老年(80岁以上)髋部骨折术后阿片类药物相关的呼吸抑制。李春秀[7]等纳入127例老年髋部骨折手术患者,比较静脉镇痛与连续FICB对围术期疼痛控制的效果,结果表明连续FICB可提供安全、有效的围术期镇痛效果,改善术后认知功能,减少术后并发症。Gao等[8]也证实了在全髋关节置换(total hip arthroplasty, THA)后的老年患者中,与静脉药物自控镇痛(PCIA)相比,连续FICB提高了24小时的恢复质量,降低了疼痛评分。Azizoğlu[9]等的一项回顾性研究指出,髋关节术后早期连续FICB镇痛效果与硬膜外镇痛(epidural analgesia, EA)相当,术后18小时后EA组效果更好,但低血压发生率较连续FICB组更高,表明连续FICB在髋关节术后是一种更为安全的镇痛方式。

4.2. 连续髌关节囊周围神经群阻滞

支配髌关节的感觉神经包括 FN、ON、坐骨神经关节分支、股方肌神经和臀上神经[10]。FN、ON 和副闭孔神经(accessory obturator nerve, AON)供应髌关节前囊;坐骨神经和股方肌神经主要供应髌关节后囊的关节支,而 FN、副闭孔神经和上级孟唇是髌关节疼痛的主要原因。髌关节囊周围神经群阻滞(Pericapsular Nerve Group Block, PENG)是由 Giron-Arango 等人首次描述的一种筋膜平面阻滞,用于阻滞 FN、ON 和 AON 与髌关节的高关节分支[11]。多项研究表明,与未行神经阻滞、行股神经阻滞和行腹股沟下髂筋膜阻滞的髌部骨折患者相比, PENG 阻滞在降低阿片类药物消耗、减少运动阻滞发生率和缩短出院时间方面均具有优越的镇痛效果[11]-[14]。在 Lin Xufeng 等人进行的一项单中心、双盲、随机对照试验中,在 30 分钟和 3 小时后, PENG 阻滞在减轻急性创伤性疼痛方面优于假阻滞($p < 0.01$) [15]。Losada [16]等通过检索相关文献,分析得出 PENG 神经阻滞术为接受髌部手术的患者提供了充足的术后镇痛效果,并且可以成为更复杂且广泛使用的阻滞术的合理替代方案的结果。Farak [17]等的一项荟萃分析指出,与 FICB 组或仅使用镇痛药的组相比, PENG 组的呕吐发生率较低,但在恶心、瘙痒和头晕的发生率上没有差异,且 PENG 组在术后初期提供了更好的镇痛效果和更低的阿片类药物消耗。Duan [18]等一项前瞻性、随机对照研究表明,与连续 FICB 组相比,连续 PENG 组在全膝关节置换术后显示出优越的镇痛效果,促进了患侧股四头肌力量的恢复并促进了术后早期行走。Fujino [19]等的病例报告也指出,连续 PENG 阻滞不会引起术后运动阻滞。李威鹏[20]等一项随机对照研究表明,连续 PENG 和 FICB 均可持续减轻老年全髌关节置换术患者围术期疼痛,连续 PENG 更能够减轻患者活动时疼痛,并保留下肢肌力,有利于术后早期康复。这进一步为连续 PENG 阻滞技术能够有效保留患者下肢运动功能这一观点提供了有力支持。来伟[21]等研究指出,连续 PENG 在老年患者髌部骨折手术的术前镇痛方面作用显著,可有效改善睡眠质量,有利于早期完成手术。

4.3. 连续股神经阻滞

超声引导下股神经阻滞(femoral nerve block, FNB)常用于膝关节手术、大腿前侧手术镇痛,是一种常用的区域麻醉技术,超声下定位通常在腹股沟韧带下方,股动脉外侧。已有充分数据证实超声引导下 FNB 在人工全膝关节置换术(total knee arthroplasty, TKA)中有较好的镇痛效果。Li [22]等人在涉及 525 名患者的一项荟萃分析中得出结论:连续股神经阻滞在全膝关节置换术后比单次股神经阻滞更有效。Freccero [23]等的一项回顾性研究在评估单次股神经阻滞(SFNB)与连续股神经阻滞(CFNB)对术后关节活动范围及 TKA 后是否需要后续关节活动训练的影响后得出, CFNB 更适用于减少 TKA 术后关节活动度调整。Paul [24]等系统性综述了 CFNB 在 TKA 中的疗效,得出了相比于 PCIA 和硬膜外镇痛来说, CFNB 可以减少阿片类药物的消耗这一结论。此外,一项针对膝关节松解术后的对比研究同样证实了 CFNB 相较于静脉药物镇痛的优越性,其结果表明前者能更有效地促进膝关节功能的早期恢复。一项比较分析不同浓度罗哌卡因用于 CFNB 对老年患者 TKA 术后影响的研究表明,采用低浓度、高容量的给药方案在促进术后镇痛、肌力恢复以及认知功能保护方面展现出显著优势。Yu [25]等的一项随机对照临床试验表明,相较于连续腹股沟神经阻滞, CFNB 组在大腿内侧的术后镇痛效果更好。

4.4. 连续隐神经阻滞

超声引导下隐神经阻滞(saphenous nerve block, SNB)适用于膝关节手术及小腿甚至足踝内侧手术,尤其适用于膝关节内侧手术,能提供良好的镇痛效果。作为单纯的感觉神经, SNB 可以保留股四头肌肌肉力量。与 FNB 相比,多项研究更为支持 SNB 的镇痛方式,因后者对股四头肌肌力影响较小,可促进患者早期活动和患肢功能恢复。隐神经可以在膝关节以上、膝关节水平、膝关节以下或内踝以上的不同解

剖位置被阻滞,相关文献表明,在膝关节及以上水平的隐神经阻滞能提供更可靠的阻滞效果[26]。一项尸体研究表明,在TKA的标准手术入路中,可以在形成内收管的肌肉之间放置导管以阻断隐神经。研究还表明,在关节内镇痛的基础上进行收肌管阻滞(Adductor Canal Block, ACB)时,平均疼痛报告减少,TKA后疼痛空闲时间增加,阿片类药物需求量减少[27]。另有文献证实,在术后疼痛控制和患者满意度方面,连续收肌管阻滞(CACB)优于单次收肌管阻滞(SACB)[28]。CACB可用于踝关节内踝骨折术后疼痛控制。王丽[29]等的一项研究通过比较超声引导下不同入路连续隐神经阻滞(CSNB)在膝关节镜术后镇痛中的应用效果和对运动能力的影响,表明与收肌管处阻滞比较,超声引导下经大腿远端1/3处行连续隐神经阻滞可为膝关节镜手术提供相同的术后镇痛效果,并对运动能力影响更小。在一项老年患者膝关节镜手术后镇痛的研究中,通过对比CSNB、CFNB和吗啡经静脉自控镇痛三种镇痛方式,结果得出CSNB与CFNB均具有良好镇痛效果,可明显提高患者舒适度,减轻不良反应,而CSNB对股四头肌肌力无显著影响。

4.5. 连续腓窝坐骨神经阻滞

小腿膝关节以下区域主要由坐骨神经分出的胫神经和腓总神经支配,仅小腿内侧及内踝处由隐神经支配。因此,腓窝坐骨神经阻滞(Popliteal Sciatic Nerve Block, PSNB)可用于小腿以及足部大部分区域的手术麻醉镇痛。该方法安全性高、对全身影响小,且患者术后活动能力恢复较快,是一种临床实用的麻醉方式。有研究认为,腓窝坐骨神经分叉处是阻滞的最佳部位。Admiraal等研究表明,与单次注射PSNB相比,连续PSNB能更有效地管理术后疼痛,不仅显著提升患者报告的总体镇痛效果,还能通过减少阿片类药物用量带来额外获益,这使得连续PSNB成为足部或踝关节手术患者的理想选择;并且与标准护理组(8.7毫克当量口服吗啡)相比,连续PSNB阻断组患者消耗的阿片类药物明显减少[30],这证实了连续PSNB在减少阿片类药物方面的优越性。与单次坐骨神经阻滞联合静脉自控镇痛相比,连续PSNB在跟骨骨折患者术后镇痛镇静方面的效果更好,且前者还可减少术后其他镇痛药物用量,降低不良反应。多项研究表明,相较于舒芬太尼自控静脉镇痛,超声引导连续PSNB可为足踝手术患者提供完善的术后镇痛,且可有效减轻镇痛不良反应和机体应激。一项探讨围术期连续PSNB对糖尿病足血流灌注影响的随机对照研究表明,围术期应用连续PSNB镇痛能显著增加糖尿病足患者足背动脉内径、胫后动脉血流量,增加足部血流量灌注,改善糖尿病足远端缺血缺氧程度,有利于糖尿病足早期愈合。一项随机对照研究表明,连续PSNB联合股神经阻滞可在膝关节以下区域达到麻醉和止痛的效果。

5. 小结

连续神经阻滞技术在髋部及下肢手术围术期镇痛中展现出显著优势,包括减少阿片类药物用量、降低不良反应、促进早期康复等。相较于硬膜外镇痛及静脉药物镇痛,CPNB更精准、安全,术后恢复更快。连续FICB和连续PENG适用于髋部手术,与连续FICB比较,连续PENG可以更好地控制患者活动时疼痛,并能保留下肢肌力,有利于术后早期康复;CFNB和CSNB是膝关节手术的理想选择,CSNB因其对运动功能影响更小,在保持股四头肌力量和缩短出院准备时间方面优于CFNB;连续PSNB更侧重于为足踝手术提供可靠镇痛,并能改善局部血供,其联合收肌管阻滞可在足踝手术中取得满意的麻醉效果,联合股神经阻滞可用于膝关节镜手术麻醉。连续神经阻滞是围术期多模式镇痛的重要手段之一,并具有显著的镇痛优势,然而其临床应用仍伴随一些值得关注的争议与尚未攻克的技术难题。在技术与安全问题上,目前尚无“金标准”的导管固定技术,导管可能在患者活动时意外脱出或向内迁移,导致镇痛突然中断或效果下降,导管尖端的位置不佳也会导致阻滞不完全;导管留置相关感染及神经损伤相关风险也等待解决。在临床效益与用药方案优化上,最佳药物配方仍具有一定争议,是否存在公认的安全高效的“鸡尾酒”配方?目前尚无定论。程控间歇推注(PIB)与持续背景输注(CI)哪种模式最优尚存在争

议, 对于特定的阻滞部位和特定手术, 最优的输注模式及其参数仍需更多头对头研究。

6. 未来展望

连续外周神经阻滞技术具有可精准靶向镇痛、改善术后恢复、可调节性、适用场景广泛等多方面优势, 并在技术引导、导管设计和应用范围方面取得了显著进展。然而, 如何做到更安全、更有效、更精准的精细化阻滞。随着脂质体布比卡因等长效局部麻醉药的问世, 单次注射即可提供长达 72 小时的镇痛, CPNB 与单次注射长效药物二者谁会更具有优势, 这需要更多针对特定手术和特定患者人群的比较有效性研究来指导临床选择。未来需进一步优化阻滞技术及药物方案, 以提升个体化镇痛效果。在术后并发症方面, 如何更好地区分手术本身导致的神经损伤与 CPNB 引起的神经损伤, 目前主要依靠超声引导下避免针尖和导管置入神经内, 但更敏感的监测技术仍在探索中, 未来需致力于发展围术期神经功能的多模式、客观化监测与诊断体系, 以实现损伤原因的精准溯源和及时干预。

参考文献

- [1] Nielsen, K.C., Klein, S.M. and Steele, S.M. (2003) Femoral Nerve Blocks. *Techniques in Regional Anesthesia and Pain Management*, 7, 8-17. <https://doi.org/10.1053/trap.2003.123518>
- [2] Eglitis, N., Horn, J., Benninger, B. and Nelsen, S. (2016) The Importance of the Saphenous Nerve in Ankle Surgery. *Anesthesia & Analgesia*, 122, 1704-1706. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000001168>
- [3] Dalens, B., Vanneville, G. and Tanguy, A. (1989) Comparison of the Fascia Iliaca Compartment Block with the 3-In-1 Block in Children. *Anesthesia & Analgesia*, 69, 705-713. <https://doi.org/10.1213/00000539-198912000-00003>
- [4] Hebbard, P., Ivanusic, J. and Sha, S. (2011) Ultrasound-Guided SUPRA-Inguinal Fascia Iliaca Block: A Cadaveric Evaluation of a Novel Approach. *Anaesthesia*, 66, 300-305. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2011.06628.x>
- [5] 周文洁, 顾勇伟, 胡林霞, 等. 超声引导下 2 种髂筋膜间隙阻滞方案在老年髋置换术中的镇痛效果和安全性比较[J]. 中国现代应用药学, 2017, 34(10): 1463-1466.
- [6] Bali, C. and Ozmete, O. (2023) Supra-Inguinal Fascia Iliaca Block in Older-Old Patients for Hip Fractures: A Retrospective Study. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*, 73, 711-717. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.08.008>
- [7] 李春秀, 葛文超, 杨康宁, 等. 超声引导下连续髂筋膜间隙阻滞用于老年髋部骨折患者围术期镇痛的研究[J]. 中国骨伤, 2023, 36(11): 1046-1051.
- [8] Gao, Y., Li, H., Hu, H., Xu, Y., Zhou, J. and Liu, Y. (2022) Effects of Continuous Fascia Iliaca Compartment Block on Early Quality of Recovery after Total Hip Arthroplasty in Elderly Patients: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Pain Research*, 15, 1837-1844. <https://doi.org/10.2147/jpr.s368285>
- [9] Azizoğlu, M. and Rumeli, Ş. (2022) Comparison of the Suprainguinal Fascia Iliaca Compartment Block with Continuous Epidural Analgesia in Patients Undergoing Hip Surgeries: A Retrospective Study. *Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)*, 72, 342-349. <https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.07.006>
- [10] Birnbaum, K., Prescher, A., Hepler, S. and Heller, K.-D. (1998) The Sensory Innervation of the Hip Joint—An Anatomical Study. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 19, 371-375. <https://doi.org/10.1007/s00276-997-0371-5>
- [11] Girón-Arango, L., Peng, P.W.H., Chin, K.J., Brull, R. and Perlas, A. (2018) Pericapsular Nerve Group (PENG) Block for Hip Fracture. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 43, 859-863. <https://doi.org/10.1097/aap.0000000000000847>
- [12] Lin, D., Morrison, C., Brown, B., Saies, A.A., Pawar, R., Vermeulen, M., et al. (2021) Pericapsular Nerve Group (PENG) Block Provides Improved Short-Term Analgesia Compared with the Femoral Nerve Block in Hip Fracture Surgery: A Single-Center Double-Blinded Randomized Comparative Trial. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, 46, 398-403. <https://doi.org/10.1136/rapm-2020-102315>
- [13] Lin, D., Brown, B., Morrison, C., Kroon, H.M. and Jaarsma, R.L. (2022) Pericapsular Nerve Group Block Results in a Longer Analgesic Effect and Shorter Time to Discharge than Femoral Nerve Block in Patients after Hip Fracture Surgery: A Single-Center Double-Blinded Randomized Trial. *Journal of International Medical Research*, 50, 1-7. <https://doi.org/10.1177/03000605221085073>
- [14] Mosaffa, F., Taheri, M., Manafi Rasi, A., Samadpour, H., Memary, E. and Mirkheshti, A. (2022) Comparison of Pericapsular Nerve Group (PENG) Block with Fascia Iliaca Compartment Block (FICB) for Pain Control in Hip Fractures: A Double-Blind Prospective Randomized Controlled Clinical Trial. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 108, Article ID: 103135. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103135>

- [15] Lin, X., Liu, C.W., Goh, Q.Y., Sim, E.Y., Chan, S.K.T., Lim, Z.W., *et al.* (2023) Pericapsular Nerve Group (PENG) Block for Early Pain Management of Elderly Patients with Hip Fracture: A Single-Center Double-Blind Randomized Controlled Trial. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, **48**, 535-539. <https://doi.org/10.1136/rapm-2022-104117>
- [16] Nájera Losada, D.C. and Pérez Moreno, J.C. (2022) Pericapsular Nerve Group Block in Hip Surgery. An Alternative That Goes beyond What We Know? *Revista Española de Anestesiología y Reanimación (English Edition)*, **69**, 654-662. <https://doi.org/10.1016/j.redare.2021.10.002>
- [17] Farag, A., Hendi, N.I. and Diab, R.A. (2022) Does Pericapsular Nerve Group Block Have Limited Analgesia at the Initial Post-Operative Period? Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Anesthesia*, **37**, 138-153. <https://doi.org/10.1007/s00540-022-03129-5>
- [18] Duan, L., Zhang, L., Shi, C., Huang, L., Ao, H., Wang, Z., *et al.* (2023) Comparison of Continuous Pericapsular Nerve Group (PENG) Block versus Continuous Fascia Iliaca Compartment Block on Pain Management and Quadriceps Muscle Strength after Total Hip Arthroplasty: A Prospective, Randomized Controlled Study. *BMC Anesthesiology*, **23**, Article No. 233. <https://doi.org/10.1186/s12871-023-02190-1>
- [19] Fujino, T., Odo, M., Okada, H., Takahashi, S. and Kikuchi, T. (2021) Continuous Pericapsular Nerve Group Block for Postoperative Pain Management in Total Hip Arthroplasty: Report of Two Cases. *JA Clinical Reports*, **7**, Article No. 22. <https://doi.org/10.1186/s40981-021-00423-1>
- [20] 李成鹏, 郑煜丽, 高晓曼, 等. 连续髋关节囊周围神经阻滞与连续髂筋膜间隙阻滞对老年全髋关节置换术患者围术期镇痛效果影响的比较[J]. 临床麻醉学杂志, 2023, 39(3): 254-259.
- [21] 来伟, 胡平, 程乐, 等. 超声引导下持续髋关节囊周围神经阻滞在老年患者髋部骨折术前镇痛的效果[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(8): 888-890.
- [22] Li, S., Zhou, J., Li, X., Teng, X., Li, Y., Du, C., *et al.* (2020) Analgesic Impact of Single-Shot versus Continuous Femoral Nerve Block after Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Therapy*, **37**, 671-685. <https://doi.org/10.1007/s12325-019-01194-z>
- [23] Freccero, D.M., Van Steyn, P., Joslin, P.M.N., Robbins, C.E., Li, X., Efremov, K., *et al.* (2022) Continuous Femoral Nerve Block Reduces the Need for Manipulation Following Total Knee Arthroplasty. *JBJS Open Access*, **7**, e21.00155. <https://doi.org/10.2106/jbjs.oe.21.00155>
- [24] Paul, J.E., Arya, A., Hurlburt, L., Cheng, J., Thabane, L., Tidy, A., *et al.* (2010) Femoral Nerve Block Improves Analgesia Outcomes after Total Knee Arthroplasty: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesthesiology*, **113**, 1144-1162. <https://doi.org/10.1097/aln.0b013e3181f4b18>
- [25] Yu, B., He, M., Cai, G., Zou, T. and Zhang, N. (2016) Ultrasound-Guided Continuous Femoral Nerve Block vs Continuous Fascia Iliaca Compartment Block for Hip Replacement in the Elderly: A Randomized Controlled Clinical Trial (CONSORT). *Medicine*, **95**, e5056. <https://doi.org/10.1097/md.0000000000005056>
- [26] Paraskeuopoulos, T., Adoni, A., Saranteas, T., Sidiropoulou, T., Mastrokalos, D. and Kostopanagiotou, G. (2014) Prospective Randomized Comparison between Ultrasound-Guided Saphenous Nerve Block within and Distal to the Adductor Canal with Low Volume of Local Anesthetic. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*, **30**, 378-382. <https://doi.org/10.4103/0970-9185.137271>
- [27] Matthews, D. and Rella, R.T. (2023) Surgeon-Placed Peripheral Nerve Block and Continuous Non-Opioid Analgesia in Total Knee Arthroplasty Is Accessible Intraoperatively: A Cadaveric Study. *Journal of ISAKOS*, **8**, 204-209. <https://doi.org/10.1016/j.jisako.2023.03.004>
- [28] Park, Y.U., Joe, H.B., Lee, J.W. and Seo, Y.W. (2025) Analgesic Effectiveness of Continuous versus Single-Injection Adductor Canal Block in Addition to Continuous Popliteal Sciatic Nerve Block for Bimalleolar and Trimalleolar Ankle Fracture Surgery: Prospective Randomized Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic Science*, **30**, 159-163. <https://doi.org/10.1016/j.jos.2024.01.002>
- [29] 王丽, 赵石磊, 西志梦, 等. 超声引导下不同入路连续隐神经阻滞在膝关节镜术后镇痛效果中的比较[J]. 临床麻醉学杂志, 2019, 35(3): 275-278.
- [30] Admiraal, M., Smulders, P.S.H., Rutten, M.V.H., de Groot, E.K., Heine, Y., Baumann, H.M., *et al.* (2024) The Effectiveness of Ambulatory Continuous Popliteal Sciatic Nerve Blockade on Patient-Reported Overall Benefit of Analgesia in Patients Undergoing Foot or Ankle Surgery (CAREFREE Trial); a Randomized, Open Label, Non-Inferiority Trial. *Journal of Clinical Anesthesia*, **95**, Article ID: 111451. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2024.111451>