

综 述

超声引导下横突胸膜中点阻滞围手术期镇痛研究进展

高升润¹, 李 晨¹, 刘 斌², 李雨衡¹, 高骁锋¹, 高成杰¹

【摘要】 超声引导下横突胸膜中点阻滞(MTPB)是一种较新的区域麻醉技术,通过在横突后侧胸膜和胸膜之间的中点放置局部麻醉药来实现镇痛,穿刺针位置远离胸膜,周围无重要结构,血管神经损伤风险低。临床上其镇痛效果与硬膜外及胸椎旁阻滞相当,并发症更少,广泛应用于胸部镇痛,亦被应用于腹部微创手术镇痛,效果极佳。部分学者将其应用于脊柱外科手术,镇痛效果良好。本文对相关研究进行综述,以期为临床提供参考。

【关键词】 横突胸膜中点阻滞;超声;镇痛;术后镇痛;胸椎旁阻滞

【中国图书分类号】 R614

胸腹部外伤及外科手术引起的疼痛,可以激活机体应激,导致内分泌异常、代谢障碍、免疫抑制等,甚至引起术后呼吸衰竭、心脏意外等并发症^[1]。围手术期区域麻醉可以有效镇痛,通过阻断传入神经调节应激反应,减少内分泌系统激活,减轻免疫抑制。研究证实区域麻醉复合全麻较单独应用全麻能够降低血清皮质醇水平^[2]。横突胸膜中点阻滞(mid-point transverse process to pleura block, MTPB)是一种区域麻醉技术,由 Costache 2017 年首次描述,该技术通过在横突后侧胸膜和胸膜之间的中点放置局部麻醉药来实现镇痛,该位置距体表位置较浅、远离胸膜,周围无重要结构,超声引导下更易暴露穿刺针,发生血管损伤及血气胸风险更低^[3,4]。本文对超声引导下的 MTPB 应用于胸腹部镇痛相关研究展开综述。

1 镇痛原理

1.1 解剖学基础 胸膜为薄而光滑的浆膜,分脏胸膜和壁胸膜。壁胸膜衬覆胸腔内表面及纵隔两侧,根据衬覆部位的不同可分为胸膜顶、膈胸膜、纵隔胸膜和肋胸膜。其中肋胸膜借疏松结缔组织贴附肋骨及肋间。肋骨通过肋结节关节面与相应胸椎横突形成肋横突关节。周围覆有助横突上韧带、横突间韧带、横突间肌、横突棘肌。其上覆有竖脊肌,位于棘突与肋角之间,总腱起于骶骨背侧、髂嵴后部、

腰椎棘突及胸腰筋膜。由内及外依次分为棘肌、最长肌、髂肋肌等 3 个纵向肌柱,分别止于棘突、横突及周围肋骨、肋角等。脊神经经椎间孔发出后分为背侧支、腹侧支、交通支。背侧支支配竖脊肌,穿过肋横突韧带分出外侧支和中间支,由中间支最终分出后侧皮支。腹侧支沿水平走行形成肋间神经,依次走行于肋间内膜深面,肋间内肌和肋间最内肌之间,最终延续为前皮支,于肋角周边分出外侧皮支,分别支配前胸壁、上腹部及侧胸壁(图 1)^[5]。相邻上下两个横突及肋骨,内侧壁层胸膜,后部竖脊肌内面构成横突胸膜中点边界。

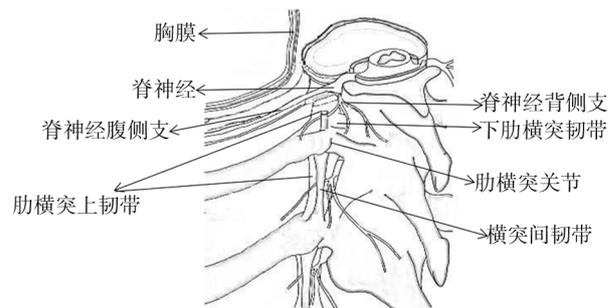


图 1 胸部神经韧带分布

1.2 技术路线 患者取坐位或侧卧位,使用高频线阵探头(8~15 MHz)进行超声扫描,以确定手术部位的横突和胸膜(图 2)^[3]。在 T₄ 水平(或根据手术需要选择适当水平)确定穿刺点,对穿刺区域进行消毒,并无菌覆盖。在穿刺点进行局部皮肤麻醉,使用适当长度的穿刺针(如 100 mm 长的 18 G 针),在超声引导下沿平面内方向插入,直至针尖到达目

基金项目: 山东省自然科学基金青年项目(ZR202103030177)

作者简介: 高升润,硕士研究生,主治医师。

作者单位: 1. 250031 济南,联勤保障部队第 960 医院麻醉科;

2. 256100 淄博,沂源县中医医院麻醉科

通讯作者: 高骁锋, E-mail: mzgxfmz@126.com

标位置,即相邻横突连线中点及壁层胸膜与竖脊肌连线中点。回抽确认无血和气体后,注入局部麻醉药(如 0.5%罗哌卡因)15~20 ml。通过穿刺针置入导管,导管尖端超出针尖约 2.5 cm,以便进行连续阻滞。阻滞完成后,使用冷棉签和针刺测评估阻滞效果。密切观察患者是否有任何与操作相关的并发症,如气胸、血肿、感染等^[5]。

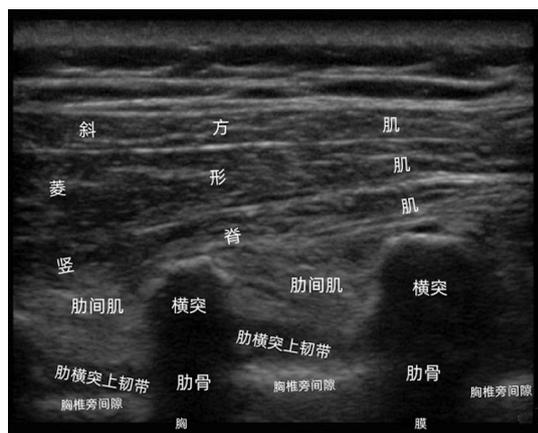


图 2 超声引导下横突胸膜中点阻滞手术部位的横突和胸膜

1.3 作用机制 Costache 等^[3]行尸体试验, T_2 、 T_4 、 T_6 、 T_8 和 T_{10} 平面横突后边界和胸膜中间以 0.2% 亚甲蓝 5 ml 行双侧注射。检查椎旁间隙的神经根、相应的肋间神经及交感链处是否存在亚甲基蓝染料,发现 SCTL、胸膜移位并扩散到竖脊肌平面,实现胸椎旁间隙覆盖及临近水平的扩散。麻醉药液在压力梯度驱动下膨胀,形成超声下所示水解剖征象。最终阻断周围神经冲动的产生和传播,其扩散程度可能受注药速度及方向、筋膜张力、滑动等因素影响^[6,7]。麻醉药由浓度梯度驱动穿透注射液筋膜平面弥散至周围肌肉及组织腔室介导局部镇痛作用。麻醉药最终吸收入血发挥全身效应。研究证实术中静脉注射利多卡因能够降低术后疼痛评分及减少阿片用药,但是否临床获益需进一步证实^[8]。布比卡因及罗哌卡因是筋膜平面阻滞常用麻醉药,其抗炎、外周及中枢镇痛作用与利多卡因相似,通过电压门控离子通道、配体门控离子通道、G 蛋白偶联受体等调节外周损伤性神经冲动传导;同时也抑制中性粒细胞介导的炎症反应;对于中枢痛觉过敏化亦有抑制作用^[9-12]。

2 胸部手术镇痛应用

2.1 开胸及胸腔镜手术 心脏手术后正中胸骨切

开中度至重度疼痛发生率为 33%~75%,镇痛不足可导致严重应激反应,增加心脏及肺部并发症风险,有 21%~55% 患者转为慢性疼痛^[13]。有效的术后镇痛有助于早期功能恢复和下床活动,缩短 ICU 及住院时间,MTPB 已成为控制正中胸骨切开术后疼痛多模式策略的一部分^[14]。Abdelbaser 等^[15]通过一项单中心随机双盲病例对照研究,纳入 52 例 5~10 岁接受心脏外科手术的儿童患者,行超声引导下单次双侧 MTPB,评估其围手术期镇痛的效果,结果显示 MTPB 可以减少术中麻醉药物用量,降低术后 24 h 内的麻醉药物使用及疼痛评分,缩短拔管时间和 ICU 停留时间,未见 MTPB 相关并发症。上述研究存在局限性,MTPB 为单次注射,镇痛时间有限,样本量小其真实并发症发生率需大样本证实。Abourezk 等^[16]在一项单中心随机对照双盲研究中比较了小儿心脏手术中采用 MTPB 与胸椎旁神经阻滞(thoracic paravertebral block, TPVB)对术中血流动力学、应激反应及术后镇痛的影响,发现 MTPB 与 TPVB 疗效近似,但操作时间更短。

视频辅助胸腔镜手术(video-assisted thoracic surgery, VATS)具有微创特点,仍可诱发术后中重度疼痛,不利于肺功能恢复,慢性疼痛风险亦增加,区域麻醉技术可以促进 VATS 后的快速康复。TPVB 已被证实可以提供理想镇痛,减少肺部并发症,但因其损伤胸膜及血管神经风险较高,临床应用受限,因此,MTPB 技术成为一种可能替代方案^[17]。Watton 等^[18]成功地对 3 例实施胸腔镜手术的患者行胸膜横突中点置管连续阻滞技术,实现了术后数天的充分镇痛,最大限度减少阿片类药物用量,取得良好恢复质量,未见 MTPB 相关并发症及阿片类药物副作用,如感染、气胸、导管泄漏、导管故障或移位等及过度镇静、瘙痒、术后恶心和呕吐等。陈旭等^[19]通过一项随机对照试验,对比了超声引导下 MTPB 与 TPVB 在单孔 VATS 术后镇痛效果,发现二者在术后视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)疼痛评分、镇痛泵按压次数、麻醉药物用量和补救镇痛率方面没有统计学差异,但 MTPB 较 TPVB 操作时间短、穿刺深度浅,更简便安全,是胸科手术中理想的术后镇痛方案。

2.2 乳腺手术 乳腺癌改良根治术是治疗乳腺癌最有效治疗手段但可导致中度至重度急性疼痛,持续较长时间。TPVB 可提供理想镇痛,缺点亦显而易见。Kumar 等^[20]对 10 例计划接受乳腺癌改良根治术 ASA I/II 级的女性患者进行超声引导下的

MTPB 并在 T₄ 水平将导管置入手术侧,术后 24 h 内的 VAS 疼痛评分中位数较低,且只有 3 例需要额外的镇痛,所有患者均无手术相关并发症,患者满意度高。Kahramanlar 等^[21] 在一项三盲随机研究中纳入 64 例因乳腺癌而接受单侧单纯乳房切除手术的患者,行超声引导下 TPVB 和 MTPB,结果发现二者在术后镇痛效果上具有相似性,术后阿片类药物总消耗量、需要救援镇痛的患者人数、术后需要补充镇痛的时间,以及静息和运动时的疼痛评分等方面均无统计学差异。上述研究均表明 MTPB 与 TPVB 比较,镇痛效果相当,但技术操作简单,并发症风险低,可以作为 TPVB 的有效替代方案。

2.3 肋骨骨折及肋骨软骨切除手术 肋骨骨折常伴有中度到重度疼痛,严重影响患者呼吸功能,导致痰液积聚、肺不张、感染以及呼吸衰竭等并发症。充分有效镇痛至关重要,可减少上述并发症,提高患者舒适度,利于早期活动及康复。Syal 等^[22] 为 1 例有第 2~5 肋骨骨折的患者提供了连续 MTPB,在 T₄ 水平注射 15 ml 0.375% 的罗哌卡因,并在同一水平置入导管。发现阻滞成功 20 min 后 T₂ 至 T₈ 皮节感觉减退,VAS 疼痛评分从 9 降至 1,术后 4 d 连续 MTPB,患者能够在病房内活动,未见额外救援镇痛。耳、鼻等重建手术中常进行自体肋软骨切取操作,其术后疼痛与肋骨骨折相似,导致呼吸变浅、无法咳出分泌物、康复及出院延迟等。常用的方法有口服镇痛药物、局部浸润麻醉、胸硬膜外麻醉、TPVB 和肋间神经阻滞等,镇痛优势不一而足。Syal 等^[23] 对 1 例 ASAⅠ级,拟取第 7 肋骨软骨实施耳廓重建手术的年轻女性患者于 T₅ 水平进行了连续 MTPB,注入 0.5% 罗哌卡因 20 ml,观察 20 min T₃ 到 T₉ 皮节的前胸壁感觉减弱,进而实施全麻,术中血流动力学稳定,阿片类药物需求较少,术后通过导管连续输注 0.2% 罗哌卡因,速率为 5 ml/h,持续 48 h。术后 24 h 静息 VAS 评分为 2,咳嗽为 3,恢复期镇痛效果完全满意。连续 MTPB 胸部镇痛完全充分,针头穿刺位置距离胸膜较远,操作更简便具有更高的安全性,较传统的胸硬膜外阻滞和 TPVB 血管损伤、低血压、硬膜外或鞘内扩散、胸膜穿刺或气胸等并发症发生率更低,更适用于肋骨骨折及相关手术的镇痛。MTPB 相对于 TPVB,局部麻醉药液扩散个体差异较大,镇痛作用起效时间较慢,临床应用需进一步大样本研究。

3 脊柱手术镇痛应用

Eskin 等^[24] 进行的一项前瞻性随机对照研究比

较了超声引导下的竖脊肌平面阻滞 (erector spinae plane block, ESPB) 与 MTPB 在腰椎手术中镇痛效果,共纳入 120 例成年患者,并随机分为 3 组:ESP 组 ($n=40$)、MTP 组 ($n=40$) 和对照组 ($n=40$)。发现对照组的平均 VAS 评分显著高于 MTP 组和 ESP 组 (对照组 > MTP > ESP)。术后 12 h ESP 组的平均 VAS 评分低于 MTP 组。抢救性镇痛药消耗量、PCA 推注需求次数、PCA 推注需求剂量、PCA 总剂量,以及与阿片类药物相关的并发症发生率在对照组中最高,在 ESP 组中最低 (对照组 > MTP > ESP)。ESPB 和 MTPB 均能有效缓解腰椎手术后的疼痛,但 ESPB 在前 24 h 的术后镇痛方面优于 MTPB。Kilicaslan 等^[25] 报道了 1 例患者在清醒状态下应用双侧超声引导下多个胸椎平面行 MTPB 的胸椎手术。该患者 62 岁,合并慢阻肺、糖尿病和高血压等多种全身性疾病,ASA 为Ⅲ级,因骨质疏松致胸椎骨折行手术治疗,术前 VAS 评分为 7~8。入手术室静脉给予咪达唑仑 1 mg 等药物,在 T₃、T₅ 和 T₇ 水平进行双侧 MTPB,每侧给予 0.25% 布比卡因 9 ml,30 min 后患者 VAS 评分为 0,T₂~T₈ 皮节阻滞完全,监测完全状态下完成 T₄ 和 T₈ 水平之间的后路经椎弓根螺钉固定,手术时长 120 min,术中微量右美托咪定泵注 [0.2~0.7 μg/(kg·h)],未额外补充麻醉,通过面罩给氧末二氧化碳测量通气,术后未见任何并发症,顺利出院。这是首例 MTPB 清醒镇静下进行的胸椎手术,体现出极佳的临床效果。MTPB 在脊柱外科应用中体现出较好的临床价值,多个平面双侧 MTPB 可能是最佳选择,更需进一步临床研究证实。

4 腹部手术镇痛应用

张苗和肖国虎^[26] 通过回顾性分析表明,在腹腔镜肾切除术中,采用超声引导下 MTPB 能显著缩短患者的手术时间、减少术中麻醉药物的总用量和镇痛泵的有效按压次数,与仅使用静脉镇痛泵对照组相比,MTPB 组在术后不同时间点的 VAS 疼痛评分和并发症发生率显著降低。该研究表明 MTPB 可能提供有效的术后镇痛,减少并发症的发生,有助于患者的早期恢复。其应用于腹部疾病及外科手术后镇痛价值尚需更多临床研究证实。

总之,超声引导下 MTPB 是一种较新的区域镇痛技术,通过在横突后侧胸膜和胸膜之间的中点放置局部麻醉药来实现镇痛,穿刺针位置远离胸膜,周围无重要结构,血管神经损伤风险低。临床上其镇痛效果与硬膜外及 TPVB 相当,并发症更少,广泛应

用于胸部外伤及手术镇痛,促进患者快速康复,应用于肋间神经痛、带状疱疹疼痛管理等尚需进一步研究。MTPB 亦被应用于腹部微创手术镇痛,效果极佳,但缺乏多手术类型、多中心、大样本量研究进一步证实。部分学者将其应用于脊柱外科手术,镇痛效果良好,但需进一步探索证实。总之,MTPB 作为一种操作相对简单、安全性较高的区域麻醉技术,临床应用价值较高,未来将其应用于肋间神经痛、带状疱疹疼痛、胸椎手术镇痛管理等有望取得良好效果。

【参考文献】

- [1] Novak-Jankovic V, Markovic-Bozic J. Regional anaesthesia in thoracic and abdominalsurgery [J]. Acta Clin Croat, 2019, 58(1): 96-100.
- [2] Milosavljevic S B, Pavlovic A P, Trpkovic S V, et al. Influence of spinal and general anesthesia on the metabolic, hormonal, and hemodynamic response in elective surgical patients [J]. Med Sci Monit, 2014, 20: 1833-1840.
- [3] Costache I, de Neumann L, Ramnanan C J, et al. The mid-point transverse process to pleura (MTP) block: a new end-point for thoracic paravertebral block [J]. Anaesthesia, 2017, 72(10): 1230-1236.
- [4] 祁占花, 张建业, 范卫玲. 超声引导下两点胸椎旁神经阻滞在老年肺癌根治术患者中的应用[J]. 医学综述, 2021, 27(8): 1641-16451.
- [5] Chin K J, Versyck B, Elsharkawy H, et al. Anatomical basis of fascial plane blocks [J]. Reg Anesth Pain Med, 2021, 46(7): 581-599.
- [6] Joshi G P, Machi A. Surgical site infiltration: a neuro-anatomical approach [J]. Best Pract Res Clin Anaesthesiol, 2019, 33: 317-324.
- [7] Børglum J, Jensen K, Christensen A F, et al. Distribution patterns, dermatomal anesthesia, and ropivacaine serum concentrations after bilateral dual transversus abdominis plane block [J]. Reg Anesth Pain Med, 2012, 37(3): 294-301.
- [8] Boswell M R, Moman R N, Burtoft M, et al. Lidocaine for postoperative pain after cardiac surgery: a systematic review [J]. J Cardiothorac Surg, 2021, 16(1): 157.
- [9] Cassuto J, Sinclair R, Bonderovic M. Anti-inflammatory properties of local anesthetics and their present and potential clinical implications [J]. Acta Anaesthesiol Scand, 2006, 50(3): 265-282.
- [10] Kurabe M, Furue H, Kohno T. Intravenous administration of lidocaine directly acts on spinal dorsal horn and produces analgesic effect: an in vivo patch-clamp analysis [J]. Sci Rep, 2016, 6: 26253.
- [11] Furutani K, Ikoma M, Ishii H, et al. Bupivacaine inhibits glutamatergic transmission in spinal dorsal horn neurons [J]. Anesthesiology, 2010, 112(1): 138-143.
- [12] Chin K J, Lirk P, Hollmann M W, et al. Mechanisms of action of fascial plane blocks: a narrative review [J]. Reg Anesth Pain Med, 2021, 46(7): 618-628.
- [13] Kuperberg K G, Grubbs L. Coronary artery bypass patients' perceptions of acute postoperative pain [J]. Clin Nurse Spec, 1997, 11(3): 116-122.
- [14] Ata F, Yilmaz C. Retrospective evaluation of fascial plane blocks in cardiac surgery with median sternotomy in a tertiary hospital [J]. Cureus, 2023, 15(3): e35718.
- [15] Abdelbaser I, Abourezk A R, Badran A, et al. Bilateral ultrasound-guided mid-point transverse process to pleura block for perioperative analgesia in pediatric cardiac surgery: a randomized controlled study [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2023, 37(9): 1726-1733.
- [16] Abourezk A R, Abdelbaser I, Badran A, et al. Ultrasound-guided mid point-transverse process to pleura block versus thoracic paravertebral block in pediatric open-heart surgery: a randomized controlled non-inferiority study [J]. J Clin Anesth, 2024, 97: 111507.
- [17] Batchelor T, Rasburn N, Abdelnour-Berchtold E, et al. Guidelines for enhanced recovery after lung surgery: recommendations of the Enhanced Recovery After Surgery (ERASVR) Society and the European Society of Thoracic Surgeons (ESTS) [J]. Eur J Cardio-Thoracic Surg, 2019, 55: 91-115.
- [18] Watton D E, Rose P G D, Abdallah F W, et al. Mid-point transverse process to pleura catheter placement for postoperative analgesia following video-assisted thoracoscopic surgery [J]. Anaesth Rep, 2019, 7(2): 65-68.
- [19] 陈旭, 章蔚, 王迪, 等. 超声引导下横突-胸膜中点阻滞与胸椎旁神经阻滞用于单孔胸腔镜手术后镇痛效果的比较 [J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(12): 1173-1176.
- [20] Kumar R, Mohammed S, Paliwal B, et al. The mid-point transverse process to pleura (MTP) block for postoperative analgesia in patients undergoing modified radical mastectomy: a case series [J]. J Anaesthesiol Clin Pharmacol, 2023, 39(4): 648-650.
- [21] Kahramanlar A A, Aksoy M, Ince I, et al. The comparison of postoperative analgesic efficacy of ultrasound-guided paravertebral block and mid-point transverse process pleura block in mastectomy surgeries: a randomized study [J]. J Invest Surg, 2022, 35(9):

- 1694-1699.
- [22] Syal R, Kumar R, Kamal M, *et al.* Novel block and new indication; ultrasound-guided continuous “mid-point transverse process to pleura” block in a patient with multiple rib fractures [J]. *Saudi J Anaesth*, 2019, 13(4): 365-367.
- [23] Syal R, Soni K, Kumar R, *et al.* A novel indication of an advanced block; mid-point transverse process to pleura block for rib cartilage harvesting in pinna reconstruction surgery-A case report [J]. *Indian J Anaesth*, 2022, 66(8): 607-608.
- [24] Eskin M B, Ceylan A, Özhan M Ö, *et al.* Ultrasound-guided erector spinae block versus mid-transverse process to pleura block for postoperative analgesia in lumbar spinal surgery [J]. *Anaesthesist*, 2020, 69(10): 742-750.
- [25] Kilicaslan A, Kacira B K. Awake thoracic spine surgery under bilateral ultrasound guided multiple midpoint transverse process to pleura (MTP) blocks [J]. *J Clin Anesth*, 2019, 58: 132-133.
- [26] 张苗, 肖国虎. 腹腔镜肾切除术围术期中采用胸膜横突中间点阻滞的镇痛效果研究[J]. *浙江创伤外科*, 2023, 28(1): 186-188.
- (2024-06-13 收稿 2024-08-11 修回)
(责任编辑 武建虎)

官兵膝关节训练损伤临床研究进展

刘碧艳, 陈天金, 王倩, 李伟, 吴斌

【摘要】 膝关节损伤是一种常见的运动损伤, 膝关节训练伤是指在军事、体育或其他形式的训练中, 由于不当训练方法、缺乏防护措施、热身不充分或训练强度过大等原因导致的膝关节部位的损伤。官兵训练中膝关节损伤的诊断和治疗需要综合考虑病情、损伤程度和个体差异。在治疗过程中, 遵医嘱积极配合康复训练, 才能取得良好的治疗效果。本文对官兵膝关节训练损伤的诊断和治疗方法研究进展做一综述。

【关键词】 训练; 膝关节损伤; 诊断; 治疗

【中国图书分类号】 R821.34

膝关节在日常活动和运动中发挥着关键作用, 由于其结构复杂, 使用频繁, 易受到损伤。在官兵的日常训练中, 膝关节损伤是一种常见的运动损伤, 通常与训练强度、动作要领的掌握程度、肌肉力量以及环境因素等多种因素有关^[1]。膝关节损伤主要分为接触性损伤和非接触性损伤, 接触性损伤通常是由于与人或物体发生碰撞导致, 如摔倒时膝盖与地面的直接撞击; 非接触性损伤则是在无外界碰撞的情况下发生, 往往与膝关节的过度扭转或不当姿势有关。常见损伤有膝关节前交叉韧带损伤、半月板损伤及膝关节扭伤。膝关节损伤会影响官兵的体能水平, 在进行某些动作时会感到疼痛或不适, 使其灵活性、敏捷性和反应速度受到限制, 此外, 还会直接影响官兵的心理状态。因此, 对于膝关节训练损伤的早期诊断和及时治疗显得尤为重要。

1 流行病学趋势

有研究发现, 训练致膝关节损伤的发生率在不同兵龄段有所不同, 其中, 新兵占 69.4%, 1~2 年兵龄占 20.1%, 3 年以上兵龄占 10.5%^[2], 表明新兵是膝关节损伤的高发人群^[3]。官兵训练中膝关节损伤的流行病学特点如下^[4]: 发生率高, 训练致膝关节损伤的总体发生率较高; 新兵为主, 新兵由于刚接触军事训练, 动作要领掌握不到位, 训练强度适应不足, 因此成为膝关节损伤的高发人群; 损伤类型多样, 包括软组织损伤、韧带损伤、关节软骨损伤等; 与训练强度相关, 随着训练强度的加大, 膝关节损伤的程度也会加重, 中期和后期的训练量增加, 会进一步加剧膝关节的负荷, 更易导致损伤^[5]。

2 发病机制

2.1 急性损伤 关节扭伤, 如训练中快速转向、跳跃等动作可能导致膝关节内外侧副韧带损伤; 直接撞击, 如跌倒时股四头肌强烈撞击膝关节前方的髌骨, 可能

作者简介: 刘碧艳, 本科学历, 主管技师。

作者单位: 100027, 武警北京总队医院医学影像科

通讯作者: 吴斌, E-mail: mikewubin@163.com