

· 综述 ·

胸椎旁神经阻滞在胸外科手术中的应用进展

张振 黄鹂 王东信

胸椎旁神经阻滞(thoracic paravertebral block, TPVB)可为胸外科手术患者提供多模式镇痛,减少阿片类药物使用,进而促进患者快速康复^[1]。以往认为开胸手术的最佳麻醉方式为全麻复合胸段硬膜外麻醉(thoracic epidural anesthesia, TEA)^[2]。近年来 TPVB 因其镇痛效果确切、安全性高^[2],广泛应用于临床,并具有取代 TEA 之势。超声引导下的可视化操作更明显提高了 TPVB 的精确性和安全性,使 TPVB 在临床中得到了更进一步的应用与发展。现就 TPVB 在胸外科手术中的应用进展进行综述。

TPVB 现状和 TPVB 技术

TPVB 是指将局麻药注射到胸椎旁间隙后,局麻药可向邻近上下椎体纵向扩散,肋间水平横向扩散,以及向正中硬膜外间隙扩散,从而实现同侧邻近多个节段躯体和交感神经阻滞^[2]。1905 年, Sellheim 首次将椎旁神经阻滞用于腹部手术麻醉,并获得了满意的麻醉效果^[3]。但此后很长时间几乎被骶管和硬膜外麻醉所取代。直至 1979 年, Eason 等^[4]提出椎旁置管持续 TPVB 概念,置管操作甚至可以由外科医师术中直视下完成,使得 TPVB 在临床中的应用再次得到重视。而近些年随着技术手段的更新和新型局麻药的出现,使得 TPVB 在心胸外科手术中的应用越来越广泛。研究发现, TPVB 可以抑制应激反应、减轻炎症刺激、改善术后肺功能、减少术后肺部并发症,甚至可用于胸部术后慢性疼痛综合征等慢性疼痛的治疗^[5]。此外,已有临床实验观察到 TPVB 可以减少肿瘤患者肿瘤复发和提高其生存率,该作用尚需进一步大规模前瞻性随机对照研究证实^[6]。

传统的 TPVB 依靠体表定位进行穿刺,具有一定成功率^[7],但其属于盲探操作,技术要求高,报道失败率约 10%^[8],并发症发生率约 5%^[3]。在神经刺激仪的帮助下, TPVB 的失败率降至 6%^[9]。为了提高神经阻滞的成功率,除了使用体表标志和神经刺激仪以外,临床中又采用了一些新的方法,比如超声引导、荧光检查向导、压力测量、术中直视下或胸腔镜下穿刺等^[7]。其中,超声引导下 TPVB 在临床中应用最为广泛。通过对脊椎横突和胸膜壁层的超声扫描实时引导, TPVB 成功率可达 94%^[10],且超声引导的直观性和可视化使得阻滞的安全性大大提高,减少了各种并发症发生率,同时还缩短了操作时间和阻滞起效时间。

TPVB 给药方案

TPVB 推荐给药方案 Kotze 等^[11]系统回顾了 25 项随机对照实验,尝试确定局麻药的种类、剂量、佐剂和阻滞技术如何影响 TPVB 的镇痛效果。结果发现,较高剂量(布比卡因 890~990 mg/d 相较于 325~472.5 mg/d)的局麻药和神经阻滞持续给药在术后 48 h 具有降低疼痛评分的倾向,可以减轻约 50% 的疼痛。单次注射 1% 利多卡因平均 10 ml 可以实现 5 个脊髓节段的神经阻滞,实现一个脊髓节段的神经阻滞需要注射 1% 利多卡因 2 ml^[5]。Kotzé 等^[11]指出单次注射局麻药的扩散是不可预测的,若局麻药沿着脊髓节段纵向扩散,则 TPVB 的阻滞效果较好,为了保证阻滞效果的可靠性和广泛性,推荐多个胸椎节段进行单次注射,每个节段建议注射 3~5 ml 局麻药。有学者尝试胸椎旁埋入导管持续注射局麻药物,以获得更好的阻滞效果。Karmakar 等^[3]在描述了布比卡因和利多卡因用于 TPVB 药代动力学同时,推荐了局麻药的使用量,单次给药:成人 0.25%~0.5% 布比卡因 15~20 ml, 1% 利多卡因 15~20 ml; 患儿 0.125%~0.25% 布比卡因 0.5 ml/kg, 1% 利多卡因 0.5 ml/kg; 持续输注:成人布比卡因和利多卡因均为 $0.1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 患儿布比卡因 $0.2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$, 利多卡因 $0.25 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 。

常用于 TPVB 的局麻药有罗哌卡因、布比卡因、甲哌卡因、利多卡因^[5],鉴于罗哌卡因和布比卡因作用时间较长,故二者较多用于 TPVB。罗哌卡因用于 TPVB 可以获得和布比卡因相近的阻滞效果,临床效果满意,在术中减少麻醉药物用量和对血流动力学的影响与布比卡因相当。布比卡因优势在于阻滞时间长,但心脏毒性高,一旦意外注入静脉将会产生恶性心律失常和室颤,且转复困难。罗哌卡因阻滞时间较布比卡因短,但不易产生线性蓄积,意外入血主要表现为中枢神经系统并发症,较少产生心脏毒性,故临床医师更倾向应用罗哌卡因进行 TPVB^[12]。目前为止,罗哌卡因的使用剂量和浓度尚未有统一标准,临床通常用于 TPVB 的浓度为 0.25%~0.5%,单次剂量为 10~20 ml^[3,5,13]。

TPVB 佐剂 关于硬膜外麻醉和外周神经阻滞使用佐剂的文献报道较多,而关于 TPVB 使用佐剂的文献报道却很有限,结论也不尽相同。已有研究者在胸科手术患者 TPVB 的局麻药中加入阿片类药物和可乐定,可能会延长阻滞的时间和提高阻滞的效果。Kotzé 等^[11]指出局麻药中加入芬太尼没有任何获益,而加入可乐定可以延长阻滞的时间和提高阻滞的效果。张博等^[13]研究发现,罗哌卡因复合舒芬太尼进行 TPVB 可以明显改善患者术后镇痛效果、减少阿片类药

DOI: 10.12089/jca.2020.02.019

作者单位:100032 北京大学第一医院麻醉科

通信作者:黄鹂, Email: 13552737805@163.com

物用量,但与单纯罗哌卡因用于 TPVB 比较,对术后快速康复无明显改善。

近年来,右美托咪定作为 TPVB 佐剂进入了研究者视野。右美托咪定与可乐定类似,是一种 α_2 受体激动药,但其对受体的亲和力是可乐定的 7 倍。右美托咪定作为局麻辅助药物,不论从静脉、椎管内阻滞还是外周神经阻滞用药均可产生较好的镇痛、镇静与抗交感效应,进而减少麻醉药用量、延长局麻药作用时间,且无呼吸抑制、不产生神经毒性^[14]。即使椎旁给予较高剂量(2 $\mu\text{g}/\text{kg}$)的右美托咪定,也很少产生神经毒性^[15-16]。陈毅斯等^[17]研究发现,右美托咪定 0.75 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 复合 0.5%罗哌卡因 15 ml 诱导前行 TPVB,术后给予右美托咪定 0.1 $\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 0.5%罗哌卡因 2 ml/h 持续 TPVB,不仅可以安全用于单侧开胸手术和术后镇痛,并且较单用 0.5%罗哌卡因 TPVB 具有明显的优势,明显提高了麻醉和术后镇痛质量,并指出这可能与右美托咪定局麻药样作用有关。

Kirksey 等^[18]进行了一项系统性回顾研究指出,丁丙诺啡、可乐定、地塞米松、镁和右美托咪定作为佐剂均可延长外周神经阻滞时间,认为可以用于延长外周神经阻滞疗效的佐剂也可以考虑用于 TPVB;反之,不被推荐用于外周神经阻滞的局麻药佐剂也不建议用于 TPVB。

由此可见,关于 TPVB 局麻药佐剂的种类和有效性尚需进一步探讨,而右美托咪定可能是 TPVB 局麻药佐剂的较理想选择之一。

TPVB 临床效果

镇痛确切 目前围术期使用较多的镇痛方式为静脉给予阿片类镇痛药。阿片类药物虽可提高痛阈,但镇痛难以完善,且不良反应较多,如嗜睡、低血压、心动过缓、呼吸抑制、恶心呕吐等,甚至出现药物依赖和成瘾。

近年来,研究者将 TPVB 用于胸部手术中麻醉和术后镇痛,获得了良好的术中麻醉和完善的术后镇痛。Fortier 等^[19]研究发现,TPVB 的镇痛效果明显优于单纯静脉自控镇痛和切口连续局麻镇痛,且阿片类药物使用量和并发症发生率均低于后两者。陈冀衡等^[20]比较了行静脉复合 TPVB 麻醉(GP 组)和单纯静脉麻醉(G 组)的肺癌根治术后患者 VAS 疼痛评分和镇痛泵按压次数,发现 GP 组术后 2、24 h 的 VAS 疼痛评分均明显低于 G 组,GP 组患者不同时间点的 VAS 疼痛评分均很低,镇痛完善;GP 组术后 24、48 h 内启动自控按压次数均明显少于 G 组;GP 组 24、48 h 静脉镇痛泵的输注总量均少于 G 组,这表明 TPVB 可有效减轻肺癌根治术患者术后疼痛并减少阿片类药物用量。因此,在胸科手术中 TPVB 辅助镇痛是较理想的方法之一,临床值得推广。

抑制应激反应 手术刺激、术后疼痛以及患者焦虑和恐惧等,都可以引起机体的应激反应,主要表现为交感神经兴奋和垂体-肾上腺皮质分泌增多,如血浆肾上腺素和去甲肾上腺素升高,进而引起心跳加快、血压和血糖浓度升高等^[21],这均不利于患者快速康复。研究表明 TPVB 能抑制

手术的应激反应,有效阻断手术创伤及术后疼痛所致的伤害性刺激。国内辜晓岚等^[21]研究发现,行全麻复合超声引导下 TPVB 的食管癌患者,术后 24 h 血糖、肾上腺素、去甲肾上腺素、多巴胺水平均低于单纯全麻组,这表明 TPVB 能较好地抑制术后的应激反应。

IL-6 是促炎性细胞因子,是机体应激反应中最敏感最重要的一种标志物和介导体,血中 IL-6 浓度升高程度与创伤的严重程度成正比。IL-10 是抗炎性细胞因子,其变化趋势与 IL-6 相同。宋金玲等^[22]对比了 TPVB 复合全麻(PG 组)和单纯全麻(GA 组)患者术后 IL-6、IL-10 浓度变化,发现 PG 组患者术后血浆中的 IL-6 浓度明显低于 GA 组,而 IL-10 浓度明显高于 GA 组,这表明 TPVB 能有效抑制术后机体应激和炎症反应,并有利于患者术后康复。

改善术后肺功能 由于开胸术后切口疼痛患者不敢用力呼吸和咳嗽,呼吸活动受限,通气障碍和咳嗽无力易导致术后低氧血症、肺不张、肺部感染等,甚至进一步诱发心血管并发症。目前证据表明,TPVB 可以改善患者术后肺功能。杨钢华等^[23]通过比较单纯全麻(G 组)和全麻复合 TPVB(GP 组)开胸患者术后 PA-aO_2 和 PaO_2 发现,术后 24、48 h GP 组 PaO_2 明显高于 G 组, PA-aO_2 明显小于 G 组,证实超声引导下 TPVB 可改善开胸术后患者的肺功能,促进肺部氧合,对肺功能的保护具有重要意义。Richardson 等^[24]将 100 例行开胸手术患者分为 TEA 和 TPVB 两组,发现 TPVB 组术后安静状态和咳嗽状态的 VAS 疼痛评分均较 TEA 组低,且 TPVB 组患者术后 48 h 内呼气峰流速更高,氧合状态更佳。但也有研究结论相反, Messina 等^[25]发现,胸科手术中使用 TEA 组肺功能改善较 TPVB 组更明显。

减少术后肺部并发症 尚有足够证据证实,TPVB 在减少术后肺部并发症方面较 TEA 更有优势。Richardson 等^[24]研究证实,TPVB 组患者因胸部感染或通气不足导致的肺部并发症较 TEA 组少。Davies 等^[26]一项纳入了 10 项随机试验的 Meta 分析结果显示,TPVB 和 TEA 虽均可缓解患者术后疼痛,但 TPVB 患者术后肺部并发症更少。然而 2016 年报道的 5 项关于胸科术后肺部并发症的研究发现,胸科术后 TPVB 组和 TEA 组发展为肺炎等肺部并发症的风险没有明显差异^[27]。

TPVB 在改善患者肺功能、减少胸科术后并发症方面值得进一步研究探讨。

TPVB 并发症和不良反应

TEA 曾经被认为是缓解胸科手术疼痛的金标准,然而 TEA 可引起血流动力学较大波动、操作风险较高,高位 TEA 甚至可引起呼吸循环抑制威胁患者生命,且存在硬膜外血肿、全脊髓麻醉、尿潴留等并发症。因此,TEA 在临床应用中受到了一定限制,正在较多的被 TPVB 所取代。

血流动力学 TPVB 仅对一侧胸壁神经阻滞,较 TEA 阻滞区域小,交感神经阻滞程度弱且范围局限,无明显的血管扩张,血流动力学更平稳,对循环系统影响小。血容量正常

的患者行 TPVB 后低血压的发生并不常见^[7],即使行双侧 TPVB 或持续 TPVB 出现低血压的概率也很低^[8]。Meta 分析表明,TPVB 和 TEA 缓解胸腹部术后疼痛的功效相当,但 TPVB 的不良反应如低血压、尿潴留、皮肤瘙痒、恶心呕吐的发生率更低^[26-27]。

气胸 Richardson 等^[7]报道了 541 例双侧 TPVB 的患者预后都较好,很少出现不良反应,且没有严重的并发症,包括低血压和气胸发生率也很低。此前有报道称单侧 TPVB 时由于疏忽导致的气胸发生率曾被估计在 0.8%~1.1%^[8]。然而 Richardson 等^[7]发现,对于任何患者,即使是双侧多节段阻滞,每一针穿刺导致的气胸实际发生率也仅为 1/40 000。

阻滞失败 对于 TEA 和 TPVB 来说,阻滞失败是一个值得注意的问题,因为阻滞失败会影响 TEA 和 TPVB 的效果。Lönnqvist 等^[8]指出不同文献报道 TEA 和 TPVB 的失败率差异较大,范围分别为 1.0%~30.0%和 6.8%~10.0%。与 TEA 比较,TPVB 的失败率较低^[25]。使用不同的技术行 TPVB 的失败率不尽相同,例如利用体表标志技术失败率为 4.5%^[28],利用神经刺激仪失败率为 6.1%^[9],超声引导失败率为 2.9%^[8]。患者肥胖、超声探头选择不合适及进针角度不理想,将会增加超声引导下穿刺失败率;操作者技术不够娴熟和穿刺针移位是阻滞失败的常见原因^[5]。

神经系统后遗症 持续神经阻滞后期神经损伤很少发生。关于 TPVB 导致的严重神经损伤已有报道。这些损伤比较罕见,但有一些可能会发展为灾难性的结果,如全脊髓麻醉、广泛硬膜外阻滞,二者会导致不可逆的神经损伤,包括截瘫、四肢瘫痪,甚至死亡。TPVB 后出现硬膜外阻滞和椎管内阻滞的概率约为 1.1%^[9]。TPVB 后出现的鞘内注射、脊髓麻醉和体位性头痛只有在接触椎旁间隙内侧时才会发生,这很可能与针尖接近椎间孔有关^[7]。

局麻药中毒 椎旁间隙内具有丰富的血管丛,理论上药物吸收较快,这类似于肋间神经阻滞:肋间隙内具有丰富的血管丛,局麻药吸收很快。然而,即使通过双侧 TPVB 导管给予相对大量的局麻药,也未出现全身性局麻药中毒症状^[7]。对照性研究表明,即使给予大剂量的局麻药和持续 TPVB 注射,局麻药的血药浓度也达不到中毒水平^[29]。

小 结

TPVB 可为胸外科手术患者围术期提供良好的镇痛,在加速患者快速康复方面具有明显优势。目前 TPVB 技术使用比较广泛的包括体表标志、神经刺激仪、超声引导。考虑到可重复性、成功率和安全性,超声引导下 TPVB 具有广泛的应用前景。广泛用于 TPVB 的局麻药为罗哌卡因,但剂量和浓度尚未有统一标准,尚需进一步探讨。局麻药中加入佐剂可以增强阻滞效果。TPVB 应用于胸外科患者,可以减轻伤口疼痛,抑制应激反应,且安全性高,气胸、全脊麻、低血压等不良反应少,是临床重要的治疗手段,但 TPVB 在改善患者术后肺功能、减少肺部并发症方面需要进一步研究探讨。

参 考 文 献

- [1] Crumley S, Schraag S. The role of local anaesthetic techniques in ERAS protocols for thoracic surgery. *J Thorac Dis*, 2018, 10 (3): 1998-2004.
- [2] Baidya DK, Khanna P, Maitra S. Analgesic efficacy and safety of thoracic paravertebral and epidural analgesia for thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2014, 18(5): 626-635.
- [3] Karmakar MK. Thoracic paravertebral block. *Anesthesiology*, 2001, 95(3): 771-780.
- [4] Eason MJ, Wyatt R. Paravertebral thoracic block-a reappraisal. *Anaesthesia*, 1979, 34(7): 638-642.
- [5] D'Ercole F, Arora H, Kumar PA. Paravertebral block for thoracic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(2): 915-927.
- [6] Lee EK, Ahn HJ, Zo JI, et al. Paravertebral block does not reduce cancer recurrence, but is related to higher overall survival in lung cancer surgery: a retrospective cohort study. *Anesth Analg*, 2017, 125(4): 1322-1328.
- [7] Richardson J, Lönnqvist PA, Naja Z. Bilateral thoracic paravertebral block: potential and practice. *Br J Anaesth*, 2011, 106(2): 164-171.
- [8] Lönnqvist PA, MacKenzie J, Soni AK, et al. Paravertebral blockade. Failure rate and complications. *Anaesthesia*, 1995, 50(9): 813-815.
- [9] Naja Z, Lönnqvist PA. Somatic paravertebral nerve blockade. Incidence of failed block and complications. *Anaesthesia*, 2001, 56(12): 1184-1188.
- [10] Luyet C, Herrmann G, Ross S, et al. Ultrasound-guided thoracic paravertebral puncture and placement of catheters in human cadavers: where do catheters go. *Br J Anaesth*, 2011, 106(2): 246-254.
- [11] Kotzé A, Scally A, Howell S. Efficacy and safety of different techniques of paravertebral block for analgesia after thoracotomy: a systematic review and metaregression. *Br J Anaesth*, 2009, 103(5): 626-636.
- [12] Sahu A, Kumar R, Hussain M, et al. Comparisons of single-injection thoracic paravertebral block with ropivacaine and bupivacaine in breast cancer surgery: a prospective, randomized, double-blinded study. *Anesth Essays Res*, 2016, 10(3): 655-660.
- [13] 张博, 刘丹彦. 胸椎旁神经阻滞在胸腔镜肺叶切除术中的应用:随机对照试验. *南方医科大学学报*, 2017, 37(4): 460-464.
- [14] Marhofer D, Kettner SC, Marhofer P, et al. Dexmedetomidine as an adjuvant to ropivacaine prolongs peripheral nerve block: a volunteer study. *Br J Anaesth*, 2013, 110(3): 438-442.
- [15] 王雁, 邵建林, 杨伟. 不同剂量右美托咪定复合罗哌卡因胸椎旁神经阻滞在非插管胸腔镜手术中的比较. *临床麻醉学杂志*, 2019, 35(4): 323-326.
- [16] Raof RA, El Metainy SA, Alia DA, et al. Dexmedetomidine decreases the required amount of bupivacaine for ultrasound-guided

- transversus abdominis plane block in pediatrics patients; a randomized study. *J Clin Anesth*, 2017, 37: 55-60.
- [17] 陈毅斯, 刘奕, 李法印, 等. 右美托咪定复合罗哌卡因胸椎旁神经阻滞在单侧开胸手术后的镇痛效果. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(8): 783-785.
- [18] Kirksey MA, Haskins SC, Cheng J, et al. Local anesthetic peripheral nerve block adjuvants for prolongation of analgesia: a systematic qualitative review. *PLoS One*, 2015, 10(9): e0137312.
- [19] Fortier S, Hanna HA, Bernard A, et al. Comparison between systemic analgesia, continuous wound catheter analgesia and continuous thoracic paravertebral block: a randomised, controlled trial of postthoracotomy pain management. *Eur J Anaesthesiol*, 2012, 29(11): 524-530.
- [20] 陈冀衡, 张云霄, 黄川, 等. 椎旁阻滞对肺癌根治术患者术后镇痛效果及外周血肿瘤标志物水平的影响. *中国肺癌杂志*, 2015, 18(2): 104-109.
- [21] 辜晓岚, 何建华, 顾连兵. 超声引导胸椎旁神经阻滞对食管癌手术患者应激反应的影响. *临床麻醉学杂志*, 2015, 31(1): 18-21.
- [22] 宋金玲, 孙立新, 王明山. 椎旁神经阻滞或硬膜外阻滞复合全麻对开胸手术炎症反应的影响. *临床麻醉学杂志*, 2013, 29(5): 472-474.
- [23] 杨纲华, 林静丽, 何绮桃, 等. 超声引导下连续胸椎旁神经阻滞对开胸术后肺功能的影响. *临床麻醉学杂志*, 2016, 32(2): 118-121.
- [24] Richardson J, Sabanathan S, Jones J, et al. A prospective, randomized comparison of preoperative and continuous balanced epidural or paravertebral bupivacaine on post-thoracotomy pain, pulmonary function and stress responses. *Br J Anaesth*, 1999, 83(3): 387-392.
- [25] Messina M, Boroli F, Landoni G, et al. A comparison of epidural vs. paravertebral blockade in thoracic surgery. *Minerva Anesthesiol*, 2009, 75(11): 616-621.
- [26] Davies RG, Myles PS, Graham JM. A comparison of the analgesic efficacy and side-effects of paravertebral vs epidural blockade for thoracotomy--a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Br J Anaesth*, 2006, 96(4): 418-426.
- [27] Yeung JH, Gates S, Naidu BV, et al. Paravertebral block versus thoracic epidural for patients undergoing thoracotomy. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2: CD009121.
- [28] Coveney E, Weltz CR, Greengrass R, et al. Use of paravertebral block anesthesia in the surgical management of breast cancer: experience in 156 cases. *Ann Surg*, 1998, 227(4): 496-501.
- [29] Marret E, Bazelly B, Taylor G, et al. Paravertebral block with ropivacaine 0.5% versus systemic analgesia for pain relief after thoracotomy. *Ann Thorac Surg*, 2005, 79(6): 2109-2113.

(收稿日期:2019-01-20)

· 综述 ·

瞳孔测量在临床麻醉中的应用进展

常昱 杨瑞 李扬

瞳孔直径和瞳孔位移都受到中脑核的调控,临床医师能够通过观察瞳孔的大小和反应评估中脑功能^[1],但在全身麻醉期间,瞳孔反应非常细微难以定量。尽管许多学者认为瞳孔测量可以揭示人体对阿片类药物和有害刺激的反应,但并没有在临床麻醉和危重症医学中广泛应用^[2]。而新技术的出现如便携式红外瞳孔仪提供了客观测量瞳孔大小和瞳孔反射的方法^[3]。

瞳孔生理

瞳孔正常直径 2~5 mm,由自主神经系统的两个分支控制,其反射通过激活虹膜基质内的两组拮抗肌来控制,分别为瞳孔括约肌和瞳孔开大肌。瞳孔括约肌围绕在瞳孔的周围,宽不足 1 mm,它主管瞳孔的缩小,受动眼神经中的副交

感神经支配。瞳孔开大肌在虹膜中呈放射状排列,主管瞳孔的开大,受交感神经支配。这两条肌肉相互协调,彼此制约,一张一缩,以适应各种不同的环境。

瞳孔对光反射(pupillary light reflex, PLR)^[4]是指在正常情况下,明亮的光线刺激视网膜细胞,经视神经、视交叉和视束,再经上丘臂到达前顶盖投射到中脑脊侧的 EW 核,刺激被处理后,动眼神经穿过海绵窦到达眼眶上裂的睫状神经节,节后纤维支配瞳孔括约肌,引起双侧瞳孔缩小。光反射通路任何一处损坏均可导致光反射减弱或消失。

瞳孔扩张反射(pupillary dilation reflex, PDR)^[5]是瞳孔对刺激的反应,表现为瞳孔扩大,主要通过激活交感神经瞳孔开大肌收缩来扩大瞳孔。PDR 由各种刺激物激活,如响声或伤害性刺激。但目前对该反射的神经通路和传递质的了解仍然不完整。

瞳孔震荡(pupillary unrest under ambient light, PUAL)是瞳孔直径的波动,既存在于黑暗中,又存在于环境光中。黑暗中的 PUAL 感随着睡意增加而增加,这种现象的测量可以用来评估睡眠深度。此外,即使休息良好的个体,在环境光

DOI:10.12089/jca.2020.02.020

作者单位:710000 西安医学院研究生处(常昱);陕西省人民医院麻醉科(杨瑞、李扬)

通信作者:杨瑞,Email: yangrui20008@163.com