



在线全文

# 星状神经节阻滞与自主神经功能的调节研究进展\*

尚凯茜<sup>1</sup>, 孔清泉<sup>2, 3△</sup>

1. 西藏自治区人民政府驻成都办事处医院(四川大学华西医院西藏分院)麻醉科(成都 610041);
2. 四川大学华西医院 骨科(成都 610041);
3. 西藏自治区人民政府驻成都办事处医院(四川大学华西医院西藏分院)骨科(成都 610041)

**【摘要】** 星状神经节即颈胸交感神经节,由颈下神经节和胸一神经节输出形成,星状神经节将交感神经传导至上肢、头、颈和心脏。星状神经节阻滞是将局麻药物注入到星状神经节表面或周围,进而阻滞星状神经节所支配区域的自主神经活动。超声引导下星状神经节阻滞作为一种神经阻滞技术,可通过干预星状神经节的交感神经活动,调节自主神经功能,达到治疗相关病症的目的。本文总结并综述了近五年超声引导下星状神经节阻滞在自主神经功能调节方面的研究和临床应用,同时也对星状神经节阻滞治疗高原性疾病的未来发展做出展望。

**【关键词】** 星状神经节阻滞 自主神经功能 交感神经系统 围术期 高原 综述

**Research Progress in Stellate Ganglion Block and Regulation of Autonomic Nervous Functions** SHANG Kaixi<sup>1</sup>, KONG Qingquan<sup>2, 3△</sup>. 1. Department of Anesthesiology, Hospital of the Chengdu Office of People's Government of Tibet Autonomous Region (Branch Hospital of the Chengdu Office of People's Government of Tibet Autonomous Region, West China Hospital, Sichuan University), Chengdu 610041, China; 2. Department of Orthopedics, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 3. Department of Orthopedics, Hospital of the Chengdu Office of People's Government of Tibet Autonomous Region (Branch Hospital of the Chengdu Office of People's Government of Tibet Autonomous Region, West China Hospital, Sichuan University), Chengdu 610041, China

△ Corresponding author, E-mail: kongspine@126.com

**【Abstract】** Stellate ganglion (SG), also known as the cervical thoracic sympathetic ganglion, is formed by the fusion of the inferior cervical ganglion and the first thoracic ganglia. It is responsible for transmitting sympathetic innervation to the upper extremities, head, neck, and heart. Stellate ganglion block (SGB) involves the injection of local anesthetics on or around the surface of SG, which induces a broad autonomic nerve blocking effect in the area controlled by SG. As a nerve block technique, ultrasound-guided SGB can be used to regulate autonomic nervous functions and achieve therapeutic effects of the relevant diseases by interfering sympathetic nerve activities of SG. In this article, we summarized and reviewed the research and clinical applications of ultrasound-guided SGB in regulating autonomic nervous functions, focusing on publications from the past five years. Furthermore, we discussed the prospective development in applying SGB in the treatment of diseases associated with high-altitude environment.

**【Key words】** Stellate ganglion block Autonomic nervous function Sympathetic nervous system  
Perioperative period High altitude Review

1883年,两位英国医生为治疗癌症结扎椎动脉时误伤颈部交感神经(sympathetic nerve, SN),意外在患者身上取得了显著的镇痛效果,自此临床手术中常切除颈SN以达到麻醉效果<sup>[1]</sup>。多年后衍生为将麻醉药注入星状神经节(stellate ganglion, SG)表面,进而阻滞SG所支配的SN,称为星状神经节阻滞(stellate ganglion block, SGB)。自主神经系统(autonomic nervous system, ANS)是负责调控身体不自主功能的神经系统,包括心跳、循环、呼吸、消化、睡眠觉醒和瞳孔反应等,由交感神经系统(sympathetic nervous system, SNS)和副交感神经系统(parasympathetic nervous system, PNS)组成。SGB可通过

阻断SNS进而调节并改善ANS功能,达到治疗相关病症的目的<sup>[2]</sup>。既往SGB被认为是诊断和治疗综合性疼痛及上肢血管功能不全的一种方法,随着对SGB的深入认识和超声技术的普及,越来越多的研究者开始关注SGB应用于更广义的治疗,包括麻醉手术应激性ANS失调、心脏ANS紊乱以及高原缺氧性ANS功能失调<sup>[3-4]</sup>。但目前关于超声引导下SGB调节ANS功能、治疗相关病症的应用研究较少,本文回顾总结了近五年超声引导下SGB在调节ANS功能方面的临床应用现状和前景的相关研究成果,归纳总结了SGB在调节ANS方面的研究进展及未来可能的应用方向。

## 1 SGB的安全性和有效性

超声引导下SGB是安全且有效的。传统SGB通过压

\* 西藏自治区科技计划科技重大专项(No. XZ202201ZD0001G)资助

△ 通信作者, E-mail: kongspine@126.com

出版日期: 2024-11-20

迫颈部、分离颈动静脉、反复盲刺寻找骨性标志的方式实现,操作过程中患者存在疼痛、紧张、体验感差的主观感受,又可能出现周围组织损伤、用药过量等副反应。超声引导下SGB能够有效避开邻近血管、神经和胸膜等重要组织,穿刺针到达目标靶点后在可视下把治疗药物注射到神经周围,降低了周围组织的损伤风险,大大提高了操作的精准性和安全性<sup>[3]</sup>。但SGB作为一种医疗程序,潜在的风险和副作用不可避免,包括出血、血肿、感染、气胸、局麻药物毒副反应等。据报道,SGB最严重的并发症为咽后血肿,通常是操作不当误伤血管而形成,严重者可压迫气道危及生命,但预估发病率仅十万分之一<sup>[5]</sup>。超声引导下SGB可作为一种低风险的操作在临床中广泛应用<sup>[3,6]</sup>。

判断SGB阻滞成功最常用的标志是Horner综合征,症状包括同侧瞳孔缩小、上睑下垂和同侧面部无汗。但该方法是一种主观判断方式,且有部分患者在阻滞成功后并未出现Horner综合征。有文献报道采用交感神经功能、脉搏血氧仪测定的灌注指数和皮肤交感神经活动等方式评定SGB的阻滞效果,是目前研究的热点问题<sup>[7]</sup>。SGB治疗的有效性和所需操作的次数因个体差异和治疗目的而异,不同的患者或病症SGB的效果及持续时间存在差异。对于复杂区域疼痛综合征等病症,患者可能需要多次阻滞才能获得持续的疼痛缓解,但如术后短期疼痛,一次SGB即能取得良好效果<sup>[1,8]</sup>。临床上SGB的有效性和所需治疗的次数没有固定标准,可根据患者的个体情况、病症持续时间和治疗反应来决定是否需要进一步操作<sup>[1]</sup>。

## 2 自主神经功能的调节

ANS与中枢神经系统相连,由一组复杂的神经元和神经通路组成,通过神经纤维和神经节来控制身体的内脏器官与组织。当机体面对内外环境变化时,ANS通过交感和副交感两个系统的神经递质与受体结合来实现调节以维持机体稳态<sup>[1]</sup>。SNS通常在压力、应激或紧急状态下被激活,以提高机体的准备状态,表现为心率增快、心脏收缩力增强、血管收缩、支气管扩张、肺通气量增加、血糖升高、消化活动受抑制以及睡眠抑制等症状。PNS则在休息状态时被激活,利于机体恢复和能量储存,表现为心率减慢、血管扩张、支气管收缩、肺通气量减少、血糖降低和消化活动增强。ANS功能失调是由于遗传、疾病、药物、年龄、高原缺氧环境和生活方式等因素导致SNS和PNS的平衡被打破,机体各个器官系统的内环境稳态遭到破坏,并出现血流动力学紊乱、心血管疾病、

内分泌免疫系统紊乱、睡眠-觉醒障碍和胃肠道功能紊乱等症状。SNS的激活和PNS的抑制是ANS失调的必要前提,SGB可通过阻断交感活动,平衡ANS功能达到治疗相关病症的目的。

## 3 SGB调节围手术期自主神经功能

### 3.1 SGB减轻术中应激反应

手术、麻醉、操作激活SNS从而导致ANS失调,患者出现心血管、免疫、代谢、激素的改变,即应激反应,术中表现为心率血压的剧烈波动。SGB通过阻断交感活动,平衡ANS功能,缓解过度活跃的交感症状,降低应激反应。尤其是老年、衰弱、休克或长时间手术的患者,由于心脏对循环血容量改变的适应性显著降低,伴随最大心率反应性下降,血管收缩和舒张持续时间延长,术中心率血压波动对该类患者的影响更大。SGB减轻术中应激反应的机制是它阻断了SN节前及节后纤维的兴奋传导,减少心血管兴奋性神经递质如去甲肾上腺素、神经肽Y的释放,从而维持血流动力学稳定,避免内环境失衡,改善机体内分泌功能和应激反应<sup>[9]</sup>。

早期的一项随机、安慰剂对照研究发现<sup>[10]</sup>,在麻醉诱导前行单次SGB可显著降低腹腔镜结直肠癌手术患者血儿茶酚胺含量,维持术中心率血压平稳,降低应激反应,预防不良心血管事件的发生。BAI等<sup>[11]</sup>使用SGB联合表面麻醉用于清醒气管插管取得了良好效果,SGB能减少清醒插管的应激反应,稳定心率反应性,缩短插管时间。SGB还能通过降低炎症因子、维持术中内环境稳定、减少血流动力学波动,从而提高腹腔镜肝部分切除术患者的康复效率<sup>[12]</sup>。在腹腔镜结直肠癌手术中使用单次SGB也取得了相似的效果<sup>[8]</sup>。虽然目前使用SGB治疗应激反应的研究甚少,但SGB作为该类疾病的一种潜在治疗方式已显示出显著的证据支持,单次SGB的即时和长期效果均为手术患者带来了治疗前景。

### 3.2 SGB缓解术后急性疼痛反应

疼痛发生在外周和中枢致敏的过程中,在脊柱和脊柱上水平影响ANS的传入和传出,导致炎性神经肽的释放,SGB可通过抑制神经肽的释放有效缓解术后急性疼痛<sup>[13]</sup>。若急性疼痛得不到及时有效的治疗,会增加AN的不稳定性和血管加压反应,从而发展为慢性疼痛。目前临床上用于术后急性疼痛的药物主要是阿片类药物和非甾体类抗炎药,不可避免地会产生明显的副作用。SGB通过抑制交感兴奋,阻止SNS与感官之间的相互作用,改善血液供应、加速疼痛介质的代谢,从而缓解疼痛,减少镇痛药物的使用。

已有临床研究证实单次SGB可有效控制乳腺癌根治术后急性疼痛<sup>[14]</sup>。在结直肠手术中也发现SGB能减轻术后疼痛的主观感受,促进早期恢复<sup>[8]</sup>。尽管上述研究证实了SGB治疗术后疼痛的有效性,但SGB用于术后镇痛在临床上的接受度远不及对其他疼痛性疾病的治疗,或许与手术室超声仪器的普及度有关。未来的研究需要制定基于共识的SGB治疗术后疼痛的规范,明确治疗结果的临界值,以及标准化的结果评估工具,包括身体和心理功能的测量,扩大普及率。

### 3.3 SGB减轻术后认知障碍

术后认知功能障碍(postoperative cognitive dysfunction, POCD)是麻醉和手术后发生的注意力不集中、意识水平改变和认知功能紊乱,目前的研究认为POCD的发生与ANS紊乱和神经炎症有关<sup>[15]</sup>。SGB降低POCD的机制可能是通过抑制SN使颅脑血管扩张、脑血流量增加、颅脑组织有氧代谢提升,一定程度上增加脑组织中的血氧供应<sup>[16]</sup>。除此之外,SGB可通过调节循环和内环境,协调系统性器官功能,减轻神经损伤,促进机体功能恢复<sup>[17]</sup>。在大鼠POCD模型中发现,使用SGB可降低大脑白质损伤、神经炎症和神经元凋亡,有效改善POCD并在促进学习和记忆方面具有明显优势<sup>[16]</sup>。目前,使用SGB减少POCD的研究主要集中在动物实验中,仅有极少量临床研究<sup>[18]</sup>,但随着超声引导下SGB的广泛使用,这些研究结果可以较容易地转化为临床实践,更多的临床随机对照研究可能会增加该领域的证据。

### 3.4 SGB促进术后胃肠道功能恢复

术后胃肠功能障碍是影响术后恢复和患者体验感的重要因素之一<sup>[19]</sup>。人体的消化功能主要由ANS调节,交感和副交感两大系统处于平衡状态时可维持一个良好的消化功能。但在手术过程中多种原因可导致ANS失衡,一是通过抑制胃肠道平滑肌活动减少黏膜分泌、增加血管收缩等方式发挥抑制作用,二是通过交感兴奋导致高血浆儿茶酚胺性胃肠运动抑制,加重围手术期炎症,延迟术后胃肠功能恢复,三是通过抑制副交感神经进一步加重胃肠功能抑制,以上三种因素最终导致术后胃肠功能障碍<sup>[20]</sup>。腹腔手术因腹膜刺激、胃肠道操作和术后腹膜渗液等原因,发生术后胃肠功能障碍的风险更高<sup>[19]</sup>。SGB通过抑制SN兴奋促进胃肠蠕动和胃肠排空,同时减轻炎症反应,改善胃肠道功能紊乱促进恢复。使用0.5%罗哌卡因行超声引导下SGB可促进腹腔镜结直肠癌手术患者术后肠鸣音和胃肠排气的早期恢复,增加术后胃动素和胃泌素水平<sup>[10]</sup>。麻醉诱导前行SGB能稳定腹腔镜肝部分切除术后患者围术期的炎症因子,促进胃肠道恢复,提高术

后康复质量<sup>[12]</sup>。

但胃肠道功能的恢复通常涉及多因素,包括神经、肌肉、内分泌和免疫系统的协调作用,针对术后胃肠道功能障碍的治疗可能需要根据患者的实际情况提出综合性方法。SGB作为其中的一种手段,在使用前需评估患者的整体状况、手术类型、术后恢复情况以及可能的风险和益处,未来需要更多大规模、随机对照的临床研究来验证SGB对术后胃肠道功能恢复的实际效果和运用时机。

### 3.5 SGB减轻术后睡眠障碍

睡眠障碍降低疼痛阈值,增加术后焦虑,降低冠状动脉微血管功能,与术后死亡率密切相关。睡眠调节的基本机制是ANS介导的稳态睡眠驱动和昼夜睡眠-觉醒节律之间的平衡,因此抑制SN兴奋能有效改善睡眠障碍<sup>[21]</sup>。在全脑功能连接网络中,与睡眠质量相关的大脑区域和颈交感节存在广泛的跨神经元连接,降低颈交感张力增高引起的褪黑素节律紊乱可促进夜间睡眠<sup>[21]</sup>。在一项随机双盲试验中<sup>[22]</sup>,试验组对行乳腺癌根治术的女性患者行超声引导下SGB,结果显示SGB组术后首夜睡眠质量明显高于对照组,且术后前两夜的总睡眠时长和睡眠效率增加。另一项探讨SGB对胃肠道恶性肿瘤根治术后睡眠障碍的研究发现<sup>[23]</sup>,SGB通过降低术后炎症反应、增加褪黑激素水平、稳定围手术期血流动力学来改善术后睡眠障碍。在胸腔镜手术中,于麻醉诱导前行单侧SGB也得到类似结果<sup>[24]</sup>。

以上研究表明SGB对改善术后睡眠质量具有积极作用,但均缺乏长期随访数据,而睡眠是一个长期的过程,因此临床尚未将SGB改善术后睡眠作为一种常规治疗方式。未来的研究除了需要更大规模的临床试验来验证SGB对术后睡眠障碍的有效性,还应探讨SGB的最佳应用时机、持续效果以及与其他治疗方法的联合应用。

## 4 SGB改善心脏自主神经功能

SGB对心血管的作用主要是使外周SN对血管的强烈收缩和心肌疼痛作用受到抑制,从而对心血管产生保护作用。ANS的功能会随着年龄增长逐渐下降,导致一系列病理变化和症状,其中以心血管系统的改变最明显,如特发性心律失常、老年性退行性改变、心功能减退等疾病。予以交感干预治疗在房性或室性心律失常、心脏电风暴、降低心肌氧耗等心脏保护方面起重要作用<sup>[25]</sup>。

首先,SGB可降低心律失常的发生风险。OUYANG等<sup>[26]</sup>在肺叶切除术患者中发现SGB可降低房颤的发生率。另一项研究对30例药物难治性室性心律失常的老年患者行SGB治疗后72 h内心律失常的发作显著减少

92%<sup>[27]</sup>。在一项双盲对照试验中<sup>[24]</sup>, 对行胸腔镜手术的患者于麻醉诱导前行SGB或安慰剂, 结果发现SGB组术后48 h室上性心动过速发生率(11.6%)显著低于对照组(31.8%)。电风暴易诱发难治性室性心动过速或室颤, 且存在抗心律失常药物的耐药性, 在近期的一项多中心观察性研究中发现<sup>[4]</sup>, 采用SGB可使92%的电风暴患者发生室性心律失常的概率下降50%, 这项研究为电风暴患者的新型有效治疗方式提供了有力的证据。其次, SGB对心肌的作用, 一方面是抑制SN功能、增加PSN兴奋, 降低心率的同时不影响血压从而增加心肌氧供, 另一方面SGB通过阻断心脏疼痛传导通路, 扩张冠脉的同时不增加心肌耗氧, 以达到缓解心肌缺血缺氧的症状<sup>[28]</sup>。但目前关于SGB对心肌的作用因无临床研究证据而存在争议, 现有一项拟收集950例样本的多中心、随机、对照在研项目<sup>[28]</sup>, 拟比较SGB对直肠癌根治术后心肌损伤的保护作用, 该研究的结果可能会在SGB对心肌的作用方面有进一步的认识。

虽然初步证据表明SGB有助于调节心脏AN功能, 但这一领域的研究仍处于相对早期阶段, 且多集中于麻醉科对围术期患者心功能的调控作用, 而患有心血管疾病的患者多在内科治疗, 未来需要多学科联合加强SGB在心脏功能调控方面的应用研究。

## 5 SGB调节高原缺氧导致的自主神经功能失调

慢性缺氧是交感活动的有力刺激物。高原地区由于大气压力下降, 大气氧分压随之降低, 机体通过化学感受器反射和压力感受器功能改变使SN活性增加, 首先出现血压和心率升高、肺血管收缩、反射性全身血管收缩等表现, 导致急性高原反应。长期暴露于高海拔地区会诱发红细胞生成, 红细胞生成过多是机体高原失代偿的表现, 最终导致慢性高原病, 甚至出现肺动脉高压或心力衰竭。在动物实验中发现<sup>[29]</sup>, 缺氧可刺激交感肾上腺系统, 引起SN活性增加、儿茶酚胺释放增多、心率加快和局部血管收缩。然而, 缺氧对人类SNS的影响却难以直接确定, 通常采用间接的症状表现或肌肉交感活性来评估, 例如暴露于慢性缺氧时血中去甲肾上腺素的水平会维持稳定的高水平<sup>[30]</sup>, 而在海拔5260 m的地区连续暴露4周的来自海平面的志愿者表现出极高水平的肌肉交感活性, 为其在海平面时的300%<sup>[31]</sup>。

长期生活在高海拔缺氧环境下的人群, 适当降低SN活性有利于高原疾病的治疗和康复。若可以使用一种简单、可逆的方式降低SN活性, 或许可能成为治疗急性高原反应或慢性高原病的一种方式<sup>[32]</sup>。理论上, 一方

面SGB可通过阻断SN活动, 减少高原缺氧引起的SN过度活跃, 从而减轻心率加快、血压升高、头痛、失眠等高原反应症状, 另一方面SGB可通过降低SN活动而增加PSN活性, 有助于改善高原缺氧导致的ANS功能失调, 可能有助于提高人体对高原的适应能力。目前关于SGB在高原缺氧环境下的应用研究非常有限, 具体效果和机制尚未得到充分研究, 也未见动物实验和临床报道。未来需要设计严谨的临床试验以验证SGB在高原缺氧环境下对AN功能的调节作用, 这些研究应包括SGB的使用时机、治疗频率、持续效果及安全性等方面的评估。

## 6 小结

综上所述, SGB是一种可以降低交感活性、调节ANS功能的技术, 超声引导下SGB具备可视、微创、安全、有效的特性。SGB调节围术期ANS功能失调, 符合加速康复外科的核心理念, 有广泛的应用空间, SGB还可改善心血管系统ANS功能, 从而减少心律失常、保护心肌。总体上, 临床使用SGB调节ANS功能的研究甚少, 大多是初步的、小样本的, 对其疗效判定和常规运用尚缺乏可靠的临床证据。未来SGB在用于减轻急性高原反应和治疗慢性高原疾病方面, 或许拥有广袤的前景, 但需要临床证据支撑, 使更多的患者受益。

\* \* \*

**作者贡献声明** 尚凯茜负责论文构思、调查研究、初稿写作和审读与编辑写作, 孔清泉负责论文构思、经费获取、监督指导和审读与编辑写作。所有作者已经同意将文章提交给本刊, 且对将要发表版本进行最终定稿, 并同意对工作的所有方面负责。

**Author Contribution** SHANG Kaixi is responsible for conceptualization, visualization, writing--original draft, and writing--review and editing. KONG Qingquan is responsible for conceptualization, funding acquisition, project administration, supervision, and writing--review and editing. All authors consented to the submission of the article to the Journal. All authors approved the final version to be published and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**Declaration of Conflicting Interests** All authors declare no competing interests.

## 参 考 文 献

- [1] WEN S, CHEN L, WANG T H, *et al.* The efficacy of ultrasound-guided stellate ganglion block in alleviating postoperative pain and ventricular arrhythmias and its application prospects. *Neurol Sci*, 2021, 42(8): 3121-3133. doi: 10.1007/s10072-021-05300-4.
- [2] PHUPHANICH M E, CONVERY Q W, NANDA U, *et al.* Sympathetic blocks for sympathetic pain. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2022, 33(2): 455-474. doi: 10.1016/j.pmr.2022.02.002.

- [3] KIRKPATRICK K, KHAN M H, DENG Y, *et al.* A review of stellate ganglion block as an adjunctive treatment modality. *Cureus*, 2023, 15(2): e35174. doi: 10.7759/cureus.35174.
- [4] SAVANTANO S, BALDI E, COMPAGNONI S, *et al.* Electrical storm treatment by percutaneous stellate ganglion block: the STAR study. *Eur Heart J*, 2024, 45(10): 823-833. doi: 10.1093/eurheartj/ehae021.
- [5] MO K, QIAN L, TIAN J L, *et al.* Ultrasound-guided stellate ganglion blockade - patient positioning is everything: a case report demonstrating the efficacy of a modified out-of-plane approach. *Front Neurosci*, 2024, 17: 1288484. doi: 10.3389/fnins.2023.1288484.
- [6] 黎志成, 程楠, 邢纪斌, 等. 星状神经节阻滞用于慢性主观性耳鸣困扰的辅助干预效果及预测指标初析. *中山大学学报(医学科学版)*, 2024, 45(2): 276-282. doi: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).20240304.001.  
LI Z Z, CHENG N, XING J B, *et al.* Stellate ganglion block as an adjunctive intervention for chronic subjective tinnitus: efficacy and predictive indicators. *J Sun Yat-sen Univ (Med Sci)*, 2024, 45(2): 276-282. doi: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).20240304.001.
- [7] LI J Y, XING Y T, ZHANG Y K, *et al.* Evaluation of autonomic nervous system activity in intradialytic hypotension using entropy and skin sympathetic nerve activity. *Front Neurosci*, 2023, 17: 1196750. doi: 10.3389/fnins.2023.1196750.
- [8] LU D H, XU X X, ZHOU R, *et al.* Ultrasound-guided stellate ganglion block benefits the postoperative recovery of patients undergoing laparoscopic colorectal surgery: a single-center, double-blinded, randomized controlled clinical trial. *BMC Anesthesiol*, 2024, 24(1): 137. doi: 10.1186/s12871-024-02518-5.
- [9] FEIGIN G, FIGUEROA S V, ENGLESAKIS M F, *et al.* Stellate ganglion block for non-pain indications: a scoping review. *Pain Med*, 2023, 24(7): 775-781. doi: 10.1093/pm/pnad011.
- [10] ZHU G, KANG Z, CHEN Y, *et al.* Ultrasound-guided stellate ganglion block alleviates stress responses and promotes recovery of gastrointestinal function in patients. *Dig Liver Dis*, 2021, 53(5): 581-586. doi: 10.1016/j.dld.2020.11.028.
- [11] BAI L, HAO W, ZHANG C, *et al.* Effects of right stellate ganglion block combined with topical anesthesia on heart rate variability in awake patients receiving tracheal intubation. *Afr Health Sci*, 2023, 23(2): 380-385. doi: 10.4314/ahs.v23i2.43.
- [12] LAO W L, SANG S, HUANG L C, *et al.* Effect of ultrasound-guided stellate ganglion block on inflammatory cytokines and postoperative recovery after partial hepatectomy: a randomised clinical trial. *BMC Anesthesiol*, 2024, 24(1): 7. doi: 10.1186/s12871-023-02392-7.
- [13] SINGH H, RAJARATHINAM M. Stellate ganglion block beyond chronic pain: a literature review on its application in painful and non-painful conditions. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2024, 40(2): 185-191. doi: 10.4103/joacp.joacp\_304\_22.
- [14] THABET T S, KHEDR S A. Stellate ganglion destruction with alcohol versus thermal ablation for chronic post-mastectomy pain: a randomized trial. *Pain Physician*, 2024, 27(2): E231-E238.
- [15] JIA S, YANG H, HUANG F, *et al.* Systemic inflammation, neuroinflammation and perioperative neurocognitive disorders. *Inflamm Res*, 2023, 72(9): 1895-1907. doi: 10.1007/s00011-023-01792-2.
- [16] YU K, ZHANG X K, XIONG H C, *et al.* Stellate ganglion block alleviates postoperative cognitive dysfunction via inhibiting TLR4/NF-kappaB signaling pathway. *Neurosci Lett*, 2023, 807: 137259. doi: 10.1016/j.neulet.2023.137259.
- [17] WILKINSON A J, YANG A, CHEN G H. Stellate ganglion block to mitigate thalamic pain syndrome of an oncological origin. *Pain Pract*, 2024, 24(1): 231-234. doi: 10.1111/papr.13275.
- [18] 张转, 郁言龙, 李虎, 等. 星状神经节阻滞对老年胃肠道恶性肿瘤根治术患者术后认知功能障碍的影响. *实用临床医药杂志*, 2023, 27(3): 107-116. doi: 10.7619/jcmp.20222735.  
ZHANG Z, YU Y L, LI H, *et al.* Effects of stellate ganglion block on postoperative cognitive dysfunction in elderly patients undergoing radical resection of gastrointestinal malignancy. *J Clin Med Pract*, 2023, 27(3): 107-116. doi: 10.7619/jcmp.20222735.
- [19] SERFIN J, DAI C, HARRIS J R, *et al.* Damage control laparotomy and management of the open abdomen. *Surg Clin North Am*, 2024, 104(2): 355-366. doi: 10.1016/j.suc.2023.09.008.
- [20] CAMILLERI M. Abnormal gastrointestinal motility is a major factor in explaining symptoms and a potential therapeutic target in patients with disorders of gut-brain interaction. *Gut*, 2023, 72(12): 2372-2380. doi: 10.1136/gutjnl-2023-330542.
- [21] TAI B W S, DAWOOD T, MACEFIELD V G, *et al.* The association between sleep duration and muscle sympathetic nerve activity. *Clin Auton Res*, 2023, 33(6): 647-657. doi: 10.1007/s10286-023-00965-7.
- [22] YANG R Z, LI Y Z, LIANG M, *et al.* Stellate ganglion block improves postoperative sleep quality and analgesia in patients with breast cancer: a randomized controlled trial. *Pain Ther*, 2023, 12(2): 491-503. doi: 10.1007/s40122-022-00473-y.
- [23] YAN S, WANG Y, YU L, *et al.* Stellate ganglion block alleviates postoperative sleep disturbance in patients undergoing radical surgery for gastrointestinal malignancies. *J Clin Sleep Med*, 2023, 19(9): 1633-1642. doi: 10.5664/jcsm.10632.
- [24] WU C N, WU X H, YU D N, *et al.* A single-dose of stellate ganglion block for the prevention of postoperative dysrhythmias in patients undergoing thoracoscopic surgery for cancer: a randomised controlled double-blind trial. *Eur J Anaesthesiol*, 2020, 37(4): 323-331. doi: 10.1097/EJA.0000000000001137.
- [25] GIANNINO G, BRAIA V, BROOKLES C G, *et al.* The intrinsic cardiac nervous system: from pathophysiology to therapeutic implications. *Biology (Basel)*, 2024, 13(2): 105. doi: 10.3390/biology13020105.
- [26] OUYANG R, LI X, WANG R, *et al.* Effect of ultrasound-guided right stellate ganglion block on perioperative atrial fibrillation in patients

- undergoing lung lobectomy: a randomized controlled trial. *Braz J Anesthesiol*, 2020, 70(3): 256-261. doi: 10.1016/j.bjan.2020.03.007.
- [27] TIAN Y, WITTEWER E D, KAPA S, *et al*. Effective use of percutaneous stellate ganglion blockade in patients with electrical storm. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2019, 12(9): e007118. doi: 10.1161/CIRCEP.118.007118.
- [28] HU Z, LI W, ZHAO G, *et al*. Postoperative stellate ganglion block to reduce myocardial injury after laparoscopic radical resection for colorectal cancer: protocol for a randomised trial. *BMJ Open*, 2023, 13(11): e069183. doi: 10.1136/bmjopen-2022-069183.
- [29] BHATTACHARJEE M, MANOHARAN S, DESHETTY U M, *et al*. Acute hypobaric hypoxia exposure causes neurobehavioral impairments in rats: role of brain catecholamines and tetrahydrobiopterin alterations. *Neurochem Res*, 2023, 48(2): 471-486. doi: 10.1007/s11064-022-03767-x.
- [30] PIOTROWICZ Z, CZUBA M, CHALIMONIUK M, *et al*. The impact of acute mild normobaric hypoxia and a single bout of exercise to volitional exhaustion on cognitive performance in endurance and strength-trained athletes: the role of BDNF, EP-1, catecholamines and lactate. *J Hum Kinet*, 2023, 87: 77-93. doi: 10.5114/jhk/168282.
- [31] LUNDBY C, CALBET J, HALL G V, *et al*. Sustained sympathetic activity in altitude acclimatizing lowlanders and high-altitude natives. *Scand J Med Sci Sports*, 2018, 28(3): 854-861. doi: 10.1111/sms.12976.
- [32] STACEY B S, HOILAND R L, CALDWELL H G, *et al*. Lifelong exposure to high-altitude hypoxia in humans is associated with improved redox homeostasis and structural-functional adaptations of the neurovascular unit. *J Physiol*, 2023, 601(6): 1095-1120. doi: 10.1113/JP283362.
- (2024-07-19收稿, 2024-11-08修回)
- 编辑 汤洁



**开放获取** 本文使用遵循知识共享署名—非商业性使用4.0国际许可协议(CC BY-NC 4.0), 详细信息请访问

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>。

**OPEN ACCESS** This article is licensed for use under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (CC BY-NC 4.0). For more information, visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

© 2024 《四川大学学报(医学版)》编辑部

Editorial Office of *Journal of Sichuan University (Medical Sciences)*