

超声引导星状神经节阻滞在治疗缺血性脑卒中的研究进展

王雨辰, 郭风, 陈莺

徐州医科大学附属连云港医院麻醉科, 江苏 连云港, 222061

通信作者: 陈莺, E-mail: chy366@163.com

【摘要】 缺血性脑卒中(IS)具有高致残率和高复发率,其复杂的病理生理机制对临床治疗提出了严峻挑战。星状神经节阻滞(SGB)能够阻断颈部交感神经传导,在改善脑血管事件预后方面展现出广阔前景。本文拟对星状神经节阻滞治疗缺血性脑卒中的具体机制及临床应用价值进行系统梳理,为临床工作提供新的思路和方法。

【关键词】 缺血性脑卒中;星状神经节阻滞;缺血-再灌注损伤;神经保护

【文章编号】 2095-834X(2026)03-70-06

DOI: 10.26939/j.cnki.CN11-9353/R.2026.03.010

本文著录格式: 王雨辰, 郭风, 陈莺. 超声引导星状神经节阻滞在治疗缺血性脑卒中的研究进展[J]. 当代介入医学电子杂志, 2026, 3(3): 70-75.

Research progress of ultrasound-guided stellate ganglion block in the treatment of ischemic stroke

Wang Yuchen, Guo Feng, Chen Ying

Department of Anesthesiology, Affiliated Lianyungang Hospital of Xuzhou Medical University, Lianyungang 222061, Jiangsu, China

Corresponding author: Chen Ying, E-mail: chy366@163.com

【Abstract】 Ischemic stroke is characterized by high disability and recurrence rates, and its complex pathophysiological mechanisms pose severe challenges to clinical treatment. Stellate ganglion block can interrupt cervical sympathetic nerve conduction and shows broad prospects in improving the prognosis of cerebrovascular events. This article systematically reviews the specific mechanisms and clinical application value of stellate ganglion block in the treatment of ischemic stroke to provide new ideas and methods for clinical work.

【Keywords】 Ischemic stroke; Stellate ganglion block; Ischemia-reperfusion injury; Neuroprotection

全球脑卒中患病率较高且逐年升高,缺血性脑卒中病人常出现不同程度的功能障碍^[1]。普通内科治疗及缺血性脑卒中康复治疗效果不理想,全球缺血性脑卒中的康复、护理负担日益加重。星状神经节阻滞(Stellate ganglion block, SGB)已被证实能通过抑制交感兴奋,发挥扩张脑血管、改善脑灌注、减轻炎症反应及降低氧化应激等多重神经保护作用^[2-4]。近年来,随着可视化医疗技术的发展,超声引导下的SGB凭借其精准定位、低局麻药容量及高安全性的特点,逐渐成为临床研究的热点^[5]。因此,本文就此总结相关研究进

展,为临床治疗缺血性脑卒中提供参考。

1 星状神经节的解剖与生理基础

1.1 解剖位置与毗邻关系

颈胸神经节是人体颈部交感神经链的重要组成部分,由颈下神经节与T1(有时包含T2或颈中神经节)融合而成,因其形态不规则呈多形性,所以又称为星状神经节(stellate ganglion, SG)。主要位于第1肋骨颈水平的胸膜顶处。SG作为神经中枢,发出的节后纤维

调节头面部、颈部、上肢及心肺系统的交感活动。

星状神经节前方为颈动脉鞘,内侧为颈长肌,外侧为前斜角肌及膈神经,前外侧分布有头臂静脉和甲状颈干,下方紧邻肺尖和胸膜顶。SG的下缘有一层脂肪组织可用作定位参考,明确穿刺点和穿刺方向。C6、C7横突均可作为确认SG位置的体表标志,虽然C7横突最靠近SG,但由于C7横突没有前结节,穿刺损伤椎动脉的风险高^[6]。因此,临床上常选择C6横突作为进针定位点。

1.2 脑血管的神经支配

脑血管受极其复杂的神经网络支配,这些神经纤维统称为“血管周围神经”,分为“外源性神经支配”和“内源性神经支配”。其中脑外血管的“外源性神经支配”起源于:颈上神经节、星状神经节、蝶腭神经节与耳神经节,以及三叉神经节。交感神经系统除对脑血管具有直接收缩或营养效应外,还能通过神经肽Y(neuropeptide Y, NPY)反应机制使脑血流自动调节的上限上移,减轻交感激活血压升高对大脑的损伤^[7]。交感神经在蛛网膜下腔中的Willis环和软脑膜动脉上都有分布,其密度与血管直径呈正相关^[8]。交感神经的适度兴奋对人体有益。然而,若交感神经过度兴奋,会破坏“交感-迷走神经平衡”,对人体造成伤害。发生缺血性脑卒中后,脑血管调节机制发生显著紊乱,交感神经被过度激活,导致血管收缩,加重缺血^[9]。

2 SGB改善脑血流的机制

缺血性脑卒中的发生约占所有脑卒中的60%~70%,主要原因为颈动脉或颅内大动脉的粥样硬化,来自心脏的栓子也可导致急性缺血性脑卒中的发生^[10]。阿替普酶已成为临床缺血性脑卒中溶栓治疗的首选药物,但对于一些无法溶解的栓子或有溶栓禁忌症的患者,血管内介入取栓是其生存的希望^[11]。虽然取栓技术不断进步,但临床试验数据显示,仍有40%的患者出现不完全再灌注。因此,此类患者迫切需要新的干预措施来提高脑灌注血流。Sun等^[12]的研究表明SGB降低颅内血管的搏动指数(pulsatility index, PI)和阻力指数(resistive index, RI),提高大脑前动脉、基底动脉及椎动脉等的血液流速。SGB独特的抗交感神经作用,减少去甲肾上腺素的释放,平衡一氧化氮、内皮素等血管活性物质的水平,可以解除血管痉挛、增加颅内血流。

3 SGB减轻脑“缺血-再灌注”损伤

3.1 抑制海马神经元铁死亡

治疗缺血性脑卒中的关键是恢复缺血区的血流并

减少神经元和小胶质细胞的死亡。再灌注治疗虽然能迅速增加缺血区血流,但可能会发生“缺血-再灌注”损伤(ischemia-reperfusion injury, IRI)。这会过度激活大脑皮层中的小胶质细胞,致使海马区神经元铁死亡。铁死亡是一种铁依赖性的、以脂质过氧化物过度累积为特征的调节性细胞死亡,在“缺血-再灌注”损伤的病理进程中起到重要作用^[13]。

SGB在转录水平抑制上述死亡程序的执行。Zhou等^[14]通过大鼠MCAO模型研究显示,SGB组大鼠海马组织Fe²⁺含量和脂质过氧化标志物丙二醛(malonic dialdehyde, MDA)均显著降低,谷胱甘肽(glutathione, GSH)和超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)的下降幅度也有所延缓。SGB可使转录调节因子(Yes1 associated transcriptional regulator, YAP)表达增加、下游抗铁死亡靶点SLC7A11、GPX4合成增加以及TFR1下调。基于以上调节机制,SGB可以减少海马神经元死亡、改善缺血后神经功能评分。

SGB并不是单纯地扩张血管,而是维持神经元内稳态,起到保护血脑屏障和深层神经元免受二次打击的作用。从系统调节到细胞保护多个方面进行干预,在急性脑梗死后脑保护性的治疗方面凸显其优势。

3.2 抑制炎症反应

脑卒中后小胶质细胞和星形胶质细胞被激活,产生大量的炎症因子、趋化因子和活性氧,破坏血脑屏障,损伤神经元^[15]。研究发现,星状神经节阻滞可明显抑制炎症反应^[16]。Li等^[17]通过糖尿病大鼠大脑中动脉闭塞模型观察到SGB可降低Toll样受体4(toll-like receptor 4)的表达,抑制NF- κ B p65(nuclear factor kappa-B p65)的磷酸化和向细胞核内易位,减弱NF- κ B通路的级联效应。SGB抑制下游炎症因子的分泌,减轻脑水肿、缩小梗死范围。另外,该研究还发现,SGB的抗炎作用具有昼夜节律性,白天比夜间干预效果更好,这可能与交感神经的基础兴奋性有关。

4 SGB在脑卒中后并发症中的临床应用

4.1 卒中后中枢性疼痛

中枢性卒中后疼痛(central post-stroke pain, CPSP)是指继发于脑血管损伤的慢性神经病理性疼痛综合征,主要表现为持续性头痛、烧灼痛以及各种各样的感觉异常,严重影响患者日常生活和工作。至今其发生机制未明,临床上尚缺乏有效的处理方法。

近来研究表明,SGB可通过抑制缺氧诱导因子-1 α /NOD样受体热蛋白结构域相关蛋白3(HIF-1 α /NLRP3)治疗CPSP。Shi等^[18]用丘脑出血卒中模型证实SGB可以通过双重机制抑制疼痛信号传导:一

方面, SGB 可明显增加脑血流促进缺血区域氧供, 抑制星形胶质细胞和小胶质细胞的过度激活; 另一方面可抑制 HIF-1 α /NLRP3 信号通路, 减少 TNF- α 、IL-1 β 等炎症因子释放。而使用尼日利亚菌素激活 HIF-1 α /NLRP3 信号通路后痛觉超敏现象再次出现。除此之外, SGB 还可以调控丘脑-皮质兴奋性, 恢复正常疼痛抑制环路, 从根源上阻断 CPSP 的发生和维持。

临床上曾有 SGB 治疗 CPSP 的病例, Liu 等^[19]报道了 1 例药物治疗效果不佳的 CPSP 患者, 在应用 SGB 治疗 7 d 后, 患者疼痛得到显著改善。另有报告指出卒中后丘脑痛的患者, 长期口服多种止痛药物, 已出现药物不良反应但疼痛仍未控制。日常活动和睡眠严重受限, 表现出焦虑抑郁状态。经过 SGB 治疗后, 数字评定量表评分显著下降, 多次治疗后疼痛达到完全缓解^[20]。目前, 有关 SGB 治疗 CPSP 的动物实验数据较多, 但对脑皮层、脑干等不同部位疗效有差异性的报道较少, 因此还需进一步明确 SGB 的作用机制, 并加大相关临床药物试验力度, 为精准治疗提供理论支持。

4.2 卒中后情感障碍

脑卒中后常遗留慢性疼痛, 长期的疼痛可能导致焦虑、抑郁、疲劳, 甚至自杀倾向, 严重影响患者长期预后和生活质量。现阶段, 主要的治疗手段如苯二氮卓类, 存在起效慢、成瘾性强等副作用。SGB 通过调节自主神经减轻焦虑抑郁的症状, 在改善卒中后情感障碍展现广泛应用前景。

体内激素水平的改变可能与情感障碍有关, SGB 能上调体内 5-羟色胺、NPY 水平, 并下调去甲肾上腺素水平。接受 SGB 治疗后焦虑、抑郁程度较前减轻, 不过这项研究并不是以缺血性脑卒中患者为研究对象^[21]。Lynch 等^[22]纳入 285 名严重焦虑患者, 广泛性焦虑障碍问卷 (generalized anxiety disorder questionnaire, GAD-7) 评分 15.9 分。星状神经节阻滞治疗 1 周后 GAD-7 评分降低 9 分, 治疗焦虑的疗效超过最小临床差异的 2 倍, 并且保持至少 1 个月临床意义上的改善。

SGB 在治疗交感神经功能障碍所导致的复杂区域性疼痛 (complex regional pain syndrome, CRPS) 也有显著优势^[23]。对于脑卒中后情感障碍单纯的对症镇静治疗显然是不够的, 疼痛便是根源所在。长期的慢性疼痛会诱发焦虑抑郁的症状, 而一系列的精神问题放大机体对疼痛的感知, 进一步加重疼痛, 形成“疼痛-焦虑/抑郁-疼痛”的恶性循环。Ryu 等^[24]研究表明 SGB 可明显减轻 CRPS, 并提出使用生物电阻抗分析技术来检测 SGB 的疗效。该技术消除了传统量表评估在某些特殊患者 (如言语障碍及认知功能不全) 的弊端, 提供更客观的随访结果, 便于临床制定针对性的治疗方案。

4.3 卒中后认知障碍

卒中后认知障碍 (post-stroke cognitive impairment, PSCI) 是脑梗死后所致的认知障碍或痴呆, 以学习和记忆减退为特征。根据其流行病学调查发现, 在脑卒中发病时约有 50% 的人伴有不同程度的认知功能障碍^[25]。脑小血管病 (cerebral small vessel disease, CSVD) 和白质病变 (white matter lesions, WMLs) 是导致血管性认知障碍和卒中后认知减退的结构基础^[26]。目前已有使用针灸、高频重复经颅磁刺激 (high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS) 来治疗 PSCI, 但疗效却差强人意。

Kim 等^[27]通过动物模型研究发现卒中后海马区黑色素瘤缺乏因子 2 (absent in melanoma 2, AIM2) 炎症反应明显增强, 基因敲除 AIM2 后可明显改善认知功能, 提示小胶质细胞或血管内皮细胞所诱导的 AIM2 表达也参与 PSCI 的发生。在认知功能障碍模型中, SGB 能上调抗炎因子 IL-10 的表达, 使机体回到抗炎状态。其抗炎作用与海马及白质区沉默信息调节因子去乙酰化酶 1 (sirtuin 1, SIRT1) 的表达有关。通过阻断颈交感神经节, 可以逆转 SIRT1 表达下调而抑制 NF- κ B 信号通路激活, 从而达到阻断炎症级联反应的目的。给予 SIRT1 抑制剂 (EX527) 同样可消除 SGB 的抗炎及认知改善的作用, 说明 SIRT1/NF- κ B 轴是 SGB 神经免疫调节的核心所在^[28]。

4.4 卒中后吞咽困难

吞咽困难是缺血性脑卒中康复期最常见、最难处理的并发症之一, 病变累及延髓背外侧的患者更易发生顽固性真性延髓麻痹, 原因就是疑核、孤束核及吞咽中枢都受到损伤^[29]。因此吞咽困难患者极易出现营养不良、脱水, 吸入性肺炎的发生率明显升高。更重要的是, 长期不能正常进食而需依靠鼻胃管进食的患者, 常因自身形象改变而产生抑郁感、孤独感。

SGB 有明确的抗交感作用, 因而能增加颅内血流, 促进神经重塑, 因此最近发表的一项随机对照试验很好地论证了 SGB 在加速卒中后吞咽功能恢复中的作用^[30]。该研究将脑卒中后吞咽困难患者随机分为常规吞咽康复组和 SGB 联合康复组, 以视频透视吞咽检查 (video-fluoroscopic swallowing study, VFSS) 及标准化吞咽量表对干预前后的吞咽动力学做了严谨、客观的对比分析, 结果表明 SGB 治疗后患者缩短吞咽反射潜伏期、提高咽部收缩力、降低误吸风险诸方面均优于单纯常规治疗。更重要的是, Zeng 等^[31]对患者的营养生化指标、肺炎发生率及吞咽功能评分做了系统随访, 充分、扎实地证实, 对脑卒中后延髓麻痹患者, SGB 治疗能切实降低吞咽严重程度, 改善气道保护能力, 同时显著减轻其焦虑症状, 更主动、更充分地配合康复治疗, 由此自然地形成了“功能-心理”的良性循环。

5 SGB改善睡眠

睡眠障碍是缺血性脑卒中后常见的并发症之一,不仅严重影响患者的生活质量,还会增加脑血管事件复发的风险。Guasch-Ferré等^[32]一项长达34年的随访研究发现,每晚6~8h睡眠人群的心血管疾病的发生风险可降低约14%。

Hale等^[33]研究表明,脑卒中和睡眠障碍之间互相影响。睡眠呼吸暂停和慢性失眠会使交感神经长期处于兴奋状态,出现血流动力学紊乱等因素引起缺血性脑卒中发病率上升^[34]。脑卒中后,因丘脑、脑干网状结构等睡眠调节中枢受损,所以多数患者会出现失眠、睡眠倒错或者睡眠呼吸暂停等问题^[35]。

睡眠剥夺(sleep deprivation,SD)可导致白天功能受损,记忆认知发生障碍,并对脑结构产生器质性改变。Guo等^[36]运用孟德尔随机化的研究方法证明了睡眠特征(例如失眠症、短睡眠)与CSVD的白质高信号具有因果关联,睡眠碎片化会造成的神经炎症清除异常。这种异常的存在,可使大脑受损引起痴呆或脑卒中。海马区主要负责记忆、情绪、认知能力、学习以及空间导向等,这部分位于下丘脑深处的海马区对SD特别敏感。海马区脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor,BDNF)水平的降低造成损害分子易感性增强。Dai等^[37]SD模型中SGB可有效地恢复海马区分子损伤。SGB提高了BDNF的表达水平,BDNF促进了ERK/CREB磷酸化(细胞外调节蛋白激酶/cAMP反应元件结合蛋白),这条通路促进了长时程增强(long-term potentiation,LTP)的维持,并促进因SD引起的认知功能减退及记忆损伤的恢复。

失眠的治疗目前有药物和非药物疗法,虽然药物短期能改善睡眠,但会有不良反应和成瘾性,不推荐长期应用。Wang等^[38]将认知-行为疗法与SGB结合应用于失眠患者,经6周治疗后,失眠药物的使用和嗜睡量表评分均显著降低。SGB也可通过减轻疼痛等方式改善术后睡眠质量,Yang等^[39]术前为患者行SGB,术后镇痛药物的使用明显减少,并通过体动记录仪测得神经阻滞术后睡眠效率高达94%。

6 超声引导下SGB的优势

盲穿主要依据体表标志(如环状软骨平面),不能看到深部复杂的解剖结构,容易损伤血管、胸膜甚至神经。透视虽然好于盲穿,但是尸检时发现使用透视引导注射很容易将染色液注入到椎前筋膜后方深部导致染色失败^[40]。使用超声引导则可以准确定位神经,从而减少并发症的发生,并提高穿刺成功率。

超声引导下采用更低容量的局麻药同样能达到良

好的阻滞效果,避免局麻药扩散到周围神经出现的不良反应。Shan等^[41]用4ml1%利多卡因在C6水平就能获得100%阻滞的成功率,几乎没有产生不良反应。

SGB是否成功常以Horner综合征(眼睑下垂、瞳孔缩小、结膜充血、面部无汗)为主观判断指标,但由于这些体征有时会比较模糊、不够准确,并不能完全反映阻滞对血流动力学的影响。Kim等^[42]的随机对照试验表明,超声引导下SGB术后阻滞侧肱动脉RI显著降低、血流量明显升高。可见脉冲波多普勒超声能较为客观地反映SGB的成功情况,但是作用于前臂手术中急性疼痛缓解作用较差。Gan等^[43]利用超声波强度分析(ultrasound wave intensity analysis,USWIA)发现,SGB阻滞侧颈总动脉、肱动脉顺应性上升、僵硬度和弹性模量下降。将USWIA视作无创性客观工具,在测量及监测上肢等区域SGB术后血流动力学变化上更加适用。

7 总结与展望

综上所述,SGB可通过阻断颈部交感神经传导,解除脑血管痉挛,通过形成侧支循环改善脑灌注。还可以抑制TLR4/NF- κ B等信号通路传导,降低小胶质细胞的激活程度,抑制炎症因子释放发挥神经保护作用。SGB能有效改善卒中后遗症,并且通过调节卒中后睡眠结构发挥神经可塑性的修复作用。通过超声引导的方式可以避免血管及肺部,在操作过程中很少发生血管损伤及气胸的情况。

SGB治疗缺血性脑卒中有广阔的应用前景,但仍有许多不足之处有待进一步完善。目前的大多数临床研究都是单中心、小样本的观察性研究,需要多中心、随机对照试验确认它的远期疗效和对患者生存质量的影响。SGB的阻滞药物选择、最佳药物浓度及治疗频次等尚未形成统一的临床指南或专家共识。同时动物实验提示的分子机制也未彻底阐明SGB在调节海马神经、修复脑白质中的具体作用机制,有待以后深入探讨。未来可开展更多研究,以此寻找适宜SGB介入的时间窗口以及是否能起到预防再次卒中的作用。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Zhao Y, Zhang X, Chen X, et al. Neuronal injuries in cerebral infarction and ischemic stroke: from mechanisms to treatment (review) [J]. Int J Mol Med, 2021, 49(2): 15.
- [2] Zhang Z, An M. The potential role of stellate ganglion block in impacting the central and peripheral systems: a

- narrative review[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2025, 12: 1706435.
- [3] Lv H, Lv X, Ai Z, et al. Ultrasound-guided stellate ganglion block regulates inflammatory cytokines and improves short-term outcome after cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a randomized clinical trial[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2025, 39(11): 3044–3052.
- [4] Luo J, Zhang X, Tan X, et al. Targeting postoperative sleep disorders: current advances and emerging directions in stellate ganglion block therapy[J]. *Med*, 2025, 104(29): e43256.
- [5] Fajardo Pérez M, Yamak–Altinpulluk E, Díez Tafur R, et al. Novel ultrasound-guided supraclavicular stellate ganglion block[J]. *Pain Pract*, 2024, 24(5): 808–814.
- [6] Zhang L, Li X, Yao J, et al. Ultrasound-guided stellate ganglion block: a visual teaching method[J]. *Asian J Surg*, 2022, 45(8): 1596–1597.
- [7] Hamel E. Perivascular nerves and the regulation of cerebrovascular tone[J]. *J Appl Physiol*, 2006, 100(3): 1059–1064.
- [8] Sebök M, Niftrikch BV, Lohaus N, et al. Leptomeningeal collateral activation indicates severely impaired cerebrovascular reserve capacity in patients with symptomatic unilateral carotid artery occlusion[J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2021, 41(11): 3039–3051.
- [9] Kang K, Shi K, Liu J, et al. Autonomic dysfunction and treatment strategies in intracerebral hemorrhage[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2024, 30(2): e14544.
- [10] Hilkens NA, Casolla B, Leung TW, et al. Stroke[J]. *Lancet*, 2024, 403(10446): 2820–2836.
- [11] Tsvigoulis G, Katsanos AH, Sandset EC, et al. Thrombolysis for acute ischaemic stroke: current status and future perspectives[J]. *Lancet Neurol*, 2023, 22(5): 418–429.
- [12] Sun L, Wu G, Zhou Y, et al. Prospective study on ultrasound-guided stellate ganglion block improves cerebral blood flow in patients with stroke[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2024, 33(4): 107593.
- [13] Li X, Ma N, Xu J, et al. Targeting ferroptosis: pathological mechanism and treatment of ischemia-reperfusion injury[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2021, 2021(1): 1587922.
- [14] Zhou C, Li M, Chu Y, et al. Stellate ganglion block suppresses hippocampal ferroptosis to attenuate cerebral ischemia-reperfusion injury via the hippo pathway[J]. *Metab Brain Dis*, 2023, 38(5): 1633–1642.
- [15] Alsbrook DL, Di Napoli M, Bhatia K, et al. Neuroinflammation in acute ischemic and hemorrhagic stroke[J]. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 2023, 23(8): 407–431.
- [16] Chen Y, Guo L, Lang H, et al. Effect of a stellate ganglion block on acute lung injury in septic rats[J]. *Inflammation*, 2018, 41(5): 1601–1609.
- [17] Li TT, Wan Q, Zhang X, et al. Stellate ganglion block reduces inflammation and improves neurological function in diabetic rats during ischemic stroke[J]. *Neural Regen Res*, 2022, 17(9): 1991.
- [18] Shi ZM, Jing JJ, Xue ZJ, et al. Stellate ganglion block ameliorated central post-stroke pain with comorbid anxiety and depression through inhibiting HIF-1 α / NLRP3 signaling following thalamic hemorrhagic stroke[J]. *J Neuroinflammation*, 2023, 20(1): 82.
- [19] Liu Q, Zhong Q, Tang G, et al. Ultrasound-guided stellate ganglion block for central post-stroke pain: a case report and review[J]. *J Pain Res*, 2020, 13: 461–464.
- [20] Liao C, Yang M, Liu P, et al. Thalamic pain alleviated by stellate ganglion block: a case report[J]. *Med*, 2017, 96(5): e6058.
- [21] Liu N, Ma Q, Zhou M, et al. Efficacy and exploratory analysis of potential mechanisms of stellate ganglion block in alleviating sleep disturbance in generalized anxiety disorder: a randomized controlled trial excluding comorbid depression[J]. *Front Neurol*, 2025, 16: 1554841.
- [22] Lynch JH, Mulvaney SW, Bryan CJ, et al. Stellate ganglion block reduces anxiety symptoms by half: a case series of 285 patients[J]. *J Pers Med*, 2023, 13(6): 958.
- [23] Yucel I, Demiraran Y, Ozturan K, et al. Complex regional pain syndrome type I: efficacy of stellate ganglion blockade[J]. *J Orthop Traumatol*, 2009, 10(4): 179–183.
- [24] Ryu JW, Hwang IS, Lim SK. Use of bioelectrical impedance analysis to explore the effectiveness of stellate ganglion block in patients with post-stroke complex regional pain syndrome: a retrospective pilot study[J]. *J Pers Med*, 2024, 14(3): 258.
- [25] Lee M, Yeo NY, Ahn HJ, et al. Prediction of post-stroke cognitive impairment after acute ischemic stroke using machine learning[J]. *Alzheimers Res Ther*, 2023, 15(1): 147.
- [26] Zhang H, Li Y, Zhan L, et al. Knowledge domain and emerging trends in post-stroke cognitive impairment: a bibliometric analysis[J]. *Front Aging Neurosci*, 2025, 17: 1525626.
- [27] Kim H, Seo JS, Lee SY, et al. AIM2 inflammasome

- contributes to brain injury and chronic post-stroke cognitive impairment in mice[J]. *Brain Behav Immun*, 2020, 87: 765–776.
- [28] Zhang J, Liu Y, Li H, et al. Stellate ganglion block improves postoperative cognitive dysfunction in aged rats by SIRT1-mediated white matter lesion repair[J]. *Neurochem Res*, 2022, 47(12): 3838–3853.
- [29] Kleindorfer DO, Towfighi A, Chaturvedi S, et al. 2021 guideline for the prevention of stroke in patients with stroke and transient ischemic attack: a guideline from the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2021, 52(7): e364–e467.
- [30] Zeng H, Zhao W, Fang L, et al. Effect of stellate ganglion block on dysphagia and cognitive impairment in cerebral small vessel disease: a randomized controlled study[J]. *J Speech Lang Hear Res*, 2024, 67(10): 3660–3672.
- [31] Zeng H, Zhang W, Yang Y, et al. Effects of ultrasound-guided stellate ganglion block in poststroke bulbar palsy: a double-blind placebo-controlled trial[J]. *BMC Med*, 2026, 24(1) : 225.
- [32] Guasch-Ferré M, Li Y, Bhupathiraju Sn, et al. Healthy lifestyle score including sleep duration and cardiovascular disease risk[J]. *Am J Prev Med*, 2022, 63(1): 33–42.
- [33] Hale E, Gottlieb E, Usseglio J, et al. Post-stroke sleep disturbance and recurrent cardiovascular and cerebrovascular events: a systematic review and meta-analysis[J]. *Sleep Med*, 2023, 104: 29–41.
- [34] Mckee Z, Auckley Dh. A sleeping beast: obstructive sleep apnea and stroke[J]. *Cleve Clin J Med*, 2019, 86(6): 407–415.
- [35] Ayehu GW, Teshome AA, Baye ND, et al. Poor sleep quality and its determinants among stroke survivors in northwest ethiopia[J]. *Sci Rep*, 2025, 15(1): 7451.
- [36] Guo C, Harshfield EL, Markus HS. Sleep characteristics and risk of stroke and dementia: an observational and mendelian randomization study[J]. *Neurology*, 2024, 102(5): e209141.
- [37] Dai D, Zheng B, Yu Z, et al. Right stellate ganglion block improves learning and memory dysfunction and hippocampal injury in rats with sleep deprivation[J]. *BMC Anesthesiol*, 2021, 21(1): 272.
- [38] Wang B, Xia JR, Li JY, et al. Effect of cognitive behavioral therapy for insomnia on stellate ganglion block treatment for chronic insomnia[J]. *J Multidisc Healthc*, 2025, 18: 7259–7267.
- [39] Yang RZ, Li YZ, Liang M, et al. Stellate ganglion block improves postoperative sleep quality and analgesia in patients with breast cancer: a randomized controlled trial [J]. *Pain Ther*, 2023, 12(2): 491–503.
- [40] Hughey S, Schafer J, Cole J, et al. Ultrasound versus fluoroscopy for stellate ganglion block: a cadaveric study [J]. *Pain Med*, 2021, 22(10): 2307–2310.
- [41] Shan HH, Chen HF, Ni Y, et al. Effects of stellate ganglion block through different approaches under guidance of ultrasound[J]. *Front Surg*, 2022, 8: 797793.
- [42] Kim MK, Yi MS, Park PG, et al. Effect of stellate ganglion block on the regional hemodynamics of the upper extremity: a randomized controlled trial[J]. *Anesth Analg*, 2018, 126(5): 1705–1711.
- [43] Gan Y, Chen J, Xian L, et al. Objective evaluation of stellate ganglion block effects using ultrasound wave intensity technology: a study on hemodynamics[J]. *J Pain Res*, 2024, 17: 2063–2070.