



电子、语音版

·综述·

闪光视觉诱发电位、视神经鞘直径、白细胞介素 6 及 白细胞介素 8 在重症脑血管病中的应用研究进展

骆林正^{1,4}, 赵怡^{2,4}, 刘懿景^{3,4}, 王荣蓉^{1,4}, 曹淋曼^{1,4}, 李博慈^{1,4}, 李明玉^{2,4}, 左纯⁴, 赵明敏⁵, 李娜^{4,6}

1. 河北医科大学研究生院, 河北 石家庄 050017
2. 河北北方学院研究生院, 河北 张家口 075000
3. 华北理工大学研究生院, 河北 唐山 063210
4. 河北省人民医院, 河北 石家庄 050051
5. 沧州市人民医院, 河北 沧州 061000
6. 河北省脑网络与认知障碍疾病重点实验室, 河北 石家庄 050051

摘要:随着脑血管病发病率的持续上升,重症脑血管病(SCVD)作为其最严重类型,发病率亦逐年增高,给临床救治带来巨大挑战。多模态监测技术在SCVD救治中地位愈发凸显,其中颅内压(ICP)监测是优化救治效果、改善患者预后的关键手段。有创ICP监测虽为金标准,但因高风险、高成本限制了其广泛应用,而闪光视觉诱发电位(FVEP)、视神经鞘直径(ONSD)等无创ICP监测技术展现出良好应用潜力,可实时动态评估ICP变化。同时,白细胞介素6(IL-6)、白细胞介素8(IL-8)等炎症因子参与SCVD的病理生理过程,其血清浓度变化与疾病进展及预后密切相关。该文结合现有文献,综述FVEP、ONSD两种无创ICP监测技术及IL-6、IL-8两种炎症因子在SCVD中的应用进展,分析四者之间的内在关联、联合应用的潜在价值,探讨其在SCVD多模态监测体系中的整合意义,同时指出当前研究存在的不足,为后续临床研究及预后预测模型的构建提供参考。

关键词:重症脑血管病;颅内压;炎症因子;闪光视觉诱发电位;视神经鞘直径;白细胞介素6;白细胞介素8

中图分类号:R743

DOI:10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2026.02.010

Research progress on the application of flash visual evoked potential, optic nerve sheath diameter, interleukin-6, and interleukin-8 in severe cerebrovascular disease

LUO Linzheng^{1,4}, ZHAO Yi^{2,4}, LIU Yijing^{3,4}, WANG Rongrong^{1,4}, CAO Linman^{1,4}, LI Boci^{1,4}, LI Mingyu^{2,4}, ZUO Chun⁴, ZHAO Mingmin⁵, LI Na^{4,6}

1. Graduate School, Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei 050017, China
2. Graduate School, Hebei North University, Zhangjiakou, Hebei 075000, China
3. Graduate School, North China University of Science and Technology, Tangshan, Hebei 063210, China
4. Hebei General Hospital, Shijiazhuang, Hebei 050051, China
5. Cangzhou People's Hospital, Cangzhou, Hebei 061000, China
6. Hebei Provincial Key Laboratory of Brain Network and Cognitive Disorders, Shijiazhuang, Hebei 050051, China

Corresponding author: LI Na, Email: lina0310nicu@163.com

Abstract: With the continuous increase in the incidence of cerebrovascular diseases, the occurrence of severe cerebrovascular disease (SCVD), the most severe form of cerebrovascular diseases, has also been increasing year by year, posing great challenges to clinical treatment. Multimodal monitoring plays an increasingly prominent role in the treatment of

基金项目:国家科技创新2030-“脑科学与类脑研究”重大项目(2021ZD0201807);河北省临床医学优秀人才政府资助项目(ZF2023186);河北省医学科学研究计划(20230314)。

收稿日期:2025-11-25;**修回日期:**2026-04-13

通信作者:李娜(1977—),女,主任医师,硕士研究生导师,主要从事神经重症的研究。Email:lina0310nicu@163.com。

SCVD, among which intracranial pressure (ICP) monitoring is a key approach to optimizing treatment outcomes and improving prognosis. Although invasive ICP monitoring is regarded as the gold standard, its widespread application is limited by its high risk and cost. Non-invasive ICP monitoring techniques, such as flash visual evoked potential and optic nerve sheath diameter, have shown good application potential and enable real-time dynamic assessment of ICP changes. Moreover, inflammatory factors such as interleukin-6 and interleukin-8 are involved in the pathophysiological process of SCVD, and changes in their serum levels are closely related to disease progression and prognosis. Based on existing literature, this article reviews the research progress in the application of two non-invasive ICP monitoring techniques (flash visual evoked potential and optic nerve sheath diameter) and two inflammatory factors (interleukin-6 and interleukin-8) in SCVD, analyzes their correlations and the potential value of their combined application, explores the significance of integrating them into the multimodal monitoring system for SCVD, and points out the deficiencies of current research, so as to provide a reference for subsequent clinical research and prognosis prediction model construction.

Keywords: severe cerebrovascular disease; intracranial pressure; inflammatory factors; flash visual evoked potential; optic nerve sheath diameter; interleukin-6; interleukin-8

脑血管疾病(cerebrovascular disease, CVD)是全球第二大致死原因,具有高发病率、高复发率、高致残率和高病死率的特点^[1]。随着我国人口老龄化加剧及生活方式的改变,CVD发病率以每年8.3%的速度增长,已成为中国居民常见的死因,其中重症脑血管病(severe cerebrovascular disease, SCVD)作为CVD中非常严重的类型,具有病情危急、并发症复杂的特点,对人类健康构成严重威胁,也给社会经济和医疗系统带来沉重负担^[2-3]。目前,临床用于SCVD预防和预后预测的方法仍存在不够简洁、准确、高效的问题,因此寻找可靠的监测手段至关重要。

神经重症医学作为一门新兴亚专业,整合了神经病学、神经外科学、重症医学等多领域知识技能,为SCVD患者提供系统化、全面的监测与治疗^[4]。多模态监测(multimodal monitoring, MMM)作为SCVD临床常用的监测方式,涵盖神经系统检查、颅内压(intracranial pressure, ICP)监测、脑血流、脑氧代谢及炎症因子检测等多个维度,可从不同角度全面评估患者的病理生理状态,为个体化治疗提供指导,改善患者预后^[5]。

ICP升高是SCVD患者病情恶化的重要标志,也是导致继发性脑损伤的关键因素,而闪光视觉诱发电位(flash visual evoked potential, FVEP)、视神经鞘直径(optic nerve sheath diameter, ONSD)作为无创ICP监测手段,具有操作便捷、安全性高的优势,可弥补有创监测的局限性。血清白细胞介素6(interleukin-6, IL-6)、白细胞介素8(interleukin-8, IL-8)作为重要的炎症因子,参与SCVD的炎症反应、脑水肿形成等病理过程,与疾病严重程度及预后密切相关。现有研究多单独探讨上述指标的应用价值,对四者之间的内在关联、联合应用的机制互补性及在MMM体系中的整合价值阐述不足。本文结合现有文献,综述上述四个指标在SCVD中的应用研究进展,分析其联

合应用的潜在价值及当前研究不足,为SCVD的临床监测、预后评估及后续研究提供参考。

1 无创ICP监测在SCVD中的应用及综合分析

SCVD(如广泛脑梗死、脑内出血、蛛网膜下腔出血等)常导致ICP显著升高,成年人正常ICP为10~15 mmHg,当ICP持续超过20 mmHg时,患者病死率显著升高^[6]。ICP监测是SCVD救治的核心环节,目前主要分为有创和无创两类。有创ICP监测(如脑室内、脑实质内监测)虽为金标准,可精准测量ICP,但存在颅内感染、脑组织损伤、出血等风险,且操作难度高、成本高,限制了其广泛应用^[7-8]。无创ICP监测技术经过多年发展,已成为有创监测的重要补充,其中FVEP和ONSD因操作便捷、可动态监测等优势,在SCVD临床应用中较为广泛,但二者均存在一定局限性,需结合临床场景合理选择、互补应用。

1.1 FVEP

FVEP通过光刺激视网膜,评估视觉通路的完整性,进而间接反映ICP变化,其核心机制为:ICP升高时,视觉通路神经信号传导受阻,导致FVEP波形发生特征性改变^[9-10]。有研究证实,FVEP的N2波潜伏期与ICP呈线性相关,尤其在脑水肿、脑积水患者中,N2波潜伏期的动态变化可实时反映ICP波动,为临床治疗调整提供依据^[11]。高明霞等^[12]的研究显示,通过FVEP实时监测SCVD患者的ICP,动态调整脱水药物剂量,可更有效控制脑水肿,早期发现ICP变化,改善患者预后,降低病残率和病死率。随着SCVD病情恶化,FVEP波形中N2、P2、N3、P3波的潜伏期会逐渐延长,其中N2波因波形稳定、易于识别,是反映疾病严重程度的可靠指标^[13]。此外,FVEP可监测双侧视觉通路传导情况,判断ICP差值是否超过临界值,评估脑疝形成风险,同时通过监测ICP和脑灌注压,动态了解脑血流状况,辅助推断患者预后^[14-15]。但需注意,当ICP

过高导致脑灌注压显著降低、脑细胞营养代谢紊乱时,可能无法检测到N2、P2等波形,排除其他干扰因素后,此现象提示患者病情危急、预后不良。

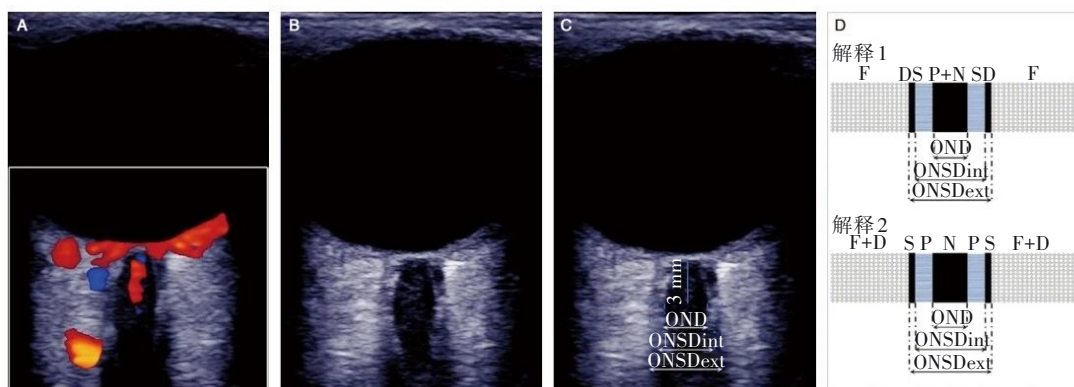
FVEP的临床应用仍存在局限性:目前学术界对N2波的辨识及潜伏期判断标准尚未达成共识;其监测效果依赖视觉传导通路的完整性,易受严重视力障碍、眼底出血、视觉通路损伤等因素干扰;同时,脑代谢相关的物理化学因素、生理及病理因素也可能影响监测结果。因此,目前FVEP仅作为SCVD患者ICP监测的辅助手段,不能替代有创ICP监测。

1.2 ONSD的超声监测

视神经鞘是硬脑膜向颅外延伸形成的结构,包裹于视神经周围,其直径与脑脊液压力密切相关^[16]。当ICP升高时,脑脊液压力可传导至视神经鞘,导致球后神经鞘扩张,进而引起ONSD及眼球横径异常变化^[17]。视神经超声通过测量ONSD,可间接评估ICP(图1)^[18],该技术具有操作便捷、无创、成本低、可床边快速监测等优势,适合

SCVD急诊及床边监护,具有较高的临床应用价值^[19]。Wang等^[20]的研究显示,测量眼球后3 mm范围内的ONSD,其与ICP的相关系数为0.46~0.74,ONSD增粗可提示早期ICP升高。吴国柱等^[21]的研究证实,脑出血患者ONSD值增加与ICP升高密切相关,ONSD可作为预测ICP升高的危险因素。李琦等^[22]和王莹莹等^[23]的研究也得出类似结论,即ICP升高时,ONSD值会相应增高。此外,Legros等^[24]和王静等^[25]的研究发现,ONSD与眼球横径联合测量,可有效预测脑出血患者治疗前的不良预后风险,二者均为脑出血患者预后不良的独立预测指标,具有较好的预测效能。

ONSD超声监测的局限性在于,其监测结果受多种因素影响,目前ONSD尚不能完全替代有创ICP监测,仅能作为辅助监测手段;同时,该技术对操作者有一定要求,且禁止用于视神经炎症、肿瘤、青光眼、眼部创伤等患者^[26]。



A:彩色超声多普勒显示视网膜中央动脉以确定视神经的走行;B:用于测量ONSDint和ONSDext的样本图像;C:视网膜水平以下3 mm处测量ONSDint和onsdext;D:文献中不同测量指标的解剖学定义示意图。OND:视神经直径;ONSDint:视神经鞘内径;ONSDext:视神经鞘外径;F:脂肪;D:硬脑膜;S:蛛网膜下腔;P:软脑膜;N:神经。

图1 ONSDint和ONSDext测量的样本图像及解剖学解释^[18]

1.3 FVEP与ONSD的协同应用分析

FVEP与ONSD均为SCVD患者无创ICP监测的重要手段,二者在适用场景、操作依赖性、敏感性及局限性方面具有互补性(表1)。FVEP主要通过视觉通路电生理信号反映ICP变化,对ICP动态波动的敏感性较高,可用于

评估脑灌注压及脑疝形成的风险,但受视觉通路的完整性影响较大;ONSD超声操作更为便捷、快速,不受视觉功能影响,可用于急诊快速筛查ICP升高,但对ICP监测的精准度略低于FVEP。

表1 FVEP与ONSD在SCVD无创ICP监测中的应用对比

监测手段	核心优势	局限性	适用场景
FVEP	敏感性高,可动态反映ICP波动,评估脑灌注压及脑疝风险	受视觉通路完整性影响,N2波判断标准不统一,操作依赖性较高	SCVD患者ICP动态监测、脑疝风险评估,无严重视觉功能障碍者
ONSD	操作便捷、快速,无创低成本,可床边/急诊监测,不受视觉功能影响	精准度略低,受多种因素干扰,有眼部禁忌证	SCVD急诊快速筛查、床边ICP监测,合并视觉功能障碍者

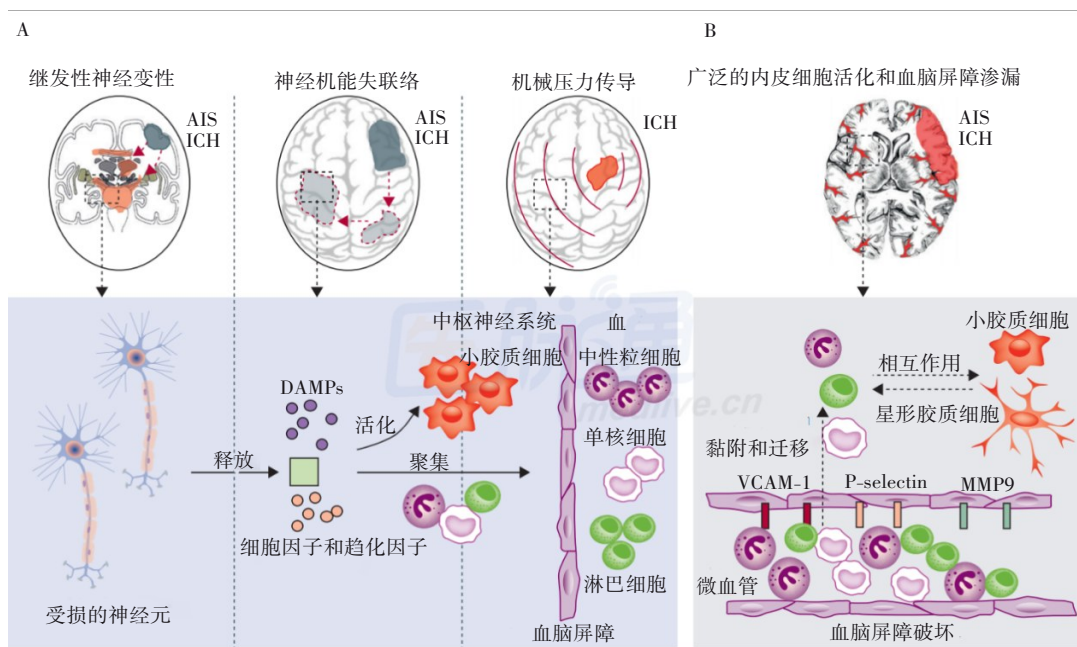
注:FVEP=闪光视觉诱发电位;ONSP=视神经鞘直径;SCVD=重症脑血管病;ICP=颅内压。

在SCVD临床监测中,将二者联合应用,可弥补单一监测手段的不足:对于合并视力障碍、视觉通路损伤的患者,可优先采用ONSD监测;对于需要动态评估脑灌注压、判断脑疝风险的患者,可结合FVEP监测;二者联合可提高无创ICP监测的准确性和可靠性,为临床治疗提供更全面的参考。但需明确,二者均为辅助监测手段,不能替代有创ICP监测,对于有创监测适应证的患者,仍需优先采用有创监测以确保ICP测量的精准性。

2 炎症因子(IL-6、IL-8)在SCVD中的作用及与ICP的关联

炎症反应是SCVD病理生理过程的核心环节

(图2)^[27],与ICP升高、脑水肿形成、继发性脑损伤密切相关,形成相互影响的恶性循环。SCVD发生后,血管内皮功能受损,炎症细胞附着于血管壁并释放炎症介质,激活凝血机制,同时高浓度促炎因子引发连锁炎症反应,加剧脑部缺血缺氧,进一步损害神经功能^[28]。IL-6、IL-8作为重要的促炎因子,在SCVD的炎症反应中发挥关键作用,其血清浓度变化与疾病严重程度、ICP变化及预后密切相关,是SCVD的MMM体系中不可或缺的重要指标。



AIS:急性缺血性卒中;ICH:脑出血;DAMPs:损伤相关分子模式;VCAM-1:血管细胞黏附分子-1;P-selectin:P选择素;MMP9:基质金属蛋白酶9。

图2 脑损伤之后的炎症反应^[27]

2.1 IL-6在SCVD中的应用

IL-6是一种多功能促炎因子,在中枢神经系统中具有双重作用,其功能依赖于浓度变化:正常生理状态下,低浓度IL-6可调节免疫功能、促进神经修复;而在SCVD导致的脑缺血、脑水肿状态下,高浓度IL-6参与神经损伤过程,加剧病情进展^[29]。IL-6与SCVD的预后密切相关。Staszewski等^[30]的研究发现,在脑小血管病患者中,IL-6水平与复发性卒中、其他血管事件及死亡风险显著相关,是预测预后的重要标志物。Wang等^[31]的研究显示,缺血性卒中或短暂性脑缺血发作患者中,IL-6水平升高与蒙特利尔认知评估得分下降风险增加相关,提示IL-6参与卒中后认知功能下降的炎症机制。Ridwan等^[32]的研究指出,蛛网膜下腔出血患者中,IL-6水平升高与继发性血管痉挛性梗死密切相关。此外,脑出血患者入院时IL-6水

平与出血量、周围水肿体积呈正相关,且与出血后不良功能结局相关,但IL-6作为干预靶点的有效性仍需进一步研究^[33]。Aref等^[34]的研究证实,IL-6可作为急性缺血性卒中(尤其是小血管闭塞型)临床结局及复发的预测指标,具有重要临床指导价值。另有研究发现,蛛网膜下腔出血患者鞘内与全身炎症反应的时间模式存在差异,发病第1~4天,脑室及脑脊液中IL-6浓度显著升高,可用于预测继发性并发症风险^[35]。

2.2 IL-8在SCVD中的应用

IL-8主要由多种细胞分泌,核心功能是激活炎症反应及引导炎症细胞迁移,在SCVD的缺血性脑损伤、脑梗死等病理过程中发挥重要作用。SCVD发生后,IL-8表达水平显著升高,其浓度与疾病严重程度及预后密切相关,高水平IL-8可导致大量中性粒细胞浸润,进一步加剧脑

损伤。Kamińska等^[36]的研究发现,未破裂颅内动脉瘤患者脑脊液中IL-8浓度高于血清,提示中枢神经系统可局部合成IL-8,且脑脊液IL-8浓度与动脉瘤大小相关,推测其参与脑动脉瘤的形成与进展,但IL-8对脑动脉瘤的诊断价值尚未得到确切证实。Shaheen等^[37]的研究显示,急性脑梗死患者血清IL-8水平显著升高,且与神经功能缺损程度呈正相关。罗政等^[38]的研究证实,IL-8与合并H型高血压的缺血性脑卒中密切相关,参与疾病发生、发展。戚游^[39]的研究发现,进展型脑梗死患者IL-8表达水平显著升高,且与梗死严重程度呈正相关,提示IL-8可反映脑梗死进展情况。Gu等^[40]的研究证实,脑出血患者脑脊液中IL-8水平与格拉斯哥昏迷量表评分呈负相关,出院后6个月预后较差的患者,入院时脑脊液IL-8水平显著高于预后良好者,提示IL-8可用于评估脑出血患者损伤严重程度及预后。

2.3 IL-6、IL-8与ICP升高的内在关联

IL-6、IL-8与ICP升高之间存在密切的相互作用,共同参与SCVD的病理生理恶性循环:SCVD发生后,脑缺血缺氧、血管内皮损伤激活炎症反应,导致IL-6、IL-8大量释放;高浓度IL-6、IL-8可降解血脑屏障(blood-brain barrier, BBB)紧密连接蛋白,增加BBB通透性,引发血管源性脑水肿^[41-42];脑水肿导致颅内容积增加,进而引发ICP升高;持续升高的ICP会进一步加重脑灌注不足,加剧脑缺血缺氧,激活更强烈的炎症反应,导致IL-6、IL-8浓度进一步升高,形成恶性循环,最终加重神经功能损伤。此外,IL-6、IL-8还可通过调节炎症细胞浸润,促进炎症介质释放,间接影响脑组织代谢及脑脊液循环,进一步促使ICP升高。例如IL-6可促进星形胶质细胞活化,导致胶质源性水肿,增加颅内容积;IL-8可引导中性粒细胞浸润脑组织,释放蛋白酶等炎症介质,破坏脑组织结构,加剧脑水肿和ICP升高。明确二者与ICP升高的内在关联,可为SCVD的MMM及个体化治疗提供理论依据:通过联合监测IL-6、IL-8浓度与ICP变化,可更全面评估病情进展,及时干预炎症反应和ICP升高,打破恶性循环,改善患者预后。

3 FVEP、ONSD与IL-6、IL-8联合应用的潜在价值及研究不足

SCVD的MMM核心是通过多维度指标整合,全面评估患者病理生理状态,提高预后预测的准确性和临床治疗的针对性。FVEP、ONSD作为无创ICP监测手段,可动态反映ICP变化及脑灌注状态;IL-6、IL-8作为炎症反应的核心指标,可反映疾病炎症程度及继发性脑损伤风险,四者从不同角度反映SCVD患者病情,具有机制互补性,联合应用具有重要的临床潜在价值。

3.1 联合应用的机制互补性与临床价值

四者的机制互补性主要体现在:FVEP、ONSD聚焦于

ICP监测,可及时发现ICP升高及脑疝风险,为降低ICP的治疗提供依据;IL-6、IL-8聚焦于炎症反应监测,可反映炎症激活程度及继发性脑损伤风险,为抗炎治疗提供指导。两方面结合可实现“ICP监测+炎症监测”的双重覆盖,更全面地评估SCVD患者的病理生理状态,例如当FVEP提示ICP升高、ONSD增粗时,若同时检测到IL-6、IL-8浓度显著升高,提示患者存在严重炎症反应和脑水肿,须同时采取降颅压、抗炎治疗,避免病情进一步恶化;反之,若ICP监测正常但IL-6、IL-8浓度持续升高,提示可能存在隐匿性炎症反应,须及时干预以预防ICP升高及继发性脑损伤。从临床应用来看,四者联合应用可提高SCVD预后预测的准确性:单一指标的预测效能有限,而联合FVEP、ONSD及IL-6、IL-8,可从ICP、炎症两个核心维度构建预后预测模型,更精准地评估患者不良预后风险。此外,联合监测可减少单一监测手段的局限性,例如对于视觉功能障碍无法采用FVEP监测的患者,可通过ONSD联合IL-6、IL-8监测,仍能全面评估病情;对于ICP监测不明确的患者,可结合IL-6、IL-8浓度变化,辅助判断病情进展。

3.2 当前研究存在的不足

尽管四者联合应用具有显著的潜在价值,但目前相关研究仍存在诸多不足,尚未形成成熟的临床应用方案:第一,现有研究多单独探讨某一指标的应用价值,对四者联合应用的研究极为有限,且多为小样本回顾性分析,缺乏大样本、多中心、前瞻性研究验证,统计效能及外部验证不足,难以推广应用。第二,目前尚无高质量证据支持将四者联合用于SCVD预后预测模型的构建,对联合监测的临界值、监测频率、结果解读等缺乏统一标准,临床应用缺乏规范指导。第三,对四者之间的内在调控机制研究不够深入,尤其是IL-6、IL-8影响ICP变化的具体分子机制,以及FVEP、ONSD与炎症因子之间的协同调控关系,仍需进一步探索。需强调的是,目前FVEP、ONSD仍为ICP监测的辅助手段,IL-6、IL-8仅为预后预测的参考指标,其联合应用仍处于探索阶段,不能替代现有临床标准监测手段。

4 总结与展望

在SCVD的MMM体系中,FVEP、ONSD作为无创ICP监测手段,可有效弥补有创监测的局限性,动态反映ICP变化及脑灌注状态,为降颅压治疗提供参考;IL-6、IL-8作为炎症反应的核心指标,可反映疾病的严重程度及继发性脑损伤风险,为抗炎治疗提供指导。四者之间存在密切的内在关联,具有机制互补性,联合应用有望提高SCVD病情评估及预后预测的准确性,为个体化治疗提供更全面的依据。

当前,FVEP、ONSD及IL-6、IL-8在SCVD中的应用仍存在诸多不足,未来研究需聚焦于以下方向:一是开展大样本、多中心、前瞻性研究,验证四者联合应用的临床价

值,建立统一的监测标准和预后预测模型;二是深入探索四者之间的内在调控机制,明确IL-6、IL-8影响ICP变化的具体分子路径,为临床干预提供新的靶点;三是优化无创监测技术,提高FVEP、ONSD的监测精准度,扩大其适用范围;四是加强MMM数据的整合分析,实现ICP监测与炎症监测的有机结合,进一步提升SCVD临床救治水平。

综上所述,FVEP、ONSD、IL-6、IL-8在SCVD的临床监测中均具有重要的应用价值,其联合应用可完善SCVD的MMM体系,为病情评估、治疗指导及预后预测提供更全面的参考,但目前仍需更多高质量研究验证其临床有效性,推动其在SCVD临床实践中的规范化应用。

参 考 文 献

- [1] 吴丽丽. 重症脑血管病患者死亡的危险因素分析[J]. 智慧健康, 2019, 5(35): 83-84.
- [2] 刘敏,方向华. 脑卒中后残疾的研究进展[J]. 中华流行病学杂志, 2013, 34(11): 1146-1150.
- [3] 王陇德,刘建民,杨弋,等. 我国脑卒中防治仍面临巨大挑战:《中国脑卒中防治报告2018》概要[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(2): 105-119.
- [4] FENG JF, VAN VEEN E, YANG C, et al. Comparison of care system and treatment approaches for patients with traumatic brain injury in China versus Europe: a CENTER - TBI survey study[J]. J Neurotrauma, 2020, 37(16): 1806-1817.
- [5] KIENINGER M, MEICHELBOCK K, BELE S, et al. Brain multimodality monitoring in patients suffering from acute aneurysmal subarachnoid hemorrhage: clinical value and complications[J]. J Integr Neurosci, 2021, 20(3): 703-710.
- [6] HONDA M, ICHIBAYASHI R, SUZUKI G, et al. Consideration of the intracranial pressure threshold value for the initiation of traumatic brain injury treatment: a xenon CT and perfusion CT study[J]. Neurocrit Care, 2017, 27(3): 308-315.
- [7] 翟德忠,王文学,王建伟,等. 甘油果糖联合甘露醇序贯治疗创伤性脑水肿疗效观察[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2011, 9(7): 826-828.
- [8] BEKAR A, DOÇAN S, ABAŞ F, et al. Risk factors and complications of intracranial pressure monitoring with a fiberoptic device[J]. J Clin Neurosci, 2009, 16(2): 236-240.
- [9] 郭栋泽,樊星,马佳佳,等. 闪光视觉诱发电位方法学分析及其在鞍区肿瘤术中监测的初步应用[J]. 中华神经外科杂志, 2020, 36(3): 248-252.
- [10] 靳梅,刘静,耿文锦,等. 脑干听觉诱发电位联合闪光视觉诱发电位对高危儿发育性协调障碍的诊断价值[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(11): 1026-1028.
- [11] 麦以成,么宪伟,李艳丽,等. 闪光视觉诱发电位监测大面积脑梗死所致脑水肿的临床研究[J]. 中国康复理论与实践, 2006, 12(4): 280-281.
- [12] 高明霞,黄国权,李仲展,等. 实时、持续无创颅内压监测在高血压脑出血治疗中的应用价值[J]. 中国医学创新, 2018, 15(3): 24-27.
- [13] 常红恩,安红伟,戴萌. 闪光视觉诱发电位对危重脑血管病的评估研究[J]. 中国急救医学, 2014, 34(1): 90-93.
- [14] 代垠,田小波,任光阳. 闪光视觉诱发电位技术监测颅内压85例[J]. 中国药业, 2010, 19(5): 55-56.
- [15] CHAYASIRISOBHON S, GURBANI S, CHAI EE, et al. Evaluation of maturation and function of visual pathways in neonates: role of flash visual-evoked potentials revisited[J]. Clin EEG Neurosci, 2012, 43(1): 18-22.
- [16] BEYAZ SG, KAYA B, ULGEN AM, et al. Evaluation of increased intracranial pressure with the optic nerve sheath diameter by ultrasound in epiduroscopic neural laser discectomy procedures[J]. Pain Physician, 2021, 24(5): E595-E600.
- [17] 杜洁,邓岩军,何晓昕,等. 视神经鞘直径与眼球横径比值评估颅脑损伤患者颅内压的价值:超声法确定[J]. 中华麻醉学杂志, 2018, 38(11): 1369-1371.
- [18] 田兵,周福波,王丽娟,等. 2024年视神经鞘直径超声成像和测量国际共识解读[J]. 中国卒中杂志, 2025, 20(4): 470-478.
- [19] WANG LJ, CHEN HX, CHEN Y, et al. Optic nerve sheath diameter ultrasonography for elevated intracranial pressure detection[J]. Ann Clin Transl Neurol, 2020, 7(5): 865-868.
- [20] WANG LJ, FENG LS, YAO Y, et al. Optimal optic nerve sheath diameter threshold for the identification of elevated opening pressure on lumbar puncture in a Chinese population[J]. PLoS One, 2015, 10(2): e0117939.
- [21] 吴国柱,王亮亮,钱贝丽,等. 视神经鞘直径与脑出血患者颅内压变化的关系[J]. 国实用神经疾病杂志, 2023, 26(7): 819-823.
- [22] 李琦,任永凤,王洲,等. 经颅多普勒超声及超声测量视神经鞘直径在颅脑损伤患者颅内压增高中的应用价值[J]. 中国医疗设备, 2024, 39(2): 148-153.
- [23] 王莹莹,阮正上,王艳,等. 视神经鞘直径与颅脑外伤术后颅内压增高的相关性研究[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2020, 41(2): 152-157.
- [24] LEGROS V, LEFOUR S, BARD M, et al. Optic nerve and perioptic sheath diameter (ONSD), eyeball transverse diameter (ETD) and ONSD/ETD ratio on MRI in large middle cerebral artery infarcts: a case-control study[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2021, 30(3): 105500.
- [25] 王静,王诗波,张焯. 床旁超声测量眼球横径与视神经鞘直径对脑出血患者预后的诊断价值[J]. 生物医学工程与临床, 2023, 27(4): 442-446.
- [26] Shi K, Tian DC, Li ZG, et al. Global brain inflammation in stroke. Lancet Neurol, 2019, 18(11): 1058-1066.
- [27] 贾松,吴萍,何英超,等. 超声测量视神经鞘直径联合闪光视觉诱发电位监测颅脑损伤患者颅内压的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2023, 25(8): 645-649.
- [28] STOCCHETTI N, LE ROUX P, VESPA P, et al. Clinical review: neuromonitoring — an update[J]. Crit Care, 2013, 17(1): 201.
- [29] 罗显荣,伍伟玲,程涛,等. 高血压脑出血患者血清IL-2、IL-6和IL-16变化及意义[J]. 中国临床神经科学, 2004, 12(3): 309-310.

- [30] STASZEWSKI J, SKROBOWSKA E, PIUSIŃSKA-MACOCH R, et al. IL-1 α and IL-6 predict vascular events or death in patients with cerebral small vessel disease - data from the SHEF-CSVD study[J]. *Adv Med Sci*, 2019, 64(2): 258-266.
- [31] WANG Y, LI JJ, PAN YS, et al. Interleukin-6 as predictor of one-year cognitive function after ischemic stroke or TIA[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2022, 18: 391-399.
- [32] RIDWAN S, GROTE A, SIMON M. Interleukin 6 in cerebrospinal fluid is a biomarker for delayed cerebral ischemia (DCI) related infarctions after aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 12.
- [33] HAGEN M, SEMBILL JA, SPRÜGEL MI, et al. Systemic inflammatory response syndrome and long-term outcome after intracerebral hemorrhage[J]. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*, 2019, 6(5): e588.
- [34] AREF HMA, FAHMY NA, KHALIL SH, et al. Role of interleukin - 6 in ischemic stroke outcome[J]. *Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg*, 2020, 56(1): 12.
- [35] VLACHOGIANNIS P, HILLERED L, KHALIL F, et al. Interleukin - 6 levels in cerebrospinal fluid and plasma in patients with severe spontaneous subarachnoid hemorrhage[J]. *World Neurosurg*, 2019, 122: e612-e618.
- [36] KAMIŃSKA J, LYSON T, CHRZANOWSKI R, et al. Ratio of IL-8 in CSF versus serum is elevated in patients with unruptured brain aneurysm[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(6): 1761.
- [37] SHAHEEN HA, DAKER LI, ABBASS MM, et al. The relationship between the severity of disability and serum IL-8 in acute ischemic stroke patients[J]. *Egypt J Neurol Psychiatry Neurosurg*, 2018, 54(1): 26.
- [38] 罗政,陈鹏,谷玉平,等. IL-6、IL-8、Lp-PLA2对H型高血压合并缺血性脑卒中临床意义探讨[J]. *中风与神经疾病杂志*, 2016, 33(7): 613-615.
- [39] 戚游. 血浆炎性因子差异与进展型脑梗死关联性的研究[D]. 合肥:安徽医科大学, 2018.
- [40] GU TY, PAN JY, CHEN L, et al. Association of inflammatory cytokines expression in cerebrospinal fluid with the severity and prognosis of spontaneous intracerebral hemorrhage[J]. *BMC Neurol*, 2024, 24(1): 7.
- [41] 贾凯翔,曹蕊蕊,方仁东. 炎症小体在机体血脑屏障损伤中的作用机制研究进展[J]. *微生物学报*, 2022, 62(12): 4798-4810.
- [42] ZHAO B, YIN QY, FEI YX, et al. Research progress of mechanisms for tight junction damage on blood-brain barrier inflammation[J]. *Arch Physiol Biochem*, 2022, 128(6): 1579 - 1590.

责任编辑:龚学民