

动态检验指标监测在 ACOP 迟发性脑病睡眠障碍中西医协同干预路径调整中的应用研究

刘磊 张越超*

(吉林市化工医院 职业病中毒科 132021)

【摘要】从临床检验医学和睡眠神经病理生理学的交叉视角出发,探讨动态检验指标监测在中西医协同干预路径调整中的理论支撑作用。首先解析DEACMP睡眠障碍的病理生理本质,明确其与神经炎症、氧化应激和脑网络功能重构的内在关联。继而论证在中西医协同干预框架下的路径调整逻辑,提出检验指标动态变化作为路径决策节点的核心依据。在此基础上构建基于检验指标时序监测的分层路径调整模型,包括基线分层触发、节点拐点判定和反馈回路优化三个核心环节。最后讨论该模型在理论层面面临的路径滞后性、指标特异性和动态质控可行性等边界问题。

【关键词】急性一氧化碳中毒迟发性脑病;睡眠障碍;动态检验监测;神经炎症标志物;时序质控

Application Research on Dynamic Laboratory Parameter Monitoring in Adjusting the Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Intervention Pathway for Sleep Disorders in ACOP Delayed Encephalopathy

Liu Lei Zhang Yuechao*

(Department of Occupational Poisoning, Jilin Chemical Hospital 132021)

[Abstract] From an interdisciplinary perspective combining clinical laboratory medicine and sleep neurophysiopathology, this study explores the theoretical underpinnings of dynamic laboratory parameter monitoring in adjusting integrated traditional Chinese and Western medicine intervention pathways. First, it elucidates the pathophysiological mechanisms of DEACMP-related sleep disorders, highlighting their intrinsic links to neuroinflammation, oxidative stress, and brain network functional remodeling. Subsequently, it demonstrates the rationale for pathway adjustment within the framework of integrated TCM-Western medicine interventions, proposing that dynamic changes in laboratory parameters serve as the core basis for pathway decision-making. Building upon this, a hierarchical pathway adjustment model based on temporal monitoring of laboratory parameters is developed, comprising three key components: baseline-level triggering, node inflection point identification, and feedback loop optimization. Finally, the study discusses potential theoretical limitations of this model, including pathway lag effects, indicator specificity challenges, and feasibility of dynamic quality control.

[Key words] Acute carbon monoxide poisoning; Delayed encephalopathy; Sleep disorders; Dynamic monitoring; Neuroinflammatory markers; Temporal quality control

引言

急性一氧化碳中毒迟发性脑病 DEACMP 睡眠障碍的干预面临一个核心困境:治疗方案的调整时机和调整方向缺乏客观化的决策依据。DEACMP 患者通常经历 2 至 60 天的“假愈期”,在此期间睡眠紊乱可能已悄然发生但尚未引起足够重视。常规的睡眠评估工具无法提供高频次的治疗反馈,而中西医协同干预本身包含中药辨证论治、针刺调节、高压氧治疗等多种手段的复合结构,路径复杂度高,调整的个体化需求尤为突出。近年来逐步积累的证据表明,血清神经丝轻链(NFL)、系统性炎症反应指数(SIRI)、脂蛋白相关磷脂酶 A2(Lp-PLA2)等检验指标与 DEACMP 的发生和演进存

在显著关联^[1-3]。然而,这些指标的诊断价值尚未被转化为干预路径调整的动态决策工具。本文尝试回答的核心问题:检验指标的动态变化能否以及如何为 DEACMP 睡眠障碍的中西医协同干预提供路径调整的决策支撑。

1 DEACMP 睡眠障碍的病理生理基础与动态检验监测的靶点定位

1.1 DEACMP 睡眠障碍的病理生理本质

从脑功能网络的角度审视,DEACMP 神经损伤的本质是脑功能网络连接的动态重构与拓扑属性的异常变异^[4]。DEACMP 患者存在两种特征性的动态功能连接状态,其中

一种状态呈现广泛的多脑网络间动态交互异常,且该状态的平均停留时间与认知功能评分呈显著负相关。这一发现的关键意义在于:它揭示了 DEACMP 的损伤模式并非静态的、局灶性的结构损害,而表现为脑网络动态灵活性的持续受损。默认模式网络内部及其与视觉网络、语言网络之间的功能连接普遍减弱,而某些特定网络之间代偿性增强,形成了功能失调与神经补偿并存的病理状态。

将这一认识延伸至睡眠调控系统,DEACMP 所致的睡眠障碍便获得了更清晰的定位——睡眠障碍不是孤立的“症状”,而是弥漫性脑网络功能紊乱在睡眠轴上的特异性表现。神经炎症通路在 DEACMP 病理演进中扮演了核心角色,涉及缺血缺氧、免疫炎症损伤、自由基氧化和神经递质紊乱等多重过程的叠加。这些过程在分子层面上具有可检测性,为通过动态检验指标捕捉病理演进提供了理论基础。

1.2 动态检验监测的关键靶标

基于对 DEACMP 病理机制的理解,动态检验监测的靶点应分布于神经损伤程度、神经炎症活性和氧化应激状态三个维度。

在神经损伤维度,血清 NFL 水平是轴突损伤的直接标志物。NFL 的动态变化能够直接反映治疗过程中轴突损伤的修复或进展趋势。

在神经炎症维度,系统性炎症反应指数 SIRI 结合血清 Lp-PLA2 水平与 DEACMP 的发生密切相关,两者的联合检测可用于 DEACMP 的早期风险分层。炎症指标的时序变化可能先于临床症状的改善或恶化,这使其成为路径调整的潜在预警信号。

在氧化应激与代谢维度,早期动脉血乳酸 Lac 与血清神经元特异性烯醇化酶 NSE 的联合检测对 DEACMP 发病具有预测价值。同时,外泌体作为反映中枢神经系统病理状态的“液态活检”样本,其中包含的 miRNA 和蛋白质变化可能为 DEACMP 提供新型动态监测靶标。这些标志物的变化速率、转折点及方向性构成了路径调整的潜在信息基础。

2 中西医协同干预 DEACMP 睡眠障碍的路径调整逻辑

2.1 中西医协同干预的结构特征

DEACMP 的中西医协同干预通常包含中药辨证治疗、针刺神经调控、高压氧治疗和基础神经保护药物治疗等多个维度。这种复合干预模式的优势在于多靶点覆盖,但其路径调整的复杂度也相应增加。

中西协同干预的内在逻辑体现在两个层面的互补:在治疗目标层面,中药倾向于整体调节气血阴阳状态,针刺侧重于特定脑功能环路的调控,高压氧则提供直接的氧代谢支

持;在决策逻辑层面,中药调整主要依赖中医辨证体系的证候演变判断,而高压氧和神经保护药物的调整更多依据神经功能评估和影像学信息。两种决策逻辑在时间频率上不同步,在信息基础上不重合,形成了路径调整的“双轨运行”局面。这种局面若缺乏客观的衔接桥梁,容易导致治疗方案的惯性维持或随意切换。

2.2 路径调整的决策节点与信息需求

路径调整的核心问题可提炼为三个决策节点:何时需要调整、向哪个方向调整、调整后的效果如何验证。

第一个决策节点,即调整时机的判定,要求临床决策者能够识别以下情况:当前干预方案已进入平台期、病情出现恶化转折、或者出现了可干预的新病理过程。第二个决策节点,即调整方向的确定,要求在增补或调整不同治疗手段之间做出选择。第三个决策节点,即效果验证,要求在调整后足够短的时间内获得反馈信息以确认调整的有效性或启动后续修正。

这三个节点所需的信息在性质上存在一致特征:它们都需要时序上的纵向比较数据,而不仅仅是一次性的横断面检测。影像学检查受限于频次和经济成本,难以高频采样;临床症状评估存在滞后性和一定的主观判断偏差。因此,在成本可接受、采样频次可以较高的检验指标中寻找可信的动态信息源,就成为路径调整信息支撑体系建设的可行方向。

3 动态检验指标监测驱动的路径调整模型构建

3.1 模型框架概述

基于前述分析,本文提出一个三阶递进的分析框架:两条核心转化路径、四种监测指标类型、四个决策触发条件。

两条核心转化路径是指检验指标变化向临床决策信号的转化路径,以及临床决策向路径调整指令的转化路径。四种监测指标类型包括:结构损伤型指标、神经炎症型指标、氧化代谢型指标和功能补偿型指标。四个决策触发条件包括上升阈值触发、下降阈值触发、速率变异触发和逆转方向触发。这一框架的中心思想是将检验指标的动态变化规律转化为具有明确临床判读意义的决策节点信号。

3.2 动态监测的分层策略

动态监测体系应按照时间分辨率分为三个层次。

基础层采用较低频率的定期监测,以评估疾病的整体演进趋势和干预方案的宏观效果。核心层采用中等频率的节点监测,部署于路径的关键转折点预期发生的时间窗口附近,以捕获重要的病理状态变化。警戒层则采用高频监测,当某项关键指标偏离预设安全范围或者有研究提示该指标可能存在快速演变趋势时启动。

不同层次的监测对应不同的检验指标组合。基础层可覆盖 NFL 和 SIRT 等反映整体损伤负荷和炎症背景的指标；核心层增加 NSE、Lp-PLA2 等指向性较明确的指标；警戒层引入脑损伤相关的早期应答指标和外泌体中特定 miRNA。各层次之间采用嵌套结构设计，即警戒层的异常发现可能触发核心层和基础层的重新评估，形成信息流的多向联动。

3.3 调整触发规则

路径调整的规则需要以量化方式设定触发条件，以减少主观判断偏差并提高不同临床决策者之间的一致性。

上升阈值的逻辑是：当某项代表神经损伤或炎症活动的指标在连续两次监测中持续上升，且累计增幅超过预设百分比时，提示当前干预方案的效果不足，应考虑强化治疗。下降阈值的逻辑与之对称：当指标已降至安全范围以下并保持稳定，提示病理过程已得到控制，可考虑逐步减少干预强度或转入维持阶段。

速率变异触发是一个更具临床灵敏性的条件：当指标在单位时间内的变化速率出现显著改变——不论方向——都可能提示病理演进发生了质性转变，需要重新评估干预方案。逆转方向触发发生在指标趋势方向与预期治疗效应相反时，提示调整方向错误或出现了新的病理因素，需要紧急复审。

3.4 基于路径调整的信息反馈回路

动态检验指标体系驱动路径调整的完整循环包含五个环节：基线测定、时序采样、趋势判定、调整决策、效果验证。基线测定定位于 DEACMP 确诊初期或干预路径启动时，建立各关键指标的个体化基准值。时序采样依据分层策略的预设频率执行，每次采样均附带对应的质量保证记录以供临床医生判断数据可信度。趋势判定通过对序列数据的比较分析实现，识别关键节点处是否满足调整触发条件。调整决策根据趋势判定结论和临床综合评估结果作出路径调整指令。效果验证则是在调整执行后在预设时间窗口内再次采样，对比指标变化方向与预期是否一致，形成闭环反馈。

参考文献：

- [1]吴丽珠,龙友明,邓雁秀,等.血清神经丝轻链在神经系统退行性疾病中的应用研究[J].临床医学研究与实践,2025,10(16):191-194.
 - [2]崔明,刘珊珊,逮瑞,等.系统性炎症标志物与认知衰退的相关性研究[J].中国实用神经疾病杂志,2026,29(3):283-287.
 - [3]任宝龙,焦爱菊,朱若兰,等.脂蛋白相关磷脂酶 A2 联合 MRI 总负荷评分对脑小血管病患者认知障碍的预测价值[J].天津医药,2026,54(3):245-248.
 - [4]曾皎,张晓莉,顾家鹏,等.LRCH1 基因多态性与急性一氧化碳中毒后迟发性脑病的关系[J].临床心身疾病杂志,2026,32(2):6-12.
- 基金项目：吉林省科技发展计划项目【编号：242740SF0102127642】。中国中医药信息学会科研项目睡眠障碍中西医协同临床优化路径与特色技术研究课题【编号：SM-2025-001，SMFH-26-16】。

这一回路的核心设计理念在于避免路径调整的“一次性”特征，强调干预本身也是一个动态的持续优化过程，检验指标的动态监测为这一过程提供了持续的信息输入。

4 模型应用的理论边界与面临的挑战

上述模型在理论层面具有内在的可行性，但在实际应用层面面临几个不可回避的边界条件。

第一，指标变化的时序滞后性。检验指标反映的是已经发生的分子病理事件。其治疗反应的指示作用存在一定的滞后窗口。如何确定不同指标的最优采样的时间间隔是一个需要进一步研究的开放问题。

第二，指标与睡眠障碍的特异性关联问题。目前直接关联检验指标与 DEACMP 睡眠障碍本身的研究积累有限。多数研究关注的是 DEACMP 整体的预后预测，而非睡眠症状的独立评估。将目前的检验指标数据外推至睡眠障碍的路径调整，存在指标特异性不足的前提性制约。

第三，中西医协同干预中指标判读的跨体系一致性。中药干预和针刺治疗对检验指标的影响方向和影响幅度尚缺乏系统研究，同一个检验指标的上升在中药辨证体系中可能对应“正气抗邪”的积极信号，在西医体系中却可能提示炎症活动加剧。这种跨体系的不一致性可能削弱检验信息的决策参考价值。

第四，动态检验数据质量控制的连续性保证。时序监测的有效性高度依赖于不同时间点数据之间的纵向可比性。任何质控环节的中断或变异都将削弱甚至颠覆趋势判定的可靠性。这一苛刻的前提条件在实际环境中未必总能满足。

尽管存在上述限制，动态检验指标监测作为路径调整的信息支撑手段在理论层面上具有明确的价值。其核心贡献不是替代临床综合判断，而是为路径调整提供一个额外的、客观化的信息维度，使决策建立在更为充分的信息基础之上。