医学检验科在 ACOP 迟发性脑病睡眠障碍中西医结合临床路径中的检验流程优化策略

刘爽　张越超*

（吉林市化工医院 职业病中毒科　132021）

【摘　要】从检验医学视角出发，提出以神经元特异性烯醇化酶（NSE）、S100β蛋白、一氧化氮合酶异构体及系统性炎症指标为核心的三层检验指标体系，设计基于“假愈期识别、脑损伤量化、疗效动态反馈”三个关键节点的联动采样方案，引入精益管理与PDCA循环法重构检验路径，形成检验科介入型协同路径范式。本策略旨在将检验科从被动检测者转变为路径中主动的决策支撑节点。

【关键词】一氧化碳中毒迟发性脑病；睡眠障碍；检验流程优化；中西医协同；关键检验节点

Optimization Strategies for Laboratory Testing Procedures within the Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Clinical Pathway for ACOP Delayed Encephalopathy with Sleep Disorders

Liu Shuang　Zhang Yuechao*

（Department of Occupational Diseases and Poisoning, Jilin Chemical Hospital　132021）

[Abstract] From the perspective of laboratory medicine, this study proposes a three-tier laboratory indicator system centered on neuron-specific enolase (NSE), S100β protein, nitric oxide synthase isoforms, and systemic inflammatory markers; designs a coordinated sampling scheme based on three key nodes— "pseudo-recovery period identification," "brain injury quantification," and "dynamic efficacy feedback"; introduces lean management principles and the PDCA cycle to restructure the laboratory testing pathway; and establishes an intervention-oriented collaborative pathway paradigm for the laboratory department. This strategy aims to transform the laboratory department from a passive detector into an active decision-support node within the clinical pathway.

[Key words] Carbon monoxide poisoning-induced delayed encephalopathy; Sleep disorders; Laboratory workflow optimization; Integrated traditional Chinese and Western medicine approach; Key laboratory testing nodes

引言

DEACMP 是指 ACOP 患者意识障碍恢复后，经过数天至数周的“假愈期”，再次出现以痴呆、精神症状及锥体外系障碍为主要表现的神经系统并发症，其发生率约为 10%至 40%[1-2]。睡眠障碍是 DEACMP 最常见且最早出现的伴随症状之一，其病理基础涉及皮层下白质脱髓鞘、基底节损伤及海马神经元变性坏死，而非单纯的心理应激反应。医学检验科在 DEACMP 的诊断、分层与疗效评估中具有不可替代的作用，血清 NSE、S100β、炎症因子及氧化应激指标可为脑损伤程度和睡眠调控结构的完整性提供客观量化信息[3-4]。在病证结合的中西医协同临床路径中，检验指标是衔接中医“髓海空虚、阴阳失交”辨证体系与西医器质性损伤评估的核心界面[5]。然而，当前检验流程存在标本周转时间控制松散、节点采样与路径决策时点脱节、指标信息未有效对接中医辨证等缺陷。本文尝试从检验科视角重构 DEACMP 睡眠障碍中西医结合临床路径中的检验流程，提出一套以关键检验节点为锚点的优化策略。

1.DEACMP 睡眠障碍检验路径的疾病基础

1.1 DEACMP 神经病理损伤的标志物图谱

1.1.1 神经元与胶质细胞损伤的核心指标

DEACMP 的核心病理是一氧化碳中毒后脑组织的缺血缺氧损伤及再灌注损伤，导致神经元坏死和胶质细胞活化。NSE 是神经元胞质中的糖酵解酶，神经元损伤时释放入血；S100β蛋白主要来源于星形胶质细胞，反映胶质细胞激活与血脑屏障完整性。S-100β在预测一氧化碳中毒后迟发性神经后遗症中的价值已获前瞻性队列研究证实，入院时血清 S-100β≥0.67 μg/L 的敏感度为 100%，特异度为 77.3%。上述证据表明，NSE 与 S100β联合检测可作为 DEACMP 病程判断和早期干预的核心依据。

1.1.2 炎症与氧化应激的协同指标群

DEACMP 的神经损伤并非孤立事件，而是由炎症级联

反应和氧化应激共同驱动的多因素过程。诱导型一氧化氮合酶（iNOS）在 DEACMP 动物模型中持续高表达，且与海马神经元变性坏死呈显著相关性。脂蛋白相关磷脂酶 A2（Lp-PLA2）联合系统性炎症反应指数（SIRI）对 DEACMP 具有预测价值。上述炎症与氧化应激指标与睡眠调控中枢（下丘脑、脑干被盖部及丘脑）的损伤程度具有内在关联。在检验流程设计中，应将 NSE/S100β 作为“核心损伤层”，将 iNOS、Lp-PLA2 等作为“炎症驱动层”，形成分层递进的指标体系。

1.2 睡眠障碍的中西医病理连接及其检验映射

1.2.1 睡眠结构紊乱的客观检测需求

DEACMP 患者睡眠障碍的中枢性决定了其评估难以完全依赖主观量表。有研究指出，睡眠障碍的治疗应基于其疾病本质，了解正常睡眠和睡眠障碍及其生理意义和临床意义。多导睡眠图虽能提供精细的睡眠分期信息，但其在 DEACMP 患者中的推广应用受限于认知障碍程度和设备可及性。检验指标提供了一种替代性的客观评估手段：高水平的 NSE 和 S100β 提示脑白质及基底节区损伤范围广泛，进而预示睡眠调控中枢的受累程度较重；持续性 iNOS 升高则提示炎症相关性氧化应激尚未消退，睡眠结构的碎片化改善概率较低。

1.2.2 病证结合框架下的检验指标中医映射

中西医结合并非中西药简单叠加，而是病证结合的实质性融合。有研究从“中西医结合双重诊断、病证结合或病期证结合的基本框架”角度探讨了中西医有机融合的路径。DEACMP 睡眠障碍的中医核心病机为“髓海空虚，阴阳失交”。检验指标可为此辨证体系提供客观支撑：NSE 与 S100β 的升高可视为“髓损”的微观体现；SIRI、Lp-PLA2 及 iNOS 等炎症指标升高可对应“痰浊瘀血、毒损脑络”的病理层次。检验流程优化的目标之一，即为中西医联合会诊提供可量化、可追溯的指标数据集，使中医辨证从经验判断走向证据驱动。

2.检验流程优化的核心节点策略

2.1 关键节点的筛选与组合设计

2.1.1 三层检验指标体系的构建

本文提出 DEACMP 睡眠障碍检验流程的三层指标体系。第一层为“核心损伤层”，由 NSE 和 S100β 的联合面板构成，用于 DEACMP 的早期识别和严重程度分层。研究显示，DEACMP 患者血清 S100β、NSE 和 GFAP 表达水平均出现明显变化，对病情判断及早期干预具有重要作用。第二层为“炎症驱动层”，包括 iNOS、Lp-PLA2 和 SIRI，用于评估炎症级联反应的活跃程度，指导免疫调节和中医药抗炎活血策略的使用。第三层为“氧化损伤层”，包括丙二醛（MDA）、超氧化物歧化酶（SOD），用于评估自由基损伤程度和抗氧化治疗的效果反馈。三者联合覆盖 DEACMP 病理的三个核心维度，避免了单一指标的信息局限。

2.1.2 节点采样窗口与临床路径时段的匹配

检验流程优化的关键在于采样时间点与临床路径关键决策时点的精准匹配。综合共识建议及检验指标的生物学动态规律，可设定三个关键检验节点。节点 A 设于临床路径入口，即 ACOP 后假愈期早期（首次就诊时），检测核心损伤层全指标+NSE 和 S100β+SIRI，用于风险分层及高压氧治疗适应症决策；节点 B 设于假愈期末（治疗 2 周后），复测第一、二层指标，评估炎症级联是否得到控制，指导中西医治疗方案调整；节点 C 设于疗程中点或终点（治疗 4—6 周），复测全三层指标，判断脑损伤的可逆性趋势及是否存在持续慢性炎症状态，据此决策进入维持期或强化治疗期。该三段式节点布局与检验指标的生物学半衰期（NSE 和 S100β 大约以数天至一周为窗口）形成了时间上的合理对应。

2.2 中西医协同路径中的检验信息对接策略

2.2.1 检验报告的“双语化”标注方案

为使检验信息同时服务于西医诊断和中医辨证，建议在检验报告中设置“中西医协同解读”专栏。该专栏以标准化格式呈现：一是西医栏提供具体检测值和正常参考范围；二是结合 DEACMP 临床分期提示脑损伤风险等级；三是中医栏基于预设的映射规则，提供病机指向（如“NSE 和 S100β 显著升高+炎症指标高→考虑痰瘀毒损脑络证”）。此标注方案不替代中医师的独立辨证，而是作为辨证的辅助依据，提升了检验信息在中西医联合会诊中的可用性。

2.2.2 检验数据驱动的中西医决策转换阈值

路径优化的核心任务是确定检验指标变化到治疗决策转换的定量阈值。在缺乏专门临床研究的情况下，可参考已有证据和经验性阈值设定：以节点 A 至节点 B 间 NSE 下降幅度≥30%（参照 DEACMP 患者 NSE 由急性期至恢复期约 36%的降幅）联合 S100β 下降幅度≥25%作为“治疗应答良好”的标志；若能实现上述降幅，可在维持原方案的同时逐步减少西药用量；若 NSE 下降不足 15%或 S100β 持续高于 5—6 ng/ml，则需启动中西医强化方案（增加高压氧频次、换用或加用中药活血化瘀通络方剂、增加针刺治疗频次）。由于炎性指标 iNOS 的下降规律尚不完全清楚，需积累更多数据。

3.检验流程优化的实施路径与质量管理

3.1 采血流程与标本周转时间的精细化管控

DEACMP 睡眠障碍的中西医协同路径强调“多时点检

验信息闭环”，对检验科的标本采集和报告周转能力提出了更高要求。标本周转时间（TAT）过长将导致检验信息与临床决策时点脱节，降低路径的运行效能。有研究显示，实施 PDCA 循环管理法后，急诊检验项目 TAT 达标率从 78.69% 提升至 92.00%。此方法可直接迁移至 DEACMP 检验流程优化中：针对节点 A（入口快速决策）、节点 B（第 2 周疗效评估）、节点 C（疗程终点评估）分别设定差异化的 TAT 控制目标。

具体而言，为节点 A 设定“优先通道”，要求采血后 2 小时内完成 NSE 和 S100β 快速检测并出具报告，以支持当日高压氧治疗决策和入院风险评估。节点 B 和节点 C 设为常规通道，要求 4 小时内的 TAT 目标。检验科应成立多学科质量改进小组，每月回顾 TAT 达标率与临床路径节点决策的匹配度，使用 PDCA 循环持续优化各环节衔接。精益管理原则（Lean management）和六西格玛方法学也为检验科提供了持续改进的成熟框架，精益六西格玛策略可覆盖检验前、检验中和检验后三个阶段，兼顾质量与效率。

3.2 检验申请单的结构化改造与信息追溯

现行检验申请多采用“套餐式”开具方式，灵活性较差，容易产生非必要检测项目，导致医疗资源浪费和检验信息冗余。针对 DEACMP 睡眠障碍的中西医协同路径，建议设计“路径定制版”结构化检验申请单。该申请单按三个检验节点分层设计，每个节点标注强制检测项（如节点 A 必含 NSE+S100 β +SIRI、节点 B 必含再测 NSE+S100 β +SOD+MDA、节点 C 可含全维度指标）和可选补充检测项。系统还应提供“医嘱原因”字段，供临床医师填写开具目的（初步诊断、疗效评估、中医转归评价等），增强检验信息的临床针对性。

信息技术手段可进一步提升检验流程的效率与可追溯性。实验室信息系统（LIS）与电子病历系统的深度对接可实现检验医嘱的自动化识别和优先分级处理，避免人工转录的错误。此外，系统可设置 TAT 超时自动预警和关键指标异常提醒功能，使检验科工作人员能够主动参与临床路径的管理。

3.3 检验人员的路径角色重构

在传统模式中，检验科被定位为“后端保障部门”，与临床路径的决策过程相对隔绝。在此优化框架下，检验科的角色应从被动的执行者转变为主动的路径设计参与者和信息管理者。检验科应指派一名具备神经专科检验经验的资深检验医师或技师，加入 DEACMP 多学科协作团队。该检验专员负责解读各节点的检验结果、评估结果的有效性（排除因标本处理不当造成的假阳性或假阴性），并向中西医团队提供报告解读建议。当检验结果出现不一致（如临床症状明显好转但 NSE 无明显下降、或 S100β 出现反弹升高）时，检验专员应发起会商，重新审视检验分析和临床评估的互认关系。

4.结语

检验流程的优化是 DEACMP 睡眠障碍中西医协同临床路径从“理念构想”走向“运行落地”的关键环节。本文以检验医学为切入点，构建了一套以 NSE 和 S100β 为核心损伤层、以炎症及氧化指标为辅助层的三层检验指标体系，设计了基于“假愈期识别—疗效动态反馈—疗程终点评估”三个关键节点的联动采样方案，并引入 PDCA 循环法和精益六西格玛管理策略来持续改进检验质量和衔接效率。本策略将检验科的角色从被动的检测端提升为主动的决策支撑节点，为病证结合的中西医协同模式提供了可操作的检验执行框架。需要强调的是，路径中具体的转换阈值（如 30%、25% 的指标变化幅度）目前基于有限的参考数据进行推演，有待临床队列研究的验证与校准。检验指标与中医证型的精确映射关系也有待更多的中西医结合研究予以实证。

参考文献：

[1]杨丹,杨巧丽.高频高压氧联合电刺激对 DEACMP 患者认知功能及脑血流变化的影响[J].工业卫生与职业病,2019,45(4):310-312.
[2]种晓琴,杜佳鑫,李春霞,等.间歇长疗程高压氧联合甲基强的松龙治疗 DEACMP 疗效观察[J].西北国防医学杂志,2016,37(5):334-335.
[3]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.
[4]冯鑫利,扈新妹,常海哲,等.中医治疗一氧化碳中毒迟发性脑病的研究现状[J].中华中医药杂志,2025,40(6):3034-3036.
[5]汪国爱.掀针合七福饮治疗髓海空虚型阿尔茨海默病 33 例[J].浙江中医杂志,2018,53(3):205-205.
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】。