·外科学·

# 心脏术后认知障碍患者血清NFL、S100β及CRP水平变化及其与预后的相关性*

张 斌[1] 刘春意[1] 仝昊坤[1] 仝 坤[2] 王巧妍[2△]

（1徐州新健康医院心脏大血管外科CSICU 江苏 徐州 221007；
2徐州医科大学附属医院麻醉科 江苏 徐州 221000）

**摘要 目的：**分析心脏术后认知障碍患者血清神经丝轻链（NFL）、结合蛋白S100β（S100β）及C反应蛋白（CRP）水平变化，并分析上述指标与患者预后的相关性。**方法：**选取于2022年1月至2025年1月收治的124例心脏疾病手术治疗患者，术后1周对患者采用蒙特利尔认知评估量表（MoCA）展开评价，将MoCA评分＜26分的60例患者分为认知障碍组，将≥26分的64例患者分为非认知障碍组。比较两组一般资料，手术前后血清NFL、S100β及CRP水平变化。采用Logistic回归法分析心脏术后认知障碍发生的影响因素。随后对认知障碍组患者进行4个月术后随访，评估其MoCA分数，将MoCA＜26分患者分为预后不良组，将其余患者分为预后良好组，对比两组NfL、S100β及CRP水平，采用受试者工作特征（ROC）曲线分析血清NFL、S100β及CRP对心脏术后认知障碍患者预后不良的预测价值。**结果：**认知障碍组、非认知障碍组性别、BMI、受教育水平、合并基础疾病（高血压、糖尿病）、疾病类型、ASA分级、术中出血量、术中补液量、体外循环时间比较无明显差异（$P>0.05$），认知障碍组年龄、术中麻醉维持时间、术后无镇痛及苏醒期躁动发生率均高于非认知障碍组（$P<0.05$）；术前两组患者血清NFL、S100β及CRP水平比较无明显差异（$P>0.05$），术后3 d两组血清NFL、S100β及CRP水平均升高，认知障碍组高于非认知障碍组（$P<0.05$）；Logistic回归分析结果显示，年龄、术中麻醉维持时间、苏醒期躁动、术后3 d NFL、S100β、CRP为心脏术后认知障碍的独立影响因素（$P<0.05$）；术后3 d预后良好组、预后不良组血清NFL、S100β及CRP水平均高于术前，且预后不良组术前、术后3 d NFL、S100β及CRP水平均高于预后良好组（$P<0.05$）；以预后不良作为阳性样本，预后良好为阴性样本，绘制ROC曲线，结果显示，手术前后3指标联合预测心脏术后认知障碍预后不良的灵敏度与特异度高于单一指标（$P<0.05$）。**结论：**心脏术后认知障碍患者血清NFL、S100β及CRP水平明显升高，且术后早期NFL、S100β及CRP升高为认知障碍发生的影响因素，通过术前及术后早期检测上述指标可预测心脏术后认知障碍患者预后情况。

**关键词：**神经丝轻链；结合蛋白S100β；C反应蛋白；心脏手术；认知障碍；影响因素；预后
**中图分类号：**R322.11；R654.2 **文献标识码：**A **文章编号：**1673-6273(2025)18-2941-08
DOI: 10.13241/j.cnki.pmb.2025.18.009

* 基金项目：江苏省重点实验室开放课题（XZSYSKF2023029(K.T.)）
作者简介：张斌（1983-），男，本科，副主任医师，主要研究方向：围术期认知障碍和危重患者脏器保护，E-mail: a15862136892@163.com
△ 通讯作者：王巧妍（1983-），女，硕士，副主任医师，主要研究方向：麻醉学与重症医学，E-mail: qiaoyan_0819@sina.com
作者贡献：张斌负责设计研究方案，实施研究过程，文章撰写，文章审核；王巧妍负责试验设计和投稿，提出研究思路，分析试验数据；刘春意负责数据绘制图表；仝昊坤、仝坤负责文献资料收集与整理。
利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突 伦理批号：TJ-IR20180509 知情同意：已披露
引用本文：张斌, 刘春意, 仝昊坤, 等. 心脏术后认知障碍患者血清NFL、S100β及CRP水平变化及其与预后的相关性[J]. 现代生物医学进展, 2025, 25(18): 2941-2948.
（收稿日期：2025-05-15）

# Changes in Serum NFL, S100 β, and CRP Levels in Patients with Cognitive Impairment after Cardiac Surgery and Their Correlation with Prognosis*

*ZHANG Bin[1], LIU Chun-yi[1], TONG Hao-kun[1], TONG Kun[2], WANG Qiao-yan[2△]*

*(1 Department of Cardiovascular Surgery, Cardiac Surgery Intensive Care Unit, Xuzhou New Health Hospital, Xuzhou, Jiangsu, 221007, China; 2 Department of Anesthesiology, The Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu, 221000, China)*

**ABSTRACT Objective:** To analyze the changes in serum levels of neurofilament light chain (NFL), binding protein S100 β (S100 β), and C-reactive protein (CRP) in patients with cognitive impairment after cardiac surgery, and to analyze the correlation between these indicators and patient prognosis. **Methods:** 124 patients with heart disease who underwent surgical treatment from January 2022 to January 2025 were selected. One week after surgery, the patients were evaluated using the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA). 60 patients with MoCA scores < 26 were divided into the cognitive impairment group, and 64 patients with MoCA scores ⩾ 26 were divided into the non cognitive impairment group. Compare the general information of two groups, including changes in serum NFL, S100 β, and CRP levels before and after surgery. Using logistic regression to analyze the influencing factors of cognitive impairment after cardiac surgery. Following a 4-month postoperative follow-up, the cognitive impairment group was assessed using the MoCA score. Patients with a MoCA score < 26 were categorized as having a poor prognosis, while the remaining patients were classified as having a good prognosis. The NfL, S100β, and CRP levels in both groups were compared, and the ROC curve was used to evaluate the predictive value of serum NFL, S100β, and CRP for poor prognosis in patients with postoperative cognitive impairment. **Results:** There was no significant difference in gender, BMI, education level, comorbidities (hypertension, diabetes), disease type, ASA classification, intraoperative blood loss, intraoperative fluid replacement, and cardiopulmonary bypass time between cognitive impairment group and non-cognitive impairment group ($P$>0.05). The cognitive impairment group had a higher incidence of age, anesthesia maintenance time during surgery, no analgesia after operation and agitation during awakening than the non-cognitive impairment group ($P$<0.05); There was no significant difference in the levels of serum NFL, S100 β, and CRP between the two groups of patients before surgery ($P$>0.05). On postoperative day 3, the levels of serum NFL, S100 β, and CRP increased in both groups, with the cognitive impairment group being higher than the non cognitive impairment group ($P$<0.05); Using cognitive impairment (occurrence=1, no occurrence=0) as the dependent variable, logistic regression analysis showed that age, intraoperative anesthesia maintenance time, agitation during the recovery period, postoperative 3-day NFL, S100 β, CRP were independent influencing factors of cognitive impairment after cardiac surgery ($P$<0.05); The serum levels of NFL, S100 β, and CRP in the good prognosis group and poor prognosis group were higher than those before surgery, and the NFL, S100 β, and CRP levels in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group before and after surgery ($P$<0.05); Using poor prognosis as positive samples and good prognosis as negative samples, a ROC curve was plotted. The results showed that the sensitivity and specificity of the combined prediction of three indicators before and after surgery for poor prognosis of cognitive impairment in cardiac surgery were higher than those of a single indicator ($P$<0.05). **Conclusion:** The serum levels of NFL, S100 β, and CRP are significantly elevated in patients with cognitive impairment after cardiac surgery, and the early postoperative elevation of NFL, S100 β, and CRP is a contributing factor to the occurrence of cognitive impairment. Preoperative and early

postoperative detection of these indicators can predict the prognosis of patients with cognitive impairment after cardiac surgery.

**Key words:** Neurofilament light chain; Binding protein S100 β; C-reactive protein; Heart surgery; Cognitive impairment; Influencing factors; Prognosis

## 前言

认知障碍为心脏手术后常见的神经系统并发症，其发生率可达 30%-50%，严重影响患者术后生活质量及长期预后[1]。随着心脏手术技术的进步和围术期管理的优化，术后认知障碍的病理生理机制及早期预测成为当前研究热点。近年来，血清生物标志物因其无创、便捷的特点，在心脏术后认知障碍的早期诊断和预后评估中展现出重要价值[2]。国内外研究表明[3,4]，神经损伤标志物和炎症因子在认知障碍发生发展中起关键作用。神经丝轻链蛋白（Neurofilament light chain protein, NFL）作为轴突损伤的特异性标志物，在阿尔茨海默病等神经退行性疾病中已得到广泛研究，但其在心脏术后认知障碍中的动态变化规律尚不明确[5]。结合蛋白 S100β（Binding protein S100 β, S100β）作为胶质细胞损伤标志物，其术后升高程度与认知功能下降呈正相关，但现有研究多局限于短期观察，缺乏长期随访数据 [6]。C 反应蛋白（C-reactive protein, CRP）作为系统性炎症反应的敏感指标，其与认知障碍的关联性已被多项研究证实，然而关于其预测心脏术后认知障碍预后的临界值尚未达成共识[7]。值得注意的是，目前大多数研究仅关注单一生物标志物，缺乏对多指标联合检测价值的探讨，且对术后不同时间点标志物动态变化的纵向研究较少。本研究创新性地采用纵向研究设计，通过检测心脏手术患者术前及术后早期血清 NFL、S100β 和 CRP 水平，结合 4 个月认知功能随访，系统分析三者动态变化规律及其与心脏术后认知障碍发生发展的相关性，以期为建立心脏术后认知障碍早期预警体系提供新思路。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究为前瞻性研究，选取于 2022 年 1 月至 2025 年 1 月收治的 124 例心脏疾病手术治疗患者，术后 1 周对患者采用蒙特利尔认知评估量表（montreal cognitive assessment, MoCA）展开评价，将 MoCA 评分＜26 分的 60 例患者分为认知障碍组，将≥26 分的 64 例患者分为非认知障碍组。本研究经我院伦理委员会批准（批号：TJ-IR20180509）。

### 1.2 纳排标准

纳入标准：符合心脏疾病手术指征并成功完成手术；年龄为 18 岁以上；临床资料完整，对本研究知情并签署同意书。

排除标准：术前存在中枢神经系统疾病、精神疾病者；中途退出研究或失访患者；术前长期服用影响认知功能的药物者；合并严重肝肾功能障碍者。

### 1.3 方法

（1）分组方法

① 认知障碍分组方法：术后 1 周由专业培训医师采用 MoCA 量表对患者进行认知功能评估，MoCA 包括视空间 / 执行功能、定向力、命名、抽象思维、语言、记忆力、注意力 7 项内容，总分为 30 分，分数越高表示认知功能越好，MoCA 评分＜26 分为认知障碍[8]。并收集所有患者一般资料，包括性别、年龄、体质量指数（body mass index, BMI）、受教育水平、合并基础疾病（高血压、糖尿病）、疾病类型、美国麻醉师协会（American Society of Anesthesiologists, ASA）分级、术中出血量、术中补液量、体外循环时间、术中麻醉维持时间、术后镇痛及苏醒期躁动发生率。② 预后分组方法：对认知障碍组患者术后 4 个月进行门诊复查随访，再次采用 MoCA 量表进行评价，将 MoCA＜26 分的 20 例患者分为预后不良组，将其余患者分为预后良好组。

（2）血清 NFL、S100β 及 CRP 检测方法

分别于术前、术后 3 d 抽取患者空腹静脉血 5 mL，3000 r/min 离心 10 min 分离血清。采用酶联免疫吸附法检测血清 NFL、S100β 水平，免疫比浊法检测血清 CRP 水平，检测步骤严格按说明书操作。

### 1.4 统计学方法

采取统计学软件 SPSS 23.0 对本研究数据进行分析，计数资料进行 $x^2$ 检验；符合正态分布的计量资料采用 t 检验；Logistic 回归分析影响因素；绘制 ROC 曲线计算曲线下面积（Area under the curve, AUC）评

估预测价值;以 $P$<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 认知障碍组、非认知障碍组患者一般资料比较

认知障碍组、非认知障碍组性别、BMI、受教育水平、合并基础疾病(高血压、糖尿病)、疾病类型、ASA分级、术中出血量、术中补液量、体外循环时间比较无明显差异($P$>0.05),认知障碍组年龄、术中麻醉维持时间、术后无镇痛及苏醒期躁动发生率均高于非认知障碍组($P$<0.05),见表 1。

表 1 认知障碍组、非认知障碍组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data of patients in cognitive impairment group and non-cognitive impairment group

| 类别 | 认知障碍组(n=60) | 非认知障碍组(n=64) |
|---|---|---|
| 性别 | | |
| 男性 | 34(56.67%) | 40(62.50%) |
| 女性 | 26(43.33%) | 24(37.50%) |
| 年龄(岁) | 57.30± 4.57* | 51.21± 6.42 |
| BMI(kg/m$^2$) | 22.14± 2.34 | 22.19± 1.29 |
| 受教育水平 | | |
| 初中及以下 | 28(46.67%) | 25(39.06%) |
| 高中及以上 | 32(53.33%) | 39(60.94%) |
| 合并基础疾病 | | |
| 高血压 | 17(28.33%) | 23(35.94%) |
| 糖尿病 | 14(23.33%) | 15(23.44%) |
| 疾病类型 | | |
| 冠心病 | 16(26.67%) | 18(28.13%) |
| 二尖瓣相关疾病 | 34(56.67%) | 39(60.94%) |
| 其他 | 10(16.67%) | 7(10.94%) |
| ASA 分级 | | |
| Ⅰ | 14(23.33%) | 16(25.00%) |
| Ⅱ | 37(61.67%) | 41(64.06%) |
| Ⅲ | 9(15.00%) | 7(10.94%) |
| 麻醉维持时间(min) | 244.24± 31.54* | 231.54± 40.56 |
| 术中出血量(mL) | 313.54± 18.47 | 315.57± 32.68 |
| 术中补液量(mL) | 932.65± 122.70 | 930.11± 106.84 |
| 体外循环时间(min) | 112.76± 15.87 | 113.85± 20.46 |
| 术后镇痛 | | |
| 有 | 21(35.00%)* | 36(56.25%) |
| 无 | 39(65.00%) | 28(43.75%) |
| 苏醒期躁动 | | |
| 有 | 19(31.67%)* | 10(15.63%) |
| 无 | 41(68.33%) | 54(84.37%) |

注:*$P$<0.05,与非认知障碍组比较。

Note: *$P$<0.05, compared with the non-cognitive impairment group.

### 2.2 两组手术前后血清 NFL、S100β 及 CRP 水平变化

术前两组患者血清 NFL、S100β 及 CRP 水平比较无明显差异（$P>0.05$），术后 3 d 两组血清 NFL、S100β 及 CRP 水平均升高，认知障碍组高于非认知障碍组（$P<0.05$），见表 2。

表 2 两组手术前后血清 NFL、S100β 及 CRP 水平变化（$\bar{x}\pm s$）

Table 2 Changes of serum NFL, S100β and CRP levels before and after surgery in two groups ($\bar{x}\pm s$)

| 组别 | NFL(pg/mL) | | S100β(μg/L) | | CRP(mg/L) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后 3 d | 术前 | 术后 3 d | 术前 | 术后 3 d |
| 认知障碍组(n=60) | 10.23± 2.35 | 18.62± 2.54[a]* | 0.18± 0.03 | 0.36± 0.08[a]* | 3.23± 0.56 | 8.62± 2.16[a]* |
| 非认知障碍组(n=64) | 10.11± 1.52 | 14.85± 3.32[a] | 0.16± 0.04 | 0.21± 0.03[a] | 3.26± 0.42 | 5.26± 1.35[a] |

注：*$P<0.05$，与非认知障碍组比较；[a]$P<0.05$，与术前比较。

Note: *$P<0.05$, compared with the non-cognitive impairment group; [a]$P<0.05$, compared with preoperative.

### 2.3 心脏术后认知障碍的影响因素分析

以认知障碍（发生 =1，未发生 =0）为因变量，以将表 1、表 2 中具有统计学差异的指标（年龄、术中麻醉维持时间、术后镇痛、苏醒期躁动、术后 3 d NFL、S100β、CRP）作为自变量纳入 Logistic 回归模型，结果显示，年龄、术中麻醉维持时间、苏醒期躁动、术后 3 d NFL、S100β、CRP 为心脏术后认知障碍的独立影响因素（$P<0.05$），见表 3。

表 3 心脏术后认知障碍的影响因素分析

Table 3 Analysis of factors affecting cognitive impairment after cardiac surgery

| 项目 | b | 标准误 | Wald | $P$ | OR | 95%CI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 年龄 | 0.123 | 0.034 | 16.000 | 0.001 | 1.133 | 1.065~1.214 |
| 术中麻醉维持时间 | 0.056 | 0.017 | 25.000 | 0.001 | 1.054 | 1.033~1.074 |
| 术后镇痛 | -0.992 | 0.562 | 3.115 | 0.078 | 0.371 | 0.123～0.916 |
| 苏醒期躁动 | 1.562 | 0.343 | 20.681 | 0.001 | 4.762 | 2.431~9.334 |
| 术后 3 d NFL | 0.341 | 0.061 | 32.673 | 0.001 | 1.411 | 1.243~1.609 |
| 术后 3 d S100β | 1.232 | 0.255 | 23.041 | 0.001 | 3.427 | 2.112~5.550 |
| 术后 3 d CRP | 0.233 | 0.048 | 33.062 | 0.001 | 1.263 | 1.153~1.387 |

### 2.4 不同预后患者手术前后血清 NFL、S100β 及 CRP 水平变化

术后 3 d 预后良好组、预后不良组血清 NFL、S100β 及 CRP 水平均高于术前，且预后不良组术前、术后 3 d NFL、S100β 及 CRP 水平均高于预后良好组（$P<0.05$），见表 4。

### 2.5 血清 NFL、S100β 及 CRP 对心脏术后认知障碍预后不良的预测价值

以预后不良作为阳性样本，预后良好为阴性样本，绘制 ROC 曲线，结果显示，手术前后 3 指标联合预测心脏术后认知障碍预后不良的灵敏度与特异度为 85.44%、88.29%高于单一指标（$P<0.05$），见表 5。

## 3 讨论

心脏术后认知障碍是心脏手术患者常见且严重的并发症，可导致患者康复延迟、生活质量下降，甚至增加远期死亡率。本研究通过对血清 NFL、S100β 及 CRP 水平变化的分析，探讨其与 POCD 发生及预后的相关性，为临床防治提供理论依据。

本研究通过 Logistic 回归分析确定了年龄、术中麻醉维持时间、苏醒期躁动、术后 3 d 血清 NFL、S100β 及 CRP 水平为心脏术后认知障碍的独立影响因素。随着年龄增长，神经元数量逐渐减少，突触功能减退，神经递质合成与释放能力下降，使得老年患者神经系统的代偿和修复能力减弱[9,10]。同时，老年患者

表 4 不同预后患者手术前后血清 NFL、S100β 及 CRP 水平变化($\bar{x}\pm s$)

Table 4 Changes of serum NFL, S100β and CRP levels before and after surgery in patients with different prognoses ($\bar{x}\pm s$)

| 组别 | NFL(pg/mL) | | S100β(μg/L) | | CRP(mg/L) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后 3 d | 术前 | 术后 3 d | 术前 | 术后 3 d |
| 预后良好组(40 例) | 9.91± 2.15 | 12.32± 2.22[a] | 0.13± 0.03 | 0.19± 0.04[a] | 3.03± 0.36 | 4.62± 1.06[a] |
| 预后不良组(20 例) | 11.40± 1.12 | 21.20± 4.14[a#] | 0.19± 0.05 | 0.38± 0.07[a#] | 3.76± 0.22 | 9.26± 2.35[a#] |
| t | 0.381 | 8.203 | 0.256 | 10.892 | 0.015 | 6.483 |
| *P* | 0.705 | 0.001 | 0.799 | 0.001 | 0.988 | 0.001 |

注：[#]*P*＜0.05，与预后良好组比较；[a]*P*＜0.05，与术前比较。

Note: [#]*P*<0.05, compared with the group with good prognosis; [a]*P*<0.05, compared with preoperative.

表 5 血清 NFL、S100β 及 CRP 对心脏术后认知障碍预后不良的预测价值

Table 5 Predictive value of serum NFL, S100β and CRP for poor prognosis of cognitive impairment after cardiac surgery

| 指标 | AUC | 95%CI | 截断值 | 灵敏度(%) | 特异度(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 术前 NFL | 0.633 | 0.502~0.767 | ＞10.56 pg/mL | 58.32 | 63.37 |
| 术后 3 d NFL | 0.801 | 0.713~0.897 | ＞16.23 pg/mL | 72.15 | 78.45 |
| 术前 S100β | 0.602 | 0.471~0.738 | ＞0.15 μg/L | 53.69 | 60.14 |
| 术后 3 d S100β | 0.787 | 0.692~0.875 | ＞0.30 μg/L | 68.12 | 76.37 |
| 术前 CRP | 0.581 | 0.453~0.717 | ＞3.24 mg/L | 50.85 | 58.47 |
| 术后 3 d CRP | 0.759 | 0.661~0.84 | ＞6.19 mg/L | 65.24 | 73.36 |
| 手术前后 3 指标联合 | 0.922 | 0.863~0.974 | - | 85.44 | 88.29 |

脑血管弹性降低，脑血流自动调节功能受损，在心脏手术过程中，面对血压波动、低氧等不良事件时，更易发生脑缺血 - 再灌注损伤，进而导致认知功能障碍[11,12]。关于术后麻醉维持时间方面，本研究发现，麻醉维持时间越长，可增加心脏术后认知障碍风险。这是因为，长时间麻醉会导致麻醉药物在体内蓄积，干扰神经递质传递，如丙泊酚可抑制 γ- 氨基丁酸（GABA）受体，改变神经元的兴奋性和可塑性[13,14]。此外，长时间麻醉过程中，患者血流动力学不稳定，易出现低血压、低氧血症等情况，影响脑灌注，导致神经元缺氧性损伤，最终增加认知障碍发生风险[15]。究其原因，苏醒期躁动时，患者交感神经兴奋，血压急剧升高、心率加快，可引起脑血管痉挛，导致脑血流灌注异常[16-18]。同时，躁动引发的应激反应会激活炎症细胞，释放大量炎症因子，加重神经炎症反应，损伤神经细胞，从而促进认知障碍的发生[19]。

本研究进一步发现，认知障碍组 NFL、S100β 及 CRP 水平明显升高。在心脏手术中，体外循环过程会导致血液稀释、微栓子形成。微栓子可随血液循环进入脑血管，造成局部脑组织缺血缺氧，导致神经轴突损伤，促使 NFL 释放入血[20,21]。同时，手术引发的全身炎症反应会激活免疫细胞，释放炎症介质，直接损伤神经轴突，破坏其结构完整性，使得更多 NFL 进入血液循环[22]。心脏手术中的缺血 - 再灌注损伤会破坏血脑屏障的完整性，使血脑屏障通透性增加。S100β 蛋白主要存在于神经胶质细胞内，血脑屏障受损后，S100β 蛋白得以释放入血。此外，S100β 蛋白具有神经毒性，高浓度的 S100β 可激活细胞内的凋亡信号通路，诱导神经细胞凋亡，进一步加重脑损伤，导致其血清水平持续升高[23,24]。原因为，心脏手术作为创伤性操作，会激活机体的炎症反应系统，肝脏合成并释放大量 CRP。CRP 可与补体系统结合，激活补体级联反应，产生如 C3a、C5a 等炎症介质，引发炎症细胞浸润。同时，CRP 还能促进白细胞的黏附、迁移和活化，释放氧自由基和细胞因子，损伤脑血管内皮细胞，影响脑血流灌注，最终参与认知障碍的发生发展[25-27]。最后，本研究发现，NFL、S100β 及 CRP 联合可提升心脏术后认知障碍预后不良的预测价值。这是因为，单一指

标只能从某一个角度反映心脏手术对机体的影响，而联合检测多个指标可以更全面地涵盖心脏术后认知障碍发生发展过程中的病理生理变化[28]。NFL 反映神经轴突损伤，S100β 体现脑损伤程度，CRP 代表全身炎症反应，三者联合能够从神经损伤、血脑屏障破坏、炎症反应等多个层面综合评估患者病情[29]。当多个指标同时出现异常升高时，更能准确提示患者处于预后不良的高危状态。这种联合检测的方式弥补了单一指标的局限性，为临床医生早期判断患者预后、制定个性化治疗方案提供了更可靠的依据。

综上所述，心脏术后认知障碍患者血清 NFL、S100β 及 CRP 水平明显升高，且术后早期 NFL、S100β 及 CRP 升高为认知障碍发生的影响因素，通过术前及术后早期检测上述指标可预测心脏术后认知障碍患者预后情况。

## 参 考 文 献(References)


[1] Bhushan S, Li Y, Huang X, et al. Progress of research in postoperative cognitive dysfunction in cardiac surgery patients: A review article[J]. Int J Surg, 2021, 95: 106163.

[2] 黄枭, 张菊霞, 吴安石, 等. 心脏手术后神经认知障碍患者围手术期炎症反应和氧化应激反应变化[J]. 国际麻醉学与复苏杂志, 2022, 43(12): 1259-1263.

[3] Chou YH, Ton That V, Sundman M. A systematic review and meta-analysis of rTMS effects on cognitive enhancement in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease [J]. Neurobiol Aging, 2020, 86: 1-10.

[4] 高艳, 于慧丹, 王文龙, 等. 右美托咪定对心脏术后认知功能障碍及脑红蛋白影响的研究 [Z]. 河北北方学院附属第一医院, 2022.

[5] 伍明超, 万争艳. 血清中 NFL、T-tau、sNRG-1 联合对阿尔茨海默症的诊断价值 [J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(6): 760-763.

[6] 赵轶, 左博, 贾佳, 等. 血清 S100β, NSE, BDNF 水平与帕金森病合并认知功能障碍的相关性[J]. 中国临床医学, 2023, 30(4): 652-657.

[7] 郭小燕, 李月峰, 张利平. 卒中后认知障碍患者粪便钙卫蛋白测定及其与血清炎性因子的相关性 [J]. 江苏大学学报: 医学版, 2023, 33(1): 63-66.

[8] 李浩然, 付胜奇, 邢海英, 等. 三酰甘油葡萄糖指数与动脉硬化性脑小血管病患者情感障碍的相关性研究[J]. 中国脑血管病杂志, 2023, 20(11): 730-739.

[9] Greaves D, Psaltis PJ, Davis DHJ, et al. Risk Factors for Delirium and Cognitive Decline Following Coronary Artery Bypass Grafting Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. J Am Heart Assoc, 2020, 9(22): e017275.

[10] Zhao Q, Liu X, Wan X, et al. Non-pharmacological interventions for cognitive impairment in older adults with heart failure: A systematic review[J]. Geriatr Nurs, 2023, 51: 378-387.

[11] Bhushan S, Huang X, Duan Y, et al. The impact of regional versus general anesthesia on postoperative neurocognitive outcomes in elderly patients undergoing hip fracture surgery: A systematic review and meta-analysis [J]. Int J Surg, 2022, 105: 106854.

[12] Au E, Thangathurai G, Saripella A, et al. Postoperative Outcomes in Elderly Patients Undergoing Cardiac Surgery With Preoperative Cognitive Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis [J]. Anesth Analg, 2023, 136(6): 1016-1028.

[13] Suraarunsumrit P, Srinonprasert V, Kongmalai T, et al. Outcomes associated with postoperative cognitive dysfunction: a systematic review and meta-analysis [J]. Age Ageing, 2024, 53(7): afae160.

[14] Zhang Y, Liu M, He J, et al. Peripheral nerve block and cognitive impairment after thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. Minerva Anestesiol, 2024, 90 (5): 417-426.

[15] Kapoor P, Chen L, Saripella A, et al. Prevalence of preoperative cognitive impairment in older surgical patients: A systematic review and meta-analysis [J]. J Clin Anesth, 2022, 76: 110574.

[16] Bowden T, Hurt CS, Sanders J, et al. Predictors of cognitive dysfunction after cardiac surgery: a systematic review[J]. Eur J Cardiovasc Nurs, 2022, 21(3): 192-204.

[17] Yan Y, Bhushan S, Ding W, et al. Research Progress on Coping Strategies of Cognitive Impairment after Cardiac Surgery: A Systematic Review of Literature [J]. Heart Surg Forum, 2022, 25(1): E118-E123.

[18] Zhao E, Lowres N, Woolaston A, et al. Prevalence and patterns of cognitive impairment in acute coronary syndrome patients: A systematic review[J]. Eur J Prev Cardiol, 2020, 27 (3): 284-293.

[19] Prasitlumkum N, Doyle KS, Ding KR, et al. The impact of cognitive impairment in patients with acute coronary syndrome undergoing percutaneous revascularization: a systematic review and meta-analysis [J]. Coron Artery Dis, 2022, 31(1): e59-e66.

[20] Elias MH, Abdul Hamid N, Maluin SM, et al. Preoperative Protein Profiling Among Postoperative Cognitive

Dysfunction (POCD) Patients Following Open-Heart Surgery: A Systematic Review and Integrated Bioinformatic Analysis [J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(22): 12238.

[21] 张雪卫, 傅强. 脑脊液中β淀粉样蛋白42和神经丝轻链蛋白水平与术后神经认知功能障碍的相关性: 基于90例66～78岁患者 [J]. 南方医科大学学报, 2021, 41(4): 574-578.

[22] Lo HZ, Wee CF, Low CE, et al. Contemporary Incidence of Cognitive Impairment or Dementia in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Dement Geriatr Cogn Disord, 2025, 54(1): 52-66.

[23] Tian LJ, Yuan S, Zhou CH, et al. The Effect of Intraoperative Cerebral Oximetry Monitoring on Postoperative Cognitive Dysfunction and ICU Stay in Adult Patients Undergoing Cardiac Surgery: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 8: 814313.

[24] Woldendorp K, Indja B, Bannon PG, et al. Silent brain infarcts and early cognitive outcomes after transcatheter aortic valve implantation: a systematic review and meta-analysis[J]. Eur Heart J, 2021, 42(10): 1004-1015.

[25] Yan W, Wang T, Wang J, et al. Effects of pulsatile flow on postoperative recovery in adult cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. Heliyon, 2025, 11(1): e41630.

[26] Semrau JS, Motamed M, Ross-White A, et al. Cerebral oximetry and preventing neurological complication post-cardiac surgery: a systematic review [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2021, 59(6): 1144-1154.

[27] Siburian R, Fadillah R, Altobaishat O, et al. Remote ischemic preconditioning and cognitive dysfunction following coronary artery bypass grafting: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Saudi J Anaesth, 2024, 18(2): 187-193.

[28] 闫立会, 刘志飞, 闫建敏, 等. 还原型谷胱甘肽对全麻心脏术后患者脑损伤标志物和认知功能的影响[J]. 中国体外循环杂志, 2023, 21(6): 336-341.

[29] Czok M, Pluta MP, Putowski Z, et al. Postoperative Neurocognitive Disorders in Cardiac Surgery: Investigating the Role of Intraoperative Hypotension. A Systematic Review [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(2): 786.

（上接第 3009 页）

[24] 马群, 李卫阳, 许蒙. 老年重症肺炎并呼吸衰竭患者血清可溶性CD40配体和正五聚体蛋白-3水平变化及临床意义[J]. 新乡医学院学报, 2023, 40(7): 659-663.

[25] 邝向东, 刘畅, 蔡林再, 等. PTX3基因多态性与慢性阻塞性肺疾病曲霉易感性的关联 [J]. 中华医院感染学杂志, 2022, 32(14): 2099-2103.

[26] 宋梦月, 顾彧, 王佳美, 等. 正五聚蛋白3在肺部感染性疾病中的免疫作用及研究进展 [J]. 中华结核和呼吸杂志, 2023, 46(5): 517-520.

[27] Piazza O, Scarpati G, Boccia G, et al. KL-6 in ARDS and COVID-19 Patients [J]. Transl Med UniSa, 2022, 24(2): 12-15.

[28] 马晶, 王英, 龙训辉, 等. 血管生3成素样蛋白4和Ⅱ型肺泡细胞表面抗原-6与急性呼吸窘迫综合征严重程度的关系及对预后的评估效能研究[J]. 现代生物医学进展, 2024, 24(5): 910-914.

[29] 叶楠, 杜泽敏, 高龙飞. 支气管肺发育不良儿童支气管肺泡灌洗液中KL-6、G-CSF及IGF-1表达意义[J]. 临床肺科杂志, 2025, 30(3): 359-365.

[30] d'Alessandro M, Gangi S, Paggi I, et al. Diagnostic Performance of CLEIA Versus FEIA for KL-6 Peripheral and Alveolar Concentrations in Fibrotic Interstitial Lung Diseases: A Multicentre Study [J]. J Clin Lab Anal, 2024, 38(19-20): e25108.

[31] Park HK, Yoon CS, Na YO, et al. Serum KL-6 levels predict the occurrence and severity of treatment-related interstitial lung disease in lung cancer[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 18126.

[32] 宋秉睿, 王建洪, 史丽娜, 等. 血清KL-6、PTX3、HBP水平与老年重症肺炎合并呼吸衰竭患者预后的相关性[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(16): 2380-2384, 2389.