

• 临床研究 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.05.020

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250228.1348.010\(2025-02-28\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.r.20250228.1348.010(2025-02-28))

不同时间点中心静脉血氧饱和度相关指标与先天性心脏病 矫治术后发生低心排血量综合征的相关性分析^{*}

李靖霄¹,蔡运凯¹,雷宾峰¹,卢 苇¹,莫丽勤²,黄卫锋²,吕朝海²,覃柳莹³,蒋经纬¹,周 婷^{2△}
(广西医科大学第一附属医院:1.心胸外科;2.心胸外科重症监护室;3.麻醉科,南宁 530031)

[摘要] **目的** 探讨先天性心脏病(CHD)矫治术后不同时间点中心静脉血氧饱和度(ScvO₂)相关指标与低心排血量综合征(LCOS)发生的相关性。**方法** 选取 2021 年 7 月 1 日至 2024 年 7 月 1 日该院行 CHD 矫治术的 73 例患儿作为研究对象。收集患儿的临床资料、术前情况、术后情况,监测患儿不同时间点(术后第 1、6、12、24 小时)的 ScvO₂ 和动脉乳酸(Lac)水平,计算不同时间点的 ScvO₂/Lac 和不同时间段的 ScvO₂ 改变率。分析 ScvO₂ 相关指标与 CHD 矫治术后发生 LCOS 的相关性。**结果** 术后第 6 小时 ScvO₂、术后第 12 小时 ScvO₂、术后第 12 小时 ScvO₂/Lac、术后第 1~24 小时 ScvO₂ 改变率、术后第 6~12 小时 ScvO₂ 改变率、术后第 12~24 小时 ScvO₂ 改变率是 CHD 矫治术后发生 LCOS 的独立影响因素($P<0.05$)。术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 与 CHD 矫治术后发生 LCOS 存在负相关($r=-0.543, -0.523, P<0.05$)。术后第 12 小时 ScvO₂ 预测 CHD 矫治术后发生 LCOS 的 AUC 为 0.938(95%CI:0.865~1.000);术后第 12 小时 ScvO₂/Lac 预测 CHD 矫治术后发生 LCOS 的 AUC 为 0.922(95%CI:0.851~0.994)。**结论** 术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 对 CHD 矫治术后发生 LCOS 具有良好的预测潜力。

[关键词] 心脏缺损,先天性;低心排血量综合征;氧饱和度;术后时间点;预测价值

[中图分类号] R726

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-8348(2025)05-1155-06

Correlation analysis of central venous oxygen saturation-related indexes at different time points with low cardiac output syndrome in children after congenital heart disease correction surgery^{*}

LI Jingxiao¹,CAI Yunkai¹,LEI Binfeng¹,LU Wei¹,MO Liqin²,HUANG Weifeng²,
LYV Chaohai²,QIN Liuying³,JIANG Jingwei¹,ZHOU Ting^{2△}

(1. Department of Cardiothoracic Surgery;2. Intensive Care Unit of Cardiothoracic
Surgery;3. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Guangxi
Medical University, Nanning, Guangxi 530031, China)

[Abstract] **Objective** To explore the correlation between central venous oxygen saturation (ScvO₂)-related indexes at different time points and the occurrence of low cardiac output syndrome (LCOS) after congenital heart disease (CHD) correction surgery. **Methods** A total of 73 children who underwent CHD correction surgery in this hospital from July 1st, 2021 to July 1st, 2024 were selected as the research subjects. The clinical data, preoperative conditions, and postoperative conditions of the children were collected. The ScvO₂ and arterial lactate (Lac) levels of the children at different time points (the 1st, 6th, 12th, and 24th hours after surgery) were monitored, and the ScvO₂/Lac at different time points and the change rate of ScvO₂ in different time periods were calculated. The correlation between ScvO₂-related indexes and LCOS after CHD correction surgery was analyzed. **Results** ScvO₂ at the 6th hour after surgery, ScvO₂ at the 12th hour after surgery, ScvO₂/Lac at the 12th hour after surgery, the change rate of ScvO₂ from the 1st to the 24th hour after surgery, the change rate of ScvO₂ from the 6th to the 12th hour after surgery, and the change rate of ScvO₂ from the 12th to the 24th hour after surgery were independent influencing factors of LCOS occurrence after CHD correction surgery ($P<0.05$). There was a negative correlation between ScvO₂ at the 12th hour after surgery, ScvO₂/Lac and LCOS occurrence after CHD correction surgery ($r=-0.543, -0.523, P<0.05$). The area

^{*} 基金项目:国家临床重点专科建设项目;广西医疗卫生重点学科建设项目;广西壮族自治区临床重点专科建设项目;广西卫生健康委员会自筹经费科研课题(Z20211014)。△ 通信作者, E-mail: 921132@sr.gxmu.edu.cn。

under the curve (AUC) of ScvO₂ at the 12th hour after surgery for predicting LCOS occurrence after CHD correction surgery was 0.938 (95%CI:0.865–1.000);the AUC of ScvO₂/Lac at the 12th hour after surgery for predicting LCOS occurrence after CHD correction surgery was 0.922 (95%CI:0.851–0.994). **Conclusion**

ScvO₂ and ScvO₂/Lac at the 12th hour after surgery have good predictive potential for LCOS occurrence after CHD correction surgery.

[Key words] heart defects;congenital;low cardiac output syndrome;oxygen saturation;postoperative time points;predictive value

先天性心脏病(congenital heart disease,CHD)的发病率为 8.2%,多数患儿适合在成年前进行手术矫治^[1-2]。超过 12.4%的未成年患儿在术后会出现低心排量综合征(low cardiac output syndrome,LCOS)^[3],常面临严重器官损伤、住院时间延长甚至死亡等风险^[3-5]。通常情况下,心脏超声可以较为准确地诊断 LCOS,然而,LCOS 的临床症状缺乏特异性,难于早期识别,而心脏超声的诊断往往具有滞后性,不利于早期治疗以避免 LCOS 的发生^[6-7]。因此,寻求有效的 LCOS 早期预测指标,用于早期识别和重点监护,对于降低 CHD 矫治术后 LCOS 的发病率和死亡率尤为重要。中心静脉血氧饱和度(central venous oxygen saturation,ScvO₂)在指导手术后患儿液体复苏、评估氧代谢情况及预后方面具有重要作用^[8-9]。有研究表明,接受心脏手术患者的 ScvO₂ 与心排量有良好的相关性^[10-11],但这些研究只局限于探讨两者的相关性,并未将 ScvO₂ 应用于 CHD 矫治术后患儿发生 LCOS 的预测中。虽然戴巍等^[12]研究表明,CHD 矫治术后 12 h 的 ScvO₂ 水平是术后 LCOS 的潜在预测因子。然而,仅依靠单一指标对 CHD 术后矫治 LCOS 进行预测,可能会存在较大误差,且可能存在更多 ScvO₂ 相关指标用于 CHD 矫治术后发生 LCOS 的早期预测^[13]。基于此,本研究通过分析 73 例接受 CHD 矫治术患儿不同时间点 ScvO₂ 相关指标水平,探讨其在 LCOS 早期预测中的应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 7 月 1 日至 2024 年 7 月 1 日本院行 CHD 矫治术的 73 例患儿作为研究对象。其中,男 41 例,女 32 例,年龄 10 个月至 15 岁。将 CHD 矫治术后发生 LCOS 的患儿纳入 LCOS 组,未发生 LCOS 的患儿纳入非 LCOS 组。纳入标准:(1)术前明确诊断 CHD,手术指征明确,施行根治手术;(2)在全身麻醉、体外循环下进行手术且手术过程顺利;(3)年龄<18 岁。排除标准:(1)存在肺动脉高压、严重感染、急性心力衰竭、脑血管意外等严重并发症;(2)术前心肺功能极差,需要呼吸机辅助呼吸;(3)术后非预期拔除气管插管患儿;(4)非根治手术或此次入院行二次手术;(5)因各种原因未能采集完整临床数据;(6)病变轻、仅需行微创封堵术。本研究已通过本院伦理委员会批准(审批号:2024-E724-01),并已通过书面形式向患

儿监护人取得临床数据使用的知情同意。

1.2 方法

1.2.1 术后 LCOS 评估

在患儿行 CHD 矫治术后住院期间,每 12 小时检查患儿心脏超声 1 次,测量患儿的心排量,当心排量<2 L·min⁻¹·(m²)⁻¹时,认为患儿存在 LCOS。此外,根据血管活性-正性肌力药物评分(vasoactive-inotropic score,VIS)评估患儿 CHD 矫治术后是否存在 LCOS^[14]。若心脏超声对患儿 LCOS 诊断困难,可通过 VIS 进行辅助诊断,当 VIS>20 分时认为患儿术后发生 LCOS,反之则认为患儿术后未发生 LCOS^[15-17]。

1.2.2 临床资料收集与处理

在患儿术后住院期间收集患儿的临床资料(年龄、性别、身高、体重、诊断、手术方式),术前情况(诊疗情况、心功能分级、心脏超声等),术后情况(生命体征、血管活性-正性肌力药物使用情况、输血情况、体温、尿量等),术后 ScvO₂ 和动脉乳酸(lactic acid, Lac)水平(分别于术后第 1、6、12、24 小时测定)。计算不同时间点的 ScvO₂/Lac,用以反映心排量降低对外周血供的影响程度^[18];计算不同时间段的 ScvO₂ 改变率,用以反映 ScvO₂ 的变化情况,ScvO₂ 改变率=(较晚时间点 ScvO₂-较早时间点 ScvO₂)/较早时间点 ScvO₂。

1.3 统计学处理

采用 SPSS23.0 软件进行数据处理。符合正态分布和方差齐性检验的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 *t* 检验。不符合正态分布和方差齐性的计量资料以 *M*(*Q*₁,*Q*₃)表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以例数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归分析相关影响因素。数据之间具有相关性且满足正态分布,采用 Pearson 相关分析,否则采用 Spearman 相关分析。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线和曲线下面积(area under the curve,AUC)分析预测效能。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同时间点两组 ScvO₂ 相关指标比较

所纳入的 73 例患儿中,11 例患儿在术后住院期间发生 LCOS(纳入 LCOS 组),62 例患儿未发生 LCOS(纳入非 LCOS 组)。两组患儿术后第 12 小时

ScvO₂、术后 24 h 内 ScvO₂、术后 24 h 内 ScvO₂ 异常率、术后第 12 小时 ScvO₂/Lac、术后 24 h 内 ScvO₂/Lac 比较,差异有统计学意义($P<0.05$),见表 1。

2.2 logistic 回归分析 CHD 矫治术后发生 LCOS 的相关因素

以术后是否发生 LCOS 为因变量,将表 1 中的 ScvO₂ 相关指标作为自变量,并进行赋值(术后 24 h 内 ScvO₂ 异常=1、术后 24 h 内 ScvO₂ 未异常=0,其

他指标均为连续变量,原值输入)。将赋值后的变量纳入 logistic 回归分析模型,采用最大偏似然估计的似然比检验(向后),逐步剔除无意义的自变量。结果显示,术后第 6 小时 ScvO₂、术后第 12 小时 ScvO₂、术后第 12 小时 ScvO₂/Lac、术后第 1~24 小时 ScvO₂ 改变率、术后第 6~12 小时 ScvO₂ 改变率、术后第 12~24 小时 ScvO₂ 改变率是 CHD 矫治术后发生 LCOS 的独立影响因素($P<0.05$),见表 2。

表 1 不同时间点两组 ScvO₂ 相关指标比较

项目	LCOS 组($n=11$)	非 LCOS 组($n=62$)	$t/\chi^2/Z$	P
ScvO ₂ ($\bar{x}\pm s, \%$)				
术后第 1 小时	73.209±6.290	75.881±9.778	0.872	0.386
术后第 6 小时	73.036±11.331	75.548±6.196	0.717	0.488
术后第 12 小时	58.645±8.687	75.102±6.661	7.204	<0.001
术后第 24 小时	76.018±7.248	75.389±8.039	-0.243	0.809
术后 24 h 内	70.227±6.421	75.480±5.058	3.046	0.003
术后 24 h 内 ScvO ₂ 异常[$n(\%)$] ^a	10(90.9)	27(43.5)	6.596	0.010
ScvO ₂ /Lac($\bar{x}\pm s$)				
术后第 1 小时	49.041±32.983	51.287±25.040	0.261	0.795
术后第 6 小时	50.398±22.871	43.865±20.965	-0.940	0.350
术后第 12 小时	23.564±9.877	54.864±22.170	7.637	<0.001
术后第 24 小时	47.893±24.206	51.558±26.786	0.424	0.673
术后 24 h 内	26.519±13.762	56.032±18.110	5.136	<0.001
ScvO ₂ 改变率[$M(Q_1, Q_3)$]				
术后第 1~6 小时	-0.106(-0.223, -0.011)	-0.001(-0.070, 0.056)	1.437	0.155
术后第 1~12 小时	-0.077(-0.150, 0.039)	-0.018(-0.090, 0.070)	1.072	0.287
术后第 1~24 小时	-0.099(-0.148, -0.022)	-0.019(-0.051, 0.056)	1.170	0.246
术后第 6~12 小时	0.042(-0.007, 0.147)	0.008(-0.041, 0.056)	-1.001	0.320
术后第 6~24 小时	0.019(-0.039, 0.105)	0.011(-0.044, 0.061)	-1.440	0.154
术后第 12~24 小时	0.061(-0.109, 0.115)	0.013(-0.033, 0.048)	-0.706	0.483

^a:ScvO₂<70%为异常。

表 2 CHD 矫治术后发生 LCOS 的 logistic 回归分析结果

项目	B	SE	$Wald$	OR	95% CI	P
术后第 6 小时 ScvO ₂	-0.208	0.088	2.566	0.812	0.684~0.965	0.018
术后第 12 小时 ScvO ₂	-0.188	0.073	13.322	0.829	0.718~0.957	0.011
术后第 12 小时 ScvO ₂ /Lac	-0.142	0.043	10.974	0.868	0.798~0.944	0.001
术后第 1~24 小时 ScvO ₂ 改变率	-9.193	3.903	5.548	0.200	0.448~0.765	0.020
术后第 6~12 小时 ScvO ₂ 改变率	8.523	4.078	4.367	11.337	5.163~17.511	0.037
术后第 12~24 小时 ScvO ₂ 改变率	8.190	3.663	4.998	17.274	3.901~30.646	0.024

2.3 术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 与 LCOS 的相关性

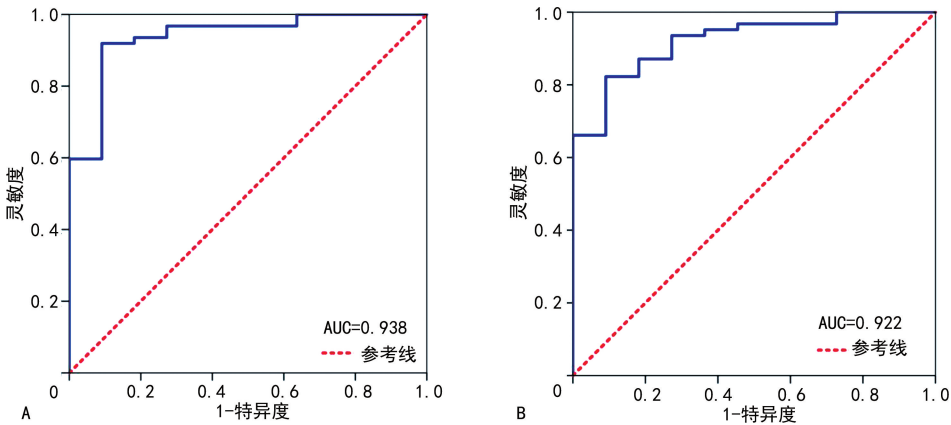
表 2 中,术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 具有最大 $Wald$ 值,可认为此两项指标在预测 CHD 矫治术后发生 LCOS 方面最有价值。Spearman 相关分

析结果显示,术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 与 CHD 矫治术后发生 LCOS 存在负相关($r=-0.543$ 、 $-0.523, P<0.05$)。

2.4 术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 对 CHD 矫治术后 LCOS 的预测价值

ROC 曲线分析结果显示,术后第 12 小时 ScvO₂ 预测 CHD 矫治术后发生 LCOS 的 AUC 为 0.938 (95%CI:0.865~1.000),最佳截断值为 66.65%;术

后第 12 小时 ScvO₂/Lac 预测 CHD 矫治术后发生 LCOS 的 AUC 为 0.922(95%CI:0.851~0.994),最佳截断值为 34.53%,见图 1。



A:术后第 12 小时 ScvO₂;B:术后第 12 小时 ScvO₂/Lac。

图 1 CHD 矫治术后发生 LCOS 的 ROC 曲线分析

3 讨 论

LCOS 是心脏术后的严重并发症之一,对患者的脑、肺、肝、肾等器官的血流灌注具有较大影响,早期通过易取得的指标预测 LCOS 的发生风险,对避免发生或早期治疗 LCOS,改善患者预后,缩短住院时间有重要意义^[19-21]。本研究纳入 CHD 矫治术后患儿,通过监测术后不同时间点生命体征、血管活性药物用量、血气分析等指标,发现术后第 6 小时 ScvO₂、术后第 12 小时 ScvO₂、术后第 12 小时 ScvO₂/Lac、术后第 1~24 小时 ScvO₂ 改变率、术后第 6~12 小时 ScvO₂ 改变率、术后第 12~24 小时 ScvO₂ 改变率是 CHD 矫治术后 LCOS 的独立影响因素($P<0.05$)。其中,术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 在预测 CHD 矫治术后发生 LCOS 方面最有价值。

ScvO₂ 被认为是混合静脉血氧饱和度的良好替代,具有易监测、准确率较高等优点^[22-25]。然而,ScvO₂ 在预测 CHD 矫治术后发生 LCOS 的应用中报道极少。WEINBROUM 等^[26]在小样本量的研究中观察到,ScvO₂ 通过联合经皮血氧饱和度和耗氧量计算患者的心排量,所得的结果与患者实际测量的心排量高度一致($r=0.90$),表明 ScvO₂ 具有诊断患者 LCOS 的潜力。在一项囊括了 56 例患者的前瞻性研究发现,ScvO₂ 与心排量呈正相关,当 ScvO₂ 不低于 64%时,脓毒血症患者存在 LCOS 的风险较低^[27]。JUGUET 等^[28]试验表明,使用正性肌力药物不仅能改善急性心力衰竭患者心排量,还能提升 ScvO₂ 水平,心脏疾病患者 ScvO₂ 与 LCOS 也存在一定联系。仇杰等^[29]研究结果提示,高 ScvO₂ 组的心脏瓣膜置换术后患者发生 LCOS 概率与低 ScvO₂ 组比较差异有统计学意义($P<0.05$)。尽管 ScvO₂ 与多种疾病伴发的 LCOS 关系较为明确,但缺乏 ScvO₂

与 CHD 矫治术后发生 LCOS 相关性的报道。戴巍等^[12]认为,CHD 矫治术后 12 h 的 ScvO₂ 水平 $<37\%$ 是发生 LCOS 的早期独立预测因子,这与本研究结果相一致。不同的是,在本研究中术后第 12 小时 ScvO₂ 对预测发生 LCOS 的价值更高。

ScvO₂/Lac 反映了外周血供情况,是外科手术术后预后的良好指标^[30]。已有研究表明,心脏手术后患者的乳酸、ScvO₂ 与预后具有相关性^[31-33]。ROCHA 等^[18]认为,ScvO₂/Lac >5 可以有效识别不良事件(包括心搏骤停、LCOS、非计划二次手术等)风险低的患儿。在本研究将 34.53 作为术后第 12 小时 ScvO₂/Lac 的最佳截断值。考虑到不同的研究所测定 ScvO₂ 和乳酸的时间点不尽相同,且本研究纳入了多种不良事件,笔者认为更高的 ScvO₂/Lac 水平在预测 LCOS 方面具有更高的特异度。

本研究尚存在不足之处:(1)由于随访时间短,本研究纳入样本量较小;(2)本研究仅着眼于 ScvO₂ 相关指标,可能存在其他指标用于 CHD 矫治术后发生 LCOS 的预测;(3)CHD 种类繁多,病情轻重不一,仍需要更大样本的前瞻性研究以确定不同 CHD 矫治术后 LCOS 的潜在相关因素。

综上所述,ScvO₂ 相关指标与 CHD 矫治术后患儿发生 LCOS 存在相关性,临床可通过监测术后第 12 小时 ScvO₂ 和 ScvO₂/Lac 来预测 LCOS 的发生并制订相应诊疗计划。

参考文献

[1] 杨涛,王芳,朱玉蓉,等.中国儿童先天性心脏病流行病学特征研究进展[J].心脏杂志,2024,36(1):106-111.

- [2] SCOTT M, NEAL A E. Congenital heart disease[J]. *Primary Care*, 2021, 48(3): 351-366.
- [3] SONG B, DANG H, DONG R. Analysis of risk factors of low cardiac output syndrome after congenital heart disease operation: what can we do[J]. *J Cardiothorac Surg*, 2021, 16(1): 135.
- [4] LAILA D S, PERDANA A, PERMATASARI R K, et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio as a predictor of low cardiac output syndrome after open heart surgery in children with congenital heart disease[J]. *Narra J*, 2024, 4(2): e736.
- [5] AHMED M, RAJA A, VIRWANI V, et al. Recent advances in Del Nido cardioplegia: a comprehensive analysis of randomized clinical trials in adult cardiac surgery[J]. *Medicine*, 2024, 103(36): e39453.
- [6] 杜雨, 张海涛. 低心排量综合征中国专家共识解读[J]. *中国循环杂志*, 2018, 33(增刊 2): 84-88.
- [7] OLSEN J, TUNUGUNTLA H, ALALI A, et al. Central venous pressure and impaired renal function in children and young adults with cardiovascular disease[J]. *JACC Adv*, 2024, 3(7): 100995.
- [8] HIRAI N, SAITO J, NAKAI K, et al. Association between regional oxygen saturation and central venous saturation in pediatric patients undergoing cardiac surgery: a prospective observational study[J]. *Paediatr Anaesth*, 2023, 33(11): 913-922.
- [9] MARAGKOUDAKIS S, TZANAKIS I, MAMALOUKAKI M, et al. Oxygen venous saturation is associated with subclinical myocardial systolic dysfunction in patients with end-stage renal disease undergoing hemodialysis[J]. *Arch Med Sci Atheroscler Dis*, 2024, 9: e94-101.
- [10] LIAKOPOULOS O J, HO J K, YEZBICK A, et al. An experimental and clinical evaluation of a novel central venous catheter with integrated oximetry for pediatric patients undergoing cardiac surgery[J]. *Anesth Analg*, 2007, 105(6): 1598-1604.
- [11] NOGUEIRA P M, MENDONÇA-FILHO H T, CAMPOS L A, et al. Central venous saturation: a prognostic tool in cardiac surgery patients[J]. *J Intensive Care Med*, 2010, 25(2): 111-116.
- [12] 戴巍, 戴华, 李珊珊, 等. 心脏标志物在儿童先天性心脏病矫治术后低心排量综合征的预测价值[J]. *中华胸心血管外科杂志*, 2020, 36(6): 330-335.
- [13] GOEDEL L A, KOFFMAN L, HERNANDEZ M, et al. Occurrence of low cardiac index during normotensive periods in cardiac surgery: a prospective cohort study using continuous noninvasive cardiac output monitoring[J]. *Anesth Analg*, 2025, 140(1): 77-86.
- [14] GAIES M G, GURNEY J G, YEN A H, et al. Vasoactive-inotropic score as a predictor of morbidity and mortality in infants after cardiopulmonary bypass [J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2010, 11(2): 234-238.
- [15] 郑伟浩, 萧正伦. 中心静脉氧饱和度的监测及其应用[J]. *国际呼吸杂志*, 2008, 28(6): 368-371.
- [16] PEREZ-NAVERO J L, MERINO-CEJAS C, IBARRA R I, et al. Evaluation of the vasoactive-inotropic score, mid-regional pro-adrenomedullin and cardiac troponin I as predictors of low cardiac output syndrome in children after congenital heart disease surgery[J]. *Med Intensiva*, 2019, 43(6): 329-336.
- [17] BUTTS R J, SCHEURER M A, ATZ A M, et al. Comparison of maximum vasoactive inotropic score and low cardiac output syndrome as markers of early postoperative outcomes after neonatal cardiac surgery[J]. *Pediatr Cardiol*, 2012, 33(4): 633-638.
- [18] ROCHA V H S, MANSO P H, CARMONA F. Central venous oxygen saturation/lactate ratio and prediction of major adverse events after pediatric heart surgery [J]. *Braz J Cardiovasc Surg*, 2021, 36(6): 736-742.
- [19] AN R, WAN X X, CHEN Y, et al. Central venous oxygen saturation changes as a reliable predictor of the change of CI in septic shock: to explore potential influencing factors[J]. *Chin J Traumatol*, 2025, 28(1): 43-49.
- [20] KIM J S, IVANOVIC S, DAVISON D, et al. Midline catheters as an alternative for central venous catheters in venous oxygen saturation monitoring: a single center experience[J]. *J Intensive Care Med*, 2024, 40(1): 47-53.
- [21] WU J B, CHEN L, YANG X, et al. A nomogram for predicting low cardiac output syndrome in older patients undergoing acute type A aortic dissection surgery[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2024, 28(14): 4029-4037.
- [22] VASSILAKOPOULOS T, ROUSSOS C, ZAKY-NTHINOS S. The mixed venous oxygen satura-

- tion response to weaning from mechanical ventilation[J]. *Respir Care*, 2007, 52(1): 64-65.
- [23] VISSING N H, DUNGU K H S, ANDERSEN F M, et al. Central venous oxygen saturation in children with cancer[J]. *Pediatr Emerg Care*, 2024, 40(12): 901-903.
- [24] JELEFF A, SUH N, SCHRANC A, et al. New noninvasive method for the assessment of central venous oxygen saturations in critically ill patients[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2024, 38(1): 170-174.
- [25] RODRIGUEZ-SCARPETTA M A, SEPULVEDA-TOBON A M, DAZA-ARANA J E, et al. Central oxygen venous saturation and mortality in patients undergoing coronary artery bypass grafting[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2023, 19: 447-454.
- [26] WEINBROUM A A, BIDERMAN P, SOFFER D, et al. Reliability of cardiac output calculation by the fick principle and central venous oxygen saturation in emergency conditions[J]. *J Clin Monit Comput*, 2008, 22(5): 361-366.
- [27] PERNER A, HAASE N, WIIS J, et al. Central venous oxygen saturation for the diagnosis of low cardiac output in septic shock patients[J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2010, 54(1): 98-102.
- [28] JUGUET W, FARD D, FAIVRE L, et al. Levosimendan plus dobutamine in acute decompensated heart failure refractory to dobutamine[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(11): 3605.
- [29] 仇杰, 马冬纹, 费忠化, 等. 瓣膜置换术后中心静脉血氧饱和度测定的临床价值[J]. *济宁医学院学报*, 2012, 35(1): 39-41.
- [30] SALEM G, ABBAS N I, ZAKARIA A Y, et al. Central venous oxygen saturation/lactate ratio: a novel predictor of outcome following emergency open laparotomy [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2021, 47(2): 353-363.
- [31] SANTOS-MARTINEZ L E, OLMOS-TEMOIS S G, RAMOS-ENRIQUEZ A, et al. Venous-arterial oxygen saturation and serum lactate in the postoperative period of cardiac surgery[J]. *Arch Cardiol Mex*, 2022, 92(4): 469-475.
- [32] 杨房, 翟波. ScvO₂/乳酸比值结合 SOFA 评分对先天性心脏病纠治手术预后状况的预测价值[J]. *重庆医学*, 2016, 45(8): 1101-1103.
- [33] RANUCCI M, ISGRO G, CARLUCCI C, et al. Central venous oxygen saturation and blood lactate levels during cardiopulmonary bypass are associated with outcome after pediatric cardiac surgery[J]. *Crit Care*, 2010, 14(4): R149.

(收稿日期: 2024-09-25 修回日期: 2025-02-22)

(编辑: 张芃捷)

(上接第 1154 页)

- [12] 赵宇飞, 陈月, 吴红红, 等. 肺功能正常的肺异常体循环动脉供血的影像诊断及鉴别[J]. *东南大学学报(医学版)*, 2020, 39(4): 424-429.
- [13] 王建飞. 放射 CT 技术在肺段隔离症诊断中的应用价值[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2022, 27(6): 596.
- [14] 徐月, 何东, 李欢欢, 等. CTA 诊断左肺下叶体动脉异常供血 1 例[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2018, 29(2): 147-148.
- [15] WEI Y, LI F. Pulmonary sequestration: a retrospective analysis of 2 625 cases in China[J]. *Eur J Cardiothorac Sur*, 2011, 40(1): 39-42.
- [16] 许永杰, 贾晓龙, 王桂东. MSCT 在异常体动脉供血正常左肺下叶基底段诊断中的应用[J]. *医学影像学杂志*, 2022, 32(6): 1057-1059.
- [17] CANCEMI G, DISTEFANO G, VITALITI G, et al. Congenital lung malformations: a pictorial review of imaging findings and a practical guide for diagnosis [J]. *Children (Basel)*, 2024, 11(6): 638.
- [18] 陈莹, 陆健, 张涛. 256 层 iCT 扫描联合 CTA 血管重建技术在肺叶内型肺隔离症诊断中的应用[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2020, 31(10): 723-726.
- [19] REN J Z, KAI Z, HUANG G H, et al. Assessment of 64-row computed tomographic angiography for diagnosis and pretreatment planning in pulmonary sequestration [J]. *Radiol Med*, 2014, 119(1): 27-32.
- [20] 郑巍, 李霄. 多层螺旋 CT 血管成像诊断肺隔离症的影像特征及应用分析[J]. *当代医学*, 2022, 28(3): 139-142.
- [21] 陈小军, 罗琼, 陈春梅. MSCT 血管成像对肺隔离症的诊断价值[J]. *医学影像学杂志*, 2018, 28(1): 54-56.

(收稿日期: 2024-11-19 修回日期: 2025-02-25)

(编辑: 成 卓)