

儿童先天性心脏病术后静脉-动脉体外膜肺氧合治疗期间营养干预策略探讨

陈纯玲, 胡 燕, 王 春, 陈佩玲, 吴家兴, 王 静, 郑贵浪, 周成斌, 温树生, 郭予雄

基金项目: 广东省医学领军人才和杰出青年医学人才项目(编号:KJ012019451)

作者单位: 510080 广州, 南方医科大学附属广东省人民医院(广东省医学科学院)儿科重症监护室(陈纯玲, 胡 燕, 王 春, 陈佩玲, 吴家兴, 王 静, 郑贵浪, 郭予雄), 心外科体外循环室(周成斌), 先心病外科(温树生)

作者简介: 陈纯玲, 在读硕士研究生, 研究方向: 儿童危重病临床研究。E-mail: carachen101@163.com

通信作者: 郭予雄, 医学博士, 主任医师, 硕士研究生导师, 研究方向: 儿童危重病临床研究。E-mail: guoyuxiong@gdph.org.cn



郭予雄, 广东省人民医院(广东省医学科学院)儿科副主任、儿科重症监护室主任, 医学博士, 主任医师, 硕士研究生导师。广东省杰出青年医学人才, 国家科技计划项目评审专家, 广东省科技咨询专家。擅长神经及心血管疑难重症的诊治。任中国医师协会儿童重症医师分会常务委员及心血管学组组长, 中国医学救援协会儿科分会常务委员及灾害预防专委会主任委员, 广东省医学会儿科学分会危重症学组组长, 广东省医学会儿童危重病医学分会副主任委员, 广东省医师协会儿童重症医师分会副主任委员等。科研课题: 广东省医学科研基金3项, 广东省结构性心脏病重点实验室1项, 广东省医学科学院1项, 国家重点研发计划、国家自然科学基金等科研项目多项。《乡村全科医学》《广东儿科学进展-2022》副主编, 译著《癫痫综合征及临床治疗(第2版)》《超药品说明书用药诉讼案例分析》《母婴照护常识及其拓展》。以第一/通信作者发表论文42篇, SCI收录14篇(单篇IF最高9.043), 国际儿童脓毒症指南(2020版)引用1篇。牵头及参与制定《儿科体外膜氧合院内转运专家共识(2022版)》《西维来司他钠临床应用专家共识》《儿童癫痫持续状态诊断治疗的中国专家共识2022》《广东省儿童不明原因急性肝炎诊疗方案(试行)》《肾脏风湿性疾病儿童合并新型冠状病毒感染相关管理专家共识》。任 *Pediatric Critical Care Medicine* 中文版编委、《中华实用儿科临床杂志》特约审稿人。获得第七届羊城好医生、重症医学科岭南名医等荣誉称号。

[摘要] **目的** 探讨不同营养干预策略对先天性心脏病术后行静脉-动脉体外膜肺氧合(VA-ECMO)治疗患儿临床结局的影响。**方法** 回顾性分析2015年1月至2021年1月在广东省人民医院行先天性心脏病手术并接受VA-ECMO治疗的58例患儿的临床资料。根据营养干预策略将患儿分为肠内营养(EN)组15例, 肠外营养(PN)组33例和混合营养(EN+PN)组10例;根据EN干预时机分为早期EN组9例和晚期EN组16例。主要结局为住院死亡率, 次要结局为住ICU时间、总住院时间、新发感染及消化道并发症发生率。比较不同营养干预策略及EN干预时机的临床结局。**结果** EN组、EN+PN组和PN组的住院死亡率、住ICU时间、总住院时间、新发感染率比较差异均无统计学意义($P>0.05$), 三组消化道并发症发生率比较差异有统计学意义($P<0.05$)。早期EN组和晚期EN组的住院死亡率、住ICU时间、总住院时间、新发感染率以及消化道并发症发生率比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** EN或EN+PN增加消化道并发症, 不增加住院死亡率、住ICU时间、总住院时间及新发感染率。EN启动时机对临床结局无影响。

[关键词] 静脉-动脉体外膜肺氧合; 先天性心脏病; 营养干预; 儿童

[中图分类号] R 725.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2023)07-0662-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2023.07.05

Nutritional intervention strategies during veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation therapy for children with congenital heart disease after surgery CHEN Chun-ling, HU Yan, WANG Chun, et al. Intensive Care Unit, Department of Pediatrics, Guangdong Provincial People's Hospital(Guangdong Academy of Medical Sciences), Southern Medical University, Guangzhou 510080, China

[**Abstract**] **Objective** To explore the effects of different nutritional intervention strategies on the clinical outcomes of pediatric patients treated with veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation(VA-ECMO) after surgery for congenital heart disease.**Methods** The clinical data of pediatric patients who underwent surgery for congenital heart disease and received VA-ECMO treatment in Guangdong Provincial People's Hospital from January 2015 to January 2021 were retrospectively analyzed. According to different nutritional intervention strategies, the pediatric patients were divided into enteral nutrition(EN) group(15 cases), parenteral nutrition(PN) group(33 cases) and mixed nutrition(EN + PN) group(10 cases), and were divided into early EN group(9 cases) and late EN group(16 cases) according to the timing of EN. The primary outcome was in-hospital mortality, while the secondary outcomes were the length of stay in intensive care unit(ICU), total length of stay in hospital, incidence rates of new infections and gastrointestinal complications. The clinical outcomes of the pediatric patients with different nutritional intervention strategies and different timing of EN were compared.**Results** There were no significant differences in the in-hospital mortality, length of stay in ICU, total length of stay in hospital and incidence rate of new infections among the EN group, the EN + PN group and the PN group($P>0.05$), while there were significant differences in the incidence rates of gastrointestinal complications among the three groups($P<0.05$). There were no significant differences in the in-hospital mortality, length of stay in ICU, total length of stay in hospital and incidence rates of new infections and gastrointestinal complications between the early EN group and the late EN group($P>0.05$).**Conclusion** EN or EN + PN increases gastrointestinal complications, but does not increase in-hospital mortality, length of stay in ICU, total length of stay in hospital and incidence rate of new infections. The timing of EN initiation has no effect on clinical outcomes.

[**Key words**] Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation(VA-ECMO); Congenital heart disease; Nutrition intervention; Children

体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation,ECMO)是一种改良后的心肺分流治疗方法,可进行长时间的心肺支持,其在患有严重呼吸或循环衰竭患者中的应用越来越普遍。ECMO 可分为静脉-动脉体外膜肺氧合(veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation,VA-ECMO)和静脉-静脉体外膜肺氧合(veno-venous extracorporeal membrane oxygenation,VV-ECMO)。对于儿童心脏术后严重心功能不全患者,常采用 VA-ECMO 治疗帮助术后心脏度过危险期,达到维持血流动力学稳定的目的,同时辅助因心功能不全而继发的呼吸功能异常^[1]。ECMO 支持的危重症患者易出现高分解代谢、负氮平衡、营养输送不足等,增加机体营养风险,进而影响临床结局^[2]。因此,对这些患者提供足够的营养支持至关重要。本研究旨在探讨不同营养干预策略对 VA-ECMO 治疗的先天性心脏病(以下简称先心病)患儿临床结局的影响。

1 资料与方法

1.1 临床资料 回顾性分析 2015 年 1 月至 2021 年 1 月在广东省人民医院行先心病手术并接受 VA-ECMO 治疗的患儿的临床资料,共有 75 例先心病患儿手术后接受 VA-ECMO 治疗,排除 17 例由于 ECMO 时间≤48 h、上机 48 h 内死亡或数据资料缺失的患儿,最终研究纳入 58 例患儿。其中男 33 例,女 25 例,21 例(36.21%)出现消化道并发症,包括消化道出血、腹泻、胃潴留、腹胀、消化道梗阻;31 例(53.45%)患儿住院

期间死亡。35 例(60.34%)VA-ECMO 治疗患儿发生新发的感染,以肺部感染或呼吸机相关性肺炎最常见。VA-ECMO 治疗先心病患儿的临床资料见表 1。根据营养干预策略将 58 例患儿分为肠内营养(enteral nutrition,EN)组($n=15$)、肠外营养(parenteral nutrition,PN)组($n=33$)和 EN + PN 组($n=10$)。33 例(56.90%)患儿 ECMO 期间没有接受 EN,25 例(43.10%)患儿接受 EN 或 EN + PN。根据 EN 干预时机分组:VA-ECMO 启动后 48 h 内开始 EN 的患儿为早期 EN 组($n=9$),VA-ECMO 启动 48 h 以后开始 EN 的患儿为晚期 EN 组($n=16$)。本研究经广东省人民医院伦理委员会批准(审批号:KY2023-490-01)。

表 1 58 例 VA-ECMO 治疗先心病患儿的临床资料
[M(P₂₅,P₇₅),n(%)]

临床资料	数量
年龄(月)	5.00(2.00,10.25)
体重(kg)	5.70(4.28,7.70)
性别	
男	33(56.90)
女	25(43.10)
入院时 PCIS(分)	96.00(90.00,96.00)
ECMO 前使用血管活性药物	10(17.24)
CPB 转机时间(min)	217.00(139.75,363.75)
主动脉阻断时间(min)	87.50(62.25,129.00)
ECMO 时间(h)	138.36(84.77,183.65)
呼吸机时间(d)	14.50(9.22,21.51)
住 ICU 时间(d)	19.50(11.75,30.50)
总住院时间(d)	30.00(18.50,42.50)

续表 1

临床资料	数量
住院费用(元)	246688.37(186711.91,336157.91)
消化道并发症	21(36.21)
消化道出血	14(24.14)
腹泻	4(6.90)
腹胀、胃潴留	2(3.45)
肠梗阻	1(1.72)
新发感染	35(60.34)
肺部感染/呼吸机相关性肺炎	23(39.66)
败血症	6(10.34)
伤口感染	5(8.62)
肠道感染	1(1.72)
结局-死亡	31(53.45)

注:儿童危重病例评分(Pediatric Critical Illness Score,PCIS);体外循环(cardiopulmonary bypass,CPB)

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:(1)患儿年龄<18岁;(2)患有先心病进行外科手术且术后需要ECMO治疗。排除标准:(1)年龄<28 d;(2)ECMO时间≤48 h或上机48 h内死亡患者;(3)二次ECMO患者;(4)数据资料缺失者。

1.3 资料收集 收集患儿临床资料,包括性别、年龄、体重、入院时PCIS、ECMO术前状态、CPB转机时间、主动脉阻断时间、机械通气时间、ECMO期间使用镇静药物剂量、血管活性药物评分(Vasoactive

Inotropic Score,VIS)、ECMO治疗时间、住ICU时间、总住院时间、ECMO期间相关并发症及住院死亡率。关于营养干预,记录提供的营养类型、从ECMO启动到引入EN的时间、消化道并发症(包括消化道出血、腹泻、胃潴留、腹胀、消化道梗阻等)的发生情况等。

1.4 统计学方法 应用SPSS26.0统计软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用成组 t 检验。偏态分布的计量资料以中位数(下四分位数,上四分位数)[$M(P_{25},P_{75})$]表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以例数(百分率)[$n(\%)$]表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患儿临床资料比较 三组患儿的年龄、体重、性别、CPB转机时间、主动脉阻断时间及ECMO第1天、第2天的VIS评分及力月西剂量等比较差异无统计学意义($P>0.05$)。三组消化道并发症发生率比较差异有统计学意义($P<0.05$)。三组住院死亡率、住ICU时间、总住院时间、新发感染率比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表2。

表2 三组患儿临床资料比较[$M(P_{25},P_{75})$, $n(\%)$]

组别	例数	性别		年龄 (月)	体重 (kg)	CPB 转机时间 (min)	主动脉 阻断时间 (min)	ECMO第1天 VIS评分 (分)	ECMO第1天 力月西剂量 [$\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$]
		男	女						
EN组	15	11(73.33)	4(26.67)	10.00 (4.00,39.00)	7.50 (5.00,12.00)	299.00 (168.00,378.00)	95.00 (63.00,143.00)	15.00 (9.00,20.00)	80.00 (80.00,160.00)
EN+PN组	10	4(40.00)	6(60.00)	7.00 (2.00,9.50)	5.80 (4.10,7.88)	241.50 (141.25,381.75)	81.00 (58.50,122.75)	12.50 (10.00,21.75)	80.00 (47.50,160.00)
PN组	33	18(54.55)	15(45.45)	4.00 (2.00,7.00)	5.30 (4.25,6.40)	166.00 (129.50,343.00)	90.00 (58.50,132.00)	13.00 (10.00,24.00)	80.00 (80.00,160.00)
H/χ^2	—	2.833		4.247	3.077	3.048	0.275	0.238	0.706
P	—	0.239		0.120	0.215	0.218	0.871	0.888	0.702

组别	例数	ECMO第2天 VIS评分(分)	ECMO第2天 力月西剂量 [$\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$]	ECMO 治疗时间 (h)	住ICU时间 (d)	总住院 时间 (d)	消化道 并发症	新发感染	结局-死亡
EN组	15	7.00 (5.00,12.00)	80.00 (80.00,160.00)	161.32 (126.50,205.92)	18.00 (13.00,28.00)	40.00 (23.00,67.00)	9(60.00)*	12(80.00)	8(53.33)
EN+PN组	10	7.50 (5.00,12.63)	80.00 (30.00,160.00)	159.98 (90.69,196.48)	30.00 (14.75,40.00)	36.00 (20.75,59.00)	6(60.00)*	7(70.00)	4(40.00)
PN组	33	8.00 (5.00,12.50)	100.00 (0.00,160.00)	115.78 (71.94,163.50)	19.00 (10.83,31.00)	29.00 (16.00,39.00)	6(18.18)	16(48.48)	19(57.58)
H/χ^2	—	0.036	0.529	4.686	2.653	2.099	10.734	4.594	0.105
P	—	0.982	0.768	0.096	0.265	0.350	0.004	0.993	0.669

注:与PN组比较,* $P<0.05$

2.2 早期EN组和晚期EN组患儿临床资料比较 EN组25例患儿中,9例(36.00%)在ECMO启动48 h内进行EN,16例(64.00%)患儿延迟喂养。从ECMO启动到引入EN,早期EN组的平均启动时间短于晚期EN组,差异有统计学意义($P<0.05$)。与早期EN组相比,晚期EN组患儿CPB转机时间及主

动脉阻断时间较长,ECMO第2天VIS评分较高,术后早期血管活性药物剂量较大,但差异无统计学意义($P>0.05$)。两组的住院死亡率、住ICU时间、总住院时间、新发感染率及消化道并发症发生率比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表3。

表 3 早期 EN 组和晚期 EN 组患儿临床资料比较[$(\bar{x} \pm s)$, $M(P_{25}, P_{75})$, $n(\%)$]

组 别	例数	性别		年龄 (月)	体重 (kg)	CPB 转机时间 (min)	主动脉阻断时间 (min)	开始引入 EN 的 时间(d)	ECMO 第 1 天 VIS 评分(分)		
		男	女								
早期 EN 组	9	5(55.56)	4(44.44)	9.00 (4.50,52.50)	6.60 (5.05,15.50)	176.00 (130.50,353.50)	76.00 (63.00,112.50)	0.93±0.76	15.00 (10.00,22.00)		
晚期 EN 组	16	10(62.50)	6(37.50)	6.00 (2.00,21.50)	6.10 (4.13,9.75)	303.00 (177.00,416.75)	93.50 (56.25,142.25)	4.46±2.09	12.25 (10.00,18.75)		
<i>t/Z</i>	—	—	—	1.189	1.076	1.189	0.340	6.099	0.487		
<i>P</i>	—	1.000*		0.251	0.301	0.251	0.760	<0.001	0.637		
组 别	例数	ECMO 第 1 天 力月西剂量 [$\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$]	ECMO 第 2 天 VIS 评分 (分)	ECMO 第 2 天 力月西剂量 [$\mu\text{g}/(\text{kg} \cdot \text{h})$]	ECMO 时间 (h)	住 ICU 时间 (d)	总住院 时间 (d)	EN 后 消化道 并发症	新发 感染	结局-死亡	
早期 EN 组	9	90.33±64.58	5.50 (5.00,13.75)	72.56±65.03	140.96±69.70	24.00 (12.50,39.03)	41.00±23.92	5(55.56)	6(66.67)	4(44.44)	
晚期 EN 组	16	96.88±48.40	7.50 (5.00,12.00)	110.00±57.97	180.85±70.47	20.00 (13.25,28.00)	41.00±24.81	5(31.25)	13(81.25)	8(50.00)	
<i>t/Z</i>	—	0.288	0.028	1.485	1.364	0.651	0.000	—	—	—	
<i>P</i>	—	0.776	0.978	0.151	0.186	0.522	1.000	0.397*	0.630*	1.000*	

注：* Fisher 确切概率法所得值

3 讨论

3.1 ECMO 为严重心肺功能衰竭患者提供持续的心肺支持,由于患儿基础疾病危重,易出现高代谢状态,能量需求大,这类患者住院期间的营养状态是影响预后的重要因素。研究显示,经 ECMO 治疗后患儿蛋白质分解代谢明显升高^[3]。当营养输送不足时,机体大量的蛋白质会被分解消耗,出现负氮平衡,患者发生获得性营养不良风险增高^[2,4]。国外研究报道,ECMO 支持期间患儿营养不良发生率高达 24.4%;与正常体重患儿相比,此类患儿住院死亡率显著增加,可高达 65.8%^[5]。同样,ECMO 支持期间患儿营养摄入不足可引起肠道功能受损、免疫功能低下、肌肉萎缩、重要脏器恢复缓慢等,从而增加住院死亡率^[6-8]。因此,在 ECMO 治疗期间进行营养干预至关重要。

3.2 先心病患儿往往术前存在血流动力学异常,进行外科手术治疗过程中使用 CPB、深低温停循环或出现手术损伤、缺血再灌注损伤等均可引起胃肠道的血流灌注减少,使胃肠道黏膜出血坏死^[9]。术后镇静及肌松药物的使用可能会影响患儿胃肠蠕动,导致胃潴留、喂养不耐受等并发症的发生。先心病术后 ECMO 支持绝大多数采用 VA-ECMO 模式,微循环搏动血流的减少可能会加重肠道血流灌注的减少及黏膜缺血损伤,导致早期出现消化道出血,甚至肠道穿孔等^[10-11]。上述因素叠加,会严重影响患儿胃肠道功能,导致一定程度的胃肠动力障碍及肠道缺血。长时间肠道缺血会损害黏膜屏障功能,增加肠道细菌移位,从而导致败血症、全身炎症反应综合征和多器官功能衰竭等^[12-13]。临床上,先心病术后进行 ECMO(尤其 VA-ECMO)支持治疗的患儿往往推迟 EN。

3.3 在本研究中,25 例(43.10%)VA-ECMO 治疗先心病患儿接受 EN 或 EN+PN,15 例(60.00%)住院期间

出现消化道并发症,包括消化道出血、腹泻、胃潴留、腹胀、消化道梗阻。与 PN 组相比,ECMO 期间进行 EN 或 EN+PN 更容易出现消化道并发症。国外有研究表明,先心病患儿和 VA-ECMO 支持治疗患儿于 ECMO 术后第 1 周接受 EN 的可能性较小^[14]。本研究对接受 VA-ECMO 治疗先心病患儿 EN 启动时机暂无明确指征,更多凭借临床医师的经验以及对胃肠道功能的谨慎评估。

3.4 目前越来越多研究表明,ECMO 支持期间进行 EN 具有充分的安全性和耐受性^[15-17]。一项对 96 例接受 ECMO 治疗的研究发现,EN 没有增加 ECMO 支持期间脓毒症的发生率^[18]。近期也有研究发现,ECMO 支持时间和低心输出量综合征是与死亡率相关的因素,ECMO 患儿早期 EN 不增加胃肠道相关并发症的发生率^[19],甚至早期 EN 有降低住院死亡率的趋势;而早期 EN 联合 PN 能够更快实现充足的能量和蛋白质摄入^[20]。研究也发现 PN 与多种并发症相关,包括肠绒毛发育不良、肠道吸收功能降低、细菌移位增加、感染、高血糖和胆汁淤积等^[21]。因此,国际体外生命支持组织指南推荐,一旦患者临床情况稳定,应在所有儿童 ECMO 患者中尽快启动 EN^[22]。

3.5 在临床实践中,笔者也倾向于在 ECMO 支持下实现血流动力学稳定后进行 EN。在本研究中,与早期 EN 组相比,晚期 EN 组患儿术中 CPB 转机时间及主动脉阻断时间更长,术后早期 VIS 评分更高(说明血管活性药物剂量更大)。据报道,EN 与胃肠道黏膜完整性、黏膜免疫功能和组织修复反应的改善有关^[23-25],可能有助于降低早期 EN 组的死亡率。

3.6 本研究存在以下不足:首先,本研究为单中心回顾性研究,且样本量少,结论存在一定偏倚;其次,缺乏关于如何喂食、营养素摄入量、何时达到目标热卡

的数据以及营养状况的监测。未来需要对能量需求进行研究,以优化 ECMO 支持期间的营养管理。

综上所述,与 PN 相比,EN 或 EN + PN 容易出现消化道并发症,但不增加住院死亡率。出于对血流动力学不稳定或肠道灌注的担忧,在 VA-ECMO 治疗先心病患儿中可优先选择 PN 作为营养干预途径,但不应拒绝患儿在危重疾病中接受 EN 的益处。早期 EN 较晚期 EN 不增加消化道并发症或住院死亡率,在密切监测胃肠道功能的情况下,可尽早尝试 EN。营养干预策略对 VA-ECMO 治疗先心病患儿预后的影响需要开展多中心大样本的前瞻性研究进一步验证。

参考文献

- [1] 赵 举. 心脏术后急性心功能不全 VA-ECMO 支持[J]. 中国临床新医学, 2021, 14(5): 432-436.
- [2] Nicolo M, Heyland DK, Chittams J, et al. Clinical outcomes related to protein delivery in a critically ill population: a multicenter, multinational observation study[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2016, 40(1): 45-51.
- [3] Keshen TH, Miller RG, Jahoor F, et al. Stable isotopic quantitation of protein metabolism and energy expenditure in neonates on- and post-extracorporeal life support[J]. J Pediatr Surg, 1997, 32(7): 958-963.
- [4] Pelekhaty S, Galvagno SM Jr, Hochberg E, et al. Nitrogen balance during venovenous extracorporeal membrane oxygenation support: preliminary results of a prospective, observational study[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2020, 44(3): 548-553.
- [5] Anton-Martin P, Papacostas M, Lee E, et al. Underweight status is an independent predictor of in-hospital mortality in pediatric patients on extracorporeal membrane oxygenation[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2018, 42(1): 104-111.
- [6] Mazuski JE. Feeding the injured intestine: enteral nutrition in the critically ill patient[J]. Curr Opin Crit Care, 2008, 14(4): 432-437.
- [7] Rice-Townsend SE, Aldrink JH. Controversies of enteral nutrition in select critically-ill surgical patients: traumatic brain injury, extracorporeal life support, and sepsis[J]. Semin Pediatr Surg, 2019, 28(1): 47-52.
- [8] López-Herce J. Gastrointestinal complications in critically ill patients: what differs between adults and children? [J]. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2009, 12(2): 180-185.
- [9] Klingensmith NJ, Coopersmith CM. The gut as the motor of multiple organ dysfunction in critical illness[J]. Crit Care Clin, 2016, 32(2): 203-212.
- [10] Desmarais TJ, Yan Y, Keller MS, et al. Enteral nutrition in neonatal and pediatric extracorporeal life support: a survey of current practice[J]. J Pediatr Surg, 2015, 50(1): 60-63.
- [11] Ferrie S, Herkes R, Forrest P. Nutrition support during extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in adults: a retrospective audit of 86 patients[J]. Intensive Care Med, 2013, 39(11): 1989-1994.
- [12] Hanekamp MN, Spoel M, Sharman-Koendjibiharie I, et al. Routine enteral nutrition in neonates on extracorporeal membrane oxygenation [J]. Pediatr Crit Care Med, 2005, 6(3): 275-279.
- [13] Piena M, Albers MJ, Van Haard PM, et al. Introduction of enteral feeding in neonates on extracorporeal membrane oxygenation after evaluation of intestinal permeability changes[J]. J Pediatr Surg, 1998, 33(1): 30-34.
- [14] Armstrong LB, Ariagno K, Smallwood CD, et al. Nutrition delivery during pediatric extracorporeal membrane oxygenation therapy[J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2018, 42(7): 1133-1138.
- [15] Ohbe H, Jo T, Yamana H, et al. Early enteral nutrition for cardiogenic or obstructive shock requiring venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a nationwide inpatient database study[J]. Intensive Care Med, 2018, 44(8): 1258-1265.
- [16] Bear DE, Smith E, Barrett NA. Nutrition support in adult patients receiving extracorporeal membrane oxygenation[J]. Nutr Clin Pract, 2018, 33(6): 738-746.
- [17] Lu MC, Yang MD, Li PC, et al. Effects of nutritional intervention on the survival of patients with cardiopulmonary failure undergoing extracorporeal membrane oxygenation therapy[J]. In Vivo, 2018, 32(4): 829-834.
- [18] Wertheim HF, Albers MJ, Piena-Spoel M, et al. The incidence of septic complications in newborns on extracorporeal membrane oxygenation is not affected by feeding route[J]. J Pediatr Surg, 2001, 36(10): 1485-1489.
- [19] Pérez G, González E, Zamora L, et al. Early enteral nutrition and gastrointestinal complications in pediatric patients on extracorporeal membrane oxygenation[J]. J Pediatr Gastroenterol Nutr, 2022, 74(1): 110-115.
- [20] Kim S, Jeong SK, Hwang J, et al. Early enteral nutrition and factors related to in-hospital mortality in people on extracorporeal membrane oxygenation[J]. Nutrition, 2021, 89: 111222.
- [21] Pettignano R, Heard M, Davis R, et al. Total enteral nutrition versus total parenteral nutrition during pediatric extracorporeal membrane oxygenation[J]. Crit Care Med, 1998, 26(2): 358-363.
- [22] Lee AE, Munoz E, Al Dabbous T, et al. Extracorporeal Life Support Organization guidelines for the provision and assessment of nutritional support in the neonatal and pediatric ECMO patient[J]. ASAIO J, 2022, 68(7): 875-880.
- [23] Gianotti L, Alexander JW, Nelson JL, et al. Role of early enteral feeding and acute starvation on postburn bacterial translocation and host defense: prospective, randomized trials[J]. Crit Care Med, 1994, 22(2): 265-272.
- [24] Kang W, Kudsk KA. Is there evidence that the gut contributes to mucosal immunity in humans? [J]. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 2007, 31(3): 246-258.
- [25] Gramlich L, Kichian K, Pinilla J, et al. Does enteral nutrition compared to parenteral nutrition result in better outcomes in critically ill adult patients? A systematic review of the literature[J]. Nutrition, 2004, 20(10): 843-848.

[收稿日期 2023-07-05][本文编辑 吕文娟 余 军]

本文引用格式

陈纯玲, 胡 燕, 王 春, 等. 儿童先天性心脏病术后静脉-动脉体外膜肺氧合治疗期间营养干预策略探讨[J]. 中国临床新医学, 2023, 16(7): 662-666.