

体外膜肺氧合中的持续肾脏替代治疗：原因、时机、方法

原创：赵宇东 体外循环青年论坛 1周前

预计阅读时间：6分钟.....



Nice Work If You Can Get It
Tony Bennett;Diana Krall - Love Is Here To Stay



Continuous renal replacement therapy during extracorporeal membrane oxygenation: why, when and how?

Current Opinion in Critical Care

体外循环青年论坛

赵宇东-北京儿童医院 心脏外科

前言

体外膜氧合（ECMO）是一种挽救严重心肺功能衰竭患者生命的有效疗法，ECMO的适应症和适用范围正在逐渐增加。ECMO辅助患者中急性肾损伤（AKI）非常常见，影响可达85%的ECMO患者。文献显示，20～100%的ECMO合并AKI患者在接受ECMO治疗之前或辅助期间会接受肾脏替代疗法（RRT）治疗，其中CRRT是最常用的模式。RRT的引入可以挽救生命，但毫无疑问，它也使护理更加复杂，医疗费用更高。RRT在降低死亡风险中的直接作用尚不确定。

CRRT的时机

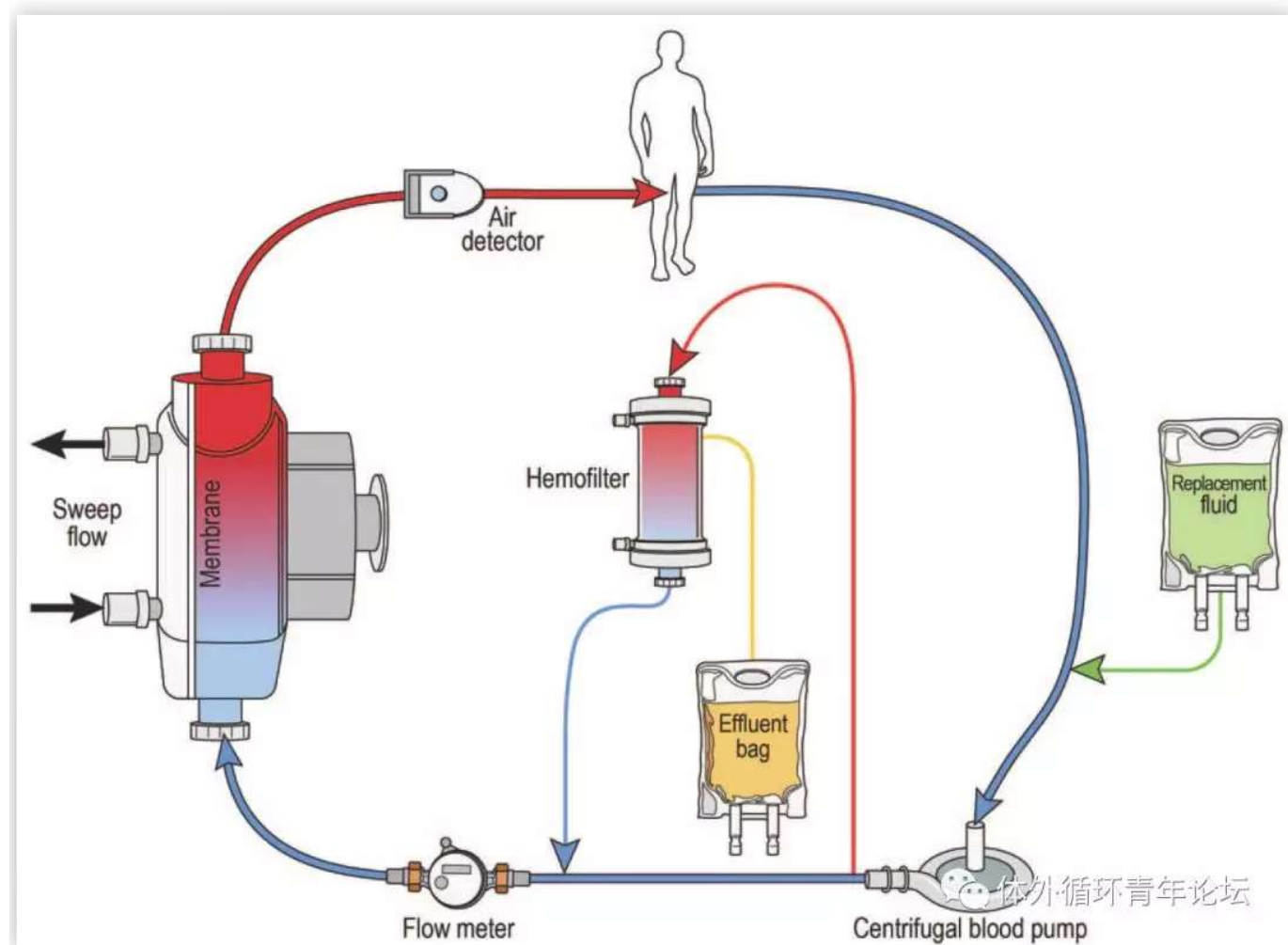
目前危重患者启用RRT的最佳时机尚不清楚。接受ECMO治疗的患者同样如此。由于液体超负荷已被认为是不良预后和延长ECMO辅助时间的独立危险因素，因此应将其视为早期启动药物利尿或透析的重要触发因素。利尿剂可能对肾损伤程度较低的非少尿患者有效，但其疗效通常不确定，且可能有副作用。此外，临床上可能需要更严格容量控制策略。持续有效的容量控制可能对肺和心脏功能有益。通常对于危重患者，应根据临床特征、肾脏功能以及可能的风险来个体化RRT的启动时机。在存在或预计存在肾功能不足的情况下，除非有其他禁忌原因，不管AKI的程度如何都应考虑使用RRT。ECMO患者同样适用上述原则。AKI导致的代谢紊乱很可能阻碍心肺功能恢复的情况下，ECMO患者存在容量超负荷时应考虑启用RRT。

CRRT与ECMO相互作用

ECMO治疗期间，可通过将血液过滤器或RRT管路接入ECMO管路（集成系统）或通过单独的插管和管路（并行系统）提供RRT治疗。CRRT设备设计使用压力为到0至20 mmHg的静脉压力，而ECMO回路中的压力在泵前为负（-20~-100 mmHg），在泵和氧合器之间为正。因此，CRRT工作压力会超过报警限，可能会出现与回路内压力相关的并发症（即空气栓塞、湍流和溶血）。

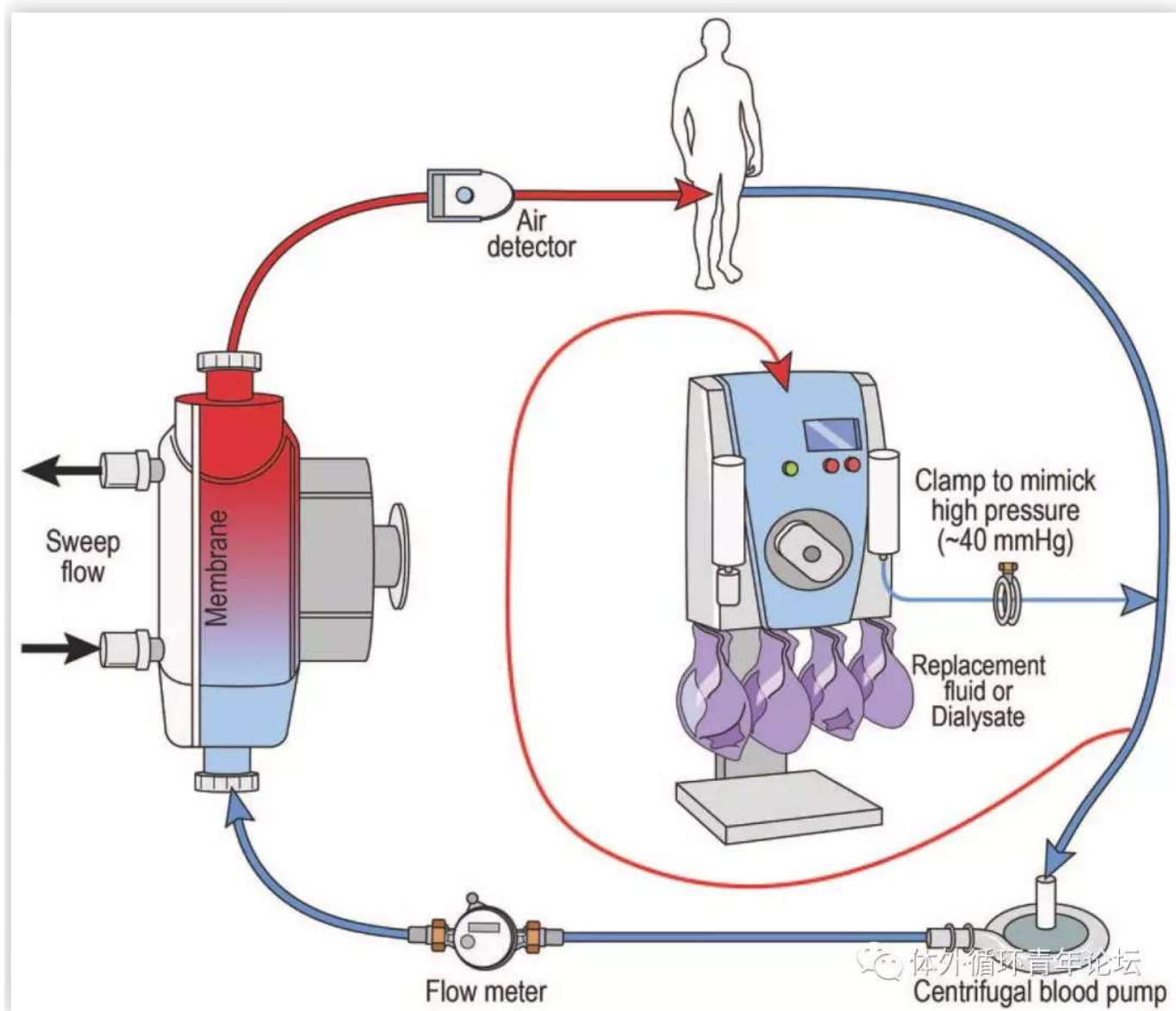
连接方式

连接方式包括将血液过滤器直接接入ECMO管路。这种连接方式预充量较小。但没有压力警报和无法实现超滤的精确控制，且超滤和输送替换液必需使用输液泵，可能存在较大误差。此外，血液过滤器中没有压力监测器可能导致不能检测到滤器内血栓或纤维破裂。如控制血液过滤器中的血流速度，则可能导致血液湍流，增加溶血和血栓形成的风险。另外此种方式仅能提供超滤和有限的溶质清除（如下图）。



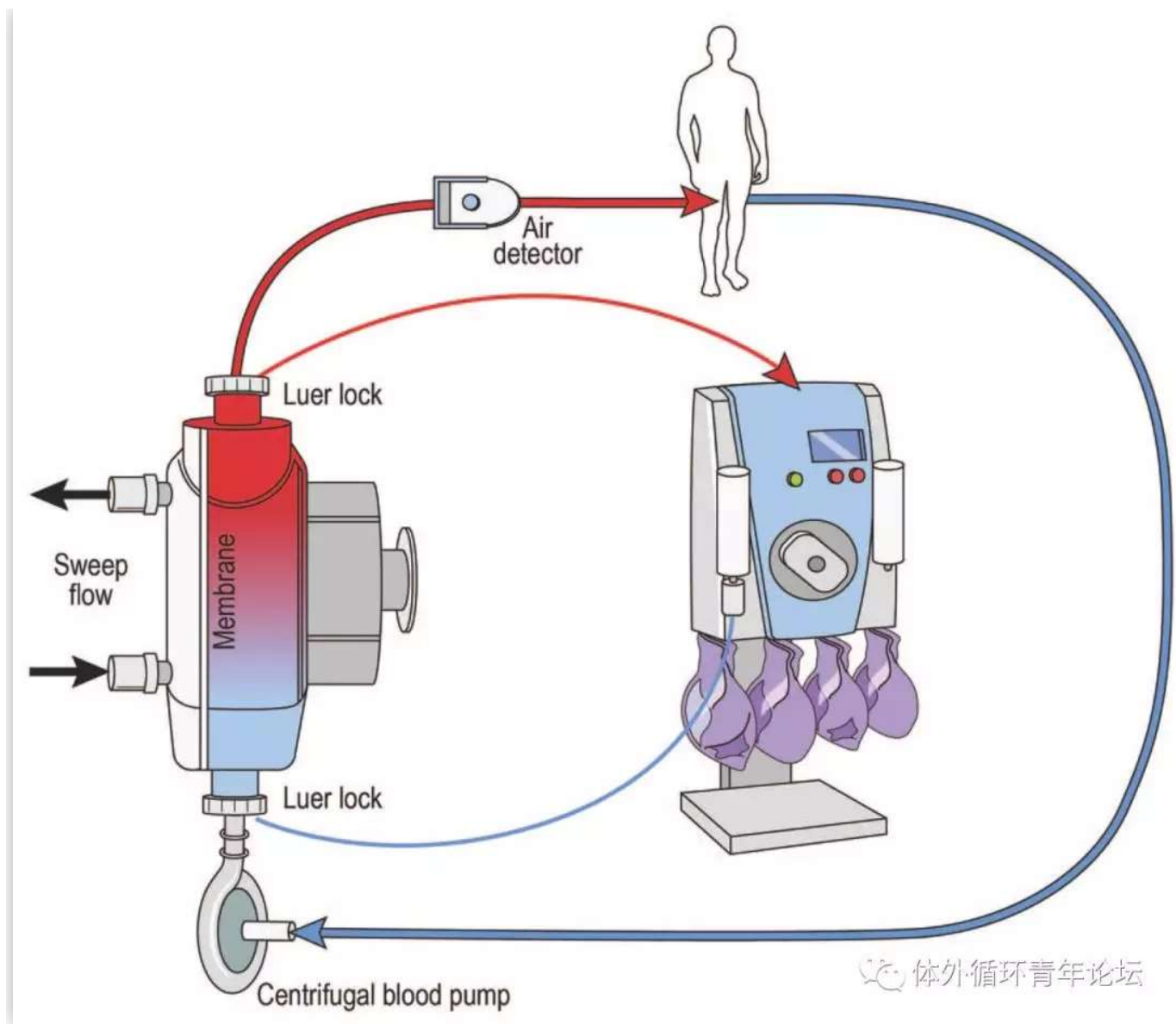
另一种方法是在ECMO管路中连接完整的CRRT设备（而不是单独使用透析器）。这样能够显示压力并精确地控制超滤，而无需外部泵（如下图）。但是，由于接入CRRT的位置

不同（泵前或泵后），可能会出现气栓和CRRT管路内压力升高报警的问题。为了防止这种情况发生，也为了避免动静脉血混合，血液应该在氧合器之前返回到ECMO管路。



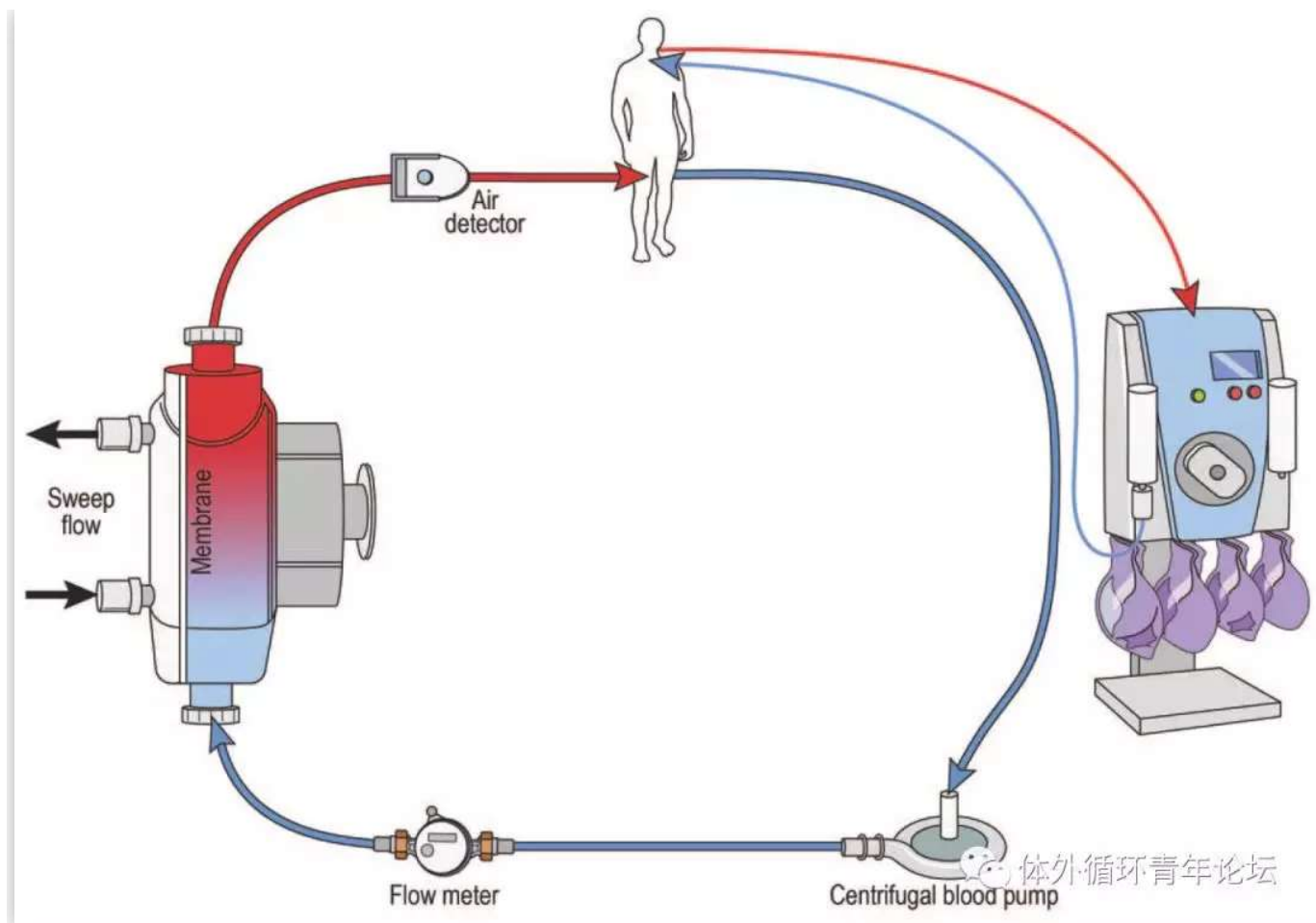
将CRRT设备集成到ECMO管路中会导致管路内压力变化，这可能超出CRRT设备的安全范围。部分CRRT设备不能识别这些为与ECMO相关的变化，经常发生压力警报导致停机、治疗中断。CRRT回液至ECMO管路的负压部分（泵前）可能会抵消CRRT设备中的“动脉”警报压力，但也会增加管路进气的风险。在ECMO泵后连接CRRT管路会导致高压警报，可通过忽略压力警报或限制ECMO血流来处置，但这种方式可能导致严重后果。

也可以通过氧合器进出口上的鲁尔锁将CRRT与ECMO连接起来，CRRT设备可以承受管路压力，连接方便快捷，不需要多余的借口（如下图）。



将CRRT和ECMO连接在一起，这种方式的好处是不需要额外的血管通路或抗凝。但压力异常的可能会带来潜在的严重风险。此外，集成系统的分流会影响氧合并干扰血流。幸运的是，分流部分通常小于5%（即ECMO流量“4000 ml/min，分流到CRRT回路的流量为“200 ml/min”）。

并行系统是通过单独的插管和管路分别建立CRRT和ECMO。这种方法的优点是消除了与压差有关的问题。使CRRT管路可以独立于ECMO设备运行，更换CRRT管路的风险小，但是抗凝状态下置管会增加出血和感染等并发症（如下图）。



连接方式并无优劣之分，一项对65个国际ECMO中心的调查显示，22%的中心专门使用血液过滤器，51%的中心将CRRT设备连接至管路。在临床实践中，采用何种方式往往取决于当地的专业训练、人员技术水平。

结 果

需要ECMO和RRT治疗的患者往往存在多器官功能衰竭，死亡风险高。研究表明，ECMO辅助前3天使用CRRT是90天死亡率的独立预测因子。另有报道指出，校正干扰因子后ICU死亡率不受RRT需求的显著影响。没有明确的证据表明ECMO和CRRT联合使用会影响死亡率。对19项ECMO相关研究的系统性回顾表明，接受过CRRT治疗的ECMO存活者的液体负平衡较非CRRT治疗的存活者更明显。同样，Symons等发现使用CRRT可以更精确的进行液体管理。这可能导致ECMO辅助时间的缩短。最后，CRRT的使用对肾功能的长期影响尚不清楚，这一领域还需要更多的研究。目前两个大型ECMO中心分别报告了他们在20年内联合使用RRT和ECMO的经验，在没有原发性肾病的条件下，幸存者中没有出现ESRD。

结 论

对于使用ECMO的患者，可以使用血液过滤器、完全集成的CRRT设备或并行系统提供CRRT治疗。详细了解不同技术的优缺点，了解循环管路内压力变化，有助于提供有效的器官支持，预防潜在的危及生命的并发症。最佳方法、监测范围和长期结果仍然未知。

— The End —



福利：点击阅读原文下载原文（版权归原文作者和出版社所有）“提取码：0sxt”

阅读原文

成人ECMO患者容量耐受范围

原创： 郝星 体外循环青年论坛 1周前

预计阅读时间： 6分钟.....



Old Town Road

Lil Nas X - Old Town Road



CrossMark

Permissive fluid volume in adult patients undergoing extracorporeal membrane oxygenation treatment

体外循环青年论坛

郝星 北京安贞医院 体外循环科

研究背景

体外膜氧合(ECMO)是一种针对循环和/或肺衰竭患者的生命支持技术，通常需要大容量液体复苏，以确保ECMO启动初期足够的流量满足患者循环需要。然而，过量的扩容会增加危重病人的死亡率。为此，本研究评估了累积液体平衡(CFB)与ECMO患者预后的关系，有助于明确ECMO患者的容量耐受范围。

研究方法

本研究为多中心（三家三级甲等医院）回顾性队列研究，纳入2005年1月至2016年5月ECMO患者共1499例。符合以下标准的患者被排除 (n = 776): (1) 年龄 18 岁以下, (2) ECMO 辅助时间小于 24h, (3) ECMO 启动后 3 天内死亡, (4) 转换 ECMO 模式, (5) 入院时合并患有终末期肾病, (6) 转入前在其他医院安置启动 ECMO, (7) 缺失数据。最终，406 例因心血管病因接受 ECMO 治疗的患者（心血管疾病组，CVD group）和 317 例因非心血管病因接受 ECMO 治疗的患者（非 CVD 组，Non-CVD group）纳入分析，后者又被进一步分为呼吸疾病组和其他组（图 1）。

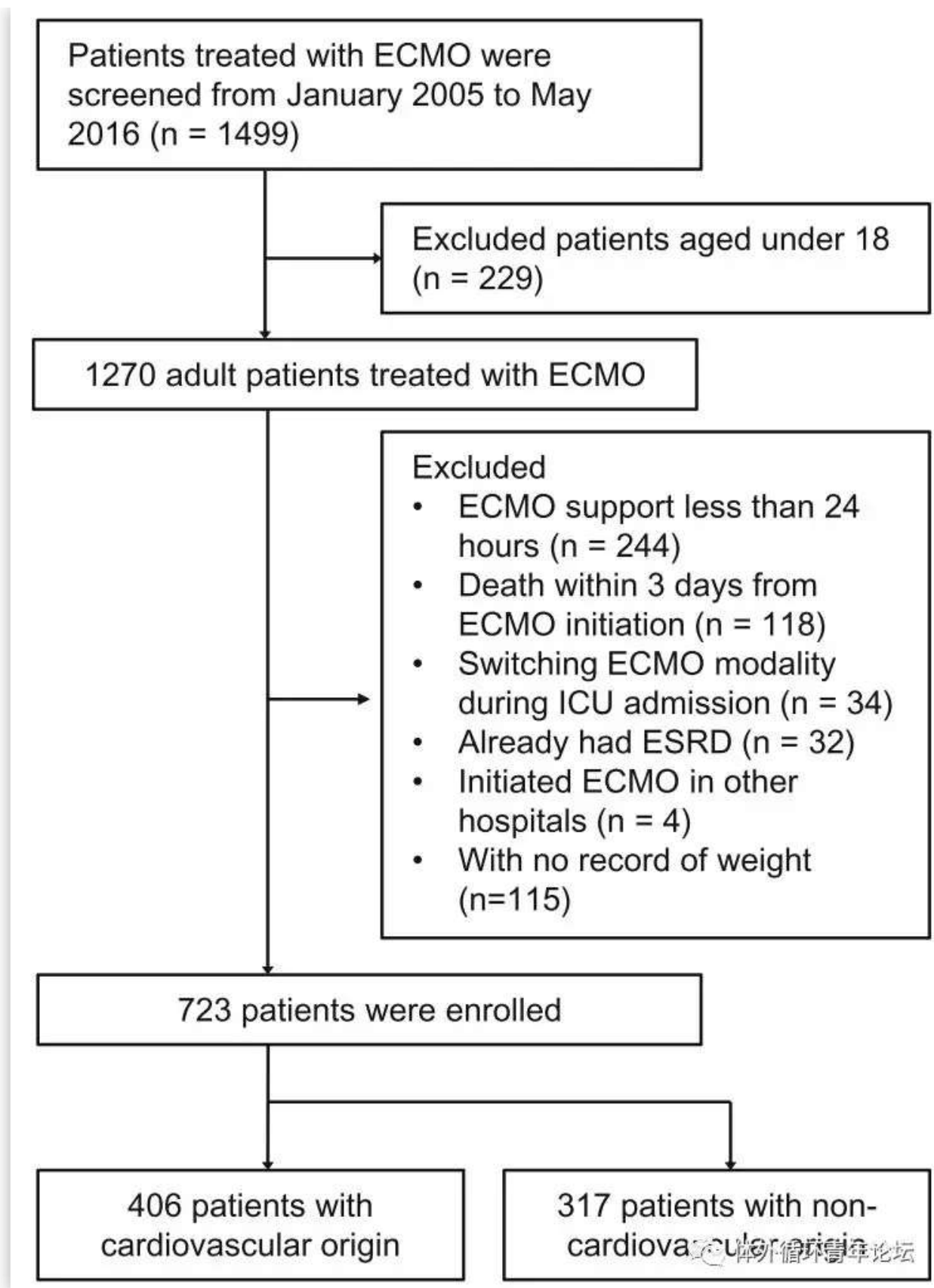


图 1 受试者入组流程图

主要研究终点：ECMO患者90天全因死亡率。

累计液体平衡 (CBF) = 累计入量 - 累计出量

累计入量 = ECMO启动3天输液总和/体重(kg)

累计出量 = ECMO启动3天出量总和/体重(kg)

累计尿量 = ECMO启动3天尿量总和/体重(kg)。

研究结果

406例和317例患者分别纳入CVD组和非CVD组。CVD组患者平均年龄为58.4±17.7岁，68.2%为男性。非CVD组平均年龄为55.7±15.7年，65.3%为男性。CVD组CFB值为64.7 ml/kg，非CVD组53.5 ml/kg。

表1 心血管疾病ECMO患者基线特征

Variables	CFB quartiles				Total	P for trend
	Quartile 1	Quartile 2	Quartile 3	Quartile 4		
Number of patients	101	102	102	101	406	
Age (yr)	55.0 ± 17.0	56.5 ± 18.0	58.9 ± 19.3	63.1 ± 15.5	58.4 ± 17.7	0.001
Sex (male, %)	74 (73.3)	73 (71.6)	71 (69.6)	59 (58.4)	277 (68.2)	0.025
DM (n, %)	38 (37.6)	36 (35.3)	30 (29.4)	30 (29.7)	134 (33.0)	0.156
Hypertension (n, %)	48 (47.5)	41 (40.2)	35 (34.3)	45 (44.6)	169 (41.6)	0.499
Malignancy (n, %)	6 (5.9)	13 (12.7)	9 (8.8)	7 (6.9)	35 (8.6)	0.937
Charlson comorbidity index	2.1 ± 2.1	2.2 ± 2.0	1.8 ± 1.7	1.1 ± 1.5	1.8 ± 1.9	< 0.001
Weight (kg)	67.6 ± 11.2	66.0 ± 12.9	63.9 ± 12.1	61.4 ± 10.9	64.7 ± 12.0	< 0.001
Body mass index (kg/m ²)	24.2 ± 3.3	23.7 ± 3.8	23.4 ± 3.6	23.4 ± 3.3	23.7 ± 3.5	0.085
Body surface area (m ²)	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2	1.6 ± 0.1	1.7 ± 0.2	< 0.001
CFB (ml/kg)*	-4.8 (-25.2-9.6)	38.2 (27.6-51.4)	109.7 (77.4-137.3)	222.9 (194.6-272.7)	64.7 (20.1-161.7)	< 0.001
Daily fluid balance (ml/kg/d)*	2.3 (-5.0 to 8.9)	13.1 (6.6-27.7)	37.8 (23.8-67.0)	108.4 (63.4-180.6)	26.2 (6.7-68.6)	< 0.001
Cumulative input (ml/kg)*	165.2 (124.7-216.7)	191.6 (168.3-241.8)	248.6 (213.4-280.2)	371.3 (293.3-482.3)	214.5 (157.6-267.2)	< 0.001
Cumulative total output (ml/kg)*	182.0 (138.2-229.7)	149.7 (112.7-201.4)	138.6 (113.6-182.0)	136.8 (91.1-226.3)	153.1 (115.6-201.4)	< 0.001
Cumulative urine output (ml/kg)*	136.0 (68.5-182.5)	100.5 (37.1-143.9)	59.8 (21.7-119.8)	27.1 (10.0-66.6)	95.8 (31.1-150.6)	< 0.001
ICU LOS before ECMO (days)*	1 (0-1)	1 (0-1)	0 (0-1)	0 (0-1)	1 (0-1)	< 0.001
Daily fluid balance before ECMO (ml/kg/d)*†	1.4 (-22.4-19.9)	11.6 (-15.7-24.4)	11.9 (-0.6-37.9)	-0.7 (-6.2-7.4)	3.1 (-8.3-21.6)	0.834
ECMO cause (n, %)						
Heart transplant	5 (5.0)	9 (8.8)	2 (2.0)	0 (0.0)	16 (3.9)	0.357
Other cardiomy	22 (21.8)	23 (22.5)	20 (19.6)	21 (20.8)	86 (21.2)	
Nonoperative CVD	74 (73.3)	70 (68.6)	80 (78.4)	80 (79.2)	304 (74.9)	
ECMO VA mode (n, %)	100 (99.0)	98 (96.1)	99 (97.1)	101 (100.0)	398 (98.0)	0.530
ECMO settings						
Blood flow rate (l/min)	2.8 ± 0.8	3.0 ± 0.8	3.0 ± 1.0	3.1 ± 1.0	2.9 ± 0.9	0.006
Blood flow rate (L/min/m ²)	1.6 ± 0.5	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.6	1.9 ± 0.6	1.8 ± 0.5	< 0.001
FsO ₂ (%)	89.4 ± 13.8	87.9 ± 15.1	85.3 ± 15.8	81.3 ± 17.1	85.9 ± 15.7	< 0.001
ECMO DO ₂ (ml/min/m ²)	272.4 ± 86.7	304.4 ± 101.6	311.9 ± 134.6	344.8 ± 134.9	309.3 ± 119.2	< 0.001
ECMO duration (days)*	4 (2-6)	3 (2-7)	4 (2-7)	3 (2-6)	3 (2-6)	0.231
Mechanical ventilation (n, %)	90 (89.2)	100 (98.5)	97 (95.3)	100 (98.9)	387 (95.3)	0.015
Days of ventilator before ECMO (days)*	1 (0-1)	1 (0-1)	1 (0-1)	0 (0-1)	1 (0-1)	0.155
WBC (×10 ³ /μl)	12.8 ± 6.0	13.8 ± 6.9	14.6 ± 8.5	13.6 ± 6.8	13.7 ± 7.1	0.293
Hemoglobin (g/dl)	11.1 ± 2.4	11.4 ± 2.4	11.0 ± 2.3	10.3 ± 2.4	11.0 ± 2.4	0.008
SaO ₂ (%)*	98.2 (93.3-99.3)	97.7 (95.4-98.9)	99.3 (97.3-99.8)	99.6 (96.8-99.9)	98.8 (96.2-99.8)	0.001
BUN (mg/dl)	27.3 ± 16.0	27.1 ± 15.2	26.5 ± 11.0	23.6 ± 12.9	26.1 ± 14.0	0.054
Creatinine (mg/dl)	1.5 ± 0.9	1.5 ± 0.8	1.5 ± 0.5	1.4 ± 0.5	1.5 ± 0.7	0.105
eGFR (ml/min/1.73 m ²)	60.7 ± 29.5	58.2 ± 26.8	54.6 ± 22.9	58.2 ± 25.8	57.9 ± 26.4	0.348
Albumin (g/dl)	3.0 ± 0.5	2.9 ± 0.6	2.7 ± 0.7	2.6 ± 0.8	2.8 ± 0.7	< 0.001
Bilirubin (mg/dl)	1.8 ± 1.7	2.4 ± 2.6	1.8 ± 1.9	1.2 ± 1.2	1.8 ± 1.9	0.007
CRP (mg/dl)*	32.7 (12.8-82.6)	25.6 (6.4-62.6)	17.9 (4.1-61.9)	9.7 (3.0-40.4)	20.4 (7.4-54.5)	0.001
APACHE II score	23.1 ± 9.7	23.9 ± 8.3	23.7 ± 10.4	24.7 ± 9.7	23.8 ± 9.6	0.274

表2 非心血管疾病ECMO患者基线特征

Table 2 Baseline characteristics of patients with non-cardiovascular disease

Variables	CFB quartiles				Total	P for trend
	Quartile 1	Quartile 2	Quartile 3	Quartile 4		
Number of patients	79	79	80	79	317	
Age (yr)	53.2 ± 16.2	56.1 ± 14.9	57.2 ± 15.0	56.3 ± 16.8	55.7 ± 15.7	0.192
Sex (male, %)	55 (69.6)	53 (67.1)	52 (65.0)	47 (59.5)	207 (65.3)	0.176
DM (n, %)	19 (24.1)	17 (21.5)	15 (18.8)	16 (20.3)	67 (21.1)	0.490
Hypertension (n, %)	21 (26.6)	13 (16.5)	14 (17.5)	21 (26.6)	69 (21.8)	0.962
Malignancy (n, %)	25 (31.6)	22 (27.8)	22 (27.5)	24 (30.4)	93 (29.3)	0.856
Charlson comorbidity index	2.1 ± 2.2	1.9 ± 2.0	1.6 ± 1.7	1.6 ± 2.0	1.8 ± 2.0	0.076
Weight (kg)	63.8 ± 15.8	63.1 ± 12.8	64.1 ± 16.1	61.0 ± 12.2	63.0 ± 14.3	0.300
Body mass index (kg/m ²)	22.9 ± 4.4	23.4 ± 4.5	23.6 ± 5.1	22.7 ± 3.9	23.2 ± 4.5	0.900
Body surface area (m ²)	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.2	1.6 ± 0.2	1.6 ± 0.2	1.7 ± 0.2	0.151
CFB (ml/kg)*	-3.9 (-19.8-6.8)	34.5 (25.6-42.7)	72.5 (60.2-87.5)	194.7 (147.8-265.5)	53.5 (16.9-106.7)	< 0.001
Daily fluid balance (ml/kg/d)*	4.3 (-2.7-12.9)	12.8 (7.1-19.7)	21.1 (11.2-35.9)	54.0 (29.5-101.8)	15.9 (7.1-36.4)	< 0.001
Cumulative input (ml/kg)*	195.5 (165.3-264.7)	206.4 (166.2-263.6)	246.2 (192.4-292.3)	338.6 (271.8-422.5)	231.8 (180.8-298.8)	< 0.001
Cumulative total output (ml/kg)*	206.6 (163.9-274.9)	166.2 (132.2-221.7)	173.7 (126.7-217.0)	127.7 (92.0-212.9)	183.2 (130.4-233.9)	< 0.001
Cumulative urine output (ml/kg)*	107.2 (8.1-180.9)	98.3 (13.2-163.5)	75.7 (15.6-127.8)	42.7 (17.3-109.8)	83.9 (14.0-159.6)	0.055
ICU LOS before ECMO (days)*	2.5 (0-6)	2 (1-4)	1 (0-5)	1 (0-5)	2 (0-5)	0.636
Daily fluid balance before ECMO (ml/kg/d)*	6.8 (-4.8-18.2)	17.0 (7.6-35.6)	12.7 (4.0-45.1)	22.0 (4.0-49.8)	12.2 (3.9-32.5)	< 0.001
ECMO cause (n, %)						
Lung transplant	17 (21.5)	14 (17.9)	12 (15.2)	5 (6.3)	48 (15.2)	0.081
ARDS	17 (21.5)	19 (24.4)	14 (17.7)	25 (31.6)	75 (23.8)	
Other pulmonary	13 (16.5)	21 (26.9)	17 (21.5)	27 (34.2)	78 (24.8)	
Others	32 (40.5)	25 (31.6)	37 (46.3)	22 (27.8)	116 (36.6)	
ECMO VA mode (n, %)	18 (22.7)	12 (15.2)	22 (27.5)	21 (26.6)	73 (23.0)	0.321
ECMO settings						
Blood flow rate (L/min)	3.1 ± 0.8	3.0 ± 0.7	3.1 ± 0.8	3.1 ± 0.8	3.1 ± 0.8	0.661
Blood flow rate (L/min/m ²)	1.8 ± 0.5	1.8 ± 0.4	1.8 ± 0.5	1.8 ± 0.5	1.8 ± 0.5	0.965
F _{IO2} (%)	91.1 ± 13.7	92.0 ± 13.7	90.7 ± 13.6	85.0 ± 16.6	89.7 ± 14.6	0.008
ECMO DO ₂ l (ml/min/m ²)	297.3 ± 87.9	302.6 ± 93.8	281.2 ± 89.5	306.0 ± 115.2	297.0 ± 97.6	0.889
ECMO duration (days)*	8 (4-16)	8 (3-14)	8 (3-12)	6 (3-12)	8 (3-13)	0.119
Mechanical ventilation (n, %)	77 (97.5)	77 (97.5)	78 (97.5)	78 (98.7)	310 (97.8)	0.785
Days of ventilator before ECMO (days)*	3 (1-4)	2 (2-3)	2 (0-3)	3 (1-5)	3 (1-3)	0.377
WBC (×10 ³ /L)	11.6 ± 6.6	12.8 ± 7.2	12.1 ± 7.9	14.0 ± 8.7	12.6 ± 7.6	0.108
Hemoglobin (g/dl)	10.8 ± 2.0	11.1 ± 2.5	10.4 ± 1.9	10.3 ± 2.5	10.7 ± 2.2	0.042
SpO ₂ (%)	94.0 (88.2-98.8)	94.4 (90.1-98.0)	93.2 (80.7-98.5)	95.3 (89.3-99.0)	94.4 (88.0-98.7)	0.707
BUN (mg/dl)	31.2 ± 20.6	26.3 ± 16.9	27.2 ± 14.8	29.5 ± 25.4	28.5 ± 19.9	0.684
Creatinine (mg/dl)	1.4 ± 1.0	1.2 ± 0.8	1.3 ± 0.9	1.1 ± 0.9	1.3 ± 0.9	0.305
eGFR (ml/min/1.73 m ²)	89.9 ± 62.7	94.3 ± 61.0	77.7 ± 54.8	90.6 ± 51.4	88.1 ± 57.7	0.622
Albumin (g/dl)	2.7 ± 0.6	2.8 ± 0.6	2.6 ± 0.7	2.5 ± 0.7	2.7 ± 0.6	0.026
Bilirubin (mg/dl)	2.9 ± 3.7	3.4 ± 5.4	3.0 ± 3.8	1.9 ± 2.7	2.8 ± 3.9	0.108
CRP (mg/dl)*	69.7 (28.1-155.2)	74.7 (32.2-141.6)	85.9 (17.9-199.1)	99.2 (22.0-438.4)	75.1 (24.7-171.6)	0.735
APACHE II score	18.9 ± 7.3	20.0 ± 7.3	19.6 ± 7.7	24.1 ± 8.7	20.7 ± 8.0	< 0.001

表3 根据累积液体平衡四分位数分组的患者结局

Table 3 Outcome of patients according to cumulative fluid balance quartiles

Variables	CFB quartiles				Total	P for trend
	Quartile 1	Quartile 2	Quartile 3	Quartile 4		
Cardiovascular disease						
Incident AKI (n, %)	60 (59.3)	76 (74.4)	86 (84.3)	84 (83.1)	306 (75.4)	< 0.001
CRRT treatment (n, %)*	26 (25.7)	24 (23.5)	48 (47.1)	29 (28.7)	127 (31.3)	0.114
Days of CRRT before ECMO (days) [†]	0 (0–1)	0 (0–1)	1 (0–1)	0 (0–2)	1 (0–1)	0.082
ICU LOS (days) ^{‡,§}	10 (5–16)	10 (6–18)	7 (3–14)	7 (4–14)	8 (4–15)	0.014
90-day mortality (n, %)	35 (34.7)	43 (42.2)	71 (69.6)	58 (57.4)	207 (51.0)	< 0.001
Non-cardiovascular disease						
Incident AKI (n, %)	47 (68.1)	34 (53.1)	54 (76.1)	49 (83.1)	184 (70.0)	0.011
CRRT treatment (n, %)*	17 (21.5)	16 (20.3)	32 (40.0)	27 (34.2)	92 (29.0)	0.011
Days of CRRT before ECMO (days) [†]	1 (0–2)	1 (1–2)	2 (1–2)	1 (1–2)	3 (1–3)	0.483
ICU LOS (days) ^{‡,§}	18 (10–33)	17 (11–28)	13 (8–31)	17 (6–40)	16 (9–32)	0.239
90-day mortality (n, %)	49 (62.0)	43 (54.4)	63 (78.8)	54 (68.4)	209 (65.9)	0.069

Abbreviations: AKI Acute kidney injury, CFB Cumulative fluid balance, CRRT Continuous renal replacement therapy, ECMO Extracorporeal membrane oxygenation, ICU Intensive care unit, LOS Length of stay
*Continuous renal replacement therapy initiation during the first 3 days of ECMO commencement
[†]Data are expressed as median and IQR and compared by Jonckheere-Terpstra test
[‡]LOS was presented in patients who survived at 30th day from ECMO initiation

采用Cox比例风险模型进行多变量分析，发现在CVD组和非CVD组中，CFB值较高的患者90天死亡率显著增加。事实上，仅CFB四分位数最高的两组患者死亡风险有所增加。

表4 ECMO患者90 天死亡率的 Cox 回归分析

CFB quartiles	Cardiovascular disease				Non-cardiovascular disease			
	Unadjusted		Adjusted*		Unadjusted		Adjusted*	
	HR (95% CI)	P value	HR (95% CI)	P value	HR (95% CI)	P value	HR (95% CI)	P value
Quartile 1	1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)		1.00 (reference)	
Quartile 2	1.17 (0.75–1.83)	0.496	1.27 (0.77–2.10)	0.342	0.84 (0.56–1.27)	0.407	0.79 (0.48–1.30)	0.345
Quartile 3	2.82 (1.88–4.23)	< 0.001	2.58 (1.62–4.11)	< 0.001	1.61 (1.11–2.34)	0.012	1.66 (1.06–2.59)	0.026
Quartile 4	2.24 (1.47–3.41)	< 0.001	2.11 (1.26–3.54)	0.004	1.37 (0.93–2.02)	0.108	1.69 (1.05–2.72)	0.030

CFB Cumulative fluid balance
*Adjusted for age, sex, Charlson comorbidity index, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score, and propensity score
Propensity score was obtained by logistic regression analysis with covariables body mass index, extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) pump time, ECMO blood flow rate, albumin, total carbon dioxide, acute kidney injury stage
The 27 (3.7%) patients who were lost to follow-up were treated as censored

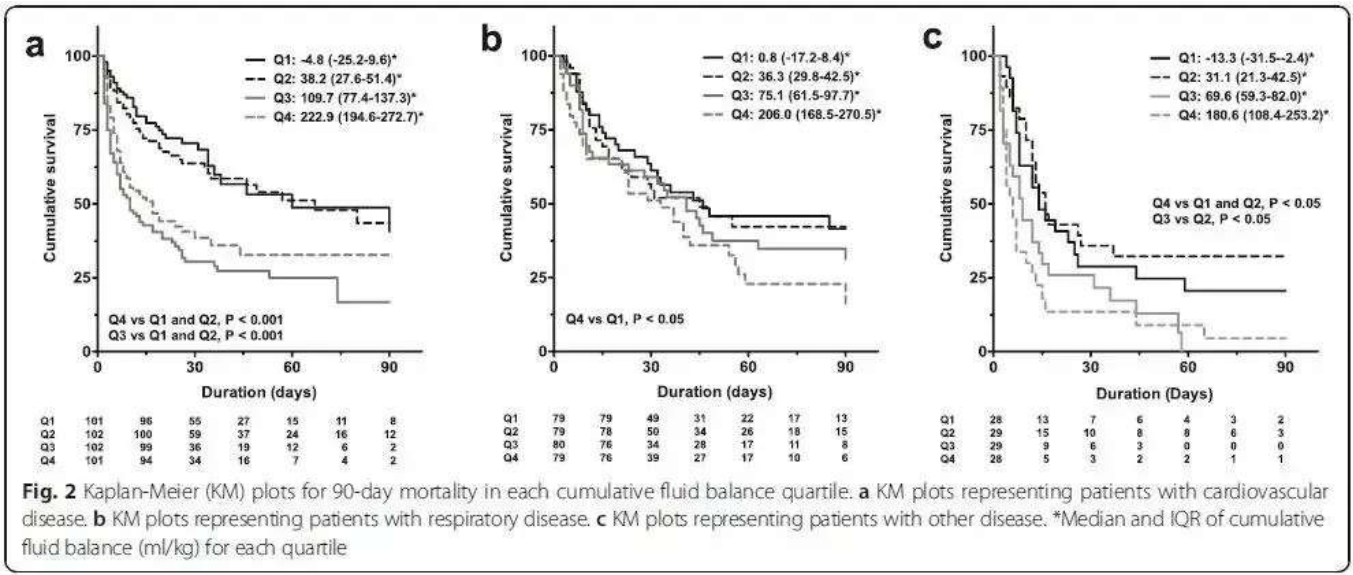


图 2 各累积液体平衡四分位数的 90 天死亡率的 Kaplan-Meier生存曲线。a 代表心血管疾病ECMO患者的 KM 曲线图; b 呼吸系统疾病ECMO患者的 KM 曲线图; c 代表其他疾病ECMO患者的KM 曲线图。* 每个四分位数累积液体平衡 (ml/kg) 的中位数和 IQR。

用APACHE II score、ENCOURAGE score和PRESERVE score校正后，差异依然存在。

表 5 根据累积液体平衡、累积输入量和输出量分别进行的ECMO患者 90 天死亡率的 Cox 回归分析

Table 5 Cox regression analyses for 90-day mortality with cumulative fluid balance, cumulative input, and output

Models	Variables	Cardiovascular disease		Non-cardiovascular disease	
		HR (95% CI)	P value	HR (95% CI)	P value
Model 1	CFB*	1.76 (1.37–2.27)	< 0.001	1.46 (1.17–1.83)	< 0.001
Model 2	CFB*	1.67 (1.19–2.34)	0.003	1.55 (1.16–2.09)	0.003
Model 3	Cumulative input* [†]	3.35 (1.64–6.83)	0.001	5.53 (2.60–11.75)	< 0.001
	Cumulative total output* [†]	0.56 (0.47–0.76)	< 0.001	0.25 (0.14–0.45)	< 0.001
Model 4	Cumulative input* [†]	2.66 (1.30–5.44)	0.007	1.92 (1.08–3.42)	0.027
	Cumulative urine output* [†]	0.78 (0.67–0.91)	0.001	0.84 (0.75–0.93)	0.001

CFB Cumulative fluid balance
Model 1: Additionally adjusted for age, sex, Charlson comorbidity index, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II score, and propensity score
Model 2: Model 1 + daily fluid balance before ECMO*[‡]
Model 3: Model 2 + cumulative input + cumulative total output without CFB
Model 4: Model 2 + cumulative input + cumulative urine output without CFB
*Data were log-transformed
[†]During 3 days from extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) commencement
[‡]Daily fluid balance during intensive care unit admission before ECMO commencement
Propensity score was obtained by logistic regression analysis with covariables body mass index, ECMO pump time, ECMO blood flow rate, albumin, total carbon dioxide, acute kidney injury stage
The 27 (3.7%) patients who were lost to follow-up were treated as censored

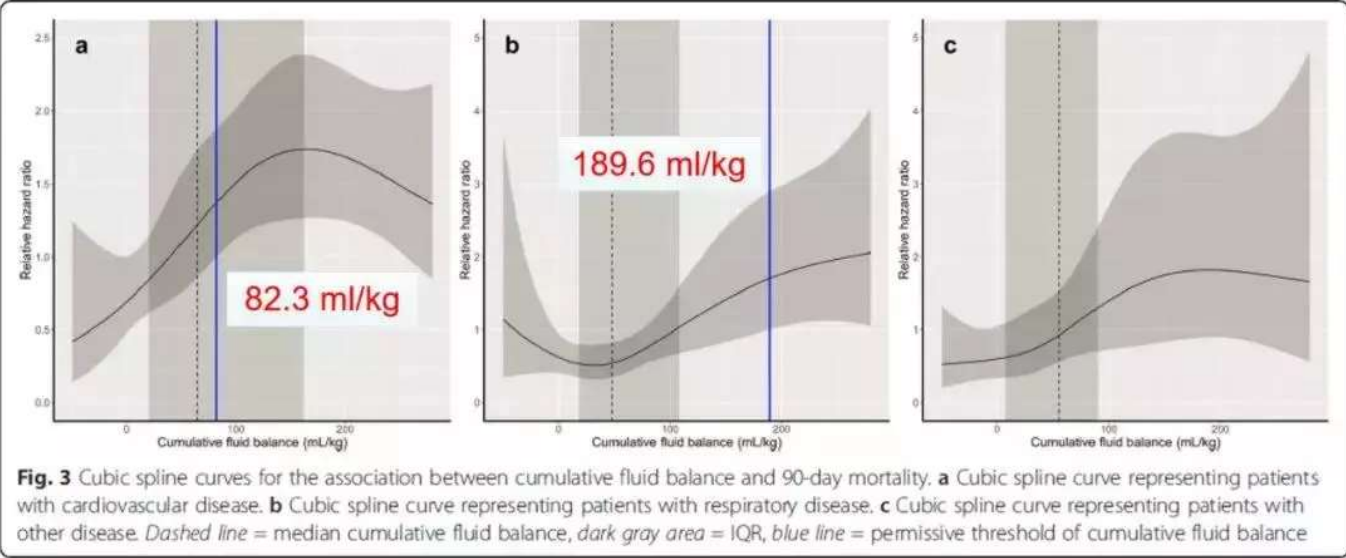


图 3 累积液体平衡和 90 天死亡率之间关系的立体样条曲线。a代表心血管疾病ECMO患者的立体样条曲线。b代表呼吸系统疾病ECMO患者的立体样条曲线。c代表其他疾病ECMO患者的立体样条曲线。虚线 = 中位累积液体平衡，深灰色区域 = IQR，蓝线 = 累积液体平衡的可容许阈值

立方样条曲线分析显示，在CVD组中CFB为82.3 ml/kg时，死亡率风险开始显著增加。在呼吸系统疾病患者中，当CFB超过189.6 ml/kg，患者的死亡风险增加显著。

讨 论

针对ECMO 患者早期治疗中，大量液体复苏往往是不可避免的。然而，过多的液体超负荷会对患者预后产生不良影响。在本研究中，发现CFB是影响 ECMO患者死亡风险的重要因素。因心血管病应用ECMO的患者中只有在CFB 大于 82.3 mL/kg 时，死亡风险会显著增加。对于因呼吸系统病因应用ECMO 的患者，当 CFB 高于 189.6 mL/kg 时，死亡风险明显增加。

通常在 ECMO 辅助初期，ECMO 患者体内出现全身炎症反应，可诱导病理性血管舒张和组织间隙液体丢失，导致血管内容积减少。此外，ECMO 患者之前的疾病严重程度也会导致血容量不容，如休克、低心排以及与脓毒症样综合征相关的毛细血管渗漏增加等。而血管内容量不足往往导致 ECMO 流量难以维持，因此，足量的液体输入以维持满意的循环血流是 ECMO 患者初期管理的关键。因此，在本研究中，85.9% 的患者保持 CFB 阳性。此外，总体平均 CFB 大于既往报道的未接受 ECMO 治疗的 ICU 患者。

在 ECMO 的初始阶段，过量的 CFB 与死亡风险增加独立相关。在一项 172 例接受 VA-ECMO 或 VV-ECMO 治疗患者的研究中，ECMO 治疗第 3 天的液体正平衡是死亡率的独立预测因素。此外，在需要 ECMO 和 CRRT 联合治疗的儿科患者中，ECMO 启动时的液体超负荷程度与死亡率显著相关。本研究中，CFB 与 90 天死亡率呈显著独立相关。然而，有趣的是，CVD 组和呼吸组 CFB 水平分别低于 82.3 mL/kg 和 189.6 mL/kg 时，死亡风险并未显著增加。这表明，ECMO 患者可能能够耐受低于这些阈值的补液。但是由于 CFB 极高的患者相对较少，置信区间范围太广，该阈值仍需进一步研究验证。

本研究中 CFB 增加可能是疾病严重程度的结果，因为严重全身血管渗漏和心功能低下的患者可能需要更大量的液体复苏。然而在本文中，即便根据疾病严重程度调整后，CFB 较高的患者死亡率仍显著增加，疾病严重程度和体液平衡之间并未发现存在显著的交互作用，提示液体平衡很可能是患者预后的独立影响因素。

研究局限性：回顾设计；无法获得药物(利尿剂)，血流动力学参数(PAH，心腔大小，CO)等数据；电子病历缺少 ECMO 相关参数；多中心治疗方案细节和护理有些差别，且不同时间跨度有区别；ECMO 适应证和模式不同，研究结果推广受限。

结 论

ECMO 治疗早期 CFB 过多增加死亡风险。然而，在 CFB 达到特定阈值之前，死亡风险并不会增加，该阈值随着 ECMO 患者原发疾病不同而存在差异。

— The End —

ECMO联合应用CRRT患者预后的回顾性分析

原创：刘峰 体外循环青年论坛 6天前

预计阅读时间：6分钟.....



Les augures printanigoes (Danse des adolescentes)
Igor Fyodorovich Stravinsky - Essential Igor Stravinsky



ATM ANNALS OF TRANSLATIONAL MEDICINE
AN OPEN ACCESS JOURNAL COVERING ALL SUBSPECIALTIES OF TRANSLATIONAL MEDICINE

Retrospective study on the effects of the prognosis of patients treated with extracorporeal membrane oxygenation combined with continuous renal replacement therapy



该研究来自【陆军军医大学（第三军医大学）西南医院 胸心外科】

刘峰 北京安贞医院 体外循环科

介 绍

近年来，越来越多的危重症患者接受ECMO治疗，约30-50%ECMO患者存在急性肾损伤（AKI）。根据研究，存在AKI的ECMO患者应用连续肾替代治疗（CRRT）后，98天的生存率仅17%。ECMO期间应用CRRT是ECMO撤机失败的预测因素。联合应用ECMO及CRRT的指征尚不明确。很多研究基于儿童数据，成人数据欠缺。

然而，很多ECMO患者病情危重，尽管依据KDIGO分级其没有达到AKI标准（比如，血清肌酐没有超过正常标准，或者少尿时间小于6小时），但是该类患者电解质及酸碱平衡紊乱严重、液体负荷过重，因此需早期应用CRRT。对于ECMO患者早期应用CRRT研究不多。本文作者对单中心ECMO患者应用CRRT的预后进行回顾性分析。

方 法

人口统计学信息

单中心2007年1月至2017年12月，共32例患者进行ECMO联合CRRT治疗。男性22例，女性10例，年龄16-69岁。根据出院时状态，分为存活组13例，死亡组19例（表1）

Table 1 Diagnosis of primary diseases in patients with ECMO + CRRT

Primary disease	Number of patient cases (n=32)
Valve implantation	8
CABG	3
Pericarditis	2
Congenital heart disease	2
Viral myocarditis/stress heart disease	7
AMI	6
Sepsis	4

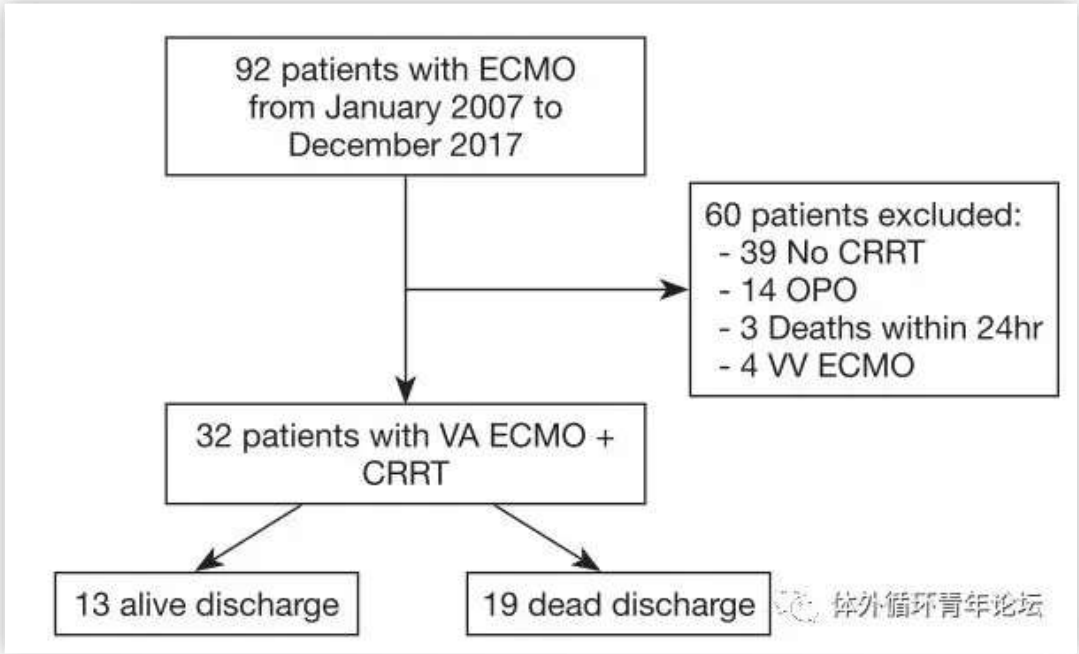
纳入与排除标准

纳入标准

应用CRRT的ECMO患者。应用CRRT的标准为（1）血清肌酐较基础值增加1.5-1.9倍，或者增加至≥0.3 mg/dL (≥26.5 μmol/L)；或者尿量<0.5mL/kg/h 6-12小时（根据2012年评价AKI的KDIGO标准）（2）具有明显液体超负荷的ECMO患者，严重高钾血症或高钠血症，或者两者都有。其他严重电解质紊乱，严重酸碱平衡紊乱难以矫正。

排除标准

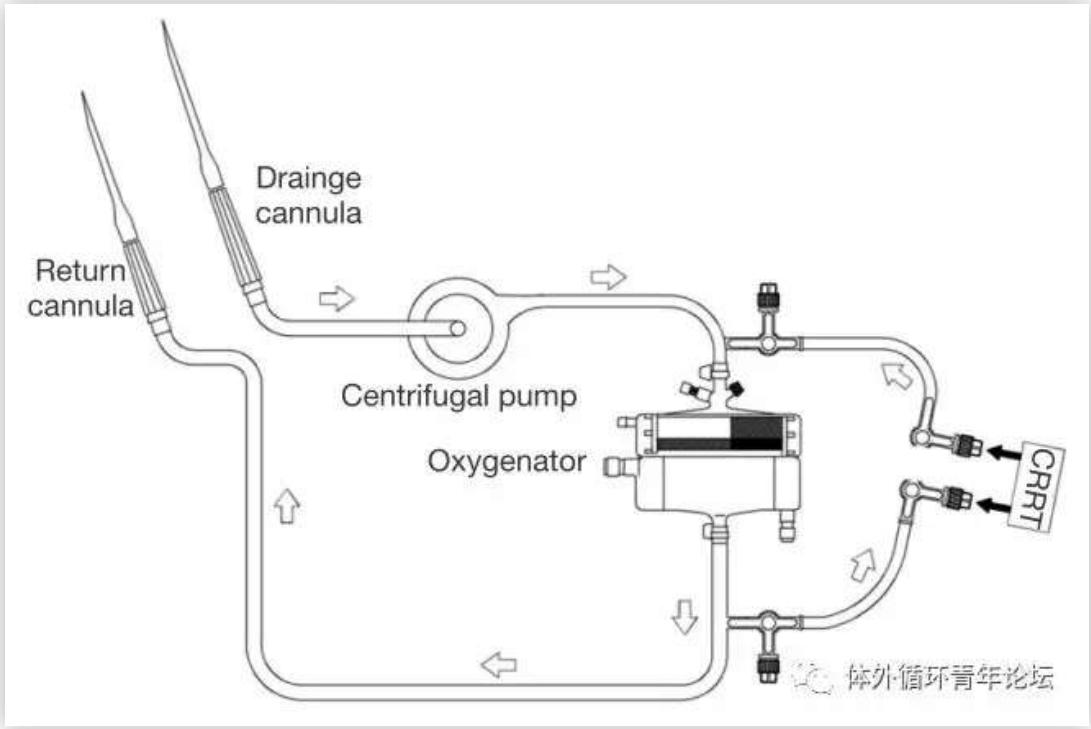
（1）未接受CRRT治疗者；（2）器官捐献组织（OPO）的ECMO患者；（3）CRRT后24小时内死亡者（图1）



CRRT与ECMO管路的连接

采用Maquet套包及离心泵，Prismaflex 透析机(Gambro, Lund, Sweden)进行CRRT。ECMO与CRRT的连接方法见图2。CRRT通常为CVVH模式和CVVHD模式。透析液为Port formula。根据患者情况选择预稀释方法保持血流量为150-250mL/h，置换量为1.5-2.5L/h。根据患者血流动力学调整超滤率。

图2 ECMO与CRRT的连接方法



观察参数

存活组与死亡组的住院期间统计参数包括：性别、年龄、BMI、ECMO持续时间、CRRT持续时间、机械通气时间、ICU时间和住院时间、ECMO第1、3及7天的液体平衡、CRRT开始时和撤除ECMO时的生化指标（肌酐、pH、SOFA评分、白细胞计数、胆红素及乳酸）

结 果

存活组及死亡组的临床数据见表2

Table 2 Comparison of clinical data between survival and death groups ($\bar{x}\pm s$)

Factors	Survival group (n=13)	Death group (n=19)	P value
Number of male (male, %)	8 (61.54)	14 (73.68)	0.483
Age	48.00±14.11	54.84±6.46	0.073
BMI	21.34±1.21	22.16±1.97	0.189
ECMO duration (h)	145.23±20.33	171.74±45.17	0.057
CRRT duration (h)	114.69±27.03	148.37±48.96	0.032
ECMO to CRRT interval (h)	5.38±4.31	10.37±8.39	0.036
Mechanical ventilation duration (days)	8.62±1.76	11.05±2.80	0.009
ICU length of stay (days)	10.54±1.61	15.84±2.93	0.000
Hospital length of stay (days)	22.77±3.54	16.74±3.38	0.000

Values are presented as median (range) or mean ± standard deviation (SD). BMI, body mass index.

影响患者存活的临床生化指标见表3

Table 3 Comparison of clinical biochemical indexes affecting patients' survival

Fluid balance and biochemical indexes	Survival group (n=13)	Death group (n=19)	P value
Fluid balance at ECMO day 1	1,307 (1,077–1,600)	1,296 (990–1,568)	0.878
Fluid balance at ECMO day 3	210 (–125 to 625)	1,090 (750–1,590)	0.000
Fluid balance at ECMO day 7	342 (360–1,175)	193 (–100 to 400)	0.773
Serum creatinine at CRRT initiation	137.31±51.75	169.89±50.23	0.085
pH at CRRT initiation	7.24±0.12	7.16±0.13	0.103
SOFA score at CRRT initiation	12.31±1.93	15.31±2.36	0.001
WBC at CRRT initiation (×10 ⁹ /L)	12.32±2.05	12.49±2.20	0.823
Hb at CRRT initiation (g/L)	102.23±11.63	97.00±8.78	0.157
Bilirubin at CRRT initiation (mmol/L)	52.77±21.43	56.42±30.79	0.714
Lactate at CRRT initiation (mmol/L)	4.66±2.54	7.07±1.66	0.003
Serum creatinine at ECMO weaning	190.87±73.08	206.58±80.73	0.578
pH at ECMO weaning	7.44±0.07	7.42±0.06	0.365
SOFA score at ECMO weaning	8.62±0.77	18.68±1.38	0.000
WBC at ECMO weaning (×10 ⁹ /L)	11.89±2.67	12.99±2.24	0.213
Hb at ECMO weaning (g/L)	103.23±9.67	99.37±8.66	0.247
Bilirubin at ECMO weaning (mmol/L)	48.77±23.54	67.21±41.5	0.125
Lactate at ECMO weaning (mmol/L)	1.62±0.54	2.95±1.31	0.002

多元logistic回归分析

CRRT开始时的乳酸值及ECMO第3天的液体平衡是患者预后的独立危险因素。

讨 论

严重心源性休克患者在ECMO治疗前可能由于低心输出量或缺氧而造成全身炎症反应、持续血管痉挛和凝血异常，通常持续时间为几小时甚至几天。这些均可导致多器官衰竭（MOF）。研究显示超过30%的ECMO患者存在AKI。因此，临床ECMO病例通常需联合应用CRRT。Schmidt等研究表明ECMO+CRRT较单纯ECMO者的院内死亡率更高，即

持续肾替代治疗时机对ECMO患者的影响

原创：段欣 体外循环青年论坛 5天前

预计阅读时间：4分钟.....



When a Man Loves a Woman

Michael Bolton - Time, Love & Tenderness

Timing for initiation of sequential continuous renal replacement therapy in patients on extracorporeal membrane oxygenation

体外循环青年论坛 KIDNEY RESEARCH AND CLINICAL PRACTICE

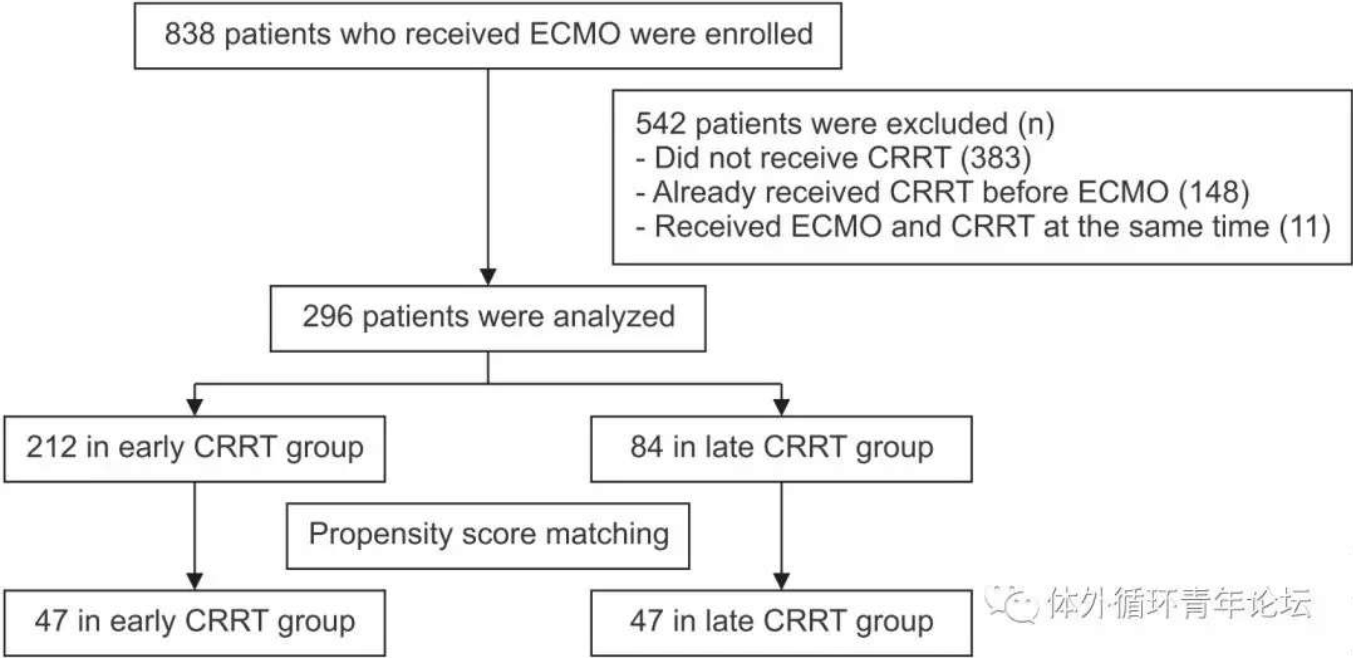
段欣 北京阜外医院 体外循环科

ECMO作为一种挽救生命的辅助手段用于危重患者，而持续肾替代治疗（CRRT）可用于ECMO期间**水负荷过重，急性肾损伤和电解质紊乱**。研究统计ECMO患者中40%-60%使用CRRT。然而，目前尚没有启动CRRT最佳时机的研究。韩国首尔国立大学内科Jin教授设计了一项回顾性研究，揭示CRRT在ECMO期间使用的最佳时机。

该研究为多中心回顾性队列研究，时间从2005年1月至2016年5月。患者主要来自韩国国立大学3所医院，共有838例患者接受了ECMO治疗，排除以下情况：

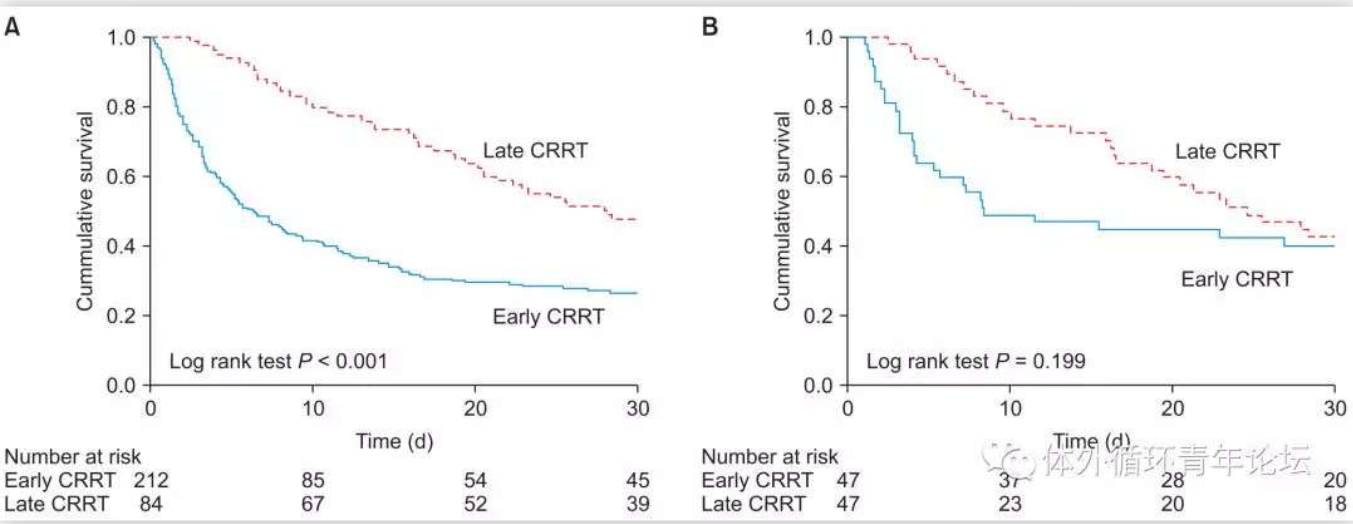
- 1. 没有CRRT治疗（n=383）；
- 2. ECMO前接受CRRT（n=148）；
- 3. ECMO和CRRT同时治疗（n=11）；

最终入选296例患者（详见图1）



依据CRRT开始的时间进行分组，如果在ECMO开始72小时内使用CRRT则将患者归为早期CRRT组，超过72小时使用归为延迟CRRT组。采集患者信息包括：年龄，性别，体重指数，ECMO设置，ECMO前ICU住院天数，CRRT设置，CRRT时长，液体平衡，白细胞，血红蛋白，C反应蛋白，白蛋白，总胆固醇，总胆红素，尿素氮，肌酐，肾小球滤过率，钠离子，钾离子，氯离子和总CO2和pH。

296例患者中，212例患者归为早期CRRT治疗，其余84例为延迟CRRT组。平均年龄 58.8 ± 16.6 岁，194例为男性。**早期CRRT组开始时间为 0.8 ± 0.8 天，延迟CRRT组开始时间为 17.4 ± 30.4 天。**210例患者使用VA-ECMO，86例患者使用VV-ECMO。在使用倾向性评分校正后，每组各有47例患者，平均年龄 60.5 ± 15.9 岁，**早期组使用CRRT时间为 1.1 ± 0.9 天，延迟组时间为 14.6 ± 18.6 天。**两组患者死亡率，住院时间，尿素氮和肾小球滤过率等都没有差别。



Kaplan-Meier生存分析显示，图A代表全体患者（延迟CRRT死亡率较低），图B代表倾向性匹配后患者的比较（两组死亡率无显著差异）

本研究显示ECMO患者早期CRRT治疗并不优于延迟CRRT治疗。有关CRRT在危重患者使用时机一直存在争议。每家医院或者中心判断患者是否需要CRRT治疗大多通过医生经验和患者特点。此外，对于早期和延迟CRRT的定义也是相对的。本研究以72小时为界限来区分早期和延迟CRRT。**理论上早期CRRT可以更好的控制容量，酸碱失衡，电解质紊乱和尿毒症并发症。另一方面，延迟CRRT提供了肾自行恢复的时间，可以避免不必要的CRRT，并且减少血管通路或者CRRT并发症的发生。**之前有研究显示早期CRRT可以改善患者生存率，但是最近有研究显示早期CRRT没有改善患者生存率。本研究是目前最大一组病例，针对CRRT使用时机与死亡风险的研究。总体分析延迟CRRT生存率高于早期CRRT，早期CRRT组血肌酐明显高于延迟组。早期组肾小球滤过率，TCO2和pH则明显低于延迟组。这些结果反映了**早期组病情更严重，也增加了死亡风险。但是经过倾向性评分校正后，两组在死亡率和住院时间等没有差别。**这也与最近的相关研究结果一致。本研究存在以下局限性，首先是该研究是回顾性研究，研究结果的可信度不及前瞻性研究。其次，选用72小时作为界限区分早期和延迟CRRT，目前尚没有统一的标准。再次，本研究的样本量较小，最后，本研究缺乏随访数据，无法评价肾功能恢复情况和CRRT的作用。

广告

心胸重症监护

作者：罗宾·史密斯 (Robyn Smith)

当当

— The End —



▼

福利： [点击阅读原文](#) 下载原文

(版权归原文作者和出版社所有) “提取码：5q9f”

[阅读原文](#)

ECMO期间附加压力控制管路连接CRRT的研究

郭珊 体外循环青年论坛 3天前

预计阅读时间：6分钟.....



How Am I Supposed to Live Without You

Michael Bolton - Soul Provider



Using additional pressure control lines when connecting a continuous renal replacement therapy device to an extracorporeal membrane oxygenation circuit



郭珊 天津泰达心血管病医院 体外循环科

背景

严重心肺功能不全的重症患者，在接受ECMO支持治疗时，常会并发急性肾损伤(AKI)和液体超负荷。将CRRT装置连接到ECMO管路是一种简便的方法，其**主要缺点之一是传输到CRRT装置上的正压或负压过大**，从而造成不可预测的后果。本研究的目的是探讨CRRT装置压力控制及延长其使用寿命的方法。

方法

研究对象：我们回顾了2013年1月至2016年12月在韩国首尔三星医疗中心使用ECMO治疗循环或呼吸衰竭的431例成年患者，调查了其中170例将CRRT装置连接于ECMO管路的患者

ECMO设备

根据患者病情决定ECMO模式（V-V、V-A模式）和插管方式。抗凝作用通过静脉泵入肝素实现，激活全血凝固时间（ACT）维持在180~220 s或维持活化部分凝血酶时间在55~75 s。疑似或确认HIT时，阿加曲班可替代肝素做为抗凝血剂。认定有活动性出血

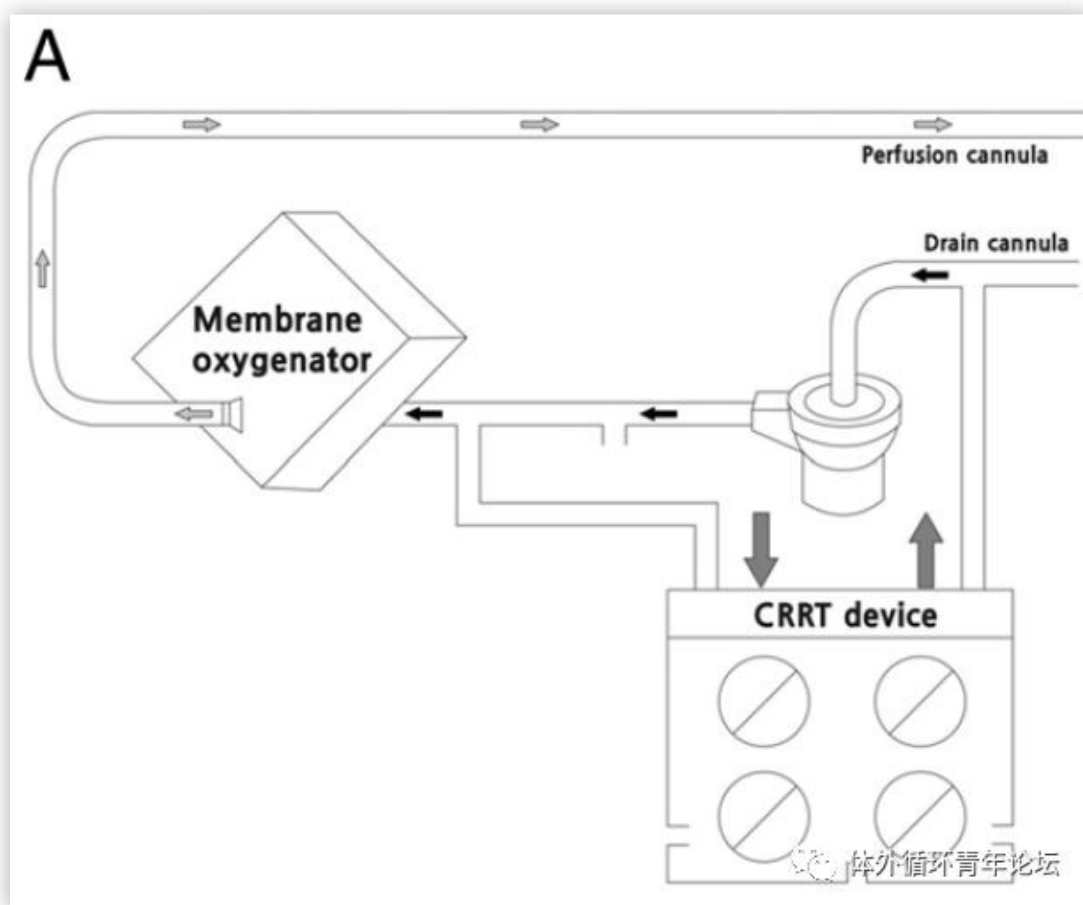
时，抗凝剂应停止使用。液体或药物直接由静脉输入或泵入，不从ECMO 加入。泵前静脉引流的负压、膜前压、膜后压不做为常规监测。

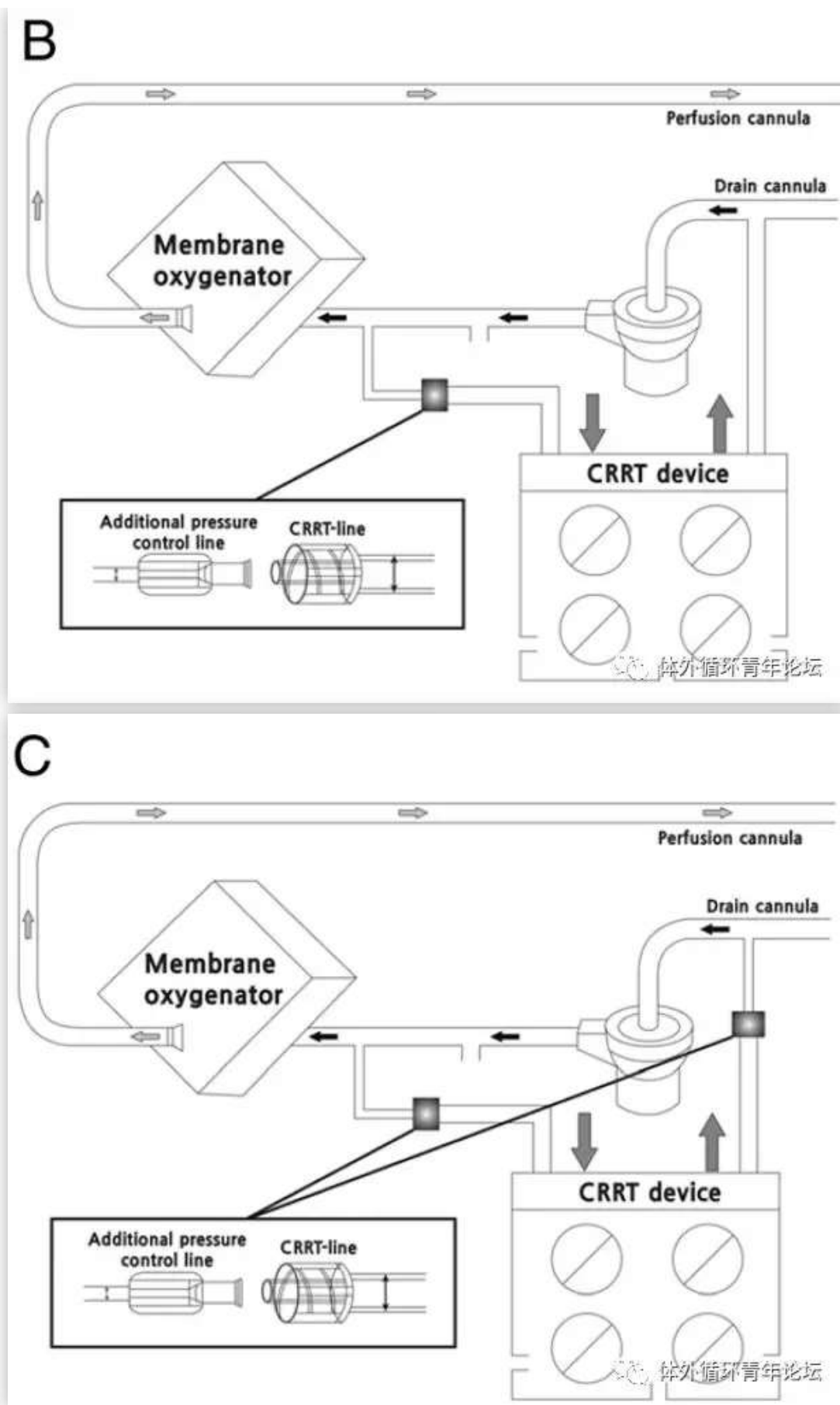
CRRT管路连接ECMO

自2013年后，我们将CRRT直接连接到ECMO管路中：入口（输入端）为ECMO泵后，出口（输出端）为ECMO泵前，通过鲁尔将CRRT与ECMO连接（图A）。2013年7月，我们在CRRT输入端，即与ECMO泵后连接处，附加了一条压力控制管路(内径1.5mm，长度30 cm)，以控制ECMO传输至CRRT的过高正压，输出端直接与ECMO泵前管路相连(图B)。2013年11月后，我们在CRRT输出端（与ECMO泵前管路连接处），也附加了一条压力控制管路(图C)。

关于压力控制管

通过在CRRT和ECMO连接处，在不影响滤器血流量的前提下接入内径更小（更细）的连接管（本文为内径1.5mm，长度30 cm）以增加压力的衰减来改变CRRT入路和出路的压力以适应CRRT设备，避免设备报警





CRRT管理

所有患者均应用CVVHDF（持续静脉-静脉滤过透析模式），根据临床需要调整超滤或透析液流速在1000-2000ml/h（25-35ml/kg/h）。置换液采用前稀释模式。给予静脉泵入肝素抗凝，如患者已经接受了全身肝素或阿加曲班抗凝，则无需采取额外抗凝措施。如

患者由于出血不能全身抗凝，则给予萘莫司他局部或间断抗凝。根据指南推荐每72h更换滤器或血栓形成时更换。

数据收集和临床结果

患者的统计学资料、并发症、APACHE-II系统评分、患者接受CRRT治疗的病因、CRRT的设置和参数、抗凝方法及CRRT入口端和出口端压力从启动的第一天开始记录。在评价ECMO对CRRT的影响时，我们使用CRRT第一次启动后或更换新滤器后的压力值，以尽可能减少滤器对连接方式造成的影响。为了解决压力控制线是否影响CRRT管路压力这个主要研究问题，我们同时测量了附加压力控制线上的压力。实验数据从CRRT启动前、启动后24 h和启动后48h获得。在研究期间没有监测ECMO的管路压力。

结 果

一般情况

170例接受ECMO支持的CRRT患者（见表1），APACHE II评分平均为23(15-30)，心源性休克(34%)和心肺骤停(34%)是需要ECMO支持的主要原因，其次是呼吸衰竭(23%)和脓毒血症性休克(7%)。ECMO的插管方式以静脉动脉（VA）为主(75%)。

Table 1 Patient characteristics upon initiation of extracorporeal membrane oxygenation

Characteristics	No. of patients (%) or median (IQR)
Age, years	57 (47–65)
Male	115 (67.6)
Body mass index, kg/m ²	24.7 (22.3–27.6)
Comorbidities	
Cardiovascular disease	33 (19.4)
Chronic renal failure	22 (12.9)
Asthma/COPD	7 (4.1)
Liver cirrhosis	8 (4.7)
Malignancy	36 (21.2)
Severity of illness on ICU admission	
APACHE II	23 (15–30)

Reasons for ECMO support

Cardiogenic shock	57 (33.5)
Cardiopulmonary arrest	57 (33.5)
Respiratory failure	37 (21.8)
Septic shock	11 (6.5)
Weaning failure of CPB	4 (2.4)
Hypovolemic shock	3 (1.8)
Other	1 (0.6)

Cannulation for ECMO

Venoarterial	127 (74.7)
Venovenous	40 (23.5)
Mixed	3 (1.8)

Cannula size

Drainage cannula, Fr	22 (21–24)
Return cannula, Fr	16 (15–17)

ECMO flow, L/min 3.7 (3.1–4.2)

Anticoagulation

Unfractionated heparin	107 (62.9)
Argatroban	4 (2.4)
None	61 (35.7)

Laboratory findings on ECMO initiation

Blood urea nitrogen, mg/dL	34.5 (23.2–55.7)
Creatinine, mg/dL	1.83 (1.26–2.79)
Bicarbonate, mmol/L	17.6 (13.0–21.8)
Potassium, mmol/L	4.2 (3.8–4.9)
Platelets, $10^3/\mu\text{L}$	89 (53–142)

Lactate dehydrogenase (n = 152), IU/L	1551 (903–2853)
Plasma hemoglobin (n = 50), mg/dL	18.5 (13.0–32.0)

APACHE II acute physiology and chronic health evaluation II, COPD chronic obstructive pulmonary disease, CPB cardiopulmonary bypass, ECMO extracorporeal membrane oxygenation, ICU intensive care unit, IQR interquartile range

 体外循环青年论坛

CRRT启动

16例(9%)患者未附加压力控制线（无压力控制组），36例(23%)患者在CRRT入口端附加压力控制线(单线压力控制组)，118例 (77%)患者在CRRT入口端及出口端均附加压力控制线（双线压力控制组）。

无压力控制组因代谢性酸中毒启动CRRT发生率高于双线组。另外，无压力控制组的血流量、透析液流量和置换液流量均高于双线组。然而，三组之间的药量和液体平衡没有统计学差异。与单线组和双线组相比，无压力控制组更常用的是区域性肝素抗凝；然而，大多数患者接受的是肝素抗凝，这在三组之间没有显著性差异。与双线组相比，CRRT启动时，单线组血清HCO₃⁻水平为低（见表2）。

Table 2 Comparisons of patient characteristics, prescriptions of CRRT, and laboratory findings among the study groups at the time of CRRT initiation

Characteristics	No line group (n = 16)	Single line group (n = 36)	Double line group (n = 118)	P value
Age, years	59 (48–65)	54 (36–62)	58 (48–65)	0.241
Male	12 (75.0)	24 (66.7)	79 (66.9)	0.804
Body mass index, kg/m ²	23 (21–26)	24.5 (22.5–27.4)	25.0 (22.1–28.0)	0.291
ECMO flow, L/min	3.5 (2.6–4.1)	3.5 (3.0–4.2)	3.8 (3.2–4.3)	0.192
Indication for CRRT				
Acute kidney injury	2 (12.5)	8 (22.2)	31 (26.3)	0.461
Volume overload	6 (37.5)	15 (41.7)	59 (50.0)	0.492
Metabolic acidosis	11 (68.8)	20 (55.6)	35 (29.7)	0.001 ^{††}
Prescription of initial CRRT				
Blood flow, mL/min	150 (150–150)	150 (150–150)	150 (150–150)	0.013 [†]
CRRT dose, mL/kg/hr	40 (31–46)	36 (27–44)	32 (27–44)	0.062
Dialysate flow, mL/hr	1250 (1000–1500)	1000 (1000–1500)	1000 (1000–1500)	0.033
Replacement fluid flow, mL/hr	1250 (1000–1500)	1000 (1000–1500)	1000 (1000–1500)	0.041
Prescribed fluid balance, mL/hr	0 (–40–0)	0 (–40–0)	–20 (–43–0)	0.189
Anticoagulation for CRRT				
Systemic heparin	9 (56.3)	22 (61.1)	76 (64.4)	0.792
Regional heparin	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	–
Regional nafamostat	5 (31.3)	4 (11.1)	3 (2.5)	< 0.001 [†]
Systemic argatroban	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (3.4)	0.406
None	4 (25.0)	12 (33.3)	37 (31.4)	0.833
Laboratory findings on CRRT initiation				
Blood urea nitrogen, mg/dL	28.2 (18.3–41.8)	29.7 (18.7–55.9)	38.9 (24.2–59.3)	0.105
Creatinine, mg/dL	1.76 (1.42–2.27)	1.78 (1.23–2.95)	1.93 (1.26–3.07)	0.587
Bicarbonate, mmol/L	18.1 (14.2–19.6)	14.7 (11–18.1)	18.9 (13.8–22)	0.034 [†]
potassium, mmol/L	4.0 (3.5–5.2)	4.1 (3.9–4.8)	4.3 (3.8–4.9)	0.675
Platelets, 10 ³ /uL	88 (68–128)	102 (49–152)	87 (53–140)	0.945
Lactate dehydrogenase (n = 152), IU/L	2256 (1531–4350)	1451 (799–4442)	1498 (945–2512)	0.276
Plasma hemoglobin (n = 50), mg/dL	48.9 (42.7 – NA)	13.6 (9.8–22.6)	18.5 (13.3–31.3)	0.090

CRRT continuous renal replacement therapy, CVVH continuous venovenous hemofiltration, CVVHDF continuous venovenous hemodiafiltration. Superscripts †, †† indicate significant differences (p < 0.05) between the no line group and the double line group, and the single line group and the double line group, respectively

CRRT参数、不同连接方式的临床结果

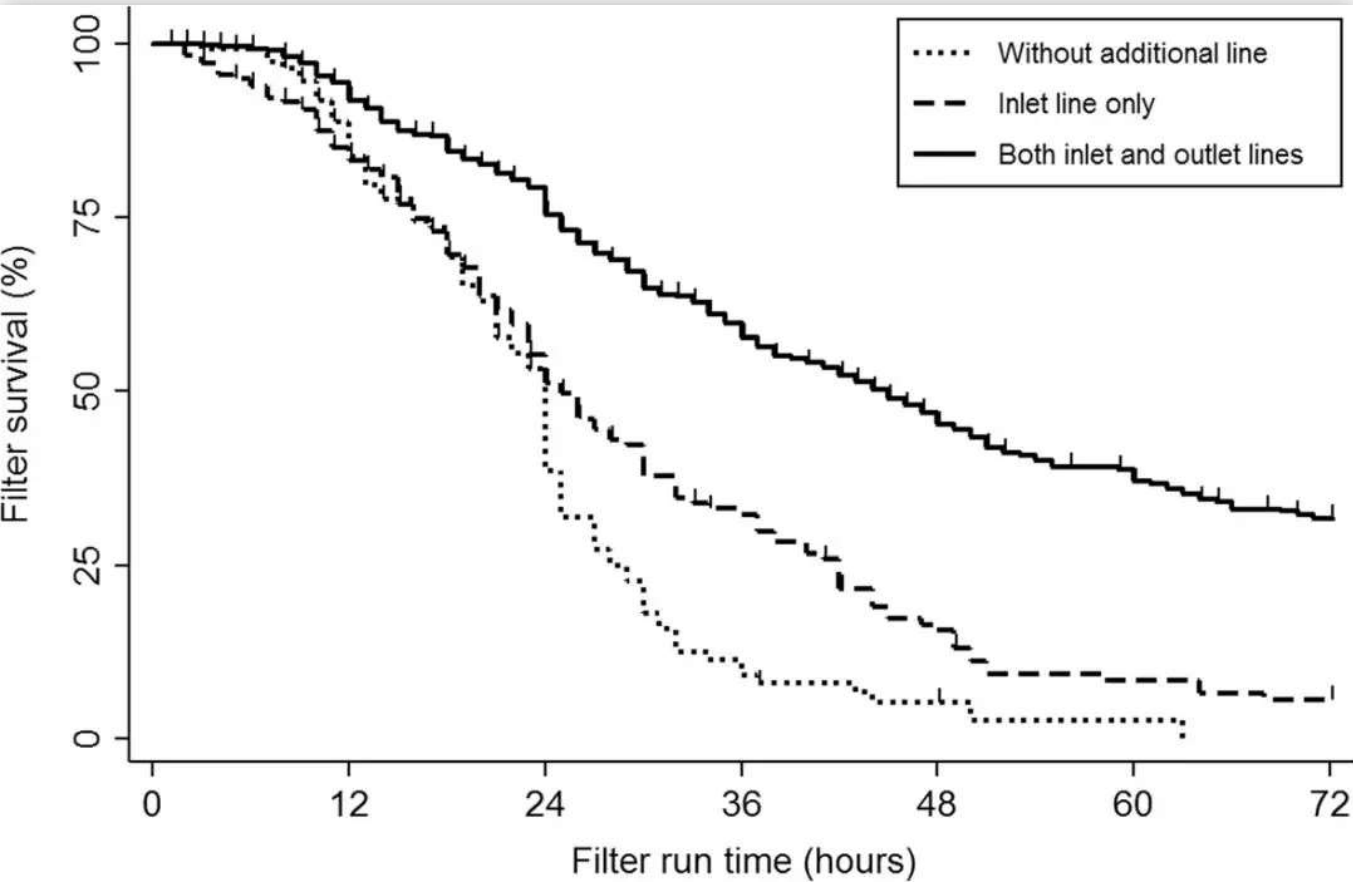
无压力控制组(163 mmHg)与单线组(–37 mmHg)和双线组(2 mmHg)比较，其入口端压力中位数较高(P<0.05)。双线压力控制组的滤过压、废液压和静压压的中位数均高于其他俩组。三组患者从CRRT启动至治疗后24和48h，血小板、乳酸脱氢酶、血浆血红蛋白含量组间比较无统计学差异（见表3）。

Table 3 Comparisons of parameters of CRRT among the study groups after connecting additional pressure control lines

CRRT parameters	No line group (n = 16)	Single line group (n = 36)	Double line group (n = 118)	P value
Pressures on CRRT circuit				
Access pressure, mmHg	163 (117–185)	–37 (–65–57)	2 (–42–52)	< 0.001 [†]
Filter pressure, mmHg	–17 (–67–24)	–25 (–49–25)	119 (73–167)	< 0.001 ^{†‡}
Effluent pressure, mmHg	–101 (–138 – –24)	–104 (–139 – –59)	19 (–17–60)	< 0.001 ^{†‡}
Return pressure, mmHg	–81 (–108 – –41)	–71 (–108 – –44)	68 (29–107)	< 0.001 ^{†‡}
Transmembrane pressure, mmHg	57 (36–93)	53 (25–78)	58 (46–69)	0.746
Pressure drop, mmHg	36 (28–42)	32 (20–42)	25 (16–33)	0.003 [†]
Change in laboratory findings				
ΔPLT between H0 and H24, mg/dL	–27 (–68 – –3)	–1 (–51–27)	–15 (–41–7)	0.289
ΔPLT between H0 and H48, mg/dL	–41 (–101–4)	4 (–76–13)	–16 (–45–12)	0.427
ΔLD between H0 and H24, IU/L	482 (–650–3405)	384 (–109–1580)	–3 (–237–248)	0.069
ΔLD between H0 and H48, IU/L	482 (–53–2648)	–22 (–2237–1237)	–20 (–496–263)	0.354
ΔpHb between H0 and H24 (n = 17), mg/dL	NA	23.5 (9 – NA)	–5 (–20–2)	0.037
ΔpHb between H0 and H48 (n = 23), mg/dL	NA	12.5 (12 – NA)	3 (–5–8)	0.100
Lifespan of CRRT circuit, hours	21.8 (11.6–31.8)	23.0 (15.0–34.6)	45.0 (29.0–63.7)	< 0.001 ^{†‡}

CRRT continuous renal replacement therapy, LD lactate dehydrogenase, pHb plasma hemoglobin, PLT platelets
Superscripts *, †, ‡ indicate significant differences ($p < 0.05$) between the no line group and the single line group, the no line group and the double line group, and the single line group and the double line group, respectively

双线压力控制组CRRT装置寿命中位数为45 h (29.0-63.7) , 高于单线组的23 h (11.6-31.8) 及无压力控制组的21.8 h (15.0-34.6) 。当CRRT启动72h后, Kaplan-Meier生存率曲线显示: 双线压力控制组的滤器寿命明显高于无压力控制组和单线控制组 ($P < 0.001$)。



CRRT装置Kaplan-Meier生存率曲线

三组患者组间比较，ECMO相关并发症发生率无统计学差异 ($P>0.05$)。虽然双线压力控制组ECMO支持时间中位数较长，但其住院死亡率低于单线组（见表4）。

Table 4 Comparisons of clinical outcomes among the study groups after connecting additional pressure control lines

Clinical outcomes	No line group (n = 16)	Single line group (n = 36)	Double line group (n = 118)	P value
Duration of ECMO support, hours	80 (53–467)	93 (32–189)	184 (93–501)	0.003 [‡]
Successful weaning from ECMO	6 (37.5)	17 (47.2)	72 (61.0)	0.103
ECMO complication				
Gastrointestinal bleeding	2 (12.5)	1 (2.9)	16 (13.8)	0.201
ECMO site bleeding	2 (12.5)	8 (22.9)	15 (12.9)	0.339
Cerebral infarction	2 (12.5)	4 (11.4)	3 (2.6)	0.053
Sepsis	3 (18.8)	5 (14.3)	10 (8.6)	0.356
In-hospital mortality	11 (68.8)	27 (75.0)	57 (48.3)	0.010 ^{†‡}

ECMO extracorporeal membrane oxygenation
Superscripts †, ‡ indicate significant differences ($p < 0.05$) between the no line group and the double line group, and the single line group and the double line group, respectively

用比例风险回归模型对72h内更换管路的概率进行单变量和多变量分析的结果显示，调整潜在混杂因素后，双线组CRRT管路更换率较低(调整HR 0.39，95%CI 0.25~0.60)。其他与72h内需更换管路的独立相关因素有：ECMO模式、抗凝、滤过压力和CRRT输出端压力。

Table 5 Univariable and multivariable analyses with Cox's proportional hazards model for probability of circuit change within 72 h

	Univariable		Multivariable			
	HR	95% CI	P value	aHR	95% CI	P value
Additional pressure control line						
No line	–	–	–	–	–	–
Single line	0.69	0.53–0.91	0.008	0.74	0.46–1.19	0.216
Double line	0.29	0.23–0.37	< 0.001	0.39	0.25–0.60	< 0.001
ECMO type						
Venoarterial	–	–	–	–	–	–
Venovenous	2.05	1.72–2.44	< 0.001	1.33	1.06–1.67	0.013
Mixed	0.41	0.15–1.11	0.079	0.45	0.16–1.27	0.132
Size of drainage cannula, Fr	1.07	1.03–1.11	0.001	1.01	0.97–1.06	0.549
Size of return cannula, Fr	1.09	1.04–1.13	< 0.001	1.06	1.01–1.13	0.028
Use of unfractionated heparin	0.56	0.47–0.67	< 0.001	0.64	0.52–0.78	< 0.001
Metabolic acidosis	1.42	1.17–1.72	< 0.001	1.17	0.95–1.43	0.147
Access pressure, mmHg	1.001	1.000–1.002	0.027	1.000	0.998–1.002	0.957
Filter pressure, mmHg	0.995	0.994–0.996	< 0.001	1.006	1.002–1.010	0.007
Effluent pressure, mmHg	0.995	0.994–0.996	< 0.001	1.000	0.998–1.002	0.956
Return pressure, mmHg	0.994	0.993–0.995	< 0.001	0.994	0.990–0.998	0.005

CI confidence interval, ECMO extracorporeal membrane oxygenation; HR hazard ratio

结 论

目前的研究表明，连接于ECMO的CRRT使用额外的压力控制管路，是一种简单、安全的方法，它能控制压力并提高滤器的使用寿命。然而，仍需进一步的前瞻性研究，调查两种体外系统的配置及其对ECMO血流动力学的影响。

广告

重症抢救 ICU医生工作手记

作者：朱曦，周飞虎，王东信，等
京东

— The End —



体外循环青年论坛
YOUTH FORUM OF ECC



长按指纹识别
二维码关注我们



福利：点击阅读原文下载原文
(版权归原文作者和出版社所有)“提取码：d4ut”

阅读原文