

青委会国外医学通讯

(内部刊物)



第四期

中国生物医学工程学会体外循环分会
Chinese Society of Extracorporeal Circulation

目 录

体外膜氧合成功救援一个感染 H1N1 的 4 岁危重男孩

第 1 页

Challenging rescue of a 4 years old boy with H1N1 infection by extracorporeal membrane oxygenator: A case report.

李平
华中科技大学附属协和医院

术后早期出血是增加婴幼儿体外循环术后手术死亡率的独立影响因素

第 3 页

Early postoperative bleeding is independently associated with increased surgical mortality in infants after cardiopulmonary bypass.

刘晋萍
北京阜外医院

D-二聚体是体外膜氧合氧合器更换的早期标志物

第 6 页

D-dimers as an early marker for oxygenator exchange in extracorporeal membrane oxygenation.

彭润生
上海中山医院

清醒体外循环预防严重纵隔肿瘤患者的血流动力学紊乱和无通气状态

第 12 页

Awake Cardiopulmonary Bypass to Prevent Hemodynamic Collapse and Loss of Airway in a Severely Symptomatic Patient With a Mediastinal Mass.

武婷
天津市胸科医院

目 录

一种用于体外循环病理生理研究的小动物体外循环模型

第 15 页

A novel small animal extracorporeal circulation model for studying pathophysiology of cardiopulmonary bypass.

武婷
天津市胸科医院

体外心肺复苏模拟培训的实施明显缩短了实际临床 ECPR 的抢救时间

第 19 页

Implementation of an Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Simulation Program Reduces Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Times in Real Patients.

赵举
北京阜外医院

成人心脏手术中的改良超滤

第 21 页

Modified ultrafiltration in adult patients undergoing cardiac surgery.

周成斌
广东省心血管病研究所

体外胎儿生命支持：一种保留胎盘的新动物模型

第 23 页

Extracorporeal fetal support: A new animal model with preservation of the placenta

周成斌
广东省心血管病研究所

译者简介

李平
华中科技大学附属
协和医院心脏外科

原文简介

Nestoras Papadopoulos
Harald Keller
Ali El-Sayed Ahmad
Anton Moritz
Andreas Zierer,

From
Division of Thoracic and
Cardiovascular Surgery,
Johann-Wolfgang-Goethe
University, 60590
Frankfurt/Main,
Germany

Division of Thoracic and
Cardiovascular Surgery,
University Hospital
Muenster, 48419
Muenster, Germany

Correspondence:

Nestoras Papadopoulos,
MD, Division of Thoracic
and Cardiovascular
Surgery,
Johann-Wolfgang
Goethe University,
Theodor Stern Kai 7,
60590 Frankfurt/Main,
Germany.

nestoras.papadopoulos@gmail.com

Telephone:
+ 49-69-630183601
Fax: + 49-69-63017582

体外膜氧合成功救援一名感染 H1N1 的 4 岁危重男孩

Challenging rescue of a 4 years old boy with H1N1 infection
by extracorporeal membrane oxygenator: A case report.

World J Clin Cases 2014 October 16; 2(10): 578-580

世界卫生组织 2009 年 4 月宣布的由甲型 H1N1 流感病毒所导致突发公共卫生事件的报道已引起国际社会普遍担忧。急性呼吸窘迫综合征(ARDS) 是这种病原体所导致的最具破坏性的并发症。体外膜氧合(ECMO)已成为治疗甲型 H1N1 流感病毒导致的 ARDS 的重要手段, 尤其是当其它治疗均无效的时候。然而对于小儿而言, 因为外周血管口径小, 经皮放置插管建立体外膜肺氧合是很困难的。有些患儿可以通过正中胸骨切开, 经升主动脉和右心房插管来达到足够的 ECMO 流量。

病例报告

一个 4 岁的德国男孩因为有几天流感样症状和 24 小时的呼吸急促被送到医院急诊室, 行气管插管和机械辅助通气。在重症监护室最初的胸部 x 光照片显示双侧肺部斑片状浸润影(图 1 左)。通过逆转录 PCR 技术对患儿呼吸道分泌物的检测而确诊为甲型 H1N1 流感病毒感染。普通细菌培养结果为阴性。给予抗病毒药物奥司他韦。入院后 24 小时, 发现患儿尽管在最大辅助机械呼吸支持下仍然出现严重的气体交换障碍, 高频振荡通气(HFOV)因此而启动。在使用 HFOV 治疗 4 天后, 呼吸状况并未得到有效改善, 不得不建立静脉到静脉模式的 ECMO (VV-ECMO)。由于患儿血管管径太小, 经皮穿刺建立 ECMO 的管道尺寸受到较大限制, 包括颈内静脉和股静脉置管。鉴于患儿处于紧急临床状况, 经左侧股静脉置入 11 Fr 透析导管(Dolphin Protect, Gambo, Hechingen, Germany)建立 VV-ECMO 模式。

采用透析导管通过一个连接器(1/4 × LLm, Maquet GETINGE GROUP, Hirrlingen, Germany)连接 ECMO 管道, ECMO 循环通路包括膜式氧合器(Maquet Cardiovascular, Wayne, NJ, United States)和离心泵(Maquet Cardiovascular),此装置可以达到 400 ml/min 的血流量。尽管流量偏低,结合 VV-ECMO 和 HFOV 治疗还是有效改善了氧合并摆脱了对血管活性药物的依赖。但 3 天后氧合器内出现血凝块,从建立 VV-ECMO 开始直至发生血栓改变为止,都严密监测 DIC 的评价指标纤维蛋白原和 D-二聚体指数的升高或变化情况。为了避免进一步的血栓形成,在 ECMO 静脉插管管道中应用肝素。当患儿出现血流动力学紊乱和需要较大剂量正性肌力药和血管活性药物维持的情况下,将 VV-ECMO 改为 VA-ECMO 模式。正中胸骨切开,通过右心房和升主动脉建立 VA-ECMO 系统。一根 Bio-Medicus 动脉管道 (Medtronic,

Inc., Minneapolis, MI, United States)作为氧合血的回输管道进入机体内。一根多孔 Bio-Medicus 静脉管道 (Medtronic, Inc.)将缺氧血引出机体。流量 1.2 L/min 有效维持了血流动力学的稳定,不需要大量的正性肌力药和血管活性药物。VA-ECMO 模式提供了 10 天有效支持后顺利撤机,胸部 X 片提示肺部情况明显改善,接近正常的胸部 X 表现(图 1 右)。患儿在住院 38 天后症状完全缓解顺利出院。

此例成功救治说明了以下几个重要问题。第一,在紧急情况下,对于儿童患者,可采用透析导管成功建立 VV-ECMO。第二,ECMO 期间密切监测凝血参数是非常重要的。第三,如果严重的呼吸衰竭合并心源性休克,通过正中胸骨切开建立 VA-ECMO 支持可作为一种及时的治疗手段。

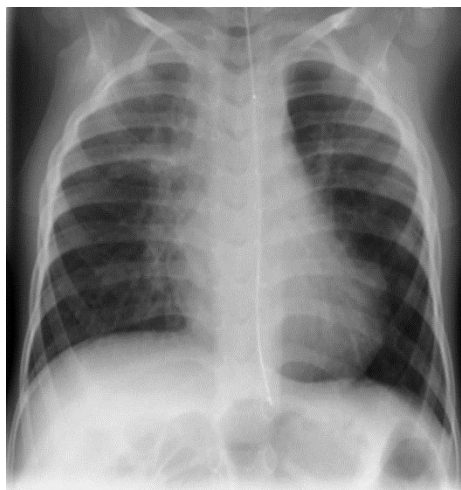
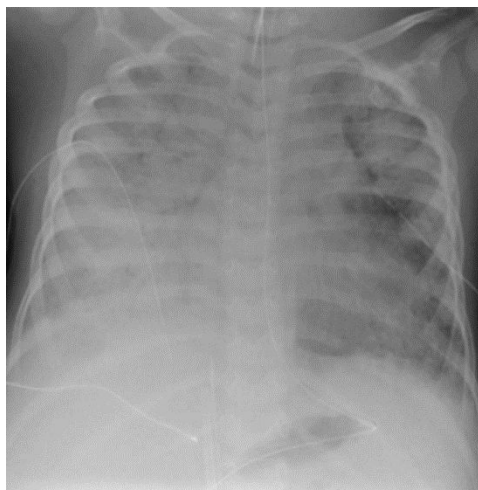


图 1 胸部正位 X 拍片
左:ECMO 使用前 H1N1 流感病毒感染所致急性呼吸功能不全的胸片
右:VA-ECMO 辅助成功撤机后的胸片

译者简介

刘晋萍
北京阜外医院体外
循环科

原文简介

Michael J. Wolf, MD,
Kevin O. Maher, MD,
Kirk R. Kanter, MD

From
the Division of
Pediatric Cardiology,
Department of
Pediatrics, Division of
Pediatric
Cardiothoracic
Surgery,
Department of Surgery,
and Division of
Pediatric Cardiac
Anesthesia,
Department of
Anesthesia, Emory
University
School of Medicine,
Atlanta, Ga

Correspondence:

Michael J. Wolf, MD,
Division of Pediatric
Cardiology, Depart-
ment of Pediatrics,
Emory University
School of Medicine
Children's Healthcare
of Atlanta, 1405
Clifton Rd NE, Atlanta,
GA 30322 (E-mail:
wolfm@kidsheart.com)

术后早期出血是增加婴幼儿体外循环术后手术死亡率的独立影响因素

Early postoperative bleeding is independently associated with increased surgical mortality in infants after cardiopulmonary bypass

J Thorac Cardiovasc Surg 2014;148:631-6

一年以内的新生儿在接受心脏手术以后，经常出现在接受 ICU 治疗后显著出血的情况。大量的缝合线，血液稀释，体外循环后凝血系统紊乱等因素增加了术后出血的风险。另外，抗凝血酶和其它凝血蛋白的缺乏也阻碍了体外循环手术后的凝血功能。术后大量出血时经常应用血制品，包括红细胞，新鲜冰冻血浆、血小板和冷沉淀进行处理，在一些比较严重的出血情况中还会应用 VII 因子，一些实验检查中包括血栓弹力图（TEG）也会应用。当以上所有处理均不能达到止血效果时，还需要紧急开胸探查。

过度的术后出血需要血制品的输注，尽管在管理期间能够保证安全，但是心脏手术后输血可能会增加发病率和死亡率的风险。成人的数据已经证明冠状动脉旁路移植术 PRBC 输入会增加死亡风险，并且与术后长期和短期的生存效果显著相关。儿科数据表明机械通气时间和 ICU 滞留时间长短与输血相关，积极的输血策略与保守输血策略相比并不存在明显的生存优势。

本研究的主要目的是研究婴幼儿术后早期出血与手术死亡率和其他不良结果的关系。对婴幼儿心脏手术术后早期出血进行定量评估和其对死亡率的影响。

研究方法

术后早期出血定义为在 ICU 治疗期间前 12h 内发生的出血。此研究对象为埃默里大学医学院儿童医疗保健中心年龄 <1 岁，且在 2008 年 8 月 1 号至 2011 年 12 月 31 号

之间做过心脏手术 1071 名患儿。详细记录术后出血量, 年龄, 体重, 身高, 心脏解剖, 存在染色体异常的, 先天性心脏病手术危险等级评分 (RACHS 评分), 转机时间, 在手术室和 ICU 接受血液制品数量, 机械通气时间, ICU 时间, 住院死亡率, 术后是否心脏骤停, 术后感染伤口积极培养或血培养结果证实, 延迟关胸, 需要二次手术, 需要再次机械循环支持, 需要连续肾替代疗法等数据。

结果

根据术后前 12 小时的出血量患者被分为四个级别: 0 to 1.19, 1.12 to 2.00, 2.01 to 4.19, 和 4.2ml/kg/h。结果表明: 在高四分位数的患者具有更年轻, 体重较轻, RACHS 评分较高和灌注时间较长 ($P < 0.001$) 的特点。采用多因素 Logistic 回归分析, 发现出血量增加与死亡率增加独立相关 (OR, 1.15; 95%CI, 1.10-1.21; $P < 0.001$) (见 FIGURE 1)。与死亡率显著相关的其他因素包括 RACHS 评分 (OR, 1.5; 95%CI, 1.22-1.85; $P < 0.001$), 单心室 (OR, 3.09; 95%CI, 1.68-5.67; $P < 0.001$), 较小年龄 (OR, 0.99; 95%CI, 0.98-0.99; $P < 0.001$), 和较长灌注时间 (OR, 1.01; 95%CI, 1.01-1.02; $P < 0.001$)。术后出血量较大的病人都

经历了较长的机械通气时间和 ICU 滞留时间 (见 FIGURE E1)。对数据进行多变量分析, 调整了年龄, 单心室, RACHS 评分和灌注时间, 发现出血量增加与死亡率增加独立相关。红细胞输注与机械通气时间增加 ($P = 0.01$) 和 ICU 住院时间延长 ($P = 0.003$) 独立相关。

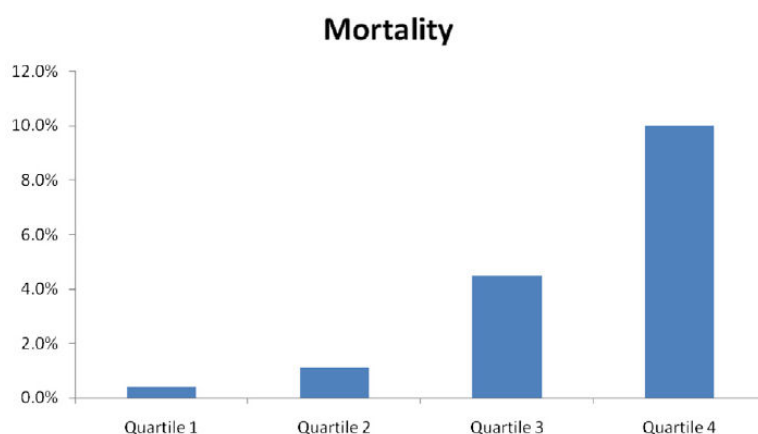


FIGURE 1. Hospital mortality rates stratified by quartile.

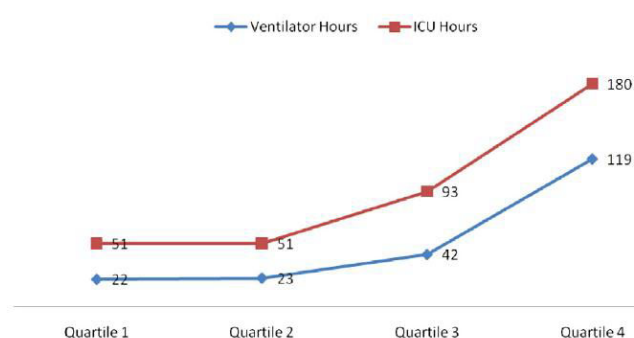


FIGURE E1. Median ventilator and intensive care unit (ICU) hours stratified by quartile.

讨论

本文以定量方法评估婴儿心脏手术后出血与住院死亡率风险的关系

系。

研究确定了在手术后影响失血增加的几个危险因素，即较小的年龄和较轻的体重增加了术后出血风险。高 RACHS 评分和灌注时间延长也与死亡风险和出血量增加有关。出血风险并不受染色体异常或异位症影响。

死亡率风险随出血量的增加而显著增加。已知输血会引起炎症，尤其是在肺部系统中，当大量输血时会引起输血相关急性肺损伤。术后有显著性出血的婴儿需要接受更多的血制品输入，同时伴随着输血相关肺损伤风险的增加。伴随肺部炎症的加重，机械通气时间和其引起的并发症（包括死亡率）也同样加重。术后心跳骤停，机械循环支持和肾脏替代治疗的发生几率是增加死亡率的其他影响因素，所有这些都是都与婴儿心脏手术后死亡率独立相关。

婴幼儿心脏手术后通常会进行输血，同时其副作用也会相应出现。尽管本研究的最初目标是确定死亡率和增加的术后出血量的相关性，但是研究同时发现 PRBC 输入也增加了死亡率。研究表明 PRBC 输注与延

长的机械通气时间和 ICU 停留时间呈现独立相关性，这与之前的其他研究得出相同的结果。

研究结果表明在入 ICU 前手术室内充分止血的重要性。所有在本发现的危险因素研究都发生在术后 ICU。通过严格的控制手术室术后出血，能够对患者的死亡率有显著的效果。基于输血和死亡率的独立相关性，输注血制品特别是红细胞的输入前要重点考虑其利弊。对于其潜在的好处包括增加携氧能力，提高血流动力学的稳定性等已经为人所知，然而其不利的因素也要考虑，即使是患者处于不断的失血中。

结论

婴幼儿心脏手术后早期术后出血与住院死亡率，机械通气时间长短和 ICU 住院时间独立相关。从手术至死亡的时间间隔长短不仅仅与出血本身有关，还包括其他因素，例如炎症、液体输入量都与死亡率相关。PRBC 输注也与机械通气时间和 ICU 住院时间独立相关。基于上述研究，建议尽量减少术后出血，并且谨慎进行 PRBC 的输注。

译者简介

彭润生
上海复旦大学附属
中山医院心外科

原文简介

Matthias Lubnow,
Alois Philipp,
Christian Dornia,
Stephan
Schroll, Thomas Bein,
Marcus Creutzenberg,
Claudius Diez, Christof
Schmid, Michael
Pfeifer, Günther
Riegger, Thomas
Müller, Karla Lehle

From
University Medical
Center Regensburg,
Franz-Josef-Strauss-Allee 11, 93042
Regensburg, Germany

Correspondence:

Matthias Lubnow
E-mail address:
matthias.lubnow@ukr.de (M. Lubnow).

D-二聚体是体外膜氧合氧合器更换的早期标志物

D-dimers as an early marker for oxygenator exchange in extracorporeal membrane oxygenation

Journal of Critical Care 29 (2014) 473.e1–473.e5.

研究背景

尽管目前膜肺有肝素涂层及系统的抗凝措施，但是，长期使用也会造成系统功能失调而需要更换，管路和膜式氧合器（MOs）价格昂贵，因此要避免不必要的更换。对于需要体外生命支持的危重患者，每次更换都是一个高风险过程（氧合失败，血流动力学不稳定），尤其是在紧急的更换中。以往研究中，某些标志物可预测是否需要更换，比如，膜肺中血栓沉着，血流阻力升高，氧合能力下降。在成人 ECMO，没有一个系统的实验室数据评估来预测血栓形成的趋势。D 二聚体（DD）这种激活的标志物仅仅应用在新生儿 ECMO 中描述血栓形成。假设在成人 ECMO 中，DD 是能够预测是否需要更换膜肺的实验室参数。作者分析长期使用 ECMO 肝素涂层装置的患者凝血和纤溶系统某些物质，评估其作为氧合器更换标志物的影响力。

方法

研究设计

研究期间（2008 年 10 月-2011 年 1 月），共有 137 名成人由于急性呼吸功能衰竭而应用静脉-静脉 ECMO（vvECMO）治疗，其中，39 人至少更换一次膜肺。15 人的 DD 值意义不明确，因此，另外 24 名患有急性呼吸窘迫综合症需要 vvECMO 治疗的患者资料按预想被收集纳入该项回顾性研究。共更换了 34 个膜肺（每个患者更换 MO 的数量/患者数量：1/18，2/3，3/2，4/1）。资料来源于雷根斯堡 ECMO 登记中心。患者知情同意权经雷根斯堡大学伦

理委员会同意而免除,所有设备都被允许临床使用,没有主观资料,只有实验室数据被使用。

体外气体交换的指征和技术

对于严重 ARDS 患者,虽然经过最佳的保守治疗,但是其 Murray 肺损伤评分 3-4 分及 Pao_2 /吸入气氧浓度 (Fio_2) 指数小于 80mmHg,就有 vvECMO 使用指征,其相对指征是 Murray 肺损伤评分 2-3 分, Pao_2/Fio_2 指数小于 150mmHg,严重的呼吸性酸中毒 ($pH < 7.25$),气道阻力大于 30cm H_2O ,或严重气漏,并且需要心脏超声或肺动脉楔压小于 18 cm H_2O 排除是由于左心衰导致的肺水肿。在应用 ECMO 前,要经过常规治疗,包括最初的肺复张,俯卧位通气,吸入一氧化氮或伊洛前列腺,及高频振荡通气,这在以往都有报道。

患者使用的是全肝素涂层的 ECMO, (Bioline; Maquet Cardiopulmonary AG, Hirrlingen, Germany)。ECMO 装置由一个 Quodrox PLS 氧合器、一个 Rotaflow RF 32 的离心血泵(都是 Maquet Cardiopulmonary)组成。MO 气体交换面积 1.8m²,由多聚-4-甲基-1-戊烯中空毛细纤维构成 (Membrana GmbH, Wuppertal, Germany)。血流量 2-5L/min,气体流量 4-10 L/min(纯氧所能达到最大能力)。

更换 MO 常规标准

根据常规治疗方案,当由于血栓沉积在毛细纤维网(肉眼可见)和/或迟发的血流阻力升高,即在流量 3L/min 时膜前后压差大于 70 mmHg 导致 CO_2 清除及 O_2 交换能力下降(如果必须显著提高通气而且 48 小时不可能脱掉 ECMO),就需要更换膜肺。这包括气体流量和血流量的变化, CO_2 及 O_2 交换能力标准化,通过 CO_2 及 O_2 交换比率得以表现(气体流量/血流量),下降提示 MO 功能受损。虽然 CO_2 及 O_2 交换是适合的,但是出现严重的血小板减少,无法解释的弥散性出血倾向,高纤维蛋白溶解及弥散性血管内凝血等也是更换指征。

抗凝参数

抗凝通过每日监测凝血酶原时间 (PT),活化的部分凝血酶原时间 (aPTT),纤维蛋白原,抗凝血酶 III (AT-III) (BCS; Siemens Healthcare Diagnostics, Eschborn, Germany),血小板计数。D-二聚体是凝血系统的特殊活化标志物,其范围 0.5-3.5 mg/dL。在 ECMO 开始之前即测量,之后每天直到撤离。如果需要,应监测白细胞计数和 C 反应蛋白 (CRP),通常每日一次。应给予肝素 (aPTT, 50-60 秒,正常值 1.5 倍)。血红蛋白低于 8.0g/dL,应给与红细胞,平均每 3-4

天一个单位。

统计学分析

数据采用均数±标准差表示，或中位数及 25 和 75 百分位数。MO 更换 3 天前于 3 天后差异采用单因素方差分析。

结果

ECMO 之前，本组患者（平均 42 岁[34-56]，女 8 例）都有序贯性器官功能障碍，评估 11 分（8-13），肺损伤评分 3.7（3.3-3.7），应用呼吸机 2 天（1-8），死亡 5 例，1 例脱机后死于多器官功能衰竭，79%成功脱机，存活率 75%，ICU 时间 34(24-65) 天。

总共支持天数 560 天（20[15-29]）。膜肺更换原因，血栓形成 16 例，氧合能力差 11 例，阻力高 1 例，凝血功能活化而造成弥散性出血 6 例。

13 例更换 15 个 MO，是因为持续高 DD(34[24.8-35])mg/dL(高 DD 组)，更换 MO 并没有降低 DD 值。

那些 DD 增高的患者，都是有明显原因可循（表 1），是由所列疾病引起，因此，自身纤维蛋白溶解不采用 D-二聚体。

11 例更换 19 个 MO，更换前，都是先是低 DD，然后突然增高（低

DD 组，图 1）。DD 值从 15（9-20）mg/dL 明显升高到 30（21-35）mg/dL（ $P=0.002$ ），需要更换膜肺。其后，DD 值 24 小时内迅速降至 13（7-17）mg/dL（ $P=0.003$ ），同样，血小板先下降，更换膜肺 2 天后即上升（ $P<.001$ ），（图 1）。患者的一般资料见表 1。PT、aPTT、FG、AT-III、CRP，白细胞计数在更换膜肺前后 3 天没有变化。总之，DD 水平与是否更换膜肺相关。CO₂ 及 O₂ 交换能力（根据通气血流比判断）及膜前后阻力（ $P=.219$ ）在更换膜肺前后没有明显变化。而气体流量从更换前 6.8 ± 2.4 L/min 迅速下降到更换后一天的 5.3 ± 2.2 L/min（ $P=.008$ ），CO₂ 稳定（ $P=.183$ ）。

讨论

MO 功能的严格监测及血液参数的日常分析可以减少 VV-ECMO 长期支持过程中 MO 意外事件的发生率，没有其他解释的 DD 的显著升高可以预测要更换 MO。

尽管 ECMO 治疗的患者中抗凝技术不断加强和输血的使用，出血和血栓仍然是发病率和死亡率的主要原因。血液暴露和体外管路的非生物表面的接触，引起血浆抗凝系统的失衡，结果是全身的抗凝和纤溶系统的激活。DD 的监测，活化的纤维蛋白降解特殊交联产物，表示抗凝系统的

激活,这可能是由潜在疾病或患者本身状态引起,比如血栓,弥散性血管内凝血(DIC),多发性外伤,大手术或体外器官的替代治疗。高浓度DD并不是ECMO治疗中纤维蛋白溶解的必备指标。在更换的34个MO中,有15例(44%),其高浓度的DD在更换MO后并没有得到改善(高DD组),其原因都是发生在某些基础疾病上的纤维降解,如血栓,肺栓塞,DIC,感染,多发性外伤,大手术等,导致MO患者纤维蛋白降解的增多,这不能作为更换MO的指征。本研究使用小型肝素涂层体外管道,证明34例中,19(56%)例DDs只在基线水平上的轻度增高(低DD组),这表示,一方面,ARDS使用VV-ECMO治疗患者需要更换MO者,DD并没有像想象中的显著升高,另一方面,现代VV-ECMO的先进生物相容性可以显著降低由机械引起的凝血系统激活程度,只引起正常或轻度的DD升高。

在更换MO前3天内,DD值的明显升高伴有血小板下降,这是由机械引起的凝血系统激活的积极预示,可能暗示MO系统内血凝块形成,可以肉眼所见(图2,3)。更换MO24小时内DD值显著下降反映MO系统纤维蛋白清除,并伴有血小板的升高。同DD变化原因不同,若凝血和炎症参数统计学没有改变,需要解决感染

或DIC的问题,此外,DD值在更换MO后能够完全纠正;前面所提到的DD升高原因必须排除,然而,在研究的病例中,与MO或大手术(很少在ECMO下做)不相关的DD值升高很少见。

和DD值一样,MO前后压力梯度的明显升高,CO₂和O₂交换能力明显下降都强有力说明装置功能失调。由于样本数量少,参数并不能达到显著说服力。更换MO一天内,血流阻力和气体交换能力明显改善,通过气体流量降低而PaCO₂仍保持稳定(P=.183)反映了CO₂清除能力的改善。

总之,DD水平及血小板计数是比较容易得到的实验室数据,预示是否需要更换MO,可以每日常规监测,不用紧急检测。相似的结果在小儿ECMO有文献报道,在这些研究中,DD明显升高意味着ECMO治疗中促凝系统激活,在最初的2小时D-二聚体升高,并在48小时内保持高水平。超过50小时,DD明显升高要求更换MO。

相比其他研究和ECMO治疗大样本登记,目前的研究除了较长的ECMO支持时间和更好的存活率(58%-63% vs 75%)不同,他们的年龄、疾病严重程度、ECMO前的机械通气及ECMO治疗标准都相仿,

在研究中, ECMO 支持时间都在预期和报道范围内。

综上所述, 对于使用小型肝素涂层的 VV-ECMO 装置的患者, 在缺乏其他原因 (如 DIC、手术等) 解释的

DD 值升高意味着 MO 功能变差, 由于装置引起凝血系统级联激活, 可以作为更换氧合器的早期提示, 更换 MO 后这种情况能够得到纠正。

Table 1

Patient characteristics (absolute numbers in brackets), procedures before and during ECMO therapy (absolute numbers in brackets), blood product consumption during ECMO therapy (median and interquartile range), median heparin infusion rate, aPTT during study period (median and interquartile range), and baseline parameters (median and interquartile range)

	MO exchange group "DD high"	MO exchange group "DD low"	
No. of MO exchanges	15	19	
No. of patients	13	11	
Diagnosis leading to lung failure and ECMO therapy	ARDS/pneumonia (n = 11) ARDS/aspiration (n = 1) ARDS postchemotherapy (n = 1)	ARDS/pneumonia (n = 8) ARDS/aspiration (n = 3)	
SOFA score (median IQR)	12.5 (10-13.5)	8 (6-11)	
Procedures before ECMO	Liver failure, plasmapheresis Polytrauma Major surgery	Pneumonectomy (right)	
Procedures on ECMO (cases)	Massive transfusions (>15 PRB) (6)	Surgery for retroperitoneal hematoma after ECMO insertion (1)	
Episodes on ECMO (cases)	Thrombus formation at cannulation sites (4) Pulmonary embolism (1) Cerebral bleeding (1) Pulmonary bleeding (cystic fibrosis patients) (2) GI bleeding (1) Liver failure, DIC (1) Diffuse bleeding (5) Sepsis (5) DIC (3)	DIC before and not associated with MO exchange (4) Diffuse bleeding (3) Sepsis (4)	
Blood product use during ECMO therapy (median and IQR)			P
Packed red blood cells	9 (7.3-15.5)	7 (2.5-10.3)	.27
Fresh frozen plasma	0 (0-4.3)	0 (0-4.3)	.73
Platelet concentrates	0 (0-2)	0 (0-2.5)	.07
Median heparin (IU/h) during study period	400 (0-1200)	1000 (100-1400)	.02
Median PTT (s) during study period	49 (43.5-55.5)	47 (38-54.5)	.63
Baseline laboratory values (median and IQR)			
CRP (mg/L)	145 (67-222)	59 (32-145)	.12
Leukocytes (/nL)	14.8 (9.5-16.9)	12.3 (9.2-16)	.87
Platelets (/nL)	118 (82-139.5)	161 (117.5-200.5)	.09
D-dimers (mg/dL)	34 (24.8-35)	14.5 (9.3-19.8)	.02
FG (mg/dL)	391 (217-548)	387 (356-531)	.65
AT-III (%)	85 (69-94)	96 (69-115)	.17
PT (%)	72 (62-79.5)	78 (65-91.5)	.41
FiO ₂	0.54 (0.46-0.81)	0.5 (0.47-0.51)	.11
PaO ₂ /FiO ₂	124 (81-145)	140 (122-163.6)	.33

Diffuse bleeding is defined as more than 2 different sites of bleeding without adequate explanation. One platelet concentrate contains 250 mL and 2 to 4 × 10¹¹ thrombocytes; 1 fresh frozen plasma contains 230 mL plasma. SOFA indicates Sequential Organ Failure Assessment; PRB, packed red blood cells; PTT, partial thromboplastin time; GI, gastrointestinal.

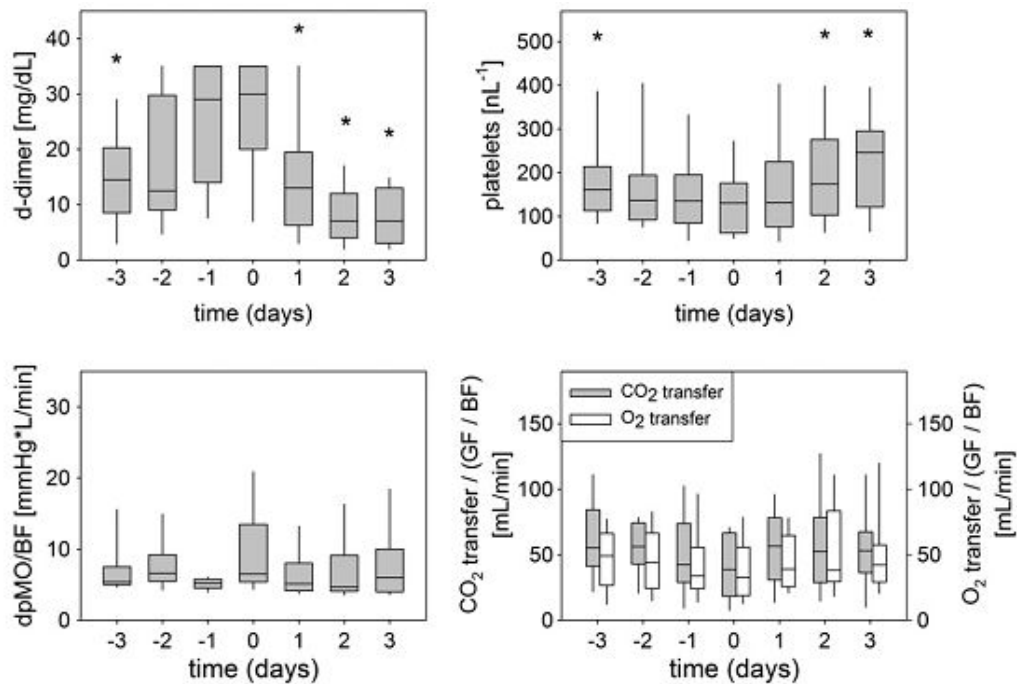


Fig. 1. D-dimers, platelets, dpMO, normalized O_2 transfer: O_2 transfer / (gas flow / blood flow) (gray bars) and normalized CO_2 transfer: CO_2 transfer / (gas flow / blood flow) (white bars) within 3 days before and 3 days after MO exchange of the MO exchange group "DD low." * $P < .05$, compared with values at the time of MO exchange.

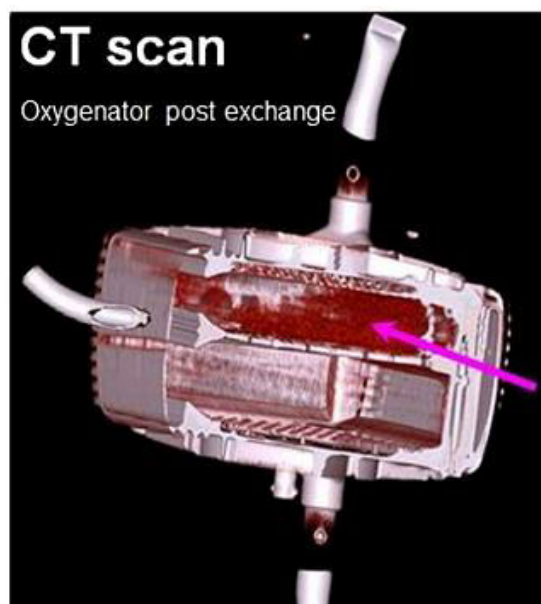


Fig. 2. Computed tomographic scan and 3-dimensional reconstruction of an oxygenator with thrombosis in the interior, not visible from outside. White, oxygenator case; white/gray, oxygenator membrane; red, thrombotic material. Image courtesy of C. Dornia, Department of Radiology, University Medical Center Regensburg, Regensburg, Germany.



Fig. 3. External view of the oxygenator in Fig. 2.

译者简介

武婷
天津市胸科医院灌
注科

原文简介

Sameh M. Said, Brian
J. Telesz, George
Makdisi, Fernando J.
Quevedo, Rakesh M.
Suri, Mark S. Allen, and
William J. Mauermann.

From
Divisions of
Cardiovascular
Surgery,
Anesthesiology,
Thoracic Surgery, and
Medical Oncology,
Mayo Clinic, Rochester,
Minnesota.

Correspondence: Dr
Mauermann, Division of
Cardiothoracic
Anesthesia, Mayo
Clinic, 200 First St SW,
Rochester, MN 55905;
e-mail:
mauermann.william@mayo.edu.

清醒体外循环预防严重纵隔肿瘤患者的血流动力学紊乱和无通气状态

Awake Cardiopulmonary Bypass to Prevent Hemodynamic Collapse and Loss of Airway in a Severely Symptomatic Patient With a Mediastinal Mass.

Ann Thorac Surg 2014;98:e87-90.

巨大纵隔肿瘤患者在麻醉诱导及手术切除过程中会引起呼吸与血流动力学的不稳定，一方面是巨大纵隔肿瘤对气道和心血管系统的压迫，另一方面是麻醉诱导引起的全身血管阻力降低和骨骼/平滑肌松弛加剧气道和心脏的受压现象。如果单纯考虑气道压迫现象，清醒的纤维支气管镜和自主呼吸的维持是目前最好的处理措施，但是血流动力学的紊乱难以控制。体外循环（CPB）作为一种气道管理手段被用于气管切除和头颈手术，但在麻醉诱导前就使用 CPB 的文献报道还是很有限的。该文报道了一位 37 岁女性前纵隔巨大肿物患者，术前由于严重气道和心血管系统的压迫无法保证安全的全麻诱导。

因渐进性气短病史入院，检查显示前纵隔大肿物。CT 扫描提示前纵隔液性衰减巨大肿物（至少 $17 \times 9 \times 12 \text{cm}$ ），包含大量多发的实性结构和肉眼可见脂肪结构。外露肿物明显压迫心脏，对心脏、大血管、气管和主支气管形成后方占位性病变（图 1）。超声心动图显示双心室压迫（图 2A），下腔静脉扩张，严重压迫主动脉和肺动脉（图 2B）。通过计算机断层扫描下活检，肿物组织确定为囊性畸胎瘤。

术前患者仅能直立呼吸，考虑到麻醉诱导过程中肿物对于心肺的压迫和气道损伤现象的发生，决定在麻醉诱导前进行 CPB。患者入手术室后半坐位，手术床头抬高 45 度。胸腔、腹腔和下肢消毒铺单，右侧腹股沟处利多卡因局麻浸润，平行腹股沟皮纹切口，暴露股动静脉，给予肝素，用 5-0 聚丙烯缝线做股动静脉血管的荷包缝合。使用

17F 的股动脉插管和 25F 的股静脉插管建立低流量体外循环 (0.5L/min)。患者吸入七氟烷诱导麻醉,琥珀胆碱肌松。俯卧位,单腔气管插管。诱导后气道峰压升高,血压降低,氧饱和度下降,遂立刻开启全流量体外循环,血流动力学和氧合指标得以稳定。支气管镜检查提示气管腔近乎全部堵塞,前后壁近乎闭合(图 3)。

正中胸骨切开后证实巨型前纵隔肿物,伴胸骨下炎性粘连(图 4A)。首先,肿物与无名静脉和上腔静脉等大血管粘连,手术成功游离大血管;其次,肿物与心包有粘连,切除部分

前壁心包(图 4B)。再次,肿物还粘连至左肺和左侧膈神经,均仔细分离,最后完整切除肿物。复查支气管镜,显示气管解剖正常,气道压迫症状解除(图 5)。患者体外循环顺利停机,拔除腹股沟插管,修补股动静脉血管。术后 5 天出院。病理结果证实为成熟囊性畸胎瘤(图 6A,B)。

该病例显示,当前纵隔巨型肿瘤引发纵隔结构严重受压,麻醉诱导的安全性无法保障,CPB 的使用提供了对于此类问题的解决方案,使得肿物在血流动力学稳定的状态下得以完整切除。

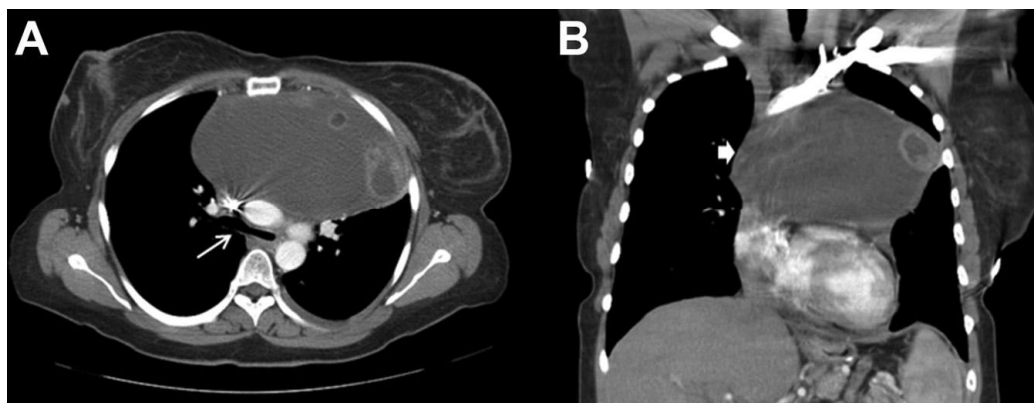


图 1. 术前计算机断层扫描:(A) 轴向切面显示一个大的前纵隔肿物压迫气管和主支气管(白色箭头所指);(B) 冠状切面显示心脏压迫和占位,完全性堵塞上腔静脉(白色箭头所指)。

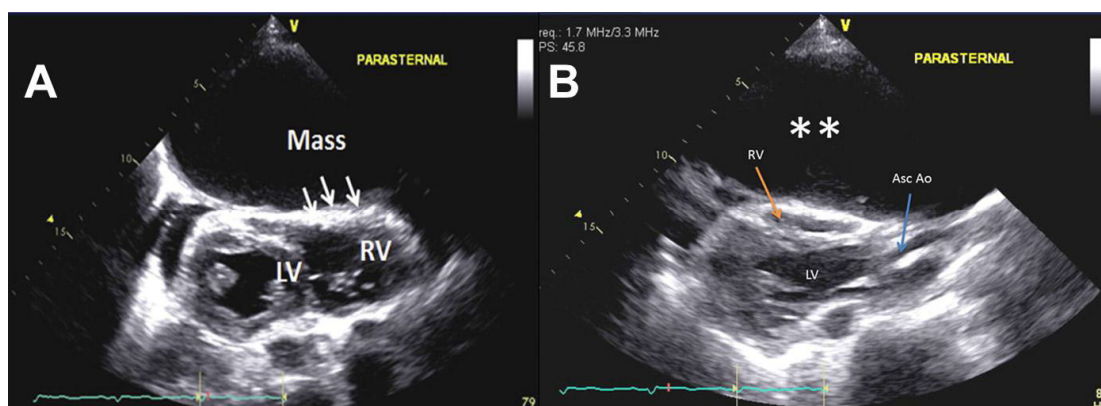


图 2. 术前经胸超声心动图:(A) 胸骨旁短轴切面显示巨型前纵隔肿物(液性无回声区)压迫心脏(白色箭头所指);(B) 胸骨旁长轴切面显示大量心包渗出物(**),严重压迫右心室(RV)和升主动脉(Asc Ao)。(LV: 左心室)



图 3. 术中照片显示(A)巨型纵膈肿物;(B)肿物切除过程中行局部的前心包切除。

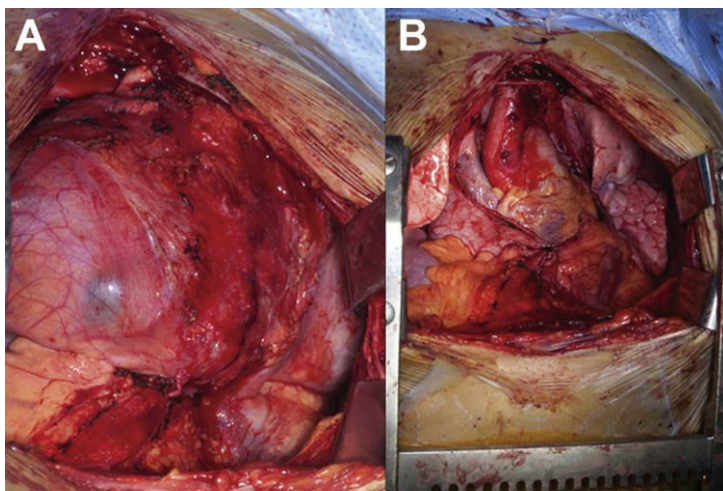


图 4. 术中肿物切除后行支气管镜检显示完全解除了气管压迫现象。

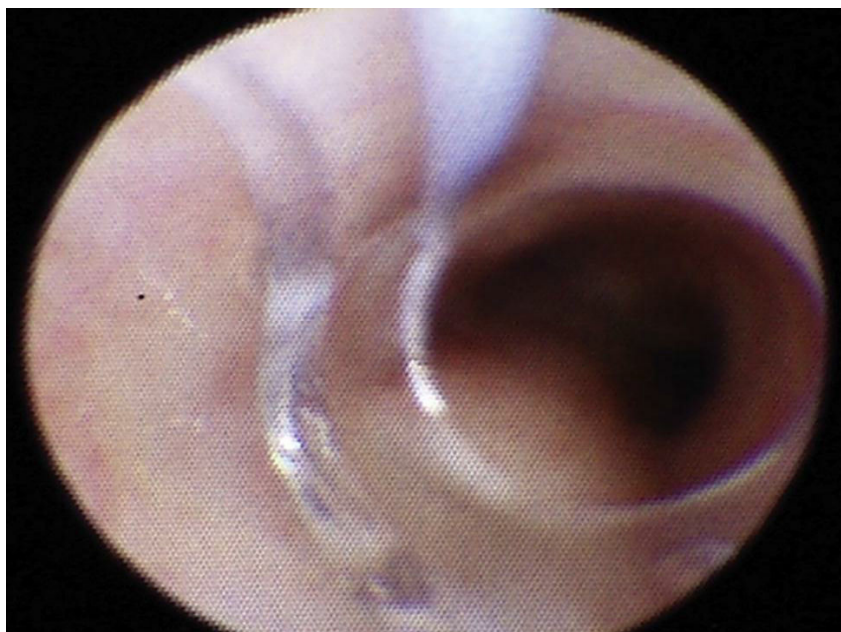


图 5. 术中肿物切除后行支气管镜检显示完全解除了气管压迫现象。

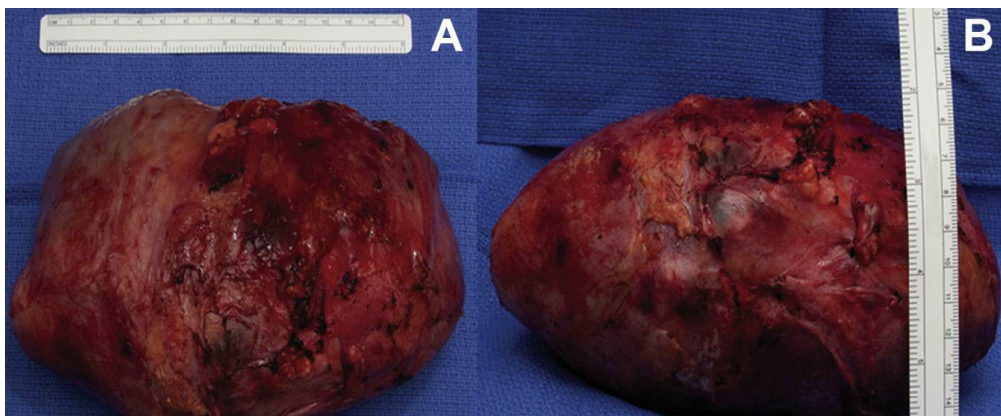


图 6. 术中照片显示前纵膈肿物切除后(A)前面与(B)后面。病理报告证实为成熟囊性畸胎瘤

译者简介

武婷
天津市胸科医院灌
注科

原文简介

Yutaka Fujii
Mikiyasu Shirai
Shuji Inamori
Yoshiaki Takewa
Eisuke Tatsumi

From
Department of
Artificial Organs,
National Cerebral and
Cardiovascular Center
Research Institute,
5-7-1, Fujishiro-dai,
Suita, Osaka
565-8565, Japan.

Correspondence:

Y. Fujii. Department of
Artificial Organs,
National Cerebral and
Cardiovascular Center
Research Institute,
5-7-1, Fujishiro-dai,
Suita, Osaka
565-8565, Japan.
e-mail:
yfujii@ncvc.go.jp

一种用于体外循环病理生理研究的小动物体外循环模型

A novel small animal extracorporeal circulation model for studying pathophysiology of cardiopulmonary bypass.

J Artif Organs. 2014 Nov 6. [Epub ahead of print].

介绍

体外循环（ECC）下的心脏手术往往伴发全身炎症反应，直接影响术后的发病率和死亡率。由于临床研究和动物实验的局限性，其病生理机制尚未完全阐明。因此，一种用于研究体外循环病理生理机制改变的可重复性小动物ECC模型受到关注。

实验材料和方法

实验选取 Aprague-Dawley 鼠，雄性 400-450g，12 小时黑白光照循环。戊巴比妥钠 50mg/kg 腹腔内注射，仰卧位，放置肛温，14G 气管插管呼吸机辅助呼吸，容量控制，频率 70 次/min，潮气量 8-10ml/kg，氧浓度 100%。肛温维持在 36℃，股动脉置管监测动脉血压。左颈总动脉、右颈内静脉置管至右房建立体外循环，500IU/kg 肝素钠肝素化。

小动物 ECC 系统（图 1）包含膜肺（聚丙烯，氧合面积 0.03m²）、管路和滚压泵（日本），预充林格液 5ml，甘露醇 1ml，碳酸氢钠 1ml，肝素 1ml(1000IU)，总预充量 8ml。动物被分为 2 组：假实验组（SHAM 组，n=7）和体外循环组（ECC 组，n=7）。SHAM 组仅手术准备，不开展 CPB，ECC 组转流维持在 70ml/kg/min 流量，持续 60 分钟。PaCO₂ 与 PaO₂ 分别维持在 35-45mmHg 和 300-400mmHg。血样标本时间点为 ECC 前、ECC 建立 60min 后和 120min 后（终止 ECC 时）。

酶联免疫吸附法测定炎症因子 TNF- α 、IL-6、IL-10，同时测定评价器官损伤的生化指标 LDH、AST 和 ALT。监测血气、PH、Hb 浓度和电解质。Hb 水平低于 8g/dL 作为排除指标，7-8g/dL 之间作为输血指标，但总的目标是术中不输血。ECC 结束后注射高钾处死动物，取左肺组织，摘取上 1/3 组织用于计算干湿比 (W/D)，称量肺组织在 70℃ 烘干箱内 72h 前后的重量。所有数据显示为 $X \pm SD$ ，组间同时点的数值比较采用 t 检验方法，所有统计学分析采用 Stat-View 5.0 分析软件， $P < 0.05$ 具有统计学意义。

结果

表 1 显示 SHAM 组和 ECC 组的血流动力学、Hb、PaCO₂、PaO₂ 和电解质等指标改变。ECC 中 MAP 和 Hb 数值显著性下降但分别维持在 80mmHg 和 10g/dL 左右。所有动物的 Hb 水平没有低于 8g/dL，没有排除对象。各组电解质水平没有显著性差异，然而在 ECC 组血钾水平偏高。

在 ECC 之前，炎症因子和生化标志物水平在 SHAM 组和 ECC 组间没有明显差别。在观察研究过程中，SHAM 组没有改变；ECC 组所有炎症因子水平明显升高，在 ECC 结束时达到峰值 (TNF- α 1129 $\pm$ 137pg/ml，

IL-6 1157 $\pm$ 150pg/ml，IL-10 385 $\pm$ 55pg/ml) (如图 2a-c)。另外，ECC 组在建立 ECC 后 60min 生化标志物指标明显上升 (LDH 425 $\pm$ 65 U/L, AST 113 $\pm$ 6 U/L, ALT 55 $\pm$ 8 U/L)，在建立 ECC 后 120min 时仍逐渐升高 (LDH 708 $\pm$ 126 U/L, AST 76 $\pm$ 7 U/L, ALT 159 $\pm$ 14 U/L) (如图 2d-f)。ECC 组肺 W/D 比明显高于 SHAM 组 (SHAM 4.68 $\pm$ 0.18, ECC 5.46 $\pm$ 0.23) (图 3)。

讨论

该研究中的鼠 ECC 模型能维持充分的血气、Hb 和血压等指标，并且做到了低预充量，使鼠的 ECC 过程中无输血。ECC 结束时全身炎症反应达到了峰值，反映器官损伤的生化标志物也在 ECC 建立后 60min 和 120min 均显著增高。肺 W/D 的显著增加提示了肺水肿的发生。从这些数据来看，该模型对于研究 ECC 中的生理机制方面是很有用的，也具有一定的临床意义。该研究中的不足是未研究有关溶血和血细胞损害方面的内容。

结论

一种鼠的 ECC 模型可以用作研究 ECC 病理生理机制和评价 ECC 装置的手段。

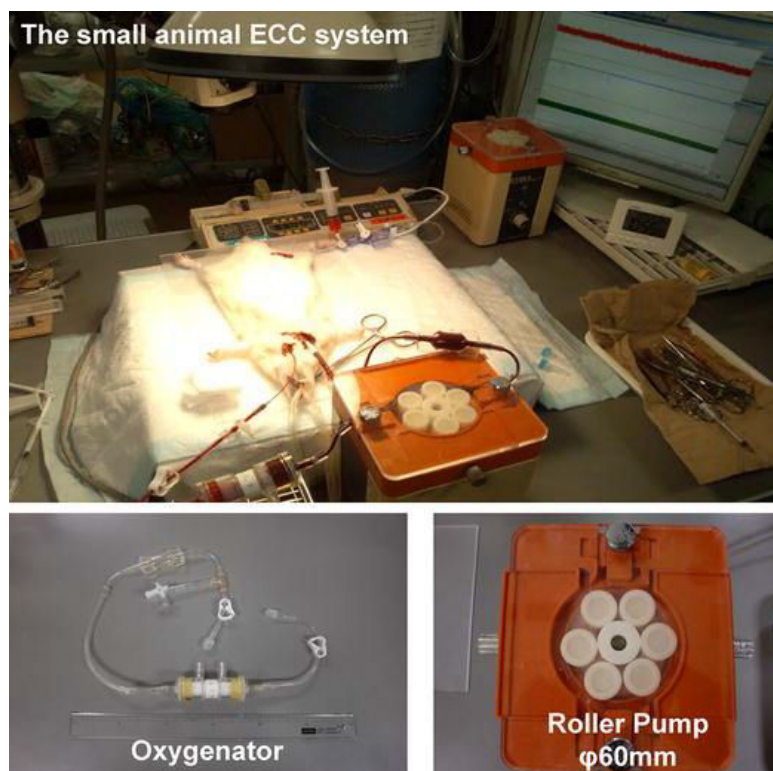


图1 小动物 ECC 系统。聚丙烯膜肺表面积 0.03m²，聚氯乙烯管路（Senko 医疗有限公司，日本大阪）和滚压泵（MP-3 东京 Rikakikai 有限公司，日本）

表1 ECC 前后血流动力学变量，Hb 和血气、血压、电解质指标

	Group	Pre-ECC	ECC 60 min	ECC 120 min
MAP	SHAM	103 ± 11	100 ± 13	105 ± 11
(mmHg)	ECC	102 ± 5	94 ± 24	87 ± 19*
HR	SHAM	387 ± 38	373 ± 38	389 ± 26
(beat/min)	ECC	395 ± 25	366 ± 30	365 ± 17
PaO ₂	SHAM	110 ± 17	106 ± 16	105 ± 14
(mmHg)	ECC	112 ± 12	421 ± 40*	412 ± 34*
PaCO ₂	SHAM	38 ± 3	37 ± 2	40 ± 2
(mmHg)	ECC	41 ± 3	40 ± 3	39 ± 3
Hb (mg/dL)	SHAM	14.7 ± 1.1	14.5 ± 0.9	14.2 ± 0.9
	ECC	15.1 ± 1.0	11.8 ± 1.1*	11.6 ± 1.0*
Na (mEq/L)	SHAM	139.6 ± 1.1	140.6 ± 1.2	141.0 ± 0.9
	ECC	138.9 ± 0.9	141.2 ± 1.0	142.0 ± 1.3
K (mEq/L)	SHAM	5.2 ± 0.2	5.4 ± 0.3	5.5 ± 0.3
	ECC	5.1 ± 0.2	5.7 ± 0.4	5.9 ± 0.5
Cl (mEq/L)	SHAM	105.6 ± 1.5	108.6 ± 1.4	107.3 ± 2.1
	ECC	106.1 ± 1.8	108.9 ± 2.2	108.7 ± 2.7

变量显示为均数±标准差，* P<0.05 与 SHAM 组同时间点比较

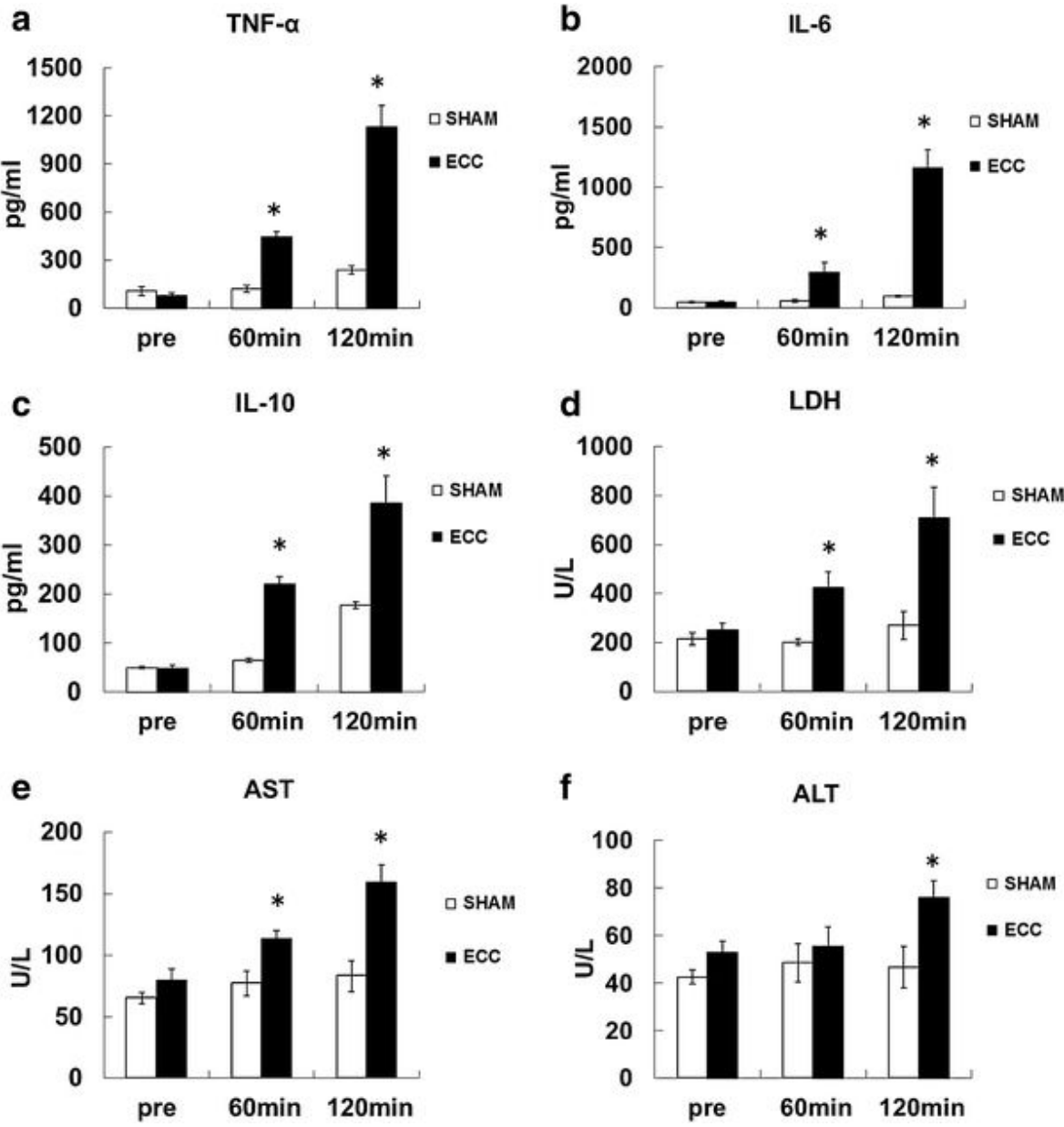


图 2 血清 TNF-α(a)、IL-6(b)、IL-10(c)、LDH(d)、AST(e)、ALT(f)水平。*P<0.05 与 SHAM 组同时间点对比

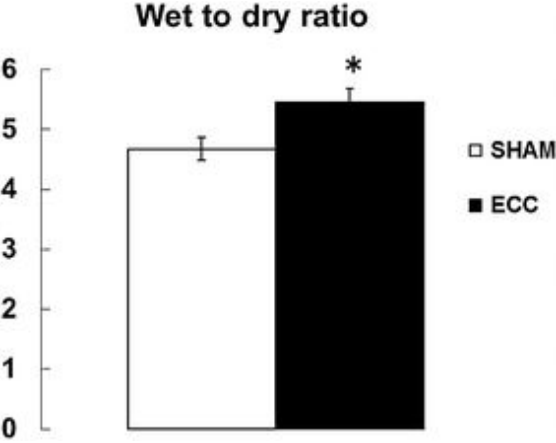


图 3 左肺 CPB 结束后干湿比。*P<0.05 与 SHAM 组对照

译者简介

赵举

阜外医院体外循环科

原文简介

Lillian Su, MD
Michael C. Spaeder
Melissa B. Jones

From
Division of
Critical Care
Medicine, Children's
National Health
System, Washington,
DC

Correspondence:

E-mail:
lisu@childrensnational.
org

体外心肺复苏模拟培训的实施明显缩短实际临床ECPR的抢救时间

Implementation of an Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Simulation Program Reduces Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation Times in Real Patients.

Pediatric critical care medicine, 2014, Volume 15, Number 9, 856-860

美国华盛顿特区儿童国家医学中心危重症医学科的 Lillian Su 医生和心血管外科的同事们为了证实模拟培训项目的有效性，专门设计了本项模拟培训前-模拟培训后的对比研究。在他们的一家有 26 张儿童心脏 ICU 病床的医院里，从 2009 年 2 月到 2013 年 3 月共有 43 例心脏患儿（年龄 1 岁-16 岁）因各种原因实施了体外心肺复苏（ECPR）治疗。其中 16 例（37%）ECPR 是在实施体外心肺复苏模拟培训之前完成的（2010 年 3 月），27 例（63%）是在模拟培训后完成的。

他们实施的模拟培训项目包括：不同学科间的密切配合、确定各个学科的作用以及明确每一位参与 ECPR 成员的具体职责。他们确定了一个“理想快速的实施方案”并在模拟环境下反复测试，进行了任务分析、作用创造和多学科合作模拟，具体方法包括结构性总结、视频回顾以及定制检查列表等。

通过对模拟培训前后分别实施 ECPR 患儿的对比，作者发现在模拟培训前实施 ECPR 的 16 例患者中，临床 ECPR 的建立中位时间是 51 分钟（范围 43-62 分钟），而模拟培训后实施 ECPR 的 27 例患儿中，ECPR 的建立中位时间是 40 分钟（范围 23-52 分钟）（ $p=0.018$ ），如图所示。

作者结论认为目前并没有一个标准指南指引一个由 ICU 医生、护士、ECMO 专家、外科医生、呼吸治疗师、技术员及其他服务人员组成的团队如何在紧急情况下实施



ECPR。通常在这种情况下，时间是最紧迫最重要的，建立并培训一个果敢高效、团结协作，具有标准化步伐和内容、标准化沟通交流能力的团队是至关重要的。科学完善的ECPR模拟培训为他们提供了一个高效能干的队伍，通过ECPR前、中、

后的许多项模拟内容培训演练，不仅提升了队员间的主观合作能力和真实环境下ECPR的平稳实施，而且证实这种实景模拟显著提高了建立体外生命支持的速度，为患者抢救赢得了宝贵时间。

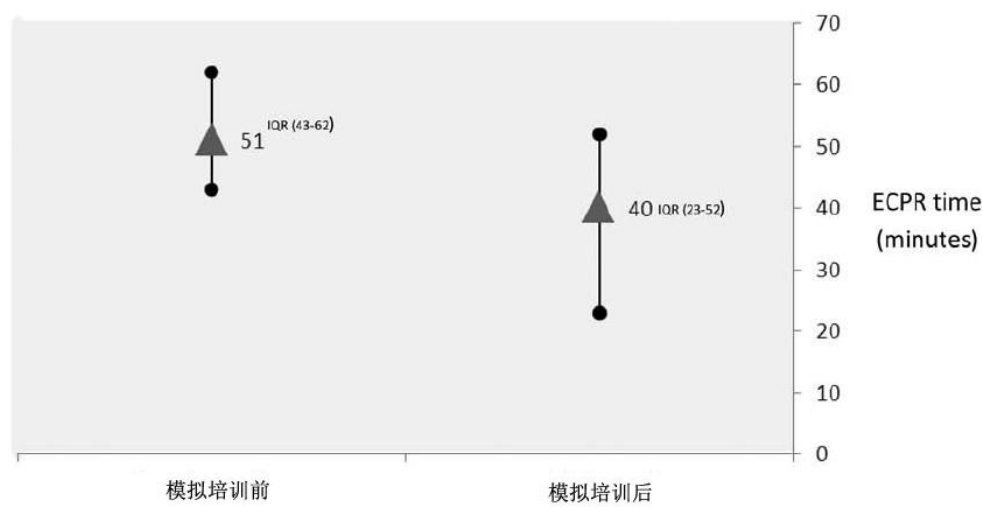


图 ECPR建立时间在实施模拟培训项目后显著缩短 (p=0.018)

译者简介

周成斌
广东省人民医院
广东省心血管病研究所，心外科

原文简介

Mustafa Zakkar,
Gustavo Guida and
Gianni D. Angelini.

From
Bristol Heart Institute,
Bristol, UK.

Correspondence:

Mustafa Zakkar, Bristol
Heart Institute, Bristol
Royal infirmary,
Bristol BS28HW, UK.

成人心脏手术中的改良超滤

Modified ultrafiltration in adult patients undergoing cardiac surgery.

Interactive CardioVascular and Thoracic Surgery (2014) 1–7.

改良超滤技术已在小儿体外循环中大量开展，有关成人心脏手术中改良超滤的作用还不清楚。该文作者收集临床文献，提供证据回答有关成人改良超滤的问题：成人心脏外科手术中改良超滤能减少炎症反应和失血、改善早期预后吗？该文作者以超滤及相关主题在 Medline 进行检索，共发现 155 篇有关临床研究的英文文献，只有 5 篇具有 1b 级证据的文献（1b 级证据指单中心前瞻性随机临床研究）

Papadopoulos 等人调查高危患者（平均 logistic 欧洲评分 II：17.5%）接受不同心脏手术后等容改良超滤的效果。体外循环后改良超滤出 3000ml 液体，术后 6 小时脂多糖结合蛋白和补体复合物（C5b9）明显减少，伴随术后较低的乳酸值和胸液量减少。但是术后二次开胸止血和急性肾衰在改良超滤组和对照组没有显著差异，同样，ICU 停留时间和住院时间也没有显著区别。

Torina 等人随机将 60 例体外循环冠脉搭桥手术随机分为改良超滤组和对照组。改良超滤 15 分钟，没有提供超滤量。结果显示术后改良超滤组胸液量和需要输血量明显减少，红细胞压积较对照组高。但是血浆细胞间粘附分子、肿瘤坏死因子水平较对照组高，术后血流动力学、氧输送参数以及预后在研究期间两组是相似的。该研究没有评估死亡率、ICU 和住院时间的差别。Torina 等人的另外一篇报道显示，改良超滤减少术后出血，并不影响血流动力学的稳定。

Boga 等人也研究体外循环冠脉搭桥手术，40 例随机分为超滤组和对照组，改良超滤 10-15 分钟，没有报道炎症因子的变化，术后胸液量和输血量减少。但是术后早期心排指数、体循环阻力和肺血管阻力在改良超滤组明显升高，提示早期血流动力学的改善可能与超滤后的血液浓缩有关。

Grünenfelder 等人在常温和低温体外循环中比较了改良超滤和对照组，显示改良超滤对常温体外循环情况影响较小，常温体外循环术后 24 小时，改良超滤组较对照组明显减少血浆选择素 E 水平，但是术后 48 小时和术后 6 天与对照组没有差异。低温体外循环术后 24 小时、术后 48 小时和术后 6 天，改良超滤组

较对照组明显减少血浆选择素 E、细胞间粘附分子水平。但是不影响临床用药、ICU 和整体住院时间。

可以看出该论文对于成人心脏外科手术中改良超滤进行讨论所提供的文献数少，病种主要集中在选择性冠脉搭桥手术，改良超滤的方法、时间以及超滤量都不统一，一些数据显示可以显著减少循环中的炎症介质，减少出血和输血。然而研究仅局限于单个中心少量数据，结果存在一定的矛盾，临床资料也不完整，因此并不能反应真实的情况。当前与体外循环相关的多中心临床研究在国际上是比较少的，面对大量的中国体外循环数据，有关学者有必要进行临床前瞻性多中心研究，更充分的回答临床问题，指导临床工作。

译者简介

周成斌
广东省人民医院
广东省心血管病研究所, 心外科

原文简介

Jose H. Salazar^a,
Alodia Gabre-Kidan^b
Gezzer Ortega^c,
Diana Scorpio^d
Gary Oldenburg^e
Haven Custis^f
Dawn Ruben^d
Melanie Albano^d
Shelly S. Choo^g
Daniel S. Rhee^a,
William B. Fulton^a
Qihong Wang^a
Dominic Papandria^h
Jude P. Crinoⁱ
Fizan Abdullah^a

From

a Department of Surgery,
Johns Hopkins School of
Medicine, Baltimore,
MD

b Department of Surgery,
Columbia University,
New York, NY

c Department of Surgery,
Howard University
College of Medicine,
Washington, DC

d Molecular and
Comparative
Pathobiology, Johns
Hopkins School of
Medicine, Baltimore, MD

e Critical Care Medicine,
Children's National
Medical Center,
Washington, DC

f Critical Care Medicine,
University of Maryland
Medical Center,

体外胎儿生命支持：一种保留胎盘的新动物模型

Extracorporeal fetal support: A new animal model with preservation of the placenta

Journal of Pediatric Surgery 49 (2014) 1441–1445

新生儿体外膜肺氧合（ECMO）支持的禁忌症是胎龄小于 34 孕周，体重小于 2kg。当胎儿过于早产，不能适应宫外生存，需要人工胎盘的生命支持。人工胎盘是 ECMO 技术的延伸，更小的装置，更精细的插管，仍然存在流量受限、胎儿水肿和出血等并发症。Salazar 等人借用 ECMO 技术开展保留胎盘的体外胎儿生命支持研究。

13 头孕羊，孕龄 130-140 天（足月羊平均孕龄 145 天左右），双胞胎有 11 例。其中前 6 例采用先插一侧子宫动静脉，开始转流，然后再插对侧的子宫动静脉，完全转流后在宫颈处断子宫体部与宫颈的联系，完整切除子宫，连同宫腔内的胎儿一起转移到 38.5°C 的水槽中（见图 1）。后 7 例采用先切除子宫，再插管，操作难度较大，学习曲线较长，但是支持时间较前一种方法长（见表 1）。

胎儿生命支持装置包括 4.5m² 的硅胶膜肺、热交换器、滚轴泵和静脉囊等，总预充量 750ml。运用羊血、白蛋白、肝素等预充，转流过程中保持管道静脉氧饱和度 70-75%，补充晶体液。静脉插管使用 21F 大小的静脉引流管，动脉插管使用 12-14F 的动脉灌注管，插入血管 4-10 cm。转流中 ACT 时间超过 300 秒，最大流量可达到 2120 ml/min (96–184 ml/kg/min)，保持常温。

实验结果显示：11 例动物实验在插管早期胎儿均存活，有 7 次实验胎儿存活超过 30min，平均存活时间为 2 小时 9 分钟。由于没有羊的浓缩红细胞，不断补充晶体液，转流中血红蛋白含量低，乳酸值持续升高，胎羊心率减慢。子

Baltimore, MD
g Department of
Preventive Medicine,
Johns Hopkins School of
Public Health, Baltimore,
MD
h Department of Surgery,
St Vincent Health,
Indianapolis, IN
i Department of
Gynecology & Obstetrics,
Johns Hopkins School of
Medicine, Baltimore, MD

Correspondence:

Fizan Abdullah, Johns
Hopkins University
School of Medicine,
Bloomberg Children's
Center, Room 7337,
1800 Orleans Street,
Baltimore, MD
21287-0005. Tel.: +1
410 955 1983; fax: +1
410 502 5314.

宫的重量平均增加 23%。运用胎心检测仪监测胎儿反应；子宫强烈收缩时给予尼卡地平。实验结束，检查子宫和羊水内有大的血栓，可能与 ACT 偏短有关；羊水浑浊，胎羊有宫内窘迫表现；检查胎羊脐血管、胎盘和脑组织未见异常。

保留子宫的体外胎儿生命支持是一项新技术方式，相对于人工胎盘的支持，胎羊存活时间短，后者最长可以支持胎羊达 542 小时（两者的示意图，见图 2）。但是前者保留子宫和胎盘，避免体外生命支持技术对胎羊的直接影响，可以作为一种研究方向，探讨胎盘—胎儿生理机制。该研究还需改进装置，减少预充量，避免血液稀释。在建立的方法上，采用先切除子宫后插管，可能血管暴露更清楚，有利于插管，使支持时间延长。

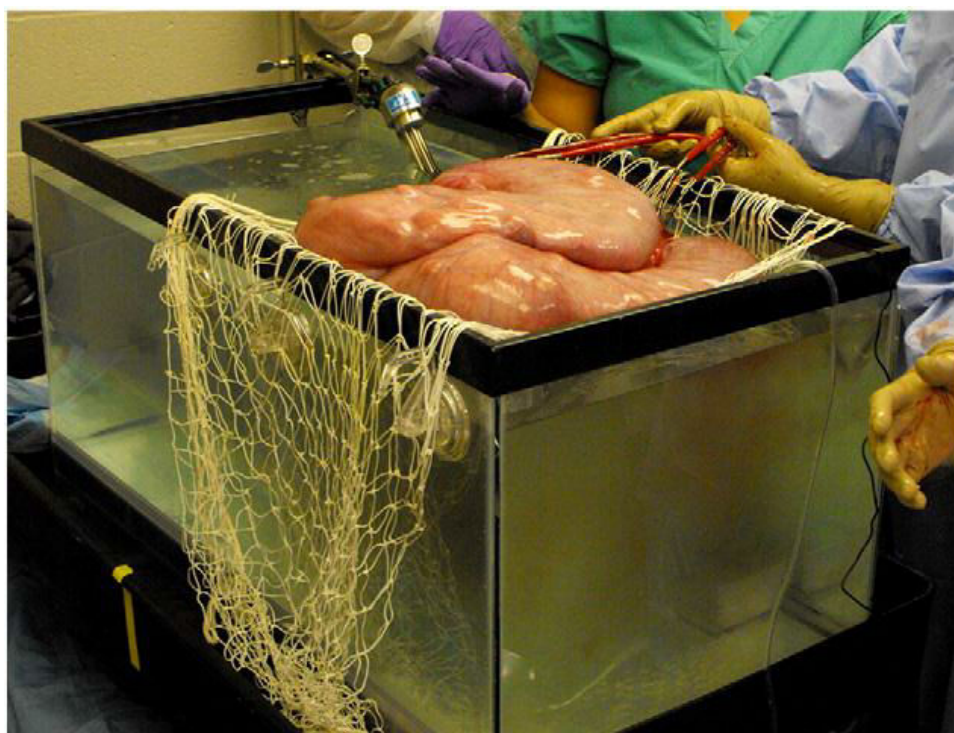


图 1 ECMO 支持的子宫在装满生理盐水的水槽中

表 1 两种插管方式有关实验结果的比较

	Set 1 (sheep 1-6)	Set 2 (sheep 7-13)
Average time ECMO to death (minutes)	18	133
Number of experiments transitioned to ECMO	4/6	6/7
Number of twin experiments with 2 live fetuses >30 minutes on ECMO	0/6	3/5
Longest time from separation to death (minutes)	84	369

Set 1 代表插管后再切除子宫；Set 2 代表切除子宫后再插管

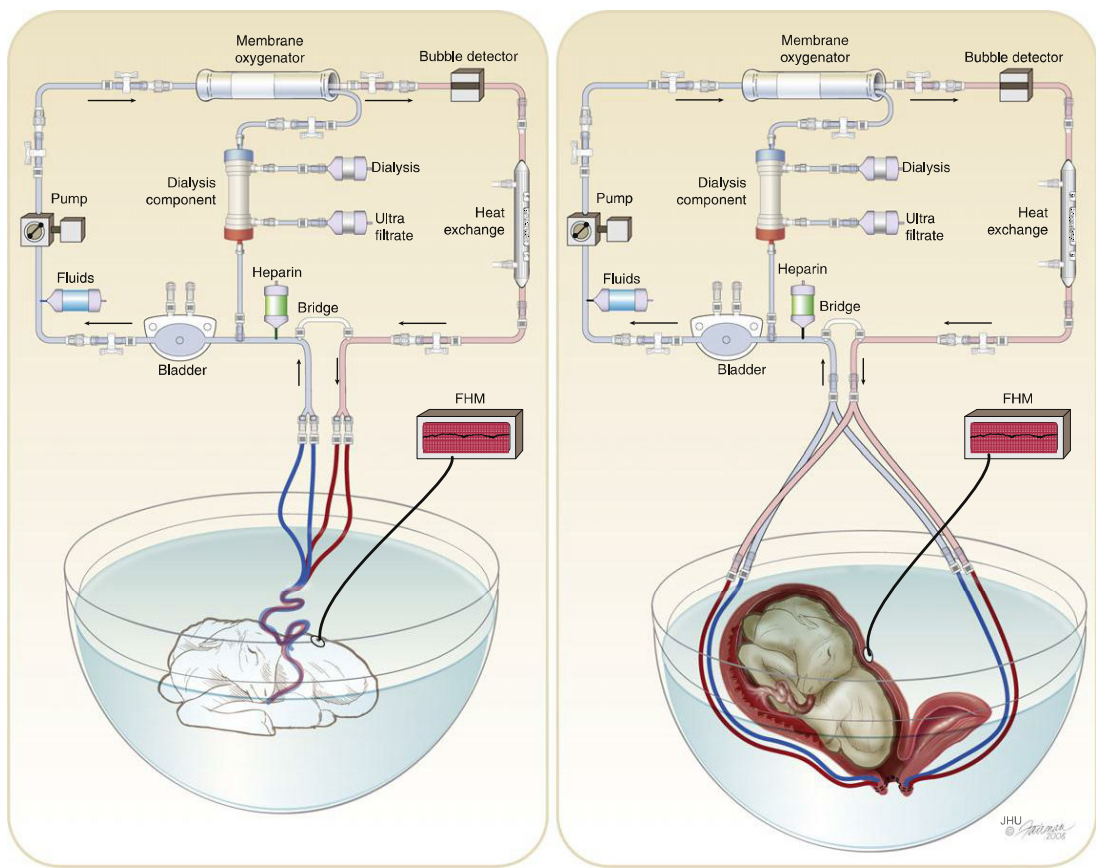


图 2 人工胎盘和保留胎盘的 ECMO 支持示意图。左图，人工胎盘，插管直接接触胎儿；右图，ECMO 技术直接支持子宫动脉血管，避免对胎儿的直接影响。