

· 研究原著 ·

文章编号 1000-2790(2005)03-0223-03

双侧股动-静脉体外膜肺氧合对犬电解质和酸碱平衡的影响

王京玉 耿希刚 李勇新 任沪平 (西安交通大学第一医院心外科 陕西 西安 710061)

Effects of arteriovenous extracorporeal membrane oxygenation on electrolyte and acid-base balance in dogs

WANG Jing-Yu, GENG Xi-Gang, LI Yong-Xin, REN Hu-Ping

Department of Cardiovascular Surgery, First Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China

【Abstract】 AIM: To evaluate the influence of arteriovenous extracorporeal membrane oxygenation (AV-ECMO) on electrolyte and acid-base balance. METHODS: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and pH in blood were observed in dogs during the bilateral femoral arteriovenous ECMO. RESULTS: The Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and pH in blood had some fluctuation, but their values were within the normal range during the bilateral femoral arteriovenous ECMO. No significant difference of the parameter was found between the right atria and artery (K^+ : $F=0.176$; Na^+ : $F=0.153$; Ca^{2+} : $F=0.098$; PH: $F=0.082$, $P>0.05$). CONCLUSION: The electrolyte and acid-base balance are basically stable during the bilateral femoral arteriovenous ECMO, but K^+ and Ca^{2+} gradually may decrease with the prolonging of ECMO time, to which attention must be paid.

【Keywords】 arteriovenous extracorporeal membrane oxygenation; electrolyte; acid-base balance

【摘要】目的:探讨无泵驱动体外膜肺氧合(ECMO)转流对犬电解质和酸碱平衡的影响。方法:应用家犬为试验动物,观察 ECMO 转流期间血中 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} 及 pH 值的变化。结果:ECMO 转流过程中血 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} 及 pH 值均有一定的波动,但均在正常范围。右心房和主动脉血所测参数无显著性差异($P>0.05$)。结论:在转流中,电解质及酸碱平衡基本稳定。但随着 ECMO 转流时间的延长,有可能出现血 K^+ 及 Ca^{2+} 的下降,应严密监测,及时纠正。

【关键词】 动脉-静脉体外膜肺氧合; 电解质; 酸碱平衡

【中图分类号】 R654.1 **【文献标识码】** A

收稿日期 2004-11-05; 修回日期 2004-12-13

作者简介:王京玉(1963-),男(汉族),陕西省大荔县人。主治医师。

Tel. (029) 85324055 Email. wangjy@163.com

0 引言

体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)是体外循环的一种新进展,其治疗主要有三条循环途径:①静脉-动脉转流(VA-ECMO);②静脉-静脉转流(VV-ECMO);③动脉-静脉转流(AV-ECMO)。动脉-静脉体外膜肺氧合(AV-ECMO)已成为治疗急性呼吸窘迫综合征的一种有效的新方法之一^[1,2]。应用双侧股动脉-股静脉 ECMO 转流的新方法,观察转流过程中血 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} 及 pH 值的变化,为进一步临床治疗提供帮助。

1 材料和方法

1.1 材料 家犬 10 只,雌雄不限,体质量 18 ~ 35 (平均 23.4 ± 4.7) kg,应用 35 g/L 苯巴比妥 100 mg/kg 腹腔注射行全身麻醉。分别解剖犬左、右两侧的股动脉及股静脉。全身肝素化后行动、静脉插管。将动、静脉插管与用林格液预充的 ECMO 装置连接。经家犬第 4 肋间进胸,主动脉根部置入测压针管及测压装置,与动态监护仪连接,以备测压及取血标本用。当 ECMO 转流时,将 1000 mL/L 供氧管与 ECMO 膜肺连接,其用量为(1.2 ± 0.4) L/min。

1.2 方法 在体外循环开始前,分别经主动脉及右心房抽血 4 mL 于注射器内,置冰盒后待检测。当双侧股动脉血经过管道进入 ECMO 的人工膜肺进行氧合后,通过股静脉回流入机体转流后 1、2、3 和 4 h 经主动脉及右心房分别抽血 4 mL 于注射器内,置冰盒后待检测。测定右心房及主动脉血样血气、电解质 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} 的浓度。

统计学处理:用 SPSS 10.0 软件进行统计分析。数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示,应用重复测量设计方差分析进行比较。

2 结果

尽管血中 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} 及 pH 值在转流过程中均有一定的波动(Tab 1, 2),但都在正常范围。右心房和主动脉血所测参数无显著性差异($P>0.05$), K^+ 和 Ca^{2+} 随时间增加而有下降趋势($P<0.05$), Na^+ 和 pH 无下降趋势($P>0.05$)。

表1 右心房血钠、钾、钙及 pH 值变化

Tab 1 Changes of Na⁺, K⁺, Ca²⁺ and pH in blood of right atria during ECMO (n = 10, $\bar{x} \pm s$)

Element	K ⁺ (mmol/L)	Na ⁺ (mmol/L)	Ca ²⁺ (mmol/L)	pH
Preoperative	4.4 ± 0.4	143.7 ± 5.4	1.35 ± 0.09	7.396 ± 0.011
1 h	4.1 ± 0.4	148.8 ± 4.4	1.31 ± 0.09	7.399 ± 0.010
2 h	4.3 ± 0.8	147.6 ± 5.2	1.35 ± 0.08	7.401 ± 0.010
3 h	4.2 ± 0.7	146.5 ± 6.6	1.40 ± 0.10	7.394 ± 0.007
4 h	3.9 ± 0.3	143.0 ± 9.4	1.26 ± 0.20	7.395 ± 0.009

表2 主动脉血钠、钾、钙及 pH 值变化

Tab 2 Changes of Na⁺, K⁺, Ca²⁺ and pH in blood of artery during ECMO (n = 10, $\bar{x} \pm s$)

Element	K ⁺ (mmol/L)	Na ⁺ (mmol/L)	Ca ²⁺ (mmol/L)	pH
Preoperative	4.3 ± 0.5	150.4 ± 7.2	1.33 ± 0.15	7.396 ± 0.012
1 h	4.1 ± 0.6	147.3 ± 4.7	1.35 ± 0.09	7.399 ± 0.009
2 h	3.8 ± 0.6	146.7 ± 6.3	1.30 ± 0.07	7.400 ± 0.010
3 h	3.8 ± 0.6	144.3 ± 7.7	1.25 ± 0.16	7.393 ± 0.007
4 h	3.8 ± 0.6	145.9 ± 6.6	1.26 ± 0.04	7.395 ± 0.008

3 讨论

ECMO 是抢救心肺衰竭且对常规治疗无效患者的有效治疗手段^[3], 同时又是一种创伤性体外生命支持疗法, 是传统体外循环的不断完善和应用领域的扩展. 体外循环本身可对机体造成一系列的病理生理变化, 包括酸碱平衡及电解质的紊乱. 在电解质紊乱中, 常见血 K⁺ 代谢紊乱而出现低 K⁺ 血症或高 K⁺ 血症. 造成低 K⁺ 血症的原因常见于: ① 补充不足. 行 ECMO 治疗的患者可能术前就存在一定程度的低 K⁺ 血症, 对这些患者应注意术前的补充. 此外, 血液大量的丢失及血液过度的稀释也是导致低 K⁺ 的主要原因, 严密止血, 预防 ECMO 转流期间大量血液的丢失及注意在预充液中含有一定量的 K⁺ 非常重要. ② 尿丢失过多. 体外循环中常使用利尿药物加强水的排出, 进而使 K⁺ 的排泄增加. ③ 机体对 ECMO 产生应激反应. 肾素-血管紧张素-醛固酮系统的兴奋, 促进远曲小管对 Na⁺ 的重吸收, 加强 K⁺ 的排泄. ECMO 转流中心房肽浓度明显增高, 可使肾脏的排 Na⁺、排 K⁺ 增加^[4]. 导致心房肽血浆浓度升高的机制主要是由于左向右分流所致^[5]. ④ 异常转移. ECMO 转流时间延长会产生儿茶酚胺水平逐渐增高. 肾上腺素通过激活 Na⁺, K⁺-ATP 酶对细胞内外的 K⁺ 交换有明显影响. 肾上腺素水平较高时 Na⁺, K⁺-ATP 酶活性增强, K⁺ 易由细胞外转移至细胞内. 除了低 K⁺ 血症外, 随着 ECMO 转流时间的延长还可能

发生高 K⁺ 血症, 原因有 ① 血液破坏. 这是最主要的原因. 主要由于长时间转流血细胞破坏所致^[6]. ② 肾排 K⁺ 减少. 在 ECMO 转流中, 可能有些患者存在肾功能异常, 而导致血 K⁺ 水平升高, 甚至有些患者需要行血液透析等治疗^[7]. ③ 酸中毒. 由于 ECMO 治疗的患者均为常规治疗无效的重症患者, 转流前就可能存在一定程度的酸中毒. 酸中毒导致 H⁺ 与细胞内 K⁺ 交换, 使血 K⁺ 水平升高, 而细胞内却缺 K⁺.

从 Tab 1 和 Tab 2 我们能够清楚地看到本试验中血 K⁺ 浓度和血 Ca²⁺ 浓度有逐渐下降的趋势. 随着 ECMO 转流时间的进一步延长, 血 K⁺ 和血 Ca²⁺ 浓度可能要低于正常水平. 低 K⁺ 血症最大的危险是影响心功能. 一旦怀疑低 K⁺ 血症或发现低 K⁺ 血症, 应维持转流及时进行纠正. 补 K⁺ 时最好以极化液输入, 极化液可增加细胞内糖原储备, 促进 K⁺ 进入细胞内, 改善 Na⁺, K⁺-ATP 酶的功能, 维持正常膜电位, 明显减少房性和室性的心律失常, 同时还能很有效地增加心脏指数, 改善 ECMO 过程中的血流动力学^[8].

ECMO 转流中导致低 Ca²⁺ 血症的主要原因是大量的血液丢失及大量库血输入, 即枸橼酸过多. 枸橼酸可和 Ca²⁺ 紧密结合, 导致游离 Ca²⁺ 降低. ECMO 转流枸橼酸增加的另一因素是肝脏分解枸橼酸的能力明显下降, 使体内枸橼酸淤积. 对低 Ca²⁺ 血症要及时发现及时纠正, 同时要注意患者蛋白的补充, 一方面可增加胶体渗透压, 另一方面可增加蛋白结合 Ca²⁺ 对钙离子的缓冲. 在 ECMO 与机械通气联合应用时应注意过度通气, 这对预防钙离子的降低有一定的意义.

综上所述, 双侧股动脉-股静脉 ECMO 转流对血中 K⁺, Na⁺, Ca²⁺ 及 pH 没有造成严重的影响, 血 Na⁺ 及 pH 值一致保持较稳定的正常状态. 尽管血 K⁺、血 Ca²⁺ 有一定的波动, 但 4 h 的转流仍在正常范围. 该结果提示我们在 ECMO 转流过程应注意对上述参数的监测, 尤其是对血 K⁺、血 Ca²⁺ 的监测, 及时发现问题, 及时进行补充.

【参考文献】

- [1] Bartlett RH, Roloff DW, Custer JR, et al. Extracorporeal life support: The university of Michigan experience[J]. *J Am Med Assoc*, 2000 283(7): 904-908.
- [2] Mols G, Loop T, Geiger K, et al. Extracorporeal membrane oxygenation: A ten-year experience[J]. *Am J Surg*, 2000;180(2): 144-154.
- [3] Chen YS, Wang MJ. Rescue for acute myocarditis with shock by extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Ann Thorac Surg*, 1999; 68: 2220-2224.
- [4] Sennekrot BA, Pesman GJ, Span PN, et al. Serial plasma concentration of atrial natriuretic peptide, plasma renin activity, aldoste-

rone, and antidiuretic hormone in neonats on extracorporeal membrane oxygenation[J]. *ASAIO J*, 2002 48(1) 26-33.

- [5] Pesonen E, Merritt AT, Helldt G, et al. Correlation of patent ductus arteriosus shunting with plasma atrial natriuretic factor concentration in preterm infants with respiratory distress syndrome[J]. *Pediatr Res*, 1990 27 137-139.
- [6] Reng M, Philipp A, Kaiser M, et al. Pumpless extracorporeal lung assist and adult respiratory distress syndrome[J]. *Lancet*, 2000; 356(9225) 219-220.
- [7] Meyer RJ, Brophy PD, Bunchman TE, et al. Survival and renal

function in pediatric patients following extracorporeal life support with hemofiltration[J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2001; 2(3): 238-242.

- [8] Besogul Y, Tunerir B, Aslan R, et al. Clinical biochemical and histochemical assessment of pretreatment with glucose-insulin-potassium for patients undergoing mitral valve replacement in the third and fourth functional groups of the New York Heart Association[J]. *Cardiovasc Surg*, 1999 7(6) 645-650.

编辑 袁天峰

· 经验交流 · 文章编号 1000-2796(2005)03-0225-01

SARS 流行期间西安市区无偿献血者的成分及结构分析

张雅莉, 袁利峰, 刘利中

(陕西省血液中心西安市中心血站体采科 陕西 西安 710061)

【关键词】 传染性非典型肺炎, 无偿献血者, 成分, 结构
【中图分类号】 R563.8; R446.6 【文献标识码】 B

1 临床资料 自 2003 年初起在全球 29 个国家和地区发现有传染性非典型肺炎(SARS)病例,截止 2003-05-20 的统计,全世界 SARS 病例共计 7919 例,死亡 662 例^[1]。我国的广州、香港和北京于 3~4 月份期间严重流行,4 月下旬起在西安有散发病例出现。SARS 的流行蔓延,全国多个地区或城市发生临床急救用血告急^[2]。根据已有的防止 SARS 的经验和做法^[3],西安各大院校及部分单位实行了封闭式的管理,街头献血人数明显减少。这一突发的公共卫生事件对人们的心理和行为均产生了不同程度的影响,无偿献血人群的成分及结构也发生了一些变化。为了了解 SARS 流行时期西安市区无偿献血人群的成分及结构,充分估计疫情给医疗急救带来的不利影响,制定血源组织应急预案提供依据。我们采取整群随机抽样的方法,将 2002-05/2004-05 分别作为抽样框,从中抽取中旬 10 d 的所有献血者资料共计 5260 人份,比较该时期西安市区无偿献血者的成分及结构与非典前一年和后一年同时期的资料,分析献血者的性别、年龄、文化程度、职业等项的结构特点及 3 a 的变化趋势。从性别上分析,3 a 中男性占总人数的比率分别为 56.26%、58.96% 和 62.11%,多于女性,且有逐年上升的趋势($\chi^2 = 12.02, P < 0.01$)。从献血者的年龄分析,主力军是 18~30 岁的年轻人,占献血人群的 60% 以上;30~40 年龄段,2002/2004 所占比率分别为 12.94%、22.17%、18.13%;40 岁以上分别为 8.12%、14.20% 和 10.48%,随着年龄的增长,献血人数呈下降趋势($\chi^2 = 121.52, P < 0.01$)。职业统计可以看出,献血人群中有明显的职业差异性($\chi^2 = 486.02, P < 0.01$)。献血主流是学生和在职人员,其在 3 a 中的比率分别为 34.83%、39.93%、11.56%、58.24%、3.06%、23.80%。职业不确定者分别占 17.62%、24.75% 和 18.27%;其余是农民和打工族。另外,献血人群文化程度差异明显($\chi^2 = 106.92, P < 0.01$)。主流献血人群的文化程度是高中和大专学历,所占比率为 58.33%、64.71% 和 53.75%,尤其是在 2003 年非典流行季节,该组人群更是显示了大无畏的人道主义精神,为古城西安的无偿献血事业增辉添彩。本科、研究生献血者分别占 20.56%、0.46%;12.58%、0.42%、26.77%、0.35%。初中以下和空项者分别为 11.98%、8.67%、14.80%、7.49%、12.39%、6.73%。

收稿日期 2004-12-16; 修回日期 2005-01-05

作者简介 张雅莉(1966-),女(汉族),陕西省西安市人。副主任护师,护士长。Tel.(029)85251132 Email.zhangyl6608@163.com

2 讨论 非典时期参加西安市区无偿献血的人群性别比例与 2002 年相比无明显差异,2004 年男性献血者明显高于女性,原因可能与捐血量有关。为了临床用血更安全,2004 年起,在全国范围内,提倡每位献血者(在献血者身体许可的情况下)的捐血量从每次 200 mL 向 400 mL 转变,在此期间,男性献血者更容易接受这种转变。其实,到街头无偿献血车前,来咨询的献血者男女性别并无明显差异,但当日适合献血,女性较之男性所受限制条件较多,如经期及其前后 3 d;分娩及哺乳期未满 1 a;流产后未满半年均不适合献血。

献血的主力军是 18~30 岁的年轻人,随着年龄的增长,献血人数呈下降趋势。2003 年受非典(封校)的影响,18 岁年龄段献血人数有所减少,比 2002 年下降了 15 个百分点,而 30 岁年龄段和 40 岁年龄段献血人数相对增加了,分别增加了 9 和 6 个百分点,且有逐年增加的趋势。30 岁以上献血人数的增加,说明献血救人、献血光荣、献血有益健康的科学献血理念已被更多的人所理解、所接受,尤其是随着人们生活水平的提高,血黏稠度高已严重影响到人们的身体健康,适量献血可降低血黏稠度,预防心脑血管疾病,这一观念已被更多的人接受。

在社会大变革的今天,人的身份、职业不再是一成不变的,传统的职业划分已不能适应现今飞速发展的社会,打工族中有来自乡村的农民,也有下岗的城镇居民,有的人身兼数职,职业也在随着环境的变化而改变,出现了自由职业者,也出现了许多新兴职业,献血主流是学生和在职人员。而在 2003 年非典时期,西安街头献血主流是在职人员和职业不确定的人员,学生、农民、打工者的比例明显减少,原因是学校实行封闭式管理,农民、打工者也很少上街,街头流动人口明显减少。2002 年与 2004 年比较,学生和打工者的献血比例有明显的增加,在职人员比例有所减少,农民和职业不确定者的比例无明显变化,提示我们宣传无偿献血的方式应多种多样,适应不同的人群。

2003 年非典流行季节,主流献血人群的文化程度仍为高中和大专学历,本科学历的献血者有逐年上升的趋势,这与近年来国家增加本科招生人数的政策有关。硕士以上学历的人群献血比例 3 a 中无显著性差异($\chi^2 = 0.526, P > 0.05$)。这与我们如今的献血模式(街头采血车)有关,因为高学历的人,大多不愿去人多、繁华的街头,提醒我们应该探索更多的献血模式,比如预约献血等,以方便适龄公民献血。另外,有 6%~9% 的文化程度不确定者,估计与工作人员指导填表不够仔细有关,这一现象在逐年减少,提醒我们在献血者征募和健康检查咨询工作中,一定要认真细致。

【参考文献】

- [1] 吴清华,马文丽,石荣等. 基因芯片 60mer 寡核苷酸 SARS 冠状病毒探针的制备[J]. *广东医学*, 2003 24(SARS 专辑 I) 7.
- [2] 邓纪芳. SARS 疫情对医疗急救供血的不利影响及对策[J]. *中国输血杂志*, 2003 16(4) 234-235.
- [3] Ho W. Guideline on management of severe acute respiratory syndrome(SARS)[J]. *Lancet*, 2003 361(9366) 1313.

编辑 袁天峰