

原位肝移植围术期混合静脉血氧饱和度改变及临床意义

刘德昭 黑子清 陈信芝 罗展芳 甘小亮 黎尚荣 罗刚健

【摘要】 目的 观察原位肝移植围术期混合静脉血氧饱和度(\bar{SvO}_2)的变化及其临床意义。方法 20 例终末期肝硬化患者接受原位肝移植术。采用心排仪持续监测围术期 \bar{SvO}_2 、氧供(DO_2)、氧耗(VO_2)、氧摄取率(ERO_2)、体温、心排血量(CO)、平均动脉压(MAP)的变化,分析肝移植围术期 \bar{SvO}_2 与上述各指标的相关性。结果 \bar{SvO}_2 在无肝期前 15 min 较术前增高($P < 0.05$),在无肝期 30 min 较无肝期前 15 min 显著降低($P < 0.05$),在新肝期 30 min 和术毕较术前均显著增高(P 均 < 0.05)。机体 DO_2 、 VO_2 在无肝期 30 min 均显著降低(P 均 < 0.05),而在进入新肝期后均显著增高(P 均 < 0.05); ERO_2 进入新肝期后显著增加($P < 0.05$)。 \bar{SvO}_2 在各时间点均与 VO_2 有显著相关性(P 均 < 0.05),而与 DO_2 、血红蛋白无相关性(P 均 > 0.05); \bar{SvO}_2 术前与 CO 有显著相关性($P < 0.05$),其他时间点均无相关性(P 均 > 0.05)。结论 原位肝移植围术期持续监测 \bar{SvO}_2 对于改善氧代谢具有重要的临床意义。

【关键词】 肝移植,原位; 混合静脉血氧饱和度; 氧供; 氧耗; 心排血量; 血流动力学; 血氧代谢

Change in mixed venous oxygen saturation in patients in perioperative periods of orthotopic liver transplantation and its clinical implication LIU De-zhao, HEI Zi-qing, CHEN Xin-zhi, LUO Chen-fang, GAN Xiao-liang, LI Shang-rong, LUO Gang-jian. Department of Anaesthesiology, Third Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510630, Guangdong, China
Corresponding author: HEI Zi-qing (Email: heiziqing@sina.com)

【Abstract】 **Objective** To observe the changes in mixed venous oxygen saturation (\bar{SvO}_2) during perioperative periods of orthotopic liver transplantation (OLT), and explore its clinical significances. **Methods** Twenty patients in terminal stage of hepatic cirrhosis were scheduled for OLT under combined general anesthesia. Vigilance monitor (Edwards, USA) was employed to monitor perioperative \bar{SvO}_2 , oxygen delivery (DO_2), oxygen consumption (VO_2), oxygen extraction rate (ERO_2) and body temperature, cardiac output (CO), and mean arterial blood pressure (MAP). **Results** Compared with the preoperative stage, \bar{SvO}_2 elevated during 15 minutes of anhepatic stage ($P < 0.05$), but decreased significantly during 30 minutes compared to that during 15 minutes of anhepatic stage. Then it was elevated significantly at 30 minutes after the reperfusion of the graft and at the end of operation (all $P < 0.05$). Both DO_2 and VO_2 were decreased significantly during the anhepatic phase (both $P < 0.05$), and increased significantly after graft reperfusion (all $P < 0.05$); ERO_2 increased significantly after graft reperfusion ($P < 0.05$). The level of \bar{SvO}_2 was correlated with VO_2 significantly at each stage (all $P < 0.05$), but not with DO_2 and hemoglobin (all $P < 0.05$). \bar{SvO}_2 was correlated well with CO before operation ($P < 0.05$), but not at the other time points (all $P > 0.05$). **Conclusion** Monitoring \bar{SvO}_2 continually is of clinical significance in patients during OLT.

【Key words】 orthotopic liver transplantation; mixed venous oxygen saturation; oxygen delivery; oxygen consumption; cardiac output; hemodynamics; blood oxygen metabolism

肝移植手术复杂,围术期血流动力学变化大^[1]。我们以往的研究证实,肝移植无肝期机体出现显著的氧供需失衡^[2];动物实验也证实了无肝期胃肠氧供需失衡,并出现病理性损伤^[3]。因此,对肝移植患者进行氧供需评估显得尤为重要。而持续监测混合

静脉血氧饱和度(\bar{SvO}_2)可即刻反映氧供需平衡之间的动力学信息,指导临床处理^[4,5]。本研究中探讨原位肝移植围术期 \bar{SvO}_2 的变化及临床意义,报告如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料:20 例终末期肝病患者中男 17 例,女 3 例;年龄 28~74 岁,平均 51 岁;体重 52~89 kg;术前无心脏疾病,纽约心脏协会(NYHA)心功能分级 I~II 级,美国麻醉医师协会病情分级(ASA) III~IV 级;乙型肝炎肝硬化 9 例,晚期肝硬化合并小肝癌 10 例,原发性胆汁性肝硬化 1 例;

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30271254);广东省科技计划项目(2004B35001005)

作者单位:510630 广州,中山大学第三附属医院麻醉科

通讯作者:黑子清,副教授,副主任医师 (Email: heiziqing@sina.com)

作者简介:刘德昭(1979-),男(汉族),广东潮州人,医师。

2 例患者合并肝性脑病 I 期, 1 例合并肝性脑病 II 期; Child 分级: A 级 4 例, B 级 10 例, C 级 6 例。

1.2 麻醉方法:患者术前 30 min 肌肉注射(肌注)苯巴比妥钠 0.1 g 和阿托品 0.5 mg; 肝昏迷者仅肌注阿托品 0.5 mg。患者入手术室后面罩吸氧, 常规心电图监护, 监测无创动脉血压及经皮动脉血氧饱和度(SpO₂)。开放静脉后, 用咪唑安定 3~5 mg、异丙酚 1 mg/kg、维库溴铵 0.1 mg/kg 和芬太尼 0.15~0.20 mg 行麻醉诱导, 气管插管后机械通气; 呼气末二氧化碳分压(P_{ET}CO₂)维持在 30~45 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa); 吸入体积分数为 0.5%~3.0% 的异氟醚维持麻醉, 维库溴铵 4 mg/h 维持肌松, 术中酌情追加芬太尼 0.05~0.10 mg。行右锁骨下静脉穿刺, 置入 8.5 F 静脉双腔管用于输血、补液及给药; 在手术各期, 根据情况及时合理给予血管活性药支持, 维持循环相对稳定; 使用液体加温器和充气式全身加温器以防止体温降低。

1.3 手术方法:采用改良背驮式肝移植术^[6], 按常规结扎切断肝管, 肝左、右动脉和门静脉, 用肝上下腔静脉阻断钳从前至后夹闭肝上、下腔静脉, 切除病肝后进行供肝吻合。先吻合腔静脉, 腔静脉吻合口为倒三角形, 再吻合门静脉, 恢复供肝血流, 进入新肝期, 再依次吻合肝动脉和胆管。围术期各期划分标准如下: 无肝前期为手术开始至肝血管阻断, 病肝切除; 无肝期为肝血管阻断至门静脉和下腔静脉复流; 新肝期为供体肝脏复流后至手术结束。

1.4 监测指标和方法:麻醉后经桡动脉穿刺, 连接多功能监测仪持续监测心电图(ECG)、SpO₂、P_{ET}CO₂; 行右颈静脉穿刺, 放置 Swan-Ganz 漂浮导管, 接心排仪, 持续监测并定期收集患者的 SvO₂、心率(HR)、平均动脉压(MAP)、中心静脉压(CVP)、心排血量(CO)、吸入氧浓度(FiO₂)等。分别在术前、

无肝期前 15 min、无肝期 30 min、新肝期 30 min 和术毕 5 个时间点同步采集桡动脉血和肺动脉血(混合静脉血)进行血气分析。监测血红蛋白(Hb)和红细胞比容(Hct), 并记录血流动力学变化。应用 Fick 公式计算氧供(DO₂)、氧耗(VO₂)以及氧摄取率(ERO₂)^[7]。

$$CaO_2 = 1.38 \times Hb \times SaO_2$$

$$CvO_2 = 1.38 \times Hb \times SvO_2$$

$$VO_2 = CO \times (CaO_2 - CvO_2) \times 10$$

$$= CO \times Hb \times 13.8 \times (SaO_2 - SvO_2)$$

$$DO_2 = CO \times CaO_2 \times 10$$

$$= CO \times Hb \times 13.8 \times SaO_2$$

$$ERO_2 = VO_2 / DO_2$$

式中: CaO₂ 为动脉血氧含量; SaO₂ 为动脉血氧饱和度; CvO₂ 为静脉血氧含量。

1.5 统计学处理:数据以 SPSS 11.0 软件处理, 结果以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组内采用自身配对 *t* 检验, 组间采用回归分析, *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 术中一般情况:20 例患者均成功接受原位肝移植术。手术时间(335.74±74.04)min, 无肝期时间(36.37±7.90)min; 术中输入红细胞(1 306.25±795.12)ml, 血浆(2 150.00±808.43)ml, 血小板(160.61±70.44)U, 冷沉淀(737.50±304.54)U; 晶体溶液(3 436.36±1 210.73)ml; 总失血量(3 133.33±2 004.16)ml; 尿量(1 790.61±1 206.63)ml; 腹水(1 381.25±2 061.56)ml。术后 2 例患者死亡。

2.2 血气分析、血流动力学参数及血氧代谢变化(表 1):SvO₂ 在无肝期前 15 min 即显著增高, 但在无肝期 30 min 时较无肝期前 15 min 显著降低(*P* < 0.05), 在新肝期 30 min 和术毕均较术前显著

表 1 20 例患者肝移植各期血流动力学、血气分析以及血氧代谢变化($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Changes of hemodynamics, blood gas analysis and blood oxygen metabolism of 20 patients during perioperative periods of OLT in each stage($\bar{x} \pm s$)

项目	术前	无肝期前 15 min	无肝期 30 min	新肝期 30 min	术毕
MAP(mm Hg)	78.27±8.70	78.73±10.96	77.33±12.05	78.47±10.41	84.47±10.78
CO(L/min)	8.98±3.32	11.06±3.33*	5.94±1.27*	12.82±2.64*	12.20±2.62*
T(°C)	36.36±0.45	36.34±0.41	36.08±0.51*	36.13±0.46	36.71±0.54*
Hb(g/L)	105.30±19.30	95.80±21.20*	98.90±22.80	88.90±18.50*	95.30±17.10
SaO ₂	0.99±0.03	1.00±0	1.00±0	1.00±0	1.00±0
SvO ₂	0.87±0.06	0.92±0.04*	0.87±0.06#	0.93±0.04*	0.92±0.04*
DO ₂ (ml/min)	1 248.51±478.55	1 442.53±434.27	824.15±316.34*	1 572.84±455.73*	1 589.11±383.45*
VO ₂ (ml/min)	126.35±71.67	118.78±84.74	113.24±77.74*	282.61±80.57*	221.62±70.70*
ERO ₂	0.11±0.06	0.08±0.04	0.13±0.05	0.06±0.04*	0.07±0.04*
HCT	0.31±0.06	0.28±0.06*	0.29±0.07*	0.25±0.07	0.28±0.05

注:与术前比较: * *P* < 0.05; 与无肝期前 15 min 比较: # *P* < 0.05

增高(P 均 <0.05)。机体全身 DO_2 、 VO_2 在无肝期 30 min 均显著降低(P 均 <0.05)，而在进入新肝期后均显著增高(P 均 <0.05)； ERO_2 进入新肝期后显著降低($P<0.05$)。SaO₂ 在各期中比较差异均无显著性(P 均 >0.05)，与术前比较：无肝期前 15 min CO 显著增高($P<0.05$)，肝血管阻断后无肝期 30 min CO 显著降低($P<0.05$)，开放后新肝期 CO 持续维持在较高水平($P<0.05$)。MAP 在下腔静脉和门静脉阻断和开放后短期内有一过性下降，应用血管活性药后可基本维持稳定($P>0.05$)。体温(T) 在无肝期 30 min 明显降低($P<0.05$)，进入新肝后逐渐上升，至术毕时显著上升($P<0.05$)。与术前值比较，Hb 在无肝期前 15 min 及新肝 30 min 均显著降低(P 均 <0.05)。HCT 在无肝期前 15 min 以及无肝期 30 min 均显著降低(P 均 <0.05)。

2.3 相关分析：① $S\bar{v}O_2$ 在观察各时间点均与 VO_2 有显著相关性(术前： $r=-0.713$ ， $P<0.05$ ；无肝期前 15 min： $r=-0.914$ ， $P<0.05$ ；无肝期 30 min： $r=-0.763$ ， $P<0.05$ ；新肝期 30 min： $r=-0.937$ ， $P<0.05$ ；术毕： $r=-0.931$ ， $P<0.05$)。② $S\bar{v}O_2$ 在观察各时间点均与 DO_2 、Hb 无显著相关性(P 均 >0.05)。 $S\bar{v}O_2$ 除术前值与 CO 有显著相关性外($r=0.549$ ， $P<0.05$)，其他时间点均无显著相关性(P 均 >0.05)。

3 讨论

组织器官功能的维持需要不断的氧供应，在危重患者治疗中维持机体组织氧供需平衡十分重要。Steltzer 等^[8]报道：采用非体外静脉转流下原位肝移植，在无肝期 DO_2 和 VO_2 显著降低，约降低 45% 左右；进入新肝期后， DO_2 和 VO_2 增加，增加值为 20% 左右。在本研究中我们观察到，无肝前期和新肝期虽然有 Hb 降低和 CaO₂ 降低，但由于 CO 显著增加，总体 DO_2 增加，与国外研究及我们以往的研究相似^[2,9]。由于 DO_2 、 VO_2 需要通过公式进行计算，不能及时提供信息以指导治疗，故目前不是常规监测手段。

混合静脉血是指肺动脉内的血， $S\bar{v}O_2$ 测量的是通过全身毛细血管床及肺血中剩余的氧，可同时反映肺循环和体循环因素，是衡量机体氧供需平衡的综合指标。根据 Fick 方程 $S\bar{v}O_2 = SaO_2 - VO_2 \div (CO \times Hb \times 13.8)$ ， $S\bar{v}O_2$ 受 SaO₂、CO、Hb 和 VO_2 的影响^[6]。在肝移植围术期，通过对 SaO₂、CO 和 Hb 进行调整，我们可以维持满意的 $S\bar{v}O_2$ 。由此可见，围

术期 $S\bar{v}O_2$ 监测可以及时指导临床治疗。

$S\bar{v}O_2$ 的正常参考值为 0.60~0.80，平均值为 0.70±0.05。本组患者术前 $S\bar{v}O_2$ 比正常参考值有所增高。分析其原因，我们认为可能与患者在手术期间吸入纯氧，使患者的 DO_2 增加，进而使 $S\bar{v}O_2$ 增高有关；而患者出现高血流动力学状态同样也可使 DO_2 增加。在本研究中我们发现，与术前值相比， $S\bar{v}O_2$ 在无肝前期显著增高，原因是在无肝前期虽有 Hb 降低和 CaO₂ 降低，但由于 CO 显著增加，机体总体 DO_2 增加，故 $S\bar{v}O_2$ 增高。在无肝期，随着门静脉和下腔静脉的阻断，将导致 CO 的下降和血流动力学的剧变，其结果会引起 DO_2 的减少，因此 $S\bar{v}O_2$ 显著降低。进入新肝期后，由于保持高血流动力学状态，CO 急剧增高，且 DO_2 增加，故 $S\bar{v}O_2$ 又呈现增加的趋势。我们通过相关分析发现， $S\bar{v}O_2$ 在各时间点均与 VO_2 有着良好的相关性；而 $S\bar{v}O_2$ 与 DO_2 术前相关，在无肝期、新肝期则未发现显著相关。本研究结果显示：持续 $S\bar{v}O_2$ 监测恰能给 SaO₂、CO 和 Hb 的调整提供可靠依据，可有效地反映体循环变化以及机体 VO_2 的情况。

综上所述， $S\bar{v}O_2$ 能较敏感地反映氧供需平衡，持续 $S\bar{v}O_2$ 监测能够即时准确地提供实际数据，对肝移植围术期改善氧代谢的管理具有重要意义。

参考文献：

- 1 Wise P E, Wiley D H, Drougas J G, et al. Effect of dopamine infusion on hemodynamics after hepatic denervation [J]. J Surg Res, 2001, 96: 23 - 29.
- 2 黄文起, 黑子清, 陈秉学, 等. 原位肝移植围术期机体组织氧供氧耗变化 [J]. 中华麻醉学杂志, 2000, 20: 588 - 590.
- 3 黑子清, 陈宇, 郭隽英, 等. 门静脉和下腔静脉阻断对猪胃肠氧供需平衡的影响 [J]. 临床麻醉学杂志, 2003, 19: 353 - 355.
- 4 Jugan E, Albaladejo P, Jayais P, et al. Continuous monitoring of mixed venous oxygen saturation during orthotopic liver transplantation [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 1992, 6: 283 - 286.
- 5 吴恒义, 白涛, 苏磊, 等. 混合静脉血氧饱和度监测在多脏器功能衰竭患者的临床应用 [J]. 中国危重病急救医学, 1996, 8: 427 - 428.
- 6 陈规划, 陆敏强, 何晓顺, 等. 改良驮式肝移植 69 例报告 [J]. 中国实用外科杂志, 2002, 22: 405 - 407.
- 7 刘军, 沈文筠, 张星火. 创伤患者氧供氧耗与氧提取率的关系 [J]. 中国危重病急救医学, 1996, 8: 352.
- 8 Steltzer H, Hiesmayr M, Tuchy G, et al. Perioperative liver graft function; the role of oxygen transport and utilization [J]. Anesth Analg, 1993, 76: 574 - 579.
- 9 Shangraw R E, Robinson S T. Oxygen metabolism during liver transplantation; the effect of dichloroacetate [J]. Anesth Analg, 1997, 85: 746 - 752.

(收稿日期: 2005-11-19 修回日期: 2006-06-08)

(本文编辑: 李银平)