

颞浅动脉压结合颈内静脉血氧饱和度监测用于深低温停循环选择性脑灌注流量选择

刘锴 肖文 高扬 凌中义 黄维勤

武汉亚洲心脏病医院麻醉科 430022

通信作者:黄维勤,Email: hwq2010@139.com

【摘要】 目的 分析颞浅动脉压结合颈内静脉血氧饱和度(jugular bulb oxyhemoglobin saturation, SjO_2)监测在胸主动脉手术中对脑灌注流量选择的临床效果。 方法 2014 年 9 月至 2017 年 10 月期间 96 例将接受胸主动脉手术的患者,采用随机数字表法分成两组(每组 48 例):研究组和对照组。术中采用深低温停循环(deep hypothermia circulatory arrest, DHCA)和选择性脑灌注(selective cerebral perfusion, SCP)方法,研究组监测颞浅动脉压结合 SjO_2 ,对照组根据临床经验监测 SjO_2 。比较两组术中脑灌注及血流速度的变化,评价术后神经功能障碍的发生率。 结果 研究组 SCP 流量明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。研究组患者苏醒时间、拔管时间、ICU 停留时间明显短于对照组,永久性神经功能障碍(permanent neurological dysfunction, PND)和短暂性神经功能障碍(transient neurological dysfunction, TND)发生率明显少于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。 结论 颞浅动脉压结合 SjO_2 监测可平衡脑灌注,在胸主动脉手术中使用该法监测脑灌注,其低流速不会增加神经功能障碍的发生率。

【关键词】 颞浅动脉; 颈内静脉; 血氧饱和度; 深低温停循环; 脑保护; 胸主动脉外科

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.07.010

Balance cerebral perfusion with superficial temporal artery pressure plus jugular bulb oxyhemoglobin saturation improve neurologic outcome during thoracic aorta surgery

Liu Kai, Xiao Wen, Gao Yang, Ling Zhongyi, Huang Weiqin

Department of Anesthesiology, Wuhan Asia Heart Hospital, Wuhan 430022, China

Corresponding author: Huang Weiqin, Email: hwq2010@139.com

【Abstract】 **Objective** The aim of this study is to analyze superficial temporal artery plus jugular bulb oxyhemoglobin saturation (SjO_2) monitoring during thoracic aortic procedure with regard to neurologic outcomes. **Methods** We performed a prospective study of patients undergoing thoracic aortic surgery. Between Sep. 2014 and Oct. 2017, 96 patients undergoing thoracic aortic procedure were recruited and divided into two group by random number table method: study group and control group. Circulatory maintenance included deep hypothermia circulatory arrest (DHCA) and selective cerebral perfusion (SCP) method during operation. Superficial temporal artery and SjO_2 of patients in study group were monitored. Whereas, only SjO_2 was monitored based on clinical experience of patients in control group. In order to evaluate the incidences of postoperative neurological dysfunction, the cerebral perfusion rate and blood flow rate during the surgery of patients in study group and control group were compared. **Results** The flow rate of SCP in the study group was significantly lower than that in the control group ($P<0.05$). The recovery time, extubation time and intensive care unit (ICU) residence time of the patients in the study group were significantly shorter than the time values in the control group. In addition, the incidences of permanent neurological dysfunction (PND) and transient neurological dysfunction (TND) in the study group were significantly lower than the incidences in the control group. The difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusions** The application of monitoring superficial temporal artery plus SjO_2 can benefit to cerebral perfusion and decrease the neurological injury.

【Key words】 Superficial temporal artery; Jugular vein; Oxygen saturation; Deep hypothermia circulatory arrest; Cerebral protection; Thoracic aorta surgery

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.07.010

胸主动脉动脉瘤或夹层的外科手术后的神经损伤会引发短暂或永久性神经功能障碍,选用不同

的脑保护策略对于术后神经恢复有很大影响。目前为止,该类手术仍具有极高的并发症发生率和病死

率^[1-4]。低温停循环(hypothermia circulatory arrest, HCA)的应用是胸主动脉病变手术的标准步骤,在循环停止期间,为保护中枢神经系统免受缺血性损伤,一般会采用 3 种普遍的方法:深低温停循环(deep hypothermia circulatory arrest, DHCA),逆行脑灌注(retrograde cerebral perfusion, RCP),顺行选择性脑灌注(selective cerebral perfusion, SCP),RCP 或 SCP 可以安全地延长 HCA 的持续时间^[5]。某些采用这些脑保护策略的组合方法有:HCA+RCP,HCA+顺行 SCP 或 HCA+经右腋顺行脑灌注,但是其导致发生暂时性神经功能障碍的概率仍然比较高^[6]。如何调节脑灌注流速,特别是在 DHCA 中脑灌注和脑氧耗平衡还是一个需要摸索的课题。采用 DHCA+顺行 SCP 的方法,常规监测患者颈静脉氧合度,在操作过程中对颈静脉氧合监测,得出的结果并不及时准确。颞浅动脉是颈动脉的终末支,其血流速度和血压与颈内动脉相似^[7]。本研究通过监测颞浅动脉压和颈静脉氧合来调节脑灌注血流速度,以平衡脑灌注,改善在胸主动脉手术脑灌注过程中的神经功能。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究已获武汉亚洲心脏病医院医学伦理委员会批准,并与患者签署知情同意书。2014 年 9 月至 2017 年 10 月,我院收治主动脉弓病变 102 例。术前经 CT 血管造影检查发现 Willis 环缺陷排除 4 例,未能通过颞浅动脉穿刺插管排除 2 例,余下共 96 例行胸主动脉修补术病例纳入本项研究。采用随机数字表法将该 96 例患者分成两组(每组 48 例):研究组和对照组。研究组监测颞浅动脉压结合颈内静脉血氧饱和度(jugular bulb oxyhemoglobin saturation, SjO_2),对照组根据临床经验监测 SjO_2 。比较术中脑灌注并以此调节血流速度。所有手术均由同一个外科团队操作。

1.2 治疗方法

在本研究过程中采用比较主流的 DHCA^[8]。连续测量动脉血气,当患者复温时,Hct 水平保持在 24%以上;当患者降温时,Hct 不少于 20%。采用 Alpha-stat 法控制酸碱平衡。在 DHCA 过程中,降温时间至少需要 30 min 才能彻底防止体温上升。

利用浅表标记物或血管超声定位系统,用 24 G 导管[泰尔茂医疗产品(上海)有限公司]插管颞浅动脉。用 Seldinger 穿刺法将动脉穿刺针插入动脉,针头被慢慢拔出,直到血液从动脉喷出,然后导管被拉进颞浅动脉,长度为 2~3 cm。小心固定导管的外部部分,以防止扭结,将其连接到压力传感器。如果穿刺困难,则采用飞利浦 CX-50 型彩色多普勒仪(超宽频带线阵探头型号:L12-3,飞利浦公司,频率为 3~12 MHz)进行血管超声定位用于检测穿刺点。测量血流参数设定为血管轴、二维实时。大多数患者穿刺置管成功,仅有 2 例患者未能通过颞浅动脉穿刺和插管而被排除。颈内静脉常规插管并抽取基线血样保证其血氧饱和度与颈静脉球导管远端位置一致(血氧饱和度<70%)。

术中采用单侧选择性顺行 SCP。术前行 CT 血管造影检查 Willis 环,本研究 96 例患者均满足要求。顺行 SCP 的方法是右腋动脉的普通动脉插管,或用球囊状导管直接插入主动脉弓内的头臂动脉。在特殊的胸主动脉修复术中,启动 DHCA 的冷却时间长短有很大差异。在某些主动脉修复手术的初始部分不需要进行 DHCA(如 Bentall 手术或 David 手术),该类手术将患者的鼻咽温度保持在 18 ℃。研究组监测颞浅动脉压结合 SjO_2 。当 SjO_2 为 80%,颞浅动脉压力为 30~50 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa)时启动 DHCA。在此深度冷却过程中,每 5 min 测量 1 次 SjO_2 ,并根据 SjO_2 和颞浅动脉压的结果调节流量。调节流量以维持颞浅动脉压约 30 mmHg, SjO_2 约 80%。如果该流量不能保持压力和 SjO_2 ,可加大流量(2~3 ml·kg⁻¹·min⁻¹)。如果压力达到, SjO_2 仍低于 80%,也需加大流量(2~3 ml·kg⁻¹·min⁻¹),直到达到目标值。对照组根据临床经验监测 SjO_2 ,设定 SCP 灌注量为 5~10 ml·kg⁻¹·min⁻¹。在 DHCA 期间,头部保持低温。在完成远端胸主动脉修补术后,采用 CPB 的方法进行逐渐复温,将体温与血液的梯度控制在 10 ℃以下,控制鼻咽温度在 36~37 ℃,直肠或膀胱温度 36 ℃。所有患者均在 DHCA 前注射甲泼尼松龙(生产批号:A07112、A06815、L04917、L04918、B04968、N67663、N95498, Pfizer manufacturing Belgium NV) 15 mg/kg,在复温前再次注射相同剂量。小剂量糖皮质激素地塞米松(生产批号:51403091、51409272、51409231、51603101、51705071,湖北天药药业股份有限公司)10 mg 持续 48 h,转入 ICU

恢复治疗。

1.3 数据收集

术前行常规脑 CT 扫描,迟发性觉醒患者脑 CT 扫描。患者住院期间,医师结合 CT 结果和患者状态评估神经功能。CT 或 MRI 发现的任何新病变(包括局灶性、全身性病变或持续性神经功能缺陷)均被定义为永久性神经功能障碍(permanent neurological dysfunction, PND),术后混乱激动、精神错乱或谵妄被定义为短暂性神经功能障碍(transient neurological dysfunction, TND)^[9]。收集病例结构相关数据包括年龄、性别比、体表面积、病例构成等,围手术期数据包括 CPB 时间、阻断时间、SCP 时间、手术方式、复温时间、SCP 流量、最低鼻咽温度、Hct、苏醒时间、拔管时间、ICU 停留时间、术后并发症及住院病死率等。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 19.0 统计学软件对数据进行分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,并采用 t-test 方差分析法进行比较,计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病例结构

两组胸主动脉病变及术前脑卒中临床数据的病例组成结构进行比较,差异无统计学意义($P>0.05$, 表 1)。

表 1 两组患者胸主动脉病变及术前脑卒中病例结构比较

指标	研究组	对照组
例数(例)	48	48
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	47±9	50±12
性别比(例,男/女)	37/11	40/8
体表面积(m^2 , $\bar{x}\pm s$)	1.78±0.23	1.80±0.20
病例构成(例)		
主动脉壁夹层	44	43
主动脉瘤	2	4
马方综合征	2	1
脑栓塞(例)	1	2
低血压(例)	40	42
心脏填塞(例)	1	1
心肌缺血(例)	2	4
陈旧性脑栓塞(例)	5	6
主动脉瓣关闭不全(例)	24	27
急性肾功能衰竭(例)	13	11

2.2 围手术期数据分析

两组患者 CPB 时间、阻断时间、SCP 时间、复温时间,替换升主动脉、半弓、总弓例数,胸主动脉手术 [Bentall、David、冠状动脉旁路移植术(coronary artery bypass grafting, CABG)和主动脉瓣修补术],最低鼻咽温度, Hct 等,差异无统计学意义($P>0.05$)。研究组 SCP 流量明显低于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$, 表 2)。

研究组患者苏醒时间、拔管时间、ICU 停留时间明显短于对照组, PND 和 TND 发生率明显少于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。两组患者术后肾功能衰竭、肺部感染、心脏并发症及住院病死率比较,差异无统计学意义($P>0.05$, 表 2)。

表 2 两组患者围手术期数据比较

指标	研究组	对照组
例数(例)	48	48
CPB 时间(min, $\bar{x}\pm s$)	189±34	196±43
阻断时间(min, $\bar{x}\pm s$)	98±36	97±29
SCP 时间(min, $\bar{x}\pm s$)	35±9	36±11
替换升主动脉(例)	47	46
替换半弓(例)	2	3
替换总弓(例)	46	45
伴随术式(例)		
Bentall 术	14	22
David 术	4	8
CABG	2	4
主动脉瓣修补术	4	6
复温时间(min, $\bar{x}\pm s$)	87±14	90±14
SCP 流量(L/min, $\bar{x}\pm s$)	0.55±0.17 ^a	0.65±0.13
最低鼻咽温度($^{\circ}C$, $\bar{x}\pm s$)	16.9±0.9	17.1±1.0
Hct($\%$, $\bar{x}\pm s$)	25±3	25±3
* 苏醒时间(h, $\bar{x}\pm s$)	7.0±3.3 ^a	8.4±2.5
* 拔管时间(h, $\bar{x}\pm s$)	9.7±5.8 ^a	13.0±8.8
* ICU 停留时间(d, $\bar{x}\pm s$)	4.8±3.4 ^a	6.2±3.0
PND[例(%)]	1(2.08) ^a	8(16.67)
TND[例(%)]	2(4.17) ^a	8(16.67)
术后肾功能衰竭[例(%)]	3(6.25)	4(8.33)
术后肺部感染[例(%)]	6(12.5)	7(14.58)
术后心脏并发症[例(%)]	6(12.5)	5(10.42)
住院病死率[例(%)]	5(10.42)	6(12.5)

注:与对照组比较,^a $P<0.05$;SCP:选择性脑灌注;CABG:冠状动脉旁路移植术;PND:永久性神经功能障碍;TND:短暂性神经功能障碍;* 幸存者

3 讨论

在胸主动脉外科手术中,选择合适的脑保护策

略和充分的脑灌注是预防神经功能障碍的一个重要课题。HCA、RCP 和 SCP 的几种脑保护策略逐渐成熟,在最近的研究中,随着灌注技术的进步,病死率从早期的 50% 下降到 8.2%^[4]。

DHCA 虽是一项基础技术,但其术后的神经功能障碍发生率和住院病死率的报道很多^[10]。为了改善住院病死率和神经功能障碍的术后结果,需要将 HCA 和 RCP 或 SCP 方法联合使用,但都有其优缺点。HCA+RCP 的优点是邻近弓型血管附近的手术区域无脑灌注套管,动脉粥样硬化瘤可从弓型血管排出;缺点是其术后暂时性神经功能障碍的发病率(17%~33%)和病死率(住院病死率 6%~15%)很高,而且 RCP 时间越长,发病率越高^[11]。近年来,随着对脑生理学和脑组织认识的不断深入,研究发现有效的脑氧合和大脑动脉流速可以降低神经功能障碍发生率^[1],HCA+顺行 SCP 广泛应用于脑保护。本研究中使用 DHCA+顺行 SCP 来保护神经功能,在手术过程中,尚未报道最佳的灌注流量,如果设定 SCP 流量为 $10 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (大致相当于正常的脑血流),它可以达到右桡动脉或颈动脉压力为 30~50 mmHg,而这个流量和压力明显高于麻醉和深低温下的要求。高流量会增加脑水肿和栓塞的风险,无法判断低脑灌注压下的流速是否足够。因此,本研究同时监测颞浅动脉的压力和 SjO_2 来调节 SCP 的脑灌注流量,从而改善神经系统预后。

根据 Reymond 等^[7]的文献报道,颞浅动脉血流速度和血压与颈内动脉相似,略高于大脑中动脉,我们监测了颞浅动脉的流量和压力,调节顺行 SCP 的流速,维持颞浅动脉较高的压力,以获得足够的大脑中动脉压力和流速。Okita 等^[11]的研究采用双侧顺行 SCP,颞浅动脉平均压力在 40~60 mmHg,而鼻咽部温度在 20~25 °C。Sasaki 等^[12]的文献报道,在 SCP 过程中,双侧颞浅动脉压力维持在 30~50 mmHg,鼻咽部温度在 20~23 °C。这两种方法的 SCP 流量均在 $10 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ 左右。该报道中所使用的脑灌注策略均具有良好的效果,病死率和脑发病率较低,但没有详细说明在手术中流量如何调节。本研究监测颞浅动脉的压力和 SjO_2 调节灌注量,在术后的病死率和脑发病率上得到了良好的改善,平均流

速低于常规 SCP 流速($10 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$),而且操作简单、快捷。

监测颞浅动脉压力可反映术中颅内压,由此来判断调节以保持足够的脑灌注量。 SjO_2 可监测 DHCA 时的脑代谢,随着脑氧代谢率的降低,Hb 对氧的亲合力随着温度升高而提高,血液中提取的氧气较少,脑静脉流出液的氧合血红蛋白饱和度增加^[13]。对 SjO_2 作为全脑低温指标进行了监测,以优化 DHCA 时的血流速度。 SjO_2 的最佳设定值尚未见文献报道,95% 或更高的 SjO_2 作为成年人胸主动脉手术中 DHCA 的启动标准之一^[14], $\text{SjO}_2 > 95\%$ 的目标也高于脑保护的目标值。在 SCP 过程中,本研究使用较低的 SjO_2 (80%~90%),可以减轻过量灌注所致的脑水肿发生率。在 CPB 的复温阶段,需要调节脑灌注量与代谢需求量之间的平衡,此阶段的流量调节是非常重要的。本研究所采用的监测颞浅动脉结合 SjO_2 方法可较好地维持术中大脑的供需平衡,改善神经功能。

既往报道中,主动脉手术中使用 SCP 法,术后的 PND 和 TND 患病率分别为 0.8%~8.7% 和 4.7%~11%^[15-16],本研究两者发生率分别为 9.38% 和 10.42%,结果与报道相差不大。在本研究结果中,研究组的 SCP 流量低于对照组,其低流量没有增加神经系统发病率,对照组 TND 的发生率较高,可能与灌注量过高有关,由此可见,适度的脑灌注量可以改善神经学结果。主动脉手术中会使用不同的方法来改进不良灌注,如何平衡脑灌注流量仍然是未来的一个重要课题。

本研究有以下局限性:首先,收集和分析数据是个长期的过程;其次,对病例的神经检查在术前进行,来自不同医师诊断的依据可能会减少。

综上所述,在胸主动脉手术中,经颞浅动脉结合 SjO_2 监测可较好地调节顺行 SCP,其低流速并没有增加神经功能障碍的发生率。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Zierer A, El-Sayed Ahmad A, Papadopoulos N, et al. Selective antegrade cerebral perfusion and mild (28°C-30°C) systemic

- hypothermic circulatory arrest for aortic arch replacement: results from 1002 patients [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 2012, 144(5): 1042-1049. DOI:10.1016/j.jtcvs.2012.07.063.
- [2] 刘孝洁, 时飞, 王明山. 低温在心肺复苏后脑保护的研究进展 [J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2012, 33 (7): 494-497. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2012.07.017.
- [3] Sasaki H, Ogino H, Matsuda H, et al. Integrated total arch replacement using selective cerebral perfusion: a 6-year experience [J]. *Ann Thorac Surg*, 2007, 83 (2): S805-S810, discussion S824-S831. DOI:10.1016/j.athoracsur.2006.10.094.
- [4] Minakawa M, Fukuda I, Yamauchi S, et al. Early and long-term outcome of total arch replacement using selective cerebral perfusion [J]. *Ann Thorac Surg*, 2010, 90 (1): 72-77. DOI:10.1016/j.athoracsur.2010.03.047.
- [5] Immer FF, Lippeck C, Barnettler H, et al. Improvement of quality of life after surgery on the thoracic aorta: effect of antegrade cerebral perfusion and short duration of deep hypothermic circulatory arrest [J]. *Circulation*, 2004, 110(11 Suppl 1): II250- II255. DOI:10.1161/01.CIR.0000138387.61103.a0.
- [6] Tian DH, Wan B, Bannon PG, et al. A meta-analysis of deep hypothermic circulatory arrest versus moderate hypothermic circulatory arrest with selective antegrade cerebral perfusion [J]. *Ann Cardiothorac Surg*, 2013, 2(2): 148-158. DOI:10.3978/j.issn.2225-319X.2013.03.13.
- [7] Reymond P, Merenda F, Perren F, et al. Validation of a one-dimensional model of the systemic arterial tree [J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2009, 297 (1): H208-H222. DOI:10.1152/ajpheart.00037.2009.
- [8] 董媛媛, 杨许丽, 王喆妍. 深低温停循环主动脉弓部手术后苏醒延迟危险因素分析 [J]. *国际麻醉学与复苏杂志*, 2015, 36(3): 204-208. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2015.03.003.
- [9] Cefarelli M, Murana G, Surace GG, et al. Elective aortic arch repair: factors influencing neurologic outcome in 791 patients [J]. *Ann Thorac Surg*, 2017, 104 (6): 2016-2023. DOI:10.1016/j.athoracsur.2017.05.009.
- [10] Zierer A, Moon MR, Melby SJ, et al. Impact of perfusion strategy on neurologic recovery in acute type A aortic dissection [J]. *Ann Thorac Surg*, 2007, 83 (6): 2122-2128, discussion 2128-2129. DOI:10.1016/j.athoracsur.2007.01.041.
- [11] Okita Y, Minatoya K, Tagusari O, et al. Prospective comparative study of brain protection in total aortic arch replacement: deep hypothermic circulatory arrest with retrograde cerebral perfusion or selective antegrade cerebral perfusion [J]. *Ann Thorac Surg*, 2001, 72(1): 72-79. DOI:10.1016/S0003-4975(01)02671-6.
- [12] Sasaki H, Ogino H, Matsuda H, et al. Integrated total arch replacement using selective cerebral perfusion: a 6-year experience [J]. *Ann Thorac Surg*, 2007, 83 (2): S805-S810, discussion S824-S831. DOI:10.1016/j.athoracsur.2006.10.094.
- [13] Greeley WJ, Kern FH, Ungerleider RM, et al. The effect of hypothermic cardiopulmonary bypass and total circulatory arrest on cerebral metabolism in neonates, infants, and children [J]. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1991, 101(5): 783-794.
- [14] Reich DL, Horn LM, Hossain S, et al. Using jugular bulb oxygen saturation to guide onset of deep hypothermic circulatory arrest does not affect post-operative neuropsychological function [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2004, 25 (3): 401-406, discussion 406-408. DOI:10.1016/j.ejcts.2003.11.041.
- [15] Kazui T, Yamashita K, Washiyama N, et al. Aortic arch replacement using selective cerebral perfusion [J]. *Ann Thorac Surg*, 2007, 83 (2): S796-S798, discussion S824-S831. DOI:10.1016/j.athoracsur.2006.10.082.
- [16] Numata S, Ogino H, Sasaki H, et al. Total arch replacement using antegrade selective cerebral perfusion with right axillary artery perfusion [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2003, 23 (5): 771-775, discussion 775. DOI:10.1016/s1010-7940(03)00090-3.

(本文编辑:张丽)