

# 高压氧联合亚低温治疗对重症颅脑损伤患者脑灌注、脑氧代谢及脑血流指标的影响

金冰静, 潘小红

浙江省台州医院 (浙江台州 317000)

**〔摘要〕**目的 探讨高压氧(HBO)联合亚低温治疗对重症颅脑损伤(STBI)患者脑灌注、脑氧代谢及脑血流指标的影响。**方法** 选取2020年1月至2022年10月医院收治的74例STBI患者,采用随机数字表法随机分为试验组和对照组,每组各37例。两组入院后均予降颅内压、营养神经及促进脑循环等基础对症支持治疗。对照组在基础治疗基础上予亚低温治疗,试验组在对照组基础上联合HBO治疗,观察两组治疗前及治疗7d后的改良爱丁堡-斯堪纳维亚评分(MESSS)和格拉斯哥评分(GCS)、脑血容量(CVB)、平均通过时间(MTT)和达峰时间(TTP)、静脉氧含量(CjvO<sub>2</sub>)和脑氧摄取率(CERO<sub>2</sub>)和大脑中动脉测定收缩期血流速度(V<sub>s</sub>)和平均血流速度(V<sub>m</sub>)的变化情况。**结果** 治疗后,两组MESSS评分低于治疗前,GCS评分高于治疗前,且试验组MESSS评分低于对照组,GCS评分高于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ );治疗后,两组CVB高于治疗前,MTT及TTP低于治疗前,且试验组CVB高于对照组,MTT及TTP低于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ );治疗后,两组CjvO<sub>2</sub>和CERO<sub>2</sub>水平高于治疗前,且试验组CjvO<sub>2</sub>和CERO<sub>2</sub>水平高于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ );治疗后,两组大脑中动脉V<sub>s</sub>和V<sub>m</sub>水平高于治疗前,且试验组大脑中动脉V<sub>s</sub>和V<sub>m</sub>水平高于对照组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** STBI患者采用HBO联合亚低温治疗可改善脑氧代谢,有效保护神经功能,促进血液流动,改善脑灌注和脑血流。

**〔关键词〕**重症颅脑损伤;高压氧;亚低温治疗;神经功能;脑灌注;脑氧代谢;脑血流

**〔中图分类号〕** R651.15 **〔文献标识码〕** B **〔文章编号〕** 1002-2376(2023)23-0061-04

重型颅脑损伤(severe traumatic brain injury, STBI)是临床常见急重症,主要表现为意识障碍、头痛、呕吐、肢体瘫痪等,病情进展快,致残率和病死率均较高<sup>[1-2]</sup>。高压氧(hyperbaric oxygenation, HBO)和亚低温是临床治疗STBI的常用方法之一。HBO治疗主要是通过使患者在高压环境中吸取氧气,增加血氧浓度和氧分压,改善中枢神经系统的缺氧、缺血状态,从而增强中枢神经细胞的活性。研究证实,高压氧治疗STBI具有较好的效果<sup>[3]</sup>。亚低温治疗是一种通过仪器将患者体温控制于亚低温状态的物理治疗方法,可减轻脑外伤后的继发性脑损伤,目前已被广泛应用于STBI患者的抢救治疗中,并取得了较好的效果<sup>[4]</sup>,但目前有关HBO联合亚低温治疗STBI的临床效果报道较少<sup>[5-6]</sup>。因此,本研究旨在探讨HBO联合亚低温治疗STBI的效果以及对脑灌注、脑氧代谢和脑血流的影响,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年1月至2022年10月我院收治的STBI患者74例,采用随机数字表法分为对照组和试验组,每组各37例。对照组男22例,女15例;年龄21~78岁,平均(47.22±5.12)岁;受伤至入院间隔时间1~7h,平均(3.43±0.56)h;格拉斯哥昏迷(glasgow scale, GCS)评分3~8分,平均(6.03±0.74)分。试验组男20例,女17例;年龄19~79岁,平均(46.86±5.04)岁;受伤至入院间隔时间1~9h,平均(3.68±0.53)h;GCS评分4~8分,平均(5.89±0.82)分,两组一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性。本研究经医院医学伦理委员会批准(伦理审批号:2023-03-56-01),入选患者均自愿参与本研究。

**纳入标准:**年龄18~80岁;有明确的颅脑外伤史;且经CT或磁共振等检查确诊;受伤至入院时间<12h;GCS评分3~8分。**排除标准:**合并严重的多发伤;严重的慢性颅脑疾病。

收稿日期:2023-04-30

## 1.2 方法

两组入院后均接受降颅内压、营养神经及改善脑循环等基础对症支持治疗。

对照组在上述治疗基础上予亚低温治疗：将医用降温毯（长春市柏达医疗公司，BD-98 型）平铺于患者身体下方，连接主机导管，接通电源，设置水温 10~20℃，将人体传感器固定于患者腋下，待循环稳定后将温度调至 32~34℃。患者持续使用 72 h 后停止，自然复温。

试验组在对照组基础上联合 HBO 治疗：采用多人空气加压氧舱（烟台宏远氧业股份有限公司，型号：GY2800）治疗，压力为 0.2 MPa，加压时间为 15 min，面罩吸氧时间为 30 min，间歇时间为 5 min，再次吸氧时间为 30 min，缓慢减压 20 min 后出舱，1 次/d。

两组均连续干预 7 d。

## 1.3 观察指标

观察两组治疗前及治疗 7 d 后的神经功能、脑灌注、脑氧代谢及脑血流的指标变化情况。（1）神经功能指标：采用改良爱丁堡-斯堪纳维亚评分（modified Edinburgh Scandinavian stroke scale, MESSS）、格拉斯哥评分（glasgow scale, GCS）进行评价。MESSS 评分包括最大刺激时意识程度、提问回答、动作指令、强烈局部刺激患侧肢体、水平凝视功能、面瘫、语言功能和上肢肌力情况，总分 45 分，分数越高表示神经功能缺损越严重；GCS 评分包括睁眼反应、语言反应和肢体运动 3 方面，分数 3~15 分，分数越高表示意识状态越好。

（2）脑灌注指标：患者静脉注射对比剂的同时，对选定的感兴趣层面进行头颅 CT（西门子，型号：SOMATOM Emotion16）扫描，获取脑灌注图像，采用 VPCT Neuro 软件计算脑血容量（cerebral blood volume, CVB）、平均通过时间（mean transit time, MTT）和达峰时间（time to peak, TTP）。（3）脑氧代谢指标：采用脑氧饱和度监护仪（CAS Medical Systems, 型号：MC-2030C）测定血氧含量（jugular vein oxygen content, CjvO<sub>2</sub>）和脑氧摄取率（rebral extraction of oxygen, CER<sub>O</sub><sub>2</sub>）。（4）脑血流指标：采用经颅彩色多普勒超声仪（南京科进实业有限公司，型号：KJ-2V4M）测定大脑中动脉收缩期血流速度（systolic velocity, Vs）和平均血流速度（mean velocity, Vm）。

## 1.4 统计学处理

采用 SPSS 20.0 统计软件对数据进行分析。计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示，采用 *t* 检验。计数资料以率表示，采用  $\chi^2$  检验。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组神经功能指标比较

治疗前，两组 MESSS 及 GCS 评分比较，差异无统计学意义（*P* > 0.05）；治疗 7 d 后，两组 MESSS 评分均低于治疗前，GCS 评分均高于治疗前，试验组 MESSS 评分低于对照组，GCS 评分高于对照组，差异有统计学意义（*P* < 0.05），见表 1。

表 1 两组神经功能指标比较（分， $\bar{x} \pm s$ ）

组别	例数	MESSS 评分		GCS 评分	
		治疗前	治疗 7 d 后	治疗前	治疗 7 d 后
对照组	37	31.62 ± 4.92	25.92 ± 4.41 <sup>a</sup>	6.03 ± 0.74	8.95 ± 1.04 <sup>a</sup>
试验组	37	31.46 ± 5.14	20.43 ± 3.72 <sup>a</sup>	5.89 ± 0.82	10.81 ± 1.37 <sup>a</sup>
<i>t</i>		0.256	2.514	0.236	2.418
<i>P</i>		0.754	0.016	0.785	0.021

注：与同组治疗前比较，<sup>a</sup>*P* < 0.05；MESSS 评分为改良爱丁堡-斯堪纳维亚评分；GCS 为格拉斯哥评分

### 2.2 两组脑灌注指标比较

治疗前，两组 CVB、MTT 及 TTP 比较，差异无统计学意义（*P* > 0.05）。治疗 7 d 后，两组 CVB 均高于治疗前，MTT 及 TTP 均低于治疗前，且试验组 CVB 高于对照组，MTT 及 TTP 均低于对照组，差异有统计学意义（*P* < 0.05），见表 2。

表 2 两组脑灌注指标比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	例数	CVB (ml/100 g)		MTT (s)	
		治疗前	治疗 7 d 后	治疗前	治疗 7 d 后
对照组	37	1.21 ± 0.31	1.80 ± 0.42 <sup>a</sup>	3.42 ± 0.69	2.45 ± 0.52 <sup>a</sup>
试验组	37	1.19 ± 0.29	2.03 ± 0.54 <sup>a</sup>	3.34 ± 0.71	1.91 ± 0.37 <sup>a</sup>
<i>t</i>		0.229	2.253	0.238	2.667
<i>P</i>		0.791	0.035	0.781	0.013

  

组别	例数	TTP (s)	
		治疗前	治疗 7 d 后
对照组	37	19.81 ± 3.37	16.97 ± 2.84 <sup>a</sup>
试验组	37	19.74 ± 3.45	14.23 ± 2.37 <sup>a</sup>
<i>t</i>		0.241	2.345
<i>P</i>		0.779	0.027

注：与同组治疗前比较，<sup>a</sup>*P* < 0.05；CVB 为脑血容量；MTT 为平均通过时间；TTP 为达峰时间

### 2.3 两组脑氧代谢指标比较

治疗前，两组 CjvO<sub>2</sub> 和 CER<sub>O</sub><sub>2</sub> 水平比较，差异无统计学意义（*P* > 0.05）；治疗 7 d 后，两组 CjvO<sub>2</sub> 和 CER<sub>O</sub><sub>2</sub> 水平均高于治疗前，且试验组 CjvO<sub>2</sub> 和 CER<sub>O</sub><sub>2</sub> 水平高于对照组，差异有统计学意义（*P* < 0.05），见表 3。

表 3 两组脑氧代谢指标比较（%， $\bar{x} \pm s$ ）

组别	例数	CjvO <sub>2</sub>		CER <sub>O</sub> <sub>2</sub>	
		治疗前	治疗 7 d 后	治疗前	治疗 7 d 后
对照组	37	50.54 ± 7.17	56.11 ± 8.01 <sup>a</sup>	32.97 ± 5.48	36.97 ± 6.15 <sup>a</sup>
试验组	37	50.19 ± 7.82	60.57 ± 9.28 <sup>a</sup>	33.24 ± 5.02	40.73 ± 7.02 <sup>a</sup>
<i>t</i>		0.276	2.195	0.307	2.251
<i>P</i>		0.743	0.042	0.721	0.035

注：与同组治疗前比较，<sup>a</sup>*P* < 0.05；CjvO<sub>2</sub> 为氧含量，CER<sub>O</sub><sub>2</sub> 为脑氧摄取率

## 2.4 两组脑血流指标比较

治疗前, 两组大脑中动脉 Vs 和 Vm 水平比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ); 治疗 7 d 后, 两组大脑中动脉 Vs 和 Vm 水平均高于治疗前, 且试验组大脑中动脉 Vs 和 Vm 水平高于对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 见表 4。

表 4 两组脑血流指标比较 (cm/s,  $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	Vs		Vm	
		治疗前	治疗 7 d 后	治疗前	治疗 7 d 后
对照组	37	80.86 ± 9.17	84.41 ± 9.49 <sup>a</sup>	43.24 ± 6.74	47.32 ± 8.02 <sup>a</sup>
试验组	37	81.22 ± 8.94	87.95 ± 10.15 <sup>a</sup>	44.08 ± 7.82	52.48 ± 9.34 <sup>a</sup>
<i>t</i>		0.247	2.165	0.317	2.237
<i>P</i>		0.782	0.044	0.715	0.036

注: 与同组治疗前比较, <sup>a</sup> $P<0.05$ ; Vs 为收缩期血流速度; Vm 为平均血流速度

## 3 讨论

近年来, 随着交通运输业的快速发展, 颅脑损伤的发生率逐年上升。STBI 是临床常见的急重症, 病情凶险, 且患者常伴有颅内高压, 引起脑血流灌注不足, 脑组织缺血、缺氧, 进一步导致继发性脑损伤, 患者致残率、病死率均较高。因此, 早期有效降低 STBI 引起的继发性脑损伤是临床治疗 STBI 的关键<sup>[7-8]</sup>。亚低温治疗是一种新型的治疗 STBI 的物理治疗方法, 不仅可降低脑氧代谢率, 降低脑氧耗, 改善脑细胞的能量代谢, 保护神经细胞, 降低继发性脑损伤, 且可修复血脑屏障, 减轻脑水肿<sup>[9-11]</sup>。医用降温毯是一种实现物理降温的电脑控温系统, 主要通过调节降温毯中循环水的温度降低皮肤温度、增加皮肤散热, 将温度控制在亚低温状态达到治疗疾病的目的<sup>[12-14]</sup>。许飞羽<sup>[15]</sup>研究发现, 局部亚低温辅助治疗 STBI 可降低颅内压, 改善脑血流指标。HBO 是一种重要的供氧模式, 其能通过提高 STBI 患者的血氧分压和血氧含量, 促进神经元代谢, 增加中枢神经元的能量储备<sup>[16-17]</sup>; 具有缓解细胞内钙超载, 清除氧自由基, 减轻有害物质对脑组织的破坏作用; 还能促进大脑组织的侧支循环形成, 改善脑内局部微循环, 有效缓解中枢神经细胞的缺血、缺氧程度, 恢复脑功能<sup>[18-19]</sup>。

本研究结果显示, 治疗后, 试验组 MESSS 评分低于对照组, GCS 评分、CjvO<sub>2</sub> 和 CERO<sub>2</sub> 水平均高于对照组, 提示 HBO 联合亚低温治疗 STBI 患者可通过改善脑氧代谢, 减轻因脑部缺氧引起的神经功能受损, 有效保护神经功能。同时本研究还发现, 治疗后, 试验组 CVB、大脑中动脉 Vs 和 Vm 水平均高于对照组, MTT 及 TTP 均低于对照组, 说明 STBI 患者接受 HBO 联合亚低温治疗可加速其血液流动, 改善脑灌注和脑血流指标。分析其原因,

HBO 联合亚低温治疗 STBI 患者具有较好的协同作用, 其中亚低温治疗可通过降低患者脑组织的耗氧量, 保护血脑屏障, 改善脑灌注和脑血流, 促进中枢细胞结构和功能的修复; HBO 可通过高压的作用增加氧弥散半径, 为大脑细胞提供足够能量, 进而起到协同作用<sup>[20-21]</sup>。

综上所述, HBO 联合亚低温治疗 STBI 患者, 不仅可通过改善脑氧代谢减轻因脑部缺氧引起的神经功能受损, 还能有效保护神经功能, 促进血液流动, 改善脑灌注和脑血流指标。

## [参考文献]

- [1] 曾子桓, 张灏, 陈伟强, 等. 颅脑损伤后继发性脑损伤发病机制的研究进展 [J]. 中国临床神经外科杂志, 2019, 24(12): 777-779.
- [2] 魏乐, 张伟, 如克亚·白克力. 重型颅脑损伤病人创伤后应激障碍的风险因素分析 [J]. 中国临床神经外科杂志, 2023, 28(2): 92-95.
- [3] 于君, 马丰庆, 曲丽波. 早期高压氧治疗对重型颅脑损伤患者并发症发生率的影响 [J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2022, 29(2): 245-248.
- [4] 杜延平, 梁建广, 王玉海, 等. 长时程亚低温治疗对重度颅脑损伤患者脑损伤标志物及氧化应激指标的影响 [J]. 中国医学物理学杂志, 2021, 38(12): 1544-1548.
- [5] 李亚斌, 尚金星, 赵志煌, 等. 不同时机高压氧联合亚低温治疗重型颅脑损伤的疗效及对血清相关指标的影响 [J]. 临床神经外科杂志, 2020, 17(4): 459-461, 465.
- [6] 彭小岭, 曾宪容, 潘福琼, 等. 高压氧对重型颅脑损伤患者血流动力学和颅内压影响的 Meta 分析 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(11): 862-870.
- [7] 郭志刚. 急性重型颅脑损伤患者的临床治疗研究进展 [J]. 四川解剖学杂志, 2020, 28(4): 196-197.
- [8] Donnelly J, Budohoski KP, Smielewski P, et al. Regulation of the Cerebral Circulation: Bedside Assessment and Clinical Implications [J]. Crit Care, 2016, 20(1): 129.
- [9] 李志刚, 姬喜荣, 郑太祖, 等. 长时程亚低温与短时程亚低温治疗重型颅脑损伤的比较研究 [J]. 中华危重病急救医学, 2019, 31(12): 1440-1444.
- [10] Flynn LM, Rhodes J, Andrews PJ. Therapeutic hypothermia reduces intracranial pressure and partial brain oxygen tension in patients with severe traumatic brain injury: preliminary data from the eurotherm 3235 trial [J]. Ther Hypothermia Temp Manag, 2015, 5(3): 143-151.
- [11] 李亚斌, 王希瑞, 尚金星, 等. 亚低温结合高压氧

治疗重型颅脑损伤的疗效分析 [J]. 中国临床神经外科杂志, 2020, 25(5): 293-295.

- [12] 孙冠, 陈美玲. 保温毯及加温输液对老年重症颅脑损伤患者体温的评价 [J]. 现代科学仪器, 2023, 40(1): 102-105.
- [13] 曾海英, 黄薇, 廖艳琼. 3M 充气式保温毯主动体温保护模式在老年下肢骨折患者手术中的应用效果 [J]. 医疗装备, 2023, 36(13): 145-148.
- [14] Dietrich WD, Bramlett HM. Therapeutic hypothermia and targeted temperature management in traumatic brain injury: Clinical challenges for successful translation[J]. Brain Res, 2016, 1640(PtA): 94-103.
- [15] 许飞羽. 局部亚低温辅助治疗对重型颅脑损伤患者颅内压、脑血流的影响 [J]. 河南医学研究, 2020, 29(6): 1023-1024.
- [16] 朱希, 胡才友, 黄东挺, 等. 高压氧治疗对重型颅脑损伤意识障碍患者的促醒效果观察 [J]. 中国老年 (上接第 60 页)

允许的情况下尽量行 CMA 检查, 对于低风险患者应推荐后续随访心脏超声<sup>[15-16]</sup>。本研究尚存在局限性: 335 例胎儿心脏异常病例中仅有 145 例做了产前诊断, 无法全面分析胎儿心脏结构异常和遗传因素的相关性。

综上所述, 胎儿心脏结构异常及合并其他异常与染色体异常存在相关性。

#### [参考文献]

- [1] 黄杏玲, 邓新娥, 王远流, 等. 不同类型胎儿先天性心脏病的产前诊断及预后分析 [J]. 实用医学杂志, 2020, 36(21): 2990-2994.
- [2] 中华医学会儿科分会心血管学组, 中国医师协会儿科医师分会先天性心脏病专家委员会, 《中华儿科杂志》编辑委员会. 胎儿先天性心脏病诊断及围产期管理专家共识 [J]. 中华儿科杂志, 2015, 53(10): 728-733.
- [3] Stosic M, Levy B, Wapner R. The Use of Chromosomal Microarray Analysis in Prenatal Diagnosis[J]. Obstet Gynecol Clin North Am, 2018, 45(1): 55-68..
- [4] 染色体微阵列分析技术在产前诊断中的应用协作组. 染色体微阵列分析技术在产前诊断中的应用专家共识 [J]. 中华妇产科杂志, 2014, 49(8): 570-572.
- [5] 孙驰, 施帅, 李京秀, 等. 先天性心脏病的基因遗传学及环境的影响 [J]. 医学综述, 2018, 24(2): 248-253.
- [6] 张璘, 刘雪霞, 耿芳芳, 等. 胎儿心脏超声异常与染色体异常分析 178 例 [J]. 妇产科超声影像学, 2021, 8(18): 768-770.
- [7] 黄晓旻, 张海波. 圆锥动脉干畸形的分子遗传学研究进展 [J]. 中华临床医师杂志 (电子版), 2012, 6(22):

保健医学, 2022, 20(1): 39-40, 44.

- [17] 张杰, 师亚玲, 黄卫东, 等. 高压氧治疗改善大鼠颅脑损伤后神经功能障碍的效果及机制研究 [J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2021, 28(2): 224-228.
- [18] 练建筑, 宋正茂, 朱小玲, 等. 高压氧联合神经外科手术治疗重型颅脑损伤患者的临床效果 [J]. 医疗装备, 2020, 33(21): 71-73.
- [19] 杨雪. 分级护理联合高压氧对重型颅脑损伤手术患者康复效果的影响 [J]. 医疗装备, 2020, 33(14): 143-145.
- [20] 俞若锋, 黄俏春, 俞国鑫. 高压氧联合亚低温脑保护对重症颅脑外伤患者导致及预后的影响 [J]. 心电与循环, 2022, 41(2): 165-168.
- [21] 王云江, 陈正楼, 胥敏, 等. 亚低温结合高压氧治疗重症颅脑损伤对脑血管血流动力学参数、痉挛指数的影响 [J]. 吉林医学, 2022, 43(5): 1224-1226.
- [8] 郭珍, 章春泉, 阳彦, 等. 染色体微阵列分析在胎儿右位主动脉弓中的临床应用 [J]. 实用医学杂志, 2019, 35(8): 1278-1281.
- [9] 中华医学会医学遗传学分会临床遗传学组, 中国医师协会医学遗传医师分会遗传病产前诊断专业委员会, 中华预防医学会出生缺陷预防与控制专业委员会遗传病防控学组. 低深度全基因组测序技术在产前诊断中的应用专家共识 [J]. 中华医学遗传学杂志, 2019, 36(4): 293-296.
- [10] 吴莉, 钟进, 索冬梅, 等. 染色体微阵列技术在产前诊断先天性心脏病中的应用价值 [J]. 广东医学, 2017, 38(23): 3595-3598.
- [11] 宋兵, 魏琳颜, 史庭筠, 等. 先天性心脏病儿童与母亲环境暴露因素的病例对照研究 [J]. 中国预防医学杂志, 2019, 20(12): 1158-1162.
- [12] 俞舒舒, 王彦林. 先天性心脏病与新型环境因素相关性研究进展 [J]. 中国计划生育学杂志, 2019, 27(6): 823-826, 831.
- [13] 汪希珂. 先天性心脏病遗传学研究进展 [J]. 贵州医药, 2019, 43(4): 540-543.
- [14] 孙驰, 施帅, 李京秀, 等. 先天性心脏病的基因遗传学及环境的影响 [J]. 医学综述, 2018, 24(2): 248-253.
- [15] 张炼. 先天性心脏病遗传学基础研究进展 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2016, 31(13): 969-972.
- [16] 王洪杰, 于霞, 田进军, 等. 人工智能在超声影像甲状腺结节良恶性预测研究 [J]. 中国医学装备, 2019, 16(12): 28-31.