

DOI:10.16781/j.0258-879x.2020.06.0621

· 专题报道 ·

高压氧治疗老年危重型新型冠状病毒肺炎气管插管患者1例临床效果

仲小玲^{1△}, 陈锐勇^{2△}, 牛香群³, 陶晓岚¹, 梁奕⁴, 唐艳超^{5*}

1. 长江航运总医院高压氧科, 武汉 430010
2. 海军军医大学(第二军医大学)海军特色医学中心潜水与高压医学研究室, 上海 200433
3. 长江航运总医院感染控制科, 武汉 430010
4. 长江航运总医院 CT 室, 武汉 430010
5. 空军杭州特勤疗养中心疗养三区, 杭州 310002

[摘要] **目的** 报道1例高龄危重型新型冠状病毒肺炎(COVID-19)气管插管患者的高压氧治疗(HBOT)经验, 为拓展HBOT在COVID-19治疗中的应用提供参考依据。**方法和结果** 患者男, 87岁, 2020年2月3日出现昏迷症状, 行胸部CT检查示双肺多发小片状模糊影, 2月5日肺泡灌洗液严重急性呼吸综合征冠状病毒2(SARS-CoV-2)核酸检测阳性, 确诊COVID-19。经对症、支持治疗后患者病情逐渐稳定, 于2月22日拔除气管插管, 但因患者无咳嗽、排痰能力于2月24日再次气管插管、呼吸机辅助呼吸, 判断病情为危重型。2月29日患者首次接受HBOT, 医护人员经专用通道进入高压氧舱全程陪同。HBOT治疗4次后, 患者动脉血氧分压(PaO₂)与动脉血二氧化碳分压(PaCO₂)趋向稳定, CO₂潴留现象缓解, 肝肾功能有所改善, 凝血功能恢复, 3月6日查SARS-CoV-2 IgM阴性、SARS-CoV-2 IgG阳性, 转入普通病房继续治疗。**结论** HBOT有利于缓解危重型COVID-19患者的CO₂潴留现象, 对降低机体缺氧损伤、保护重要脏器功能有积极作用。整体HBOT感染控制程序可行, 通过合理设计能够保障医务人员安全。

[关键词] 新型冠状病毒肺炎; 高压氧; 危重型; 气管内插管法

[中图分类号] R 511

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2020)06-0621-07

Hyperbaric oxygen therapy in an elderly critical coronavirus disease 2019 patient with endotracheal intubation: clinical effect analysis

ZHONG Xiao-ling^{1△}, CHEN Rui-yong^{2△}, NIU Xiang-qun³, TAO Xiao-lan¹, LIANG Yi⁴, TANG Yan-chao^{5*}

1. Department of Hyperbaric Oxygen, General Hospital of the Yangtze River Shipping, Wuhan 430010, Hubei, China
2. Department of Diving and Hyperbaric Medical Research, Naval Special Medical Center, Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China
3. Department of Infection Control, General Hospital of the Yangtze River Shipping, Wuhan 430010, Hubei, China
4. CT Room, General Hospital of the Yangtze River Shipping, Wuhan 430010, Hubei, China
5. The Third District of Air Force Special Service Sanatorium, Hangzhou 310002, Zhejiang, China

[Abstract] **Objective** To sum up our experience of hyperbaric oxygen therapy (HBOT) in an elderly critical coronavirus disease 2019 (COVID-19) patient with endotracheal intubation, providing references for the application of HBOT in COVID-19 treatment. **Methods and results** The patient was 87 years old male and presented coma symptoms on Feb. 3, 2020. Chest computed tomography (CT) showed multiple small flake fuzzy shadows in both lungs. The nucleic acid test of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in bronchoalveolar lavage fluid was positive on Feb. 5 and the diagnosis of COVID-19 was confirmed. After symptomatic and supportive treatment, the patient's condition became stable gradually, and the tracheal intubation was removed on Feb. 22. However, the patient was intubated again on Feb. 24 because of loss of coughing and sputum expelling abilities, and the patient's condition was judged to be critical. On Feb. 29, the patient received HBOT for the first time, and medical staff entered the hyperbaric oxygen cabin through the special channel. After HBOT for four times, arterial partial pressure of oxygen (PaO₂) and arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂)

[收稿日期] 2020-03-20 **[接受日期]** 2020-04-15

[基金项目] 海军特色医学中心科学战“疫”快速响应专项(20M0201). Supported by Quick Response Special Program for COVID-19 Control of Naval Special Medical Center (20M0201).

[作者简介] 仲小玲, 主任医师. E-mail: 18971556652@189.cn; 陈锐勇, 博士, 副研究员. E-mail: chenruiyong_nmri@163.com

[△]共同第一作者 (Co-first authors).

*通信作者 (Corresponding author). Tel: 0571-87341698, E-mail: tycent@163.com

of the patient tended to be stable, carbon dioxide retention was alleviated, liver and kidney function improved, and coagulation function recovered. On Mar. 6, SARS-CoV-2 immunoglobulin (Ig) test showed that SARS-CoV-2 IgM was negative and SARS-CoV-2 IgG was positive. The patient was then transferred to general wards. **Conclusion** HBOT can alleviate CO₂ retention in critical COVID-19 patients, and has a positive effect on reducing hypoxia and protecting important organs. The HBOT infection control procedure is feasible, and the safety of medical staff can be guaranteed by reasonable design.

[Key words] coronavirus disease 2019; hyperbaric oxygenation; critical type; intratracheal intubation

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2020, 41(6): 621-627]

随着我国新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 疫情逐步控制、治疗手段逐步改进, 轻型 COVID-19 患者治愈率较高^[1], 但是危重型患者的治疗现状仍不容乐观, 救治压力很大。截至 2020 年 3 月 9 日, 我国尚有 17 000 余例确诊 COVID-19 患者, 其中 5 000 余例为重型或危重型^[2]。

严重低氧血症是危重型 COVID-19 的一大特征, 目前尚无针对病因治疗的特异性药物, 支持性治疗仍是主要方式^[3]。针对这类 COVID-19 患者临床采取了常压给氧方式^[4], 但对重型、危重型患者病情发展的控制效果不理想。高压氧治疗 (hyperbaric oxygen therapy, HBOT) 是在高于 1 个大气压的环境里吸入纯氧治疗疾病的医疗技术^[5], 是目前最强效的氧疗手段, 低氧血症是其绝对适应证。之前我们报道了 1 例重型 COVID-19 患者的 HBOT 治疗效果^[6], 但带气管插管危重型 COVID-19 患者由于病情复杂, 在 HBOT 治疗时需医护人员进高压氧舱看护。武汉长江航运总医院高压氧科对 1 例机械通气效果不理想的老年危重型 COVID-19 患者, 尝试加用 HBOT, 效果良好, 现将治疗程序、感染控制方法及治疗效果予以报告。

1 对象和方法

1.1 病例资料 患者男, 87 岁, 因“反复咳嗽、咳痰 20 年, 活动后气喘 5 年, 再发半个月”于 2020 年 1 月 28 日入住武汉长江航运总医院, 2 月 1 日气喘加重。体格检查: 体温 36.6 °C, 血压 138/80 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa), 呼吸频率 24 min⁻¹, 心率 87 min⁻¹, 律齐; 神志清楚, 桶状胸, 双肺少许湿啰音, 腹部无明显异常, 四肢无明显水肿。入院诊断: 慢性阻塞性肺疾病 (急性期)、冠状动脉粥样硬化性心脏病、慢性肾功能衰竭 [慢性肾脏病 (chronic kidney disease, CKD) 分期 4 期]。给予抗感染、对症、支持治疗, 患者病情稳定。因同病房陪护人

员发热且肺部 CT 检查示存在典型 COVID-19 表现, 2 月 3 日患者出现发热、昏迷症状, 行胸部 CT 检查示双肺多发小片状模糊影, 考虑 COVID-19, 转 ICU 治疗。转入 ICU 当天 11:00 呼吸停止, 予尼可刹米注射液 375 mg、洛贝林注射液 3 mg 各 1 支静脉推注, 同时紧急气管插管、呼吸机辅助呼吸治疗, 并予去甲肾上腺素静脉泵入维持血压, 头孢哌酮舒巴坦、莫西沙星静脉滴注抗感染, 多次纤维支气管镜下吸痰。2 月 5 日肺泡灌洗液严重急性呼吸综合征冠状病毒 2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2) 核酸检测阳性, 确诊 COVID-19。沿用前述方案治疗后病情逐渐稳定, 生命体征平稳, 于 2 月 22 日拔除气管插管、停用呼吸机, 但因患者无咳嗽、排痰能力于 2 月 24 日再次气管插管、呼吸机辅助呼吸, 同时予对症、支持治疗。根据 WHO 重型 COVID-19 临床管理临时指南^[7] 分级标准, 判断该患者为危重型。

1.2 HBOT 过程 2 月 29 日, 患者神志昏迷, 体温 36.2 °C, 持续有创机械辅助呼吸, 呼吸频率 23 min⁻¹, 血压 110/65 mmHg, 心率 82 min⁻¹, 双肺少许湿啰音, 予带气管插管 HBOT。使用设备为烟台宏远氧业有限公司生产的医用空气加压氧舱 (型号: GY2800D-A, 改造编号: 15-GZ-002, 最高工作压力: 0.2 MPa, 加压介质: 压缩空气)。医护人员全程陪舱。首次治疗 1.6 ATA (表压 0.06 MPa), 稳压吸氧 100 min, 治疗期间无特殊异常。第 2 天采用同样方法再次进舱治疗。3 月 3 日、4 日分别进舱治疗 1 次。HBOT 期间, 为方便吸痰继续气管插管, 未使用呼吸机。继续常规对症、支持治疗: 头孢哌酮舒巴坦 3 g 每天 2 次、莫西沙星 0.4 g 每天 1 次、比阿培南 0.3 g 每天 2 次、利巴韦林 0.5 g 每天 1 次、伏立康唑 0.3 g 每天 1 次、多索茶碱 0.2 g 每天 1 次静脉滴注, 低分子肝素钙 4 100 U 每天 1 次皮下注射, 去甲肾上腺素 18 mg 微量泵入, 胺碘酮 0.3 g 微量泵入。

1.3 工作区划分 按照《医院隔离技术规范: WS/T 311—2009》^[8]和《经空气传播疾病医院感染预防与控制规范: WS/T 511—2016》^[9]要求,用板材将整个工作区分隔成污染区(红区)、半污染区(黄

区)和清洁区(绿区),区分患者通道与工作人员通道,区域划分和着装防护要求见图1。患者通过患者专用通道进出红区,工作人员着2级防护装备进入黄区开展工作,工作完毕消毒后进入绿区。

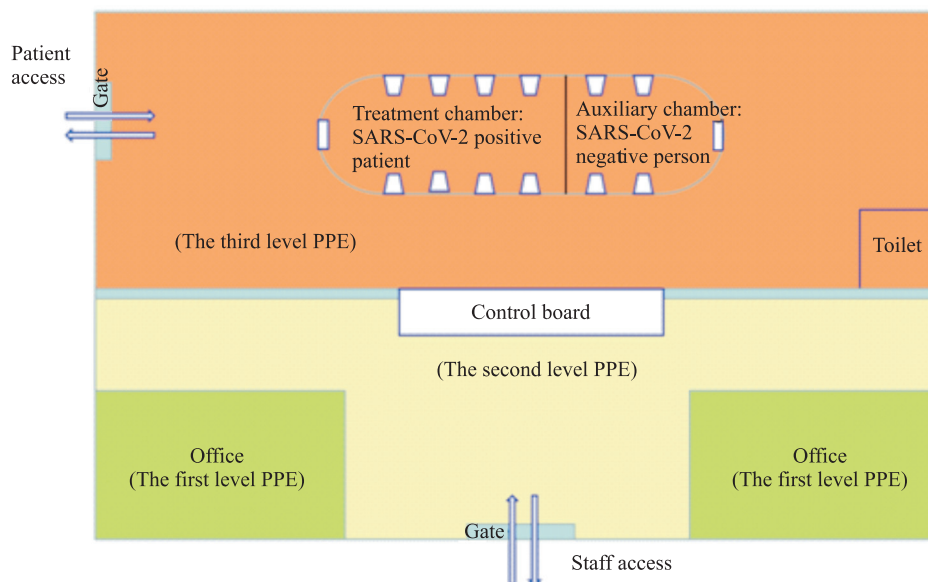


图1 高压氧科工作区划分示意图

Fig 1 Division diagram of workplace of Hyperbaric Oxygen Department

SARS-CoV-2: Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2; PPE: Personal protective equipment

1.4 舱室准备 首先开舱通风,用75%乙醇仔细擦拭吸氧面罩,排气管与排氧管经消毒准备后用75%乙醇擦拭三通接阀,踏鞋垫消毒准备。

1.5 治疗流程 为减少患者舱外停留时间,所有医疗文书、会诊记录、知情同意书的签字等由医师着3级防护装备在隔离病房完成。患者由专用通道入高压氧舱,于专用座位戴面罩1级吸氧;升压至1.6 ATA(表压0.06 MPa)持续换气,开空调通风系统10 min;首次稳压吸氧100 min,之后每次70 min,持续换气,开空调通风;减压20 min(开空调通风);取下面罩停止吸氧;观察和评估患者状况,嘱患者戴口罩,由通道出舱并离开。医护人员全程陪舱,陪舱流程见图2。

1.6 排气口及排氧口消毒 将高压氧舱排气口及排氧口用管道连接至装有1:1 000的含氯消毒液桶,排气口及排氧口排出的气体经消毒液过滤后排入空气。在氧舱排气口附近予以标识,并安排人员监管,在操舱过程中,排气口附近10 m内禁止通行。

1.7 HBOT结束后消毒 HBOT结束后,患者使用的吸氧面罩及管流舱由护士进行专业消毒后留置舱内继续等离子消毒。治疗期间每天上午、下午各进行室内消毒1次,用消毒液擦拭操作台、

门把手和舱内外桌椅,用含氯消毒液湿式拖扫地面,采用紫外线照射操作台和办公室。

2 结果

2.1 动脉血气分析结果 患者在机械通气给氧期间动脉血氧分压(arterial partial pressure of oxygen, PaO₂)呈波动状态,最高为120 mmHg,最低为70 mmHg;动脉血二氧化碳分压(arterial partial pressure of carbon dioxide, PaCO₂)呈明显起伏状态,最高为66 mmHg,最低为38 mmHg,提示患者存在较明显的CO₂潴留现象。2020年2月29日接受HBOT后,PaO₂与PaCO₂趋向稳定,PaO₂维持在73~102 mmHg,PaCO₂维持在38~46 mmHg。见图3A。

2.2 血常规检查结果 如图3B所示,患者2月3日淋巴细胞绝对值与淋巴细胞比例分别为0.26×10⁹/L与0.015,与入院时(1月28日)相比均下降,常规治疗后该2项指标均有所上升。HBOT前(2月28日)淋巴细胞绝对值为1.49×10⁹/L,淋巴细胞比例为0.070,HBOT后略有下降并趋于稳定,治疗4次后(3月5日)淋巴细胞绝对值为0.94×10⁹/L,淋巴细胞比例为0.041。

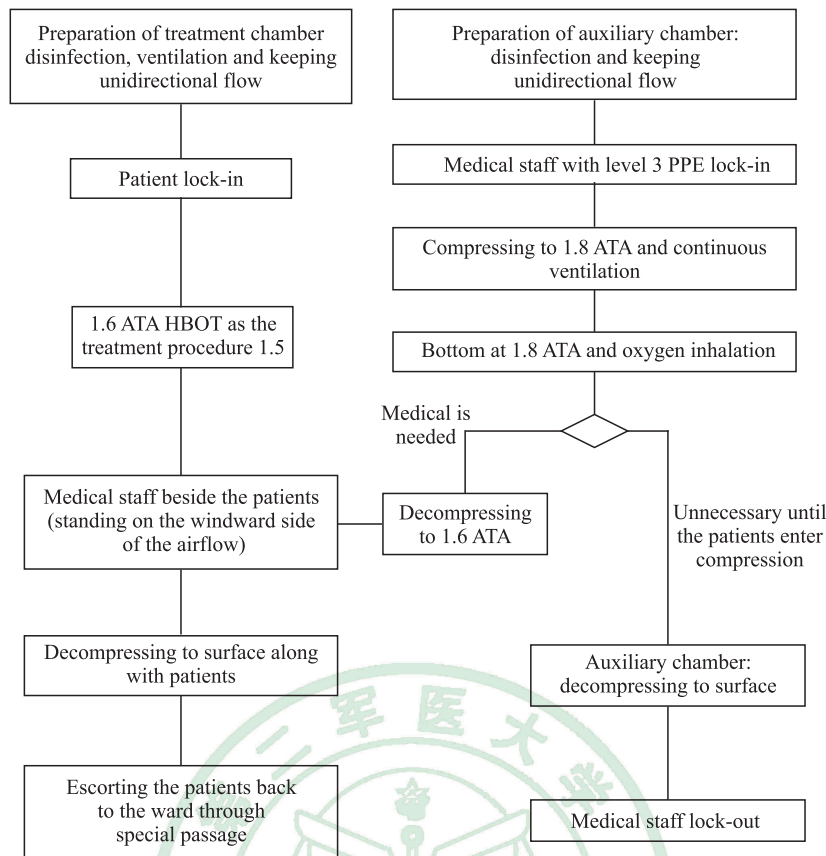


图2 危重型 COVID-19 气管插管患者 HBOT 医护陪舱流程

Fig 2 Medical escort cabin process of HBOT for critical COVID-19 patients with endotracheal intubation

1.6 ATA=0.06 MPa gauge pressure; 1.8 ATA=0.08 MPa gauge pressure. COVID-19: Coronavirus disease 2019; HBOT: Hyperbaric oxygen therapy; PPE: Personal protective equipment; ATA: Atmosphere absolute

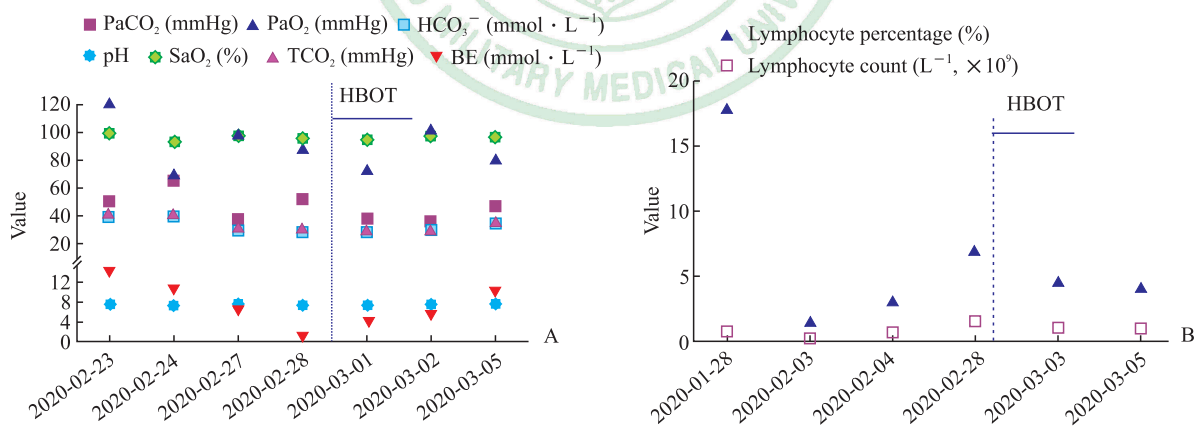


图3 1例危重型 COVID-19 气管插管患者 HBOT 前后动脉血气分析结果 (A) 和淋巴细胞变化 (B)

Fig 3 Arterial blood gas results (A) and lymphocyte changes (B) of a critical COVID-19 patient with endotracheal intubation before and after HBOT

1 mmHg=0.133 kPa. COVID-19: Coronavirus disease 2019; HBOT: Hyperbaric oxygen therapy; PaCO₂: Arterial partial pressure of carbon dioxide; PaO₂: Arterial partial pressure of oxygen; SaO₂: Arterial oxygen saturation; HCO₃⁻: Hydrogen carbonate; TCO₂: Total carbon dioxide; BE: Base excess

2.3 肝、肾功能检查结果 由表 1 可见, 患者 2 月 3 日胆碱酯酶为 2 526 U/L, 2 月 28 日为 2 757 U/L, HBOT 治疗 3 次后明显升高, 3 月 3 日为 3 417 U/L;

HBOT 后患者肾功能有所改善, 其中血肌酐从 375 μmol/L 降至 336 μmol/L, 尿酸从 585 μmol/L 降至 503 μmol/L。

表1 1例危重型 COVID-19 气管插管患者 HBOT 前后肝、肾功能检查结果

Tab 1 Liver and kidney functions of a critical COVID-19 patient with endotracheal intubation before and after HBOT

Date	TP (g · L ⁻¹)	Albumin (g · L ⁻¹)	Globulin (g · L ⁻¹)	TBil (μmol · L ⁻¹)	DBil (μmol · L ⁻¹)	IBil (μmol · L ⁻¹)	AST (U · L ⁻¹)
2020-02-03	67	23.1	43.9	6.18	3.57	2.61	54
2020-02-28	64	25.0	39.0	5.29	2.29	3.00	14
2020-03-03	68	29.3	38.7	6.22	3.08	3.14	16

Date	ALT (U · L ⁻¹)	ALP (U · L ⁻¹)	Cholinesterase (U · L ⁻¹)	BUN (mmol · L ⁻¹)	SCr (μmol · L ⁻¹)	Uric acid (μmol · L ⁻¹)
2020-02-03	18	62	2 526	27.74	401	682
2020-02-28	1	96	2 757	35.21	375	585
2020-03-03	9	101	3 417	32.86	336	503

HBOT on Feb. 29, Mar. 1, Mar. 3 and Mar. 4, 2020. COVID-19: Coronavirus disease 2019; HBOT: Hyperbaric oxygen therapy; TP: Total protein; TBil: Total bilirubin; DBil: Direct bilirubin; IBil: Indirect bilirubin; AST: Aspartate transaminase; ALT: Alanine transaminase; ALP: Alkaline phosphatase; BUN: Blood urea nitrogen; SCr: Serum creatinine

2.4 凝血功能检查结果 由表2可见,患者HBOT后(3月3日)纤维蛋白原从2月4日的4.78 g/L降至2.96 g/L, D-二聚体从1.94 mg/L降至1.26 mg/L。

2.5 SARS-CoV-2 Ig检测结果 3月6日查SARS-CoV-2 Ig结果显示,患者SARS-CoV-2 IgM阴性,SARS-CoV-2 IgG阳性。

表2 1例危重型 COVID-19 气管插管患者 HBOT 前后凝血功能检查结果

Tab 2 Blood coagulation of a critical COVID-19 patient with endotracheal intubation before and after HBOT

Date	PT (s)	APTT (s)	FIB (g · L ⁻¹)	TT (s)	D-dimer (mg · L ⁻¹)	PT-INR	FDP (μg · mL ⁻¹)	AT-III (%)
2020-02-04	12.0	39.4	4.78	16.2	1.94	1.05	8.2	59.4
2020-03-03	14.7	40.1	2.96	16.2	1.26	1.30		

HBOT on Feb. 29, Mar. 1, Mar. 3 and Mar. 4, 2020. COVID-19: Coronavirus disease 2019; HBOT: Hyperbaric oxygen therapy; PT: Prothrombin time; APTT: Activated partial prothrombin time; FIB: Fibrinogen; TT: Thrombin time; PT-INR: Prothrombin time international normalized ratio; FDP: Fibrinogen degradation product; AT-III: Antithrombin III

3 讨论

危重型 COVID-19 患者的救治是一个难点。Yang 等^[3]对金银潭医院 52 例死亡危重型 COVID-19 患者资料的进行分析发现,40% 患有慢性基础疾病,61.5% 入院 28 d 内死亡。进行性低氧血症是救治瓶颈,因此临床采用多种给氧方式,该研究 52 例患者中 63.5% 使用鼻导管高流量氧疗,71.2% 采用机械通气,11.5% 采用俯卧位通气,11.5% 采用体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)。与存活病例相比,COVID-19 死亡病例接受机械通气比例更高(94% vs 35%);37 例接受机械通气的患者中 30 例于入院 28 d 内死亡^[3]。说明部分 COVID-19 患者氧疗效果不理想。因此,如何更科学、有效地给氧,以更好地提供支持治疗效果、提高患者全身机能状态,是当前危重型 COVID-19 救治的难题。

COVID-19 以肺部炎性病变为主,主要表现为广泛性实变、灶性出血和坏死;镜下表现为肺泡内充满脱落的肺上皮细胞、纤维蛋白性渗出物,渗出物含有大量单核细胞、淋巴细胞和浆细胞,肺泡壁透明膜(hyaline membrane)广泛形成^[10]。肺部病变严重影响肺泡的气体交换功能,导致血氧饱和度下降。并且 COVID-19 患者多合并严重的呼吸系统基础疾病,因此,合适的呼吸治疗策略选择至关重要。前期临床研究^[1]和流行病学调查结果^[11]均显示,老年、患有基础疾病的感染者死亡率高。本例患者为 87 岁老年男性,患有严重的心血管系统与呼吸系统基础疾病,入院后经历呼吸停止,是危重型患者中死亡率最高的一种。本例患者病程长且一般状态差,各项指标均显示预后不良。从 2 月 3 日入住 ICU 至 2 月 29 日 HBOT 前,采取常规治疗与有创机械通气相结合的方法进行治疗,患者动脉血氧饱和度维持在 95% 以上,但 PaO₂、PaCO₂ 不稳

定, HBOT后患者 CO_2 潴留缓解, PaO_2 趋于稳定, PaCO_2 明显下降且保持稳定。

由于SARS-CoV-2颗粒的靶向侵袭, 超过80%的危重型COVID-19患者淋巴细胞减少^[3], 而非危重型患者中35%仅有轻度淋巴细胞减少^[12], 因此可认为, 淋巴细胞减少可一定程度反映COVID-19的严重程度。本例患者一度出现淋巴细胞绝对值和比例明显下降, 治疗过程中缓慢回升, HBOT后呈现较稳定的状态。淋巴细胞的变化尚不能排除常规治疗的作用, 但说明针对危重型COVID-19采用HBOT或许会有临床获益。

COVID-19患者在危重期存在严重的器官功能障碍, 一方面可能与病毒本身的致病能力相关, 另一方面机体进行性缺氧状态会导致有氧代谢不能恢复, 出现细胞死亡, 最终导致组织和器官功能障碍。胆碱酯酶是一类能灵敏且特异反映肝脏合成和代谢功能的糖蛋白。研究发现, 肺部感染患者血清胆碱酯酶水平显著下降^[13], 说明血清胆碱酯酶活性可能与炎症的严重程度有关。本例患者经过HBOT后胆碱酯酶上升, 可能与 CO_2 潴留得以缓解有关, 病毒活性受到一定抑制, 降低了胆碱酯酶的消耗与分解, 对其功能和活性维持起积极作用。本例患者合并慢性肾功能衰竭CKD 4期, HBOT前血肌酐和尿酸水平明显升高, HBOT后这2项指标均有所降低。凝血功能异常是COVID-19患者的特征性改变之一, 缺氧状态下内皮细胞功能发生变化抑制了凝血酶调节蛋白的表达, 从而促进凝血系统激活。本例患者纤维蛋白原、D-二聚体升高, HBOT后两者均有所下降。以上证据表明, HBOT对缺氧状态的缓解有利于机体疾病抵抗力的恢复, 对重要器官功能有一定的保护和提升作用, 有利于患者康复。经过HBOT治疗, 本例患者于3月6日行SARS-CoV-2 Ig检测显示, SARS-CoV-2 IgM阴性, SARS-CoV-2 IgG阳性, 提示COVID-19治愈, 转入普通ICU, 作为非传染病患者继续治疗。

本例患者病情复杂, 采用HBOT与常规药物联合治疗, 无法完全区分哪些症状(指标)的改善是HBOT的治疗效果。鉴于机械通气支持治疗效果不佳而行HBOT有效, 我们认为HBOT虽对原发病毒感染无直接治疗作用, 但通过提供间歇性充足的氧供缓解了全身组织器官的缺氧状态及继发的重要器官损伤, 对维持机体功能状态起着重要的支持治

疗作用^[14]。但如果HBOT介入时机过晚, 脏器已发生不可逆损伤, 支持治疗能否帮助患者渡过危险期? 这一问题尚需进一步明确。

本例患者诊治过程中, 我们探索了气管插管条件下危重型COVID-19患者的HBOT感染控制程序, 对后期引入HBOT提升危重型患者氧疗效果提供了可能。危重型患者需要医护人员全程陪舱以随时提供紧急救治, 如何在高压氧舱内避免陪舱医护人员感染的问题一直是COVID-19患者能否行HBOT的顾虑。本例危重型COVID-19患者在HBOT过程中, 陪舱医护人员采取感染病房3级防护措施, 不存在感染控制缺陷。(1)高压氧舱内人员整体暴露于高压的微小环境。高压氧舱微小环境与感染病房微小环境的差异是大气压强不同。这与高原和海平面的感染病房之间的差异性质相同, 环境压强的差异不存在明确的感染控制要求差异。感染病房的感染控制要求和防护装备基本适用于高压氧舱内压力相对恒定后的感染控制管理。(2)高压氧舱内是一个全新风系统。HBOT过程中, 通常采取的“通风”措施为高压气源供气量等于减压管路排气量, 在保证舱内气体压强不变的同时使舱内气体不断更新。气体压强从气源到排出口逐渐降低, 压强梯度作用下气体不存在逆流。

(3)患者呼吸气体与舱内医护人员呼吸气体分离。患者入舱开始即采用内置式呼吸系统(Built-in-Breathing System, BIBS)的面罩呼吸纯氧, 患者呼出气所致污染主要存在于排氧管路, 并且是单向朝外流动。医护人员呼吸舱内空气, 基本做到了患者与医护人员呼吸的气体不交叉。在这一方面高压氧舱优于感染病房。高压氧舱感染控制的重点在于:(1)加压过程中, 存在舱内气体进入防护装备身体侧的可能, 对此我们采用了医护人员小舱独立加压程序, 完全解决该隐患。(2)排氧口和排气口废气净化消毒。国内外未见专用于高压氧舱尾气消毒的设备。我们在废气排出时通过含氯消毒液过滤并采取区域管控措施, 避免了废气污染周围环境而导致病毒传播。

综上所述, HBOT有利于缓解危重型COVID-19患者的 CO_2 潴留, 对降低机体缺氧损伤、保护重要器官功能有积极作用, 能够为机体抗病毒争取时间, 提高危重型患者的生存率。HBOT技术成熟, 针对治疗特点改进程序、加强管控, 整

体上不存在不可逾越的病毒传播风险。针对本例患者治疗形成的感染控制措施,为今后烈性传染病患者进行 HBOT 提供了很好的借鉴。

[参 考 文 献]

- [1] HUANG C, WANG Y, LI X, REN L, ZHAO J, HU Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China[J]. *Lancet*, 2020, 395: 497-506.
- [2] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 截至3月9日24时新型冠状病毒肺炎疫情最新情况[EB/OL]. (2020-03-10) [2020-03-19]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/yqtb/202003/948a03ad76f54d3583a018785efd7be9.shtml>.
- [3] YANG X, YU Y, XU J, SHU H, XIA J, LIU H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study[J/OL]. *Lancet Respir Med*, 2020. pii: S2213-2600(20)30079-5. doi: 10.1016/S2213-2600(20)30079-5.
- [4] WANG D, HU B, HU C, ZHU F, LIU X, ZHANG J, et al. Clinical characteristics of 138 hospitalized patients with 2019 novel coronavirus-infected pneumonia in Wuhan, China[J]. *JAMA*, 2020, 323: 1061-1069.
- [5] 龚锦涵. 潜水医学[M]. 北京:人民军医出版社, 1985: 550-561.
- [6] 仲小玲,陶晓岚,唐艳超,陈锐勇. 高压氧治疗对重症新型冠状病毒肺炎患者缺氧的纠正作用: 首例报道[J/OL]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2020. doi: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2020.0001.
- [7] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第六版)[EB/OL]. (2020-02-18) [2020-03-19]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202002/8334a8326dd94d329df351d7da8aefc2/files/b218cfeb1bc54639af227f922bf6b817.pdf>.
- [8] 中华人民共和国卫生部. 医院隔离技术规范: WS/T 311—2009 [S/OL]. (2009-04-01) [2020-04-11]. <http://www.nhc.gov.cn/wjw/s9496/200904/40116/files/3f2c129ec8d74c1ab1d40e16c1ebd321.pdf>.
- [9] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 经空气传播疾病医院感染预防与控制规范: WS/T 511—2016 [S/OL]. (2016-12-27) [2020-04-11]. http://www.360doc.com/content/17/0108/12/11159824_620859744.shtml.
- [10] 王夏,丁彦青. 从病原体、受体分布、病理改变和治疗原则分析严重急性呼吸综合征与新型冠状病毒感染疾病[J/OL]. *中华病理学杂志*, 2020. doi: 10.3760/cma.j.cn112151-20200318-00220.
- [11] LI Q, GUAN X, WU P, WANG X, ZHOU L, TONG Y, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia[J]. *N Engl J Med*, 2020, 382: 1199-1207.
- [12] CHEN N, ZHOU M, DONG X, QU J, GONG F, HAN Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study[J]. *Lancet*, 2020, 395: 507-513.
- [13] 牛占丛,刘军肖,杨圣俊,王彦霞,刘洪英. 老年肺部感染患者C-反应蛋白及B型钠尿肽和胆碱酯酶水平对预后的影响[J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2015, 22: 378-381.
- [14] 陈锐勇,唐艳超,仲小玲,梁奕,李卜军,陶晓岚,等. 高压氧治疗在重型新型冠状病毒肺炎患者救治中的疗效分析[J]. *第二军医大学学报*, 2020, 41: 604-611. CHEN R Y, TANG Y C, ZHONG X L, LIANG Y, LI B J, TAO X L, et al. Efficacy analysis of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of severe coronavirus disease 2019 patients[J]. *Acad J Sec Mil Med Univ*, 2020, 41: 604-611.

[本文编辑] 杨亚红