DOI:10.16016/j.1000-5404.201910034

高压氧治疗介入时机对中重度急性一氧化碳中毒患者预后的影响

张 杨,李翠红,杜晓芹,谢 全,张加莉,李帅明,崔高宇,冯 华,储卫华 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院神经外科

[摘要] **目的** 探讨中重度急性一氧化碳中毒患者首次进行高压氧治疗的时机及其对神经功能恢复和生活质量的影响。**方法** 回顾性分析2015年1月至2018年6月本院高压氧治疗中心收治的急性一氧化碳中毒患者,对满足中毒在24 h以内、未在其他医院行高压氧治疗、中毒程度为中重度者按首次治疗时间分3组:超早期组(中毒后6 h内)、早期组(中毒后6~12 h)和普通组(中毒后>12~24 h)。比较3组治疗后的症状恢复程度(完全恢复、部分恢复、未恢复)、格拉斯哥昏迷指数(GCS)、简易智力状态量表(MMSE)、Barthel指数(BI)、迟发性脑病发生率的差异。**结果** 共纳入136例患者,其中超早期组39例、早期组51例、普通组46例。各组在年龄、性别分布及总治疗次数上差异无统计学意义。高压氧治疗结束时,超早期组、早期组及普通组中患者症状完全恢复的比例分别为43.5%、31.4%、17.4%;GCS评分改善值分别为4.85、3.87、3.01;MMSE评分改善值分别为19.01、14.05、12.34;BI指数改善值分别为75.48、68.24、54.58。治疗后1年随访显示,超早期组发生迟发性脑病2例(5.1%),早期组发生7例(13.7%),普通组发生14例(30.4%)。所有指标超早期组显著优于普通组,在症状完全恢复的比例、MMSE评分、迟发脑病发生率3项指标上也显著优于早期组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 在中毒后6 h内实施高压氧治疗可使中重度急性一氧化碳中毒患者的预后更佳。

[关键词] 一氧化碳中毒;高压氧治疗;介入时机;预后

[中图法分类号] R181.32; R459.6; R595.1 [文献标志码] A

Effect of timing of hyperbaric oxygen therapy on prognosis of patients with acute moderate to severe carbon monoxide poisoning

ZHANG Yang, LI Cuihong, DU Xiaoqin, XIE Quan, ZHANG Jiali, LI Shuaiming, CUI Gaoyu, FENG Hua, CHU Weihua Department of Neurosurgery, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038, China

[**Abstract**] **Objective** To investigate the the timing of the first time of hyperbaric oxygen therapy and its effect on the recovery of neurological function and quality of life in patients with acute moderate to severe carbon monoxide poisoning. **Methods** A retrospective analysis was carried out in the patients with acute carbon monoxide poisoning admitted to our hyperbaric oxygen treatment center from January 2015 to June 2018. The patients who met the criteria of poisoning within 24 h, did not receive hyperbaric oxygen treatment in other hospitals, and had moderate or severe poisoning were divided into 3 groups according to the first treatment time, that is, ultra-early group (shorter than 6 h after poisoning), early group (within 6~12 h), and ordinary group (in 12~24 h after poisoning). The degree of recovery (complete recovery, partial recovery, no recovery), Glasgow coma index (GCS), simple mental state scale (MMSE), Barthel index (BI) and incidence of delayed encephalopathy after treatment was compared among the 3 groups. **Results** A total of 136 patients were eligible for admission, including 39 in the ultra-early group, 51 in the early group and 46 in the ordinary group. There were no significant differences in age, sex distribution and total treatment times among the groups. At the end of treatment, the proportions of patients with complete recovery were 43.5%, 31.4%, and 17.4%, respectively in the ultra-early group, early group and ordinary group. The

[通信作者] 储卫华,E-mail:weihua9871@163.com

improvement of GCS score was 4.85, 3.87 and 3.01, respectively, that of MMSE score was 19.01, 14.05, and 12.34, respectively, and that of BI was 75.48, 68.24 and 54.58, respectively, in the 3 groups. In 1 year after the treatment, delayed encephalopathy was observed in 2 cases (5.1%) in the ultra-early group, 7 cases (13.7%) in the early group, and 14 cases (30.4%) in the ordinary group. The ultra-early group obtained all better indicators than the ordinary group, and better percentage of complete recovery of symptoms, MMSE score and lower incidence of delayed encephalopathy when compared with the early group (all $P<0.05$). **Conclusion** Implementation of hyperbaric oxygen therapy within 6 h after poisoning can result in a better prognosis for patients with moderate to severe acute carbon monoxide poisoning.

[**Key words**] carbon monoxide poisoning; hyperbaric oxygen therapy; intervention timing; prognosis

Corresponding author: CHU Weihua, E-mail: weihua9871@163.com

一氧化碳(carbon monoxide, CO)中毒是较为常见的生活性及职业性中毒,在我国急性 CO 中毒的发病率及病死率均占职业危害的第 1 位[1-2]。CO 吸入体内后会取代机体内的氧气与血红蛋白相结合,导致组织缺氧而损伤,尤其是对血氧需求旺盛的大脑和心脏受累最明显。中毒轻者会有恶心呕吐、头昏头痛等不适,严重者则会出现意识丧失、呼吸及循环功能衰竭,病残率及病死率都很高。高压氧治疗是各诊疗指南及专家共识推荐的救治急性 CO 中毒的重要措施,但目前对高压氧治疗介入时机对患者预后影响还缺乏足够的临床数据[3-4]。有研究指出在中毒后 12 h 内进行高压氧治疗具有良好的疗效,但在更早期如中毒后 6 h 内进行高压氧治疗是否会有更好的疗效尚无直接报道[5-6]。本院神经外科开设高压氧治疗快速绿色通道,可 24 h 急诊开舱。本研究分析 2015 年 1 月至 2018 年 6 月收治的包括中毒后 6 h 内的不同时机高压氧治疗急性 CO 中毒的临床疗效数据,探讨高压氧治疗中毒 6 h 内超早期干预的临床价值。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性分析本院高压氧治疗中心从 2015 年 1 月至 2018 年 6 月收治的急性 CO 中毒患者。纳入标准:①中毒在 24 h 以内;②未在其他医院行高压氧治疗;③中毒程度为中重度者。参考中国职业病诊断标准及相关文献将中重度中毒定义为:患者有不同程度的意识障碍;有神经系统阳性体征表现,如疼痛刺激反应迟钝、浅反射消失、病理征阳性等;血内 HbCO 在 20%~50%;可伴发脑梗死、脑水肿、心肌损伤、肝肾功能异常等并发症[7-9]。

对满足以上条件的患者按首次高压氧治疗时间分 3 组:超早期组,中毒后早于 6 h;早期组,中毒后 6~12 h;普通组,中毒后>12~24 h。共入组患者 136 例,各组患者基本情况见表 1。

表 1 中重度 CO 中毒患者基本情况及治疗次数

组别	n	性别(男/女,例)	年龄/岁	治疗次数
超早期组	39	21/18	39.8±13.5	28.6±5.7
早期组	51	24/27	41.3±12.8	30.1±7.2
普通组	46	22/24	40.7±12.1	35.2±6.4

中毒到首次治疗平均时间,超早期组为 4.2 h(2.5~6 h)、早期组为 9.2 h(6~12 h)、普通组为 17.4 h(>12~24 h)。3 组患者在性别及年龄分布、中毒程度上比较差异无统计学意义,具有可比性。

1.2 治疗方案

患者均住院治疗,及时实施积极的对症支持治疗,如维持吸道通畅、纠正心律失常、控制血压、抗惊厥、促进脑细胞代谢、防治脑水肿以及抗炎等。对确诊患者立即实施高压氧治疗。氧舱为烟台冰轮高压氧舱厂生产的空气加压治疗舱,治疗方案为:治疗压力 0.20 MPa,升压 20 min,稳压戴面罩吸氧 30 min 2 次,中间改吸空气 5 min,减压 20 min。患者入院前 12 h 给予 2 次高压氧治疗,此后每日 1 次,10 次为 1 疗程,疗程间休息 3 d。各组高压氧总治疗次数差异无统计学意义($P>0.05$,表 1)。

1.3 治疗效果评判

患者在首次高压氧治疗前、每疗程治疗结束后及总疗程治疗结束后进行功能及生活能力评价。患者症状恢复程度评判标准:①完全恢复:患者意识清楚,神经系统阳性体征消失,运动感觉、语言思维、记忆力、计算力等恢复正常,各脏器功能正常,无头痛头晕等不适表现;②部分恢复:患者症状及中毒体征有明显改善,但未恢复到中毒前的正常状态,仍有一定程度的智能、意识或运动障碍,或遗留头痛、头晕等不适症状;③未恢复:患者症状及中毒体征无明显改善,甚至恶化。

评分指标:采用格拉斯哥昏迷指数(Glasgow Coma Scale, GCS)、简易智力状态量表(mini mental state examination, MMSE)以及 Barthel 指数(Barthel index,

BI)对各组患者治疗前后的神经功能和日常生活活动能力进行评定。患者治疗结束后1年门诊及电话追踪随访并统计CO中毒后迟发性脑病(delayed encephalopathy after carbon monoxide poisoning, DEACMP)发生率。迟发性脑病判定标准为:患者意识障碍恢复正常一段时间后再次出现不同程度的精神异常和智能障碍,如痴呆、情绪异常、言语错乱、行为怪癖、记忆力和认知能力明显减退,大多数患者出现不自主运动、大小便失禁、肌力增高、静止性震颤以及全身麻痹或偏瘫等神经椎体外系症状。颅脑核磁共振检查可发现脑皮质信号改变,脑室不同程度增大;脑电波多以弥漫性δ波为主,α波消失。

1.4 统计学分析

采用SPSS 21.0统计软件,计量资料以$\bar{x}\pm s$表示,组内治疗前后比较及组间比较采用t检验;计数资料以百分比表示,组间比较采用χ^2检验。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组患者治疗后症状恢复程度

在高压氧治疗结束后对各组症状恢复程度进行评估,完全恢复的比例超早期组明显好于普通组及早期组,而症状未恢复的比例普通组明显多于超早期组及早期组($P<0.05$,表2);治疗总有效率(完全恢复+部分恢复)超早期组为92.3%,与早期组的88.2%无显著性差异,明显好于普通组的69.6%($P<0.05$)。

表2 中重度CO中毒症状恢复程度[例(%)]

组别	n	完全恢复	部分恢复	未恢复
超早期组	39	17(43.5)^{ab}	19(48.7)	3(7.7)^{ab}
早期组	51	16(31.4)	29(56.8)	6(11.7)^{a}
普通组	46	8(17.4)	24(52.2)	14(30.4)

a:$P<0.05$,与普通组比较;b:$P<0.05$,与早期组比较

2.2 各组神经功能评分情况

高压氧治疗前后GCS评分改善值、MMSE评分、BI评分3个评分指标上超早期组均显著优于普通组,在MMSE评分上也好于早期组($P<0.05$),早期组在MMSE评分及BI评分上优于普通组($P<0.05$,表3~5)。

表3 中重度CO中毒患者治疗前后GCS评分改善情况($\bar{x}\pm s$)

组别	n	治疗前	治疗后	改善值
超早期组	39	9.72±3.40	14.57±1.84	4.85±1.13^{a}
早期组	51	10.05±4.35	13.92±2.77	3.87±1.62
普通组	46	9.84±3.93	12.85±3.15	3.01±1.74

a:$P<0.05$,与普通组比较

表4 中重度CO中毒患者治疗前后MMSE评分改善情况($\bar{x}\pm s$)

组别	n	治疗前	治疗后	改善值
超早期组	39	5.58±7.52	24.59±10.58	19.01±6.44^{ab}
早期组	51	6.22±8.16	20.27±12.31	14.05±7.87^{a}
普通组	46	5.91±6.82	18.25±14.74	12.34±7.82

a:$P<0.05$,与普通组比较;b:$P<0.05$,与早期组比较

表5 中重度CO中毒患者治疗前后BI评分改善情况($\bar{x}\pm s$)

组别	n	治疗前	治疗后	改善值
超早期组	39	20.34±13.24	95.82±18.25	75.48±15.43^{a}
早期组	51	22.14±15.81	89.38±21.45	68.24±14.89^{a}
普通组	46	25.58±17.45	80.16±23.25	54.58±11.25

a:$P<0.05$,与普通组比较

2.3 死亡及迟发性脑病发生率

所有患者中毒后1年随访,超早期组及早期组各死亡1例、普通组死亡3例,死亡患者均有基础疾病如糖尿病、冠心病及脑梗死等。超早期组发生迟发性脑病2例(5.1%),早期组发生7例(13.7%),普通组发生14例(30.4%)。

3 讨论

CO主要来自于含碳物质的不完全燃烧,因其无色无味,极易导致吸入过多,引起全身性中毒。CO在体内与血红蛋白的结合能力是O_2结合能力的240倍,会严重阻碍O_2与血红蛋白的结合,导致组织细胞发生缺血缺氧性损伤。同时CO还抑制氧合血红蛋白的解离,使氧离曲线左移,进一步减小组织氧分压。尽管近年来研究发现氧化自由基损伤、细胞毒性、免疫及炎症反应等机制也在CO中毒中起到一定作用[4,10-11],但由CO吸入导致的组织缺氧无疑是机体损伤最主要的因素和起始因素。中毒后进行高浓度氧气治疗能促进碳氧血红蛋白解离,加速体内CO排出,能对急性CO中毒进行"病因性"的治疗。而相比吸常压纯氧,高压氧治疗能使体内的CO排出速度加快50%。因此,急性CO中毒后行高压氧治疗已被广泛接受,为国内外的治疗指南及共识所推荐。如2012年由高春锦教授牵头组织国内专家制订的中国《CO中毒临床治疗指南》中建议"对所有CO急性中毒患者在有条件时尽早给予高压氧治疗,以及时排出体内CO,促进患者清醒,减轻机体缺氧性损伤,降低迟发脑病发生率",推荐意见为B级[12]。在最新的2018年中华医学会高压氧分会关于"高压氧治疗适应证与禁忌证的共识"中对CO中毒高压氧治疗给出A类推荐,证据等级为1a级[13]。

美国权威 CO 中毒治疗权威专家 HAMPSON 等[14]指出:CO 中毒患者伴随意识丧失、心肌缺血样改变、神经损害、明显代谢性酸中毒、碳氧血红蛋白大于 25%者推荐高压氧治疗。

对 CO 中毒后高压氧治疗什么时候介入对患者预后最佳,各指南及专家共识无明确说明。从理论上讲,高压氧治疗介入越早对组织缺氧及后续的毒性瀑布作用的改善效果可能越好,但需要直接的临床数据支持[4-5,15]。很多研究证实了在中毒后 12 h 内接受高压氧治疗具有更好的疗效[5-6,16]。如郭伶俐等[6]统计分析在中毒后 12 h 内实施高压氧治疗总有效率达到 90.2%,显著高于对照组 12 h 外的 64.7%;不良事件仅有 2 例,也明显少于对照组的 9 例。目前尚未有比中毒后 12 h 内这个时间段更早期进行高压氧治疗的大宗病例报道,原因可能在于两个方面:一是 CO 中毒具有隐蔽性,患者不容易第一时间被发现并及时送往医院;二是大多数医院并未常规开展 24 h 急诊高压氧治疗的绿色通道,患者送医后只能在第 2 天常规时间才开始首次高压氧治疗。相较常压氧疗,高压氧治疗具有更高的供氧及促进 CO 排出效率,在中毒后尽可能早的进行高压氧治疗很可能使患者有更好的预后。因此,研究中毒后 6 h 内的超早期高压氧治疗效果具有重要的临床意义[5,17-18]。

相比轻型患者,中重度 CO 中毒患者由于血内 HbCO 含量高,使相关脏器特别是神经系统缺氧严重,导致显著的器质性损害。患者有明显的意识障碍和阳性体征表现,如疼痛刺激反应迟钝、浅反射消失、病理征阳性等,如不及时解除缺氧,常伴发脑梗死、脑水肿等严重并发症而导致患者死亡[3,18]。因此,急性中重度 CO 中毒患者的抢救时间窗尤为珍贵,直接关系到患者的生存与生活质量。本中心实施 24 h 专人值班制度,开展了急诊高压氧治疗的绿色通道,中重度 CO 中毒患者可在就医半小时内进行首次高压氧治疗,因而积累了相当数量中毒小于 6 h 的治疗病例资料。按首次高压氧治疗介入时机,我们对患者进行分层分组,比较他们在症状恢复程度、生活行为能力以及远期并发症率情况。同其他研究一样,中毒后 6~12 h 内早期实施高压氧治疗的患者恢复程度优于 12 h 以后才实施首次高压氧治疗的患者。更进一步的是,本研究结果显示中毒 6 h 内实施超早期高压氧治疗治疗的患者预后不仅显著优于中毒 12 h 以后才实施的患者,而且在症状完全恢复的比例、MMSE 评分两项关键指标上也好于中毒后 6~12 h 就诊的早期治疗患者,证实急性中重度 CO 中毒后 6 h 内实施高压氧治疗使患者受益更多、预后最佳。本研究为临床提供了 CO 中毒 6 h 内超早期实施高压氧治疗相关数据,为高压氧超早期干预治疗提供参考。

CO 中毒后行高压氧治疗的最适压力及疗程上尚没有统一的标准。在治疗压力上美欧大部分采用 3 ATA(1 ATA = 100 kPa),如美国国家监测系统 2008-2011 年数据显示:接受高压氧治疗的急性 CO 中毒患者中,69%治疗压力为 3.0 ATA[19]。而国内为了保证治疗安全,避免发生副作用,一般常用较低的 2.0~2.5 ATA。高压氧治疗压力升高与患者体内 CO 排出速度呈相关性,但压力超过 2.8 ATA 后,提高治疗压力,CO 的半清除时间就不再明显减少,而相关的气压伤、减压病等副作用的风险增大。因此,实践中对治疗压力的选择需要结合患者情况综合考虑,慎重选择。对中重度急性 CO 中毒患者采取 WEAVER 等[17]报道的首次治疗压力 3.0 ATA,以快速排出体内残存的 CO,后续治疗将压力降到 2.0 ATA 可能使患者最为受益。在总疗程上,国内外治疗差异较大。美国 HAMPSON 等[14]报道的专家共识中建议:CO 中毒高压氧治疗最大次数不超过 3 次,后续转常压氧疗。国内一般根据患者临床症状,给予高压氧连续治疗直至 CO 中毒症状完全消失。一般轻症建议治疗 10~20 次,重症可给予 20~40 次乃至以上治疗[6,12,20]。本研究选择的治疗压力及总治疗次数与国内主流方式一致,但我们会在患者首次高压氧治疗后的 12 h 内再次给予 1 次急诊高压氧治疗,这可能更有利于体内 CO 的尽早排除。

本研究存在以下不足:这是一项回顾性分析,存在选择偏倚、回忆偏倚等;治疗过程中患者还进行了辅助的药物治疗,因此存在混杂偏倚;本文数据来自单一中心,存在单中心分析偏倚。下一步有必要开展多中心的前瞻性随机对照试验或队列研究,以更准确评估超早期高压氧干预对急性 CO 中毒患者预后的影响。

综上所述,本研究结果显示:急性中重度 CO 中毒后进行高压氧治疗效果显著,介入的时机越早疗效越好;高压氧治疗中心开展急性 CO 中毒 24 h 绿色通道,争取在 6 h 内进行首次治疗,能使患者预后更好,值得推广。

参考文献:

[1] EICHHORN L, THUDIUM M, JÜTTNER B. The diagnosis and treatment of carbon monoxide poisoning[J]. Dtsch Arztebl Int, 2018, 115(51/52): 863-870. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0863.

[2] 邓晓, 吴春眉, 蒋炜, 等. 2006-2008 年全国伤害监测老年伤害病例分布特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2010, 31(8): 890-893. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.08.013.

DENG X, WU C M, JIANG W, *et al*. Analysis of poisoning cases from China National Injury Surveilance System, 2006-2008[J]. Clin J Epidemiol, 2010, 31(8): 890-893. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.08.013.

[3] NAKAJIMA M, ASO S, MATSUI H, *et al*. Hyperbaric oxygen therapy and mortality from carbon monoxide poisoning: A nationwide observational study[J]. Am J Emerg Med, 2019. [Epub ahead of print]. DOI: 10.1016/j.ajem.2019.02.009.

[4] ROSE J J, WANG L, XU Q Z, *et al*. Carbon monoxide poisoning: pathogenesis, management, and future directions of therapy[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2017, 195(5): 596-606. DOI:10.1164/rccm.201606-1275ci.

[5] LIAO S C, MAO Y C, YANG K J, *et al*. Targeting optimal time for hyperbaric oxygen therapy following carbon monoxide poisoning for prevention of delayed neuropsychiatric sequelae: A retrospective study[J]. J Neurol Sci, 2019, 396: 187-192. DOI:10.1016/j.jns.2018.11.025.

[6] 郭伶俐, 李贝. 一氧化碳中毒不同时段行高压氧治疗的效果评估[J]. 中国疗养医学, 2018, 27(12): 1292-1293. DOI:10.13517/j.cnki.ccm.2018.12.024.
GUO L L, LI B. Evaluation of the effect of hyperbaric oxygen therapy in different periods of carbon monoxide poisoning[J]. Chin J Convalescent Med, 2018, 27(12): 1292-1293. DOI:10.13517/j.cnki.ccm.2018.12.024.

[7] HAMMOND S, PHILLIPS J A. Carbon monoxide poisoning [J]. Workplace Health Saf, 2019, 67(1): 47-48. DOI: 10.1177/2165079918810672.

[8] LIAO S C, MAO Y, HUNG Y, *et al*. Predictive role of QTc prolongation in carbon monoxide poisoning-related delayed neuropsychiatric sequelae[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 2543018. DOI:10.1155/2018/2543018.

[9] LIN M, LIN C C, YANG C C, *et al*. Myocardial injury was associated with neurological sequelae of acute carbon monoxide poisoning in Taiwan[J]. J Chin Med Assoc, 2018, 81(8): 682-690. DOI:10.1016/j.jcma.2017.12.006.

[10] LO IACONO L, BOCZKOWSKI J, ZINI R, *et al*. A carbon monoxide-releasing molecule (CORM-3) uncouples mitochondrial respiration and modulates the production of reactive oxygen species[J]. Free Radic Biol Med, 2011, 50(11): 1556-1564. DOI:10.1016/j.freeradbiomed.2011.02.033.

[11] THOM S R, BHOPALE V M, HAN S T, *et al*. Intravascular neutrophil activation due to carbon monoxide poisoning[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2006, 174(11): 1239-1248. DOI:10.1164/rccm.200604-557OC.

[12] 葛环, 高春锦,赵立明,等. 一氧化碳中毒临床治疗指南(四)[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2013, 20(5): 356-358. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2013.05.025.
GE H, GAO C J, ZHAO L M,*et al*. Guidelines for clinical treatment of carbon monoxide poisoning[J]. Chin J Naut Med Hyperbar Med, 2013, 20(5): 356-358. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2013.05.025.

[13] 中国人民解放军总医院第六医学中心. 中华医学会高压氧分会关于"高压氧治疗适应证与禁忌证"的共识(2018版)[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2019,26(1): 1-5. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2019.01.001.
The Sixth Center of Chinese PLA General Hospital, Beijing. "Consensus on indications and contraindications of hyperbaric oxygen therapy" in hyperbaric oxygen branch of Chinese Medical Association[J]. Chin J Naut Med Hyperbar Med, 2019,26(1): 1-5. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1009-6906.2019.01.001.

[14] HAMPSON N B, PIANTADOSI C A, THOM S R, *et al*. Practice recommendations in the diagnosis, management, and prevention of carbon monoxide poisoning[J]. Am J Respir Crit Care Med, 2012, 186(11): 1095-1101. DOI:10.1164/rccm.201207-1284CI.

[15] ALTINTOP I, AKCIN M E, TATLI M, *et al*. Factors that influence the decision for hyperbaric oxygen therapy (HBOT) in cases of carbon monoxide poisoning: a retrospective study[J]. Ann Burns Fire Disasters, 2018, 31(3): 168-173.

[16] ÖZGÖK-KANGAL M K, KARATOP-CESUR I, AKCALI G, *et al*. Requests for emergency hyperbaric oxygen treatment for carbon monoxide poisoning in Ankara, Turkey[J]. Diving Hyperb Med, 2016, 46(3): 176-180.

[17] WEAVER L K, HOPKINS R O, CHAN K J, *et al*. Hyperbaric oxygen for acute carbon monoxide poisoning[J]. N Engl J Med, 2002, 347(14): 1057-1067. DOI:10.1056/NEJMoa013121.

[18] WANG W Q, CHENG J C, ZHANG J, *et al*. Effect of hyperbaric oxygen on neurologic sequelae and all-cause mortality in patients with carbon monoxide poisoning: A meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Med Sci Monit, 2019, 25: 7684-7693. DOI:10.12659/MSM.917065.

[19] HAMPSON N B, DUNN S L, YIP F Y, *et al*. The UHMS/CDC carbon monoxide poisoning surveillance program: three-year data[J]. Undersea Hyperb Med, 2012, 39(2): 667-685.

[20] 董云, 姜艳芝,阎岩,等. 高压氧治疗一氧化碳中毒迟发性脑病疗效的影响因素分析[J]. 中国康复医学杂志, 2010,25(6):579-581.
DONG Y, JIANG Y Z, YAN Y,*et al*. Analysis of factors influencing the efficacy of hyperbaric oxygen in the treatment of delayed encephalopathy caused by carbon monoxide poisoning[J]. Chin J Rehabil Med, 2010,25(6):579-581.

(**收稿**:2019-10-09;**修回**:2019-11-28)

(编辑 吴培红)