

# 高压氧治疗抑郁症的效果及机制研究进展

肖林<sup>1</sup>, 张小梅<sup>2</sup>, 吴凯<sup>3</sup>, 王陆<sup>1\*</sup>

(1. 成都市第四人民医院, 四川 成都 610036;

2. 电子科技大学, 四川 成都 611731;

3. 成都市温江区人民医院, 四川 成都 611130

\*通信作者: 王陆, E-mail: luckylu15@163.com)

**【摘要】** 目前, 高压氧疗法因副作用少且操作方便的特点, 可作为治疗抑郁症的潜在方法。本文通过综述高压氧治疗抑郁症的临床应用现状和作用机制, 以期对抑郁症治疗新策略的制定提供参考。高压氧疗法现已作为抑郁症患者的有效疗法, 可通过调节下丘脑-垂体-肾上腺轴、抑制神经炎症以及增强突触可塑性, 进而改善抑郁症患者的临床症状。高压氧疗法作为抗抑郁药物的联合治疗方法, 在一定程度上有助于改善治疗效果。

**【关键词】** 高压氧; 抑郁症; 神经炎症; 突触可塑性

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



微信扫描二维码

听独家语音释文

与作者在线交流

中图分类号: R749.4

文献标识码: A

doi: 10.11886/scjsws20230208003

## Research progress in the effectiveness and mechanism of hyperbaric oxygen therapy for depression

Xiao Lin<sup>1</sup>, Zhang Xiaomei<sup>2</sup>, Wu Kai<sup>3</sup>, Wang Lu<sup>1\*</sup>

(1. The Fourth People's Hospital of Chengdu, Chengdu 610036, China;

2. University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China;

3. Wenjiang District People's Hospital of Chengdu, Chengdu 611130, China

\*Corresponding author: Wang Lu, E-mail: luckylu15@163.com)

**【Abstract】** Hyperbaric oxygen therapy characterized by fewer side effects and simple operation has been explored as a potential therapy for depression. This article provides a review of researches relevant to current clinical application and mechanism of hyperbaric oxygen therapy for depression, aiming to provide valuable references for the formulation of new strategies for the treatment of depression. Hyperbaric oxygen therapy has been demonstrated to be useful as an adjunctive therapy for depression, which can effectively alleviate depression by regulating the homeostasis of hypothalamus-pituitary-adrenal axis, inhibiting inflammation and enhancing synaptic plasticity. And hyperbaric oxygen therapy as adjuvant to antidepressants for depression can contribute to increasing the treatment effectiveness to some extent.

**【Keywords】** Hyperbaric oxygen; Depression; Neuroinflammation; Synaptic plasticity

近年来, 随着经济的高速发展、社会竞争的加剧以及社会压力的逐渐增大, 抑郁症发病率逐年上升。流行病学调查表明, 2020年抑郁症全球患病人数增加了约0.53亿, 年度增幅约为27.6%<sup>[1]</sup>。抑郁症的致病因素涉及遗传和应激事件等, 具有高发病率、高复发率和高自杀率的特点, 已成为全球关注的公共卫生问题之一<sup>[2]</sup>。目前, 抑郁症的主要治疗方式包括药物治疗和心理干预。然而, 部分患者对以上治疗的依从性欠佳, 治疗效果不理想<sup>[3]</sup>, 故迫切需要开发一种安全有效的治疗抑郁症的新策略。

高压氧疗法是让患者在高压氧舱中呼吸纯氧或高浓度氧, 通过提高氧分压, 增加组织中氧含量

以改善组织代谢平衡的治疗方法<sup>[4]</sup>。作为一种操作方便且副作用少的物理治疗方法, 高压氧疗法不仅被应用于一氧化碳中毒、脊髓受损等缺血或缺氧相关疾病的治疗, 也被广泛应用于改善患者的睡眠质量、认知功能和焦虑状态<sup>[5]</sup>。对抑郁障碍患者而言, 睡眠质量、认知功能受损以及存在焦虑症状是其主要临床表现, 故推测高压氧在抑郁症的治疗中可能具有一定潜力。本文从高压氧治疗抑郁症的临床应用现状和作用机制两个方面, 探讨其在抑郁症治疗中的潜力, 为后续抑郁症治疗新策略的制定提供参考。

# 1 资料与方法

## 1.1 资料来源与检索策略

### 1.1.1 资料来源

于 2023 年 12 月 1 日在万方数据库、中国知网和 PubMed 进行检索。检索时限为建库至 2023 年 12 月 1 日。

### 1.1.2 检索策略

检索关键词:高压氧(hyperbaric oxygen)、抑郁症(depression)、机制(mechanism)。中文检索式:((高压氧)and(抑郁症))、((高压氧)and(抑郁症)and(机制))。英文检索式:((hyperbaric oxygen)and(depression))、((hyperbaric oxygen therapy)and(depression)and(mechanism))。

## 1.2 文献纳入与排除标准

由四名研究者共同制定文献的纳入与排除标准。纳入标准:①公开发表的中英文文献;②内容涉及高压氧治疗抑郁症及其作用机制研究的文献;③研究设计类型为随机对照试验。排除标准:①无法获取全文的文献;②结果数据不全的文献;③重复发表的文献。

## 1.3 文献筛选与质量评估

由两名研究者剔除重复文献,通过阅读文献标题和摘要进行初步筛选,删除无关文献。再仔细阅读全文进行复筛。由第一作者和通信作者交叉复审,对纳入的文献进一步筛选。采用 Cochrane 协作网偏倚风险评价标准对随机对照研究进行质量评价。因纳入文献的同质性较差,不适合进行 Meta

分析,故仅做定性描述。

# 2 结果

## 2.1 纳入文献的基本情况

初步检索共获取文献 593 篇,其中中文文献 495 篇,英文文献 98 篇。剔除重复文献 189 篇,阅读文献标题和摘要后,排除 355 篇;阅读文献全文进行复筛,排除 34 篇。最终纳入文献 15 篇。文献筛选流程见图 1。

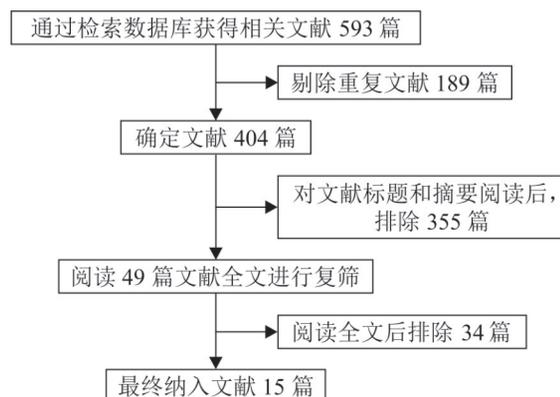


图 1 文献筛选流程图

Figure 1 Flow chart of literature screening

## 2.2 纳入文献基本信息

纳入的 15 篇文献共包括研究对象 1 617 例。3 篇将高压氧作为单一疗法,12 篇将高压氧作为联合疗法进行对照研究。纳入文献基本特征见表 1。

## 2.3 纳入文献质量评价

在纳入的 15 篇文献中,8 篇为中等质量,另外 7 篇未明确对研究人员实施盲法,质量评价为低。纳入文献质量评价结果见表 2。

表 1 纳入文献基本特征

Table 1 Characteristics of the included literature

纳入文献	干预措施		研究对象	样本量	评定工具	研究结果
	研究组	对照组				
翁明辉等 <sup>[6]</sup> 2021 年	高压氧联合草酸艾司西酞普兰	草酸艾司西酞普兰	老年抑郁症患者	70	HAMD	研究组接受高压氧联合草酸艾司西酞普兰治疗后,HAMD 评分低于对照组,治疗有效率高于对照组
张伟等 <sup>[7]</sup> 2020 年	高压氧联合阿戈美拉汀	阿戈美拉汀	老年抑郁症患者	136	HAMD	高压氧联合阿戈美拉汀可改善老年抑郁症患者焦虑和抑郁症状,降低血清 TNF- $\alpha$ 、IL-1 $\beta$ 水平
孟玉洁等 <sup>[8]</sup> 2021 年	高压氧联合阿戈美拉汀	高压氧联合阿戈美拉汀	抑郁症患者	172	HAMD	阿戈美拉汀联合高压氧治疗后,抑郁症患者血清 miR-324-5p 相对表达量降低与疗效差有关
周贺等 <sup>[9]</sup> 2021 年	高压氧疗法	帕罗西汀	抑郁症患者	90	HAMD	高压氧治疗抑郁症的效果优于帕罗西汀,且不良反应较少
段慧君等 <sup>[10]</sup> 2020 年	高压氧联合西酞普兰	西酞普兰	抑郁症睡眠障碍患者	140	HAMD	高压氧联合西酞普兰可降低抑郁症睡眠障碍患者血清 IL-1、IL-6、TNF- $\alpha$ 、皮质醇水平,改善抑郁状况和睡眠质量

续表 1:

纳入文献	干预措施		研究对象	样本量	评定工具	研究结果
	研究组	对照组				
柏静 <sup>[11]</sup> 2018 年	高压氧联合 护理干预	常规治疗与护理	产后抑郁症患者	96	HAMD	高压氧联合护理干预,有助于改善 产后抑郁症患者的抑郁情况
张莺 <sup>[12]</sup> 2017 年	高压氧联合常规 治疗与护理	常规治疗与护理	产后抑郁症患者	94	HMAD	高压氧联合常规治疗与护理有助于缓解产后 抑郁症患者的抑郁症状,提高生活质量
陈代进等 <sup>[13]</sup> 2015 年	高压氧联合常规 治疗与护理	常规治疗与护理	产后抑郁症患者	122	HAMD	高压氧联合常规治疗与护理可减轻 患者的抑郁和焦虑症状
郑晓秋等 <sup>[14]</sup> 2013 年	单纯高压氧治疗、高 压氧联合帕罗西汀	帕罗西汀	抑郁症患者	84	HAMD	高压氧联合抗抑郁药物的治愈率最高, 单纯高压氧治疗抑郁症有效,不良反应小
胡蕊等 <sup>[15]</sup> 2013 年	高压氧联合 帕罗西汀	帕罗西汀	伴睡眠障碍的 抑郁症患者	80	HAMD	高压氧联合帕罗西汀对抑郁性睡眠障碍的 治疗效果优于单用帕罗西汀
廖晃怡等 <sup>[16]</sup> 2010 年	高压氧联合 帕罗西汀	帕罗西汀	围绝经期抑郁症患者	65	HAMD	高压氧联合帕罗西汀对围绝经期抑郁症有效
王珊珊等 <sup>[17]</sup> 2012 年	高压氧联合度洛 西汀和常规护理	度洛西汀联合 常规护理	老年男性抑郁症患者	168	HAMD	高压氧联合常规治疗可降低老年男性 抑郁症患者 HAMD 评分
厉建萍等 <sup>[18]</sup> 2008 年	高压氧联合 帕罗西汀	帕罗西汀	抑郁症患者	92	HAMD	高压氧联合帕罗西汀可改善抑郁症患者 特质性认知功能损害
朱国奎等 <sup>[19]</sup> 2005 年	高压氧疗法	氟西汀	抑郁症患者	60	HAMD	高压氧治疗抑郁症起效较快,不良反应少
刘新波 <sup>[20]</sup> 2013 年	高压氧联合耳穴 压豆及常规治疗与 常规护理	常规治疗与 常规护理	产后焦虑抑郁症患者	148	SDS	在常规治疗和护理的基础上加用耳穴压豆联合 高压氧,可缓解产后焦虑抑郁症状

注:HAMD,汉密尔顿抑郁量表;TNF- $\alpha$ ,肿瘤坏死因子;IL-1 $\beta$ ,白细胞介素-1 $\beta$ ;SDS,抑郁自评量表

表 2 质量评价结果  
Table 2 Results of literature quality assessment

纳入文献	随机序列的 产生	分配隐藏	对受试者 实施盲法	对试验人员 实施盲法	结果数据的 完整性	选择性报告 研究结果	其他偏倚来源	质量评价
翁明辉等 <sup>[6]</sup> 2021 年	低	中	高	中	低	低	无	低
张伟等 <sup>[7]</sup> 2020 年	低	中	中	中	低	低	无	中
孟玉洁等 <sup>[8]</sup> 2021 年	低	低	中	中	低	低	低	中
周贺等 <sup>[9]</sup> 2021 年	低	中	低	低	低	低	无	中
段慧君等 <sup>[10]</sup> 2020 年	低	高	中	低	低	低	低	低
柏静 <sup>[11]</sup> 2018 年	低	中	中	低	低	低	低	中
张莺 <sup>[12]</sup> 2017 年	低	中	中	低	低	低	低	中
陈代进等 <sup>[13]</sup> 2015 年	低	高	中	低	低	低	低	低
郑晓秋等 <sup>[14]</sup> 2013 年	低	中	低	低	低	低	低	中
胡蕊等 <sup>[15]</sup> 2013 年	低	中	低	中	低	低	低	低
廖晃怡等 <sup>[16]</sup> 2010 年	低	中	低	低	低	低	低	中
王珊珊等 <sup>[17]</sup> 2012 年	低	中	低	中	低	低	低	低
厉建萍等 <sup>[18]</sup> 2008 年	低	中	低	低	低	低	低	中
朱国奎等 <sup>[19]</sup> 2005 年	低	中	中	低	低	低	低	低
刘新波 <sup>[20]</sup> 2013 年	低	中	中	低	低	低	低	低

## 2.4 高压氧在抑郁症治疗中的临床应用

作为一种操作方便且副作用少的物理治疗方法,高压氧有助于增加脑组织中的氧压,改善抑郁症状<sup>[21]</sup>,已成为治疗抑郁症的潜在方法。在高压氧治疗抑郁症的研究中,患者多为脑卒中、脑外伤等脑

部器质性病变后存在抑郁症状的患者。如一名伴严重抑郁和焦虑症状的帕金森患者,拒绝药物治疗后进行高压氧治疗,患者精神症状明显改善<sup>[22]</sup>。对卒中后抑郁患者的研究表明,高压氧疗法可降低抑郁症状严重程度<sup>[23]</sup>。高压氧疗法也适用于未出现脑

部器质性病变或无颅脑外伤史的抑郁发作患者,有助于改善患者的睡眠质量和认知功能。对老年抑郁症患者的研究结果表明,在常规治疗的基础上联用高压氧治疗,临床疗效明显提升<sup>[9]</sup>。高压氧疗法可增加血脑屏障的通透性,增加体内抗抑郁药物的有效浓度,缩短抗抑郁药物的起效时间<sup>[10]</sup>。

高压氧治疗抑郁症的不良反应较少,安全性较好,尤其适用于无法接受药物治疗的患者,如产后抑郁症患者<sup>[12]</sup>。目前,关于单用高压氧治疗抑郁症的研究有限、样本量较小,故其作为单一疗法对抑郁症的治疗效果,有待进一步探究。

在临床实践过程中,高压氧治疗方案的制定需重点关注:压力过高易造成气压伤或红细胞损害,即高压氧可能产生不良反应。在不超过大气压 300 Kpa 的环境下少于 2 h,高压氧治疗的副作用较小<sup>[24]</sup>。关于高压氧疗法应用于抑郁症治疗中的最佳压力、持续时间和频率的选择,有待进一步探索。

## 2.5 高压氧治疗抑郁症的作用机制

### 2.5.1 维持下丘脑-垂体-肾上腺(HPA)轴稳态

HPA 轴为机体内稳态调节和应激反应应答的内分泌轴,对生物体适应外界环境及维持机体稳态具有重要作用。外界应激是抑郁症发病的潜在危险因素,故 HPA 轴稳态调节与抑郁症病理相关,且 HPA 轴的活跃程度与抑郁症状严重程度呈正相关<sup>[25]</sup>。高压氧可通过增加血液中溶解氧浓度,调节组织功能以缓解抑郁导致的激素水平过高或过低,进而维持 HPA 轴稳态。血氧饱和度的升高会诱导下丘脑、垂体、肾上腺系统的激活,促进肾上腺素、多巴胺、甲状腺激素分泌,从而缓解情绪低落等抑郁症状<sup>[26]</sup>。动物研究表明,高压氧疗法可通过降低促肾上腺皮质激素和蛋白受体的表达而缓解抑郁样行为<sup>[27]</sup>。此外,高压氧疗法有助于调节催乳素、促卵泡激素、促黄体生成激素、皮质醇及雌二醇水平<sup>[28]</sup>。高压氧联合文拉法辛可提高卒中后抑郁患者血浆肾上腺素水平,促进患者生活能力和运动功能恢复<sup>[29]</sup>。因此,通过调节 HPA 轴,缓解抑郁患者的激素水平可能是高压氧疗法缓解抑郁症状的途径之一。

### 2.5.2 抑制神经炎症

炎症是机体响应外界所做出的反应,炎症失衡为抑郁症发病的重要病理。抑郁症患者的促炎细胞因子表达较高,而抗炎细胞因子表达较低<sup>[30]</sup>。有研究表明,促炎细胞因子表达与抑郁症状严重程

度呈正相关,帕罗西汀和文拉法辛等抗抑郁药物有助于降低促炎细胞因子与抗炎细胞因子的比值<sup>[31-32]</sup>。此外,血浆中炎症因子已被作为抑郁症的潜在生物标志物<sup>[33]</sup>。鉴于炎症在抑郁症致病机制中的作用,靶向炎症治疗已成为抗抑郁治疗方法的研究重点。高压氧作用于抑郁症的炎症途径可通过分子和细胞水平体现。在分子水平上,高压氧可通过作用于促炎和抗炎细胞因子的比值,调节炎症稳态。Lim 等<sup>[34]</sup>研究表明,高压氧可通过减少肿瘤坏死因子 $\alpha$ (TNF- $\alpha$ )等促炎细胞因子的表达,减少创伤性脑损伤大鼠的抑郁样行为。高压氧可通过增强白介素 4(IL-4)和白介素 10(IL-10)等抗炎细胞因子的表达以改善认知功能<sup>[35]</sup>。临床研究表明,接受高压氧联合阿戈美拉汀治疗的老年抑郁症患者血清 TNF- $\alpha$  和白介素-1 $\beta$ (IL-1 $\beta$ )水平低于单用阿戈美拉汀治疗者<sup>[7]</sup>。高压氧联合西酞普兰也有助于降低伴睡眠障碍的抑郁患者血清 IL-1、IL-6、TNF- $\alpha$  和皮质醇水平,并改善抑郁症状和睡眠质量<sup>[10]</sup>。以上研究提示,高压氧可通过调节炎症因子表达,促进炎症稳态,进而发挥抗抑郁作用。

### 2.5.3 增强突触可塑性

突触可塑性的增强是大脑发育所必需的生理过程。神经递质与神经营养因子均为调节突触可塑性的重要因子,是抑郁症病理的生理基础<sup>[36]</sup>。临床研究表明,抑郁患者 5-羟色胺、多巴胺和脑源性神经营养因子表达较低<sup>[25]</sup>。动物研究也表明,抗抑郁药物如经典药物氯胺酮能通过改善突触可塑性、修复关键的神经环路,进而发挥抗抑郁作用<sup>[37]</sup>。因此,突触可塑性受损为抑郁症的重要病理机制,可作为抑郁症治疗方法研发的重要靶点。氧气具有一定的神经保护作用,大脑缺氧会导致神经系统严重损伤。高压氧可通过提升血氧饱和度、调节突触可塑性、维持相关基因和蛋白水平表达等缓解抑郁症状。Tai 等<sup>[38]</sup>研究表明,高压氧疗法对改善应激模型大鼠神经元损伤的效果优于常压氧疗法。高压氧疗法通过基质细胞衍生因子和趋化因子增强脑源性神经营养因子的表达,以缓解神经功能受损<sup>[39]</sup>。高压氧疗法作为抑郁症的辅助治疗方式,其在突触可塑性调节的研究主要集中于神经再生方向。高压氧治疗可促进神经元的增殖与分化,降低凋亡相关蛋白的表达,提高突触可塑性<sup>[40]</sup>。此外,高压氧可与经颅磁刺激协同增效,修复脑神经受损,增强皮质神经兴奋性,改善卒中后抑郁患者的症状<sup>[41]</sup>。微小核糖核酸-324-5p(miR-324-5p)参与大脑海马

区的神经元分化过程,该分子的表达与阿戈美拉汀联合高压氧治疗抑郁症的效果相关<sup>[8]</sup>。以上研究表明,提高突触可塑性可能是高压氧治疗抑郁症的重要机制之一。

### 3 小 结

综上所述,高压氧疗法作为一种相对安全、不良反应少、操作简便的治疗方法,在抑郁症的治疗中极具潜力。高压氧可通过调节 HPA 轴、抑制神经炎症以及调节突触可塑性等发挥作用,进而缓解抑郁症状。临床研究虽已表明高压氧联合抗抑郁药物是治疗抑郁症的有效方法,但由于样本量较少,且主要集中于老年抑郁症患者,故关于高压氧治疗抑郁症的效果有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] COVID-19 Mental Disorders Collaborators. Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic [J]. *Lancet*, 2021, 398(10312): 1700-1712.
- [2] Marwaha S, Palmer E, Suppes T, et al. Novel and emerging treatments for major depression[J]. *Lancet*, 2023, 401(10371): 141-153.
- [3] Yeung KS, Hernandez M, Mao JJ, et al. Herbal medicine for depression and anxiety: a systematic review with assessment of potential psycho-oncologic relevance[J]. *Phytother Res*, 2018, 32(5): 865-891.
- [4] Kirby JP, Snyder J, Schuerer DJE, et al. Essentials of hyperbaric oxygen therapy: 2019 review[J]. *Mo Med*, 2019, 116(3): 176-179.
- [5] Ishihara A. Mild hyperbaric oxygen: mechanisms and effects[J]. *J Physiol Sci*, 2019, 69(4): 573-580.
- [6] 翁明辉,曹宇.高压氧治疗老年抑郁症患者的临床疗效观察[J]. *健康之友*, 2021(3): 56.  
Weng MH, Cao Y. Observation on the clinical effect of hyperbaric oxygen in the treatment of senile depression [J]. *Healthful Friend*, 2021(3): 56.
- [7] 张伟,刘海燕.高压氧联合阿戈美拉汀治疗老年抑郁症患者 68 例疗效观察[J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2020, 27(3): 275-278.  
Zhang W, Liu HY. Effect of hyperbaric oxygen combined with agomelatine on elderly patients with depression [J]. *Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine*, 2020, 27(3): 275-278.
- [8] 孟玉洁,蔺晶,李玉焕.阿戈美拉汀联合高压氧治疗抑郁症患者血清 miR-324-5p 表达量的变化及意义[J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2021, 28(6): 749-753, 766.  
Meng YJ, Lin J, Li YH. Changes and its significance in the expression of serum miR-324-5p in patients with depression treated by agomelatine combined with hyperbaric oxygen [J]. *Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine*, 2021, 28(6): 749-753, 766.
- [9] 周贺.高压氧舱治疗抑郁症患者的临床效果[J]. *医疗装备*, 2021, 34(3): 128, 130.  
Zhou H. Clinical effect of hyperbaric oxygen chamber on depression patients [J]. *Chinese Journal of Medical Device*, 2021, 34(3): 128, 130.
- [10] 段慧君,王萍芝,李爱萍,等.高压氧联合西酞普兰治疗抑郁症睡眠障碍患者的临床疗效观察[J]. *中华航海医学与高气压医学杂志*, 2020, 27(1): 46-49.  
Duan HJ, Wang PZ, Li AP, et al. Clinical effects of hyperbaric oxygen combined with citalopram on sleep disorders in patients with depression [J]. *Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine*, 2020, 27(1): 46-49.
- [11] 柏静.高压氧联合护理干预对产后抑郁症的影响[J]. *中外女性健康研究*, 2018(21): 165, 197.  
Bai J. Effect of hyperbaric oxygen combined with nursing intervention on postpartum depression [J]. *Women's Health Research*, 2018(21): 165, 197.
- [12] 张莺.观察高压氧联合护理干预对产后抑郁症的影响[J]. *中国卫生标准管理*, 2017, 8(4): 173-174.  
Zhang Y. Observation the effect of hyperbaric oxygen and nursing intervention on postpartum depression[J]. *China Health Standard Management*, 2017, 8(4): 173-174.
- [13] 陈代进,张代平,罗兴燕,等.高压氧联合护理干预对产后抑郁症的影响[J]. *国际精神病学杂志*, 2015, 42(4): 75-79.  
Chen DJ, Zhang DP, Luo XY, et al. Hyperbaric oxygen in combination with the influence of nursing intervention on postpartum depression [J]. *Journal of International Psychiatry*, 2015, 42(4): 75-79.
- [14] 郑晓秋,向汉周,王利,等.高压氧在治疗抑郁症中的应用研究[J]. *四川医学*, 2013, 34(8): 1132-1134.  
Zheng XQ, Xiang HZ, Wang L, et al. The applied research about hyperbaric oxygen therapy on patients with depression[J]. *Sichuan Medical Journal*, 2013, 34(8): 1132-1134.
- [15] 胡蕊,王志峰,游道峰,等.帕罗西汀联合高压氧治疗抑郁症患者睡眠障碍的临床疗效[J]. *临床荟萃*, 2013, 28(6): 630-632.  
Hu R, Wang ZF, You DF, et al. Curative effect observations of paroxetine combined with hyperbaric oxygen in patients of depression with sleep disorders [J]. *Clinical Focus*, 2013, 28(6): 630-632.
- [16] 廖晃怡,黄怀.高压氧联合帕罗西汀治疗围绝经期抑郁症 33 例疗效观察[J]. *海南医学*, 2010, 21(23): 17-19.  
Liao HY, Huang H. Clinical effect of hyperbaric oxygen therapy plus paroxetine for perimenopause related [J]. *Hainan Medical Journal*, 2010, 21(23): 17-19.
- [17] 王珊珊,张红,罗学胜,等.高压氧治疗对老老年男性抑郁症患者 HAMD 评分的影响及临床疗效[J]. *中国现代医生*, 2012, 50(31): 143-144.  
Wang SS, Zhang H, Luo XS, et al. Score of HAMD effect and clinical therapeutic observati of hyperbaric oxygen therapy on elderly male patients with major depression [J]. *China Modern Doctor*, 2012, 50(31): 143-144.
- [18] 厉建萍,付春芬.高压氧联合帕罗西汀治疗抑郁症患者认知功

- 能损害 46 例效果观察[J]. 齐鲁护理杂志, 2008, 14(21): 9-11.
- Li JP, Fu CF. Observation on the effect of hyperbaric oxygenation combined with Paroxetine in the treatment of the harm of cognitive function of 46 patients with depressive disorder [J]. Journal of Qilu Nursing, 2008, 14(21): 9-11.
- [19] 朱国奎, 缪金生, 李祥仁. 高压氧治疗抑郁症临床研究[J]. 神经疾病与精神卫生, 2005, 5(4): 302-304.
- Zhu GK, Miao JS, Li XR. Clinical study on hyperbaric oxygen therapy for depression [J]. Journal of Neuroscience and Mental Health, 2005, 5(4): 302-304.
- [20] 刘新波. 耳穴压豆联合高压氧对产后焦虑并抑郁症患者的疗效研究[J]. 山东医学高等专科学校学报, 2013, 35(6): 439-442.
- Liu XB. The effect of the combined use of ear pressure beans and hyperbaric oxygen on postnatal anxiety and depression [J]. Journal of Shandong Medical College, 2013, 35(6): 439-442.
- [21] Bloch Y, Belmaker RH, Shvartzman P, et al. Normobaric oxygen treatment for mild-to-moderate depression: a randomized, double-blind, proof-of-concept trial [J]. Sci Rep, 2021, 11(1): 18911.
- [22] Xu JJ, Yang ST, Sha Y, et al. Hyperbaric oxygen treatment for Parkinson's disease with severe depression and anxiety: a case report [J]. Medicine (Baltimore), 2018, 97(9): e0029.
- [23] Liang XX, Hao YG, Duan XM, et al. Hyperbaric oxygen therapy for post-stroke depression: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2020, 195: 105910.
- [24] Sen S, Sen S. Therapeutic effects of hyperbaric oxygen: integrated review [J]. Med Gas Res, 2021, 11(1): 30-33.
- [25] Mikulska J, Juszczak G, Gawrońska-Grzywacz M, et al. HPA axis in the pathomechanism of depression and schizophrenia: new therapeutic strategies based on its participation [J]. Brain Sci, 2021, 11(10): 1298.
- [26] Yuan C, Zhang L, Hao Y, et al. Magnetic resonance imaging to evaluate the recovery effects of cerebral nerve function in comprehensive treatment of poststroke depression by intelligent algorithm-based hyperbaric oxygen therapy [J]. Comput Intell Neurosci, 2022, 2022: 6214223.
- [27] 张婧子, 彭超, 李娅, 等. 高压氧对急性一氧化碳中毒大鼠下丘脑-垂体-肾上腺轴的作用研究[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2021, 28(1): 1-4, 38.
- Zhang JZ, Peng C, Li Y, et al. Effects of hyperbaric oxygen on the hypothalamic-pituitary-adrenal axis in rats with acute carbon monoxide poisoning [J]. Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric Medicine, 2021, 28(1): 1-4, 38.
- [28] 熊继滨, 邹龔. 高压氧治疗对颅脑创伤后急性期患者下丘脑-垂体-肾上腺轴功能及预后影响[J]. 创伤与急危重病医学, 2022, 10(5): 348-350, 355.
- Xiong JB, Zou Y. Effect of hyperbaric oxygen therapy on hypothalamic-pituitary-adrenal axis function and prognosis in patients with acute traumatic brain injury [J]. Trauma and Critical Care Medicine, 2022, 10(5): 348-350, 355.
- [29] 荆睿, 贾博, 郝永连. 高压氧联合文拉法辛治疗脑卒中后抑郁症的效果及对日常生活能力和运动功能的影响[J]. 中华航海医学与高气压医学杂志, 2023, 30(1): 24-28.
- Jing R, Jia B, Hao YL. Effects of hyperbaric oxygen combined with venlafaxine on post-stroke depression and its impact on activities of daily living and motor function [J]. Chinese Journal of Nautical Medicine and Hyperbaric, 2023, 30(1): 24-28.
- [30] Liu JJ, Wei YB, Strawbridge R, et al. Peripheral cytokine levels and response to antidepressant treatment in depression: a systematic review and meta-analysis [J]. Mol Psychiatry, 2020, 25(2): 339-350.
- [31] Carboni L, McCarthy DJ, Delafont B, et al. Biomarkers for response in major depression: comparing paroxetine and venlafaxine from two randomised placebo-controlled clinical studies [J]. Transl Psychiatry, 2019, 9(1): 182.
- [32] Kofod J, Elfving B, Nielsen EH, et al. Depression and inflammation: correlation between changes in inflammatory markers with antidepressant response and long-term prognosis [J]. Eur Neuropsychopharmacol, 2022, 54: 116-125.
- [33] Yang L, Cao M, Tian J, et al. Identification of plasma inflammatory markers of adolescent depression using the omics platform [J]. J Inflamm Res, 2023, 16: 4489-4501.
- [34] Lim SW, Sung KC, Shiue YL, et al. Hyperbaric oxygen effects on depression-like behavior and neuroinflammation in traumatic brain injury rats [J]. World Neurosurg, 2017, 100: 128-137.
- [35] Gottfried I, Schottlender N, Ashery U. Hyperbaric oxygen treatment—from mechanisms to cognitive improvement [J]. Biomolecules, 2021, 11(10): 1520.
- [36] Bruijninks SJE, van Grootheest G, Cuijpers P, et al. Working memory moderates the relation between the brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and psychotherapy outcome for depression [J]. J Psychiatr Res, 2020, 130: 424-432.
- [37] Zanos P, Gould TD. Mechanisms of ketamine action as an antidepressant [J]. Mol Psychiatry, 2018, 23(4): 801-811.
- [38] Tai PA, Chang CK, Niu KC, et al. Attenuation of heat-induced hypothalamic ischemia, inflammation, and damage by hyperbaric oxygen in rats [J]. J Neurotrauma, 2021, 38(8): 1185-1192.
- [39] Meng XL, Hai Y, Zhang XN, et al. Hyperbaric oxygen improves functional recovery of rats after spinal cord injury via activating stromal cell-derived factor-1/CXC chemokine receptor 4 axis and promoting brain-derived neurotrophic factor expression [J]. Chin Med J (Engl), 2019, 132(6): 699-706.
- [40] Hsu HT, Yang YL, Chang WH, et al. Hyperbaric oxygen therapy improves Parkinson's disease by promoting mitochondrial biogenesis via the SIRT-1/PGC-1 $\alpha$  pathway [J]. Biomolecules, 2022, 12(5): 661.
- [41] 许万春. 经颅磁刺激联合高压氧治疗卒中后抑郁的临床观察 [J]. 现代诊断与治疗, 2021, 32(18): 2964-2966.
- Xu WC. Clinical observation of transcranial magnetic stimulation combined with hyperbaric oxygen in the treatment of post-stroke depression [J]. Modern Diagnosis and Treatment, 2021, 32(18): 2964-2966.

(收稿日期: 2023-02-08)

(本文编辑: 陈霞)