

负离子化学制氧机对人体抗缺氧效果的实验研究

王珂雅^{1,2} 孙启强³ 邱力军^{1△}

(1 第四军医大学生物医学工程学院 陕西 西安 710032 ;

2 莲湖区卫生监督所 陕西 西安 710032 3 西安市公安消防支队 陕西 西安 710032)

摘要 目的:在模拟高原环境下,对比研究自主开发的负离子化学制氧机在模拟高原环境下对机体的抗缺氧效果。方法:将40名受试对象随机分为2组,分别为T₁、T₂组,每组20人。使两组受试对象进入高原模拟舱,并在舱中模拟海拔5000m的高原环境,利用Philips MP20多参数检测仪监测受试对象的血氧饱和度(SpO₂)以及心率(HR)。待其稳定后,T₁组使用传统化学制氧机供氧,T₂组使用负离子化学制氧机供氧,两组供氧装备的氧气流量相同。观察并记录供氧后T₁、T₂组SpO₂和HR的稳定值以及到达稳定值所需的时间。结果:T₁、T₂组供氧后的SpO₂和HR较供氧之前均有显著差异(P<0.05);T₂组供氧后SpO₂和HR到达稳定值所需的时间显著小于T₁组(P<0.05)。结论:负离子化学制氧机具有明显的抗缺氧效果,能快速改善机体的缺氧状态,抗缺氧效率显著高于传统的化学制氧机。

关键词 化学制氧;负离子;血氧饱和度;心率

中图分类号:R318.6 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2012)23-4467-03

The Study of Anti Hypoxia Effects of Chemical Oxygen Generator with Anion

WANG Ke-ya^{1,2}, SUN Qi-qiang³, QIU Li-jun^{1△}

(1 Department of Biomedical Engineering, The Fourth Military Medical University, Xi'an, Shaanxi 710032, China; 2 Lianhu District Health Authority, Shaanxi 710032, China; 3 Xi'an Municipal Detachment of Public Security of Fire Control, Xi'an, Shaanxi 710032, China)

ABSTRACT Objective: We studied the anti hypoxia effects of a new chemical oxygen generator with anion in the simulated high altitude environment. **Methods:** 40 subjects were divided randomly into 2 groups which was named T₁ and T₂, each group contains 20 subjects. We asked both of the 2 groups entered the low pressure chamber and simulated the altitude of 5000m in it, then monitored the subjects' Pulse Oxygen Saturation (SpO₂) and heart rate (HR). After that, we gave T₁ group oxygen produced by traditional chemical oxygen generator, T₂ group oxygen produced by chemical oxygen generator with anion; the airflow of each generator is the same. Then we observed the changes of SpO₂ and HR and record the dates when they are steady and the time they cost to be steady. **Results:** After the supplement of oxygen, subjects' SpO₂ and HR can be found significant different from before (P<0.05). Compared with the T₂ group, the SpO₂ and HR of subjects of T₁ group cost significant little time to reach steady state (P<0.05). **Conclusion:** Chemical oxygen generator with anion can help to improve the physical condition of the body and is more efficient than the traditional chemical generator.

Key words: Chemical oxygen; Anion; SpO₂; HR

Chinese Library Classification: R318.6 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2012)23-4467-03

前言

高原地区由于有较高的海拔,从而导致大气压强下降,氧分压降低。近年来,随着我国经济的不断发展,由低海拔地区进入高原的人不断增多,初入高原人群由于不适应高原环境而引起高原病的情况也随之增多。高原医学研究者发现,及时地对初入高原人群进行氧疗,可以缓解机体不适,促进高原习服过程^[1,2]。目前,国内制氧技术主要分为化学制氧法和富氧膜制氧法。化学制氧法由于成本较低,制氧纯度较高,制氧量大而被部分高原固定制氧站所采用^[3,4]。

负离子是指在宇宙射线、紫外线、微量元素辐射、雷击闪电

等作用下,气体分子失去一部分围绕原子核旋转的最外层电子,形成自由电子,自由电子与其它气体分子结合后,从而形成带负电荷的负离子。负离子有镇静、催眠、镇痛、镇咳、止痒、利尿、增食欲、降血压之效^[5]。同时,根据文献报道,吸入负离子30分钟后,肺组织能够增加吸收氧气20%,多排出二氧化碳14.5%,有效提高机体对氧的吸收效率^[6,7]。我们基于化学制氧方法,结合负离子发生器,研制出具有自主知识产权的负离子化学制氧机,并在模拟高原环境下,通过人体实验,探讨其在低氧环境下对人体的影响和抗缺氧效率。

1 材料与方法

1.1 研究对象

常驻低海拔地区(西安,海拔400m)健康男性40人,年龄22~28周岁,体重65~75公斤,身高165~185cm。所有受试者实验前经体检确认健康,一周内未服用任何药物,均自愿参与本次实验。

作者简介:王珂雅(1985-)女,硕士研究生,Tel:15829922225

E-mail: 369587795@qq.com

△通讯作者:邱力军(1962-)男,博士,副教授,硕士生导师,

Tel: (029)84774848 E-mail: qiu lij@fmmu.edu.cn

(收稿日期:2011-11-25 接受日期:2011-12-23)

1.2 仪器与材料

高原模拟舱, Philips MP30 多参数监护仪, S050113 导线, SpO₂ 指夹, 负离子化学制氧机 秒表。

1.2.1 Philips MP30 多参数监护仪 Philips MP30 多参数监护仪是一种用于对临床患者快速监护血压、呼吸、SpO₂、体温、HR 和心输出量等参数的高精度监护仪。该监护仪灵敏度高, 操作简单方便, 设计紧凑, 可同时对被测对象的多项生理指标同时进行检测, 并可外接打印设备, 实时记录监护信息。是对人体进行无创实验检测 SpO₂ 与 HR 的首选检测仪器。

1.2.2 负离子化学制氧机 由本课题组研制开发, 仪器以化学制氧药品和水为原料进行化学反应产氧, 产生的氧气先流经缓冲室稳定气体流量, 再通过加湿罐进行加湿处理, 最终进入外接输氧管, 在外接输氧管的进气口处加装一个负离子发生器, 使氧气与负离子混合后对人体进行供氧。该仪器质量轻, 产氧浓度高, 使用方便。

1.3 实验方法与步骤

将 40 名受试对象随机分为 2 组, 分别为 T₁、T₂ 组, 每组 20 人。使两组受试对象进入高原模拟舱, 并在舱中模拟海拔 5000 m 的高原环境, 30 min 后, 待受试者的血氧饱和度(SpO₂) 以及心率(HR)达到稳定, 利用 Philips MP20 多参数检测仪监测两组受试对象的 SpO₂ 以及 HR。测量完毕后, T₁ 组使用传统化学制氧机供氧, T₂ 组使用负离子化学制氧机供氧, 设置两组供氧装备的氧气流量相同, 同时开始计时, 待两组受试对象的 SpO₂ 以

及 HR 达到稳定, 观察并记录供氧后 T₁、T₂ 组 SpO₂ 和 HR 的稳定值以及到达稳定值所需的时间 t₁、t₂。

1.4 SpO₂ 与 HR 测量后的处理

为了减少随机误差, 在模拟高原环境下, 在使用供氧设备进行供氧前后均测得三组 SpO₂ 与 HR 数据, 分别对这三组数据取平均值, 作为最终的 SpO₂ 与 HR 值并进行统计学分析。

1.5 统计学分析

所有数据均以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 利用 SPSS11.0 软件对使用传统化学制氧机与负离子化学制氧机前后的 SpO₂ 与 HR 数据进行配对 t 检验, 对使用化学制氧机后受试者的 SpO₂ 与 HR 和使用负离子化学制氧机后的 SpO₂ 与 HR 以及它们达到稳定状态的时间 t₁、t₂ 进行成组 t 检验。显著性检验标准为 P<0.05。

2 结果

2.1 模拟高原环境下 T₁、T₂ 组受试者供氧前后 SpO₂ 与 HR 的变化

在模拟海拔 5000m 的环境下, 由于受试者之直接暴露于低氧分压环境, 因此机体的 SpO₂ 呈下降, 为满足机体对氧的需求, HR 代偿性加快, 两组受试者分别使用传统化学制氧机和负离子化学制氧机进行供氧后, SpO₂ 显著上升, HR 显著下降, 差异有统计学意义(P<0.05)。这说明, 在模拟高原环境下, 传统化学制氧机与负离子化学制氧机均可有效缓解机体的缺氧状态, 达到抗缺氧的效果。

表 1 模拟海拔 5000m 的环境下 T₁ 组受试者供氧前后 SpO₂ 与 HR 的变化情况(n=20)
Table 1 The changes of SpO₂ and HR of T₁ group at the simulated altitude of 5000m (n=20)

	SpO ₂ (%)	HR(次 /min)
Before the use of traditional chemical oxygen	81± 1.77	103± 5.44
After the use of traditional chemical oxygen	96± 2.32*	82± 1.69*

注: 使用传统化学制氧机前后受试者 SpO₂ 与 HR 比较, *P<0.05。
Note: SpO₂ and HR before using traditional chemical oxygen generator compared with after, *P<0.05.

表 2 模拟海拔 5000m 的环境下 T₂ 组受试者供氧前后 SpO₂ 与 HR 的变化情况(n=20)
Table 2 The changes of SpO₂ and HR of T2 group at the simulated altitude of 5000m (n=20)

	SpO ₂ (%)	HR(次 /min)
Before using traditional chemical oxygen generator	80± 2.01	106± 5.19
After using traditional chemical oxygen generator	97± 1.92*	80± 3.69*

注: 使用负离子化学制氧机前后受试者 SpO₂ 与 HR 比较, *P<0.05。
Note: SpO₂ and HR before using traditional chemical oxygen generator compared with after, *P<0.05.

2.2 模拟高原环境下 T₁、T₂ 组受试者供氧后 SpO₂ 与 HR 以及 t₁、t₂ 的对比

在模拟海拔 5000 m 的环境下, T₁、T₂ 组受试者分别接受传统化学制氧机以及负离子化学制氧机供氧后的 SpO₂ 与 HR 差异不明显, 结果无统计学意义(P>0.05), 这说明, 传统化学制氧机与负离子化学制氧机可以达到相同的抗缺氧效果。但是 T₁、T₂ 组受试者供氧后的 SpO₂ 与 HR 达到稳定的时间 t₁、t₂ 却存在显著性差异, 具有统计学差异(P<0.05)。

综合上述的实验结果, 我们可以得出结论, 负离子化学制

氧机可以快速有效地改善模拟高原环境下机体的缺氧状态, 其抗缺氧效率高于传统的化学制氧机。

3 讨论与展望

当人体从平原环境进入高原环境时, 由于氧分压的降低, 从而导致机体血液中被氧结合的氧合血红蛋白(HbO₂)的容量占全部可结合的血蛋白(Hb)容量的百分比降低, SpO₂ 下降, 各组织器官产生缺氧反应, 导致组织损伤和器官功能下降, 机体产生一系列的不良反应^[8,9]; 另一方面, 为了满足机体各组织

表 3 模拟海拔 5000m 的环境下 T₁、T₂ 组受试者供氧后 SpO₂ 与 HR 以及 t₁、t₂ 的对比(n=40)
Table 3 After the supplement of oxygen, the comparison of SpO₂, HR and t₁, t₂ at the simulated altitude of 5000m (n=40)

	SpO ₂ (%)	HR(次 /min)	时间(s)
T ₁ group	96± 2.32	82± 1.69	604± 19.27(t ₁)
T ₂ group	97± 1.92	80± 3.69	813± 21.90(t ₂)*

注 :t₁ 与 t₂ 比较 ,*P<0.05。

Note: t₁ compared with t₂, *P<0.05.

器官对氧的需求 ,机体代偿性的增加心率 ,使心脏负荷加重 ,导致心肌肥大 ,心脏功能异常。这些都是引起高原适应不全的最主要原因 ,也是高原病的主要病因^[10]。

高原医学工作者经过长期的研究发现 ,在海拔 3000m 以上的高原环境中 ,氧气浓度每上升 1% ,相当于海拔高度下降 300m^[11]。因此 ,为初入高原的人群进行氧疗 ,是缓解机体不适和预防高原病的主要方法。我们研制成功的负离子化学制氧机 ,为机体供给带有负离子的氧气 ,使氧气分子与负离子结合 ,形成带有负电荷的氧气分子 ,在电荷的驱动作用下 ,能够更快的与血红蛋白相结合 ,快速随血液输送至机体的各组织器官 ,缓解机体缺氧症状。从本次实验的结果来看 ,负离子化学制氧机抗缺氧效率高 ,效果好 ,能快速改善机体的缺氧状态 ,是一种可靠的高原抗缺氧设备。相信随着对负离子进一步更深入的研究 ,它必将为解决更多的高原医学问题做出新的贡献。

参 考 文 献(References)

[1] Cudaback D.M. Four-km altitude effects on performance and health [J]. Publ. Astron. Soc. Pacific ,1984 ,96 :463-477
[2] West J.B. Prediction of barometric pressures at high altitudes with the use of model atmospheres [J]. Appl. Physiol,1996,81:1850-1854
[3] Takeshi Yamauchi. Effect of blood pH on plasma ammonia and lactate concentration during incremental exercise in men [J]. Advances in Exercise and Sports Physiology,1997,2(1):79-82
[4] Stanley WC. Myocardial lactate metabolism during exercise [J]. Med Sci Sports Exerc,1991,23(8):920-924

[5] Terman.M , Terman JS. Treatment of seasonal affective disorder with a high-output negative ionizer [J]. Journal of altercomplement Med, 1995,1(1):87-92
[6] Watanabe I , Noro H , Ohtsuka Y, et al. Physical effects of negative airions in a wet sauna[J]. Biometeorol,1997,40(2) :107-112
[7] 农钢 , 钮式如. 自然环境和一般室内空气负离子状况调查测定[J]. 环境与健康 ,1986,3(4):6-8
Nong Gang, Niu Shi-ru. The natural environment and the general survey of indoor air ions measurement [J]. Environment and Health, 1986,3(4):6-8
[8] 王伟 ,朱永安 ,张芳 ,等. 富氧室在高原对人体 PWC170 时心率及血氧饱和度的影响[J]. 高原医学杂志, 2002, 12(1): 5-7
Wang Wei, Zhu Yong-an, Zhang Fang, et al. oxygen-enriched room at high altitude on the human body PWC170 heart rate and oxygen saturation of [J]. Highland Medical Journal,2002,12 (1):5-7
[9] Lahiri S.. Dynamic aspects of regulation of ventilation in man during acclimatization to high altitude[J]. Respir. Physiol,1972,16:245-258
[10] 高钰琪 ,罗德成 ,牛文忠 ,等. 高原习服的评价标准与方法研究[J]. 第三军医大学学报, 2001, 23(12):1453-1454
Gao Yu-qi, Luo De-cheng, Niu Wen-zhong, et al. high altitude acclimatization evaluation criteria and method [J]. Journal of the Third Military Medical University,2001,23(12):1453-1454
[11] West J.B.. Oxygen enrichment of room air to relieve the hypoxia of high altitude[J]. Respir. Physiol,1995,99:225-232

(上接第 4475 页)

[12] Emoto K, Umeda M. Apoptosis by phosphatidylserine in mammalian cells[J]. Subcell Biochem,2002,36:61-77
[13] Fadok VA, Henson PM. Apoptosis: giving phosphatidylserine recognition an assist--with a twist[J]. Curr Biol,2003,13 (16):R655-657
[14] Schlegel RA, Williamson P. Phosphatidylserine, a death knell[J]. Cell Death Differ,2001,8 (6):551-563
[15] Nusbaum P, Laine C, Seveau S, Lesavre P, Halbwachs-Mecarelli L. Early membrane events in polymorphonuclear cell (PMN) apoptosis: membrane blebbing and vesicle release, CD43 and CD16 down-regulation and phosphatidylserine externalization[J]. Biochem Soc Trans, 2004,32 (Pt3):477-479
[16] van Engeland M, Nieland LJ, Ramaekers FC, Schutte B, Reutelingsperger CP. Annexin V-affinity assay: a review on an apoptosis detection system based on phosphatidylserine exposure[J]. Cytometry

1998,31 (1):1-9
[17] Vogel MW. Cell death, Bcl-2, Bax, and the cerebellum [J]. Cerebellum,2002,1(4):277-287
[18] Korsmeyer SJ, Shutter JR, Veis DJ, et al. Bcl-2/Bax: a rheostat that regulates an anti-oxidant pathway and cell death [J]. Semin Cancer Biol,1993,4 (6):327-332
[19] Abu-Qare AW, Abou-Donia MB. Biomarkers of apoptosis: release of cytochrome c, activation of caspase-3, induction of 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine, increased 3-nitrotyrosine, and alteration of p53 gene[J]. J Toxicol Environ Health B Crit Rev,2001,4 (3):313-332
[20] Porter AG, Janicke RU. Emerging roles of caspase-3 in apoptosis[J]. Cell Death Differ,1999,6 (2):99-104
[21] Johnson CR, Jarvis WD. Caspase-9 regulation: an update [J]. Apoptosis,2004,9 (4):423-427
[22] Kuida K. Caspase-9[J]. Int J Biochem Cell Biol,2000,32 (2):121-124