

高原作业环境对听力的影响

邹文进¹, 黄文捷², 袁伟¹

(1. 陆军军医大学第一附属医院 耳鼻咽喉科, 重庆 400038; 2. 中国人民解放军 73101 部队, 江苏 徐州 221100)

摘要: 高原环境具有低温、低氧的特点, 随着我国西部大开发战略的不断深入, 许多工作人员需要从低海拔区域快速进入高海拔区域, 此类人群, 极易因低温、低氧而导致人体生理机能的改变, 诱发心、脑、肾等多器官功能的损伤。耳蜗及听觉中枢对缺氧极为敏感, 缺氧可导致耳蜗微循环障碍进而导致听力下降。听力受损则会导致作业能力下降, 所以高原作业环境对听力的影响是我们不得不关注的一个问题, 本文通过文献复习的方式对这一问题进行初步论述。

关键词: 听力; 高原环境; 低温低氧
中图分类号: R764. 3

Influence of plateau working environment on hearing

ZOU Wenjin¹, HUANG Wenjie², YUAN Wei¹

(1. Department of Otolaryngology, First Affiliated Hospital of Army Military Medical University, Chongqing 400038, China; 2. Unit 73101 of PLA, Xuzhou 221100, China)

Abstract: The plateau environment is characterized by low temperature and low oxygen. With the deepening of China's Western Region Development Strategy, many workers need to quickly move from low-altitude areas to high-altitude areas. For these people, multiple organs function is reduced by physiological changes because of low temperature and hypoxia, which induce the damage of multi-organ functions such as heart, brain and kidneys. And the cochlea and auditory center are extremely sensitive to hypoxia, which can lead to cochlear microcirculation disorders and hearing loss. And hearing loss will lead to the decline of working ability. Therefore, we have to pay attention to the impact of altitude working environment on hearing. This paper preliminarily discusses this issue through literature review.

Keywords: Listening; Plateau environment; Low temperature and low oxygen

位于我国境内的青藏高原有“世界屋脊”之称, 其海拔高度 3 000 ~ 5 000 m, 平均海拔 4 000 m 以上, 环境具有低温、低氧的特点, 对于从低海拔地区快速进入高海拔地区的人, 极易诱发心、脑、肾等多器官功能的缺氧损伤。而耳蜗及听觉中枢对缺氧极为敏感^[1-2], 缺氧导致耳蜗微循环障碍进而导致听力下降, 这也是很多突发性耳聋发生的原因之一。

1 概述

随着海拔高度的增加, 大气压力逐渐下降, 从而导致海拔越高的地方空气越稀薄, 氧气含量也越低。

一般每升高 1 000 m, 气温下降约 6℃, 有的地区甚至每升高 150 m 可下降 1℃。这种情况下也就导致了高原的低温低氧环境。在对一些登山者的调查中发现, 在高海拔地带, 他们的听力或多或少都受到了一定的影响。国外记录显示, 在海拔 5 930 m 以上的受试者听力明显下降, 并且发现耳朵定位声波的能力在高海拔地区减弱^[3-5]。Fan 等^[6-7]的实验发现, 随着在高原环境中暴露时间的延长, 大鼠的听觉功能受到了一定的影响。

低氧对耳蜗细胞的不利影响是明确的。有研究者通过不同缺氧暴露时间对大鼠耳蜗的影响发现缺氧环境是导致耳蜗疾病及引起听力损失的原因之一。

基金项目: 教育部极端环境医学重点实验室开放课题(KL2019GY002)。
第一作者简介: 邹文进, 女, 在读硕士研究生, 住院医师。
通信作者: 袁伟, Email: weiyuan175@ sina. com

一,缺氧对耳蜗损伤是由蜗底部向蜗尖进行的,对耳蜗毛细胞的损伤是从耳蜗外毛细胞开始,继而进行性地损伤耳蜗内毛细胞,得出缺氧是导致耳蜗疾病及引起听力损失的原因之一^[6]。

低温对听力的影响目前缺乏实验数据研究,在最近的一项研究发现,听力障碍是接受低温治疗婴儿中常见的现象^[8-9]。大约 4.7% 的因缺氧缺血性脑病而接受低温治疗的婴儿在 18 个月时出现严重的听力损伤高于正常新生儿的发病水平^[10]。虽然既往研究表明,在针对缺血缺氧性脑病儿童的治疗中,低温可缓解短暂性耳蜗缺血后听力下降和毛细胞进行性丧失^[11],但是过度低温可能对耳蜗细胞存在潜在伤害^[12]。

在高原作业时,尤其是从事技术工作的人群,经常处于高度紧张状态,并需要保持极高的听觉敏感性,则耗氧量也相应增加,而高原环境无疑增加了人员保持良好工作状态的难度。所以,高原环境对作业人员的听力影响是一个值得关注的问题。

2 高原环境与听力损伤的相关机制

在对高原工作人员的血液样本分析中发现,在进驻高原早期,缺氧导致红细胞携氧量下降,机体末端微循环供氧量不足,各器官处于缺氧状态^[13]。耳蜗细胞电生理活动的正常进行需要钠通道和钙通道的参与。缺氧状态下,细胞代谢减慢,ATP 生成量减少,钠泵活动受阻, $\text{Na}^+ - \text{K}^+ - 2\text{Cl}^-$ 同向转运体无法将钾离子由血浆转入到耳蜗血管纹细胞内,进而使内淋巴内钾离子浓度降低,内淋巴内的正电位不能维持,继而导致听力传导受阻。同时,因为 ATP 生成量不足,导致 cAMP 浓度下降,细胞内信号通路激活受阻,继而加快细胞凋亡过程,进一步使耳蜗螺旋神经节神经元损伤,从而造成听力下降^[14]。所以在进入高原早期,耳蜗细胞受损以急性缺氧所致为主。在急性缺氧条件下,耳蜗细胞虽然未出现明显的形态学变化,但是正常电生理活动受阻,从而导致听力传导障碍。此时,尽早进行相关干预,可以防止耳蜗细胞进一步损伤。

随着高原习服,血液中的红细胞数量增加,血液黏稠度增加,血小板聚集性增高,使血流缓慢,进而导致微循环障碍^[15-16]。同时,低温条件下毛细血管收缩,这进一步加重了缺氧条件下的微循环障碍。这些不利因素使得组织灌注不足,进而导致耳蜗细胞受损。近年来有实验证据表明,耳蜗内的毛细胞

在进入高原后随着缺氧暴露时间的延长,耳蜗外毛细胞出现细胞膨大、变形、移位、细胞间距变宽,甚至细胞边界模糊或消失现象;耳蜗内毛细胞也随之出现了一定的形态学改变^[6]。这说明,在高原习服后,虽然机体代偿可以缓解心脏、肺、肾的缺氧情况,循环系统疾病及呼吸系统疾病的发病率较习服前降低,但慢性缺氧对耳蜗细胞的损伤并不能因此忽视。与急性缺氧对耳蜗细胞的直接损伤相比,进入高原后期以微循环障碍导致慢性缺氧损伤为主,并且耳蜗细胞形态学较前发生明显变化。相较于急性缺氧阶段,给予治疗后耳蜗细胞受损可能无法逆转。

无论是进入高原的初期还是后期,耳蜗细胞一直处于缺氧状态,长期缺氧则导致细胞凋亡相关基因表达增高。在王丽萍等^[17]的研究中,早期随着缺氧时间的增加,耳蜗细胞中凋亡基因 *BNIP3* 转录增强,抗凋亡基因 *Bcl-2* 和 *Bcl-w* 的 mRNA 水平轻度下降。而在缺氧晚期,主要是通过激活 *Caspase-3* 通路诱导细胞凋亡。耳蜗内的毛细胞类似于神经细胞,在凋亡基因激活以后,耳蜗细胞受损将不可逆转也不可再生,这也解释了在缺氧后期耳蜗细胞出现形态学变化的原因。所以,对于高原听力下降问题,我们应该早发现早治疗。

3 治疗

高原环境下听力下降的机制是缺氧导致微循环障碍和细胞水肿,所以治疗上以改善循环和减轻细胞水肿为主。因缺乏相关文献资料参考,高原条件下听力下降的治疗方法暂不明确。通过分析,高原听力下降属于感音神经性耳聋范畴,故根据感音神经性耳聋的治疗方法提出相关诊疗方案,例如高压氧治疗、激素冲击治疗、营养神经治疗等。

3.1 高压氧治疗

Frühwald 等^[18]通过不同的实验方法对豚鼠进行研究得出,在高压氧治疗下内耳的内、外淋巴液氧分压均提高,进而改善内耳听觉器官的缺氧状态,防止内耳、蜗核的毛细胞血管变性,促进毛细血管增生,建立侧支循环。其次高压氧可扩张椎动脉,增加内听动脉的血流量,提高内耳血氧含量,增强氧的代谢,使受损区的能量恢复正常,组织细胞膜 $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ 泵、 Ca^{2+} 泵的功能恢复,从而进一步减轻或消除内耳组织水肿^[19-20]。例如对突发性耳聋患者治疗时,高压氧舱压力一般维持在 0.1 ~ 0.2 MPa,纯氧面罩吸氧 30 min,间歇 10 min 后再继续给氧 30 min,整

个过程为1 h,1~2次/d,10次为一疗程^[21-26]。此用法具有参考价值。

3.2 激素冲击疗法

糖皮质激素具有免疫抑制及抗病毒作用,可以缓解血管内皮水肿,改善内耳的血液循环,从而缓解听力损伤。但是激素冲击疗法一般应用于突发性耳聋的治疗,对于慢性缺氧引起的听力下降疗效不明确^[27-28]。在高原环境下,耳蜗细胞受损是急性缺氧和慢性缺氧共同作用的过程。所以在听力受损早期可以尝试应用激素冲击治疗,但是在听力受损晚期,是否应用大剂量激素疗法有待考证。

3.3 营养性药物

在发现听力下降早期,可应用营养性药物缓解耳蜗细胞受损,减缓细胞凋亡过程。目前临床使用的药物有银杏叶提取物、鼠神经生长因子、ATP等。

高原环境下听力受损,以慢性缺氧所致耳蜗细胞受损为主。所以,我们在探讨治疗方案的同时,应当加强对急进高原的工作人员进行听力监测,在听力下降的早期进行介入治疗,避免听力进一步受损。相较于普通氧疗,高压氧疗下氧弥散距离更远,可以迅速使内耳细胞周围血氧含量升高,同时缓解缺氧所致血流速度减慢,从而改善血液循环,所以对于急进高原的人群,高压氧治疗可能具有预防听力受损作用,而高压氧治疗联合其他疗法可能对已出现的听力损伤有一定效果。

4 展望

综上所述,高原环境可对耳蜗造成一定损伤,进而导致听力进行性下降,所以其对作业人员听力的影响不容忽视。在高原医疗保障过程中,我们关注点集中在急性高原病的诊治方面,对于高原环境下听力潜在受损情况缺乏关注,并且对于如何针对听力受损进行防治也缺乏经验。高原环境下听力受损具有隐匿性,我们需要对进入高原人群的听力进行定期监测,并在听力下降早期及时采取干预措施。由于目前缺乏相关诊疗方案,所以还需通过实验论证等方式明确高原条件下听力受损机制,继而探讨出针对性的防治方法。

参考文献:

[1] Sonbay Yilmaz ND, Saka C, Oktay Arslan B, et al. The effect of hypoxia on hearing function[J]. Turk J Med Sci, 2019,49(5):

1450-1454.

- [2] Tabuchi K, Nishimura B, Tanaka S, et al. Ischemia-reperfusion injury of the cochlea: pharmacological strategies for cochlear protection and implications of glutamate and reactive oxygen species[J]. Curr Neuroparmacol, 2010,8(2):128-134.
- [3] Cingi C, Erkan AN, Rettinger G. Ear, nose, and throat effects of high altitude[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2010,267(3):467-471.
- [4] Rosenberg ME, Pollard AJ. Altitude dependent changes of directional hearing in mountaineers[J]. Br J Sports Med, 1992,26(3):161-165.
- [5] Singh D, Kochhar RC, Kacker SK. Effects of high altitude on inner ear functions[J]. Laryngol Otol, 1976,90(12):1113-1120.
- [6] Fan D, Ren H, Danzeng D, et al. Influence of high-altitude hypoxic environments on the survival of cochlear hair cells and spiral ganglion neurons in rats[J]. Biomed Rep, 2016,5(6):681-685.
- [7] Sonbay Yilmaz ND, Saka C, Alicura Tokgöz S, et al. Effects of acute hypoxia on auditory pathway of Wistar albino rats[J]. Turk J Med Sci, 2020,50(6):1580-1584.
- [8] Azzopardi D, Brocklehurst P, Edwards D, et al. The TOBY Study. Whole body hypothermia for the treatment of perinatal asphyxial encephalopathy: a randomised controlled trial[J]. BMC Pediatr, 2008,8:17.
- [9] Gluckman PD, Wyatt JS, Azzopardi D, et al. Selective head cooling with mild systemic hypothermia after neonatal encephalopathy: multicentre randomised trial[J]. Lancet, 2005,365(9460):663-670.
- [10] Fitzgerald MP, Reynolds A, Garvey CM, et al. Hearing impairment and hypoxia ischaemic encephalopathy: Incidence and associated factors[J]. Eur J Paediatr Neurol, 2019,23(1):81-86.
- [11] Watanabe F, Koga K, Hakuba N, et al. Hypothermia prevents hearing loss and progressive hair cell loss after transient cochlear ischemia in gerbils[J]. Neuroscience, 2001,102(3):639-645.
- [12] Smit E, Liu X, Gill H, et al. Factors associated with permanent hearing impairment in infants treated with therapeutic hypothermia[J]. J Pediatr, 2013,163(4):995-1000.
- [13] 王文明. 高原作业职业人群血细胞分析[J]. 工业卫生与职业病, 2015,5(41):387-393.
- [14] 王艳萍,朱贺,刘欢,等. 缺氧对乳鼠耳蜗螺旋神经节神经元外向电流的影响及其环磷酸腺苷、环磷酸鸟苷含量变化的研究[J]. 中国现代医学杂志, 2016,26(13):12-17.
- [15] 李年华,高亮,李彬,等. 海拔5000m以上男性健康习服青年血红蛋白和血氧饱和度参考值研究[J]. 国际检验医学杂志, 2018,39(2):204-206.
- [16] 措毛,甘青. 高海拔地区突发性耳聋的病因分析[J]. 高原医学杂志, 2015,25(4):39-41.
- [17] 王丽萍,王萍,杜波,等. 缺氧对体外培养大鼠耳蜗毛细胞的损伤作用[J]. 吉林大学学报(医学版), 2007,33(2):276-278.
- [18] Frühwald H, Köllner W, Prohaska O. Local pO₂ measurements in the cochlear perilymph of guinea pigs in oxygen and oxygen/carbon

- dioxide breathing (author's transl) [J]. Laryngol Rhinol Otol (Stuttg), 1979 58(9):731-736.
- [19] 易治,翁其彪. 新编高压氧医学教程[M]. 广州:暨南大学出版社, 2012:226-227.
- [20] 吴武. 高压氧联合药物治疗突发性耳聋对比研究[J]. 四川中医, 2013, 6(34): 135-136.
- [21] 李欢,乔月华,于宁. 高压氧与氧气防治噪声性耳聋的研究进展[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2016, 14(3): 212-216.
- [22] 赵彩梅. 高压氧治疗突发性耳聋的疗效观察[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(10): 1701-1702.
- [23] 王海燕. 高压氧结合药物治疗突发性耳聋的疗效分析[J]. 山西医药杂志, 2015, 44(15): 1788-1789.
- [24] 夏秀,张丽萍. 高压氧联合电针治疗突发性耳聋[J]. 实用医药杂志, 2015, 32(8): 727.
- [25] 许明,江青山,耿少筠. 高压氧辅助治疗突发性聋的预后及相关因素分析[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2019, 25(4): 423-426.
- [26] 余茜,李端超,钟时勋. 糖皮质激素在治疗突发性耳聋中的应用[J]. 中华耳科学杂志, 2020, 18(2): 394-398.
- [27] 付建梅. 鼓室注射类固醇激素联合改善微循环药物治疗突发性耳聋疗效观察[J]. 山西医药杂志, 2018, 47(1): 71-72.
- [28] 王胜利. 糖皮质激素与高压氧治疗高频下降型突发性耳聋的疗效分析[J]. 临床研究, 2020, 28(2): 72-73.
- (收稿日期: 2020-12-21)
- 本文引用格式:**邹文进, 黄文捷, 袁伟. 高原作业环境对听力的影响[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2021, 27(5): 611-614. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202103322
- Cite this article as:** ZOU Wenjin, HUANG Wenjie, YUAN Wei. Influence of plateau working environment on hearing[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2021, 27(5): 611-614. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202103322
- (上接第 610 页)
- [45] Hwang CS, Al Sharhan SS, Kim BR, et al. Randomized controlled trial of steroid-soaked absorbable calcium alginate nasal packing following endoscopic sinus surgery [J]. Laryngoscope, 2018, 128(2): 311-316.
- [46] Ha T, Valentine R, Moratti S, et al. The efficacy of a novel budesonide chitosan gel on wound healing following endoscopic sinus surgery[J]. Int Forum Allergy Rhinol, 2018, 8(3): 435-443.
- [47] Sow YL, Tang IP, Kho JPY, et al. Pilot study comparing steroid-impregnated and non-steroid-impregnated absorbable nasal dressing following endoscopic sinus surgery[J]. Med J Malaysia, 2018, 73(4): 244-248.
- [48] Goshtasbi K, Abouzari M, Abiri A, et al. Efficacy of steroid-eluting stents in management of chronic rhinosinusitis after endoscopic sinus surgery: updated meta-analysis[J]. Int Forum Allergy Rhinol, 2019, 9(12): 1443-1450.
- [49] Forwith KD, Chandra RK, Yun PT, et al. ADVANCE: a multisite trial of bioabsorbable steroid-eluting sinus implants[J]. Laryngoscope, 2011, 121(11): 2473-2480.
- [50] Smith TL, Singh A, Luong A, et al. Randomized controlled trial of a bioabsorbable steroid-releasing implant in the frontal sinus opening [J]. Laryngoscope, 2016, 126(12): 2659-2664.
- [51] Han JK, Marple BF, Smith TL, et al. Effect of steroid-releasing sinus implants on postoperative medical and surgical interventions: an efficacy meta-analysis[J]. Int Forum Allergy Rhinol, 2012, 2(4): 271-279.
- [52] Luong A, Ow RA, Singh A, et al. Safety and Effectiveness of a Bioabsorbable Steroid-Releasing Implant for the Paranasal Sinus Ostia: A Randomized Clinical Trial [J]. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg, 2018, 144(1): 28-35.
- [53] Kern RC, Stolovitzky JP, Silvers SL, et al. A phase 3 trial of mometasone furoate sinus implants for chronic sinusitis with recurrent nasal polyps[J]. Int Forum Allergy Rhinol, 2018, 8(4): 471-481.
- [54] Sanan A, Rabinowitz M, Rosen M, et al. Topical Therapies for Refractory Chronic Rhinosinusitis [J]. Otolaryngol Clin North Am, 2017, 50(1): 129-141.
- [55] Bury S, Singh A. Evaluation of a steroid releasing sinus implant for the treatment of patients undergoing frontal sinus surgery for chronic rhinosinusitis[J]. Expert Rev Med Devices, 2017, 14(2): 93-101.
- (收稿日期: 2021-01-07)
- 本文引用格式:**杨双元, 杨婷, 李陈, 等. 慢性鼻窦炎术后局部激素不同给药方式的研究进展[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2021, 27(5): 606-610, 614. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202121006
- Cite this article as:** YANG Shuangyuan, YANG Ting, LI Chen, et al. Research progress of local glucocorticoids administered in different ways after endoscopic sinus surgery for chronic sinusitis[J]. Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg, 2021, 27(5): 606-610, 614. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202121006