

高浓度空气负氧离子对小鼠有氧耐力水平的影响

王开伟 张恺 阳红林

【摘要】 目的 观察高浓度空气负氧离子对实验小鼠有氧耐力水平的影响。**方法** 采用随机数字表法将 45 只雄性小鼠分为高含量组、中含量组及低含量组,每组 15 只。高含量组、中含量组及低含量组小鼠分别在高、中、低负氧离子环境下进行力竭游泳运动,记录各组小鼠游泳持续时间;待力竭游泳运动结束后,上述 3 组小鼠分别在相应浓度负氧离子环境下休息 12 h,随后将其置于常态空气环境下再次进行力竭游泳运动,记录各组小鼠游泳持续时间。**结果** 3 组小鼠进行力竭游泳时长均随空气中负氧离子含量增高呈现递增趋势,在前、后 2 次力竭游泳实验中,发现高浓度组小鼠游泳时长[分别为(270.9±20.8) min 和(175.5±17.3) min]均表现最优,与其他 2 组小鼠间差异均具有统计学意义(均 $P<0.05$)。**结论** 空气中负氧离子含量对小鼠有氧运动耐力具有显著影响作用,高浓度空气负氧离子不仅能延长实验小鼠有氧耐力运动时长,同时也有利于运动疲劳后功能恢复。

【关键词】 负氧离子; 小鼠; 有氧耐力; 疲劳恢复

基金项目:河南省科技厅科研资助项目(132400411048)

Fund program:Project supported by Henan Provincial Science and Technology Department(132400411048)

有氧耐力是指机体长时间进行持续有氧供能的工作能力,是衡量机体健康状况及身体运动能力的重要指标,而决定机体有氧耐力的生理因素主要是运动时氧气供应和作为能量物质的糖原含量^[1]。从人体供氧角度分析,人体供氧能力好坏受制于肺通气功能、血液载氧能力、心脏射血能力及骨骼肌组织对氧的代谢能力等方面^[2-4],可见足够的氧供应是维持机体有氧运动能力的基础。目前涉及环境等外在因素对机体有氧耐力的影响鲜见报道,本研究拟探讨空气质量重要指标-空气负氧离子含量对机体有氧耐力水平的影响,现报道如下。

材料与方 法

一、实验对象

选取昆明种清洁级雄性小鼠 45 只,7 周龄,体重 21.7~25.3 g,体重均数为(23.5±1.4)g,均购自郑州大学医学院动物饲养中心,饲养期间小鼠均自由饮食。

二、分组及干预

采用随机数字表法将上述 45 只实验小鼠分为低含量组、中含量组及高含量组,每组 15 只小鼠。3 组实验小鼠分别在不同房间内(室温均为 23~25 ℃)进行无负重力竭性游泳运动,其中低含量组室内空气负氧离子含量控制在 40~50 个/cm³(该值为都市住宅封闭区常见数量);中含量组空气负氧离子含量控制在 2000 个左右/cm³(该值为都市公园常见数量);高含量组空气负氧离子含量控制在 20 万个左右/cm³(该值为森林瀑布区常见数量),各组小鼠活动环境除空气负氧离子含量不同外,其他环境因素均相同。各组小鼠进行力竭游泳运动时水温控制在(28±2)℃,水深为小鼠头部至尾尖长度 2 倍左右,运动期间人为控制小鼠保持游泳状态,以小鼠表现明显疲劳且下沉 5 s

为力竭标准,记录小鼠力竭游泳时长,游泳时间越长则表示小鼠有氧耐力水平越好。待各组小鼠首次力竭游泳实验结束后,让其分别在各自房间(各房间内空气负氧离子浓度保持恒定)内休息 12 h,期间自由进食(各组小鼠食料均相同);然后将各组小鼠置于通风常态空气环境下进行第 2 次力竭游泳实验,游泳实验要求及力竭标准同前,再次记录各组小鼠力竭游泳时长。

三、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,采用 SPSS 17.0 版统计软件包进行数据处理,多组间比较采用方差分析,两组间比较采用 *t* 检验, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

由表 1 数据可知,3 组小鼠首次进行力竭游泳时长随空气中负氧离子含量增高呈现递增趋势,且高含量组小鼠游泳时长明显超过低含量组及中含量组(均 $P<0.05$);另外 3 组小鼠在相应浓度负氧离子环境下休息 12 h 后,各组小鼠在常态空气环境下的力竭游泳时长随着休息期间负氧离子含量增高呈现递增趋势,并且高含量组小鼠在常态空气环境下的力竭游泳时长较 低含量组小鼠明显延长($P<0.05$)。

表 1 各组小鼠力竭游泳时长比较(min, $\bar{x}\pm s$)

组别	只数	负氧离子干预下力竭游泳时长	负氧离子干预 12 h 后常态空气下力竭游泳时长
低含量组	15	253.7±21.4 ^a	160.4±17.1 ^a
中含量组	15	262.5±22.1 ^a	166.1±16.8
高含量组	15	270.9±20.8	175.5±17.3

注:与高含量组相同时间点比较,^a $P<0.05$

认为是机体乳酸堆积引起肌肉工作能力下降,同时体内自由基增加也可引起肌细胞工作能力下降,从而引发运动性疲劳^[5-6]。众所周知,机体充足的氧供应是维持良好运动功能的基础;相关报道指出,实验小鼠于运动训练前吸入适量氧气,可减少体内乳酸产生,加快自由基清除,提高运动耐力;但如果吸入过量氧气则反而使细胞产生更多乳酸,体内自由基生成增多,清除变慢,从而加快机体产生疲劳^[6],可见吸氧量对运动性疲劳产生具有重要影响作用。

近年来空气负氧离子浓度对人体健康的影响已逐渐引起人们关注,世界卫生组织将空气中负氧离子含量作为评价空气质量的重要指标之一。相关研究指出,当空气中负氧离子含量低于 20 个/cm³ 时,人会感到倦怠、头昏脑胀;当空气中负氧离子含量达到 1 千~1 万个/cm³ 时,人会感到心平气和、平静安定;当空气中负氧离子含量超过 1 万个/cm³ 时,人通常会感到神清气爽、舒适惬意;若负氧离子含量在 10 万个/cm³ 以上时,则对人体具有镇静、止喘、去疲劳、调节神经系统功能等作用。基于负氧离子对人体上述影响作用,医学界也将空气中负氧离子称为“空气维生素”、“维他氧”、“长寿素”等,可见其对人体健康具有重要作用^[7-8]。

本研究以空气中负氧离子含量作为切入点,观察生活环境空气质量(即空气负氧离子含量)对实验小鼠有氧耐力水平的影响。由于机体有氧耐力水平多以长时间持续有氧代谢功能作为评价标准,故小负荷或无负荷力竭性运动时长是判断小鼠有氧运动耐力的主要方法^[9]。为尽量减少除空气负氧离子浓度干预外其他因素干扰,本研究选择鼠龄、体重、性别及种群均相匹配的小鼠进行无负荷力竭游泳运动,发现 3 组小鼠进行力竭游泳时长均随空气中负氧离子含量增高而延长,且高含量组小鼠游泳时长较低含量组及中含量组明显延长($P<0.05$);3 组小鼠待首次力竭游泳实验结束后,分别在相应浓度负氧离子环境下休息 12 h,然后在常态空气环境下再次进行力竭游泳运动,发现高含量组小鼠力竭游泳时长仍相对较好,较低含量组小鼠游泳时间明显延长($P<0.05$),提示高浓度空气负氧离子不仅能明显改善实验小鼠有氧耐力水平,并且也有利于小鼠运动疲劳后功能恢复。究其作用机制可能包括以下方面:高浓度负氧离子能提高肺交换时机体对氧的摄入量,充足的血氧供应能提高机体运动锻炼时耐受性,有利于延缓运动疲劳发生^[10];另一方面负氧离子会随着血液循环进入全身组织细胞内,并参与细胞内生物电活动,调整细胞膜离子转运并使之正常化,增强细胞内能量代谢^[11]。宛钟娜等^[12]研究指出,空气中负氧离子能激活人体多种酶活性,有利于增强机体代谢能力,提高能量供应水平,从而延缓疲劳产生;同时高浓度负氧离子还能促进机体运动后乳酸消除,加速运动疲劳后功能恢复。

综上所述,本研究结果表明,高浓度空气负氧离子能显著

提高实验小鼠有氧运动耐力,同时还能促进运动疲劳后功能恢复,提示空气负氧离子浓度对机体有氧运动能力具有积极影响作用;下一步将重点观察空气负氧离子对肺功能较差老年人群及肺功能障碍患者运动耐力的影响,为促进上述人群运动功能改善提供新的干预途径。

参 考 文 献

- [1] 王玮,管延飞.大强度间歇训练促进有氧耐力和健康的研究进展[J].中国康复理论与实践,2016,22(1):14-18. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2016.01.003.
- [2] 李艳芳,牛青英,王俊莉.个体化有氧运动对高龄冠心病患者心功能、心率恢复及生活质量的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2016,38(1):39-42. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.01.008.
- [3] 夏小慧,夏惠芸,郭洁,等.HSL 基因重复多态与有氧耐力的关联性[J].中国应用生理学杂志,2015,31(1):93-96. DOI: 10.13459/j.cnki.cjap.2015.01.027.
- [4] 钱钧,李树雯,吕青,等.功率自行车训练治疗支气管哮喘患者的康复疗效[J].中华物理医学与康复杂志,2015,37(1):873-874. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.011.020.
- [5] 王明明,张红娟.运动性疲劳的中医生理整体观[J].中国运动医学杂志,2015,34(12):1211-1214. DOI: 10.16038/j.1000-6710.2015.12.018.
- [6] 黄月维,齐梁煜,黄剑秋,等.运动前吸氧对小鼠运动耐力的影响[J].现代预防医学,2016,43(4):711-714. DOI: 1003-8507(2016)04-0711-04.
- [7] 赵瑞祥.空气负离子疗法在疗养医学中的应用[J].中国疗养医学,2002,11(2):5-7. DOI: 10.13517/j.cnki.ccm.2002.02.003.
- [8] 宋清华.太极养生功联合空气负氧离子吸入治疗高脂血症的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2013,35(7):589-590. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.07.025.
- [9] 郑丽君.烟草烟雾对小鼠有氧运动能力和机能恢复的影响[J].现代预防医学,2013,40(6):1078-1080. DOI: 1003-8507(2013)06-1078-03.
- [10] 王庆丰.负氧离子干预下太极拳训练对中老年肥胖人群身心健康的影响[J].中国老年学杂志,2015,35(14):4022-4023. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2015.14.115.
- [11] 王红梅,高珊,马玲,等.空气负离子对小鼠血液生化指标和血乳酸的影响[J].毒理学杂志,2012,26(1):31-33. DOI: 10.16421/j.cnki.1002-3127.2012.01.009.
- [12] 宛钟娜,丁向东.空气负离子对运动能力的影响及在运动训练中的应用[J].湖北体育科技,2006,25(5):534-538. DOI: 1003-983X(2006)05-0534-02.

(修回日期:2016-07-20)

(本文编辑:易浩)