论著

文章编号:1000-5404(2006)12-1324-02

健康青年男性快速进入高原早期肺功能改变的观察

翟 羽,高钰琪,刘福玉,周其全,黄庆愿,蒋春华 (第三军医大学高原军事医学系病理生理学与高原生理学教研室,全军高原医学重点实验室教研室,重庆 400038)

提 要:目的 研究健康青年男性快速进入高原后早期肺功能及肺弥散能力的改变。**方法** 对96名健康青年男性分别检测在海拔300 m和乘飞机快速进入海拔3 700 m后72 h的肺功能及肺弥散能力。**结果** 快速进入高原后1s用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, $FEV_{1.0}$)和$FEV_{1.0}$/FVC无显著改变,用力肺活量(forced vital capacity, FVC)和肺泡容积(alveolar ventilation, V_A)显著低于对照组,肺-氧化碳弥散量(Dlco)、肺-氧化碳弥散常数(diffusion constant, Dlco/V_A)以及最大呼气流量(peak expiratory flow, PEF)则显著高于对照组。**结论** 快速进入高原低氧环境后,肺功能的改变特别是肺泡弥散能力的增强使肺换气能力增加可能是造成急性低氧性缺氧时肺代偿的重要机制。

关键词: 高原习服;肺功能;肺弥散

中图法分类号: R332.2;R339.54;R363.16 **文献标识码:** A

Changes of lung function of healthy men after rapid altitude transference

ZHAI Yu, GAO Yu-qi, LIU Fu-yu, ZHOU Qi-quan, HUANG Qing-yuan, JIANG Chun-hua (Department of Pathophysiology, College of High Altitude Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To explore the possible mechanism of compensation and adaptation of lung function after rapid altitude transference. Methods A total of 96 healthy male soldiers from plain (300 m above sea level) to Tibet (3 700 m above sea level) by plane in 4 h were enrolled, and their lung function and pulmonary diffuse function were measured when they were at plain and on Tibet on the third day. Results The value of $FEV_{1.0}$ and $FEV_{1.0}$/FVC was almost unchanged on the third day after entering Tibet. FVC and VA were lower, but Dlco, Dlco/VA and PEF were higher on Tibet than at plain. Conclusion After entering Tibet, the changes of lung function, especially the enhancement of pulmonary diffuse ability and hence of the gas exchange ability, may be the vital mechanism for the compensation effect for acute oxygen lack.

Key words: high altitude adaptation; lung function; pulmonary diffuse function

大量研究表明:快速进入高原后,机体为适应低压性低氧环境,会发生一系列代偿性反应;其中,呼吸系统是发生最早、反应最明显的系统之一。因此,肺功能测试被普遍用作反映高原习服性改变的重要指标体系[1-3]。为了进一步观测急进高原后肺功能特别是肺弥散能力的改变,我们选择96名初次进入高原的健康汉族男性青年,对其从平原(约海拔300 m)乘飞机快速(4 h内)进入高原(约海拔3 700 m)前后的肺功能、肺弥散能力等指标进行了观测。以期能揭示急进高原后肺弥散能力的改变对急性低张性缺氧的代偿性意义及其机制。

1 对象与方法

1.1 对象

选取某部入藏男性健康新兵96名作为实验对象。年龄为18~23(19.0±2.2)岁,体质量(62±5) kg。经体检排除心肺疾患及其他慢性疾病。

1.2 方法

在海拔300 m(成都)检测受试者的肺功能及肺弥散结果,作为对照;乘机抵达海拔3 700 m(拉萨)后第3天(72 h)检测肺功能及肺弥散能力,作为急进(4 h内完成地域迁徙)高原测试数据组。为使所有对象的数据具有可比性和统计合理性,对同一人员采集的数据都控制在基本相同的测试相隔时间,误差

基金项目:全军医学科学技术研究"十五"计划指令性资助课题(01L062)
Supported by the Mandatory Scientific Research Project of the "Tenth Five-Year Plan" of PLA (01L062)

作者简介:翟 羽(1978-),男,天津市人,硕士研究生,助教,主要从事缺氧病理生理与高原生理方面研究。电话:(023)68752340-8210

通讯作者:高钰琪,电话:(023)68752331

收稿日期:2005-07-13;修回日期:2005-11-18

不大于 1%。

肺功能及肺弥散能力测试：采用 Vmax 299D 型肺功能仪（美国 Sensor Medics 公司）测试前用标准气体（广东佛山气体厂）进行标定。对肺弥散能力的测试方法采用单次呼吸法（single breath method，SBM）测试。测试指标包括：用力肺活量（forced vital capacity，FVC）、1 s 用力呼气容积（forced expiratory volume in one second，$FEV_{1.0}$）、最大呼气流量（peak expiratory flow，PEF）、肺一氧化碳弥散量（Dlco）、肺泡容积（V_A，alveolar ventilation）、以及肺一氧化碳弥散常数（$Dlco/V_A$，diffusion constant）等指标。每人每个指标均重复测定 2 次，取平均值。

1.3　统计学方法

采用 SPSS 10.0 统计软件包进行 t 检验。

2　结果

进藏新兵肺功能测试和肺弥散测试的结果见表 1。

与在平原相比，受试者快速进入高原后 72 h，$FEV_{1.0}$ 和 $FEV_{1.0}/FVC$ 无显著改变（$P > 0.05$），FVC 显著降低（$P < 0.05$），PEF 则显著升高（$P < 0.05$）。

与在平原相比，受试者快速进入高原后 72 h，Dlco 及 $Dlco/V_A$ 显著升高（$P < 0.05$），V_A 显著降低（$P < 0.05$）。

表 1　快速进入高原者进入高原前后肺功能及肺弥散能力测试结果（$\bar{x} \pm s$，$n = 96$）

组别	肺功能				肺弥散能力		
	FVC	$FEV_{1.0}$	$FEV_{1.0}/FVC$	PEF	Dlco（$ml \cdot mmHg^{-1} \cdot min^{-1}$）	A（L）	$Dlco/V_A$（$ml \cdot mmHg^{-1} \cdot min^{-1} \cdot L^{-1}$）
对照组	4.25 ± 0.36	3.36 ± 0.29	85.58 ± 4.23	6.32 ± 1.20	29.08 ± 3.59	5.15 ± 0.55	5.71 ± 0.76
进入高原 72 h	4.04 ± 0.30 [a]	3.57 ± 0.23	86.73 ± 3.75	7.23 ± 1.34 [a]	31.24 ± 2.32[a]	4.52 ± 0.51[a]	6.94 ± 0.74[a]

a：$P < 0.05$，与对照组比较

3　讨论

已有的研究表明，健康人群急进高原后的初期，动脉血氧分压明显下降；随着缺氧时间的延长，机体逐渐出现代偿性反应[1-3]。也有研究[2,4]指出，在外部环境没发生变化的情况下，肺通气能力的变化是影响动脉血氧分压的重要因素。又有研究认为这种呼吸代偿作用的发生机制是[5]：健康人群在急进高原后，尽管用力肺活量和肺泡容积都可能由于缺氧所造成的呼吸肌的疲劳而有所减小，但机体可以通过增加潮气量、呼吸频率以及增强肺换气能力等来加以弥补。本研究结果显示，健康青年男性急进高原后的第 3 天（72 h），用力肺活量（FVC）和肺泡容积（V_A）均显著低于进入高原前的正常生理条件下的对应测试值；而肺一氧化碳弥散量（Dlco）、弥散常数（$Dlco/V_A$）以及最大呼气流量（PEF）等参数却明显高于对照组的对应测试值。因此，本研究认为在外部环境发生变化的情况下，肺弥散能力的增强是影响动脉血氧分压的重要因素。呼吸代偿作用的发挥机制可能有两个因素：①由于动脉血氧分压的降低可以刺激外周化学感受器并兴奋呼吸中枢使呼吸运动加深加快，从而使呼吸频率和潮气量增加，最终导致每分通气量的增加[6]；②肺换气能力因肺弥散能力的增加而大大增强。在正常生理状态下肺尖部通气多而血流量较少（通气/血流比 > 1.5），而肺底部通气少而血流量较多（通气/血流比 < 1.5），在急进高原后由于心率加快、心输出量增加以及肺血管收缩导致肺循环压力增高，肺毛细血管内血流加速，肺尖部血流量得到明显改善。正是肺尖部血流量增加而肺底部血流量因肺血管收缩相对减少这种在肺部造成的血流重分布的存在，起到了改善整体肺通气/血流比的作用，使得在单位肺泡面积上的血-氧交换效率大大增加，从而增加了肺弥散能力。

肺的代偿作用对于高原低氧环境中的机体具有非常重要的意义，而肺通气和换气两方面能力的储备和急性高原反应的发生有着极为密切的联系。以往的研究侧重于肺通气的代偿机制及意义[7]，而本研究则通过对肺弥散能力的观测揭示了肺弥散能力的改变机制及对急进高原的呼吸代偿的更重要的作用。因此，对急进高原人员如能增强其缺氧适应性反应，改善其肺弥散能力显然会对急性高原病的防治起到重要的临床作用。

参考文献：

[1] JENSEN A D, PUCKETT A M, RINARD G A, *et al*. Methacholine sensitivity and cAMP protein kinase in tracheal smooth muscle[J]. J Appl Physiol, 1986, 60(3): 1047 - 1053.

[2] SCHOENE R B. Limits of human lung function at high altitude[J]. J Exp Biol, 2001, 204(Pt 18): 3121 - 3127.

[3] 李尚师，郑必海，宋　娟，等. 快速进入高原者肺功能变化及意义[J]. 高原医学杂志，2004，14(3)：19 - 20.

[4] BENDER P R, GROVES R E, MCCULLOUGH R G, *et al*. Oxygen transport to exercising leg in chronic hypoxia[J]. J Appl Physiol, 1988, 65(6): 2592 - 2597.

[5] 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.

[6] 牟信兵，李素芝，高钰琪，等. 高原肺水肿患者再缺氧损伤的观察[J]. 中华航空航天医学杂志，2003，14（2）：110 - 112.

[7] 王伦安，周其全. 用力肺活量对急性高原病易感人群的预测价值[J]. 华西医学，2003，18（2）：231.

（编辑　汪勤俭）