DOI:10.16016/j.1000-5404.1992.04.012

模拟海拔 4 000m 和 5 000m 停留 72 h 人体肺血流图的变化

王俊元 周勇敬 孙秉庸 (第三军医大学病理生理学教研室 高原医学研究室) 630038

提 要 观察了 13 名男性青年于模拟 4 000m 及 5 000m 停留 72 h 肺血流图变化。发现紧张期指数(Q－aI)逐渐延长。主波振幅、充盈速度和主波最大上升速度逐渐下降。5 000m 时 Q－a/RVET 从对照值 0.319±0.010 增至 0.406±0.016($P<0.05$)。

上述结果提示,急性进入高原人体在持续缺氧刺激下可导致肺血管收缩,肺动脉压升高,继续上升至 5 000m 时可出现心功能降低。

关键词 高海拔;体积描记术,阻抗;心脏功能试验

肺血流图为无创性评估肺循环和右心功能方法之一。我室用此法对自行车运动员作了阶梯式间断缺氧复合运动锻炼观察。但对模拟海拔 4 000m 和 5 000m 停留 72 h 人体肺血流图有何变化尚未见报告。本文拟在通过对上述高度人体肺血流图的分析,以便推断其右心和肺循环的影响。

1 对象与方法

16～22 岁男性青年 13 名,在低压舱内减至 4 000m 停留 48 h 再升至 5 000m 生活 24 h 后返回平原。上升和下降均为 3～5m/s 速度。

将 4cm×8cm、3cm×4cm 大小各 1 对铜质电极板与 ZK-1 型阻抗血流图仪(上海红旗仪表厂)按常规方法连接后所获取肺血流信号输入四道生理记录仪(RM-6200,成都仪器厂)。受试者仰卧,于平静呼吸末以 50mm/s 低速同步记录肺血流图、心音图、Ⅰ导联心电图。分别于平原、4 000m 立即、24 h、5 000m 立即、24 h 和返回平原 4 h 各记录 1 次。测定指标和方法与我们以往报告同[1]。由于心率变化较大,为便于比较,对 Q－a,RVET 进行了校正[2]。

2 结果

心率:平原为 63.5±1.7 次/min,在 4 000m 和 5 000m 各测定时间呈逐渐增加趋势(详见表 1)。

Q－aI:平原为 126.0±2.7ms,4 000m 24 h 增至 141.3±5.3ms ($P<0.01$)。5 000m 24 h 增至 152.1±4.6ms($P<0.01$),返回平原 4 h 仍未恢复到对照值(详见表 1)。

RVETI:5 000m 立即和 24 h 均显著高于对照值,其他各测定时间无显著变化(详见表 1)。

Q－a/RVET:5 000m 立即和 24h 末分别为 0.400±0.010 和 0.406±0.016,与平原值相比有统计学意义(详见表 1)。

表 1 模拟海拔 4 000m 和 5 000m 对人的心率、紧张期指数、右室射血期和紧张期/右室射血期的影响 ($\bar{x}\pm s_{\bar{x}}$)

	心 率(次/min)	紧张期指数(ms)	右室射血期指数(ms)	紧张期/右室射血期
平 原	63.5±1.7	126.0±2.7	392.0±3.9	0.319±0.010
模拟海拔 4 000m 立即	75.5±1.8	138.0±5.5	393.5±6.9	0.353±0.017
模拟海拔 4 000m 24h 末	81.7±2.9	141.3±5.3*	383.8±6.0	0.370±0.017
模拟海拔 5 000m 立即(实际减压的第 48h 末)	88.7±2.8	151.3±5.5☆	377.8±4.3△	0.400±0.016△
模拟海拔 5 000m 24h 末(实际减压的第 72h 末)	94.4±3.5	152.1±4.6	375.3±5.0△	0.406±0.016△
返回平原 4 h 末	70.3±2.8△	133.6±3.3△	391.9±3.2	0.340±0.010

注:*与平原对照值相比 $P<0.01$;☆与到达 4 000m 立即相比 $P<0.05$;△与平原对照值比 $P<0.05$

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

主波振幅、主波充盈速度和主波最大上升速度：在4 000m 和 5 000m 各测定时间分别递降并具统计学意义。返回平原 4 h 仍未恢复(详见表 2)。

表 2 不同海拔高度对肺血流图各参数的影响 ($\bar{x} \pm s_x$)

	主波振幅 (mΩ)	主波充盈速度(mΩ/s)	主波最大上升速度(mΩ/s)
平原	283.5±15.4	1126.0±52.9	2017.0±95.9
模拟海拔4 000m立即	215.0±16.3*	941.5±69.1*	1440.9±97.5*
模拟海拔4 000m24h末	167.8±13.1	789.0±56.3	1164.0±88.7
模拟海拔5 000m立即	145.5±11.0☆	734.0±57.0☆	1028.0±73.0☆
(实际减压的第48h末)			
模拟海拔5 000m24h末	129.5±10.4	667.4±51.4	1007.0±67.8
(实际减压的第72h末)			
返回平原4h末	244.2±15.2△	1025.4±61.6△	1626.7±106.2△

注：*与平原对照值相比 $P<0.01$；☆与到达 4 000m 立即相比 $P<0.05$；△与平原对照值比 $P<0.05$

3 讨论

3.1 肺血流图主波振幅、主波充盈速度、主波最大上升速度三者共同表示肺血管弹性和右心功能状况。模拟海拔 4 000m 发现这 3 项指标均明显低于平原对照值。5 000m 又显著低于 4 000m。这些变化与缺氧所致肺血管收缩、肺血管阻力增加、肺动脉压升高、右心功能下降有关。

3.2 右室紧张期为从右室电兴奋至右室等容收缩时间和肺动脉瓣开放、右室开始射血时间之总和。由于电兴奋时间相对衡定，故紧张期的长短主要反映右室等容收缩时间长短。在 4 000m Q－aI 测值大于平原，5 000m 又长于 4 000m。该结果提示，随着模拟海拔升高，肺血流图紧张期延长。这与肺动脉压随高原高度上升而增加呈一致性。由鉴于此，右室收缩所需上升达等容收缩压逐渐增高、等容收缩时间逐渐延长，紧张期也相应延长。故有人依据右室紧张期长短间接推断肺动脉压变化[3]。

3.3 右室射血时间长短主要取决于心肌纤维缩短程度。缩短程度大，射血时间长，心搏量多。在 4 000m 测得 RVETI 值与平原对照变化不明显。只在 5000m 方显著缩短。其结果与此时心功能降低、心搏出量减少有关[4]。

3.4 Q－a/RVET 比值为评定心功能有用指标。有人提出其比值≥0.4～0.55 为异常[5]。在 5 000m 模拟海拔时，此值达 0.406±0.016 为超正常范围。很显然，本结果与 3.2 和 3.3 所述原因有关。

上述结果提示，人体在快速进入摸拟海拔 4 000m 时肺血流图可发生显著变化。在抵达 5 000m 时可出现右心功能降低。因此，对快速进入这一海拔地区人员提前采取措施，为预防心功能不全的发生具有一定意义。

参考文献

1. 谢增柱 王俊元 夏亚莉。阶梯式间断性缺氧复合运动锻炼的肺血流图观察。第三军医大学学报，1984；6(1)：31
2. Balasubramanin V, Methew OP, Tiwari SC, et el. Alterations in left ventricular function in normal men on exposure to trigh altitude (3 658m). Br Heart J, 1978; 40: 276
3. 蔡英年 孙 波 程显声，等。肺血流图检查肺循环及

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

右心功能方法的研究。中国医学科学院学报,1979;1(3):173
4. 周勇敬 孙秉膺 王俊元,等。摸拟高原 4 000m 和 5 000m 对人的心缩间期及心输出量的影响。高原医学杂志,1990;1:35
5. 熊君福。关于肺阻抗血流图及肺微分阻抗血流图对慢性肺心病诊断价值的探讨。中华结核和呼吸疾病杂志,1981;4(4):210

(收稿:199-11-01;修回:1992-04-10)

Pulmonary rheography at simulated altitudes of 4 000 and 5 000m in human beings

Wang Junyuan, Zhou Yongjin, Sun Bingyong (Lab of High Altitude Medicine, Department of Pathophysiology, Third Military Medical College, Chongqing, 630038)

Abstract The effects of the alterations of high altitude (at 4 000m for 48h and then at 5 000m for 24h) on the pulmonary rheography were investigated in 13 healthy male volunteers. It was found that the tonic interval index (Q−aI) was gradually prolonged; the amplitude, the mean rate of filling and the maximal ascending rate of the systolic wave were gradually decreased. When the volunteers were exposed to 5 000m, the Q−aI/RVET was increased from the sea-level value to 0.319±0.010 to 0.400±0.016 ($P<0.05$) and the Q−aI was prolonged from 141.3±3.5 to 151.3±5.5 ms ($P<0.05$). The changes of amplitude, the mean rate of filling and the maximal ascending rate of the systolic wave were also more obvious than those at 4 000m ($P<0.05$).

These findings indicate that acute hypoxia can contract the pulmonary vessels to result in pulmonary arterial hypertension and to reduce the compliancy of the pulmonary vessels. These, in turn, can further decrease the functions of the heart.

Key words altitude; plethysmography, impedance; heart function tests

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net