论著

文章编号:1000-5404(2012)11-1104-03

健康男性青年急进高原初期心脏功能变化特点研究

潘 丽[1],李素芝[2] (400038 重庆,第三军医大学高原军事医学系高原疾病学教研室,高原医学教育部重点实验室,全军高原生理与高原病研究重点实验室[1];850007 拉萨,西藏军区总医院[2])

[摘要] **目的** 了解健康青年人由平均海拔400 m平原初次进入平均海拔3 680 m高原后同海拔、不同时相(进入高原后1 d、1周、1个月)的心脏功能的变化情况。**方法** 使用美国索诺声公司MMX型便携式心脏彩超仪,由同一人分别测47例健康男性青年进高原前1周在平原地区及进入高原地区后同海拔不同时相的室间隔的厚度与运动幅度、左室后壁的厚度与运动幅度、左室舒张末内径、左室舒张末容积、左室收缩末容积、肺动脉压(pulmonary artery pressure, PAP),计算射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、短轴缩短率(left ventricular minor axis decurtation, LVMAD, △D%)、每搏量(stroke volume, SV)、心输出量(cardiac output, CO)。使用北京福田公司7101型心电图机,由同一人分别做47例健康男性青年进高原前1周在平原地区及进入高原地区后同海拔不同时相的心电图(electrocardiogram, ECG),计算心率(heart rate, HR)。**结果** 与平原相比较:进入高原1 d的HR、PAP、CO明显增高($P<0.05$),SV则明显降低($P<0.05$);进入高原1周的HR、PAP明显增高($P<0.05$),LVEF、△D%、SV明显降低($P<0.05$);进入高原1个月时CO、PAP明显增高($P<0.05$),LVEF、△D%、SV明显降低($P<0.05$);与进入高原1 d相比较:进入高原1周时HR、LVEF、△D%、SV、CO均明显降低($P<0.05$);进入高原1个月的PAP明显增高($P<0.05$),HR、CO明显降低($P<0.05$);与进入高原1周相比较:进入高原1个月的LVEF、△D%、SV、CO明显增高($P<0.05$),HR明显降低($P<0.05$)。**结论** 健康男性青年进高原后心脏功能会出现明显的变化,其变化在急进高原早期(1周内)较为明显,此期应注意对急性高原病及心血管意外的预防。1个月后,机体进入习服期,此时心脏功能仍明显异常者可能为罹患慢性高原病的高危人群。

[关键词] 高海拔;超声心动描记术;心电描记术;心率;心排血量;每搏输出量;心室功能;肺楔压;男性
[中图法分类号] R331.31; R339.31; R339.54 [文献标志码] A

Change of cardiac function in healthy young males following rapid travel to highlands

Pan Li[1], Li Suzhi[2] ([1]Department of High Altitude Medicine, Key Laboratory of High Altitude Medicine of Ministry of Education, Key Laboratory of High Altitude Physiology and Mountain Sickness Research of PLA, College of High Altitude Military Medicine, Third Military Medical University, Chongqing, 400038; [2]General Hospital of Tibet Military Command, Lhasa, Tibet Autonomous Region, 850007, China)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the change of cardiac function in healthy young males in 1 day, 1 week and 1 month after they first arrived at highlands of 3 680 meters above seal level from an altitude of 400 meters over sea level. **Methods** The interventricular septum thickness and amplitude, posterior left ventricular thickness and amplitude, left ventricular end-diastolic diameter, left ventricular end-diastolic volume and end-systolic volume, pulmonary artery pressure (PAP) were measured by Doppler echocardiography, and left ventricular ejection fraction (LVEF), left ventricular minor axis decurtation (LVMAD, △D%), stroke volume (SV), cardiac output (CO) and heart rate (HR) were calculated in 47 healthy young males in 1 week before and after they arrived at highlands of different meters over seal level. **Results** The HR, PAP and CO were significantly higher while the SV was significantly lower in the young males in 1 day after they arrived at highlands ($P<0.05$). The HR and PAP were significantly higher while the LVEF, △D% and SV were significantly lower in the young males in 1 week after they arrived at highlands ($P<0.05$). The CO and PAP were significantly higher while the LVEF, △D% and SV were significantly lower in the young males in 1 month after they arrived at highlands ($P<0.05$). The HR, LVEF, △D%, SV and CO were significantly lower in 1 week after they arrived at highlands while the PAP was significantly higher in 1 month after they arrived at highlands than in 1 week they arrived at highlands. The LVEF, △D%, SV and CO were significantly higher while the HR was significantly lower in 1 month after they arrived at highlands than in 1 week after they arrived at highlands ($P<0.05$). **Conclusion** Significant changes of cardiac function will occur in healthy young males

[通信作者] 李素芝,电话:(0891)6858166,E-mail:pxl.1982@yahoo.com.cn

after their rapid arrival at highlands, especially in 1 week after their arrival at highlands, during which attention should paid to the prevention of acute mountain sickness (AMS) and cardiovascular accidents (CVA). As young males will acclimatize themselves to the highlands in 1 month after their arrival, those individuals who are still have significant dysfunction on CF may be considered as susceptible population about chronic mountain sickness (CMS).

[**Key words**] altitude; echocardiography; electrocardiography; heart rate; cardiac output; stroke volume; ventricular function; pulmonary wedge pressure; males

Corresponding author: Li Suzhi, Tel:86-891-6858166, E-mail:pxl.1982@yahoo.com.cn

全世界有超过1.4亿的人口居住在海拔2 500 m以上的高原地区[1],其中亚洲就有8千万人[2]。医学上将海拔3 000 m以上,能引起明显生物学效应的广泛地域称为高原[3]。在我国,高原面积辽阔,约占全国面积的六分之一[4]。随着高原地区的开放与发展,越来越多的人选择到高原地区工作、生活。然而,由于低氧(Hypoxia)、低气压(Hypobaria)等独特的高原气候,许多健康人在进入高原后都会出现一些生理、生化及病理改变。其中心肺功能的改变出现早、影响大,如果处理不及时,还可能导致高血压、心肌供血不足、肺动脉高压、肺水肿、急性心功能衰竭等严重的循环、呼吸系统疾病。掌握心功能的变化规律,可以帮助我们提早预防突发性心血管事件的发生。目前国内外对急进高原人群心肺功能的研究较多,但往往指标单一,缺乏对同一人群在平原地区及进高原后不同时相多项心功能指标较为系统的跟踪测量。本研究通过对47例久居平原地区的健康青年在平原及急进高原后多个时相心脏功能的6项指标的跟踪测量,初步探索急进高原初期,高原环境下心功能的变化特点,希望为今后研究急进高原人群心血管系统变化提供一定的依据。

1 对象与方法

1.1 对象

47例健康男性青年,年龄(18.27±0.9)岁,身高(168.15±4.16)cm,体质量(58.67±7.11)kg,进入高原前居住地平均海拔为400 m。均为同一季节乘飞机初次进入高原,所到高原平均海拔为3 680 m。经Lake Louise急性高原病评分原则[5]评分认为47例考察对象到高原后均无明显急性高原病(acute mountain sickness, AMS)。

1.2 检测方法及指标

测量心功能的方法:在静息状态下,由同一人使用美国索诺声公司MMX型心脏彩超仪测量47例的室间隔的厚度与运动幅度、左室后壁的厚度与运动幅度、左室舒张末内径、左室舒张末容积、左室收缩末容积、肺动脉压(pulmonary artery pressure, PAP)。在平原地区(进入高原前1周),进入高原地区后1 d、1周、1个月各测1次,共4次。通过测得结果计算射血分数(left ventricular ejection fraction, LVEF)、短轴缩短率(left ventricular minor axis decurtation, LVMAD, △D%)、每搏量(stroke volume, SV)、心输出量(cardiac output, CO)、PAP 5项指标。

测量心率方法:使用北京福田公司7101型心电图机,由同一人对47例考察对象做心电图检查,在平原地区(进入高原前1周),进入高原地区后1 d、1周、1个月各测1次,共4次。计算心率。

1.3 统计学分析

采用SPSS 13.0统计软件,重复测量数据的单因素方差分析,均值间两两比较采用LSD检验($\alpha=0.05$)。

2 结果

47例4个时间点的6项指标总体均值间差异均具有统计学意义($P<0.05$,表1),即47例健康男性青年在平原及急进高原后同海拔条件下随着时间的变化心功能有明显的变化。

2.1 与平原相比较

进入高原1 d的HR、PAP、CO明显增高($P<0.05$),SV则明显降低($P<0.05$),LVEF及△D%差异无显著性($P>0.05$);进入高原1周的HR、PAP明显增高($P<0.05$),LVEF、△D%、SV明显降低($P<0.05$),CO差异无显著性($P>0.05$);进入高原1个月时CO、PAP明显增高($P<0.05$),LVEF、△D%、SV明显降低($P<0.05$),HR差异无显著性($P>0.05$)。见表1。

2.2 与进入高原1 d相比较

进入高原1周时HR、LVEF、△D%、SV、CO均明显减低($P<0.05$),PAP差异无显著性($P>0.05$);进入高原1个月的PAP明显增高($P<0.05$),HR、CO明显降低($P<0.05$),LVEF、△D%、SV差异均无显著性($P>0.05$)。见表1。

2.3 与进入高原1周相比较

进入高原1个月的LVEF、△D%、SV、CO明显增高($P<0.05$),HR明显减低($P<0.05$),PAP差异无显著性($P>0.05$)。见表1。

表1 47例健康男性青年急进高原前后各时相6项心功能指标($\bar{x}\pm s$)

时相点	HR(/min)	LVEF(%)	△D%(%)	SV(ml)	CO(L/min)	PAP(mmHg)
进入高原前1周(平原)	71.38±10.36	0.70±0.05	39.68±4.31	65.34±9.76	4.67±1.04	15.74±1.28
进入高原1 d	91.51±12.48[a]	0.69±0.05	38.55±3.46	61.21±9.75[a]	5.55±1.20[a]	16.51±1.27[a]
进入高原1周	79.09±10.84[ab]	0.67±0.03[ab]	36.98±2.26[ab]	57.94±7.75[ab]	4.61±0.10[b]	16.68±1.09[a]
进入高原1个月	70.02±12.15[bc]	0.68±0.04[ac]	38.04±2.76[ac]	61.68±8.28[ac]	5.01±1.02[abc]	16.85±0.98[ab]

a:$P<0.05$,与平原比较;b:$P<0.05$,与进入高原1 d比较;c:$P<0.05$,与进入高原1周比较

3 讨论

通过对47例久居平原地区的健康男性青年在急进高原后同海拔、不同时相的心脏功能的分析,初步掌握了其变化规律。

健康男性青年由平原地区进入高原后1 d,SV明显下降,HR、PAP及CO则明显增加。进入高原1周时,SV、LVEF、△D%持续下降,HR、CO也开始回落。急进高原1~3 d左右SV的下降与急性缺氧所引起左室充盈压的下降相关[6]。SV降低而CO却明显增加,说明在急进高原1 d时,心率的增加幅度是极大的。有研究者通过对心率变化的功率频谱分析(power spectral analysis of heart rate variability)证实,进入高原地区后3 d内,低氧刺激使交感神经活性增强而迷走神经活性降低[7]。这将直接导致此期心率的明显增加。心率的增加保证了进藏初期的CO能维持机体供血供氧需求。但是,这种心率和心输出量的增加如果超过了机体代偿的需要,则会出现心动过速、血压升高等,并由此引发机体一系列不适反应(如心慌、胸闷、头疼、乏力等)。因此,进高原人群此期需注意监测心率、血压的变化,如有异常增高,则可通过吸氧、休息及(或)适量服用β受体阻滞剂[8]等药物降低心率、血压,逆转其失代偿改变。

在进高原后7~10 d左右,随着对低氧环境的逐步适应,左心室做功逐渐减少,右心室做功增加[9],SV、LVEF、△D%、HR相应下降。随着它们的共同下降,CO开始回落,较平原时减少了约16%[9]。本研究结果显示进入高原环境1周内LVEF、△D%逐渐减低,说明此期低氧对心肌收缩功能有抑制作用,这与既往的一些研究存在分歧,有待于在以后的研究中进一步明确。

进高原1个月后,除PAP外,HR、SV、LVEF、△D%、CO 5项指标都开始向平原时水平靠近,说明此时机体已基本进入习服期,可以进行正常的活动及与在平原地区同等强度的锻炼。部分个体在此时仍有明显的心率增快、血压升高、心肌缺血,即便通过吸氧、休息、服药等方式也难以完全改善[10-11]。这时的心功能异常,预示着高原习服不佳。这部分人群如继续在高原地区生活,则罹患CMS的风险较高。

与其他指标不同,PAP在进入高原后没有随着时间变化时高时低,而是始终保持升高态势。与平原相比,进入高原后1 d,PAP明显增高,之后增高速度逐渐变缓。低氧性肺血管收缩(hypoxic pulmonary vasoconstriction, HPV)是导致PAP持续增高的主要机制[12]。而PAP的持续增高会成为机体的不利因素。急性期过度增高可能导致AMS及高原肺水肿(high-altitude pulmonary edema, HAPE),对于久居高原者,则可能逐渐导致右心增大,成为高原心脏病的重要原因[13]。

通过以上讨论发现,健康男性青年的心脏功能进高原后会出现明显的变化,这些变化多集中在急进高原后1周内。由于心脏功能的变化可能与AMS及CVA密切相关,急进高原后1周内应密切监测心脏功能改变,提前采取吸氧、休息、口服药物等预防措施,降低AMS、CVA发病率。进入高原1个月后,随着机体对高原气候的习服,心脏功能逐渐向平原时水平接近。此时心脏功能仍明显异常者可能为罹患CMS的高危人群。机体对高原的习服并不能逆转PAP的增高,PAP的持续增高可能是急慢性高原病的重要诱因,在以后的研究中有待于进一步深入了解。

参考文献:

[1] Pratali L, Cavana M, Sicari R, *et al*. Frequent subclinical high-altitude pulmonary edema detected by chest sonography as ultrasound lung comets in recreational climbers[J]. Crit Care Med, 2010, 38(9): 1818-1823.

[2] Penaloza D, Arias-Stella J. The heart and pulmonary circulation at high altitudes: healthy highlanders and chronic mountain sickness[J]. Circulation, 2007, 115(9): 1132-1146.

[3] 牟信兵, 李素芝. 高原病学[M]. 西藏: 西藏人民出版社, 2001: 1-9.

[4] 李素芝, 高钰琪. 高原疾病学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 1-13.

[5] Hackett P H, Roach R C. High-altitude illness[J]. N Engl J Med, 2001, 345(2): 107-114.

[6] Reeves J T, Groves B M, Sutton J R, *et al*. Operation Everest Ⅱ: preservation of cardiac function at extreme altitude[J]. J Appl Physiol, 1987, 63(2): 531-539.

[7] Huang H H, Tseng C Y, Fan J S, *et al*. Alternations of heart rate variability at lower altitude in the predication of trekkers with acute mountain sickness at high altitude[J]. Clin J Sport Med, 2010, 20(1): 58-63.

[8] Bilo G, Caldara G, Styczkiewicz K, *et al*. Effects of selective and non-selective beta-blockade on 24-h ambulatory blood pressure under hypobaric hypoxia at altitude[J]. J Hypertens, 2011, 29(2): 380-387.

[9] Bartsch P, Gibbs J S. Effect of altitude on the heart and the lungs[J]. Circulation, 2007, 116(19): 2191-2202.

[10] Bender P R, Groves B M, McCullough R E, *et al*. Oxygen transport to exercising leg in chronic hypoxia[J]. J Appl Physiol, 1988, 65(6): 2592-2597.

[11] Wolfel E E, Selland M A, Cymerman A, *et al*. O_2 extraction maintains O_2 uptake during submaximal exercise with beta-adrenergic blockade at 4, 300 m[J]. J Appl Physiol, 1998, 85(3): 1092-1102.

[12] von-Euler U S, Liljestrand G. Observations on the pulmonary arterial blood pressure in the cat[J]. Acta Physiol Scand, 1946, 12(4): 301-320.

[13] Hultgren H N, Miller H. Human heart weight at high altitude[J]. Circulation, 1967, 35(1): 207-218.

(**收稿**:2012-03-18;**修回**:2012-03-31)

(编辑 邓强庭)