DOI:10.16016/j.1000-5404.1981.02.006

模拟4000米高原正常男性青年的心电图变化

病理生理教研室 **陈广祥** 指导 **孙秉庸**

我们在低压舱内观察了40名健康男性青年到达模拟4000米高原，停留一小时并进行定量运动的心电图动态变化。现将心电图结果报告如下。

对 象 与 方 法

健康男性青年，20～30岁，于早饭后进舱，休息半小时后，用6导生理记录仪（Siemens-Elema, Mingograf 62）描记12导联心电图。定标电压为：1mv＝10mm。然后开始减压，以每秒上升2～3米的速度进入模拟4000米高原，停留一小时后描记静息心电图。然后受试者登二阶梯3分钟，每分钟登梯9次，运动结束后2分钟再描记心电图一次。

结 果 与 讨 论

一、心率 心率变化列于表1：

表1 心 率 的 动 态 变 化

	心率（次/分）均值±SD	各次心率间T检验
平原静息	70.63±13.0	平原～4,000米 P＞0.05
在4,000米、静息	69.48±11.99	4,000米、静息～4,000米运动后
在4,000米运动后2分钟	70.33±14.53	P＞0.05

由平原到达模拟4000米高原静息时心率增快者有13人，不变者8人，减慢者19人。而在4,000米高原运动后2分钟的心率与静息时相比，增快者18人，不变者8人，减慢者14人。随海拔高度上升个体之间心率变化并不一致，但40人的均值却极为接近（参阅表一）。由平原到达模拟4,000米高原停留一小时左右静息时和轻微运动后的心率变化不大，这可能与停留时间短，运动量不大有关。

二、QRS轴 QRS轴的变化列于表2

表2 QRS 轴 的 动 态 变 化

	均 值 ± SD
平原、静息	62.4±19.8
4,000米、静息	63.1±20.2
4,000米运动后2分钟	62.4±21.3

从表2可看出由平原进入模拟4,000米高原，并在高原进行登梯运动3分钟，未能引起QRS轴的明显变化。

Jackson和Davies（1960）在5,800米高原以及Milledge（1963）在7,320米高原所作的研究指出QRS轴随海拔高度的上升而趋于右偏。并认为这可能与缺氧所致急剧的右室负荷增加有关。

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

Laciga 和 Koller (1976) 在低压舱内（由平原进入模拟 7,000 米高原，然后再返回平原）对30名健康成人的心电图变化进行了观察，他们没有发现电轴有明显变化。

三、P波、P—R间期、QRS时间及Q—T间期的变化 列于表 3：

表3 P波电压、P—R间期、QRS时间及Q—T间期动态变化

	PⅡ电压(mm)	P—R间期（秒）	QRS时间（秒）	Q—T间期（秒）
平原、静息	1.2±0.5	0.15±0.02	0.08±0.01	0.36±0.02
4,000米、静息	1.1±0.5	0.14±0.02	0.08±0.01	0.36±0.02
4,000米运动后2分钟	1.2±0.5	0.14±0.02	0.08±0.01	0.36±0.02

Laciga和 Koller (1976) 在低压舱内对30名健康成人进行研究表明 P 波电压随海拔上升而增高，而 P—R 间期及 Q—T 间期随高度增加而缩短。Jackson 和 Davies (1960) 以及 Milledge (1963) 则谓这些指标并无可见的变化。我们的结果与后两者所报导的相符合，而与Laciga和Koller的结果不同，可能是由于观察条件不同所致。

四、QRS波群 QRS波群的变化列于表 4：

表4 QRS波群（标准导联）电压的动态变化

	平原、静息(均值±SD)mm	4,000米、静息(均值±SD)mm	4,000米运动后2分钟(均值±SD)mm
Ⅰ导	R 5.0±2.1	4.6±1.9	4.6±1.8
	S 0.8±0.8	0.9±0.9	0.9±0.9
Ⅱ导	R 11.4±3.6	10.3±3.1	10.1±3.6
	S 0.9±1.3	0.8±1.2	1.0±1.4
Ⅲ导	R 7.7±4.2	6.9±3.9	6.6±3.9
	S 0.8±1.3	0.8±1.3	0.9±1.1

从表4 可看出 R 波电压随海拔上升而有下降趋势。平原心电图 R_I 与 4,000 米高原的相比其降低有显著差异（$P < 0.05$）。而平原心电图的 R_{II}、R_{III} 与 4,000 米高原的相比其降低相差非常显著（$P < 0.01$）。我们认为R波的降低并非由缺氧直接引起，可能是由于缺氧反射性引起呼吸加深胸腔扩张所致。由平原进入 4,000 米高原 S_I 增深，但无统计学意义。

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

五、T波 T波的变化列于表5：

表5 T 波 的 动 态 变 化

	平原静息 (均值±SD) mm	4,000 米、静息 (均值±SD) mm	4,000米运动后2分钟(均值±SD)mm	T 检 验	
				平原～4,000米高原	4,000米高原～运动后2分钟
T_I	2.5±1.1	2.3±0.8	2.2±0.7	$P<0.05$	$P<0.05$
T_{II}	4.2±1.6	4.0±1.4	3.5±1.4	$P<0.05$	$P<0.01$
T_{III}	1.7±1.3	1.5±1.1	1.3±1.2	$P<0.01$	$P<0.01$
T_{V_1}	3.2±1.9	3.3±2.2	2.2±2.1	$P>0.05$	$P<0.01$
T_{V_3}	9.1±2.6	9.4±2.8	7.8±3.0	$P>0.05$	$P<0.01$
T_{V_5}	7.0±2.4	7.0±2.2	6.3±2.3	$P>0.05$	$P<0.01$

从表5可看出，在标准导联中T波电压随海拔上升而降低。并且不论是平原与4,000米高原相比，还是在4,000米高原静息时与运动后相比T波的降低都有显著或非常显著的差异。而在胸前导联中，平原静息时与4,000米高原静息时的T波无显著差异，但在4,000米高原静息与运动后相比T波的降低非常显著。一般认为随海拔上升，在右胸导联中T波降低或倒置。这与急性缺氧引起肺血管收缩导致右室负荷增加有关。而在左胸导联中T波的降低可能是左室心肌缺氧引起的。从我们的心电图资料来看，在模拟4,000米高原，未见右心负荷增加或左室心肌缺氧的证据。尽管在模拟4,000米高原运动后T波有明显降低，但在以T波为主的导联中T波均大于1/10 R波。

S—T段无明显变化。

小 结

我们观察了40名正常男性青年由平原到达模拟4,000米高原，停留一小时并作一定量运动的心电图动态变化。心电图最明显的改变是T波降低，R波降低，但其心电图仍属正常。

参 考 文 献

(1) Jackson F and H Davies: The electrocardiogram of the mountaineer at high altitude. Brit. Heart Journal. 22:671, 1960.

(2) Milledge JS: Electrocardiographic changes at high altitude. Brit. Heart Journal. 25:291, 1963.

(3) Laciga P and EA Koller: Respiratory, circulatory, and ECG changes during acute exposure to high altitude. J. Appl. Physiol. 41:159, 1976.

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