



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2021.06.009

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2021.06.009

· 论著 ·

# 原发性醛固酮增多症患者基础心肺适能的临床特点分析

张瑜 章慧洁 王京 张雪 王灵芝 张金顺 杜楠楠 李腾

**[摘要]** **目的** 探讨原发性醛固酮增多症(PA)患者基础心肺适能的临床特点。**方法** 选取 2017 年 5 月~2019 年 9 月就诊于我院心脏康复科的 PA 患者(PA 组)及原发性高血压(EH)患者(EH 组)各 50 例。采用心肺运动试验(CPET)获取峰值摄氧量( $VO_2\text{peak}$ )、无氧阈摄氧量( $VO_2\text{AT}$ )、二氧化碳通气当量斜率( $VE/VCO_2\text{ slope}$ )、摄氧效率斜率(OUES)等主要参数并进行比较。采用 Pearson 相关分析或 Spearman 相关分析评估各指标间的相关性。**结果** PA 组患者坐位醛固酮 [ $(236.07 \pm 92.63)\text{pg/ml}$  比  $(179.33 \pm 71.83)\text{pg/ml}$ ]、盐水负荷前醛固酮 [ $(234.74 \pm 95.37)\text{pg/ml}$  比  $(183.79 \pm 88.95)\text{pg/ml}$ ]、盐水负荷后醛固酮 [ $(169.30 \pm 56.76)\text{pg/ml}$  比  $(82.06 \pm 70.35)\text{pg/ml}$ ]、坐位醛固酮/肾素水平比值 [ARR,  $76.91(45.13, 91.50)$  比  $14.16(5.69, 23.49)$ ]、尿钾水平 [ $(50.82 \pm 10.84)\text{mmol/L}$  比  $(36.31 \pm 10.26)\text{mmol/L}$ ]均高于 EH 组,坐位肾素 [ $4.16(3.01, 4.73)\text{pg/ml}$  比  $18.27(10.55, 26.01)\text{pg/ml}$ ]、血钾 [ $(3.68 \pm 0.39)\text{mmol/L}$  比  $(4.18 \pm 0.35)\text{mmol/L}$ ]水平均低于 EH 组( $P < 0.05$ )。PA 组患者 OUES( $1643.52 \pm 494.10$  比  $1921.41 \pm 473.66$ )、用力肺活量[FVC,  $(3.31 \pm 0.88)\text{L}$  比  $(4.07 \pm 0.89)\text{L}$ ]、最大通气量[MVV,  $(102.24 \pm 29.18)\text{L}$  比  $(133.56 \pm 30.82)\text{L}$ ]均低于 EH 组( $P < 0.05$ ),而两组患者其余 CPET 参数比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。Pearson 相关分析或 Spearman 相关分析结果显示,PA 患者坐位肾素水平与 FVC( $r_s = 0.305, P = 0.037$ )、 $VO_2\text{peak}$ ( $r_s = 0.324, P = 0.036$ )均呈正相关;而与 OUES( $r_s = 0.201, P = 0.170$ )、MVV( $r_s = 0.195, P = 0.195$ )均无相关性。OUES 与  $VO_2\text{peak}$  在 PA 患者中呈正相关( $r = 0.784, P < 0.001$ ),在 EH 患者中亦呈正相关( $r = 0.816, P < 0.001$ )。**结论** PA 患者的基础心肺适能较 EH 患者有下降趋势,心肺适能与坐位肾素水平呈正相关。

**[关键词]** 原发性醛固酮增多症; 心肺运动试验; 摄氧效率斜率

**[中图分类号]** R586.2+4

**[文献标识码]** A

## Clinical characteristics of basic cardiopulmonary fitness in patients with primary aldosteronism

Zhang Yu, Zhang Huijie, Wang Jing, Zhang Xue, Wang Lingzhi, Zhang Jinshun, Du Nannan, Li Teng. Department of Cardiac Rehabilitation, Fuwai Hospital Chinese Academy of Medical Sciences, Shenzhen 518000, China

**[Abstract]** **Objective** To explore the clinical characteristics of basic cardiopulmonary fitness in patients with primary aldosteronism(PA). **Methods** A total of 50 patients with PA(PA group) and 50 patients with essential hypertension(EH, EH group) who were hospitalized at department of cardiac rehabilitation in our hospital from May 2017 to September 2019 were concluded. Peak oxygen uptake ( $VO_2\text{peak}$ ), anaerobic threshold oxygen uptake ( $VO_2\text{AT}$ ), equivalent slope of carbon dioxide ventilation ( $VE/VCO_2\text{ slope}$ ) and slope of oxygen uptake efficiency (OUES) were obtained by cardiopulmonary exercise test (CPET) and compared. Pearson correlation analysis or Spearman correlation analysis was used to evaluate the correlation between each indicator. **Results** Aldosterone at sitting position [ $(236.07 \pm 92.63)\text{pg/ml}$  vs  $(179.33 \pm 71.83)\text{pg/ml}$ ], aldosterone before saline infusion test [ $(234.74 \pm 95.37)\text{pg/ml}$  vs  $(183.79 \pm 88.95)\text{pg/ml}$ ], aldosterone after saline infusion test [ $(169.30 \pm 56.76)\text{pg/ml}$  vs  $(82.06 \pm 70.35)\text{pg/ml}$ ], aldosterone/renin level ratio (ARR) at sitting position [ $76.91(45.13, 91.50)$  vs  $14.16(5.69, 23.49)$ ] and urinary potassium [ $(50.82 \pm 10.84)\text{mmol/L}$  vs  $(36.31 \pm 10.26)\text{mmol/L}$ ] levels in PA group were higher than those in EH group, while enin at sitting position [ $4.16(3.01, 4.73)\text{pg/ml}$  vs  $18.27(10.55, 26.01)\text{pg/ml}$ ] and serum

基金项目:广东省深圳市科技计划项目(JCYJ20180302173927276)

作者单位:518000 广东深圳,中国医学科学院阜外医院深圳医院心脏康复科(张瑜、章慧洁、王京、张雪、王灵芝、张金顺、杜楠楠),心律失常科(李腾)

potassium $[(3.68 \pm 0.39) \text{ mmol/L}$  vs  $(4.18 \pm 0.35) \text{ mmol/L}]$  level in PA group were lower than those in EH group( $P < 0.05$ ). OUES( $1\,643.52 \pm 494.17$  vs  $1\,921.41 \pm 473.66$ ), forced vital capacity $[\text{FVC}, (3.31 \pm 0.88) \text{ L}$  vs  $(4.07 \pm 0.89) \text{ L}]$ , maximal voluntary ventilation $[\text{MVV}, (102.24 \pm 29.18) \text{ L}$  vs  $(133.56 \pm 30.82) \text{ L}]$  in PA group were lower than those in EH group( $P < 0.05$ ), while there were no significant differences of other CPET parameters between the two groups( $P > 0.05$ ). Pearson correlation analysis or Spearman correlation analysis showed that renin level at sitting position was positively correlated with FVC( $r_s = 0.305, P = 0.037$ ) and  $\text{VO}_2\text{Peak}$  ( $r_s = 0.324, P = 0.036$ ) in PA patients, while there were no correlations between renin level at sitting position with OUES( $r_s = 0.201, P = 0.170$ ) and MVV( $r_s = 0.195, P = 0.195$ ). There was a positive correlation between OUES and  $\text{VO}_2\text{peak}$  in PA patients( $r = 0.784, P < 0.001$ ) and EH patients( $r = 0.816, P < 0.001$ ). **Conclusion** Cardiopulmonary fitness of PA patients is lower than that of EH patients, and cardiopulmonary fitness is positively correlated with renin level at sitting position.

**[Key words]** Primary aldosteronism; Cardiopulmonary exercise test; Oxygen uptake efficiency slope

原发性醛固酮增多症(PA)是一种常见的内分泌性高血压,由肾上腺皮质球状带自主分泌过多的醛固酮导致水钠潴留、容量负荷增加、血压升高,临床上以高血压、伴或不伴低血钾、高醛固酮血症及低肾素活性为主要表现<sup>[1]</sup>。PA的检出率随着醛固酮/肾素水平比值(ARR)的广泛应用逐年上升。既往文献报道,在1、2、3级高血压患者中PA的患病率分别为1.99%、8.02%和13.20%,而在难治性高血压患者中PA的患病率高达17.00%~23.00%<sup>[2]</sup>。有文献报道PA在顽固性高血压人群中的检出率超过20%<sup>[3]</sup>。部分PA患者血钾水平较低,低钾血症影响肌肉功能,容易引起疲劳和肌无力,故PA患者的生活质量也较低,尤其是在生理功能、活力和总体健康状况方面。本研究旨在观察PA患者在症状限制性心肺运动试验中的基础心肺适能状况及其影响因素。

## 对象与方法

1. 对象:2017年5月~2019年9月于我院心脏康复科就诊的PA患者50例(PA组)和原发性高血压(EH)患者50例(EH组)。纳入标准:(1)高度怀疑PA的高血压患者,排除干扰血清激素水平的降压药物(停用包括二氢吡啶类钙离子拮抗剂、血管紧张素转化酶抑制剂、血管紧张素受体拮抗剂、 $\beta$ 受体阻滞剂、利尿剂等降压药物,在此期间必要时可给予非二氢吡啶类钙离子拮抗剂、 $\alpha$ 受体阻滞剂控制血压)干扰2~4周后<sup>[2]</sup>,于当地时间清晨8:30静坐30分钟后抽取静脉血,测定醛固酮和肾素水平,计算ARR。对于坐位肾素水平 $\leq 4 \text{ pg/ml}$ 且坐位醛固酮水平 $\geq 160 \text{ pg/ml}$ 或ARR $\geq 40$ 者行静脉盐水负荷试验进行确诊,盐水负荷试验后,两次醛固酮水平平均值 $\geq 80 \text{ pg/ml}$ 者最终确诊为PA<sup>[4-5]</sup>。(2)同期收治于我科的EH患者因“高血压查因”住院,经系统诊治除外继发性高血压,且诊断符合《中国高血压防治指南2018》中关于EH的诊断标准,按性别、年龄、血压水平、病程等匹配原则纳入。排除标准:(1)其他类型的继发性高血压,包括

肾性高血压、嗜铬细胞瘤、皮质醇增多症、大动脉炎、主动脉缩窄、中重度睡眠呼吸暂停低通气综合征[呼吸暂停低通气指数(AHI) $> 15$ 次/小时]等。(2)器质性心脏病包括心肌炎、心肌病、心脏瓣膜病、肺源性心脏病、慢性阻塞性肺疾病、慢性肾功能不全失代偿期及慢性心功能不全(心功能IV级)。本研究经我院伦理委员会审核批准。

## 2. 方法

(1)临床资料收集:收集两组患者的性别、年龄、BMI、病程、吸烟史、糖尿病、血压、坐位肾素和醛固酮、ARR、空腹血糖、糖化血红蛋白(HbA1c)、盐水负荷试验中醛固酮、血钾、尿钾、同型半胱氨酸(Hcy)、血脂水平及AHI。

(2)心肺运动试验(CPET):所有患者均使用美国麦加菲公司ULTIMA运动心肺诊断系统进行CPET。平板运动试验采用Bruce分级平板运动方案,每级3分钟;踏车运动试验采用功率自行车,负荷功率为0W起始,每分钟递增10W。当受试者自觉非常疲劳,Borg评分 $\geq 17$ 分且呼吸商(RER) $> 1.15$ ,不能继续运动时停止运动。运动试验终止后所有患者均在无负荷状态下继续观察6分钟。整个过程在心电监测及专业医师、护士陪同下进行,连续记录心电、血压、气体代谢等信息,获取峰值摄氧量( $\text{VO}_2\text{peak}$ )、无氧阈摄氧量( $\text{VO}_2\text{AT}$ )、二氧化碳通气当量斜率( $\text{VE}/\text{VCO}_2$  slope)、摄氧效率斜率(OUES)、用力肺活量(FVC)、最大通气量(MVV)等主要参数。吸烟史定义为连续或累积吸烟6个月以上。

3. 统计学处理:应用SPSS 25.0软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 $t$ 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用Wilcoxon秩和检验;计数资料以例数和百分比表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。符合正态分布计量资料的相关性分析采用Pearson相关分析,不符合正态分布计量资料的相关性分析采用Spearman相关分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学

意义。

# 讨 论

## 结 果

1. 两组患者临床资料比较:PA 组患者坐位醛固酮、盐水负荷前醛固酮、盐水负荷后醛固酮水平、坐位 ARR、尿钾水平均高于 EH 组,坐位肾素、血钾水平均低于 EH 组( $P < 0.05$ )。两组患者其余指标比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

2. 两组患者 CPET 参数比较:PA 组患者 OUES、FVC、MVV 均低于 EH 组( $P < 0.05$ ),而两组患者其余 CPET 参数比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 2。

3. 各指标间的相关性分析:*Pearson* 或 *Spearman* 相关分析结果显示,PA 患者坐位肾素水平与 FVC ( $r_s = 0.305, P = 0.037$ )、 $VO_2\text{peak}$  ( $r_s = 0.324, P = 0.036$ ) 均呈正相关;而与 OUES ( $r_s = 0.201, P = 0.170$ )、MVV ( $r_s = 0.195, P = 0.195$ ) 均无相关性。OUES 与  $VO_2\text{peak}$  在 PA 患者中呈正相关( $r = 0.784, P < 0.001$ ),在 EH 患者中亦呈正相关( $r = 0.816, P < 0.001$ )。

PA 在高血压患者中的患病率超过 5%,甚至可能高达 10%<sup>[6-8]</sup>。既往文献报道,仅少部分 PA 患者存在低钾血症,醛固酮腺瘤患者约 50% 表现为低钾血症,而特发性醛固酮增多症的患者中仅 17% 表现为低钾血症<sup>[9-10]</sup>。尽管不是所有的 PA 患者合并低血钾,但在绝大多数 PA 患者中发现血钾水平降低或达到正常低值<sup>[11]</sup>。低钾血症影响肌肉功能,容易引起疲劳和肌无力,约 40% 的 PA 患者出现肌肉骨骼症状,从轻度的肌肉无力到瘫痪或麻痹。而肌肉无力伴疲劳可降低患者的习惯性体力活动和运动水平。心肺适能反映了心脏将氧气输送到运动肌肉的能力, $VO_2\text{max}$  是人体在极量运动时的最大耗氧能力,但即便是在正常受试者中,也仅有 1/2 能在递增运动中尽最大努力达到  $VO_2$  平台,因此功率递增时产生的  $VO_2\text{peak}$  非常接近  $VO_2\text{max}$ 。本试验中患者 Borg 评分均  $> 17$  分, RER 均  $> 1.15$ ,符合心肺运动试验受试者主观、客观极限状态的评估标准<sup>[12]</sup>,故  $VO_2\text{peak}$  可代表  $VO_2\text{max}$ 。OUES 是评价患者心肺储

表 1 两组患者临床资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	性别(男/女)	年龄(岁)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	病程[年, <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )]	吸烟史[例,(%)]	糖尿病[例,(%)]	
PA 组	50	35/15	49.83 ± 10.07	24.76 ± 2.73	6.2(1.0,10.1)	3(6.0)	5(10.0)	
EH 组	50	38/12	46.93 ± 10.89	25.56 ± 2.33	4.2(2.1,7.1)	3(6.0)	3(6.0)	
χ <sup>2</sup> /t/Z 值		0.457	0.996	-1.387	-1.003	0.001	0.136	
<i>P</i> 值		0.499	0.323	0.171	0.316	0.999	0.712	
组别	例数	白天 SBP (mmHg)	白天 DBP (mmHg)	夜间 SBP (mmHg)	夜间 DBP (mmHg)	坐位肾素 (pg/ml)	坐位醛固酮 (pg/ml)	
PA 组	50	133.31 ± 10.21	86.59 ± 7.80	129.46 ± 10.81	82.62 ± 9.00	4.16(3.01,4.73)	236.07 ± 92.63	
EH 组	50	134.66 ± 11.22	87.80 ± 8.96	128.73 ± 11.04	82.88 ± 10.74	18.27(10.55,26.01)	179.33 ± 71.83	
χ <sup>2</sup> /t/Z 值		-0.464	-0.525	-0.247	-0.098	-6.314	2.651	
<i>P</i> 值		0.645	0.602	0.806	0.922	<0.001	0.010	
组别	例数	坐位 ARR	空腹血糖 (mmol/L)	HbA1c (%)	盐水前醛固酮 (pg/ml)	盐水后醛固酮 (pg/ml)	血钾 (mmol/L)	
PA 组	50	76.91(45.13,91.50)	5.66 ± 1.15	5.56 ± 0.39	234.74 ± 95.37	169.30 ± 56.76	3.68 ± 0.39	
EH 组	50	14.16(5.69,23.49)	5.37 ± 1.12	5.52 ± 0.77	183.79 ± 88.95	82.06 ± 70.35	4.18 ± 0.35	
χ <sup>2</sup> /t/Z 值		-6.283	0.933	0.248	2.666	7.443	-5.321	
<i>P</i> 值		<0.001	0.355	0.806	0.010	<0.001	<0.001	
组别	例数	尿钾(mmol/L)	Hcy(μmol/L)	AHI(次/小时)	LDL-C(mmol/L)	TC(mmol/L)	HDL-C(mmol/L)	TG(mmol/L)
PA 组	50	50.82 ± 10.84	12.27 ± 4.19	6.87 ± 0.69	3.14 ± 0.66	4.62 ± 0.74	1.26 ± 0.26	1.50 ± 0.60
EH 组	50	36.31 ± 10.26	11.92 ± 4.54	4.97 ± 0.42	3.00 ± 0.85	4.52 ± 1.01	1.17 ± 0.22	1.95 ± 0.95
χ <sup>2</sup> /t/Z 值		5.139	0.263	0.264	0.721	0.414	1.596	-2.166
<i>P</i> 值		<0.001	0.794	0.794	0.474	0.680	0.116	0.035

注:SBP:收缩压;DBP:舒张压;LDL-C:低密度脂蛋白胆固醇;TC:总胆固醇;HDL-C:高密度脂蛋白胆固醇;TG:甘油三酯

表 2 两组患者 CPET 参数比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	$VO_2\text{peak}$ (ml $\cdot$ min <sup>-1</sup> $\cdot$ kg <sup>-1</sup> )	$VO_2\text{AT}$ (ml $\cdot$ min <sup>-1</sup> $\cdot$ kg <sup>-1</sup> )	VE/ $VCO_2$ slope	OUES	$VO_2$ /HR (ml/beat)	FVC (L)	MVV (L)
PA 组	50	23.50 $\pm$ 6.50	13.88 $\pm$ 5.64	28.77 $\pm$ 3.56	1 643.52 $\pm$ 494.17	11.25 $\pm$ 3.66	3.31 $\pm$ 0.88	102.24 $\pm$ 29.18
EH 组	50	26.03 $\pm$ 7.46	16.09 $\pm$ 5.71	27.90 $\pm$ 2.72	1 921.41 $\pm$ 473.66	13.15 $\pm$ 3.57	4.07 $\pm$ 0.89	133.56 $\pm$ 30.82
$t$ 值		-1.379	-1.483	1.052	-2.224	-1.733	-3.223	-3.906
$P$ 值		0.173	0.144	0.297	0.030	0.091	0.002	<0.001

备功能的重要指标之一,反映其在增量运动中有效摄取氧气的能力<sup>[13]</sup>。OUES 的最大优点是不依赖运动强度,能在亚极量运动强度下客观评价心肺功能<sup>[14-15]</sup>。有研究显示,OUES 的可重复性较好<sup>[16]</sup>,在健康儿童、中度超重儿童、健康成人及有心脏疾病的成人中,OUES 均与最大摄氧量有良好的相关性<sup>[16-19]</sup>。本研究中,OUES 与 VO<sub>2</sub>peak 呈正相关,与既往研究结果一致。

低钾血症与运动能力密切相关。低血钾可降低钾离子通道传导速度,使骨骼肌细胞过度极化,降低肌肉收缩所需的去极化能力<sup>[20]</sup>。本研究中,PA 组患者 OUES 低于 EH 组,提示 PA 患者的心肺储备功能较 EH 患者更低。虽然 PA 组患者 VO<sub>2</sub>peak 与 EH 组比较差异无统计学意义,但其绝对值有下降趋势,且 PA 组患者坐位肾素水平与 VO<sub>2</sub>peak 呈正相关,若增加样本量可能会出现不同的结果。严重的低钾血症可能累及呼吸肌导致呼吸肌麻痹,从而发生呼吸困难。有文献报道,肺最大通气量与血钾水平呈正相关<sup>[21]</sup>。本研究中所纳入的 PA 患者虽然未发生重度低钾血症,但血钾水平轻度降低或正常低值依然会损害呼吸肌功能,容易引起呼吸肌疲劳。本研究中,PA 组患者 FVC 和 MVV 均低于 EH 组,且坐位肾素水平与 FVC 呈正相关,提示 PA 患者更易出现肺功能受损。

综上所述,PA 患者的心肺适能较 EH 患者有下降趋势,心肺适能与坐位肾素水平呈正相关,但药物治疗后心肺适能能否恢复正常仍需进一步研究。本研究也存在一定的局限性:样本量偏小,PA 患者 VO<sub>2</sub>peak、VO<sub>2</sub>AT 与 EH 患者比较有下降趋势但差异无统计学意义,需进一步扩大样本量后分析;本研究无阴性对照,未找到相匹配的健康志愿者进行心肺运动试验。

参 考 文 献

[1] 钟珊,宋筱筱,徐小红. 原发性醛固酮增多症分型诊断研究进展[J]. 国际内分泌代谢杂志,2020,40(5):327-330.  
[2] Funder JW, Carey RM, Mantero F, et al. The management of primary aldosteronism: case detection, diagnosis, and treatment: an endocrine society clinical practice guideline[J]. J Clin Endocrinol Metab,2016, 101(5):1889-1916.

[3] Duta RK, Sderkvist P, Gimm O. Genetics of primary hyperaldosteronism [J]. Endocr Relat Cancer,2016,23(10):R437-R454.  
[4] Stowasser M, Gordon RD. Primary aldosteronism: changing definitions and new concepts of physiology and pathophysiology both inside and outside the kidney [J]. Physiol Rev,2016,96(4):1327-1384.  
[5] Westerdahl C, Bergenfelz A, Larsson J, et al. Re-evaluation of the fludrocortisone test: duration, NaCl supplementation and cut-off limits for aldosterone [J]. Scand J Clin Lab Invest,2009,69(2):234-241.  
[6] Hannemann A, Wallaschofski H. Prevalence of primary aldosteronism in patient's cohorts and in population-based studies-a review of the current literature [J]. Horm Metab Res,2012,44(3):157-162.  
[7] Hannemann A, Bidlingmaier M, Friedrich N, et al. Screening for primary aldosteronism in hypertensive subjects: results from two German epidemiological studies [J]. Eur J Endocrinol,2012,167(1):7-15.  
[8] 胡淑芳. 802 例高血压患者中原发性醛固酮增多症 83 例临床分析[J]. 临床内科杂志,2010,27(11):784-785.  
[9] Rossi GP, Bernini G, Caliumi C, et al. A prospective study of the prevalence of primary aldosteronism in 1125 hypertensive patients [J]. J Am Coll Cardiol,2006,48(11):2293-2300.  
[10] Mulatero P, Stowasser M, Loh KC, et al. Increased diagnosis of primary aldosteronism, including surgically correctable forms, in centers from five continents [J]. J Clin Endocrinol Metab,2004,89(3):1045-1050.  
[11] Šomlóová Z, Petrák O, Rosa J, et al. Inflammatory markers in primary aldosteronism [J]. Physiol Res,2016,65(2):229-237.  
[12] American Thoracic Society, American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing [J]. Am J Respir Crit Care Med,2003,167(2):211-277.  
[13] Baba R, Nagashima M, Goto M, et al. Oxygen intake efficiency slope: a new index of cardiorespiratory functional reserve derived from the relationship between oxygen consumption and minute ventilation during incremental exercise [J]. Med Sci,1996,59(1-2):55-62.  
[14] Hollenberg M, Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: an index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise [J]. J Am Coll Cardiol,2000,36(1):194-201.  
[15] Van Laethem C, Bartunek J, Goethals M, et al. Oxygen uptake efficiency slope, a new submaximal parameter in evaluating exercise capacity in chronic heart failure patients [J]. Am Heart J,2005,149(1):175-180.  
[16] Defoor J, Schepers D, Reybrouck T, et al. Oxygen uptake efficiency slope in coronary artery disease: clinical use and response to training [J]. Int J Sports Med,2006,27(9):730-737.  
[17] Baba R, Nagashima M, Nagano Y, et al. Role of the oxygen uptake efficiency slope in evaluating exercise tolerance [J]. Arch Dis Child, 1999,81(1):73-75.  
[18] Marinov B, Kostianev S. Exercise performance and oxygen uptake efficiency slope in obese children performing standardized exercise [J]. Acta Physiol Pharmacol Bulg,2003,27(2-3):59-64.  
[19] 唐毅,罗勤,柳志红,等. 摄氧效率斜率预测特发性肺动脉高压预后[J]. 中国循环杂志,2017,32(4):367-371.  
[20] Cheng CJ, Kuo E, Huang CL. Extracellular potassium homeostasis: insights from hypokalemic periodic paralysis [J]. Semin Nephrol,2013, 33(3):237-247.  
[21] Miyamura M, Ishida K, Itoh H, et al. Relationship between maximal pulmonary ventilation and arterialized venous blood potassium and dopamine concentrations obtained at exhaustion in man [J]. Jpn J Physiol,1998,48(1):17-23.

(收稿日期:2020-06-19)  
(本文编辑:周三凤)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床内科杂志》2021 年重点内容安排

第一期	妊娠合并心血管疾病的诊治	第七期	胆汁淤积性肝病的诊治进展
第二期	炎症性肠病新知	第八期	糖尿病患者 β 细胞功能解读和胰岛素的应用
第三期	移植相关肾损伤	第九期	脓毒症
第四期	消化系统疾病与感染性疾病	第十期	治疗内镜新进展
第五期	脊柱关节炎的诊治进展	第十一期	血管性认知障碍
第六期	某些非呼吸道疾病的呼吸系统表现	第十二期	多发性骨髓瘤的现代治疗