

普通成年人在完成运动负荷试验时的心肺功能变化

张建国¹, 太田寿城², 高田和子³, 田火田泉³, 宫下充正⁴

(1. 南京师范大学体育科学学院 210046 江苏 南京 2. 日本长寿医疗中心 爱知;
3. 日本国立健康营养研究所 东京 4. 日本东洋英和女子大学 东京)

[摘要] 探讨不同性别各年龄段普通成年人在运动至“力竭”时的心肺功能变化的特点, 并就心率、运动时间等指标与运动至“力竭”时吸氧量的关联进行分析. 结果表明各项测试指标分布均显示出明显的性别年龄特征; 运动时间、心率、工作能力、吸氧量均随年龄的增长而下降; 男性在运动时间、工作能力、吸氧量等指标上高于女性. 运动至力竭时所需时间与氧量之间显示出高度的相关.

[关键词] 普通成年人 运动负荷试验 心肺功能

[中图分类号] G804.22, [文献标识码] A, [文章编号] 1001-4616(2004)04-0089-03

0 引言

运动负荷试验是评定人体工作能力的一种实验方法, 在辅之以气体分析仪等设备后, 常用来评定人体在一定的负荷下的心肺功能. 为了了解普通成年人在完成最大运动负荷试验时的心肺功能测定值的分布特点, 弄清各指标间的相互关系, 为后人的研究提供参考依据, 本研究选择了一个大样本的普通成年人为对象, 探讨了不同性别各年龄段普通成年人在运动至“力竭”时的心肺功能变化特点, 并对此进行了研究探讨.

1 对象与方法

研究对象是居住在日本 4 个地区的 832 名 30~69 岁的普通成人(男 421 人, 女 411 人). 研究对象中包括一些慢性病患者(如高血压、糖尿病等), 但是这些人具有独立外出的能力, 可维持一般的日常生活, 经医学检查确认可参加运动负荷试验.

实验仪器为功率自行车(COMBI ,RS232C), 运动负荷控制系统(FUKUDA ,ML-2000)和气体分析仪(Minato , Aeromoniter AE-280S). 测定时采用渐增负荷法, 受试者在功率自行车上静坐 3 min 左右后以 20 W 的负荷进行 3 min 左右的准备活动, 然后从 20 W 的负荷开始, 以 1 W/3 s 的递增率增加负荷, 骑行速度为 50 圈/min. 运动负荷试验结束标准为本人感觉力竭而且不能维持指定的骑行速度. 安静时心率为受试者在功率自行车上静坐 3 min 后的心率, 各研究对象的最大预测心率为 $220 - \text{年龄}$.

统计分析时对运动前及运动至力竭时的心率、运动至力竭时的吸氧量、工作能力以及所需时间按性别、年龄作一般的统计学分布描述. 采用两个独立样本的 T-检验检定男女之间各指标平均数的差异. 所有计算均使用统计软件包 SPSS10.0, $p < 0.05$ 为显著性水平.

2 结果

从表 1 可以发现随着年龄的增长, 运动至力竭所需时间逐渐下降. 同年代比较可发现男性的运动时间长于女性($p < 0.01$). 表 2 是运动至力竭时心率的变化及其分布状况. 由于运动前心率是坐在自行车上测定的, 可能会反射性地引起心率加快, 因此测定值高于一般人的正常值. 运动至力竭时的心率随年龄增长呈现明显的下降趋势, 然而, 此值占预测最大心率($220 - \text{年龄}$)的百分比却未见明显的年龄差异.

收稿日期: 2004-08-20.

作者简介: 张建国, 1954- , 博士, 南京师范大学体育科学学院副教授, 主要从事运动人体科学的教学与研究.

E-mail: zhangjianguo@njnu.edu.cn
万方数据

表 1 运动至力竭所需时间及其分布状况

年龄/岁		样本数	运动负荷时间/min	时间分布/%		
				< 7 min	8 ~ 10 min	> 11 min
男性	30 ~ 39	130	10.5 ± 2.1	6.9	45.4	47.7
	40 ~ 49	118	9.5 ± 2.3	17.8	51.7	30.5
	50 ~ 59	101	9.1 ± 2.4	24.5	51.5	23.8
	60 ~ 69	62	7.5 ± 1.9	53.2	38.7	8.1
女性	30 ~ 39	130	8.2 ± 1.7	34.6	55.4	10.0
	40 ~ 49	107	7.8 ± 1.7	48.6	43.9	7.5
	50 ~ 59	96	7.5 ± 1.6	53.1	43.8	2.1
	60 ~ 69	70	6.1 ± 1.4	87.1	12.9	0.0

表 2 运动至力竭时心率的变化及其分布状况

年龄/岁		运动前心率/ (次/min)	力竭时心率/ (次/min)	占最大心率 的比例/%	心率分布比/%		
					< 149 次/min	150 ~ 179 次/min	> 180 次/min
男性	30 ~ 39	84.2 ± 13.5	162.4 ± 20.6	87.5 ± 11.1	24.6	58.5	16.9
	40 ~ 49	79.4 ± 21.2	154.2 ± 19.2	87.9 ± 10.9	38.1	51.7	10.2
	50 ~ 59	73.8 ± 21.4	144.0 ± 20.7	86.8 ± 12.3	57.4	40.6	2.0
	60 ~ 69	80.8 ± 12.4	137.1 ± 15.1	87.6 ± 9.7	80.6	19.4	0.0
女性	30 ~ 39	86.0 ± 13.0	160.7 ± 18.6	86.8 ± 9.6	22.3	67.7	10.0
	40 ~ 49	82.3 ± 12.3	150.4 ± 17.1	85.5 ± 9.7	40.2	57.0	2.8
	50 ~ 59	79.1 ± 11.5	144.2 ± 18.5	87.3 ± 11.0	59.4	38.5	2.1
	60 ~ 69	79.7 ± 11.6	136.0 ± 17.2	87.0 ± 10.7	78.6	21.4	0.0

表 3 为运动至力竭时的吸氧量和工作能力变化.此两项指标均随着年龄的增长而下降,并且男性的测定值大于女性($p < 0.01$).

表 3 运动至力竭时的吸氧量和工作能力变化

年龄/岁		力竭时的吸氧量		力竭时的工作能力	
		绝对值/(L/min)	相对值/(mL/kg/min)	绝对值/W	相对值/(W/kg)
男性	30 ~ 39	2.3 ± 0.6	34.6 ± 8.7	195.7 ± 43.6	2.9 ± 0.6
	40 ~ 49	2.0 ± 0.5	30.2 ± 7.1	170.8 ± 37.3	2.6 ± 0.6
	50 ~ 59	1.8 ± 0.5	27.5 ± 6.9	157.2 ± 33.5	2.4 ± 0.5
	60 ~ 69	1.5 ± 0.4	24.3 ± 7.6	131.9 ± 28.9	2.1 ± 0.5
女性	30 ~ 39	1.4 ± 0.4	27.1 ± 6.3	137.8 ± 30.0	2.6 ± 0.5
	40 ~ 49	1.3 ± 0.3	24.3 ± 5.3	125.9 ± 25.7	2.4 ± 0.5
	50 ~ 59	1.2 ± 0.3	22.6 ± 6.2	116.6 ± 22.4	2.1 ± 0.5
	60 ~ 69	1.1 ± 0.3	21.0 ± 5.5	99.1 ± 19.6	2.3 ± 0.6

如表 4 所示,与吸氧量关系最为密切的是运动时间,在运动负荷试验中可维持较长时间者最终测得的吸氧量也较高.40 ~ 69 岁成年男女的运动至力竭时心率与吸氧量无关,但是其运动前心率与吸氧量呈现有统计学意义的相关关系.

表 4 心率、运动时间与运动至力竭时吸氧量的相关系数

年龄/岁	运动前心率	力竭时心率	占最大心率比例	运动时间
全体男性	- 0.170 **	0.272 ***	0.082	0.568 ***
30 ~ 39	- 0.233 **	0.206 *	0.198 *	0.513 ***
40 ~ 49	- 0.224 *	0.101	0.087	0.524 ***
50 ~ 59	- 0.307 **	0.058	0.022	0.528 ***
60 ~ 69	- 0.416 **	- 0.094	- 0.104	0.269 *
全体女性	- 0.102 *	0.229 ***	0.042	0.454 ***
30 ~ 39	- 0.088	0.225 *	0.193 *	0.392 ***
40 ~ 49	- 0.338 ***	0.060	0.033	0.521 ***
50 ~ 59	- 0.280 **	- 0.031	- 0.076	0.533 ***
60 ~ 69	- 0.208	0.003	0.008	- 0.117

* : $p < 0.05$; * * : $p < 0.01$; * * * : $p < 0.001$

3 讨论

运动负荷试验中的最大心率常常被用作判断运动负荷量指标.FOX 等在 20 世纪 70 年代最早提出了用 220 - 年龄作为预测最大心率的公式^[1 2].由于这一公式是根据一些在相对年轻的受试者中得到的数据基础上建立的,因此后来的研究发现使用此公式在预测老年人的心率时常常过低评价,而且与实际的最大 — 90 万方数据

心率有较大差距^[3].本研究也发现尽管年龄较大者运动时间及最大心率绝对值上都明显低于年龄较年轻者,但是在运动中最大心率占预测最大心率的百分比这一指标上两者却无明显的差异.肖国强等在测定体育系大学生的最大吸氧量时以 180 次/min 作为评定基准之一^[4].然而从本研究的结果来看,各年龄组中运动中取大心率达到 180 次/min 以上的较少,在年龄较大者中更是寥寥无几,可见在对不同年龄的受试者进行运动负荷试验时需采用不同的心率基准来判断运动负荷量.本研究中心率和吸氧量的相关关系是一个值得令人关注的结果.除了 30~39 岁的年龄段以外,其它的年龄段均未见运动至力竭的心率与吸氧量之间存在着相关关系.此结果提示中老年人之心率与吸氧量之间可能不存在一种直线相关关系.

以往有关运动负荷试验时间的研究只介绍了全体受试者的时间^[3,5],很少涉及运动时间的长短与吸氧量之间的关系.本研究结果显示在大多数年龄组里运动时间与吸氧量有着密切的相关,整体的相关系数达到 0.5 左右,此相关系数数值对一个大大样本来说是非常高的.联系有些受试者尽管吸氧量还在持续上升却已放弃运动这一现象,可以推测一部分受试者特别是下肢肌肉力量较弱者是因为肌肉疲劳无法完成最大极限的运动,所以他们的吸氧量测定值可能不能反映本人心肺功能的最高状态.因此,为了在运动负荷试验中获得较可靠的数据,将运动负荷预先设定在某个范围内也是很有必要的.

4 结论

本研究以大样本的普通成年人为研究对象,探讨了不同性别各年龄段普通成年人在运动至“力竭”时的心肺功能的变化特点,并就心率、运动时间等指标与运动至“力竭”时吸氧量的关联进行了分析.研究结果表明运动至“力竭”时的心肺功能数值分布有明显的性别年龄特征,40~69 岁成年男女的运动至力竭时心率与吸氧量无关,但是运动前心率与吸氧量呈现有统计学意义的相关关系.运动至力竭时所需时间与吸氧量之间显示出高度的相关.本研究结果提示:以普通成年人为对象进行运动负荷试验时需要根据不同的对象设定不同的方案,以获得最佳的测试结果.

[参考文献]

- [1] Fox S M. The exercise stress test: needs for standardization[M]. In: M Eliakim and H N Neufeld. Editors, Cardiology: Current Topics and Progress, Academic Press, New York, 1970. 149—154.
- [2] Fox S M. Physical activity and the prevention of coronary heart disease[J]. Ann Clin Res, 1971, 3: 404—432.
- [3] Tanaka H. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women[J]. J Appl Physiol, 1997, 83: 1947—1953.
- [4] 肖国强.不同负荷方式对大学生最大吸氧量和无氧阈的影响[J].天津体育学院学报, 1998, 13: 1—7.
- [5] Sheffield L T. Maximal heart rate and treadmill performance of healthy women in relation to age[J]. Circulation, 1978, 57(1): 79—84.

Changes of Cardiorespiratory Function in Exercise Testing in Non-trained Adults

Zhang Jianguo¹, Toshiki Ohta², Kazuko Ishikawa-Takata³, Izumi Tabata³, Mitsumasa Miyashita⁴

(1. School of Physical Science, Nanjing Normal University, 210046, Nanjing, China)

(2. Chubu National Hospital, National Institute for Longevity Sciences, Aichi, Japan)

(3. Division of Health Promotion and Exercise, National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, Japan)

(4. Toyo Eiwa University, Tokyo, Japan)

Abstract: To examine the changes of cardiorespiratory function in exercise testing, and investigate the correlation among exercise time, heart rate, and physical working capacity, oxygen consumption in non-trained adults. Exercise were conducted using cycle ergometer in non-trained adults (421 males, 411 females) aged 30~69 years, and the data of heart rate, physical working capacity, oxygen consumption were collected. the exercise time, and the heart rate, physical working capacity and oxygen consumption in the endpoint of the exercise test declined with age, and the males had longer exercise time, and higher physical working capacity, oxygen consumption when compared with females ($p < 0.01$). The exercise time was found to significantly correlate with peak oxygen consumption in males and females ($p < 0.001$). However, there were no significant correlation between maximal heart rate and peak oxygen consumption in adults aged 40~69 years. Since the values of cardiorespiratory function in exercise test change with age and sex, different exercise test protocols were needed when performing exercise test in different sex and age groups.

Key words: non-trained adults, cardiorespiratory function, exercise test

万方数据

[责任编辑:孙德泉]