

实验技术与方法

Fitmate 肺功能测试仪测定静息代谢率的可信度研究

李敏 朴建华 刘健敏 田颖 孙锐 杨晓光
(中国疾病预防控制中心营养与食品安全所,北京 100050)

摘要:目的 评估 Fitmate 便携式肺功能测试仪测定 RMR 的可靠性。方法 采用 Douglas-Haldane 法对该仪器进行比对研究。随机抽取了 16 名 23~28 岁年龄组健康研究生作为受试者,男女各 8 名。结果 研究发现两种仪器测定男女学生 RMR 值经配对 *t* 检验分析, *P* 值分别为 0.402 7、0.635 8,差异无统计学意义 ($P > 0.05$);经相关性检验,相关系数分别为 0.75 ($P = 0.003 3$)、0.63 ($P = 0.011 2$),相关性良好 ($P < 0.05$)。结论 Fitmate 便携式肺功能测试仪测定 RMR 的结果可靠。

关键词:静息代谢率;基础代谢;学生;可行性研究

Study on Reliability of Resting Metabolic Rate Determined by Fitmate Lung-Function Analytical Instrument

LI Min, PIAO Jian-hua, LIU Jian-min, TIAN Ying, SUN Rui, YANG Xiao-guang
(National Institute for Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050, China)

Abstract: Objective To assess the validity and reliability of RMR determined by FitMate. **Method** A validation study of FitMate was devised to compare with the Douglas-Haldane method, which was the classical method for gas metabolism. Sixteen healthy graduates at the age of 23 to 28 years were randomly selected, including eight males and eight females. **Results** The difference of RMR determined by Douglas-Haldane and FitMate ($P > 0.05$) was not found, the *P* value of paired *t* test of RMR of male and female were 0.402 7 and 0.635 8, respectively. By correlation analysis, the correlation coefficients of RMR of male and female determined by two instruments were 0.75 ($P = 0.003 3$) and 0.63 ($P = 0.011 2$), respectively, which had significant correlation ($P < 0.05$). **Conclusion** The FitMate could make reliable RMR measurement.

Key word: Resting Metabolic Rate; Basal Metabolism; Students; Feasibility Studies

静息代谢率(RMR, resting metabolic rate)是维持人体在安静休息状态下心跳、呼吸等基本生理功能所需要消耗的能量。RMR 一般占能量消耗的 60%~75%,是人们研究机体能量消耗的重要参数,在预防医学、临床医学和运动医学领域应用甚广。测定 RMR 的方法有直接测热法和间接测热法^[1],直接测热法是测量能量消耗最精确的方法,但是测热装置设计、制造复杂,应用受到限制。间接测热法中常用的有气体代谢法和双标记水法,双标记水法与常规的呼吸计法比较,其精确度和准确度较高。但是实验费用昂贵,且需要昂贵的高灵敏度和精确度的同位素质谱仪和高技术素质的分析人员,故使用有局限性。气体代谢法的经典方法是 Douglas-Haldane 法,但是设备装置比较笨重,需要专业人员操作,不能测定自由活动状态下人群的能量消耗。K4b2

(Cosmed, Italy)系统是一种新型的、能在静态和运动状态下测定心肺功能的先进仪器,体积小、携带方便,已在治疗有心肺功能疾病的病人和测量运动员在进行体育活动时的能量代谢方面得到一定的应用^[2,3],缺点是仪器价格太高。Cosmed 公司最近新开发了一种小型心肺测定仪:Fitmate 便携式肺功能测试仪,该仪器轻、体积小(20 cm × 24 cm),易携带,操作简单,价格相对其他仪器较便宜。为了解该仪器测定 RMR 的可靠性,本研究采用测量 RMR 的经典方法即 Douglas-Haldane 法对该仪器进行比对研究。

1 对象与方法

1.1 对象 随机抽取本研究所 23~28 岁年龄组学生 25 名,通过体格检查,筛选出 16 名健康志愿者作为研究对象,男女各 8 人。

1.2 仪器和设备 便携式肺功能测试仪(Fitmate 型, Cosmed 公司)、便携式红外线气体分析仪(9000X 型,北京华云分析仪器研究所)、气体流量计(773 型, Schlumberger 公司)、多氏袋(容积 100 L, Harvard

基金项目: 国家科技部科技基础性工作专项资金项目
(2001DEA30035)

作者简介:李敏 女 博士生

通讯作者:杨晓光 男 研究员 博士生导师

apparatus 公司)、空盒气压表(DYM3 型,宁波市鄞州姜山玻璃仪器仪表厂)、温湿度计(TH05 型,康瑞电子有限公司)。

1.3 仪器参数 Fitmate 便携式肺功能测试仪的采样方法为动态混合室法,氧分析器的精确度 $\pm 0.02\%$,测量范围 $0\% \sim 22\%$;空气流量计的精确度 $\pm 2\%$,测量范围 $0 \sim 50 \text{ L/min}$ 。

1.4 比对试验

1.4.1 BMI 的测定 测试前所有受试者仅穿内衣测量身高、体重,计算身体质量指数(BMI, body mass index),BMI = 体重/身高² (kg/m²)。

1.4.2 仪器校对 试验前对 Fitmate 便携式肺功能测试仪进行流量计校正和氧分析仪的检定,对 9000X 型便携式红外线气体分析仪进行氧气和二氧化碳的零点和终点的校准。

1.4.3 RMR 的比对试验 餐后 3 h,禁止做任何剧烈运动,测试前受试者安静仰卧 30 min 后进行试验,Fitmate 便携式肺功能测试仪测定一人 RMR 后再用 Douglas-Haldane 法测定,尽量缩短两种仪器测定同一人 RMR 的时间,以减少误差。每种仪器需测定 2 次,间隔 10 min 测试 1 次,每次测试 5 min, RMR 按平均值计算,男女各测试 8 人。整个测试过程要求受试者保持清醒状态,室温(20~25)。

1.5 数据处理

1.5.1 RMR Douglas-Haldane 法中按 Weir 公式计算 RMR^[4]。

$$RMR (\text{kcal/d}) = (3.9 \times VO_2 + 1.1 \times VCO_2) \times$$

1.44

式中 VO_2 为 O_2 消耗量(L/min); VCO_2 为 CO_2 产生量(L/min)。

1.5.2 体表面积的计算 按文献[5]。

$$\text{体表面积} (\text{m}^2) = 0.00659 \times \text{身高} (\text{cm}) + 0.0126 \times \text{体重} (\text{kg}) - 0.1603$$

1.5.3 采用 SAS9.1 统计软件进行统计学分析。

2 结果

2.1 研究对象基本情况 受试者除年龄外,身高、体重和 BMI 差别有统计学意义,见表 1。女性年龄范围 25~28 岁,除 2 人消瘦外(BMI 分别为 18.5、18.37)其余 BMI 都在正常范围(19~24);男性年龄范围 23~28 岁,除 2 人肥胖外(BMI 分别为 26.30、28.38)其余 BMI 都在正常范围(20~25)。

2.2 比对试验 RMR 以受试者静息状态下每小时每平方米体表面积的热能消耗值(kcal/h·m²)表示^[1]。两种仪器测定 RMR 后经配对 *t* 检验分析差别无统计学意义($P > 0.05$),两种仪器的相关性良

表 1 受试者基本情况($\bar{x} \pm s$)

变量	女性	男性	<i>P</i> 值
年龄(岁)	26.40 \pm 1.30	26.6 \pm 2.00	0.7710
身高(m)	1.59 \pm 0.04	1.68 \pm 0.06	0.0033
体重(kg)	48.99 \pm 2.90	68.00 \pm 9.80	0.0007
BMI(kg/m ²)	19.40 \pm 0.90	24.10 \pm 2.30	0.0005

注:检验水准 = 0.05

好(男性 $r = 0.75$, $P < 0.05$;女性 $r = 0.63$, $P < 0.05$)见表 2 和表 3。

表 2 Fitmate 与 Douglas-Haldane 法

测试男受试者 RMR 值 (kcal/h·m²)

受试者	Fitmate	Douglas-Haldane
1	39.50	40.23
2	45.36	47.19
3	42.12	44.41
4	34.16	32.84
5	37.22	31.99
6	36.25	38.65
7	30.97	33.64
8	42.30	46.34
配对 <i>t</i> 检验 <i>P</i> 值		0.4027
相关性检验 <i>P</i> 值		0.0033

注:检验水准 = 0.05

表 3 Fitmate 与 Douglas-Haldane 法

测试女受试者 RMR 值 (kcal/h·m²)

受试者	Fitmate	Douglas-Haldane
1	31.30	34.03
2	37.35	32.45
3	33.27	35.24
4	32.61	34.73
5	31.55	35.51
6	32.66	34.47
7	32.90	33.86
8	36.78	32.68
配对 <i>t</i> 检验 <i>P</i> 值		0.6358
相关性检验 <i>P</i> 值		0.0112

注:检验水准 = 0.05

3 讨论

随着科技的不断发展,科学研究中已越来越离不开测量工具,而选择合适的测量工具对科学研究的发展又是至关重要的。一种新仪器的诞生必然要对它的可靠性进行充分评价。虽然 Fitmate 便携式肺功能测试仪在国外已进行了测定 RMR 的可靠性评价^[6],但是由于东西方社会文化背景与种族等方面的差异,如果国内未对其可靠性进行充分评价,就仓促加以应用是不可取的。

实验技术与方法

2 种弧菌的实时荧光 PCR 快速检测

冯家望 王小玉 李丹琳 唐食明 游淑珠
(珠海出入境检验检疫局,广东 珠海 519015)

摘要:目的 为快速、特异、灵敏的检测致病性弧菌,建立致病性弧菌的实时荧光 PCR 方法。方法 针对霍乱弧菌的种特异性基因 *ompW*、毒力基因 *tcpA*、*ctxA* 和副溶血性弧菌的种特异性基因 *tl*、毒力基因 *tdh* 设计引物和 Taqman 荧光探针,建立实时荧光 PCR 检测方法。结果 该方法能够特异地检出副溶血性弧菌或霍乱弧菌,并进一步确定其是否携带 *tdh*、*tcpA* 或 *ctxA* 毒力基因,检测的灵敏度可达到 10 CFU/ml 或 0.171 6 μg/ml (pg/μl) DNA 模板浓度。结论 该方法特异性强、灵敏度高,适用于食品中致病性弧菌的快速检验。

关键词:聚合酶链反应;弧菌属;弧菌;霍乱;弧菌;副溶血性;毒力;基因;食品

Study on Rapid Detection of 2 kinds of *Vibrio* spp. in Food by Real-Time Fluorescence PCR

FENG Jia-wang, WANG Xiao-yu, LI Dan-lin, TANG Shi-ming, YOU Shu-zhu

(Zhuhai Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau of the P. R. C., Guangdong Zhuhai 519015, China)

Abstract: Objective To develop a real-time fluorescence PCR assay to detect *Vibrio cholera* and *Vibrio parahaemolyticus* in food. **Method** The virulence genes of *tcpA*, *ctxA* and *tdh* were selected as target sequences, *ompW* gene was selected as a

本研究发现 Fitmate 便携式肺功能测试仪和 Douglas-Haldane 法对 RMR 的比对测定后经统计学分析两种仪器的测定值差别无统计学意义且相关性良好。但在试验过程中也发现了一些影响试验测定的因素,主要体现在以下几方面:第一,同一人一段时间内 RMR 值在两种仪器测定过程中不可能保持完全相同,这不同于其它类仪器的比对研究能使用标准品;第二,测试过程中受试者对两种仪器的反应不同,受试者普遍反应对 Douglas-Haldane 法的测定方式(鼻塞夹住鼻子,只用嘴呼吸)不太适应,不符合正常呼吸的情况。而对 Fitmate 反应要好些,认为该仪器测试时对正常呼吸影响不大,但是由于使用的面罩都是一个规格,有些受试者在测试过程中有漏气现象发生,漏气会使测定的 RMR 值骤减。该仪器可提示面罩漏气,发生这类现象时需要将漏气时间段的 RMR 删除,不计算在最终 RMR 值内,如果漏气严重需要重新测定 RMR;第三, Douglas-Haldane 法中对 Douglas 袋中气体成分的分析 and 气体流量的测定都存在系统误差和随机误差。因此在今

后的比对试验中要加强对以上因素的控制。

参考文献

- [1] 葛可佑,主编.中国营养科学全书[M].北京:人民卫生出版社,2004.
- [2] DUFFIELD R, DAWSON B, PINNINGTON H C, et al. Accuracy and reliability of a Cosmed K4b2 portable gas analysis system[J]. *Sci Med Sport*, 2004, 7(1):11-22.
- [3] EISENMANN J C, BRISKO N, SHADRICK D, et al. Comparative analysis of the Cosmed Quark b2 and K4b2 gas analysis systems during submaximal exercise[J]. *Sports Med Phys Fitness*, 2003, 43(2):150-155.
- [4] 陈炳卿,主编.营养与食品卫生学[M].北京:人民卫生出版社,2001.
- [5] WEIR. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism[J]. *Physiol*, 1949, 109(1-2):1-9.
- [6] NIEMAN D C, AUSTIN M D, BENEZRA L, et al. Validation of cosmed's fitmate in measuring oxygen consumption and estimating resting metabolic rate[J]. *Research in Sports Medicine*, 2006, 14:1-8.

[收稿日期:2007-08-02]

中图分类号:R15;R333.6 文献标识码:B 文章编号:1004-8456(2007)06-0512-03

基金项目:珠海出入境检验检疫局科研项目(ZH2003-7)

作者简介:冯家望 男 工程师