

用能量零平衡方法研究中国南方轻体力 劳动健康成人的适宜能量摄入量



胥馨尹 龚偲 何宇纳¹ 朴建华¹ 黄承钰 李鸣²

四川大学华西公共卫生学院营养与食品卫生学教研室, 成都 610041

摘要:目的 调查和分析中国南方轻体力劳动成人维持能量零平衡的膳食能量摄入水平。方法 随机抽样选择 32 名从事轻体力劳动的南方健康成人(18~45 岁)作为研究对象,在 2 个月内取相等间隔时间观察所选对象进餐情况和体重变化(使观察日覆盖星期一到星期天)。通过食物称重法准确记录各对象食堂内用餐情况,并用 24 小时回顾法收集各对象食堂外所摄入食物。用《中国食物成分表 2002》计算各对象平均每天实际能量摄入量,并结合体重变化,使用能量平衡原理进行校正。结果 总体对象维持能量零平衡的能量平均摄入量为(8.895±1.535) MJ/d,其中男性(10.070±1.150) MJ/d,女性(7.719±0.765) MJ/d。结论 通过连续 2 个月内相等间隔时间称重记录进餐所有食物的净摄入量 and 体重变化来分析轻体力劳动成人能量零平衡时的能量摄入量,该方法简便经济、有效可行。

关键词: 能量零平衡 能量推荐摄入量 合理膳食

中图分类号: R151.4

文献标识码: A

Energy zero balance study on the energy intake of healthy adults engaged in light physical activities in southern China

XU Xinyin, GONG Cai, HE Yuna, PIAO Jianhua, HUANG Chengyu, LI Ming

Nutrition and Food Safety Department of School of Public Health, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Abstract: Objective Using an energy zero balance method to investigate and analyze the level of dietary energy intake of healthy adults in southern China, in order to provide basic data for revising Chinese energy DRIs.

Methods A total of 32 healthy adults engaged in light physical activities were recruited randomly. The food intake of each subject including meals and snacks was weighed and made records at same days intervals in a period of 2 month (covering Monday to Sunday of a week). The energy intake was calculated and adjusted with the change of body weight according to the energy balance principle. **Results** The average total energy intake of subjects in energy zero balance was (8.895±1.535) MJ/d, (10.070±1.150) MJ/d for male and (7.719±0.765) MJ/d for female.

Conclusion The energy intake of healthy adults at zero balance could be measured at same days intervals within a 2 month period. The method was convenient, economical, available and practicable.

Key words: energy zero balance, recommended energy intake

成人能量代谢的最佳状态是达到能量消耗与能量摄入平衡,这种能量平衡状态能使机体维持健康体重和适宜生理功能,并胜任各种生活和职业活动;通过测量该平衡状态下的实际能量消耗量,可找到人体的能量需要量^[1],用于制定“膳食营养素参考摄入量”(DRIs)^[2]。本研究采用能量平衡法,观察健康成年男女在普通劳动和生活条件下,按机体需要正常

进食,通过计算每日摄取食物的能量及称量体重的变化,来确定人体能量消耗量,为修订我国的膳食营养素推荐摄入量(RNI 值)提供参考数据。

1 对象与方法

1.1 对象

在成都某高校随机抽样选择来自长江以南地区(四川、云南、贵州、湖南等地)并在成都生活 3 年以上,年龄 18~45 岁, BMI 值 18.5~23.9^[3],均长期在食堂用餐的轻体力劳动水平的健康成年人 32 名,男女各半。所有对象生活和饮食习惯规律、正常,经实验室检查无贫血(成年男性 Hb≥120g/L,成年女性(非妊娠) Hb≥110g/L)、无糖尿病(空腹血糖<7.0mmol/L),生理状况正常(非孕妇、乳母)。设计方案经过

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划(No. 2008BA158B01)

作者简介: 胥馨尹,女,硕士研究生,助理研究员,现工作单位:四川省疾病预防控制中心,研究方向:疾病与营养, E-mail: xinyinkayla@qq.com

1 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所

2 通讯作者: 李鸣,博士,副教授 E-mail: iliman@126.com

了中国疾病预防控制中心营养与食品安全所伦理委员会审批,并与受试对象签订了书面知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 调查内容 对象基本信息和过去 1 个月内食物摄入情况;对象在食堂摄入各种食物的种类和净摄食重量(除去剩菜剩饭量)及在食堂外用餐信息和晨起空腹体重。

1.2.2 场地准备 就餐方式选定模拟食堂集中供餐,由长期从事南方食堂烹调工作的厨师,根据各对象常用食谱和食堂当季供餐情况完成膳食制备,基本符合平衡膳食的原则(碳水化合物、脂肪、蛋白质的供能比分别为 55%~65%、20%~30%、10%~15%^[4],优质蛋白占总蛋白摄入量的 40%,早中晚三餐能量分配比 2:4:4),提供统一规格饭盒和固定就餐地点。选定一个相对密闭的空间作为体重测量室。

1.2.3 方法 选择对进食量影响较小的 4-5 月份,在 2 个月内取相等间隔时间观察所选对象进餐情况和体重变化。间隔时间 16 天,分 4 次,每次连续 2 天,使时间分布上涵盖一周 7 天。每次完成对象晨起空腹体重测量,由调查员从厨房到食堂全程准确称重记录膳食制备中总人份主食和菜肴生重(含主原料和能量高的配料,分别保留到 0.1g、0.01g)及成品熟重(保留到 0.1g);记录各对象供餐主食和副食名称、重量及剩食量,并根据生熟比推算实际摄入的各原料生重;对食堂外进食的零食由调查员电话问询或自填方式在当晚回顾收集名称、重量、状态、品牌等信息。在 4 次膳食记录结束后间隔 16 天再连续增测 2 天晨起空腹体重(体重测量共计 10 天,保留到 0.1kg)。对象在调查期间活动如常,从事轻体力活动。

1.2.4 质量控制 统一标准化问卷和测量方法,校准称量仪器和设备统一,培训并选取有责任心的调查员,完成称重调查,并对食堂外用餐调查中对象自填的部分在第二日晨做抽查回访,核实信息,采取严格的质控以确保数据的真实可靠。

1.3 资料分析

收集信息和数据经严格核对、审查统一用 Microsoft Excel 2003 双录入计算机。膳食调查共 4 次 8 天,根据《中国食物成分表 2002》^[5]计算各对象全天从食物中摄入的实际能量,依次记作 $E_1 \sim E_8$ 。体重测量共 5 次 10 天,依次记作 $W_1 \sim W_{10}$,结合调查周期设计方式,计算体重变化时分别用下一次第一天减去前一次第一天,下一次第二天减去前一次第二天,共 8 次

体重变化(记作 $\Delta W_j = w_{j+2} - w_j, j = 1, 2, \dots, n$; 这里 $n = 8$)。根据 2 月内体重变化,利用 Thomason 的能量转换系数,每增加或减少 1kg 体重需要增加或减少约 29MJ 的能量^[6],对各对象 8 天实际能量摄入值的平均值(记作 \bar{E})进行矫正,得到各对象维持能量零平衡所需平均每天能量摄入量(即能量消耗量,记作 \bar{EZ})。矫正公式为:

$$\text{每人每次每天能量消耗量 (MJ)} = \text{每天实测能量摄入量 (MJ)} - \text{每次体重变化值 (kg)} \times 29 \text{ (MJ/kg)} \div \text{每次体重测量间隔天数} (\Delta d) \tag{1}$$

则各对象两个月内能量零平衡时平均每天能量消耗量为

$$\bar{EZ} = \bar{E} - \frac{\sum \Delta W}{n} \times \frac{29}{\Delta d} \tag{2}$$

(2) 式中,据 $\Delta W_j = w_{j+2} - w_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 得 $\sum \Delta W = w_{n+1} + w_{n+2} - w_1 - w_2$

$$\text{故 } \bar{EZ} = \bar{E} - \frac{w_{n+1} + w_{n+2} - w_1 - w_2}{n} \times \frac{29}{\Delta d} \tag{3}$$

32 名对象总体 $\bar{TEZ} = \frac{\sum \bar{EZ}}{N}$ (4)

(4) 式中 \bar{TEZ} 表示对象总体维持能量零平衡的能量消耗量, N 表示观测对象数, $N_{男} = N_{女} = 16, N_{总} = 32$;

则 $\bar{TEZ} = \frac{\sum \bar{E}}{N} - \frac{w_{n+1} + w_{n+2} - w_1 - w_2}{2} \times 29 \div \left(\frac{n \times \Delta d}{2} \right)$ (5)

(5) 式中 $\frac{\sum \bar{E}}{N}$ 表示总体对象 8 天实际能量摄入值的平均值, $\frac{w_{n+1} + w_{n+2} - w_1 - w_2}{2}$ 表示调查期间总体对象体重变化的平

均值,也等于总体对象末次体重均值减首次体重均值; $\frac{n \times \Delta d}{2}$

表示末次体重第 1 天观测日期与首次体重第 1 天日期差,其中 $n = 8, \Delta d = 16, 2$ 代表每次连续观测天数。

2 结果

2.1 研究对象基本情况

研究对象的年龄、身高、体重、BMI、血红蛋白及空腹血糖等情况见表 1。

表 1 研究对象基本情况

Table 1 Clinical examination results of subjects ($n = 16, \bar{x} \pm s$)

性别	年龄 (岁)	身高 (cm)	体重 (kg)	血红蛋白 (g/L)	空腹血糖 (mmol/L)	BMI
男	23 ± 2	170.3 ± 5.7	60.2 ± 7.3	156 ± 12	4.9 ± 0.3	20.7 ± 1.7
女	22 ± 1	160.9 ± 5.0	52.3 ± 5.1	140 ± 10	4.7 ± 0.4	20.2 ± 1.4
合计	23 ± 2	165.6 ± 7.1	56.2 ± 7.4	148 ± 14	4.8 ± 0.4	20.4 ± 1.6

2.2 实际总能量摄入量及主要产能营养素分析

平均每天实际能量摄入值为 (9.213 ± 1.690) MJ/d, (2202 ± 404) kcal/d, 其中男性 (10.732 ± 0.778) MJ/d, (2565 ± 186) kcal/d, 女性 (7.698 ± 0.627) MJ/d, (1840 ± 150) kcal/d。全天摄入营养素中,三大产能营养素碳水化合物、脂肪、蛋白质供能比约为 5.5:3:1.5。其中可利用碳水化合物为主要供能来源,总体对象为 53.2%,男性为 56.1%,女性为 49.1% (见表 2)。

表 2 全天各产能营养素供能比

Table 2 The percentage of total energy intake derived from protein, fat and carbohydrate %

性别	蛋白质	脂肪	碳水化合物	
			AC	DF
男	14.5	28.2	56.1	1.2
女	15.4	34.3	49.1	1.2
合计	14.9	30.8	53.2	1.2

2.3 三餐和非正餐时间营养素摄入供能比

食堂内供餐能量占全天总能量摄入的 90.1%,早、午、晚三餐分别为 19.2%、36.8% 和 34.0%,食堂外以晚上小吃补充能量为主要方式。其中男性在三餐外以零食方式摄入能量所占比例低于女性(见表 3)。

表 3 全天三餐和非正餐时间营养素摄入供能比

Table 3 The contribution of energy from three meals and snacks %

性别	正餐				非正餐(小吃)			
	早餐	午餐	晚餐	合计	早餐	午餐	晚餐	合计
男	18.0	37.8	34.8	90.6	0.1	1.6	7.7	9.4
女	20.8	35.6	33.0	89.4	0.2	3.9	6.5	10.6
合计	19.2	36.8	34.0	90.1	0.2	2.6	7.2	9.9

表 4 体重变化及总能量消耗量

Table 4 Body weight change and total energy consumption(n = 16 $\bar{x} \pm s$)

性别	$\frac{\sum E}{N}$ (MJ/d)	w_{n+1} (kg)	w_{n+2} (kg)	w_1 (kg)	w_2 (kg)	TEZ (MJ/d)
男	10.732 ± 0.778	62 ± 6.5	62 ± 6.5	60.5 ± 7.3	60.5 ± 7.3	10.070 ± 1.150
女	7.698 ± 0.627	52.1 ± 4.9	52.2 ± 4.9	52.2 ± 5.3	52.2 ± 5.3	7.719 ± 0.765
合计	9.213 ± 1.690	57.1 ± 7.5	57.1 ± 7.5	56.4 ± 7.6	56.4 ± 7.6	8.895 ± 1.535

据全国慢性病及其危险因素监测结果显示^[7] 2007 年 18 ~ 44 岁居民中身体活动低水平者约占 1/3,超重率 24.3%、肥胖率 6.7%、中心性肥胖率 30.3%,与营养过剩相关慢性病如高血压、糖尿病、心血管疾病、肿瘤等自报患病率或患病率均较 2004 年显著上升。据 1959 年到 2002 年的 4 次全国营养调查结果显示,按标准人计,我国居民实际能量摄入量逐渐下降,与推荐摄入量的差距加大。据此,需要大量我国居民能量摄入的实测数据为 2000 年制定的我国居民推荐摄入量的修正提供依据。

迄今,直接测定成年人在自由活动情况下的能量消耗量仍然十分困难,由于缺少我国人体能量试验的资料,中国营养学会在 2000 年制定和推出的《中国居民膳食营养素参考摄入量》^[8],是依据 Schofield 提出的基础代谢率公式(已被 WHO 在 1985 年采纳)为基础,采用“要因加算法”对不同体力活动水平人体进行的推算。该值与 1988 年推荐的能量供给量(RDA)相比,从事轻体力活动的成年男性 RNI 由 1988 年的 2600kcal/d 下调为 2400kcal/d,女性由 2300kcal/d 下调为 2100kcal/d,但考虑到亚洲人的基础代谢率可能较欧洲人低,该推荐值仍有可能偏高。

据刘健敏的研究报告,能量平衡观察法测定能量消耗的结果与“金标准”双标水的测量结果最为接近,仅高出 0.2%^[9]。本研究即选择能量平衡观察法对能量消耗进行测定,该方法实验方案合理、可行,具体执行人员分工明确,数据质量控制严格,观察对象依从性较好,确保了食堂内、外进餐环节符合实际又紧密相扣,避免了进餐信息遗漏,进一步确保了实验结果相对准确。在观察期间用称重法直接获得了每人每天绝大部分摄入食物情况(食堂内三餐),并用 24 小时回顾法补充食堂外摄入情况,还考虑了体重增减对结果的影响,根据 Thomoson 的能量转换系数来校正每天能量摄入值,得到保持能量零平衡状态下轻体力劳动成人每天的能量消耗量。

2.4 维持能量零平衡所需平均每天能量摄入量

据 1.3 中公式(5)计算 2 个月内总体对象体重变化平均值 $\frac{w_{n+1} + w_{n+2} - w_1 - w_2}{2}$ 为正增长 0.7kg,其中男性平均增长 1.5kg,女性无明显变化,平均减轻不足 0.1kg。总体对象维持能量零平衡所需平均每天能量摄入量(即能量消耗量 TEZ)为(8.895 ± 1.535) MJ/d (2126 ± 367) kcal/d(见表 4)。

3 讨论

膳食能量需要量是营养科学最重要的基础数据,是国家制定“食物与营养发展纲要”的重要依据,也是居民合理膳食、避免能量摄入不足或过剩的指南。近年随着经济的飞速发展,我国居民的饮食结构、体力活动种类和时间长短发生了变化,维持机体能量代谢平衡的能量摄入水平也发生了变化。

研究结果与当前中国轻体力劳动成人能量推荐摄入量相比,男性与 RNI 相当,女性比 RNI 低 255kcal/d,提示当前女性实际膳食能量需要可能低于国家推荐值。此调查通过连续 2 个月内相等间隔时间称重记录进餐所有食物的净摄入量 and 体重变化来分析轻体力劳动成人能量零平衡时的能量摄入量,方法简便经济、有效可行,为研究我国居民的能量 RNI 值提供了数据参考和方法探索。

参考文献

- 1 POEHLMAN E T, HORTON E S. Energy Needs: assessment and requirements in humans[M]//SHILLS M E, OLSON J A, SHIKE M, et al. Modern nutrition in health and disease. 9th ed. Philadelphia: Lippincott Williams&Wilkins, 1999: 95-104.
- 2 FAO/WHO/UNU. Energy and Protein Requirements report of joint expert consultation[R]. Tech Report Ser, 1985: 724.
- 3 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值: 适宜体重指数和腰围切点的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23: 5210.
- 4 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2007) [M]. 拉萨: 西藏人民出版社, 2008.
- 5 杨月欣, 王光亚, 潘兴昌. 中国食物成分表[M]. 北京: 北京医科大学出版社, 2002.
- 6 葛可佑. 中国营养科学全书[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2004: 25.
- 7 中国疾病预防控制中心慢病中心. 中国慢性病及其危险因素监测报告[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 71.
- 8 中国营养学会. 中国居民膳食营养素参考摄入量[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2000: 38.
- 9 刘健敏. 中国青年女性膳食能量参考摄入量的研究及日常体力活动能量消耗初探[D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2008.

收稿日期: 2011-03-15