

构建数学模型预测老年肥胖人健步走减重效果的计算机系统*☆

耿青青, 孙化玉, 李晓霞

A computer system to build a mathematical model for predicting the effect of walking on the weight loss of the obese elderly

Geng Qing-qing, Sun Hua-yu, Li Xiao-xia

Department of Basic Theory, Shandong Institute of Physical Education and Sports, Jinan 250102, Shandong Province, China

Geng Qing-qing☆, Doctor, Lecturer, Department of Basic Theory, Shandong Institute of Physical Education and Sports, Jinan 250102, Shandong Province, China
gqq1188@yahoo.com.cn

Supported by: the Science and Technology Tackle Key Program of Shandong Science and Technology Bureau, No. 2010GSF10803*

Received: 2011-07-09
Accepted: 2011-08-16

山东体育学院基础理论系, 山东省济南市 250102

耿青青☆, 女, 1981年生, 山东省枣庄市人, 汉族, 2010年华南师范大学体育科学学院毕业, 博士, 讲师, 主要从事运动免疫学研究。
gqq1188@yahoo.com.cn

中图分类号: R318
文献标识码: A
文章编号: 1673-8225 (2011)39-07234-04

收稿日期: 2011-07-09
修回日期: 2011-08-16
(20110709005/GW-VV)

Abstract

BACKGROUND: There are no systematic and high-targeted health guidance systems that are effective and easy to be accepted by the elderly.

OBJECTIVE: To establish a mathematical model for predicting the effect of walking on the weight loss of the obese elderly.

METHODS: Fifty obese old people received walking exercise under 40%-60% maximal oxygen uptake and with a heart rate of 100-120 beats/per minute for 3 months, 40 minutes once, 5 times a week. The mathematical model was established to predict the body mass. Model 1: a direct proportion function associated with pre-exercise body mass (m_1) and training days (t); Model 2: a direct proportion function associated with pre-exercise body mass (m_1), age (a), height (h), sex, and training days (t).

RESULT AND CONCLUSION: Compared with the data prior to the exercise, the body mass, fat percentage, body mass index and obesity degree were declined significantly after the exercise ($P < 0.01$), indicating that the weight-reducing effect of walking was rather outstanding. The model 1 could be used to predict the body mass (m_t) after t -day walking exercise based on pre-exercise body mass (m_1) and consuming energy of 6-minute quick walking (e). The model 2 could be used to predict the body mass (m_t) after t -day walking exercise ($t \geq 2$) based on age (a), sex, pre-exercise body mass (m_1), height (h) and consuming energy of 6-minute quick walking (e). For the same trainer, the model 2 is more accurate than the model 1 in the predictable results, but the model 1 is easier to practice.

Geng QQ, Sun HY, Li XX. Effects of brain microvascular endothelial cells and astrocytes following treatment with baicalin on neural stem cell differentiation. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2011;15(39): 7234-7237.
[http://www.crter.cn http://en.zgclckf.com]

摘要

背景: 运动健身方案尚缺乏系统的、具有高度针对性的、疗效显著且容易被老年人接受的运动健身指导体系。

目的: 在肥胖老年人健步走锻炼减肥的基础上, 建立健步走锻炼减重后体质量预测数学模型。

方法: 对 50 名单纯性肥胖老年人进行 3 个月健步走运动, 受试者以最大摄氧量的 40%~60% 的运动强度进行健步走运动, 靶心率控制在 100~120 次/min, 40 min/次, 5 次/周, 建立数学模型预测减重后的体质量。模型 1: 与实验前体质量 m_1 , 锻炼天数 t 有关的正比例函数预测; 模型 2: 与实验前体质量 m_1 , 年龄 a , 身高 h , 性别 sex , 锻炼天数 t 有关的正比例函数预测。

结果与结论: 与运动前相比, 受试者运动后体质量、体脂百分比、肥胖度、体质量指数均显著下降($P < 0.01$), 提示健步走减肥效果显著; 测量受试者锻炼前体质量 m_1 和 6 min 快步走消耗的能量 e , 通过模型 1 可预测肥胖老年人参加健步走运动 t 天后的体质量 m_t ; 若已知其年龄 a 、性别 sex , 测量受试者锻炼前体质量 m_1 、身高 h 和 6 min 快步走消耗的能量 e , 通过模型 2 可预测肥胖老年人参加健步走运动 t 天后($t \geq 2$)的体质量 m_t , 且对于同一受试者, 模型 2 的预测效果更为精确, 模型 1 更易推广。

关键词: 健步走; 老年人; 肥胖; 减重; 预测; 数学模型

doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2011.39.004

耿青青, 孙化玉, 李晓霞. 构建数学模型预测老年肥胖人健步走减重效果的计算机系统[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(39):7234-7237. [http://www.crter.org http://cn.zgclckf.com]

0 引言

近年来关于老年人运动健身的研究日益增多, 普遍认为健身运动对老年人的健康尤为重要, 因为老年人群是体力活动最少的年龄段。有规律的健身运动在实现健康老龄化过程中起着重要作用。就运动健身方案研究而言, 主要停留在经验总结的水平上, 尚未形成系统的、具有高度针对性的、疗效显著且容易被老年人接受的运动健身指导体系; 表现为不同人群的运动方式, 运动强度大同小异, 这直接影响了

运动健身方案的效果; 运动健身方案中的观察指标及其合理性、实用性以及指标的客观界定都需要进行进一步的研究。

本课题研究的目标是针对老年肥胖人群的身心特点, 以增进老年人健康、延缓衰老, 减少或延缓心血管疾病危险因素为目的, 结合中国老年人运动健身现状, 提出针对老年肥胖人群的运动健身方案体系, 构建老年肥胖人群运动健身效果评价的指标体系, 编写老年肥胖人群运动健身指南和运动健身指导方案及效果评价体系的计算机系统, 为其合理运动健身提供科学依据。

健步走是介于散步和慢跑之间的适宜老年人的有氧运动项目^[1-2], 目前国内外研究主要集中于健步走对老年人身体成分、素质功能等各项指标的改变^[3-4], 本实验期望在肥胖老年人健步走锻炼减肥的基础上, 建立健步走锻炼减重后体质量的预测数学模型, 为推广全民健身, 减轻医疗压力, 建设和谐社会具有重要的理论和实践意义。

1 对象和方法

设计: 建立健步走锻炼减重后体质量的预测数学模型。

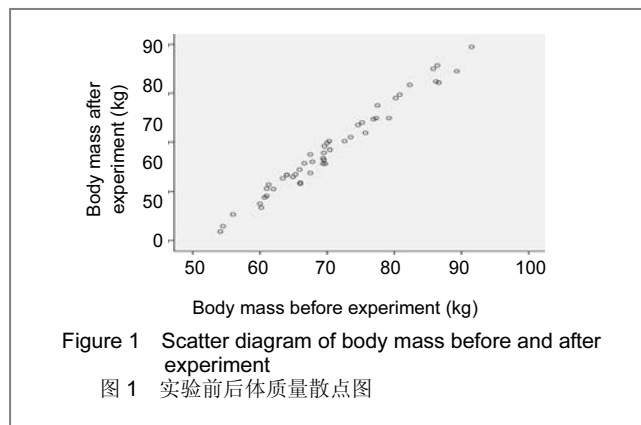
时间及地点: 于2010-03/06在济南市西苑社区进行。

对象: 抽取济南市西苑社区老年人进行问卷调查和身体检查, 筛选出50名60~74岁的无家族病史的单纯性肥胖老年人(体质量指数 $\geq 25 \text{ kg/m}^2$), 所有受试者自愿参加本实验。

方法:

运动方式: 受试者以最大摄氧量40%~60%的运动强度进行健步走运动, 靶心率控制在100~120次/min, 5次/周, 40 min/次, 共持续3个月, 以心率(由于受心率测试仪器设置限制及老年受试者身体状况等原因, 仅以6 min运动测试结果预测40 min运动测试结果)、步行速度和主观感觉疲劳等级相结合控制运动强度。实验期间所有受试者自觉控制饮食, 除去周末和因天气原因而中断的休息时间, 受试者实际参加锻炼时间为60 d。

模型建立(函数关系): 由实验数据散点图可见(图1), 实验前后体质量呈现明显的近似线性关系, 因此可假设模型函数关系为线性关系。



模型1的建立(与实验前体质量 m_1 , 锻炼天数 t 有关的正比例函数的预测): 将图1近似视为是过原点的直线, 因此模型可假设为正比例函数, 并假设在每天固定的健步走运动量影响下, 受试者体质量下降的速率是基本保持恒定的。

模型2的建立(与实验前体质量 m_1 , 年龄 a , 身高 h , 性别 sex , 锻炼天数 t 有关的正比例函数的预测): 将图1视为不过原点的直线, 模型假设为线性函数, 此时每天

对于体质量 m_1 减少的质量即为 $a m_1 + B$, 设第1天体质量为 m_1 , 那么第2天的体质量值可表示为 $(1-a)m_1 - B$, 以此类推。

统计学分析: 运用Excel软件对所获得的数据进行处理, 以 $\bar{x} \pm s$ 进行数据描述。采用配对样本 t 检验, 显著性差异为 $P < 0.05$, 非常显著性差异为 $P < 0.01$ 。

2 结果与分析

2.1 受试者3个月健步走的减肥效果 从表1中可以看出, 3个月的健步走锻炼后, 反映身体成分的各指标均出现非常显著性下降现象($P < 0.01$)。

表1 受试者健步走中与减重有关的指标变化 Table 1 The changes of walking on the weight-reducing indexes ($\bar{x} \pm s$)				
Time	Body weight (kg)	Body fat percentage (%)	Obesity degree (%)	Body mass index (kg/m ²)
Before experiment	70.83 $\pm$ 9.31	33.70 $\pm$ 6.46	133.79 $\pm$ 17.61	27.73 $\pm$ 3.29
After experiment	68.87 $\pm$ 9.13	30.82 $\pm$ 6.25	128.36 $\pm$ 16.22	26.70 $\pm$ 3.15
P	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

3个月的健步走锻炼后, 体质量、体脂百分比、肥胖度、体质量指数均出现非常显著性下降($P < 0.01$)。原因可能是: ①运动抑制了过度进食引起脂肪细胞数量的升高, 并减少脂肪细胞体积的增加。②运动通过调节激素和内分泌功能间接提高脂代谢酶活性, 脂肪分解代谢加快, 使肌肉利用脂肪供能的比例提高, 消耗体内贮存的脂肪量, 达到降低体脂的目的^[5-11]。实验结果提示: 健步走的减肥效果非常显著。

2.2 模型中用6 min所测能量推测40 min能量的可靠性 如表2所示, 6 min健步走时每分钟消耗的能量与40 min健步走时每分钟所消耗的能量差异无显著性意义($P > 0.05$), 因此, 在预测公式时应用6 min推测40 min健步走所消耗的能量是合理的。

表2 6 min 和 40 min 健步走每分钟能量消耗的比较 Table 2 Comparison of the energy expenditure in 6 min walking and 40 min walking ($\bar{x} \pm s$, kJ)		
Time	Total energy expenditure	Energy expenditure per minute
6 min	182.42 $\pm$ 31.94	30.40 $\pm$ 5.32
40 min	1 189.04 $\pm$ 394.06	29.73 $\pm$ 9.84
P	< 0.05	> 0.05

2.3 建立模型函数关系 由实验数据散点图可见(图1), 实验前后体质量呈现明显的近似线性关系, 因此可假设模型函数关系为线性关系。

与实验前体质量 m_1 , 锻炼天数 t 有关的模型1的预测: 将

图1近似视为是过原点的直线, 因此模型可假设为正比例函数, 并假设在每天固定的健步走运动量影响下, 受试者体质量下降的速率是基本保持恒定的, 正比例函数系数设为 a , 则每天对于体质量 m_i 减少的质量为 am_i , 设第1天体质量为 m_1 , 那么初始运动后第2天的体质量值为 $m_1-am_1=(1-a)m_1$, 以此类推 $m_3=(1-a)m_2=(1-a)^2m_1$ $m_t=(1-a)^{(t-1)}m_1$ ①

由公式: 能量消耗(kJ)=体质量(kg)×每千克体质量每小时消耗的能量(kJ)×运动时间(h)^[6], 则每天锻炼40 min健步走的能量消耗可表示为 $E_t=m_i \times b \times (40 \text{ min}/60 \text{ min})=m_i \times b \times (2/3)=2b m_i/3$, b 为每千克体质量每小时消耗的能量。

减重量(am_i)和运动消耗的能量(E_t)成正比, 所以 am_i 与 $E(2bm_i/3)$ 有映射关系, 即 $a=f_{(2b/3)}$, 假设为 $a=k(2b/3)$, 代入①中得, $m_t=[1-k(2b/3)]^{(t-1)}m_1$ ②, 将6 min快步走的能量(e)和体质量数据带入公式: 能量消耗(kJ)=体质量(kg)×每千克体质量每小时消耗的热量(kJ)×运动时间(h), 每千克体质量每小时消耗的热量值因人而异, 用自变量 b 表示, 即得 $b=e/[m_1 \times (6 \text{ min}/60 \text{ min})]=10e/m_1$, 将 b 代入②中得, $m_t=[1-k(20e/3m_1)]^{(t-1)}m_1$ ③。根据实验所得 m_t 、 m_1 、 e 为已知数据, 将不同人的数据代入③中可得到不同的 k 值, 求 k 的平均数及方差, 得到平均数 $k=1.2734 \times 10^{-4}$, 方差 $m=8.6445 \times 10^{-5}$, 因此 k 值范围为上界 2.1379×10^{-4} , 下界 4.0895×10^{-5} , 即得, 预测值 $m_t=[1-(1.2734 \times 10^{-4})(20e/3m_1)]^{(t-1)}m_1$, $m_{t \text{ 上界值}}=[1-(4.0895 \times 10^{-5})(20e/3m_1)]^{(t-1)}m_1$, $m_{t \text{ 下界值}}=[1-(2.1379 \times 10^{-4})(20e/3m_1)]^{(t-1)}m_1$ 。

综上所述, 受试者在参加健步走锻炼前, 测量其体质量 m_1 和 m_t 时6 min快步走消耗的能量 e , 即可预测该肥胖老年人参加此强度的健身走运动 t 天后的体质量 m_t , m_t 误差在 $m_{t \text{ 上界值}}$ 、 $m_{t \text{ 下界值}}$ 的范围内。随机抽12人检验预测值和实测值的关系, 见图2, 可见, 实测值基本都在预测值及其上、下限范围内, 说明用该公式预测参加本实验强度的健步走锻炼的肥胖老年人减重后的体质量具有合理性。

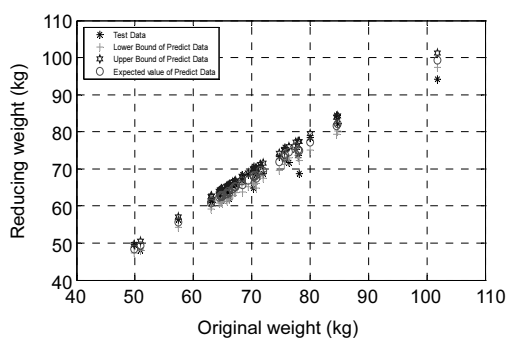


Figure 2 Comparison between predictive value and measured value of model 1
图2 模型1预测值与实测值比较

与实验前体质量 m_1 , 年龄 a , 身高 h , 性别 sex , 锻炼天数 t 有关的模型2的预测: 将图1视为不过原点的直线, 模型假设为线性函数, 此时每天对于体质量 m_i 减少的质量即为 am_i+B , 设第1天体质量为 m_1 , 那么第2天的体质量值可表示为 $(1-a)m_1-B$, 以此类推, $m_3=(1-a)m_2-B=(1-a)^2m_1-B(1-a)-B$, $m_4=(1-a)m_3-B=(1-a)[(1-a)^2m_1-B(1-a)-B]-B=(1-a)^3m_1-B \times [1+(1-a)+(1-a)^2]$, $m_t=(1-a)^{t-1}m_1-B \times [\sum_{s=0}^{(t-2)} (1-a)^s]$ (其中 $t \geq 2$)①。

适合中国20~78岁人群基础代谢率的公式: $BMR=53.34+13.88 \times \text{体质量(kg)}+4.16 \times \text{身高(m)}-3.43 \times \text{年龄}-11.24 \times \text{性别}$, 其中(规定男性=0, 女性=1)^[12-15]。6 min快步走消耗能量为 e (已知), 则每天40 min健步走的活动量的消耗能量可近似为 $E=(e/6 \text{ min}) \times 40 \text{ min}=20e/3$, 公式^[16-20]: 总能量消耗= u 基础代谢率, 其中 u 为活动强度系数, 对于同项运动可视为恒定值。

由 $E=uBMR$, 得出 $u=E/BMR=20e/3BMR=20e/3[53.34+13.88 \times \text{体质量(kg)}+4.16 \times \text{身高(m)}-3.43 \times \text{年龄}-11.24 \times \text{性别}]=20e/3[53.34+13.88m_1+4.16h]-3.43a-11.24sex$ ②, 其中(男性=0, 女性=1)。

每天运动40 min总能量消耗 $E_t=u[53.34+13.88 \times \text{体质量(kg)}+4.16 \times \text{身高(m)}-3.43 \times \text{年龄}-11.24 \times \text{性别}]=u[53.34+4.16h-3.43a-11.24sex]+13.88u \times m_1$ 。

设 $A_W=u[53.34+4.16h-3.43a-11.24sex]$ ③, $B_W=13.88u$ ④。代入②得 $E_t=B_Wm_i+A_W$ 。

因为每天健步走的能量消耗($E_t=B_Wm_i+A_W$)与减重量($a m_i+B$)成正比, 设 $a=k_1B_W$, $B=k_2A_W$, 代入①得, $m_t=(1-k_1B_W)^{t-1}m_1-k_2A_W[\sum_{s=0}^{(t-2)} (1-k_1B_W)^s]$ ⑤。

根据实验所得, 可计算出每个人的 A_W , B_W , 然后将这些数据 C_n^2 组合后代入⑤中得到不同的 k_1 , k_2 , 求 k_1 , k_2 的平均数及方差, 即平均数 $k_1=-6.37 \times 10^{-4}$, 方差 $m_1=0.004$; 平均数 $k_2=-1.7419 \times 10^{-3}$, 方差 $m_2=0.0081$; 将 k_1 , m_1 , k_2 , m_2 值10种组合后求公式⑤的误差, 只有 k_1 , k_2 的值与实验结果吻合, 其他偏差大者不予采用。

因此, 代入①得, $m_t=(1-k_1B_W)^{t-1}m_1-k_2A_W[\sum_{s=0}^{(t-2)} (1-k_1B_W)^s]=(1+6.37 \times 10^{-4}B_W)^{t-1}m_1+1.7419 \times 10^{-3}A_W[\sum_{s=0}^{(t-2)} (1+6.37 \times 10^{-4}B_W)^s]$ ⑥。

将②代入④得, $B_W=13.88u=13.88 \times 20e/3[53.34+13.88m_1+4.16h]-3.43a-11.24sex \geq 277.6e/3(54.34+13.88m_1+4.16h-3.43a-11.24sex)$ ⑦。

由③和⑦得, $A_W=u[53.34+4.16h-3.43a-11.24sex]=B_W/[13.88 \times (53.34+4.16h-3.43a-11.24sex)]=(B_W/13.88)^2-B_Wm_1$ 。

代入⑥得, 预测体质量 $m_t=(1-k_1B_W)^{t-1}m_1-k_2[(B_W/13.88)^2-B_Wm_1][\sum_{s=0}^{(t-2)} (1-k_1B_W)^s]=(1+6.37 \times 10^{-4}B_W)^{t-1}m_1+1.7419 \times 10^{-3}[(B_W/13.88)^2-B_Wm_1][\sum_{s=0}^{(t-2)} (1+6.37 \times 10^{-4}B_W)^s]$ 其中, $B_W=277.6e/3(54.34+13.88m_1+4.16h-3.43a-11.24sex)$ 。

综上所述,受试者在参加健步走锻炼前,记录其年龄 a 、性别 sex ,测量其体质量 m_1 、身高 h 和体质量 m_1 时6 min快步走消耗的能量 e ,即可预测该肥胖老年人参加此强度的健身走运动 t 天后的体质量 m_t 。随机抽取12人检验预测值和实测值的关系,见图3,可见,实测值与预测值基本上一致,说明用该公式预测参加本实验强度的健步走锻炼的肥胖老年人减重后的体质量具有意义。

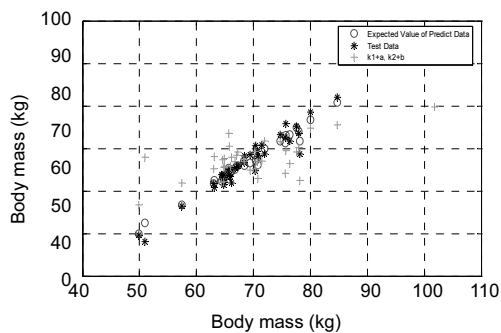


Figure 3 Comparison between predictive value and measured value of model 2
图3 模型2 预测值与实测值比较

2.4 模型1与模型2预测效果比较 模型1假设的是过原点的正比例函数,模型2假设的是线性关系,由于线性关系包括正比例函数,模型1是为了计算简便,近似为正比例函数,模型2中假设的线性关系中增加了年龄、身高、性别等变量,因此对个人的预测更准确,误差减少。

走访了相关专家,均对数学预测模型的信度予以肯定。这2个模型,利于今后在社区,科研等领域,大样本量或者个体减肥、健身保健效果的检验或者健身的日程的规划等情况下,予以使用,方便、快捷,利于推广。

3 结论

中国肥胖老年人进行3个月健步走锻炼,可有效降低体脂百分比,减轻体质量;以本实验强度进行健步走锻炼,可通过模型1和模型2预测减重量,且模型2的预测效果更佳。

4 参考文献

- [1] National Institute of Health.Consensus Development Panel on the Health Implications of Obesity. Ann Intern Med.1995;103:1073-1077.
- [2] Wang C.Liaoning Shifan Daxue.2006.
王闯.不同强度健身走对56-60岁男子身体成分及身体素质影响的研究[D].辽宁师范大学,2006.
- [3] Ma X.J.Qubu Shifan Daxue Xuebao. 2006;6(26):90-92.
马学军.健美操锻炼对老年女子脂类代谢的影响[J].曲阜师范大学学报,2006,6(26):90-92.

- [4] Dai Y.Chengdu Tiyu Xueyuan Xuebao. 2005;24(4):81-85.
代毅.有氧健身操运动对城市中年女性体质的影响[J].成都体育学院学报,2005,24(4):81-85.
- [5] Yuan L.Tiyu Xuekan. 2004;14(3):56-59.
彭莉.几种不同减肥方法及其效果评价[J].体育学刊,2004,14(3): 56-59.
- [6] Xiao TF,Huang HP,Wang GX.Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2007;11(41):8364-8367.
肖桃芳,黄何平,王国祥.有氧运动与儿童少年单纯性肥胖体质的相关性[J].中国组织工程研究与临床康复,2007,11(41):8364-8367.
- [7] Guo Y,Chen WH.Shanghai Tiyu Xueyuan Xuebao.2010;34(3): 64-66.
郭吟,陈文鹤.肥胖症与运动减肥效果的影响因素[J].上海体育学院学报,2010,34(3):64-66.
- [8] Wang JJ,Chen WH.Shanghai Tiyu Xueyuan Xuebao.2009;3(6): 58-61.
王晶晶,陈文鹤.运动减肥对肥胖青少年身体形态、血液生化指标和心率的影响[J].上海体育学院学报,2009,3(6):58-61.
- [9] Jin J,Ruan XY.Zhongguo Guzhi Shusong Zazhi. 2007;13(9): 670-674.
金婧,阮祥燕.体成分模型及测量方法研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2007,13(9):670-674.
- [10] He ZK.Beijing Tiyu Daxue.2001.
何仲恺.体质与健康关系的理论与实证研究[D].北京体育大学,2001.
- [11] Li J.Yingyang Xuebao. 1991;13(2):72-76.
李静,严文钰.上海大学生能量消耗与总能量代谢研究[J].营养学报,1991,13(2):72-76.
- [12] L KJ,Q NN.Yingyang Xuebao. 2006;28(4):61-64.
李可基,屈宁宁.中国成人基础代谢率实测值与公式预测值的比较[J].营养学报,2006,28(4):61-64.
- [13] Wang DY,Chen ZC,Zhu JM,et al. Disi Junyi Daxue Xuebao.2009; 30(14): F0002.
王弟亚,陈真诚,朱健铭,等.一种新的人体局部代谢率的计算方法[J].第四军医大学学报. 2009,30(14):F0002.
- [14] Liang J,Jiang ZQ,He YM,et al. Zhongguo Xiaoyi.2008;22(4): 372-374.
梁洁,蒋卓勤,何玉敏,等.中国健康成人基础代谢率估算公式的探讨[J].中国校医,2008,22(4):372-374.
- [15] He JY,Tao QS,Li XT,et al.Zhongguo Gonggong Weisheng. 2009; 25(4):441-443.
何英剑,陶秋山,李晓婷,等.性别、年龄对成人BMI超重与肥胖诊断标准影响[J].中国公共卫生,2009,25(4):441-443.
- [16] Liu JN.Zhongguo Jibing Yufang Kongzhi Zhongxin.2008.
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].中国疾病预防控制中心,2008.
- [17] Tang GJ,Lu XH. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2008;12(2):344.
唐高见,吕晓华.人体能量消耗的测量误差[J].中国组织工程研究与临床康复,2008,12(2):344.
- [18] Li H,Zhang JY,Zhang ZC,et al.Shiyong Yufang Yixue. 2007;14(2): 283-286.
栗华,张敬一,张中朝,等.河北省成年居民超重肥胖流行特征及相关因素的调查分析[J].实用预防医学,2007,14(2):283-286.
- [19] Di YF,Li YP.Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linchuang Kangfu. 2006;10(8):75-79.
狄玉峰,李艳平.北京市城区不同体质量人群能量消耗和体力活动水平比较[J].中国组织工程研究与临床康复,2006,10(8):75-79.
- [20] Tan YT,Gao YT,Liu DK,et al.Zhongguo Manxingbing Yufang yu Kongzhi.2007;15(4):309-313.
谭玉婷,高玉堂,刘大可,等.上海市区中老年女性人群的体力活动模式研究[J].中国慢性病预防与控制,2007,15(4):309-313.

来自本文课题的更多信息一

基金资助: 山东省科技厅科技攻关计划项目 (2010GSF10803)。

作者贡献: 李晓霞进行实验设计,,实验实施为孙化玉、耿青青、李晓霞,实验评估为李晓霞,资料收集为耿青青、李晓霞、孙化玉,耿青青、孙化玉、李晓霞成文,李晓霞审核,耿青青、李晓霞对文章负责。

致谢: 感谢山东大学计算机科学与技术学院高磊博士给予的建模建议与帮助。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。