

酰胺胶的染色及人工照相过程,比普通 AFLP 便捷。产生的电子图像易于传输,方便不同实验室间进行比较,并能将图像信息存储于数据库中,与将来收集的数据进行历史性比较。FAFLP 具有良好的重复性,将操作方法标准化后,可用于实验室间比较和建立溯源数据库,FAFLP 已成为微生物分子流行病学研究中的重要手段之一。本研究建立的椰毒假单胞菌酵米面亚种的 FAFLP 分型方法可为食品及环境中该菌的分子溯源提供技术储备。

参考文献

- [1] Jiao Z, Kawamura Y, Mishima N, et al. Need to differentiate lethal toxin-producing strains of *Burkholderia gladioli*, which cause severe food poisoning: Description of *B. gladioli* pathovar *cocovenans* and an emended description of *B. gladioli* [J]. *Microbiol Immunol*, 2003, 47(12):915-925.
- [2] 孟昭赫. 食品卫生检验方法注解微生物学部分[M]. 北京:人民卫生出版社,1991,222-223.

- [3] Santos L M, Gama R A, Eiras A E, et al. Genetic differences based on aflp markers in the mosquito species *Anopheles darlingi* collected in versus near houses in the region of Porto Velho, RO, Brazil [J]. *Genet Mol Res*, 2010, 9(4):2254-2262.
- [4] Mirhoseini S Z, Rabel B, Potl P, et al. Amplified fragment length polymorphism mapping of quantitative trait loci for economically important traits in the silkworm, *Bombyx mori* [J]. *J Insect Sci*, 2010, 10:153.
- [5] Coenye T, Schouls L M, Govan J R, et al. Identification of *Burkholderia* species and genomovars from cystic fibrosis patients by aflp fingerprinting [J]. *Int J Syst Bacteriol*, 1999, 49 Pt 4:1657-1666.
- [6] Munde M, Kmmar A, Nhili R, et al. DNA minor groove induced dimerization of heterocyclic cations: Compound structure, binding affinity, and specificity for a ttaa site [J]. *J Mol Biol*, 2010, 402(5):847-864.
- [7] 焦振泉, 曹玮, 余东敏, 等. 椰毒假单胞菌与唐菖蒲伯克霍尔德菌 16S ~ 23S rRNA 基因间区序列的比较研究 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2008(3):197-200.

论著

青年女性膳食蛋白质需要量的研究

王睿¹, 王志玲², 勾凌燕², 张宇辉², 朴建华¹, 杨晓光¹, 李敏¹

(1. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 卫生部微量元素营养重点实验室, 北京 100050;
2. 中国人民解放军白求恩军医学院, 河北 石家庄 050081)

摘要:目的 营养素参考摄入量是营养学研究的基础。根据“2002年中国居民营养与健康状况调查”的数据显示,目前我国正常成年人膳食蛋白质参考摄入量偏高,需要重新评估。方法 9名健康成年女性分别摄入不同蛋白质水平膳食[0.75、0.82、0.89、0.97、1.05 g/(kg·d)],每个蛋白质水平持续6d,在第6天时以¹³C-亮氨酸作为指示剂进行稳定性同位素代谢实验,计算标记亮氨酸的流量、氧化率和氧化产物产生率等各项动力学参数,通过建立蛋白质摄入量和呼出¹³CO₂产生率之间的二相回归方程,确定方程的拐点处即为蛋白质的平均需要量。结果 青年女性平均需要量为0.85 g/(kg·d),平均需要量加上2个标准差得到推荐摄入量为0.97 g/(kg·d)。结论 结合近年来全国营养调查成年女性的体重代表值推荐我国成年女性的每日蛋白质摄入量为55 g,该推荐量低于我国现行的成年女性蛋白质推荐摄入量。

关键词:青年女性;蛋白质;平均需要量;推荐摄入量;同位素;蛋白质代谢;氮平衡法

中图分类号:R151.1 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2013)02-0131-05

Study on the dietary protein requirements of young female adults

Wang Rui, Wang Zhiling, Gou Linyan, Zhang Yuhui, Piao Jianhua, Yang Xiaoguang, Li Min
(The Key Laboratory of Trace Element Nutrition MOH, Institute of Nutrition and Food Safety CDC, Beijing 100050, China)

Abstract: Objective Reference intakes of nutrients are the basis of nutritional research. The results of *The Nutrition*

收稿日期:2013-01-29

基金项目:国家自然科学基金青年基金(No. 81001247)

作者简介:王睿 女 实习研究员 研究方向为营养素需要量 E-mail:bluingwang@gmail.com

通信作者:李敏 女 副研究员 研究方向为蛋白质需要量 E-mail:lmlovely@163.com

and Health Status Survey of Chinese Residents in 2002 discovered that dietary reference intakes of protein in healthy adults were overestimated and need to be reevaluated. **Methods** 9 healthy female adults received a restricted daily level of protein intake 0.75, 0.82, 0.89, 0.97 and 1.05 g/(kg·d). Every dietary protein level lasted six days. On the sixth day, they took ^{13}C -leucine as a tracer to carry out stable isotope metabolic experiment. The kinetic parameters including leucine flow, oxidation rate and oxidate production rate were calculated. We applied biphasic linear regression crossover analysis on $^{13}\text{CO}_2$ data and protein intakes. We identified a breakpoint at the minimal rate of appearance of $^{13}\text{CO}_2$ expiration, specific to each level of dietary protein intake. **Results** The Estimated Average Requirement (EAR) and the Recommended Nutrient Intake (RNI) of protein for healthy Chinese young female adults were determined to be 0.85 and 0.97 g/(kg·d). **Conclusion** According to the reference weight of female adults in recent national nutrition survey, we calculated that the daily protein recommended requirements for female adults was 55g, which was lower than current protein recommended requirements.

Key words: Young female adults; protein; estimated average requirement; recommended nutrient; isotope; protein metabolism; nitrogen balance method

蛋白质是细胞组分含量最丰富,功能最多的高分子物质。正常人体内约含16%~19%的蛋白质,这些蛋白质始终处于不断地分解与合成的动态平衡中,以达到组织蛋白不断更新和修复的目的,蛋白质摄入不足或过量都不利于人体健康。根据“2002年中国居民营养与健康状况调查”的数据显示,全国仅有18.4%的居民蛋白质的摄入量达到或超过推荐摄入量^[1],但实际上我国18岁及以上成人中营养不良发生率很低,仅为8.5%^[2],提示我国现行的蛋白质推荐摄入量偏高,因此再用此数值来评价我国居民蛋白质营养状况,不仅不符合实际,甚至会造成负面影响。对此,本研究采用先进和安全的稳定性同位素方法在严格膳食设定条件下研究我国青年女性的蛋白质代谢,验证我国目前膳食蛋白质参考摄入量偏高的假说,为其修订提供最直接的科学依据。

1 对象与方法

1.1 试验对象

选择12名中国人民解放军白求恩军医学院的青年女性为研究人群,年龄:20~23岁,身体健康,无既往病史,无服用营养素补充剂史,常规体检正常,自愿参与本试验研究。中途有3人退出,剩余9人完成整个试验研究。本试验研究已通过中国疾病预防控制中心营养与食品安全所伦理审查,并在中国临床试验注册中心注册(注册号为ChiCTR-ONC-11001407)。

1.2 方法

1.2.1 试验膳食的制定

根据“2002年中国居民营养与健康状况调查”数据库中有我国居民膳食的调查数据,筛选出我国当前膳食模式下食用频率较高的食物,预先在实验现场采集以蛋白质为主要来源的预设试验膳食

(如大米、面粉、牛奶、鸡蛋、豆类食物等),分析食物蛋白质含量后确定正式试验的膳食,使不同蛋白质水平的试验膳食中优质蛋白质在35%左右。根据预设的蛋白质剂量,按照每名受试者的体重计算当日该受试者需摄入蛋白质的总量,并将蛋白质总量按照大约3:4:3的比例分配到一日三餐的主食和副食中(每餐主食为1种,米饭或者面食;副食为2~3个菜,荤素搭配),以使受试者达到试验要求的蛋白质营养状态,每餐制备足量的无氮或低氮膳食(如酸辣粉、油炸虾片等)供受试者在摄入预设的试验膳食未能达到饱腹感时食用,从而满足机体能量的需要量。此外,整个试验期间采用双份饭法采集受试者试验期间的膳食,分析蛋白质、脂肪、碳水化合物含量。

1.2.2 现场试验

预设5个膳食蛋白质水平,分别为:0.75、0.82、0.89、0.95、1.05 g/(kg·d)。整个试验分为5个连续的试验周期,每个试验周期分别给予受试者1个蛋白质水平膳食,每个试验周期9天,第1~5天为适应期,给予受试者相应蛋白质水平的试验膳食;第6天进行稳定性同位素研究,于晚餐前让受试者将服药杯中的 ^{13}C -碳酸氢钠(0.11 mg/kg)和 ^{13}C -亮氨酸(0.56 mg/kg)冲击量液体一次饮下,并用饮用纯净水涮洗服药杯2遍,每次涮洗水也完全饮下,以保证同位素全部进入体内。将当天的晚餐平均分成4份,每1h给予受试者一份,连续4h。伴随晚餐,每20min给予受试者一块加有 ^{13}C -亮氨酸的饼干,至餐后4h结束,每次给予 ^{13}C -亮氨酸的剂量为0.19 mg/kg,要求将每块饼干一口完全吃下,不能掉渣。将饼干的蛋白质折算进当日晚餐的主食中,以保证当天摄入的蛋白总量达到预设值。给予稳定性同位素期间,要求受试者静坐,不能进行剧烈活动并收集呼出气、血液样本,至晚餐后5h结束,结

束后洗脱期 3 d, 3 d 后进入下一个试验周期。每个试验周期开始前测定受试者体重和体成分, 体成分采用生物电阻抗仪 (Impedimed IMP DF50) 测定。整个试验期间要求受试者保持轻体力活动水平。

1.2.3 样品的采集和测定

1.2.3.1 呼气的采集和测定^[3]

在服用稳定性同位素前, 用玻璃集气管收集受试者呼出气的本底样品, 每人 1 管。在服下第 1 块饼干后的 1 h、2 h, 每人各收集 1 管呼出气, 从 3 h 开始, 每 15 min 收集一次呼出气, 口服饼干结束后的第 15、30、60 min 各收集一次呼出气。每名受试者总计取 11 个点的样品。在口服饼干结束后, 立即用道格拉斯袋 (Douglas bag) 收集受试者 3 min 的呼出气。用 CO₂ 分析器测量 Douglas bag 中呼出气 CO₂ 的含量, 然后用湿式气体流量计测量呼出气体积, 同时准确记录当时环境的温度、湿度和气压。呼出气样本中 ¹³C 同位素的千分差值通过 Heliview ¹³C-呼气分析仪 (Medichems 公司) 测定。

1.2.3.2 血样的采集和测定^[3]

在给予稳定性同位素开始前 30 min 和开始后的第 225 min 各采集一次静脉血 (3 ml/次)。采用 HPLC-MS/MS 技术结合同位素稀释法, 测定血浆样品中 ¹³C-亮氨酸的同位素丰度。本课题组在以往课题中已明确给予同位素后 225 min, 血浆中标记的氨基酸能达到稳态^[3], 因此本次研究采血点除基线水平外只选择给予同位素后 225 min 即可, 以减少采血次数。

1.2.3.3 膳食营养成分的分析

测定双份饭收集的试验膳食中蛋白质 (GB 5009.5—2010)、脂肪 (GB 5009.6—2003)、灰分 (GB 5009.4—2010)、水分 (GB 5009.3—2010)、碳水化合物、能量 (计算法) 的含量。

1.2.4 计算方法

1.2.4.1 呼气中 ¹³CO₂ 产生率 ($F^{13}\text{CO}_2$)^[3-4]

$$F^{13}\text{CO}_2 = [(FCO_2)(ECO_2)(44.6)(60)] / [(W)(100)(0.82)]$$

FCO_2 : 标准状态下呼气中 CO₂ 的产生率 (ml/min); ECO_2 : 同位素稳定状态下呼出气中的 ¹³CO₂ 的原子百分超; W 受试者体重 (kg); 44.6 ($\mu\text{mol}/\text{ml}$) 和 60 (min/h) 用于将 FCO_2 的单位转换为 $\mu\text{mol}/\text{h}$; 0.82 是亮氨酸所释放出的 ¹³CO₂ 占体碳酸氢盐库的比例^[5]。

1.2.4.2 亮氨酸流量 [$Q, \mu\text{mol}/(\text{kg}\cdot\text{h})$]^[3,4,6]

$$Q = i[E_i/E_u - 1]$$

i : L-[1-¹³C]-亮氨酸给予速度 [$\mu\text{mol}/(\text{kg}\cdot\text{h})$]; E_i 和 E_u 分别为贮存液中标记氨基酸的丰度和同位素稳定状态下血浆中标记氨基酸丰度。

1.2.4.3 亮氨酸氧化率 [$O, \mu\text{mol}/(\text{kg}\cdot\text{h})$]^[3,4,6]

$$O = F^{13}\text{CO}_2(1/E_u - 1/E_i) \times 100$$

1.2.4.4 蛋白质需要量

建立蛋白质摄入量和呼气中 ¹³CO₂ 产生率的二相回归曲线, 以拐点处对应的蛋白质摄入量为蛋白质平均需要量 (EAR)。推荐摄入量 (RNI) 在平均需要量基础上加 2 个标准差 (s)。

2 结果

2.1 受试者基本情况

表 1 为受试者基本情况, 受试者 BMI 值均在正常范围。

表 1 受试者基本情况 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Subject characteristics

指标	女性 ($n=9$)
年龄 (yr)	21.30 \pm 1.10
体重 (kg)	58.60 \pm 6.30
身高 (cm)	1.68 \pm 0.04
BMI (kg/m^2)	21.00 \pm 2.00

2.2 受试者体重和体成分

不同蛋白质水平期间受试者体重、体成分显著均无统计学意义 ($P > 0.05$) 详见表 2。

表 2 5 个蛋白质水平期间受试者体重、体成分的变化情况 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Subjects' body weight, body composition of five dietary protein levels

体重和体成分 (kg)	蛋白质摄入量 [$\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$]				
	0.75	0.82	0.89	0.97	1.05
体重	58.6 \pm 6.3	58.3 \pm 6.5	58.9 \pm 6.5	58.4 \pm 6.2	58.3 \pm 6.5
去脂体重	44.1 \pm 3.9	43.3 \pm 4.0	44.0 \pm 4.2	44.3 \pm 3.9	44.1 \pm 4.4
体脂	14.5 \pm 2.9	15.0 \pm 2.8	14.9 \pm 3.0	14.1 \pm 2.6	14.2 \pm 3.0

2.3 膳食结构

不同蛋白质水平期间根据双份饭原则收集了试验膳食, 测定了主要营养素的含量, 详见表 3。可以看到, 蛋白质的实际摄入量和预设剂量很接近, 优质蛋白质含量在 33%~37% 之间。蛋白质、脂肪和碳水化合物平均提供的能量百分比分别为 10%、30%、60%。

2.4 亮氨酸流量、氧化率以及呼气中 ¹³CO₂ 的产生率

不同蛋白质水平之间亮氨酸的流量差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 亮氨酸的氧化率随着蛋白质水平的提高表现出逐渐增加的趋势, 呼气中 ¹³CO₂ 的产生率在摄入 0.75、0.82 和 0.89 $\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 蛋白水平时维持在较低水平, 在摄入 0.97、1.05 $\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 蛋白水平时显著增加, 详见表 4。

2.5 蛋白质平均需要量

根据每位受试者蛋白质的摄入水平和呼气中

表3 5个蛋白质水平期间膳食中摄入的主要营养素含量($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Main macronutrients intakes of five dietary protein levels

蛋白质 预设定量 [g/(kg·d)]	蛋白质			脂肪		碳水化合物		能量
	实际摄入量 [g/(kg·d)]	优质蛋白 (%)	蛋白提供的 能量 (%)	实际摄入量 [g/(kg·d)]	脂肪提供的 能量 (%)	实际摄入量 [g/(kg·d)]	碳水化合物 提供的能量 (%)	实际摄入量 [kcal/(kg·d)]
0.75	0.74 ± 0.02	0.33 ± 0.01	9.1 ± 0.5	1.1 ± 0.1	29.3 ± 2.1	5.2 ± 0.4	61.7 ± 2.2	32.3 ± 2.1
0.82	0.79 ± 0.02	0.35 ± 0.00	9.9 ± 1.2	1.1 ± 0.3	29.4 ± 3.6	5.0 ± 0.5	60.6 ± 2.6	32.9 ± 4.2
0.89	0.87 ± 0.07	0.34 ± 0.00	9.7 ± 1.0	1.4 ± 0.3	32.9 ± 3.2	5.3 ± 0.5	57.4 ± 2.3	37.7 ± 3.8
0.97	0.95 ± 0.01	0.34 ± 0.00	10.3 ± 1.0	1.3 ± 0.2	30.3 ± 3.1	5.6 ± 0.2	59.4 ± 2.4	37.8 ± 3.0
1.05	0.99 ± 0.02	0.37 ± 0.01	13.3 ± 0.4	0.9 ± 0.0	27.2 ± 1.1	4.5 ± 0.2	59.6 ± 1.4	31.1 ± 1.1

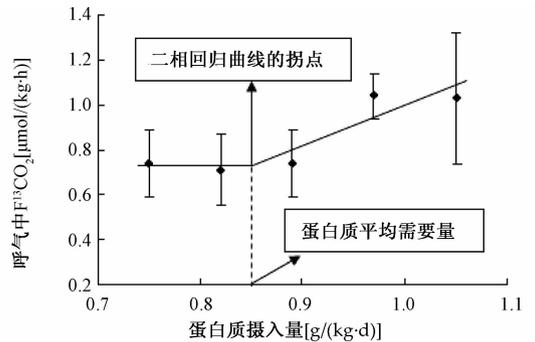
表4 5个蛋白质水平期间亮氨酸流量、氧化率以及
呼气中 $^{13}\text{CO}_2$ 的产生率($\bar{x} \pm s$)Table 4 Leucine flux, oxidation, and breath $^{13}\text{CO}_2$
excretion of five levels of protein intake

蛋白质摄入量 [g/(kg·d)]	亮氨酸流量 [$\mu\text{mol}/(\text{kg}\cdot\text{h})$]	亮氨酸氧化率 [$\mu\text{mol}/(\text{kg}\cdot\text{h})$]	$F^{13}\text{CO}_2$ [$\mu\text{mol}/(\text{kg}\cdot\text{h})$]
0.75	116.26 ± 50.13	28.16 ± 10.29	0.74 ± 0.15
0.82	120.26 ± 57.19	33.20 ± 16.24	0.71 ± 0.16
0.89	112.46 ± 22.01	32.72 ± 7.34	0.74 ± 0.15
0.97	134.61 ± 23.35	54.14 ± 10.54	1.04 ± 0.10
1.05	123.69 ± 29.67	58.87 ± 19.92	1.03 ± 0.29

$^{13}\text{CO}_2$ 的产生率建立二相回归曲线,经方差分析摄入0.75、0.82和0.89 g/(kg·d)蛋白水平时的呼气中 $^{13}\text{CO}_2$ 的产生率差异无统计学意义($P > 0.05$),因此以前三点的 $^{13}\text{CO}_2$ 产生率的均值做出一条水平的直线,即二相回归曲线的第一线;而在0.89 g/(kg·d)以上剂量组 $^{13}\text{CO}_2$ 产生率之间的差异有统计学意义($P < 0.05$),并表现为具有一定斜率的直线,因此以摄入0.89、0.97和1.05 g/(kg·d)蛋白水平时呼气中 $^{13}\text{CO}_2$ 产生率建立直线回归方程,即为二相回归曲线的第二线,第一线与第二线的交点处即为二相回归曲线的拐点,其对应的蛋白质摄入量即为蛋白质的平均需要量,二项回归曲线的建立,见图1。根据受试者实际的蛋白摄入水平和呼气中 $^{13}\text{CO}_2$ 产生率建立的二项回归曲线可以得到每个受试者的蛋白质需要量,经平均后得到女性平均需要量为0.85 g/(kg·d),加上2个标准差后得到推荐摄入量为0.97 g/(kg·d),详见表5。

3 讨论

虽然目前尚无确凿的证据证明蛋白质摄入量显著高于推荐量是否有害,但是有研究结果表明蛋白质尤其是动物性蛋白质的过高摄入会增加一些慢性病的发病风险^[7-8]。目前测定人体蛋白质需要量的方法主要有:要因加算法、氮平衡法以及稳定性同位素法。其中氮平衡法是研究人体蛋白质需要量最常使用的方法,但是由于氮平衡方法存在一些不足,其结果往往会低估蛋白质的需要量。近十几年稳定同位素技术为蛋白质需要量的研究提供

图1 根据蛋白质摄入量和呼气中 $F^{13}\text{CO}_2$ 的含量
确定二相回归曲线的拐点(蛋白质平均需要量)Figure 1 Breakpoint (EAR) of a biphasic linear regression
curve was identified according the protein
intakes and breath $^{13}\text{CO}_2$ expiration表5 根据呼气中 $^{13}\text{CO}_2$ 的产生率计算
得到的蛋白质平均需要量Table 5 Estimated average requirement of protein derived
from breath $^{13}\text{CO}_2$ expiration

受试者	个体蛋白质需要量[g/(kg·d)]
1	0.82
2	0.88
3	0.84
4	0.87
5	0.85
6	0.92
7	0.80
8	0.91
9	0.74
平均需要量(EAR)	0.85
标准差(s)	0.06
推荐摄入量(RNI*)	0.97

* : RNI = EAR + 2s

了新方法。该方法是利用稳定同位素标记的氨基酸作为指示剂,通过静脉输注或口服给予受试者,采集受试期间的代谢产物和血液样本,动态观察氨基酸在体内的代谢过程,通过计算呼气中 $^{13}\text{CO}_2$ 产生率和标记氨基酸的氧化率来推算蛋白质的平均需要量^[3,9-10]。与氮平衡法相比,稳定性同位素氨基酸指示法反映蛋白质合成与分解代谢之间的平衡,而氮平衡法是反映摄入氮和排出氮之间的平衡,因此稳定性同位素氨基酸指示法能更准确的评估蛋

白质的需要量。

本研究采用¹³C-亮氨酸为示踪剂研究健康成年人的蛋白质需要量,其理论基础基于以下方面:第一,过量蛋白质在机体内不能贮存。当蛋白质摄入量没有达到机体需要量时,摄入的蛋白质主要用于合成机体蛋白质,其氧化率会维持在一个相对较低的水平,当蛋白质的摄入量达到并超过机体需要量时,就会大量地氧化分解,其氧化率会增大,因此在蛋白质的氧化率对蛋白质的摄入量的量效曲线上就会出现一个拐点,此拐点对应的蛋白质的摄入量即为蛋白质的平均需要量。第二,人体对蛋白质的需要实质上是对氨基酸的需要,尤其是对必需氨基酸的需要,因此蛋白质氧化率增大必然体现在构成蛋白质的氨基酸氧化率的增大。第三,本研究采用¹³C-亮氨酸为指示剂,以进食状态下连续口服的方式给予受试者,与摄入的膳食蛋白质分解后形成的体内游离氨基酸混合,并共同参与机体蛋白质构成和分解,通过计算标记氨基酸的各项动力学参数来确定蛋白质的平均需要量。

2000年《中国居民膳食营养素参考摄入量》中推荐轻体力活动水平女性蛋白质的摄入量为65 g/d^[11]。本研究结果表明轻体力活动水平成年女性蛋白质平均需要量为0.85 g/(kg·d)。当然,膳食构成不一致的情况下,尤其是优质蛋白质比例不同时,蛋白质的平均需要量会有差异。本研究膳食蛋白质中优质蛋白质含量平均为35%,这与2002年我国全国营养调查结果很接近^[1],因此在该代表性膳食条件下得到成年女性蛋白质的平均需要量为0.85 g/(kg·d),加上2个标准差后再结合我国近年全国营养调查18~50岁成年女性体重的代表值(56 kg),可以推算出成年女性每日蛋白质的推荐摄入量为55 g,该推荐量比现行推荐量每日低了10 g。蛋白质平均需要量的研究是制定蛋白质参考摄入量的基础,本研究结果将为我国蛋白质参考摄入量的制定提供重要的参考资料。但是由于本研究中实验对象均来自同一单位

的志愿者,因此该研究受试者的代表性有限,其研究结果有一定的局限性,提出的女性蛋白质推荐摄入量还有待进一步研究。

参考文献

- [1] 翟凤英,杨晓光,主编.中国居民营养与健康状况调查报告之二膳食与营养素摄入状况[M].北京:人民卫生出版社,2006.
- [2] 杨晓光,翟凤英,主编.中国居民营养与健康状况调查报告之三.居民体质与营养状况[M].北京:人民卫生出版社,2006.
- [3] Tian Y, Liu J, Zhang Y, et al. Examination of Chinese habitual dietary protein requirements of Chinese young female adults by an indicator amino acid method[J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2011, 20(3):390-396.
- [4] Matthews DE, Motil KJ, Rohrbough DK, et al. Measurement of leucine metabolism in man from a primed, continuous infusion of L-[1-¹³C]leucine[J]. Am J Physiol, 1980, 238(5): 473-479.
- [5] Hoerr RA, Yu YM, Wanger DA, et al. Recovery of ¹³C in breath from NaH¹³CO₃ infused by gut and vein: effect of feeding[J]. Am J Physiol, 1989, 257(3): 426-438.
- [6] Kriengsinyos W, Wykes LJ, Ball RO, et al. Oral and intravenous tracer protocols of the indicator amino acid oxidation method provide the same estimate of the lysine requirement in healthy men[J]. J Nutr, 2002, 132(8): 2251-2257.
- [7] 顾景范主编.现代临床营养学[M].2版,北京:人民卫生出版社,2009.
- [8] Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition: Report of a Joint WHO/FAO/UNU Expert Consultation [M]. WHO;2007.
- [9] Humayun MA, Elango R, Ball RO, et al. Reevaluation of the protein requirement in young men with the indicator amino acid oxidation technique [J]. Am J Clin Nutr, 2007, 86(4): 995-1002.
- [10] Elango R, Humayun MA, Ball RO, et al. Protein requirement of healthy school-age children determined by the indicator amino acid oxidation method [J]. Am J Clin Nutr, 2011, 94(6): 1545-1452.
- [11] 中国营养学会编著.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.

更正

本刊2013年25卷第1期李静娜作者发表的《高效液相色谱法测定肉制品中红色2G色素》一文中,第41页样品来源“广州市”应为“武汉市”,“餐饮店”应为“专卖店”;第43页“检出红色2G色素的15件样品均为散装灌肠类样品,含量为0.20~4.70mg/kg”应为“检出红色2G色素的15件样品均为散装灌肠类样品,含量为0.20~5.21mg/kg”。特此更正。