



食品BDI-GS评价体系的建立及在酪蛋白评价中的应用

王晓光, 王德芝, 白佳利, 沈 秀, 杨 娜, 周则卫*
(中国医学科学院北京协和医学院放射医学研究所, 天津 300192)

摘 要: 目的: 通过小鼠实验研究酪蛋白的功效及安全性, 建立一种综合评价食品营养、保健功效及安全的BDI-GS新评价体系和方法。方法: 对生长期ICR小鼠, 通过12d低营养饲料和掺和酪蛋白饲料培育, 对小鼠体质量、脏器质量/系数及其损益指数(BDI)等指标进行考察, 并通过BDI的累积积分(GS)评价酪蛋白的营养、保健功效及安全性。结果: 本研究表明酪蛋白综合营养功效显著, 对免疫低下及II型糖尿病有较好的预防保健功效, 但对骨质有一定的负面效应, 存在相应安全隐患。结论: 本研究建立起一种简便、直观、综合的评价食品营养、保健功效及安全性的新体系, 可以用于多类食品功效及安全的评价。

关键词: 损益指数; 酪蛋白; 营养; 保健; 功效安全; 评价

Establishment of Food BDI-GS System for Functions and Safety and Application in Casein Assessment

WANG Xiao-guang, WANG De-zhi, BAI Jia-li, SHEN Xiu, YANG Na, ZHOU Ze-wei*
(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China)

Abstract: Objective: In this paper, functions and safety of casein were explored using mouse experiments to establish a novel BDI-GS comprehensive assessment system for nutrition, health promotion and safety of foods. Methods: ICR mice during growth period were fed for 12 days with maize low-nutrient diet and casein-blending diet. Body weight, organ weight, organ index and its benefit-damage index (BDI) of the mice were determined to assess nutrition, health promotion and safety of casein. Results: In the present study, casein possesses significantly comprehensive nutrition, and better health-promoting and preventive effects on immune function and Type II diabetic mellitus. Conclusion: A simple, intuitive and comprehensive system to assess food nutrition, health promotion and safety was established. This method can also be utilized to assess functions and safety of other foods.

Key words: benefit-damage index (BDI); casein; nutrition; health promotion; functions and safety; assessment

中图分类号: R151.2

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)03-0280-05

目前的食品营养学研究方法多注重营养功效及成分、转化^[1-3]的揭示, 对保健功效及常规剂量的安全问题涉及较少。食物的营养作用应该重视, 而保健功效和安全性同样需要关注。在此背景下, 本研究建立食品BDI-GS全新评价体系, 不仅可以系统揭示食物的营养功效, 还能全面揭示其保健功效及存在的潜在风险。酪蛋白(casein)是哺乳动物包括牛、羊、人奶和各类动物肉中含有的蛋白质。目前我国牛奶的消费量处于上升期, 牛奶的蛋白质主要是酪蛋白, 占蛋白总量的80%以上, 是由多种磷蛋白组成的混合物^[4]。酪蛋白是联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)于70年代推荐的食物营养价值评价的标准物质^[5], 对酪蛋白的营养、保健功效及安全性用食品BDI-GS新评价体系的再研究具有重要意义, 并对相

关蛋白类食物及其他食物蛋白营养保健功效的揭示具有重要参考价值。

前期实验通过BDI-GS评价系统, 对传统天然大豆的功效及安全进行了系统性评价^[6], 进而对进口抗草甘膦转基因(GM)大豆的功效及安全性进行了评价^[7], 均取得良好的评价结果。本研究通过BDI-GS体系对国产酪蛋白的功效及安全性进行系统性评价, 以为各类食品功效及安全性提供新的评价方法。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

本地普通黄玉米粉购自天津市某农贸市场。

收稿日期: 2011-11-01

作者简介: 王晓光(1968—), 男, 主管技师, 研究方向为功能食品检验。E-mail: wxg1968@yahoo.com.cn

*通信作者: 周则卫(1966—), 男, 研究员, 硕士, 研究方向为药物及功能食品功效与安全。E-mail: zhouzewe1666@yahoo.com.cn

ICR雄性小鼠32只, 6~8周龄处于生长期正常小鼠, 18~22g, 由中国医学科学院北京协和医学院放射医学研究所实验动物中心提供, 动物合格证号: SCXK(津)2010-0002, 饲养环境为SPF级实验动物房。

98%酪蛋白粉(批号: 20110326) 河南郑州蓝宇化工有限公司。

HITACHI 7180型全自动生化分析仪 日本日立高新技术株式会社; Anke TGL-16G型台式离心机 上海安亭科学仪器厂; 1/100 SPN402F型电子天平 上海奥豪斯公司; 1/1000 Mettler PL203型精密电子天平 梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司。

1.2 方法

1.2.1 饲料的制备

本实验以酪蛋白为受试物, 空白玉米饲料组使用市售普通黄玉米粉。实验组用1/100电子天平准确称量玉米粉和酪蛋白粉后各自配制成2.5%、5%、10%混和酪蛋白粉玉米饲料, 均配制800g。将上述各组饲料混匀加入适量水成型蒸制10~15min, 放凉后制成条状存入冰箱备用。

1.2.2 动物分组与实验方法

ICR雄性小鼠按体质量随机分成4组, 每组8只, 分别为: 玉米空白对照组, 2.5%、5%、10%酪蛋白实验组。实验开始即换用相应饲料, 每周1、3、5称取体质量一次, 并加换新饲料。喂养12d, 第13天称量体质量, 眼眶取血后脱臼处死解剖, 完整取出心、肺、胸腺、肝、脾、胰腺、双肾、性腺精囊、股骨等脏器组织, 称取湿质量, 股骨为80℃烘干4h后称取干质量^[8], 共计10项生理指标(9项脏器组织加1项体质量指标)。血液3000r/min离心10min, 取上层血清用全自动生化分析仪检测生化指标, 辅助评价受试物的功效。

1.3 测定指标

$$\text{脏器系数} = \frac{\text{脏器质量/mg}}{\text{体质量/g}} \quad (1)$$

某食物摄入机体内, 对脏器组织都会产生一定的效应。脏器系数的计算如公式(1)。由于食物的偏性和成分的复杂多样性, 如抗营养素及有害健康成分的存在, 同一食物对机体不同脏器组织会表现出正负不同的效应。因此, 有必要引入效应的损益指数(benefit-damage index, BDI)的概念表示。

$$\text{损益指数(BDI)} = \frac{\text{受试物实验指标统计均值}}{\text{空白对照对应指标均值}} \quad (2)$$

对于正相关指标, 损益指数按式(2)计算, 对于负相关指标则为式(2)的倒数, 表示受试物对某脏器、组织指标的损益程度。本评价体系所选脏器组织均为正相关指标。

1.4 数据统计分析及评价方法

采用SPSS 13.0软件进行统计分析, 以独立样本 t -检验检测组间显著性差异。

本系统引入BDI概念作为结果评价的一种分析方法, 与 t -检验可形成互补。一般而言, 当BDI=1.0时, 表示受试物对该脏器无损益, 但已存在一定的安全隐患; BDI>1.0时, 食物对该指标有正效应, 有所裨益; >1.3时, 正效应较明显, 数值越大越有益; 同样, 当BDI<1.0时, 食物对该指标为负效应, <0.8时, 损害较明显, 应引起注意, 数值越小损害越严重。

BDI又分为质量BDI代表受试物的营养功效指标, 以及系数BDI代表受试物的保健功效指标。BDI越大脏器组织对机体营养健康的贡献就越大, 那么还可以通过效应BDI的累计积分(general score, GS), 作为食物对机体综合效应的评价指标。同理, 累计GS越大说明该受试物对机体的综合功效越高, 食物安全度越高。以所取9项生理指标无损益的GS 9.0为基准积分, GS<9.0的食物为综合功效评价不合格和食物总体上存在安全问题的一般标准。

2 结果与分析

2.1 酪蛋白的营养价值评价

2.1.1 从体质量变化评价营养功效

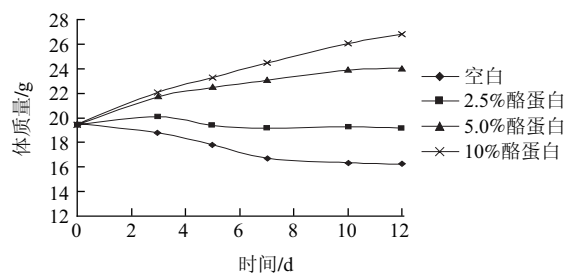


图1 体质量变化趋势图

Fig. 1 Change trend of body weights

由图1可见, 空白组的体质量在喂养过程中呈一定下降的趋势, 2.5%酪蛋白组体质量围绕初始体质量略有波动, 基本保持恒定, 处于氮营养代谢平衡状态; 而5%、10%酪蛋白组体质量有平稳增加。实验终止时, 小鼠终体质量经统计学处理酪蛋白组与空白对照组比有显著及极显著性差异(表1), 从体质量变化趋势及体质量BDI(表1)大小, 可初步判定酪蛋白具有显著的营养功效, 且随着剂量增加营养功效增强。

2.1.2 从脏器质量及BDI-GS综合评价酪蛋白营养功效

脏器组织作为机体的重要组成部分, 其营养状况对机体营养健康起着至关重要的作用。从脏器质量及质量BDI来直观评价酪蛋白的营养价值, 可以具体到各脏器组织。由表1可见BDI数值全部均大于1.0, 说明酪蛋白营养价值很高, 营养全面且较均衡, 对各脏器组织均有营养功效; 并且随着酪蛋白剂量的增加, 胸腺、脾、胰腺的

质量BDI明显增大,提示酪蛋白特别有利于这些器官的生长发育,统计学上具有显著性差异。其次是肝、肾和性腺精囊,而对股骨组织的质量BDI值偏小,对股骨的营养功效明显偏小。

表1 酪蛋白营养价值的评价($\bar{x} \pm s$, $n=8$)
Table 1 Nutritional value assessment of casein ($\bar{x} \pm s$, $n=8$)

指标	空白组质量/g	2.5%酪蛋白		5%酪蛋白		10%酪蛋白	
		质量/g	BDI	质量/g	BDI	质量/g	BDI
体质量	15.89±1.431	19.01±3.243*	1.20	23.26±2.825**	1.46	26.35±1.458**	1.66
心脏	0.106±0.012	0.123±0.021	1.16	0.161±0.021**	1.52	0.153±0.025**	1.44
肺脏	0.133±0.014	0.162±0.032*	1.22	0.205±0.030**	1.54	0.190±0.017**	1.43
胸腺	0.025±0.009	0.045±0.021*	1.80	0.063±0.017**	2.52	0.078±0.026**	3.12
脾脏	0.046±0.015	0.086±0.031**	1.87	0.103±0.030**	2.24	0.111±0.026**	2.41
胰腺	0.059±0.014	0.083±0.031	1.41	0.124±0.027**	2.10	0.148±0.033**	2.51
肝脏	0.674±0.076	0.829±0.157*	1.23	1.098±0.204**	1.63	1.253±0.134**	1.86
肾脏	0.204±0.026	0.245±0.054	1.20	0.325±0.046**	1.59	0.375±0.034**	1.84
性腺	0.294±0.086	0.374±0.130	1.27	0.516±0.196*	1.76	0.511±0.023**	1.74
股骨	0.019±0.003	0.023±0.003*	1.21	0.023±0.003*	1.21	0.022±0.003*	1.16
9项脏器指标累计(GS _w)			12.37		16.11		17.51

注:*.与空白对照组比,有显著性差异($P < 0.05$);**.与空白对照组比,有极显著性差异($P < 0.01$)。下同。GS_w为对应酪蛋白剂量组中各脏器质量BDI值之和。

2.2 从脏器系数及BDI-GS综合评价酪蛋白保健功效

表2 酪蛋白保健功能及安全评价($\bar{x} \pm s$, $n=8$)
Table 2 Health-promoting functions and safety assessment of casein ($\bar{x} \pm s$, $n=8$)

指标	空白组系数/(mg/g)	2.5%酪蛋白		5%酪蛋白		10%酪蛋白	
		脏器系数/(mg/g)	BDI	脏器系数/(mg/g)	BDI	脏器系数/(mg/g)	BDI
心脏	6.695±0.762	6.542±1.205	0.98	6.937±1.275	1.04	5.784±0.244*	0.86
肺脏	8.791±1.157	8.144±0.488	0.93	8.408±1.097	0.96	7.236±0.687*	0.82
胸腺	1.513±0.639	2.287±0.858	1.51	2.694±0.473**	1.78	2.952±0.992*	1.95
脾脏	2.881±0.770	3.763±0.898	1.31	4.452±1.217**	1.55	4.211±0.967*	1.46
胰腺	3.691±0.745	4.252±0.978	1.15	5.307±0.783**	1.44	5.637±1.385**	1.53
肝脏	42.63±5.091	43.62±4.185	1.02	46.96±3.540	1.10	47.45±3.140	1.11
肾脏	12.83±1.066	12.80±0.909	1.00	13.98±1.161	1.09	14.21±0.802*	1.11
性腺	18.29±4.091	19.23±4.195	1.05	21.89±6.280	1.20	19.47±1.583	1.06
股骨	1.172±0.148	1.204±0.175	1.03	0.980±0.086*	0.84	0.846±0.116**	0.72
9项脏器指标累计(GS _i)			9.98		11.00		10.62

注:GS_i为对应酪蛋白剂量组中各脏器系数BDI值之和。

由表2可见,系数BDI多数大于1.0,说明酪蛋白对主要脏器有一定的保健功效;同样随着酪蛋白剂量的增加,胸腺、脾、胰腺的系数BDI也有明显的增加,说明酪蛋白增强免疫的保健功效是确切的。

然而,单从统计学 t 检验的显著性差异分析无法直观判断评价指标的损益及其程度。如10%酪蛋白组通过 t 检验($P < 0.05$),对心肺而言是负面效应,而对胸腺和脾却是有益的正效应;然而从系数BDI 1.0的标准,即可直观判断心肺BDI < 1.0为轻损伤,胸腺和脾BDI > 1.0为大有益,损益程度从BDI的实际数值可很好体现。

与空白对照组比较,酪蛋白不仅对胸腺、脾脏、胰腺系数具有统计学显著性差异,从系数BDI > 1.3数值也

可直观看出长期服用对相关指标具有很好的保健功效,特别是可增强机体免疫功能^[4],甚至已具有一定的食疗功效(短期食用及可见到效果)。酪蛋白对于肝脏健康处于有益的状态,以及对股骨损伤有逐渐加重的趋势,均表明酪蛋白属酸性食物的特征(酸味益肝,酸可噬骨)。特别是10%剂量组股骨系数BDI仅为0.72,且与空白对照组比较统计学具有非常显著性差异,表明高剂量条件下短期连续服用就有可能造成骨组织的损害,存在相应的安全隐患。

从3个剂量系数BDI的积分GS_i均大于9.0的基本积分分析,其综合保健功效评价是正性有益的。综合分析,5%为最佳保健剂量,10%组蛋白摄入剂量已偏大,积分反略低于5%组。此二组对骨组织的负健康效应应引起足够重视。

2.3 酪蛋白的血清生化指标评价

表3 酪蛋白的血清生化指标评价($\bar{x} \pm s$, $n=8$)
Table 3 Blood biochemical assessment of casein ($\bar{x} \pm s$, $n=8$)

检测指标	空白	2.5%酪蛋白	5%酪蛋白	10%酪蛋白
TP含量/(g/L)	42.0±6.38	48.3±5.36	56.0±5.94**	58.4±4.48**
ALB含量/(g/L)	29.0±3.25	31.0±5.37	34.4±3.20*	39.1±4.42**
GLOB含量/(g/L)	13.0±5.68	17.3±6.08	21.6±7.64*	19.3±3.95*
ALT活力/(U/L)	53.6±15.4	49.3±10.4	43.8±16.0	62.4±20.00
AST活力/(U/L)	177±25.8	134±25.3**	122±19.5**	149±38.6
CREA含量/(μmol/L)	14.1±8.25	12.5±3.02	11.6±3.16	15.8±4.71
BUN含量/(mmol/L)	5.10±0.81	5.48±1.17	5.35±1.03	6.65±0.88**
GLU含量/(mmol/L)	2.73±0.89	3.11±1.61	4.50±1.85*	4.45±0.60**
TG含量/(mmol/L)	1.86±0.86	1.89±0.46	2.04±0.44	1.66±0.27
CHOI含量/(mg/dL)	1.83±0.57	1.93±0.53	2.57±0.75	2.62±0.58*

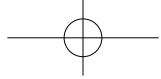
注:TP.总蛋白;ALB.白蛋白;GLOB.球蛋白;ALT.谷丙转氨酶;AST.谷草转氨酶;CREA.血肌酐;BUN.尿素氮;GLU.葡萄糖;TG.甘油三酯;CHOI.胆固醇。

血液中蛋白(TP、ALB、GLOB)呈剂量依赖性增加完全符合酪蛋白的蛋白质属性。由表3可见,2.5%、5%酪蛋白组显著降低转氨酶,10%组转氨酶反而偏高,也充分表明此剂量条件下蛋白营养供给已经偏超量。同样是10%组血肌酐(CREA)略有增高、尿素氮(BUN)显著增高,也都表明对肝肾功能已有影响。酪蛋白对葡萄糖(GLU)有显著升高作用;对胆固醇(CHOI)虽有明显升高作用,而对甘油三酯(TG)却影响不大,与文献[9]报道稍有差异,值得深入探究。

3 讨论

3.1 玉米饲料的选择

用玉米饲料的好处:玉米味甘淡性平,热量低,有良好的适食性,可保障机体基本的营养供给。单食玉米可以维持机体基本的生理需求,但体质量会逐渐减轻,内脏器官同步缩小。与普通饲料比,玉米饲料营养功效低,容易突出受试食品的功效,而不会形成掩盖作用。



玉米中不含抗营养素,也未见有饮食禁忌的报道,不会影响受试物真实功效的表达。评价结果假性概率极低,容易形成稳定统一的评价体系。低营养动物模型的优势在于特别合适各类食品营养保健功效的评价,原本难以评价的食品,通过掺和饲料喂食可以很容易评价其功效及安全性,适用范围广。

3.2 BDI概念的提出及GS评价标准

BDI概念是本评价系统创新提出,计算简便易行。利用BDI可以直观、量化地评价受试物的营养、保健功效及安全性;同时根据BDI的GS也可以进一步评价食物的综合功效。BDI的累计GS越大说明该受试物对机体综合功效越高。GS 9.0作为食物是否安全的判定标准,GS<9.0的食物,综合评价为负效应,食之有害。而酪蛋白的综合营养积分(GS_w)明显高于9.0,综合营养功效显著;GS_i也均高于9.0,具有明显的综合保健功效。酪蛋白的BDI及GS值可作为其他蛋白食品(如肉类)功效评价的参考标准进行比较研究。

3.3 该方法与传统方法的比较

传统方法通常只评价受试物中蛋白质的营养价值,无法考察所含其他营养成分的生理功效,并非是食物综合功效的揭示。本系统方法是以代表机体整体生理功能的脏器组织——五脏(心、肝、脾、肺、肾)、三焦腺体(胸腺、胰腺、性腺精囊)^[10]及对营养反映敏感的股骨^[11-12]为研究对象,同时以各个脏器BDI的累加GS做为整体评价的指标,更能直观、全面体现受试物的综合功效,揭示的信息量大。而传统方法在揭示食物综合营养功效明显欠缺,特别是保健功效及安全性方面更无从揭示。该方法与传统方法并不相悖,可互为补充。

3.4 对现实生活的指导作用

美国康奈尔大学研究人员一项长达27a的动物实验表明,当摄入酪蛋白水平达到或者超过大鼠生长所需正常水平时,就会促进黄曲霉毒素诱发癌症^[13],而本研究中即使10%剂量的酪蛋白已出现一定超剂量特征也未见任何自发瘤出现^[14]。可见高蛋白饮食只是一个促癌因素,并不会直接诱发癌症。对于肉类食品,则要注意摄入方式以有效预防癌症发生。如韩国人爱吃烤肉,就发现胃癌患病率增加,原因是肉在烤制中有苯并芘及杂环芳胺类诱癌成分生成,再加上过量摄取肉类蛋白(酪蛋白占80%以上)、脂肪等的促癌作用,患消化道癌症的几率显著增加。后来韩国人改变了饮食习惯,在吃烤肉时同时食用一些青菜有效降低了胃癌发生率。即使癌症已经发生,低蛋白膳食也能有效遏制癌症病情恶化,因此建议癌症患者应控制动物蛋白(包括牛奶)摄入量^[15]。

酪蛋白的等电点为4.6,具有明显的酸性食物特征,大量存在于动物蛋白中。超量动物性蛋白质摄入对健康的危害已逐渐为人们所认识^[16],与其中所含酪蛋白造成

机体内环境酸化可能存在一定内在联系^[17],应引起人们足够的重视。目前市场上蛋白粉盛行,应注意每日蛋白质摄入量的控制,避免过度补充导致肝肾毒性的发生,以及促进酸化体质的发生。

鉴于本研究酪蛋白对胸腺、脾、胰的营养保健功效显著,建议免疫功能低下的亚健康人群^[4,18],以及II型糖尿病的预防和食疗可适当增加动物蛋白或牛奶的摄入^[19-21]。但人们应该正确认识酪蛋白及牛奶营养保健功效及安全隐患,正确指导日常生活的饮食健康。有研究表明高动物性蛋白质摄入会导致高尿钙症出现,使钙质从尿中流失^[22-23]。本研究2.5%剂量酪蛋白对股骨还显示轻微有益功效,5%和10%大剂量组对骨质有不同程度的损害。酪蛋白含量占牛奶蛋白的83%,从而在一定程度上揭示少量饮用牛奶对骨质有益,长期大量饮用牛奶却加剧骨质疏松结果的事实^[24-25]。牛奶可温和升高胆固醇^[26]也与酪蛋白^[7]有一定内在联系,至于酪蛋白导致胆固醇及血糖升高的原因,还有待深入的研究探讨。

4 结 语

BDI-GS系统方法作为食品营养、保健功效的评价方法首先是对传统评价方法的有力补充,其次该方法可以同时揭示食物负效应的安全隐患,给出风险警示。本评价方法具有集营养、保健及安全评价于一体的特点。并非只片面揭示正面有益的效应,不提示相应的负面风险,导致健康误导。最为重要的是该系统安全评价方法是在人常规摄入剂量条件下折算后进行的评价,并非传统意义上营养素过度堆积超大剂量条件下的安全评价。本系统为食品的风险评估提供大量有益的系统性生物学数据信息,还可用于特膳食品、功能性保健食品及软饮料等的功效及安全性评估。未来在食品安全监测,特别是转基因(GM)食品的安全性评价,以及食源性疾病预防、流行病调研结果的印证等领域将会发挥重要作用。

参考文献:

- [1] PHILLIPS S M, TANG J E, MOORE D R. The role of milk- and soy-based protein in support of muscle protein synthesis and muscle protein accretion in young and elderly persons[J]. J Am Coll Nutr, 2009, 28(4): 343-354.
- [2] 刘素稳, 张泽生, 杨海延, 等. 马铃薯蛋白的营养价值评价[J]. 营养学报, 2008, 30(2): 208-210.
- [3] VAN LOON L J, BOIRIE Y, GIJSEN A P, et al. The production of intrinsically labeled milk protein provides a functional tool for human nutrition research[J]. J Dairy Sci, 2009, 92(10): 4812-4822.
- [4] KITAZAWA H, YONEZAWA K, TOHNO M, et al. Enzymatic digestion of the milk protein beta-casein releases potent chemotactic peptide(s) for monocytes and macrophages[J]. Int Immunopharmacol, 2007, 7(9): 1150-1159.
- [5] FAO/WHO. Energy and protein requirement[R]//Report of Joint FAO/WHO, Geneva: WHO, 1973.



- [6] 白佳利, 沈秀, 王浩, 等. 用损益指数综合评价大豆营养保健功效及安全性[J]. 食品科学, 2012, 33(17): 263-268.
- [7] 周则卫, 王德芝, 沈秀, 等. 用BDI-GS体系综合评价进口转基因大豆的功效与安全[J]. 大豆科学, 2012, 31(5): 822-826.
- [8] 黄君红, 何中初, 陈琼, 等. 发酵型酸奶预防环磷酸胺导致小鼠骨质疏松作用的探讨[J]. 中国老年学杂志, 2008, 28(5): 459-462.
- [9] DIFRANCESCO L, ALLEN O B, MERCER N H. Long-term feeding of casein or soy protein with or without cholesterol in *Mongolian gerbils*. II. Plasma lipid and liver cholesterol responses[J]. Acta Cardiol, 1990, 45(4): 273-290.
- [10] 孟媛, 于涛, 韩景献. 精与三焦关系浅析[J]. 江苏中医, 2010, 42(5): 6-8.
- [11] 闫晶, 赵新华, 闫石, 等. 骨密度与营养状况及生活方式的相关性[J]. 河北医学, 2010, 16(2): 244-245.
- [12] 李璞, 戴功瑾, 赵理. 骨密度与营养状况和生活方式的关系[J]. 现代预防医学, 2007, 34(11): 2161-2162.
- [13] DUNAIF G E, CAMPBELL T C. Dietary protein level and aflatoxin B1-induced preneoplastic hepatic lesions in the rat[J]. J Nutr, 1987, 117(7): 1298-1302.
- [14] HORIO F, YOUNGMAN L D, BELL R C, et al. Thermogenesis, low-protein diets, and decreased development of AFB1-induced preneoplastic foci in rat liver[J]. Nutr Cancer, 1991, 16(1): 31-41.
- [15] QIN Liqiang, XU Jiaying, WANG Peiyu, et al. Milk consumption is a risk factor for prostate cancer in Western countries: evidence from cohort studies[J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2007, 16(3): 467-476.
- [16] 王珊珊. 蛋白质粉摄入过多危害健康[J]. 食品与健康, 2010(4): 40.
- [17] 周刚, 江漂萍, 范纯武, 等. 酸性体质与亚健康状态[J]. 中华现代内科学杂志, 2007, 4(9): 815-816.
- [18] MEISEL H. Biochemical properties of regulatory peptides derived from milk proteins[J]. Biopolymers, 1997, 43(2): 119-28.
- [19] ELLIOTT R B, REDDY S N, BIBBY N J, et al. Dietary prevention of diabetes in the non-obese diabetic mouse[J]. Diabetologia, 1988, 31(1): 62-64.
- [20] TREMBLAY A, GILBERT J A. Milk products, insulin resistance syndrome and type 2 diabetes[J]. J Am Coll Nutr, 2009, 28(Suppl1): 91-102.
- [21] van MEIJL L E, VROLIX R, MENSINK R P. Dairy product consumption and the metabolic syndrome[J]. Nutr Res Rev, 2008, 21(2): 148-157.
- [22] 王喜彬, 赵熙和. 膳食蛋白质水平及含硫氨基酸对人体钙代谢的影响[J]. 营养学报, 1998, 20(4): 402-406.
- [23] CARDINALE M, LEIPER J, FARAJIAN P, et al. Whole-body vibration can reduce calciuria induced by high protein intakes and may counteract bone resorption: a preliminary study[J]. J Sports Sc, 2007, 25(1): 111-119.
- [24] FESKANICH D, WILLETT W C, STAMPFER M J, et al. Milk, dietary calcium, and bone fractures in women: a 12-year prospective study[J]. Am J Public Health, 1997, 87(6): 992-997.
- [25] CUMMING R G, KLINEBERG R J. Case-control study of risk factors for hip fractures in the elderly[J]. Am J Epidemiol, 1994, 139(5): 493-503.
- [26] WENNERSBERG M H, SMEDMAN A, TURPEINEN A M, et al. Dairy products and metabolic effects in overweight men and women: results from a 6-mo intervention study[J]. Am J Clin Nutr, 2009, 90: 960-968.