

用低营养模型评价鸡蛋营养健康效应及其过度消费 与我国慢性流行病高发的相关性探讨

贾艺悦, 周则卫, 牟感恩, 周 岳, 靳 瑾, 沈 秀, 龙 伟*

(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 以玉米低营养饲料喂养小鼠为动物模型, 结合建立的食品损益指数及总积分(benefit damage index-general score, BDI-GS)评价体系评价市售普通鸡蛋的营养及健康效应, 并对鸡蛋过度摄取与我国各类慢性流行病不断高发的相关性进行探讨。**方法** 以线性生长期健康 ICR 小鼠为研究对象, 空白对照小鼠喂食单纯玉米饲料, 受试物小鼠喂食 4.5%、9.0%和 13.5%鸡蛋的玉米掺和饲料, 共喂养 13 d。于第 13 d 称重后眼眶取血、处死解剖, 通过统计 9 项脏器组织重量、系数及其 BDI 和 GS 等指标进行评价, 并进行血清生化分析, 以及血液同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)的测试。**结果** 鸡蛋对机体大部分脏器指标具有营养和有益健康的效应, 主要表现在心肺、胸腺、胰腺和肝肾的重量 BDI 均高于 0.9。鸡蛋摄取能同时显著升高小鼠血糖、血脂及血液 Hcy 水平, 且具有一定剂量依赖性, 部分指标与空白对照比较具有显著性差异($P<0.05$ 及 $P<0.01$)。高剂量鸡蛋喂养小鼠促进生长发育的营养表现最佳, 但综合健康效应并不明显优于中低剂量组, 表现在累计 GS_i 无明显增高。**结论** 本研究表明普通鸡蛋具有良好的营养功效, 但健康效应并不理想, 应该归属于高营养低健康效应的普通食材。日常过度消费鸡蛋导致的营养过剩可能是我国相关慢性流行病不断高发重要的膳食风险因子之一。

关键词: 食品损益指数及总积分评价体系; 鸡蛋; 营养健康; 功效评价; 同型半胱氨酸; 慢性病

Evaluation on nutritional and healthy effects of chicken eggs by low-nutritional model and association discussions on high-incidence rate of chronically epidemic diseases due to its overconsumption in China

JIA Yi-Yue, ZHOU Ze-Wei, MU Gan-En, ZHOU Yue, JIN Jin, SHEN Xiu, LONG Wei*

(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China)

ABSTRACT: Objective To evaluate the nutritional and healthy effects of commercially available common eggs and the eggs by feeding the mice with low-nutritional diet as an animal model, combined with the established food benefit damage index-general score (BDI-GS) evaluation system, and discuss the relationship between over-intake of eggs and the high incidence of various chronic epidemics in China. **Method** The healthy ICR mice in the linear growth phase were used as the research object. The blank control mice were fed with pure corn feed, and the test mice were fed with corn blended with 4.5%, 9.0% and 13.5% eggs for 13 d. After body masses weighing at the 13th day, blood samples were taken by orbital way, and the evaluation was performed by weight and indexes of 9 organs and/or

*通讯作者: 龙伟, 副研究员, 主要研究方向为药物及食品安全。E-mail: Longwei@irm-cams.ac.cn

*Corresponding author: LONG Wei, Associate Professor, Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, No.238, Baidi Road, Nankai District, Tianjin 300192, China. E-mail: Longwei@irm-cams.ac.cn

tissues statistically analyses, their BDI and GS values calculation; serum biochemical indicators were analyzed, and the serum homocysteine (Hcy) levels were measured. **Results** The nourishing and healthy indicators were of beneficial effects for the most part organs of body, mainly express in the weight BDI values for heart, lung, thymus, pancreas, liver and kidneys were all above 0.9. Eggs intake could increase blood sugar and lipid levels obviously, and raise the Hcy level in blood of mice significantly, with certain dose-dependence, and part indicators were of statistically significant differences compared with those of the control ($P<0.05$, $P<0.01$). The high dose chicken eggs diet fed mice showed the best growth and nourishing performance, but the overall health effects was not obvious superior to that of middle and low dose, which was embodied in only slightly increasing in the integrated GS_I values. **Conclusions** This study shows that common eggs have good nutritional effects, but the healthy effects are not ideal and should be attributed to ordinary ingredients with high nutrition and low health effects. Over-nutrition caused by daily excessive consumption of eggs may be one of the most important dietary risk factors for chronic diseases in China.

KEY WORDS: benefit damage index-general score system; chicken eggs; nutrition and health; functional evaluation; homocysteine; chronic diseases

1 引言

民以食为天,日常膳食消费对人体健康而言是至关重要的。食物为机体正常生理活动和健康维系提供必要的能量和营养素;同时不健康的饮食方式,如暴饮暴食、偏食及营养过剩等也在严重影响着人们的健康。因此,日常饮食的营养与健康早已成为人们关注的焦点。随着生活水平的不断提高,心脑血管及 II 型糖尿病等各类慢性流行病不断高发^[1,2],这种变化的原因应该与日常膳食结构的悄然改变有着内在的联系。鸡蛋在我国人口目前的日常生活中是消费最多、最重要的辅助性营养食材,几乎成为我们每天必食之物。作为优质蛋白的重要来源,对国人健康的影响起着举足轻重的作用,其实际营养健康效应及风险也值得去深入探究。

经典食物评价方式揭示的只是食物中蛋白的功效,并无法揭示整个食物的功效^[3]。只有充分了解我国人口膳食结构主要组成食物的具体功效及负面效应,才有可能真正找到导致我国各类慢性流行病高发的具体膳食风险因子,才有可能从根源上预防慢流病,遏制其不断高发的势头。而目前关于鸡蛋营养健康功效的实验评价研究较少。因此,本研究通过前期建立的食品损益指数及总积分(benefit damage index-general score, BDI-GS)体系结合低营养模型在对精米、鸭蛋等食材评价的基础上^[4,5],对市售普通粉皮鸡蛋的营养、健康效应进行实验评价,进一步探讨其与多类慢性流行病高发风险的相关性,以期指导人们适度、正确地消费鸡蛋。

2 材料与方法

2.1 材料与仪器

天津本地新产市售普通粉皮鸡蛋,产后放置不超过

15 d; 本地普通黄玉米粉均购于本市某大型超市。

ICR 雄性小白鼠 32 只, 4~6 周龄处于线性生长期的正常健康小鼠, 体重 18~22 g, 由中国医学科学院放射医学研究所动物中心提供, 饲养环境为无特定病原体动物 (specific pathogen free, SPF) 级实验动物房, 使用许可证号: SYXK(津)2019-002。

Bioswap 同型半胱氨酸检测试剂盒(天津子涵生物科技有限公司)。

HITACHI 7180 型全自动生化分析仪(日本株式会社日立高新技术); Anke TGL-16G 型台式离心机(上海安亭科学仪器厂); 1/100 SPN402F 型奥豪斯电子天平(奥豪斯上海国际贸易); 1/1000 Mettler PL203 型精密电子天平(瑞士梅特勒-托利多仪器上海有限公司); Labsystems Multiskan MS 352 型酶标仪(芬兰 Labsystems Multiskan 公司); YK 200B 型高速粉碎机(山东省青州市益康中药机械有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 饲料的制备

以市售普通粉皮鸡蛋为受试物, 空白玉米饲料组使用普通黄玉米粉。普通鸡蛋带壳一般约为 65 g/枚, 煮熟去壳后平均约为 55 g/枚。因此, 按照人体与小鼠严格的剂量折算方式^[6], 实验组分别配制成 4.5%、9.0%、13.5% 鸡蛋的玉米粉混和饲料, 分别对应人体每日摄取 1、2 和 3 枚鸡蛋的效应。为了配制方便及使称量准确, 以及蛋黄蛋白分配均匀, 首先将鸡蛋蒸制 10 min, 蒸熟固定成型, 冷水激过去壳后立即用 1/100 d 平按相应比例准确称量鸡蛋和玉米粉, 并混合放入粉碎机打碎, 过 28 目的面粉筛, 混和均匀。玉米空白组饲料同样粉碎过筛, 以使饲料粒径统一。加适量自来水后充分和匀, 制成条柱状成型, 蒸制 15 min, 放凉后存入冰箱, 各配

制饲料 1000 g 备用。

2.2.2 动物分组与实验方法

将小鼠按体重随机分成 4 组, 每组 8 只, 分别为: 玉米空白对照组, 4.5%、9.0%、13.5%鸡蛋实验组。实验开始即换用相应饲料, 每 2 d 称取体重一次, 并补充新料。喂养 13 d, 第 13 d 称体重后, 眼眶取血, 脱臼处死解剖, 剖取完整心、肺、胸腺、肝、脾、胰腺、双肾、性腺精囊、股骨等脏器组织, 称取湿重; 股骨为 80 ℃烘干 4 h 后称取干重, 共计 9 项脏器组织指标。血液 6000 转/min 离心 2 次, 每次 5 min, 取上层血清用全自动生化分析仪检测生化指标。血液同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)水平利用 Hcy 检测试剂盒, 应用双抗体夹心法测定样本; 根据说明书, 通过标准曲线用酶标仪在 450 nm 读取吸光度 A 值进行测定。完全相同的评价实验重复 1 次。

2.3 统计及分析方法

2.3.1 BDI-GS 评价方法

损益指数(BDI) = 受试物实验指标均值/空白对照对应指标均值。通过损益指数直观揭示受试物对脏器组织的损益及程度。BDI 又分为重量 BDI 代表受试物营养效应评价指标, 以及系数 BDI 代表健康效应的评价指标。并以 BDI 值为依据, 通过累计积分, 作为食物整体综合效应的评价指标。累计 GS 值(包括 GS_w 及 GS_i)越大说明该受试物对机体的综合营养及健康效应越高^[4,5]。

2.3.2 数据统计方法

随后实验完全相同方式重复评价 1 次, 得到类似重复性评价结果, 2 组实验数据放在一起进行统计分析。采用 SPSS 13.0 软件进行统计分析, 数据统计结果以($\bar{x} \pm s$, n=16)表示, 以组间配对样本 t-检验分析来比较显著性差异。

3 结果与分析

3.1 鸡蛋营养效应的评价

3.1.1 从体重变化评价营养功效

从体重变化趋势图(图 1)可见, 与空白组小鼠比较, 4.5%剂量的鸡蛋不增加动物体重, 但可维持动物体重, 9.0%组会增加动物体重, 而 13.5%组鸡蛋则会明显增加动物体

重。从体重变化趋势初步表明鸡蛋的摄取剂量增加营养效应会明显增加, 具有较好的剂量依赖性。

3.1.2 从脏器重量 BDI 及累计 GS_w 评价鸡蛋营养效应

从表 1 可见, 低剂量鸡蛋对肺、胰腺具有良好的营养效应, 对肝脏和肾脏营养也是有益的; 而低剂量鸡蛋对心、脾及性腺并无营养作用, 反而存在轻度的不利影响, 但 BDI 均高于 0.90, 容易被其他食物效应所弥补或掩盖。从各剂量的脏器重量 BDI 分析, 均随着剂量的增加相应的营养效应增强。而从累计 GS_w 看, 随着剂量的增加综合营养效应显著增强, 具有明显的剂量依赖性。剂量不同营养效应差异明显, 且与体重变化趋势是一致的。

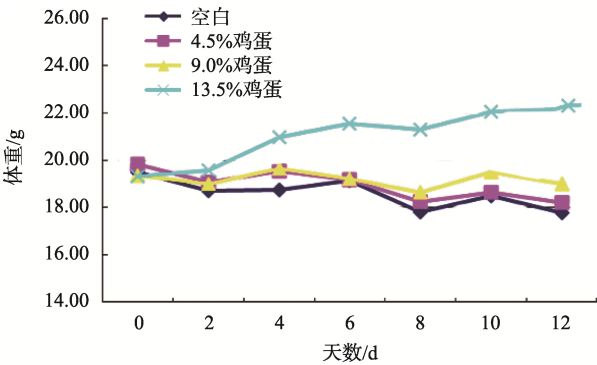


图 1 体重变化趋势图
Fig.1 Variety trends of body weights

3.2 从脏器系数 BDI 及累计 GS_i 评价鸡蛋健康效应

从表 2 可见, 各剂量组鸡蛋对胸腺、胰腺及肝肾的系数 BDI 均大于或等于 1.0, 具有一定增进相关脏器组织健康的效应。各个剂量组鸡蛋对心脏及骨组织的健康均没有显示出有益效应, 低剂量也会对脾脏及性腺健康指标造成轻度不利影响。但 BDI 均高于 0.90, 容易被其他食物效应所弥补或掩盖。从 GS_i 值均仅略高于 9.0 的综合健康效应表现, 表明过多摄取鸡蛋对机体的综合健康效应并不会因此而明显增加, 综合健康效应总体是较低的。特别需要指出, 高剂量摄取鸡蛋对骨组织反而会造成一定的健康损害, 统计学上具有非常显著性差异(P<0.01)。

表 1 鸡蛋对小鼠脏器质量的评价结果($\bar{x} \pm s$, n=16)
Table 1 Evaluation of the quality of mouse viscera by egg ($\bar{x} \pm s$, n=16)

	玉米空白/g	4.5%鸡蛋		9.0%鸡蛋		13.5%鸡蛋	
		重量/g	BDI	重量/g	BDI	重量/g	BDI
体重	17.58±1.479	17.39±2.288		19.37±2.239*		21.96±1.896**	
心脏	0.121±0.017	0.112±0.016	0.93	0.122±0.020	1.01	0.150±0.025**	1.24
肺脏	0.141±0.011	0.150±0.019	1.06	0.152±0.017*	1.08	0.169±0.019**	1.20
胸腺	0.029±0.015	0.029±0.020	1.00	0.040±0.023	1.38	0.045±0.014**	1.55

续表 1

	玉米空白/g	4.5%鸡蛋		9.0%鸡蛋		13.5%鸡蛋	
		重量/g	BDI	重量/g	BDI	重量/g	BDI
脾脏	0.064±0.017	0.059±0.016	0.92	0.075±0.023	1.17	0.097±0.036**	1.52
胰腺	0.066±0.017	0.072±0.018	1.09	0.074±0.013	1.12	0.093±0.016**	1.41
肝脏	0.795±0.110	0.799±0.160	1.01	0.945±0.143**	1.19	1.113±0.207**	1.40
肾脏	0.236±0.027	0.238±0.047	1.01	0.265±0.047*	1.12	0.311±0.039**	1.32
性腺	0.387±0.094	0.368±0.101	0.95	0.444±0.129	1.15	0.541±0.099**	1.40
股骨	0.022±0.002	0.022±0.003	1.00	0.023±0.003	1.05	0.023±0.003	1.05
GSw9 项指标累计			8.97		10.27		12.09

注：鸡蛋组小鼠与空白对照组小鼠通过配对 *t*-检验分析比较，*为 *P*<0.05，**为 *P*<0.01。

表 2 鸡蛋对小鼠脏器系数的评价结果($\bar{x}\pm s, n=16$)
Table 2 Evaluation result of viscera coefficient of mice by egg ($\bar{x}\pm s, n=16$)

	玉米空白/(mg/g)	4.5%鸡蛋		9.0%鸡蛋		13.5%鸡蛋	
		系数	BDI	系数	BDI	系数	BDI
心脏	6.880±0.816	6.474±0.675**	0.94	6.304±1.026	0.92	6.831±1.000	0.99
肺脏	7.991±0.792	8.751±1.278	1.10	7.867±0.781	0.98	7.672±0.506	0.96
胸腺	1.614±0.798	1.612±1.023	1.00	2.038±1.076	1.26	2.023±0.547	1.25
脾脏	3.657±0.948	3.399±0.825	0.93	3.906±1.197	1.07	4.390±1.451	1.20
胰腺	3.748±0.920	4.202±1.264	1.12	3.850±0.597	1.03	4.245±0.622	1.13
肝脏	45.24±5.033	45.76±5.666	1.01	48.87±6.181	1.08	50.47±7.010*	1.12
肾脏	13.44±1.170	13.71±1.866	1.02	13.61±1.373	1.01	14.12±1.038	1.05
性腺	21.89±4.638	20.93±4.124	0.96	22.70±5.325	1.04	24.52±3.311	1.12
股骨	1.239±0.116	1.244±0.124	1.00	1.167±0.133	0.94	1.060±0.101**	0.86
GS _L 9 项指标累计			9.08		9.33		9.68

注：鸡蛋组小鼠与空白对照组小鼠通过配对 *t*-检验分析比较，*为 *P*<0.05，**为 *P*<0.01。

3.3 鸡蛋血清生化指标的评价

从表 3 的血清生化指标评价结果可见，3 组鸡蛋对肝功能血清标志物转氨酶(谷丙转氨酶，alanine aminotransferase，ALT；谷草转氨酶，aspartate aminotransferase，AST)均具有一定的降低作用，统计学上与空白组比较均具有显著和非常显著性差异，具有良好的剂量依赖性，且与其对肝脏的健康效应数据结果相一致，也表明鸡蛋对营养不良所致肝损伤确有明显的保肝功效。鸡蛋对血清总蛋白(total serum protein，TP)，包括白蛋白(albumin，ALB)及球蛋白(globulin，GLOB) 指标均有显著升高作用，尤其对总蛋白及球蛋白与空白对照组比大部分差异具有统计学意义；表明其富含的优质蛋白成分，特别适合机体补充蛋白质的需求。鸡蛋对肾脏健康的代表性指标尿素氮(blood urea nitrogen，BUN)和血肌酐(creatinine，

CREA)影响不大，但以轻度降低的有益效应为主，表明其对肾脏功能的影响略有益，但并不明显。

3 组鸡蛋对血糖(glucose，GLU)均呈明显升高效应，表明其对机体血糖影响较大。另外，鸡蛋对血液胆固醇(cholesterol，CHOL)均有较明显的升高作用，但与空白对照组比较均不存在显著性差异。鸡蛋对甘油三酯(triglyceride，TG)影响反而更大，各剂量组与空白对照组比较均具有统计学显著性差异(*P*<0.05)。玉米本身的低营养具有一定的降脂作用，而鸡蛋升高血脂作用正是其高营养效应及低健康效应的一种体现。鸡蛋摄取对血液同型半胱氨酸(Hcy)影响的测定，与空白对照组比较具有明显升高作用，低、中、高剂量分别升高 18.68%、19.69%和 20.94%，具有良好的剂量依赖性，且低剂量组与空白组比较统计学具有显著性差异(*P*<0.05)。

表 3 鸡蛋的血液生化指标评价结果($\bar{x}\pm s$, $n=16$)
Table 3 Blood biochemical evaluation of chicken egg injection ($\bar{x}\pm s$, $n=16$)

指标	玉米空白	4.5%鸡蛋	9.0%鸡蛋	13.5%鸡蛋
ALT(U/L)	72.06±36.02	47.94±14.55*	44.50±12.67*	38.07±7.929**
AST(U/L)	175.9±47.27	146.3±30.06*	134.4±28.00**	130.9±65.16*
TP(g/L)	40.74±14.26	54.54±18.67*	52.29±16.70*	51.42±2.976*
ALB(g/L)	26.25±6.190	32.13±10.91	31.56±9.753	29.69±2.200
GLOB(g/L)	15.69±9.284	22.42±8.225*	22.07±7.732	21.73±2.542*
BUN(mmol/L)	5.100±1.480	5.425±1.640	4.863±1.494	4.300±1.004
CREA(mmol/L)	8.813±4.825	7.688±2.686	8.063±4.736	6.333±0.869
GLU(mmol/L)	4.650±2.292	6.763±2.521*	6.331±2.828	7.750±1.569**
CHOL(mg/dL)	1.972±0.837	2.521±0.835	2.608±1.143	2.797±1.352
TG(mmol/L)	1.769±0.555	2.723±1.270*	3.148±1.194**	2.318±0.713*
Hcy(μmol/L)	8.277±1.391	9.823±1.100*	9.907±2.425	10.01±2.535

注: 鸡蛋喂食小鼠与玉米空白对照组小鼠通过配对 t 检验分析比较: * $P<0.05$, ** $P<0.01$ 。

4 讨 论

4.1 关于本研究鸡蛋营养健康效应的分析

本研究实验小鼠 4.5%、9.0%和 13.5%的剂量设计, 分别相当于 60 kg 人体 1、2 和 3 枚鸡蛋/日摄入量所产生效应^[6]。从表 3 生化指标检测结果可知, 4.5%鸡蛋连续摄取即可同时显著提升机体的血糖和血脂(CHOI 及 TG)及同型半胱氨酸(Hcy)水平; 13.5%高剂量鸡蛋的摄取还会使体重增长较快, 同时伴有血糖和血脂的升高, 表明鸡蛋过度消费容易导致营养过剩, 具有引起肥胖的潜在风险。对于其显著升高机体的血糖和甘油三酯水平的原因, 值得深入探究。

4.2 鸡蛋升高血糖血脂机制的探讨及对健康的影响

鸡蛋的蛋白质组成特别适合机体营养需求, 摄取后血糖升高最为显著, 可能与其蛋白质组成中含有生糖氨基酸(glucogenic amino acids)比例高有关, 经过肠道分解、代谢转化生成葡萄糖, 进而合成甘油三酯。早在 1950 年国外就检测发现鸡蛋中含硫氨基酸——蛋氨酸(methionine)含量特别丰富, 还含有胱氨酸(cystine)^[7]。相关研究表明^[8], 将蛋氨酸给大鼠灌胃能够显著升高大鼠的血脂水平, 包括甘油三酯和胆固醇等, 具有时间和剂量依赖性增高特点。而血脂升高常伴有血糖基础水平升高, 原因可能是机体摄取氨基酸首先生成葡萄糖转化合成甘油三酯进行能量储备。因此, 本研究血糖、甘油三酯同步升高主要是源于鸡蛋富含蛋氨酸等生糖氨基酸的因素。

近年国内外鸡蛋消费对机体健康影响相关研究报道: 早在 1999 年研究发现, 糖尿病人过度消费鸡蛋增加心脑血管疾病、突发脑卒中及死亡风险^[9]。2013 年发表在《美

国临床营养学》研究表明, 鸡蛋消费与 II 型糖尿病发生高度相关^[10]。2019 年最新对大鼠肥胖及糖尿病模型的研究表明鸡蛋过度摄取可增加胰岛素抵抗^[11]。来自中国医学科学院阜外医院的人群分析研究表明^[12], 鸡蛋摄入量与 II 型糖尿病及心脑血管疾病的发生风险之间均存在正相关关系。美国 2019 年最新 JAMA 权威发布, 鸡蛋及膳食高胆固醇摄入还是心血管病发生及致死事件较高风险因子^[13]。虽然鸡蛋对健康影响好与坏尚存在争议^[14], 但仍以负面效应报道居多^[15,16]。本动物实验研究鸡蛋功效的评价为相关人群研究结论提供了强有力的数据支撑。

4.3 关于鸡蛋消费与我国慢性病高发相关性的探讨

已知血液同型半胱氨酸(Hcy)是蛋氨酸体内代谢过程中间产物, 现代医学早已证实, 高同型半胱氨酸血症(hyperhomocysteinemia, HHcy)已成为脑卒中和冠心病的独立危险因子^[17]。中国发病人群具有显著的高 Hcy, 低尿酸特征^[18], 从某个方面说明日常鸡蛋等动物性蛋白摄取过量, 而蔬菜摄取相对不足。近年来逐渐认识到, Hcy 还是阿耳茨海默氏病、帕金森病的独立危险因子^[19,20], 以及糖尿病血管损伤严重肾病并发症等风险因子^[21]。国内相关大鼠实验研究表明^[22,23], 大鼠摄取添加蛋氨酸饲料, 血液检测 Hcy 水平急剧升高, 具有非常显著性差异。本研究鸡蛋连续摄取剂量依赖性地明显提升血液的 Hcy 水平, 提升幅度高达 18%以上, 揭示了鸡蛋对血液 Hcy 的影响及程度, 为临床上相关脑血管意外高发原因探查提供了实验依据。

目前, 我国的心脑血管病致死率仍然高居各类疾病致死原因首位, 而 II 型糖尿病更是普遍高发, 相关膳食风险因子值得我们去深思。而且, 中老年人群随着年龄增长机体调控能力逐渐下降, 患高血脂、高血压及高血糖风险

逐渐升高。因此,鸡蛋过度消费血糖、血脂、Hcy 同步升高及体重增加的交互影响,也是代谢综合征及脑卒中发病共同的病理生理基础。即使青壮年长期高水平鸡蛋摄取也容易患上高脂血症及脂肪肝等^[24]。而大众对鸡蛋过度消费健康危害性认识严重不足。日常生活中更是很少有人真正严格地控制鸡蛋消费,鸡蛋过度消费情况普遍存在,使我国多类慢性代谢性疾病不断高发并呈年轻化趋势,应该引起高度重视。

4.4 关于鸡蛋消费与我国骨质疏松高发相关性探讨

骨质疏松症(osteoporosis)必定伴随有骨库钙质流失,也属于慢性代谢病的一种。从表2的健康效应明显看出,随着鸡蛋摄入量增加,其对股骨健康损害逐渐加剧,甚至折合3枚/日的剂量还出现非常显著性差异($P<0.01$),表明鸡蛋过度消费也容易对骨质健康造成不利影响。这种现象可能是由于蛋白质过量摄取引起钙从尿中流失^[25],也与鸡蛋中含硫的酸性氨基酸含量高有关。蛋氨酸脱甲基后及胱氨酸解聚后代谢中间产物均是具有还原性的半胱氨酸,其体内氧化最终产物却是硫酸,可使体内骨库钙质溶出以硫酸盐形式随尿液流失^[26,27]。

一般动物性蛋白,如牛奶都会含有一定量蛋氨酸,可以很好地说明牛奶虽然富含钙,但长期过量消费,钙也会从尿中流失反而增加骨质疏松性骨折风险^[28],鸡蛋中蛋氨酸含量更高及含有胱氨酸,两者相加平均在380 mg/枚左右^[7](远超过胆固醇含量),但钙含量却较低,约23 mg/枚。结合本研究评价结果分析,每日1枚鸡蛋对维持骨质健康尚可,而2枚以上鸡蛋长期消费对骨质健康是不利的。基于以上分析,我们认为扣除居民日常膳食钙摄入量明显不足的因素,目前膳食中鸡蛋的长期过度消费对骨质健康造成的不利影响,可能是我国骨质疏松症不断高发重要的膳食风险因子之一。

5 结 论

过去我们将注意力全部集中在鸡蛋胆固醇高上,然而鸡蛋过度消费对血糖、甘油三脂及Hcy影响及潜在肥胖风险研究较少。我国三高症、肥胖、脂肪肝、以及II型糖尿病、心脑血管病和骨质疏松等慢性疾病不断高发,可能都与我们日常将鸡蛋作为营养食材随意摄取、过度消费存在直接内在联系。因此,从本研究结果及上述分析可知鸡蛋中同时含有2个重要的健康风险因子——高胆固醇和高蛋氨酸。

综上所述,在辅助性营养食品中鸡蛋的长期过度消费可能是我国多类慢性代谢病及缺血性脑卒中高发共同的重要膳食风险因子。但是膳食营养过剩健康危害是一个相对长期的积聚过程,多具有远期效应特征。提高鸡蛋消费相关健康风险认知程度和宣传力度,对遏制我国各类慢性

流行病高发势头,提升国人健康水平意义重大。要遏制我国各类慢性病不断高发势头,通过饮食控制是最简单、经济和实用的有效措施,远比大量的医疗投入更为实际。因此,我们认为应该努力倡导“严格控制”每日膳食营养摄入量,特别要限制和降低日常鸡蛋的消费水平。

参考文献

- [1] Palmer MJ, Barnard S, Perel P, *et al.* Mobile phone-based interventions for improving adherence to medication prescribed for the primary prevention of cardiovascular disease in adults [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 6: CD012675.
- [2] Shirinzadeh M, Afshin-Pour B, Angeles R, *et al.* The effect of community-based programs on diabetes prevention in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis [J]. *Global Health*. 2019, 15(1): 10.
- [3] 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.
Liu SY, Zhang ZS, Yang HY, *et al.* The nutritional evaluation of potato protein [J]. *Acta Nutr Sin*, 2008, 30(2): 208–210.
- [4] 龙伟, 沈秀, 白佳利, 等. 用损益指数综合评价精米的营养健康效应[J]. *中国稻米*, 2013, 19(2): 9–13.
Long W, Shen X, Bai JL, *et al.* Comprehensive evaluation of nutrition and health functions and safety of white rice by benefit-damage index [J]. *Chin Rice*, 2013, 19(2): 9–13.
- [5] 牟感恩, 龙伟, 李德冠, 等. 鲜鸭蛋营养及健康效应的研究[J]. *食品科技*, 2018, 43(7): 29–34.
Mu GE, Long W, Li DG, *et al.* Functional evaluation on nutritional and healthy of duck eggs [J]. *Food Sci Technol*, 2018, 43(7): 29–34.
- [6] 黄继汉, 黄晓晖, 陈志扬, 等. 药理试验中动物间和动物与人体间的等效剂量换算[J]. *中国临床药理学与治疗学*, 2004, 9(9): 1069–1072.
Huang JH, Huang XH, Chen ZY, *et al.* Dose conversion among different animals and healthy volunteers in pharmacological study [J]. *Chin J Clin Pharmacol Ther*, 2004, 9(9): 1069–1072.
- [7] Csonka FA. Nitrogen, methionine and cystine content of hen's eggs. Their distribution in the egg white and yolk [J]. *J Nutr*, 1950, 42(3): 443–451.
- [8] 王禄增, 张梅英, 季勇, 等. Wistar大鼠L-蛋氨酸灌胃后血脂变化观察[J]. *中国实验动物学杂志*, 2002, 12(2): 71–73.
Wang LZ, Zhang MY, Ji Y, *et al.* The change of blood lipid level of wistar rat after filling with L-methionine [J]. *Chin J Lab Anim Sci*, 2002, 12(2): 71–73.
- [9] Hu FB, Stampfer MJ, Rimm EB, *et al.* A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in men and women [J]. *JAMA*, 1999, 281(15): 1387–1394.
- [10] Shin JY, Xun P, Nakamura Y, *et al.* Egg consumption in relation to risk of cardiovascular disease and diabetes: A systematic review and meta-analysis [J]. *Am J Clin Nutr*, 2013, 98(1): 146–159.
- [11] Saade CJ, Steffes MA, Webb JL, *et al.* Whole egg consumption impairs insulin sensitivity in a rat model of obesity and type 2 diabetes [J]. *Curr Dev Nutr*, 2019, 11(3): nzz015.
- [12] Li Y, Zhou C, Zhou X, *et al.* Egg consumption and risk of cardiovascular diseases and diabetes: A meta-analysis [J]. *Atherosclerosis*, 2013, 229(2): 524–530.

- [13] Victor WZ, Linda VH, Marilyn CC, *et al.* Associations of dietary cholesterol or egg consumption with incident cardiovascular disease and mortality [J]. *JAMA*, 2019, 321(11): 1081–1095.
- [14] Griffin BA. Eggs: good or bad? [J]. *Proc Nutr Soc*, 2016, 75(3): 259–264.
- [15] Jang J, Shin MJ, Kim OY, *et al.* Longitudinal association between egg consumption and the risk of cardiovascular disease: interaction with type 2 diabetes mellitus [J]. *Nutr Diabet*, 2018, 258(1): 20.
- [16] Guo J, Hobbs DA, Cockcroft JR, *et al.* Association between egg consumption and cardiovascular disease events, diabetes and all-cause mortality [J]. *Eur J Nutr*, 2018, 57(8): 2943–2952.
- [17] 陈静, 李化强, 沈炯, 等. 高同型半胱氨酸血症与卒中中相关性的研究进展[J]. *临床医药文献杂志*, 2018, 5(25): 190–192.
Chen J, Li HQ, Shen X, *et al.* Progresses on associations research of hyperhomocysteinemia and stroke [J]. *J Clin Med*, 2018, 5(25): 190–192.
- [18] 张克明, 黄国伟. 叶酸、维生素 B12、B6 与同型半胱氨酸代谢及卒中中关系研究的新进展[J]. *医学理论与实践*, 2013, 26(5): 585–587.
Zhang KM, Huang GW. New progress in the study of the relationship between folic acid, vitamin B12, B6 and homocysteine metabolism and stroke [J]. *J Med Theor Prac*, 2013, 26(5): 585–587.
- [19] 路雅宁. 半胱氨酸与血脑屏障[J]. *包头医学*, 2007, 31(3): 143–145.
Lu YN. Cysteine and blood-brain barrier [J]. *Baotou Med*, 2007, 31(3): 143–145.
- [20] 魏颖鸿. 同型半胱氨酸水平与阿尔茨海默病相关性的研究进展[J]. *实用老年医学*, 2018, 32(9): 807–808.
Wei YH. Progresses on associations research of homocysteine level and Alzheimer's disease [J]. *Pract Geriatr*, 2018, 32(9): 807–808.
- [21] 吕旭军, 茅利明, 陈晓燕, 等. 血清同型半胱氨酸与糖尿病及糖尿病肾病[J]. *江西医学检验* 2006, 24(1): 78–79.
Lui XJ, Mao LM, Chen XY, *et al.* Associations on serum homocysteine & DM and diabetic nephropathy [J]. *Jianxi J Med Lab Sci*, 2006, 24(1): 78–79.
- [22] 陈小莉, 蔡东联, 李燕, 等. 高蛋氨酸饮食对大鼠生长及氨基酸代谢的影响[J]. *中国临床营养杂志*, 2002, 10(4): 248–251.
Chen XL, Cai DL, Li Y, *et al.* The impact of high methionine diet on the growth and the amino acid metabolism of rats [J]. *Chin J Clin Nutr*, 2002, 10(4): 248–251.
- [23] 杨惠莲, 靳国恩, 马祁生. 蛋氨酸诱导大鼠同型半胱氨酸血症模型的实验研究[J]. *医学信息*, 2013, 26(2): 66–67.
Yang HL, Jin GE, Ma QS. Experimental study on homocysteinemia model induced by methionine in rats [J]. *Med Inf*, 2013, 26(2): 66–67.
- [24] Mokhtari Z, Poustchi H, Eslamparast T, *et al.* Egg consumption and risk of non-alcoholic fatty liver disease [J]. *World J Hepatol*, 2017, 9(10): 503–509.
- [25] Ginty F. Dietary protein and bone health [J]. *Proc Nutr Soc*, 2003, 62(4): 867–876.
- [26] Massey LK. Dietary animal and plant protein and human bone health: A whole foods approach [J]. *J Nutr*, 2003, 133(3): 862S–865S.
- [27] Trilok G, Draper HH. Effect of a high protein intake on acid-base balance in adult rats [J]. *Calcif Tissue Int*, 1989, 44(5): 339–342.
- [28] Bischoff-Ferrari HA, Dawson-Hughes B, Baron JA, *et al.* Calcium intake and hip fracture risk in men and women: A meta-analysis of prospective cohort studies and randomized controlled trials [J]. *Am J Clin Nutr*, 2007, 86: 1780–1790.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介



贾艺悦, 硕士, 主要研究方向为药物及功能食品。
E-mail: 2517867153@qq.com



龙 伟, 博士, 副研究员, 主要研究方向为药物及食品安全。
E-mail: Longwei@irm-cams.ac.cn