

动脉硬化患者和对照组 MTHFR 基因 C677T 的变异纯合型的个体,其血清半胱氨酸的水平升高和血清尿酸之间存在强烈的关联,这就说明在突变情况下,很可能 MTHFR 的作用底物 5-10-甲烯四氢叶酸参与了其他的代谢,比如通过 10-甲酰四氢叶酸合成了嘌呤,最终使尿酸升高^[15]。

MTHFR 基因 C677T 位点在世界范围具有相对较高的突变频率,在欧洲人群中,TT 纯合子的分布频率为 5%,美国人和澳大利亚人中为 11.5%^[12]。一项对中国汉族人群的研究提示,在山西省及周边地区,T 等位基因的分布频率为 34%^[5]。另外一篇研究报道在山东沿海地区,T 等位基因的分布频率为 39%,TT 纯合子的分布频率为 20%^[4]。在纳入的文献中对两性基因频率的比较显示,该位点基因型频率的分布在高尿酸血症组内和正常对照组内均无性别差异。

补充叶酸,维生素 B₆ 和维生素 B₁₂, 可以提高酶活性,对降低高尿酸血症的发生及同型半胱氨酸的浓度具有临床意义。最新研究发现,因为 MTHFR 基因 C677T 位点为 TT 型的个体,高同型半胱氨酸的再次甲基化途径被干扰而引起血中同型半胱氨酸水平升高,对其大剂量补充核黄素,可以显著降低同型半胱氨酸浓度^[16]。但核黄素能否适用于降低具有此基因型个体的尿酸浓度,仍未能明确。

因为所纳入的文献只包括用英文及中文所报道的研究,并且所有纳入研究皆得到的是有统计学意义的结果。因此,可能会有用其它语言报道的文献未能纳入。另外,因为大部分文献并没有报道具体个体的血尿酸值,所以未能具体探查尿酸水平与基因的关联。虽然 GWAS 已证明 MTHFR 基因与原发性高尿酸血症相关,但目前致病的主要机制尚未明确,仍需继续进行相关研究。

参考文献

[1] 朱教,俞茂华,史虹莉,等. 2 型糖尿病合并高尿酸血症的相关因素分析胡复旦学报,医学版. 2004; 31 (1): 71-73.

[2] Bickel C, Rupprecht HJ, Blankenberg S, et al. Serum uric acid as an independent predictor of mortality in patients with angiographically proven coronary artery disease. Am J Cardiol. 2002 Jan 1; 89 (1): 12-7.

[3] 徐菲莉,姚华,丁丽丽,等. 男性高尿酸血症与 MTHFR 基因 C677T, $\beta 3$ -AR 基因 T190C,

ACE 基因 I/D 和 AGT 基因 T704C 多态性关系的研究. 地方病通报, 2006; 21 (6): 4-8.

[4] 王芳,赵世华,阎胜利,等. 亚甲基四氢叶酸还原酶基因 C677T 多态性与高尿酸血症相关. 中华内分泌代谢杂志, 2007; 2 (23): 62-63.

[5] 张巧慧,柳洁. 原发性高尿酸血症和痛风性关节炎患者亚甲基四氢叶酸还原酶基因 C677T 多态性的检测. 中华全科医师杂志, 2008; 7 (4): 259-260.

[6] 麦垚,寿涛,唐慧,等. 亚甲基四氢叶酸还原酶基因 C677T 突变与高尿酸血症的相关性研究. 中国医药导刊, 2008; 10 (3): 365-367.

[7] Zuo M, Nishio H, Lee MJ, et al. The C677T mutation in the methylenetetrahydrofolate reductase gene increases serum uric acid in elderly men. J Hum Genet 2000; 45: 257-262.

[8] Hong YS, Lee MJ, Kim KH, et al. The C677 mutation in methylene tetrahydrofolate reductase gene: correlation with uric acid and cardiovascular risk factors in elderly Korean men. J Korean Med Sci 2004; 19: 209-213.

[9] Yao H, Ding LL, Wang XM, Xu FL. Polymorphisms of methylenetetrahydrofolate reductase C677T and hyperuricemia in males. Ai Bian Ji Bian Tu Bian 2007; 19: 50-52.

[10] Golbahar J, Aminzadeh MA, Al-Shboul QM, Kassab S, Rezaian GR: Association of methylenetetrahydrofolate reductase (C677T) polymorphism with hyperuricemia. Nutr Metab Cardiovasc Dis 2006; 17: 462-467.

[11] Shi HY, Dong YH, Nan HT, Qian WW, Qian RL: The association of methylenetetrahydrofolate reductase (MTHFR) gene C677T mutation with hyperuricemia. Chin J Diabetes 2006; 14: 178-181.

[12] Schneider JA, Rees DC, Liu YT, et al. Worldwide distribution of a common methylenetetrahydrofolate reductase mutation. Am J Hum Genet, 1998; 62: 1258-1260.

[13] Motti C, Gnasso A, Bernardini S, et al. Common mutation in methylenetetrahydrofolate reductase. Correlation with homocysteine and other risk factors for vascular disease. Atherosclerosis 1998; 139: 377-383.

[14] Malinow MR, Levenson J, Giral P, et al. Role of blood pressure, uric acid, and hemorheological parameters on plasma homocysteine concentration. Ath-

therosclerosis, 1995; 114: 175 - 183.

[15] Ever S, Koch HG, Grottemeyer KH, et al. Features, Symptoms, and Neurophysiological Findings in Stroke Associated with Hyperhomocysteinemia [J]. Arch Neurol, 1997, 54: 1267 - 82.

[16] Wilson CP, Ward M, McNulty H, et al. Riboflavin offers a targeted strategy for managing hypertension in patients with the MTHFR 677TT genotype: a 4-y follow-up. Am J Clin Nutr. 2012 Mar; 95 (3): 766 - 72. Epub 2012 Jan.

营养标签宣传教育对老年人膳食质量的影响研究

刘淮玉¹ 单成迪¹ 吴建华¹ 吕 静¹ 胡国泉¹ 徐文玺¹ 陈小珍² 汪 炎²
周静红² 黄 菲²

(1. 上海市卢湾区疾病预防控制中心环境医学科, 200023; 2. 上海市卢湾区淮海社区卫生服务中心)

摘要: **目的** 利用针对老年人群的中国膳食平衡指数 (DBI) 评价营养标签宣传教育对老年人膳食质量的影响。**方法** 以上海市卢湾区淮海中路街道 292 名 (≥ 55 岁) 自愿参加者为研究对象。宣教措施包括每 2 个月进行 1 次营养标签营养宣教, 宣教内容主要为个体化合理饮食指导, 同时配合版面宣传、营养讲座和咨询等。营养宣教前和宣教半年后分别进行食物频率问卷调查, 采用 DBI 评分评价膳食质量, 并比较宣教前后的指标变化。**结果** 292 名老年人 DBI 总分 (DBI-TS)、负端分 (DBI-LBS) 和膳食质量距 (DBI-DQD) 在营养宣教前后差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 奶类和豆类摄入水平由宣教前的 35.5% 增加到宣教后的 61.3%, 食盐摄入量适宜者由宣教前 45.2% 增加到宣教后的 66.1%, 食用油摄入量适宜者由宣教前 30.7% 增加到宣教后的 48.4%, 食物种类丰富者由宣教前 42.0% 增加到宣教后的 74.2%。DBI 模式由以模式 D (28.6%) 和模式 B (27.4%) 为主转变为模式 A (43.5%)、模式 B (24.3%) 和模式 D (25.7%) 为主。**结论** 营养标签宣传教育可改善老年人的膳食质量。

关键词: 营养标签; 膳食质量; 膳食平衡指数; 老年人

Effect of nutrition-label-based nutrition education program on diet quality of the elderly

Abstract: Objective To evaluate the effect of a nutrition-label-based nutrition education program on the dietary quality of the elderly with diet balance index (DBI). **Methods** 292 volunteers with age ≥ 55 years from Community of Middle Huaihai Road, Luwan District, Shanghai were served as study objectives. They were given nutrition-label-based nutritional guidance bimonthly in combination with measures such as individual interviews, layout information, nutrition lectures and consulting. Food frequency questionnaire was performed before intervention and 6 months after intervention respectively. Diet quality was evaluated with DBI scoring system, and the parameters were compared before and after intervention. **Results** There were significant differences in DBI-Total Score (DBI-TS), DBI-Lower Bound Score (DBI-LBS) and DBI-Diet Quality Distance (DBI-DQD) before and after intervention for these 292 people ($P < 0.05$). The proportion of subjects with adequate milk and soy product consumption increased from 35.5% before intervention to 61.3% after intervention. Excessive intake of salt were significantly increased from 45.2% before intervention to 66.1% after intervention. Excessive intake of oil were significantly increased from 30.7% before interven-

tion to 48.4% after intervention, and that with diverse diet from 42.0% to 74.2%. The major DBI pattern changed from pattern D (28.6%) and pattern B (27.4%) to pattern A (43.5%), pattern B (24.3%) and pattern D (25.7%). **Conclusion** The nutrition-label-based nutrition education program for the elderly can improve the diet quality of the elderly.

Keywords: nutrition label; dietary quality; diet balance index; elderly

最新的居民营养和健康状况调查结果显示,我国 ≥ 60 岁老年人群营养缺乏率平均为12.4%,老年人贫血患病率高达19.6%。调查还显示,我国老年人营养缺乏与过剩并存。在我国老年人口中,超重和肥胖的人群比例也快速上升,全国平均有32.4%的老年人超过正常体重,其中城市老年人一半以上(平均53.2%)体重超标,且女性明显高于男性。超重、肥胖是构成慢性非传染性疾病的重要危险因素,由此引发的健康隐患不容忽视。此外,部分老年人由于掌握的营养知识比较有限,缺乏科学的指导,膳食结构不合理。食品营养标签是指向消费者提供食品营养成分信息和特性的说明,包括营养成分表、营养声称和营养成分功能声称^[1],是很好的传播营养知识媒介。食品营养标签可以使消费者了解食品的营养组成和特征,也是保证消费者知情权、指导平衡膳食很好方式。本研究以 ≥ 55 岁老年人为研究对象,运用针对老年人群的中国膳食平衡指数(DBI)评价营养标签宣传教育对老年人膳食改善的影响。

1 对象与方法

1.1 对象

将上海市卢湾区淮海中路社区292名自愿参加本次研究 ≥ 55 岁老年人作为研究对象。其中男性116人,女性176人;年龄55~77岁,平均(64.5 \pm 6.0)岁;其中55~59岁78人(26.7%),60~69岁148人(50.7%), >70 岁66人(22.6%)。

1.2 营养标签宣教方法

以营养标签为传播媒介,开展形式多样、综合性的营养宣传教育。包括:①在为期半年的宣教期内定期(每2个月)开展“读营养标签,走健康捷径”系列讲座,以预包装食品上的食品营养标签为切入点,指导老年人阅读营养标签,根据《老年人膳食指南》及《中国居民平衡膳食宝塔》合理选择食品。②对肥胖、高血压、高血脂和血糖异常者进行个体化的指导:利用食物模型及BMI大转盘指导他们根据自身情况合理搭配膳食,并且在社区慢病管理小组的帮助下进行慢性患者的管理。③配合社区版报宣传、营养咨询等多种形式进行营养宣教。

1.3 研究方法

1.3.1 食物频率问卷调查 了解研究对象在过去1年中膳食摄入的种类及数量,了解受访者全年各种食物的食用次数及平均食用量,归纳其膳食模式并计算营养素的摄入量。食物频率调查问卷由经过统一培训的调查员进行面对面调查。同时发放“家庭一个月人日数统计表”,要求记录家庭每月食用油和盐的消费量(精确到50g),最终根据标准人日数折算得到每日食用油和盐的消费量。食物频率调查分别于干预前和干预后进行。

1.3.2 运用调整的居民膳食平衡指数(DBI)评价膳食质量 根据中国营养学会2007年制定并公布的《中国居民膳食指南(2007)》和《中国平衡膳食宝塔》而建立的膳食质量评价工具^[2]。DBI由谷类食物、蔬菜和水果、奶类和豆类、动物性食物、酒精、食盐、食用油、食物种类八个指标组成,每个单项指标的分值依据中国居民平衡膳食宝塔建议的摄入量定义,以总分(DBI-Total Score, DBI-TS),负端分(DBI-Lower Bound Score, DBI-LBS),正端分(DBI-Higher Bound Score, DBI-HBS),膳食质量距(DBI-Diet Quality Distance, DBI-DQD)以及平衡膳食模式(DBI模式)构成评价系统。DBI从个体总体膳食状况的角度出发,通过DBI分值的变化,反映出的膳食结构以及膳食质量的优劣,发现存在的营养摄入不足或者摄入过量^[3-5]。根据老年人的营养需要特点和膳食结构特点,王劲^[6]等又提出了适合老年人的膳食平衡指数。老年人调整后的DBI单项指标内容和取值情况见相关文献。DBI-TS:将所有指标分值累加得到DBI-TS,反映总体膳食质量的平均水平。如果DBI-TS是负数,表明膳食营养素摄入不足;如果DBI-TS是正数,表明膳食营养素摄入过量。DBI-LBS:将所有指标中的负分相加的绝对值为DBI-LBS,反映膳食中是否存在营养素摄入不足以及不足的程度。DBI-HBS:将所有指标中的正分相加得到DBI-HBS,反映膳食中是否存在营养素摄入过量以及过量的程度。DBI-DQD:将所有指标分值的绝对值相加得到DBI-DQD,综合反映特定膳食的情况。如果DBI-DQD为0,表示既不存在膳食营养素摄入不足,又不存在膳食营养素摄入过量;

如果 DBI-DQD 不为 0, 表示膳食营养素摄入存在一定问题, 可能是摄入不足, 也可能是摄入过量, 还有可能是既存在摄入不足又存在摄入过量。

1.3.3 DBI 模式 根据 DBI-LBS 值和 DBI-HBS 值, 将 DBI 模式定义为以下 9 种。①模式 A: 为最优模式, 膳食营养素摄入不足与摄入过量的问题均较少; ②模式 B: 膳食中营养素摄入过量问题较少, 但存在一定程度的营养素摄入不足; ③模式 C: 膳食中主要问题是严重的营养素摄入不足; ④模式 D: 膳食中营养素摄入不足的问题较少, 但存在一定程度的摄入过量; ⑤模式 E: 膳食结构中存在着中等程度的营养素摄入不足和摄入过量; ⑥模式 F: 膳食中存在着一定程度的营养素摄入过量, 同时存在着较严重程度的营养素摄入不足; ⑦模式 G: 膳食中的主要问题是营养素摄入过量; ⑧模式 H: 膳食中存在着较为严重的营养素摄入过量问题的同时, 存在着一定程度的摄入不足; ⑨模式 I: 膳食中营养素摄入不足和摄入过量的问题均很严重^[3]。

1.4 统计分析

采用 Epi Data 3.0 建立数据库, 经过严格的原始数据录入质量控制之后, 使用 SPSS 16.0 软件进行分析, 用卡方检验比较营养标签干预前后 DBI 指标是否存在统计学差异。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 营养标签干预前后 DBI 各分值比较 (表 1)

292 名研究对象在营养标签干预前后 DBI-TS、DBI-LBS、DBI-DQD 分值比较, 差异有统计学意义。 $(t = -5.80, 6.78, 6.64, P = 0.000)$; 116 名男性研究对象在营养标签干预前后 DBI-LBS、DBI-DQD 分值比较, 差异有统计学意义。 $(t = 4.54, 5.44, P = 0.000)$; 176 名女性研究对象在营养标签干预前后 DBI-TS、DBI-LBS、DBI-LBS 分值比较, 差异有统计学意义。 $(t = -6.37, 4.02, 4.61, P = 0.000)$

表 1 营养标签干预前后 DBI 各分值比较

DBI 分值	男性 (n=116)		女性 (n=176)		总体 (n=292)	
	宣教前	宣教后	宣教前	宣教后	宣教前	宣教后
DBI-TS	-2.78 ± 10.77	-0.76 ± 8.31	-11.31 ± 8.16	-5.97 ± 6.33	-7.81 ± 10.16	-3.84 ± 7.60
DBI-LBS	17.02 ± 7.22	13.16 ± 5.53	17.29 ± 5.66	13.28 ± 5.51	17.18 ± 6.29	13.23 ± 5.47
DBI-HBS	13.86 ± 7.46	12.24 ± 6.16	6.18 ± 5.65	6.04 ± 4.68	9.33 ± 7.44	8.58 ± 6.11
DBI-DQD	30.84 ± 9.96	25.40 ± 8.26	23.63 ± 8.09	19.32 ± 6.79	26.58 ± 9.52	21.81 ± 7.95

2.2 干预前后 DBI 组成指标分值比较 (表 2)

奶类和豆类摄入充足者由干预前的 35.5% 增加到干预后的 61.3%; 食盐摄入量适宜者由干预前 45.2% 增加到干预后的 66.1%; 食用油摄入量适宜者由干预前 30.7% 增加到干预后的 48.4%; 食物种类丰富者由干预前 42.0% 增加到干预后的 74.2%, 差异均有统计学意义。

2.3 营养标签干预前后 DBI 模式比较

营养标签干预前后, DBI 模式发生明显转变。干预前以模式 D (28.6%) 和模式 B (27.4%) 为主, 其次为模式 A (22.6%) 和模式 E (13.0%), 其余为模式 G (6.5%) 和模式 H (4.9%)。经过营养标签干预后, 主要以模式 A (43.5%)、模式 B (24.3%) 和模式 D (25.7%) 为主, 模式 E 和模式 G 仅占小部分。DBI 模式中模式 A 为最优模式,

经过营养标签干预后, 模式 A 所占比例由 22.6% 增加至 43.5%, 差异有统计学意义 ($c^2 = 328.8, P = 0.000$)。男性与女性模式 A 所占比例在干预前后比较, 差异有统计学意义。(男性 $c^2 = 161.2, P = 0.000$, 女性 $c^2 = 175.9, P = 0.000$)。干预后, 模式 B 所占比例由 27.4% 降低至 24.3%, 差异有统计学意义 ($c^2 = 231.8, P = 0.000$)。女性模式 B 由 34.6% 降低至 29.6%, 差异有统计学意义。 $(c^2 = 129.0, P = 0.000)$ 。干预后, 模式 E 所占比例由 13.0% 降低至 3.1%, 差异有统计学意义 ($c^2 = 104.4, P = 0.000$)。男性与女性模式 A 所占比例在干预前后均有明显差异 (男性 $c^2 = 30.9, P = 0.000$, 女性 $c^2 = 84.2, P = 0.000$)。干预后, 模式 G 所占比例由 6.5% 降低至 3.4%, 差异有统计学意义 ($c^2 = 194.7, P = 0.000$)。经过营养标签干预后, 模式 H 所占比例由 4.9% 降低至 0。

表2 干预前后 DBI 组成指标分值比较 (%)

分值	谷类食物		蔬菜水果		奶类和豆类		动物性食物		盐		食用油		食物种类	
	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后	干预前	干预后
-12 ~	—	—	1.6				1.6		—	—	—	—	—	—
-10 ~	—	—	6.5	1.6		1.6	3.2		—	—	—	—	—	—
-8 ~	—	—	14.5	4.8	3.2	9.7	11.3	4.8	—	—	—	—	—	—
-6 ~	—	—	22.6	17.7	41.9	14.5	8.3	6.5	—	—	—	—	4.8	—
-4 ~	1.6		27.4	40.3	19.4	12.9	11.3	11.3	—	—	—	—	53.2	24.2
-2 ~	12.9	8.1	9.7	17.9	8.1	30.6	11.3	19.4	—	—	—	—	29.0	48.4
0	19.4	19.4	17.7	17.7	27.4	30.7	9.7	19.3	45.2	66.1	30.7	48.4	13.0	25.8
2 ~	12.9	22.5	—	—	—	—	15.9	14.5	54.8	33.9	69.3	51.6	—	—
4 ~	25.8	25.8	—	—	—	—	12.9	12.9	—	—	—	—	—	—
6 ~	14.5	16.1	—	—	—	—	9.7	11.3	—	—	—	—	—	—
8 ~	9.7	8.1	—	—	—	—	4.8	—	—	—	—	—	—	—
10 ~	1.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 ~	1.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

3 讨论

营养信息能够影响总体的膳食质量, 消费者可以吸收和利用膳食与健康相关的信息, 向更健康的膳食模式转变^[8]。本研究创新性的以营养标签为传播营养知识的媒介, 开展人群的营养健康干预, 通过形式多样的干预方法, 增加了老年人的营养知识, 促使其采取正确的态度改善膳食结构, 提高膳食质量。长期改善膳食结构和质量可以减少慢性病发病的危险因素, 有利于慢性病的防治。

DBI 是建立在中国居民膳食指南和平衡膳食宝塔的基础上, 评分方法考虑了营养不足和营养过剩 2 个方向的程度^[4]。本研究发现, DBI-TS、DBI-LBS、DBI-DQD 在营养标签宣传教育干预前后有明显差异, DBI-TS、DBI-LBS 和 DBI-DQD 在干预后都比干预前更接近数值 0, 根据 DBI 评价方法, 可以认为老年人总体在营养标签宣传干预后的膳食质量优于干预前。分性别比较后发现, 干预后男性和女性的 DBI-LBS 分值明显降低, 表明通过增加某些食物的摄入量改善膳食质量及营养不足情况。DBI 模式在干预前后也都发生了明显改变, 最优膳食模式 A 在干预后明显增加。营养标签干预前后 DBI 分值各组成指标也发生明显变化, 奶类和豆类的摄入量明显增加, 食盐和食用油摄入量适宜者也明显增加。食物种类丰富者也由于干预前 42.0% 增加到干预后的 74.2%, 有利于老年人完善膳食结构, 提高膳食质量。

由于生理和社会多方面因素, 老年人营养不良

问题已经越来越引起重视。但是老年人由于受教育水平的限制以及现在种类繁多的商品使得他们在采购食品, 安排膳食的时候缺少科学的指导。由于老年人或多或少的都有些高血压、糖尿病、高血脂等慢性代谢性疾病所以在膳食方面格外注意, 但缺少科学指导。而食品营养标签便是最简单、最直接获取营养知识的途径。营养标签有助于膳食营养平衡、普及营养知识及提高人们生活质量, 从科学角度选择利于个人健康的食品^[7]。本次研究利用营养标签这一传播媒介开展营养宣传教育干预, 使老年人对营养知识有基础了解, 认识到平衡膳食的构成和重要性, 对食物的摄入量能够有个形象化的概念, 改善自身膳食结构中存在的摄入不足的情况, 降低摄入量超过推荐摄入量的食物。

利用营养标签开展营养宣传教育后发现老年人的膳食质量有明显的改善, 有利于改善老年人的膳食营养状况和防治慢性病。

参考文献

- [1] 中华人民共和国卫生部. 食品营养标签管理规范 [S]. 北京: 卫生部, 2008-1-11.
- [2] 何宇纳, 翟凤英, 杨晓光, 等. 修订中国膳食平衡指数 [J]. 营养学报, 2009, 31 (6): 532-536.
- [3] 何宇纳, 翟凤英, 葛可佑. 建立中国膳食平衡指数 [J]. 卫生研究, 2005, 34 (2): 208-211.

[4] 何宇纳, 翟凤英, 葛可佑. 应用中国膳食平衡指数评价 18~59 岁人群的膳食质量 [J]. 卫生研究, 2005, 34 (4): 442-444.

[5] 陈建平, 何宇纳, 翟凤英, 等. 应用膳食质量快速评价表评价样本人群膳食质量 [J]. 现代预防医学, 2007, 34 (9): 1618-1620.

[6] 王劲, 郭红卫, 钱子煜, 等. 针对老年人群的中国膳食平衡指数尝试性调整与应用 [J]. 卫

生研究, 2008, 37 (4): 468-471.

[7] Health Canada. Frequently Asked Questions: New Nutrition Labeling and Claims (EB). [2004-1-5]. <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/label-etiquet/nutrition/reg/regulations-reglements-faqs-eng.php>.

[8] 何宇纳, 翟凤英. 中国成年人膳食质量的影响因素分析 [J]. 卫生研究, 2005, 34 (5): 611-612.

中国常见干豆类及制品中嘌呤的含量¹

荣胜忠¹ 邹立娜² 张广藤³ 刘培培³ 韩涛³ 潘洪志^{3,4} 杨月欣⁴

(1. 牡丹江医学院公共卫生学院预防医学教研室, 牡丹江 157011; 2. 牡丹江医学院附属红旗医院, 牡丹江 15701; 3. 哈尔滨医科大学公共卫生学院卫生检验教研室, 哈尔滨 150081; 4. 中国疾病预防控制中心营养与食品安全所, 北京 100050)

摘要: 目的 应用高效液相色谱法测定中国常见干豆类及制品中嘌呤的含量。方法 采用 WatersAtlantis T₃ 柱 (4.6mm×250mm×5μm), 以 10.0mmol/L 甲酸铵 (pH3.6) 和甲醇 (99%:1%) 为流动相, 流速: 1.0ml/min, 柱温: 30℃, 检测波长: 254nm。结果 不同种类干豆类及制品中嘌呤含量有明显差别。干豆类中嘌呤含量普遍高于豆类制品。干豆类中, 蚕豆含量最高, 总体上呈现出蚕豆>黄豆>绿豆>微豆>黑豆>红豆>芸豆>赤豆; 豆制品中, 豆粉中嘌呤含量最高, 呈现出豆粉>腐竹>豆皮>纳豆>内酯豆腐>干豆腐>水豆腐>豆浆。结论 不同种类干豆类及制品中嘌呤含量有差别; 干豆类中嘌呤含量普遍高于豆类制品; 低浓度豆浆等含水量较大的豆制品中嘌呤含量不高。

关键词: 高效液相色谱法; 干豆; 制品; 嘌呤

The Purine Contents of Common Dried Legumes and Legume Products in China

Rong Shengzhong¹ Zou Lina² Zhang Guangteng³ Liu Peipei³ Han Tao³
Pan Hongzhi^{3,4} Yang Yuexin⁴

(1. Department of preventive medicine, School of Public Health, Mudanjiang Medical College, Mudanjiang 157011;
2. Hong Qi Hospital of Mudanjiang Medical College, Mudanjiang 157011;
3. Department of Hygiene Inspection, School of Public Health, Harbin Medical University, Harbin 100086;
4. Institute of Nutrition and Food Safety, Chinese CDC, Beijing 100050)

Abstract: Objective The purine contents of common dried legumes and legume products in china was determined by High Performance Liquid Chromatography (HPLC). **Method** The HPLC analysis was carried out on Wa-

ters Atlantis T₃ (4.6mm × 250mm × 5μm), 10.0mmol/L NH₄COOH (pH3.6) and CH₃OH (99%/1%) was used as the mobile phase. The flow rate was 1.0mL/min. The column temperature was 30°C, and the detection wavelength was at 254nm. **Results** The contents of purine varied significantly among different kinds of dried legumes and legume products. The contents of purine in dried legumes was higher than that in legume products. The purine contents of broad bean was the highest in dried legumes, the contents of purine ranked from high to low in dried legumes are followings: broad bean > soybean > mung bean > wei bean > black soya bean > jumby bean > white kidney bean > black kidney bean; The purine contents of soybean powder in legume products was the highest, the contents of purine ranked from high to low in legume product are followings: soybean powder > yuba > soybean skin > natto > dried tofu > water tofu > soya-bean milk. **Conclusion** The contents of purine varied significantly among different kinds of dried legumes and legume products; The purine contents of dried legumes and legume products was high, the contents of purine in dried legumes was higher than that in legume products.

Keywords: HPLC; legumes and legume product; purine

嘌呤 (purine) 是种碱基, 为有机化合物, 在人体内嘌呤代谢会变成尿酸, 而尿酸过高就会引起痛风^[1]。痛风 (gout) 是长期嘌呤代谢障碍、血尿酸增高引起组织损伤的一种疾病, 该病一般在男性身上发病, 且会遗传^[2]。随着经济发展和人们膳食结构的改变, 我国人群高尿酸血症和痛风的患病率呈逐年上升趋势^[3]。在对痛风患者的治疗中, 低嘌呤膳食是治疗该病的关键^[4]。因动物性食品中含有较高的嘌呤^[5], 所以干豆类及其制品就成为高尿酸血症患者或痛风患者良好的蛋白质来源, 但一些网站上宣传豆类中含有较高嘌呤, 痛风患者不宜吃豆腐, 但其缺乏科学依据。国内针对干豆类及其制品中嘌呤含量的研究少见, 仅有对大豆中嘌呤含量测定的研究^[6], 对干豆类及其制品中嘌呤含量的系统研究很少见, 临床及有关网站上公布的嘌呤含量数据普遍来源不清且彼此不一致。这给广大高尿酸血症和痛风患者治疗时带来极大的疑惑。因此对干豆类及其制品中嘌呤的含量进行系统测定对于指导高尿酸血症患者和痛风病人的临床饮食, 对其康复和预防发病将有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试剂

鸟嘌呤 (guanine)、腺嘌呤 (adenine)、次黄嘌呤 (hypoxanthine)、黄嘌呤 (xanthine) 等标准品全部购自 Sigma 公司; 甲酸铵、高氯酸、甲酸、氢氧化钾为优级纯; 甲醇、异丙醇、乙腈等为 HPLC 级, 水为去离子水。

1.2 仪器

Waters2695 高效液相色谱仪、Waters 2487 紫外检测器; 离心机 (艾本德股份有限公司); XK96-A 快速混匀器 (姜堰市新康医疗器械有限公司); 注

射器; 酸度计; 自动进样器; 电子天平 (SARTORIUS); 超声振荡清洗器 (BRANSON); 三用电热恒温水箱 (余姚市东方电工仪器厂); SHB-III 循环式多用真空泵 (郑州长城科工贸有限公司) 等。

1.3 方法

1.3.1 样品采集

根据《中国食物成分表 2004》^[7] 共采集干豆类及其制品 24 种, 包括大豆类及制品、绿豆、赤豆、芸豆、蚕豆。样品主要来自广东省疾病预防控制中心、黑龙江省疾病预防控制中心、杭州市疾病预防控制中心和购自大型超市, 样品采集后立即冷藏保存。

1.3.2 样品处理

干豆类 (包括黄豆、蚕豆、赤豆、芸豆、绿豆) 用电动研磨仪打碎混匀; 豆腐、豆皮、纳豆、内酯豆腐、豆腐块、微豆等数份用刀具研磨仪捣碎后混合均匀; 豆浆数袋混合均匀。所有样品测定前均保存于 4°C 冰箱内, 测定时全部取三样分析, 分别做水分测定和平行样测定。每份样品各称一定量置于 10ml 玻璃试管中, 向其中加入 2ml 3.0% 浓度的高氯酸溶液, 快速混匀器混匀, 100°C 水浴 60min, 分别在水浴 30min、40min、50min 各震荡一次, 冷却后, 2.0mol/L 氢氧化钾调 pH 至 7.0 后, 5.0% 甲酸调 pH 至 3.6, 10.0mmol/L 甲酸铵溶液 (pH3.6) 定容到 10ml, 充分混匀、过 0.22μm 滤膜后待测, 并根据具体测定情况对样品进行多次重复处理测定。测定结果的质量控制采用实验室的内部质量控制, 以纳豆作为实验室内部质量控制样品, 对上述质控样品进行 20 次以上测定的基础上计算平均值和标准差, 在其他食物样品测定过程中每批同时测定质控样品。

1.3.3 HPLC 条件

色谱柱: Waters Atlantis T₃ (4.6mm × 250mm ×

5 μ m); 流动相: 10.0mmol/L 甲酸铵 (PH3.6); 流速: 1.0ml/min; 柱温: 30 $^{\circ}$ C; 进样量: 10 μ l; 检测波长: 254nm。

2 结果

2.1 测定方法的建立

本研究在综合参考国内外有关文献^[8-10]及自身积累的经验基础上, 建立了干豆类及其制品中嘌呤含量测定的高效液相色谱法。

2.1.1 方法线性方程

以各组分不同浓度混合标准品进行测定, 以峰面积对相应浓度进行线性回归计算, 获得标准曲线

的回归方程, 结果见表 1, 标准品色谱图见图 1。

表 1 线性实验结果
Table1 Result of linear relation

嘌呤	线性方程	相关系数 (r)	线性范围 (ug/ml)
鸟嘌呤	$y = 37850X - 884.98$	$r = 0.9998$	0.05 ~ 20
腺嘌呤	$y = 51071X - 370.1$	$r = 1$	0.05 ~ 20
次黄嘌呤	$y = 43342X + 124.81$	$r = 1$	0.05 ~ 20
黄嘌呤	$y = 26662X + 295.84$	$r = 0.9999$	0.05 ~ 20

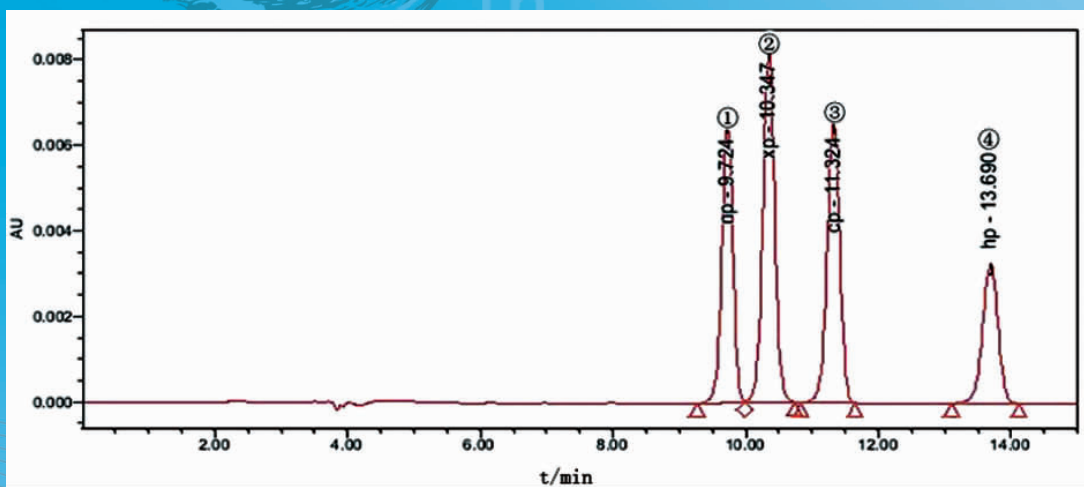


图 1 四种嘌呤的标准色谱图

Fig. 1 Standard maps of four kinds of purine

附注: ①鸟嘌呤; ②腺嘌呤; ③次黄嘌呤; ④黄嘌呤

Note: ①Guanine; ②Adenine; ③Hypoxanthine; ④Xanthine

2.1.2 方法的精密度与准确度

选取纳豆样品进行重现性实验, 分别在批内和批间平行测定 6 份, 结果见表 2。由结果可知 RSD 平均 < 5.0%。

精密称取纳豆样品, 每两份分为一组, 除本底含量组外, 其他三组各加适量标准品配制成分高 (2:1)、中 (1:1) 和低 (1:0.5) 3 种浓度, 经样品前处理后进样测定, 计算回收率 (%)。由结果可知四种嘌呤的平均回收率在 103.5% 到 108.8% 之间, 结果见表 2。由结果可知该方法准确度较好, 实验结果可信。

表 2 精密度 (n=6) 和准确度结果
Table2 Results of precision test (n=6) and accuracy test

嘌呤	精密度 RSD (%)	准确度 (回收率%)
鸟嘌呤	1.80%	103.5%
腺嘌呤	1.60%	106.8%
次黄嘌呤	1.60%	104.0%
黄嘌呤	1.70%	108.8%

2.2 样品测定

2.2.1 样品中的嘌呤含量

不同干豆类及制品中嘌呤含量有一定差别，干豆类中嘌呤含量普遍高于豆类制品。

2.2.2 干豆类中嘌呤含量

干豆类中嘌呤含量在 1179.1mg/kg ~ 3070.7mg/kg，平均 1834.6mg/kg，蚕豆含量最高，总体上呈现出

蚕豆 > 黄豆 > 绿豆 > 微豆 > 黑豆 > 红豆 > 芸豆 > 赤豆，具体结果见表 3。

2.2.3 豆制品中嘌呤含量

豆制品中嘌呤含量在 84.4mg/kg ~ 1674.9mg/kg，平均为 823.0mg/kg，豆粉中嘌呤含量最高，呈现出豆粉 > 腐竹 > 豆皮 > 纳豆 > 内酯豆腐 > 干豆腐 > 水豆腐 > 豆浆，具体结果见表 3。

表 3 干豆类及制品中嘌呤含量 (mg/kg; $\bar{x} \pm s$)

Table 3 Contents of purine in dried legumes and legumes products (mg/kg; mean \pm SD)

食物名称	鸟嘌呤	腺嘌呤	次黄嘌呤	黄嘌呤	总嘌呤
干豆类					
蚕豆	1322.2 \pm 16.69	1615.8 \pm 19.0	79.1 \pm 1.0	53.6 \pm 1.8	3070.7 \pm 38.5
黄豆	1017.1 \pm 30.4	1132.7 \pm 35.1	3.1 \pm 0.2	29.0 \pm 0.8	2181.9 \pm 66.1
绿豆	889.3 \pm 41.7	1025.0 \pm 9.6	5.1 \pm 3.0	38.4 \pm 10.5	1957.8 \pm 24.6
微豆	759.2 \pm 6.9	893.6 \pm 3.3	2.5 \pm 0.3	90.2 \pm 2.5	1745.5 \pm 13.0
黑豆	775.6 \pm 22.8	842.6 \pm 27.0	6.8 \pm 0.7	79.2 \pm 75.2	1704.2 \pm 125.7
红小豆	647.45 \pm 10.16	803.17 \pm 7.66	1.45 \pm 0.02	112.39 \pm 36.95	1564.46 \pm 19.15
白芸豆	524.1 \pm 18.1	654.6 \pm 16.5	35.4 \pm 47.5	34.8 \pm 2.0	1248.9 \pm 11.0
红芸豆	517.6 \pm 3.6	631.3 \pm 7.1	1.8 \pm 0.3	113.0 \pm 10.9	1263.7 \pm 21.8
豆制品					
豆粉	805.8 \pm 11.2	838.9 \pm 40.2	9.6 \pm 0.4	20.6 \pm 2.4	1674.9 \pm 48.2
腐竹	631.3 \pm 26.4	930.0 \pm 40.0	9.4 \pm 0.4	28.0 \pm 3.7	1598.7 \pm 70.6
豆皮	741.3 \pm 57.1	770.1 \pm 60.6	3.2 \pm 1.0	58.2 \pm 0.2	1572.8 \pm 118.8
纳豆	419.0 \pm 4.6	394.2 \pm 13.5	85.8 \pm 4.4	204.9 \pm 9.1	1103.9 \pm 30.4
内酯豆腐	542.6 \pm 14.8	442.0 \pm 20.1	3.1 \pm 0.3	13.4 \pm 1.1	1001.1 \pm 6.1
干豆腐(南豆腐)	544.0 \pm 43.8	387.2 \pm 23.9	2.9 \pm 0.4	3.8 \pm 0.6	938.0 \pm 189.5
豆腐块	389.4 \pm 2.7	265.2 \pm 4.4	4.4 \pm 0.1	27.3 \pm 0.7	686.3 \pm 7.9
水豆腐(北豆腐)	391.5 \pm 26.4	260.9 \pm 25.1	7.5 \pm 0.6	15.8 \pm 3.4	675.7 \pm 55.6
生豆浆(20%,无糖)	317.1 \pm 2.7	250.1 \pm 0.4	34.3 \pm 1.1	30.2 \pm 0.6	631.7 \pm 4.8
生豆浆(15%,无糖)	254.6 \pm 1.4	184.0 \pm 0.3	19.3 \pm 0.1	—	457.9 \pm 1.3
生豆浆(10%,无糖)	163.6 \pm 1.6	113.7 \pm 1.6	12.4 \pm 0.3	—	289.7 \pm 3.4
熟豆浆(甜)	150.4 \pm 1.4	102.9 \pm 3.7	12.6 \pm 0.4	23.1 \pm 0.6	289.0 \pm 4.9
生豆浆(5%,无糖)	102.7 \pm 1.6	69.7 \pm 0.7	8.5 \pm 0.4	—	180.9 \pm 2.7
生豆浆(2.5%,无糖)	47.2 \pm 0.1	34.7 \pm 1.3	2.5 \pm 0.3	—	84.4 \pm 1.4

—: 未检出

Note: —, be not detected.