

上海地区素食人群维生素 B₁₂ 营养状况调查

崔雪莹 王变 吴友妹 谢璐遥 汤庆娅 沈秀华

【摘要】 目的 研究上海地区素食人群维生素 B₁₂ 的营养状况。方法 招募上海地区性别、年龄相匹配的成年素食组和非素食组各 282 例。调查其膳食摄入情况,检测其血清维生素 B₁₂、叶酸、同型半胱氨酸 (Hcy) 浓度及红细胞 (RBC) 计数、血细胞比容 (HCT)、平均红细胞体积 (MCV) 和平均红细胞宽度 (RDW-CV)。结果 素食组膳食维生素 B₁₂ 的日平均摄入量为 (0.46±1.01) μg/d,其中纯素亚组的摄入量仅为 (0.1±0.46) μg/d,显著低于非素食人群的摄入量 (3.91±6.92) μg/d ($F=50.57, P<0.01$)。非素食组有 137 例膳食维生素 B₁₂ 摄入量低于中国居民维生素 B₁₂ 推荐摄入量 (RNI),素食组有 274 例低于 RNI,两组比较差异有统计学意义 ($\chi^2=114.77, P<0.01$)。素食组高同型半胱氨酸血症的比例为 54.26%,纯素者为 68.92%,蛋奶素亚组为 49.04%,均明显高于非素食组的 15.60% (P 均 <0.01)。素食组 HCT 的平均水平为 27.42%±18.32%,纯素亚组为 28.73%±18.19%,蛋奶素亚组为 26.95±18.38%,在调整混杂因素后均明显高于非素食组的 8.96%±16.59% (P 均 <0.01)。纯素者的 RBC 计数低于非素食者,而 HCT 和 MCV 均明显高于非素食者。结论 素食者普遍存在维生素 B₁₂ 营养缺乏合并同型半胱氨酸水平升高和红细胞增大,且以纯素者最严重。

【关键词】 素食; 维生素 B₁₂; 红细胞; 同型半胱氨酸; 叶酸

基金项目: 达能营养中心膳食营养研究与宣教基金 (DIC2016-07); 上海市自然科学基金 (17ZR1415700); 国家自然科学基金 (81773407)

Vitamin B₁₂ status of vegetarians in Shanghai Cui Xueying*, Wang Bian, Wu Youmei, Xie Luyao, Tang Qingya, Shen Xiuhua. * Department of Nutrition, School of Public Health, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200025, China

Corresponding author: Shen Xiuhua, E-mail: srachel@126.com

【Abstract】 Objective To investigate the vitamin B₁₂ status of vegetarians in Shanghai. **Methods** A total of 282 adult vegetarians and 282 omnivores matching by gender and age were recruited in Shanghai. Their dietary intakes were collected. The serum concentrations of vitamin B₁₂, folate and homocysteine were tested. The red blood cell, hematocrit value, mean corpuscular volume and mean erythrocyte width were also examined. **Results** The daily average intake of dietary vitamin B₁₂ was (0.46±1.01) μg/d in vegetarians and only (0.1±0.46) μg/d in vegans, which was lower than that of omnivores [(3.91±6.92) μg/d, $F=50.57, P<0.01$]. 137 omnivores and 274 vegetarians had less dietary vitamin B₁₂ level than recommended nutrient intake (RNI) and the difference was statistically significant ($\chi^2=114.77, P<0.01$). 54.26% of vegetarians, 68.92% vegans, 49.04% ovo-lacto vegetarians and 15.60% omnivores had hyperhomocysteinemia and the differences between vegetarians and omnivores were statistically significant (all $P<0.01$). After adjusting the confounding factors the hematocrit value was higher in vegetarians, vegans and ovo-lacto vegetarians than in omnivores (27.42%±18.32%, 28.73%±18.19%, 26.95%±18.38% vs. 8.96%±16.59%, $P<0.01$). Vegans had lower red blood cell counts and higher hematocrit value and mean corpuscular volume than omnivores. **Conclusion** Vitamin B₁₂ deficiency combined with an elevated level of homocysteine and red blood cell volume growth are common but serious issue in vegetarians, especially in vegans.

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-635X.2019.02.008

作者单位: 200025 上海交通大学医学院公共卫生学院 (崔雪莹), 200025 上海交通大学医学院营养系 (王变、吴友妹、谢璐遥、沈秀华), 200092 上海交通大学医学院附属新华医院临床营养科 (沈秀华)

通信作者: 沈秀华, E-mail: srachel@126.com

[Key words] Vegetarian; Vitamin B₁₂; Red blood cell; Homocysteine; Folate

Fund program: Danone Institute Dietary Nutrition Research and Education Fund (No. DIC2016-07);

Natural Science Foundation of Shanghai (No. 17ZR1415700); National Natural Science Foundation of China (No. 81773407)

素食指食物中不包含动物性食物（蛋、奶除外）的膳食类型。我国素食人群逐渐增加，上海市素食人群约 18 万人^[1]。维生素 B₁₂ 主要存在于动物性食物^[2]，因此素食者容易发生维生素 B₁₂ 缺乏，其缺乏主要引起血液系统和神经系统疾病^[3-5]。维生素 B₁₂ 缺乏、叶酸缺乏和或代谢异常均会导致同型半胱氨酸水平升高，甚至引起巨幼红细胞贫血。国外已有研究表示素食者存在维生素 B₁₂ 摄入不足^[6-8]，我国针对素食人群的研究极少且样本量小，研究也仅限于僧侣和素食透析患者。本研究调查上海地区素食者维生素 B₁₂ 的摄入和血清水平，了解国内素食人群的维生素 B₁₂ 营养状况。

1 对象与方法

1.1 研究对象

2016 年 5 月至 7 月进行线上和线下招募，素食组纳入标准：（1）一年以上的素食经历；（2）在上海居住时间长达半年以上非迁移性人口；（3）年龄 18 岁~60 岁；（4）文化水平达到理解问卷内容。非素食组纳入标准：与素食组人群性别、年龄（相差 1 岁以内）相匹配，生活方式相似的非素食亲友，其余入选排除标准与素食组相同。排除标准：（1）患有影响营养吸收与能量代谢的疾病；（2）女性过去一年中存在妊娠或者哺乳；（3）明确诊断的癌前病变或者癌症患者。将素食者细分：纯素亚组为完全不吃动物性食物，奶蛋素亚组为不吃除奶、蛋以外的动物性食物。以血清维生素 B₁₂ 为结局指标，使用配对设计计量资料样本含量公式并考虑失访率，样本量扩大 20%，素食组和非素食组实际各招募 282 例。

1.2 调查方法

使用一般情况问卷采集研究对象的社会人口学资料 and 生活方式资料。包括年龄、性别、受教育程度、月收入、宗教信仰、个人病史和家族病史等社会人口学指标，以及是否素食、素食类型、素食时间、体检频率、锻炼情况、吸烟饮酒情况等生活方式信息。采用半定量食物频率问卷（food frequency questionnaire, FFQ）调查研究对象的膳食习惯和

摄入情况，并通过 24 h 膳食回顾法调查其各营养素及维生素 B₁₂ 每日摄入量。24 h 膳食回顾法收集的膳食摄入情况采用中国大陆地区疾病预防控制中心营养与食品安全所联合开发的“营养计算器”软件，计算出每人每日三大营养素摄入量及产能比。膳食维生素 B₁₂ 摄入量则参考《中国食物成分表》^[9]、《中国食物成分表第 2 册》^[2]、《中国食物成分表第 1 册》^[10] 以及根据 USDA 标准参考营养食品数据库^[11] 自行整理维生素 B₁₂ 含量数据^[12] 进行手工计算。

1.3 体格检查和实验室检查

研究对象在上海市新华医院营养科门诊进行体格检查，测量身高、体重、腰围、臀围，计算体重指数（body mass index, BMI）的值并记录。研究对象空腹 10~12 h 后肘静脉采血 10 ml，血样送新华医院检验科进行检测。使用全自动血细胞分析法测定红细胞（red blood cell, RBC）计数、血细胞比容（hematocrit value, HCT）、平均红细胞体积（mean corpuscular volume, MCV）、红细胞平均分布宽度（red blood cell distribution width, RDW-CV）。使用分离胶促凝采血管制备血清标本，血清叶酸和维生素 B₁₂ 浓度使用电化学发光法进行检测，血清同型半胱氨酸（homocysteine, Hcy）浓度使用循环酶法进行检测。

1.4 质量控制

研究现场均由经过统一培训的营养师对研究对象面对面进行问卷信息的记录，采用事先准备好的测量工具、测量标准进行数据收集，由专人进行现场质控。问卷信息的录入采用双录入法，血样采集、运输和检测均严格按照实验标准操作。本研究方案通过上海交通大学医学院伦理评审委员会审查，研究对象均在参与研究前充分了解并签署知情同意书。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析，计量资料用均数±标准差（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，计数资料用例（%）表示。素食组和非素食组间计量资料使用配对 *t* 检验，计数资料采用配对卡方检验。不同

素食类型之间的比较,分别采用成组卡方检验、方差分析和协方差分析,协方差分析中控制的协变量包括:民族、学历、婚姻状况、月收入、是否有定期体检、工作(职业)体力活动强度、是否业余时间锻炼身体、是否吸烟、是否饮酒、睡眠时间、收缩压、BMI。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

本研究中,素食组共 282 例,其中纯素亚组 74 例,蛋奶素亚组 208 例,匹配的非素食组 282

例,其中女性 466 例,占总人数的 82.62%。素食组 BMI 的平均水平为 $(20.94 \pm 2.61) \text{ kg/m}^2$,明显低于非素食组的 $(22.41 \pm 3.3) \text{ kg/m}^2$,两组比较差异有统计学意义 ($t = -6.29, P < 0.01$)。而素食者的收缩压为 $(108.11 \pm 12.81) \text{ mm Hg}$,明显低于非素食组的 $(111.56 \pm 13.92) \text{ mm Hg}$,两组比较差异有统计学意义 ($t = -3.52, P < 0.01$)。素食组饮酒者比例仅为 4.96%,明显低于非素食组的 18.09%,两组比较差异有统计学意义 ($\chi^2 = 24.02, P < 0.01$) (表 1)。

2.2 维生素 B₁₂ 的膳食摄入情况

素食组膳食维生素 B₁₂ 的日平均摄入量为 $(0.46 \pm$

表 1 不同膳食类型社会人口学特征、生活方式及体格检查指标的比较

Table 1 Comparisons of sociodemographic characteristics, lifestyles and physical examination indexes among different dietary patterns

组别	非素食组 (n=282)	素食		
		素食组 (n=282)	纯素亚组 (n=74)	蛋奶素亚组 (n=208)
女性 [n (%)]	233 (82.62)	233 (82.62)	55 (74.32)	178 (85.58)
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	34.40 ± 8.83	34.89 ± 8.73	36.26 ± 9.11	34.41 ± 8.56
月收入 [n (%)]				
无	29 (10.32)	27 (9.61)	7 (9.46)	20 (9.70)
3000 元以下	43 (15.30)	27 (9.61)	6 (8.11)	21 (10.10)
3 000~5 000 元	56 (19.93)	51 (18.15)	16 (21.62)	35 (16.90)
5 000~8 000 元	71 (25.27)	72 (25.62)	12 (16.22)	60 (29.00)
8 000~15 000 元	59 (21.00)	67 (23.84)	21 (28.38)	46 (22.20)
15 000 元以上	23 (8.19)	37 (13.17)	12 (16.22)	25 (12.10)
学历 [n (%)]				
本科以下	100 (35.46)	91 (32.27)	30 (40.54)	61 (29.30)
大学本科	125 (44.33)	138 (48.94)	35 (47.30)	103 (49.50)
研究生及以上	57 (20.21)	53 (18.79)	9 (12.16)	44 (21.20)
婚姻状况 [n (%)]				
未婚	117 (41.49)	130 (46.10)	33 (44.59)	97 (46.60)
已婚	156 (55.32)	136 (48.23)	34 (45.95)	102 (49.00)
丧偶或离异	9 (3.19)	12 (4.26)	5 (6.76)	7 (3.40)
无定期体检 [n (%)]	100 (35.46)	119 (42.20)	32 (43.24)	87 (41.80)
睡眠时间 (h)	7.73 ± 0.97	7.54 ± 1.39	7.5 ± 1.19	7.55 ± 1.46
工作(职业)体力活动强度 [n (%)]				
轻	249 (88.61)	248 (87.94)	63 (85.14)	185 (88.90)
中	19 (6.76)	23 (8.16)	9 (12.16)	14 (6.70)
重	13 (4.63)	11 (3.90)	2 (2.70)	9 (4.30)
业余时间锻炼身体 [n (%)]	172 (60.99)	175 (62.28)	42 (57.53)	133 (63.90)
从不吸烟 [n (%)]	260 (92.20)	254 (90.07)	63 (85.14)	191 (91.80)
饮酒 [n (%)]	51 (18.09)	14 (4.96)	1 (1.35)	13 (6.30)
BMI ($\bar{x} \pm s, \text{ kg/m}^2$)	22.41 ± 3.30	20.94 ± 2.61	20.52 ± 2.42	21.09 ± 2.66
收缩压 ($\bar{x} \pm s, \text{ mm Hg}$)	111.56 ± 13.92	108.11 ± 12.81	108.03 ± 12.29	108.14 ± 13.02
舒张压 ($\bar{x} \pm s, \text{ mm Hg}$)	70.47 ± 10.09	69.90 ± 9.11	69.77 ± 9.38	69.95 ± 9.04

1.01) $\mu\text{g}/\text{d}$, 其中纯素食例群的摄入量仅为 (0.1 \pm 0.46) $\mu\text{g}/\text{d}$, 显著低于非素食人群的摄入量 (3.91 \pm 6.92) $\mu\text{g}/\text{d}$ ($F=50.57$, $P<0.01$)。非素食组有 137 例膳食维生素 B₁₂ 摄入量低于中国居民维生素 B₁₂ 推荐摄入量 (recommended nutrient intake, RNI), 素食组有 274 例低于 RNI, 两组比较差异有统计学意义 ($\chi^2=114.77$, $P<0.01$) (表 2)。

2.3 两组血清维生素 B₁₂、叶酸和同型半胱氨酸水平

素食组的血清维生素 B₁₂ 水平 (208.83 \pm 111.05) pmol/L 明显低于非素食组 (378.46 \pm 156.28) pmol/L, 比较差异有统计学意义 ($F=98.62$, $P<0.01$), 调整协变量后, 纯素食亚组和蛋奶素亚组者的血清维生素 B₁₂ 水平均低于非素食者 (P 均 <0.01)。

血清维生素 B₁₂ 低于 120 pmol/L 则为维生素 B₁₂ 缺乏^[13], 素食组血清维生素 B₁₂ 缺乏的比例为 18.09%, 而非素食组仅为 1.06% ($\chi^2=222.15$, $P<0.01$), 纯素食亚组血清维生素 B₁₂ 缺乏的比例高达 32.43% ($\chi^2=82.29$, $P<0.01$)。

素食组血清 Hcy 水平较非素食组更高, 血清 Hcy 水平超过 16 $\mu\text{mol}/\text{L}$ 为高同型半胱氨酸血症^[13], 素食组高同型半胱氨酸血症的比例为 54.26%, 纯素

者为 68.92%, 蛋奶素亚组为 49.04%, 均明显高于非素食组的 15.60% (P 均 <0.01)。血清叶酸水平正常范围为 11.3~36.3 nmol/L^[13], 素食者与非素食者的血清叶酸水平和血清叶酸水平正常的比例均无明显差异 (表 3)。

2.4 素食组红细胞数量与形态相关指标

HCT 水平升高是临床上判断巨幼红细胞贫血的重要诊断标准之一, 素食组 HCT 的平均水平为 27.42% \pm 18.32%, 纯素食亚组为 28.73% \pm 18.19%, 蛋奶素亚组为 26.95% \pm 18.38%, 在调整混杂因素后均明显高于非素食组的 8.96% \pm 16.59% (P 均 <0.01)。此外, 纯素食组的 RBC 计数平均水平低于非素食组, MCV 也明显高于非素食组, 而素食组、蛋奶素亚组与非素食组比较差异无统计学意义 ($P>0.05$) (表 4)。

3 讨论

尽管素食者的平均能量和三大营养素摄入量在正常范围, 膳食结构较为均衡, 但素食者的营养状况依然存在隐患。据调查, 上海地区素食者的膳食维生素 B₁₂ 摄入普遍存在严重不足, 素食者维生素 B₁₂ 摄入量低于 RNI 的比例高达 97.16%, 素食者维生素 B₁₂ 的平均摄入量也远远低于 RNI。从中国食

表 2 维生素 B₁₂ 的摄入状况

Table 2 Dietary intakes of vitamin B₁₂

组别	非素食组	素食		
		素食组	纯素食亚组	蛋奶素亚组
能量 ($\bar{x}\pm s$, kcal)	1 761.91 \pm 582.73	1 506.34 \pm 513.62	1 519.99 \pm 559.46	1 501.49 \pm 497.63
膳食维生素 B ₁₂ 日摄入量 ($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{g}/\text{d}$)	3.91 \pm 6.92	0.46 \pm 1.01	0.1 \pm 0.46	0.58 \pm 1.12
膳食维生素 B ₁₂ 低于 RNI [n (%)]	137 (48.94)	274 (97.16)	73 (98.65)	201 (96.63)
维生素 B ₁₂ ($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{g}/\text{kcal}$)	0.002 2 \pm 0.003 9	0.000 3 \pm 0.000 7	0.000 1 \pm 0.000 3	0.000 4 \pm 0.000 7

表 3 素食人群血清维生素 B₁₂、同型半胱氨酸以及叶酸情况

Table 3 Serum vitamin B₁₂, Hcy and folate status in vegetarians

组别	非素食组	素食		
		素食组	纯素食亚组	蛋奶素亚组
血清维生素 B ₁₂ ($\bar{x}\pm s$, pmol/L)	378.46 \pm 156.28	208.83 \pm 111.05	164.8 \pm 94.15	224.44 \pm 112.69
血清维生素 B ₁₂ 缺乏 [n (%)]	3 (1.06)	51 (18.09)	24 (32.43)	27 (12.98)
Hcy ($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{mol}/\text{L}$)	12.92 \pm 4.92	18.81 \pm 9.29	21.73 \pm 10.83	17.77 \pm 8.47
高同型半胱氨酸血症 [n (%)]	44 (15.60)	153 (54.26)	51 (68.92)	102 (49.04)
叶酸 ($\bar{x}\pm s$, nmol/L)	23.97 \pm 8.01	24.62 \pm 8.22	25.03 \pm 7.81	24.47 \pm 8.38
血清叶酸水平正常 [n (%)]	254 (90.07)	249 (88.30)	67 (90.54)	182 (87.50)

表 4 素食者与非素食者红细胞形态相关指标 ($\bar{x}\pm s$)Table 4 Comparison of morphological indexes of red blood cell between vegetarians and omnivores ($\bar{x}\pm s$)

	非素食组	素食		
		素食组	纯素食亚组	蛋奶素食亚组
RBC ($\times 10^{12}/L$)	4.56 \pm 0.43	4.46 \pm 0.43	4.38 \pm 0.42	4.49 \pm 0.43
HCT (%)	8.96 \pm 16.59	27.42 \pm 18.32	28.73 \pm 18.19	26.95 \pm 18.38
MCV (fl)	88.58 \pm 6.07	89.70 \pm 6.66	91.47 \pm 5.45	89.08 \pm 6.95
RDW-CV (%)	13.38 \pm 1.42	13.50 \pm 1.54	13.25 \pm 1.10	13.58 \pm 1.66

注: 调整协变量后, 与非素食组比较, ^a $F=12.98$, ^a $P<0.01$; ^b $F=112.94$, ^b $P<0.01$; ^c $F=52.13$, ^c $P<0.01$; ^d $F=98.94$, ^d $P<0.01$; ^e $F=8.32$, ^e $P<0.01$

物营养成分表以及另一项针对中国食物中维生素 B₁₂ 含量的研究可以看出, 维生素 B₁₂ 的食物来源主要是肉类和水产类, 小部分食物来源是奶蛋类和发酵产品, 植物性食物几乎不含有维生素 B₁₂^[2,12]。因为自然界能够产生维生素 B₁₂ 的生物根据目前发现只有各类微生物如放线菌和细菌, 真菌中的米根霉菌也能合成, 动物由于肠道内有部分细菌如干酪乳杆菌等有自身合成维生素 B₁₂ 的能力, 而大多数植物不具有这样的能力^[12,14]。由于我国尚无食物维生素 B₁₂ 含量数据库, 而本研究根据国内已有数据和国外数据库自行整理中国常见食物维生素 B₁₂ 含量数据库^[12]并手工计算维生素 B₁₂ 摄入量, 因此对研究对象维生素 B₁₂ 摄入情况的估计可能存在一定偏差。研究者已通过以原材料的生重为基础尽量排除烹调方式不同造成的差异, 以及选择原料产地为亚洲地区的常见食物等方式来减小偏差, 尽量使研究对象维生素 B₁₂ 摄入情况的估计更为准确。

维生素 B₁₂ 长期摄入不足会导致血液系统和神经系统疾病的发生, 尤其是当血清维生素 B₁₂ 的水平降至 150 pmol/L 以下时, 往往标志着恶性贫血的开始^[3,15]。由于维生素 B₁₂ 的摄入严重不足, 素食者尤其是纯素食者的血清维生素 B₁₂ 水平明显低于正常水平, 血清维生素 B₁₂ 缺乏的比例也显著高于普通膳食人群。纯素食者在膳食组分中不包含任何动物性食品, 因此发生维生素 B₁₂ 缺乏的情况尤为严重也最应引起重视。这是在国内首次进行的针对普通素食者的维生素 B₁₂ 营养状况调查, 可为素食饮食相关营养指导提供依据。

本研究中的素食者血清 Hcy 的水平较高, 发生高同型半胱氨酸血症的比例高达 54.26%。国外也有多篇研究表示维生素 B₁₂ 缺乏会引起同型半胱氨酸水平升高, 目前一般认为是由于 Hcy 需要从叶酸代谢过程中获得甲基并且通过再甲基化生成甲

硫氨酸, 而维生素 B₁₂ 在叶酸代谢和甲基传递和再甲基化过程中发挥重要作用, 因此当机体叶酸水平较低或维生素 B₁₂ 水平较低时, 均会出现 Hcy 水平升高^[3,15-18], 是慢性心血管疾病的重要独立危险因素, 也是素食者应该注意改善维生素 B₁₂ 营养状况的重要原因之一。本研究中素食者和非素食者的血清叶酸水平无明显差异且大部分在正常范围内, 进一步提示可能是由于素食者血清维生素 B₁₂ 水平较低引起的 Hcy 水平升高。

素食者 HCT 的平均水平明显高于非素食者, 尤其是纯素食者, 其 RBC 数量较非素食者低且红细胞体积大, 虽然本研究无法通过病理诊断判断红细胞具体的发育形态, 并且大部分研究对象的 HCT 尚未达诊断巨幼红细胞贫血的水平, 但是 HCT 升高, 红细胞体积增大伴随数量减少, 已经可以看出纯素食者的红细胞形态改变可能有向大红细胞症和巨幼红细胞贫血发展的趋势。目前认为发生巨幼红细胞贫血的主要病因是维生素 B₁₂ 缺乏和(或)叶酸缺乏引起的核酸合成异常, 骨髓在生成红细胞时由于的核-质分裂不同步而形成体积大但低分化的巨幼红细胞, 从而无法发挥红细胞的正常功能^[19]。由于研究对象叶酸摄入和血清水平普遍在正常范围内, 但是素食者, 尤其是纯素食者的维生素 B₁₂ 缺乏极其严重, 因此纯素食者的红细胞体积增大, 形态改变和数量减少很可能是由于维生素 B₁₂ 的摄入和储存不足而造成的。有研究证实从维生素 B₁₂ 摄入的持续缺乏到发生维生素 B₁₂ 缺乏症状和触发恶性贫血之间可存在 5~10 年的潜伏期^[3], 可能是目前本研究中大部分素食者尚未出现贫血指征的原因之一, 也提示尽早纠正素食者维生素 B₁₂ 缺乏的状态可以避免这些严重后果的发生。

综合本研究和国外针对素食人群维生素 B₁₂ 营养状况的研究结果, 无论是从膳食结构分析还是实

际调查的结果均可以看出,素食者无法从日常膳食中摄取足够的维生素 B₁₂,而必须通过加强食品或营养补充剂等额外的方式满足人体对维生素 B₁₂的需求,以达到保护素食人群健康,平衡必需营养素摄入维持健康机体营养状况的目标。

参 考 文 献

- [1] 毛绚霞,沈秀华,唐文静,等.上海素食人群构成及素食者健康和饮食行为调查[J].卫生研究,2015,44(2):237-241.
- [2] 杨月欣.中国食物成分表2004(第二册)[M].北京:北京大学医学出版社,2005:351.
- [3] Obersby D, Chappell DC, Dunnett A, et al. Plasma total homocysteine status of vegetarians compared with omnivores; a systematic review and meta-analysis [J]. Br J Nutr, 2013, 109 (5): 785-794.
- [4] Woo KS, Kwok TC, Celermajer DS. Vegan diet, subnormal vitamin B-12 status and cardiovascular health [J]. Nutrients, 2014, 6 (8): 3259-3273.
- [5] Kumar N. Neurologic aspects of cobalamin (B₁₂) deficiency [J]. Handb Clin Neurol, 2014, 120: 915-926.
- [6] Herrmann W, Schorr H, Obeid R, et al. Vitamin B-12 status, particularly holotranscobalamin II and methylmalonic acid concentrations, and hyperhomocysteinemia in vegetarians [J]. Am J Clin Nutr, 2003, 78 (1): 131-136.
- [7] Majchrzak D, Singer I, Manner M, et al. B-vitamin status and concentrations of homocysteine in Austrian omnivores, vegetarians and vegans [J]. Ann Nutr Metab, 2006, 50 (6): 485-491.
- [8] Pawlak R, Lester SE, Babatunde T. The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B₁₂: a review of literature [J]. Eur J Clin Nutr, 2016, 70 (7): 866.
- [9] 杨月欣.中国食物成分表[M].北京:北京大学医学出版社,2002.
- [10] 杨月欣,王光亚,潘兴昌.中国食物成分表(第一册)[M].北京:北京大学医学出版社,2009:21,384.
- [11] U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2005. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 18. 2019. 4. 6.
- [12] 谢璐遥,王变,马康,等.中国常见食物维生素 B₁₂ 含量 [J]. 中国食物与营养, 2018, (2): 73-76.
- [13] 中国营养学会.中国居民膳食营养素参考摄入量(2013版)[M].北京:科学出版社,2014:48-51.
- [14] 张玉明,王雷,王云山,等.维生素 B₁₂ 的生物合成研究 [J]. 食品与发酵工业, 2005, 9 (31): 70-73.
- [15] Dudman NPB, Guo X, Gordon RB, et al. Human homocysteine catabolism; three major pathways and their relevance to development of arterial occlusive disease [J]. J Nutr, 1996, 126 (4 SUPPL): 1295S-1300S.
- [16] Chanarin I, Deacon R, Lumb M, et al. Cobalamin-folate interrelations: a critical review [J]. Blood, 1985, 66 (3): 479-489.
- [17] Harmatz P, Butensky E, Lubin B. Nutritional anemias [M]. 2008: 830-847.
- [18] 汤群,陆国平,吴春芳,等.同型半胱氨酸与叶酸、维生素 B₁₂ 及维生素 B₆ 的关系 [J]. 中华心血管病杂志, 2004, 32 (9): 47-50.
- [19] Aslinia F, Mazza JJ, Yale SH. Megaloblastic anemia and other causes of macrocytosis [J]. Clin Med Res, 2006, 4 (3): 236-241.

(收稿日期: 2018-03-18)

中 华 医 学 会