

膳食中硒的摄入与高血压疾病相关性的研究进展

张 磊*, 张桂娟

(唐山弘慈医院, 唐山 063000)

摘 要: 硒是人体必需的微量元素, 适量增加硒的摄入可以预防由氧化应激反应造成的高血压疾病, 但是过量摄入硒也可能增加罹患高血压的风险。虽然硒的摄入与高血压疾病的关系已有很多研究, 但是没有一致的结论。而且硒在高血压疾病中的作用机制也一直受到学者们的关注。本文综述了国内外膳食中硒的摄入与高血压的关系研究、硒在高血压疾病中的作用机制及国内外硒摄入的现状, 以期能为高血压患者选择营养饮食提供参考。

关键词: 硒; 高血压; 膳食摄入

Research progress on the correlation between dietary selenium intake and hypertension diseases

ZHANG Lei*, ZHANG Gui-Juan

(Tangshan Hongci Hospital, Tangshan 063000, China)

ABSTRACT: Selenium is an essential trace element for human body. Increasing the intake of selenium can prevent hypertension caused by oxidative stress, but excessive intake of selenium may also increase the risk of hypertension. Although there have been many studies on the relationship between selenium intake and hypertension, there is no consistent conclusion. Moreover, the mechanism of selenium in hypertensive diseases has always been concerned by scholars. This paper reviewed the relationship between dietary selenium intake and hypertension at home and abroad, the mechanism of selenium in hypertension and the current status of selenium intake at home and abroad, in order to provide a reference for patients with hypertension to choose a nutritious diet.

KEY WORDS: selenium; hypertension; dietary intake

1 引 言

硒是人体必需的微量元素, 其是谷胱甘肽过氧化物酶(一种保护人体免受活性氧和自由基介导的细胞膜损伤的酶)所必需的辅因子, 因此有人认为增加硒的摄入可以预防由氧化应激反应造成的高血压疾病和心血管疾病^[1]。联合国粮农组织(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)和世界卫生组织(World Health

Organization, WHO)建议健康成年人的硒的摄入量为 50 ~ 250 $\mu\text{g}/\text{d}$ ^[2,3]。有研究表明, 硒缺乏可以造成高血压, 且慢性硒缺乏甚至会导致克山病及纤维化心脏病^[4,5]。此外, 一些观察性研究结果显示, 过量摄入硒也是导致高血压等心血管疾病的危险因素^[6,7]。有学者建议, 一些高危职业从业者日常饮食需要摄入更多硒含量丰富的食物以降低罹患高血压疾病几率(如冶金企业的冶炼、轧钢、焦化等生产岗位工人因长期暴露于高温、噪声等生产环境中, 罹患高血压病

基金项目: 2018 年度中国金属学会冶金安全与健康分会健康卫生科研项目(jkws201809)

Fund: Supported by the Health And Health Scientific Research Project of Metallurgical Safety and Health Branch of Chinese Society of Metals (jkws201809)

*通讯作者: 张磊, 主要研究方向为心内科研究。E-mail: liaofuyez64@163.com

*Corresponding author: ZHANG Lei, Tangshan Hongci Hospital, Tangshan 063000, China. E-mail: liaofuyez64@163.com

的风险增大)^[8-15]。国内外对硒摄入与高血压疾病的关系做了很多研究,但是一直没有一致的结论。鉴于此,本文对膳食中硒的摄入与高血压疾病的相关性进行了综述,以期高血压患者选择营养饮食提供参考。

2 膳食中硒的摄入与高血压疾病的关系研究

2.1 国内关于硒的摄入与高血压疾病的关系研究进展

近年来,我国居民高血压患病率持续升高,且控制欠佳。研究表明,高血压是心脑血管疾病的重要危险因素,而硒的摄入与高血压存在一定相关性^[8]。何梦洁等^[9]分析了浙江省居民膳食硒摄入水平与高血压的关系,结果发现高血压患者的硒摄入量平均为 $(43.06 \pm 20.96) \mu\text{g}/\text{d}$,低于非高血压人群的 $(51.56 \pm 30.06) \mu\text{g}/\text{d}$ ($P < 0.05$),调整年龄、体质指数、总胆固醇、三酰甘油和糖尿病患病情况后,通过 Logistic 回归分析发现硒摄入量是高血压的保护因素。曹宁等^[10]研究了吉林省农村地区 1380 个居民硒摄入量与高血压的相关性,校正了其他因素后发现男性硒摄入量与高血压发病呈显著负相关关系,而女性硒摄入量与高血压发病无相关性,汉族与朝鲜族人群硒摄入量与高血压发病亦无相关性。国内大部分研究结果表明增加硒的摄入可以有效降低高血压的发病几率,也研究认为硒摄入量与高血压发病率没有相关性,很少国内研究得出硒摄入增多反而加大高血压发病率的结果。

2.2 国外关于硒的摄入与高血压疾病的关系研究进展

国外有关硒摄入与高血压关系也尚未有定论。Salonen 等^[11]对 680 名志愿者进行了为期 7 年的调查,发现过量摄入硒可能增加舒张压和收缩压,因此增加高血压的患病率,且女性比男性更容易受到硒的影响而引起血压升高。Hu 等^[12]通过手机 2007 年和 2008 年加拿大因纽特人的健康调查(international polar year inuit health survey, IHS),发现摄入硒较多的人可以有效降低因汞摄入过多造成的高血压。Bulka 等^[13]在孟加拉国进行了为期 6 年的随访临床检查,调查硒摄入与血压变化的关系,发现增加硒的摄入可以缓解由于铅暴露引起的高血压。Nawrot 等^[14]对男性和女性分别进行多变量调整后的横截面分析,发现摄入硒较多的女性患高血压的风险较低(37%, $P = 0.001$)。Mckinney 等^[15]对 2003 年至 2004 年参加美国国家健康和营养检查调查(the National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)的 2638 名 ≥ 6 岁的成年人进行横断面分析,发现其平均血清硒为 $137 \mu\text{g}/\text{L}$,美国高硒状态与高血压患病率较高相关。由于硒摄入量增多,近期国外研究更侧重于了解高硒饮食与高血压患病率的关系,很多研究结果证实了过量摄入硒反而会增加高血压的患病率,但是仍有研究

表明增加硒的摄入可以降低高血压发病率,甚至缓解高血压。因此,之后的研究可能会深入探索不同人群的最佳硒摄入量。另外国内外的研究大部分没有将硒摄入量作为膳食调查的唯一变量,因此并不能提供关于硒与高血压发病率关系的确凿证据。

3 硒在高血压疾病中的作用机制

大量研究表明,硒与高血压和心血管疾病有关,包括心力衰竭。但是,这种关系是硒蛋白和非蛋白硒化合物的药理和生物学作用的综合作用。最佳硒状态可能有益于心血管健康,然而,最佳硒状态的标志物以及如何决定硒的最佳浓度且最大程度地发挥预防和治疗作用,需对硒在体内的作用进行进一步的机理研究^[16-18]。

3.1 高浓度硒造成高血压的机制

硒与其他金属不同,它是作为独特的氨基酸硒代半胱氨酸直接渗入蛋白质中的,硒代半胱氨酸由其 tRNA 上的丝氨酸合成,并由终止密码子 UGA 编码^[19-22]。硒蛋白具有翻译机制,包括硒代半胱氨酸插入序列,延伸因子 EFsec 和硒代半胱氨酸插入序列结合蛋白 SBP2,可读取终止密码子并继续翻译^[23-25]。

当硒摄入充足时,硒蛋白表达达到平稳,此时硒带蛋氨酸可能将多余的硒掺入蛋白质中,而且硒半胱氨酸合成所需的硒化氢可以产生低分子量的硒化合物,如甲基化衍生物甲基硒醇,二甲基硒化物或三甲基硒化物,这些多余的硒化合物都可能对人体产生毒性作用,从而造成高血压的病症^[26,27]。

3.2 适量浓度硒摄入缓解高血压的机制

3.2.1 抗氧化作用

高血压是一种由遗传因素和环境因素共同作用引起的心血管综合症,是心血管疾病的主要危险因素^[28]。硒通过参与 GSH-Px 的合成发挥抗氧化作用,减轻心肌氧化损伤,缓解高血压症状^[28]。具体来说,每分子 GSH-Px 含有 4 个硒原子作为辅助因子^[29,30],GSH-Px 能催化还原型谷胱甘肽变成氧化型谷胱甘肽,使有毒的过氧化物还原成无毒的羟基化合物,并使 H_2O_2 分解,从而保护细胞膜及细胞器膜的结构和功能不受氧化物和过多氧自由基的损害^[31]。高血压患者相比正常人而言会产生更多的活性氧,且抗氧化防御系统受损,二者都会增加氧化应激反应,导致恶性循环。硒作为一种具有抗氧化特性的元素,可直接清除氧自由基,减少自由基产生的数量和损害的程度,抑制氧化反应,防治高血压和冠心病^[32-35]。

3.2.2 保护血管内皮细胞

高血压患者多伴有血管内皮细胞功能损伤,血栓素 B2 和 6-酮-PGF 1α 的产生和分解对于人体控制血管收缩、保护内皮细胞免受损伤中有重要作用。硒可抑制人血小板

TXB2 的形成, 增加 6-酮-PGF1 α 的合成, 从而控制血管收缩并且保护内皮细胞。补充适量硒可以使血管变薄、增加血管弹性、增加血流速度、增强送氧功能, 从而保护血管内皮细胞, 缓解高血压^[36-38]。

3.2.3 调控 Ca²⁺水平

磷脂氢谷胱甘肽过氧化物酶 (phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase, PHG PX) 是一种可以在体内形成的硒蛋白, 该蛋白可以通过调节钙释放蛋白的活性降低细胞内 Ca²⁺的水平, 降低机体对血管收缩物质的敏感性, 从而降低血压^[39-42]。

4 膳食硒摄入的现状

4.1 国内情况

赵亮等^[43]调查了甘肃省农村人群中头发的硒含, 发现甘肃省正常农村人群发硒含量偏低。何梦洁等^[9]分析了 1222 个浙江省居民膳食摄入水平, 发现硒摄入量不足平均需要量的有 59.9%。硒摄入量在平均需要量和推荐摄入量之间的占 12.36%; 硒摄入量在推荐摄入量和可耐受最高摄入量占 27.91%; 硒摄入量 $\geq$ 最高耐受量的有 1 人。927 名居民测量血压, 检出高血压 283 例, 高血压患病率为 30.53%。高血压患者的硒摄入量平均为 (43.06 的硒摄入量平均 μ d, 低于非高血压人群的 (51.56 人群的人量平均为最高摄入量占平均需要量。何巧等^[44]在全国超市采集了 43 个富硒大米的样品, 发现仅有 48.6% 的样品符合富硒大米国家标准, 以硒耐受上限为评价标准, 硒摄入风险均较低; 若以硒适宜膳食摄入量为标准, 2~7 岁年龄段人群的硒摄入风险极低, 而 7 岁以上人群有过量摄入的风险。陈树娣等^[45]检测了深圳市居民膳食中硒的含量, 发现深圳市常住居民的日均硒摄入量为 128.9 mg/d, 高于外来务工的硒摄入水平。总的来说, 国内调查结果显示农村居民膳食摄入硒偏低, 城市居民硒摄入风险较低。

4.2 国外情况

Ying 等^[46]调查了新西兰产后妇女及其婴儿的饮食硒摄入, 发现 23% 的产后妇女硒摄入量不足。Tommaso 等^[47]研究了意大利北部社区居民膳食中硒的摄入量, 结果其平均值为 66.53 μ d, 没有摄入过多或不足的风险。Anabelle 等^[48]评估了巴西 76957 名 12-17 岁的青少年膳食中硒的摄入量, 结果发现巴西青少年硒摄入量很高, 主要贡献硒的食物为肉、面食、家禽和鱼类。Mirna 等^[49]通过测定阿根廷部分食品样品中的硒含量预估居民硒摄入量, 结果表明成年男性和女性每天分别摄入 32 和 24 μ g /d, 表明阿根廷居民的硒摄入不足。Eleni 等^[50]测定了希腊西北部购买的食品中的总硒含量, 预估该地居民硒的平均摄入量为 39.3 μ g/d, 低于推荐摄入量。由此可见, 大多数国外研究和国内情况一致, 居民的硒摄入量与推荐量相比普遍偏低,

需要提高日常硒的摄入量。

5 建议与结论

国内外对于硒摄入与高血压疾病的关系研究都很多, 但是相对于国外, 国内研究更侧重于探查提高硒摄入量对预防和改善高血压疾病的益处, 其主要机制是硒在体内以各种硒蛋白的形式发挥抗氧化作用、保护血管内皮细胞、调控 Ca²⁺水平等; 而很多国外近期研究中证实了过量摄入硒反而会增加高血压疾病的发病率, 这可能是因为多余的硒化合物如甲基化衍生物甲基硒醇, 二甲基硒化物或三甲基硒化物等可能对人体产生毒性作用。因此确定不同人群最适合的每日硒摄入量是很有意义的。而且国内外的研究大部分没有将硒摄入量作为膳食调查的唯一变量, 因此并不能提供关于硒与高血压发病率关系的确凿证据。

从目前研究结果来看, 国内农村居民膳食摄入硒偏低, 城市居民硒摄入风险较低, 大多数国外研究也表明居民的硒摄入量与推荐量相比普遍偏低。因此, 企业需要重视富硒食品原料农产品的生产研究, 相关部门也要重视富硒食品的检测和检验技术, 从而有效增加居民的膳食硒摄入, 以降低高血压发病率。硒是人体必需的营养素, 摄入过少或过多都会增加患高血压的风险, 因此需要适量增加膳食中的硒摄入量, 但是也不可盲目过量添加。根据调查结果, 国内外大部分地区居民的硒摄入量不足, 从而造成高血压风险加大, 需要重视膳食中硒的补充。

参考文献

- [1] Wu GR, Li Z, Ju W, *et al.* Cross-sectional study: Relationship between serum selenium and hypertension in the Shandong province of China [J]. *Biol Trace Element Res*, 2018, (185): 295-301.
- [2] Burk RF. Selenium, an antioxidant nutrient [J]. *Nutr Clin Care*, 2008, 5(2): 75-9, 79.
- [3] Ceriello A. Possible role of oxidative stress in the pathogenesis of hypertension [J]. *Diabetes Care*, 2018, 31(S2): 181-184.
- [4] Bleys J, Navas-Acien A, Guallar E. Serum selenium and diabetes in U.S. adults [J]. *Diabetes Care*, 2007, (30): 829-834.
- [5] Stranges S, Marshall JR, Natarajan R, *et al.* Effects of long-term selenium supplementation on the incidence of type 2 diabetes: A randomized trial [J]. *Ann Intern Med*, 2007, (147): 217-223.
- [6] Combs GFJ. Selenium in global food systems [J]. *Br J Nutr*, 2001, 85(5): 517-547.
- [7] Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. A report of the panel on dietary antioxidants and related compounds, subcommittee on upper reference levels of nutrients and interpretation and uses of dietary reference intakes, and the standing committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes [Z].
- [8] 胡世莲, 王静, 程翠, 等. 中国居民慢性病的流行病学趋势分析 [J]. *中国临床保健杂志*, 2020, 23(3): 289-294.
- [9] Hu SL, Wang J, Cheng C, *et al.* Analysis of epidemiological trends of

- chronic diseases in Chinese residents [J]. *Chin J Clin Healthcare*, 2020, 23(3): 289–294.
- [9] 何梦洁, 苏丹婷, 邹艳, 等. 浙江省居民膳食硒摄入水平与高血压的关系研究[J]. *预防医学*, 2019, 31(1): 5–9.
- He MJ, Su DT, Zou Y, *et al.* Study on the relationship between dietary selenium intake and hypertension in Zhejiang residents [J]. *Prev Med*, 2019, 31(1): 5–9.
- [10] 曹宁, 刘艳斌, 赵惠子, 等. 吉林省农村地区居民硒摄入量与高血压的相关性[J]. *吉林大学学报(医学版)*, 2014, 40(5): 1109–1113.
- Cao N, Liu YB, Zhao HZ, *et al.* Correlation between selenium intake and hypertension in rural areas of Jilin province [J]. *J Jilin Univ (Med Sci)*, 2014, 40(5): 1109–1113.
- [11] Salonen J, Alfthan G, Huttunen J, *et al.* Association between cardiovascular death and myocardial infarction and serum selenium in a matched-pair longitudinal study [J]. *Lancet*, 1982, 320(8291): 175–179.
- [12] Hu XF, Eccles KM, Chan HM. High selenium exposure lowers the odds ratios for hypertension, stroke, and myocardial infarction associated with mercury exposure among Inuit in Canada [J]. *Environ Intern*, 2017, 102: 200–206.
- [13] Bulka CM, Bryan MS, Persky VW, *et al.* Changes in blood pressure associated with lead, manganese, and selenium in a Bangladeshi cohort [J]. *Environ Pollut*, 2019, 248: 28–35.
- [14] Nawrot TS, Staessen JA, Roels HA, *et al.* Blood pressure and blood selenium: A cross-sectional and longitudinal population study [J]. *Eur Heart J*, 2007, 28(5): 628–633.
- [15] McKinney C, Rue T, Sathyanarayana S, *et al.* Dental sealants and restorations and urinary bisphenol A concentrations in children in the 2003–2004 national health and nutrition examination survey [J]. *J Am Dent Assoc*, 2014, 145(7): 745–750.
- [16] Labunsky VM, Lee BC, Handy DE, *et al.* Both maximal expression of selenoproteins and selenoprotein deficiency can promote development of type 2 diabetes-like phenotype in mice [J]. *Antioxid Redox Signal*, 2011, 14(12): 2327–2336.
- [17] Guillin OM, Vindry C, Ohlmann T, *et al.* Selenium, selenoproteins and viral infection [J]. *Nutrients*, 2019, 11(9): 2101.
- [18] Fodor J, Al-Gaadi D, Cziráj T, *et al.* Improved calcium homeostasis and force by selenium treatment and training in aged mouse skeletal muscle [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 1707.
- [19] Stadtman TC. Selenoproteins—tracing the role of a trace element in protein function [J]. *PLoS Biol*, 2005, 3(12): e421.
- [20] Rayman MP. Food-chain selenium and human health: Emphasis on intake [J]. *Br J Nutr*, 2008, 100(2): 254–268.
- [21] Bailey RL, Gahche JJ, Lentino CV, *et al.* Dietary supplement use in the United States, 2003–2004 [J]. *J Nutr*, 2011, 141(2): 261–266.
- [22] Joseph J. Selenium and cardiometabolic health: inconclusive yet intriguing evidence [J]. *Am J Med Sci*, 2013, 346(3): 216–220.
- [23] Laclaustra M, Navas-Acien A, Stranges S, *et al.* Serum selenium concentrations and diabetes in U.S. adults: National health and nutrition examination survey (NHANES) 2003–2004 [J]. *Environ Health Perspect*, 2009, 117(9): 1409–1413.
- [24] Akbaraly TN, Arnaud J, Rayman MP, *et al.* Plasma selenium and risk of dysglycemia in an elderly French population: Results from the prospective epidemiology of vascular ageing study [J]. *Nutr Metab (Lond)*, 2010, 7: 21.
- [25] Joseph J. Selenium and cardiometabolic health: Inconclusive yet intriguing evidence [J]. *Am J Med Sci*, 2013, 346(3): 216–220.
- [26] Combs GF, Watts JC, Jackson MI, *et al.* Determinants of selenium status in healthy adults [J]. *Nutr J*, 2011, 10(1): 75.
- [27] Novoselov SV, Calvisi DF, Labunsky VM, *et al.* Selenoprotein deficiency and high levels of selenium compounds can effectively inhibit hepatocarcinogenesis in transgenic mice [J]. *Oncogene*, 2005, 24(54): 8003–8011.
- [28] 聂婷婷, 李晖. 硒与心血管疾病相关性的研究进展[J]. *中国食物与营养*, 2019, 25(9): 9–13.
- Nie TT, Li H. Research progress of the correlation between selenium and cardiovascular diseases [J]. *Food Nutr China*, 2019, 25(9): 9–13.
- [29] 王以明, 汪模辉, 张勇, 等. 硒和硒化物的药理及药理学研究[J]. *药理学进展*, 2003, (2): 96–99.
- Wang YM, Wang MH, Zhang Y, *et al.* Pharmacology and pharmacodynamics of selenium and selenide [J]. *Adv Pharm*, 2003, (2): 96–99.
- [30] 安婕婷, 杨志敏, 李雅娟. 硒与硒化物的药理及临床研究概述[J]. *黑龙江医药*, 1995, 8(6): 351353.
- An JT, Yang ZM, Li YJ. Overview of pharmacology and clinical research of selenium and selenium yeast [J]. *Heilongjiang Med*, 1995, 8(6): 351353.
- [31] 袁瑜. 血浆金属水平与新发冠心病和糖尿病的关联性[D]. 武汉: 华中科技大学, 2018.
- Yuan Y. Correlation of plasma metal levels with new coronary heart disease and diabetes [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2018.
- [32] 赵坤生, 时倩, 贾俊兴, 等. 血硒与高血压关系的 Meta 分析[J]. *江苏医药*, 2020, 46(2): 191–194.
- Zhao KS, Shi Q, Jia JX, *et al.* Meta analysis of the relationship between blood selenium and hypertension [J]. *Jiangsu Med*, 2020, 46(2): 191–194.
- [33] Qian S, Julian H, Julia H, *et al.* Selenium and copper as biomarkers for pulmonary arterial hypertension in systemic sclerosis [J]. *Nutrients*, 2020, 12(6), doi: 10.3390/nu12061894
- [34] Liu LP, Lin G, Wang HJ, *et al.* Selenium exposure and incident hypertension among Chinese adults (P24–020–19) [J]. *Curr Dev Nutr*, 2019, 3(S1), doi: 10.1093/cdn/nzz044.P24–020–19
- [35] Lewandowska M, Sajdak S, Lubiński J. Serum selenium level in early healthy pregnancy as a risk marker of pregnancy induced hypertension [J]. *Nutrients*, 2019, 11(5), doi: 10.3390/nu11051028
- [36] 时盼盼, 王芙蓉. 微量元素硒与高血压、冠心病相关性研究进展[J]. *社区医学杂志*, 2018, 16(1): 77–79.
- Shi PP, Wang FR. Research progress on the correlation of trace element selenium with hypertension and coronary heart disease [J]. *Commun Med J*, 2018, 16(1): 77–79.
- [37] Moon S, Chung HS, Yu JM, *et al.* Association between serum selenium level and the prevalence of diabetes mellitus in U.S population [J]. *J Trace Elements Med Biol*, 2018, 52: 83–88.
- [38] Urban A, Jan A, Jan A, *et al.* Still reduced cardiovascular mortality 12 years after supplementation with selenium and coenzyme Q10 for four years: A validation of previous 10-year follow-up results of a prospective randomized double-blind placebo-controlled trial in elderly [J]. *PLoS One*,

- 2018, 13(4): e0193120.
- [39] Yao HD, Wu Q, Zhang ZW, *et al.* Gene expression of endoplasmic reticulum resident selenoproteins correlates with apoptosis in various muscles of sedentary chicks [J]. *J Nutr*, 2013, 143(5): 613–619.
- [40] Zhuravlyova L, Filonenko M. Acute myocardial infarction and antecedent hypertension: The changes of selenium levels, antioxidant enzymes and their correlation with the level of cardiac biomarkers [J]. *J Hypertens*, 2019, 37: e217.
- [41] Małgorzata L, Sajdak S, Jan L. Serum selenium level in early healthy pregnancy as a risk marker of pregnancy induced hypertension [J]. *Nutrients*, 2019, 11(5): 1028.
- [42] Bulka CM, Bryan MS, Persky VW, *et al.* Changes in blood pressure associated with lead, manganese, and selenium in a Bangladeshi cohort [J]. *Environ Pollut*, 2019, 248: 28–35.
- [43] 赵亮, 魏静. 甘肃省农村人群中发硒含量水平的调查分析[J]. *中国卫生检验杂志*, 2019, 29(21): 2662–2665.
- Zhao L, Wei J. Survey and analysis of selenium content in rural population in Gansu province [J]. *Chin J Hyg Inspect*, 2019, 29(21): 2662–2665.
- [44] 何巧, 曹赵云, 张涵彤, 等. 我国部分市售富硒大米中硒含量与膳食暴露评估[J]. *农产品质量与安全*, 2019, (3): 14–19.
- He Q, Cao ZY, Zhang HT, *et al.* Selenium content and dietary exposure assessment of some selenium-enriched rice in my country [J]. *Agric Prod Qual Saf*, 2019, (3): 14–19.
- [45] 陈树娣, 汤璐, 张贵伟, 等. 深圳居民膳食中硒的测定及其摄入量评估[J]. *食品工业*, 2017, 38(2): 298–301.
- Chen SD, Tang L, Zhang GW, *et al.* Determination of selenium in the diet of Shenzhen residents and their intake evaluation [J]. *Food Ind*, 2017, 38(2): 298–301.
- [46] Ying J, Jane C, Rachael P, *et al.* Selenium intake and status of postpartum women and postnatal depression during the first year after childbirth in New Zealand – Mother and Infant Nutrition Investigation (MINI) study [J]. *J Trace Elem Med Biol*, 2020, (61): 126503.
- [47] Tommaso F, Silvia C, Marcella M, *et al.* Dietary intake of cadmium, chromium, copper, manganese, selenium and zinc in a northern Italy community [J]. *J Trace Elem Med Biol*, 2018, (50): 508–517.
- [48] Anabelle R, Amanda MS, Ricardo F, *et al.* Usual intake and dietary sources of Selenium in adolescents: A cross-sectional school-based study [J]. *Clinic Nutr ESPEN*, 2019, (33): 91–97.
- [49] Mirra S, Lucila Br, Dario C, *et al.* Determination of selenium in selected food samples from Argentina and estimation of their contribution to the Se dietary intake [J]. *Food Chem*, 2012, (134): 1932–1937.
- [50] Eleni C, Pappa A, Pappas PF. Selenium content in selected foods from the Greek market and estimation of the daily intake [J]. *Sci Total Environ*, 2006, (372): 100–108.

(责任编辑: 韩晓红)

作者简介

张 磊, 主要研究方向为心内科研究。
E-mail: liaofuyez64@163.com