

燃煤型氟中毒病区人群坚果摄入量的比较研究

杨胜¹, 陶娜², 罗明江¹, 赵训³, 张元梅¹, 刘俊¹

1. 遵义医学院预防医学实验室, 贵州 遵义 563000
2. 遵义医学院附属医院药剂科, 贵州 遵义 563000
3. 贵州省织金县疾病预防控制中心慢性病防治科, 贵州 织金 552100

摘要:

[目的] 坚果富含不饱和脂肪酸、蛋白质、维生素、植物化学物以及镁等营养素, 许多研究发现坚果类食物能预防与氧化应激有关的慢性病, 而氧化应激是氟中毒重要机制, 但坚果与燃煤型氟中毒的流行病学研究还未见报道。因此, 本研究拟比较燃煤型氟中毒病区人群的坚果摄入量。

[方法] 横断面调查贵州省织金县燃煤型氟中毒病区成年居民699人, 其年龄范围18~60岁。以是否患有氟斑牙和/或氟骨症为依据, 将调查对象分为氟中毒组和非氟中毒组。采用结构化问卷面对面调查研究对象的一般社会人口学因素、行为习惯、燃煤型氟中毒相关的生活方式等, 并且采用含75个条目的食物频数问卷调查居民既往一年的食物摄入量, 尤其坚果类食物摄入情况, 包括花生、瓜子、核桃、杏仁、开心果、芝麻、腰果等的摄入频率和每次的摄入量。用logistic回归分析坚果类食物与燃煤型氟中毒的关联。

[结果] 本研究中氟中毒患者478人, 非氟中毒221人, 氟中毒组年龄、尿氟含量、使用燃煤烘烤粮食的比例明显高于非氟中毒组 ($P < 0.001$), 而人均收入、文化程度、蔬菜水果摄入量、总不饱和脂肪酸、镁、维生素A、维生素E等营养素明显低于非氟中毒组 ($P < 0.05$)。氟中毒组坚果摄入量 (8.43 g/d) 低于非氟中毒组坚果摄入量 (27.77 g/d) ($P < 0.001$)。单因素logistic回归分析发现坚果摄入量与燃煤型氟中毒呈负相关 (趋势检验 $P < 0.001$), 校正一般社会因素、燃煤型氟中毒相关行为因素以及营养素和食物等因素后, 发现坚果摄入量与燃煤型氟中毒仍然呈负关联 (趋势检验 $P < 0.001$)。与坚果摄入量最低四分位组相比, 第3、4四分位组的OR及其95%CI分别为0.27 (0.15, 0.49) 和0.19 (0.09, 0.39), 均有统计学意义 ($P < 0.001$)。将氟中毒人群分为氟斑牙和氟骨症进行分析, 也发现氟斑牙和氟骨症与坚果摄入量均呈负相关 (趋势检验 $P < 0.001$)。

[结论] 燃煤型氟中毒病区, 氟中毒者的坚果摄入量明显低于非氟中毒者。

关键词: 坚果; 燃煤型氟中毒; 横断面研究; 氟斑牙; 氟骨症

Comparative study on dietary consumption of nuts among residents living in coal-burning endemic fluorosis area YANG Sheng¹, TAO Na², LUO Ming-jiang¹, ZHAO Xun³, ZHANG Yuan-mei¹, LIU Jun¹ (1.Preventive Medicine Laboratory, Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563000, China; 2.Department of Pharmacy, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563000, China; 3.Department of Chronic Diseases, Center for Disease Control and Prevention of Zhijin County, Zhijin, Guizhou 552100, China)

Abstract:

[Objective] Edible nuts are rich in unsaturated fatty acids, protein, vitamins, phytochemicals, and magnesium. Many studies have found that nuts play important roles in preventing chronic diseases related to oxidative stress, an important pathogenesis of fluorosis. However, no epidemiological studies on the relationship between nuts and coal-burning endemic fluorosis have been reported. Therefore, the present study aims to compare nuts intake among residents in coal-burning endemic fluorosis area.

[Methods] This cross-sectional study conducted in Zhijin County of Guizhou Province included 699 participants at 18-60 years of age. The participants with dental fluorosis and/or skeletal fluorosis were assigned into fluorosis group, and those without into non-fluorosis group. Structured questionnaires were delivered to collect general sociodemographic status, lifestyle, and coal-burning related lifestyle through face-to-face interview. A 75-item food frequency questionnaire was used to assess habitual dietary intake in the past year, especially nuts including

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2019.18454

基金项目

国家自然科学基金项目 (81460497)

作者简介

杨胜 (1993—), 男, 硕士生;
E-mail: 2601108662@qq.com

通信作者

刘俊, E-mail: 7829337@qq.com

伦理审批 已获取

利益冲突 无申报

收稿日期 2018-07-09

录用日期 2019-01-15

文章编号 2095-9982(2019)03-0204-06

中图分类号 R153.9

文献标志码 A

引用

杨胜, 陶娜, 罗明江, 等. 燃煤型氟中毒病区人群坚果摄入量的比较研究 [J]. 环境与职业医学, 2019, 36 (3): 204-209.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18454

Funding

This study was funded.

Correspondence to

LIU Jun, E-mail: 7829337@qq.com

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2018-07-09

Accepted 2019-01-15

To cite

YANG Sheng, TAO Na, LUO Ming-jiang, et al. Comparative study on dietary consumption of nuts among residents living in coal-burning endemic fluorosis area[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2019, 36(3): 204-209.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2019.18454

peanuts, melon seeds, walnuts, almonds, pistachios, sesame, and cashews. Logistic regression was used to analyze the relationship between nuts intake and coal-burning endemic fluorosis.

[Results] There were 478 patients with fluorosis and 221 healthy residents without fluorosis in this cross-sectional study. The fluorosis group showed older age, higher urinary fluoride level, and more proportion of roasting gains by burning coal ($P < 0.001$), but nevertheless lower levels of household income, education level, and intakes of vegetables, fruits, total unsaturated fatty acids, magnesium, vitamin A, and vitamin E than the non-fluorosis group ($P < 0.05$). The average nuts intake of the fluorosis group (8.43 g/d) was lower than that of the non-fluorosis group (27.77 g/d) ($P < 0.001$). The univariate logistic regression analysis showed that nuts intake was inversely associated with coal-burning endemic fluorosis ($P_{\text{trend}} < 0.001$). After adjusting for general sociodemographic status, coal-burning related behaviors, nutrients, and food, a similar association was observed ($P_{\text{trend}} < 0.001$). Compared with the lowest quartile of nuts intake, the ORs and 95% CIs of $P_{50-P_{75}}$ and $P_{75-P_{100}}$ were 0.27 (0.15, 0.49) and 0.19 (0.09, 0.39), respectively ($P < 0.001$). According to the sensitivity analysis on dental fluorosis and skeletal fluorosis, there was a significant dose-dependent inverse relationship between either dental or skeletal fluorosis and nuts intake ($P_{\text{trend}} < 0.001$).

[Conclusion] In the coal-burning endemic fluorosis area, fluorosis patients' nuts consumption is remarkably lower than healthy residents'.

Keywords: nuts; coal-burning endemic fluorosis; cross-sectional study; dental fluorosis; skeletal fluorosis

贵州省煤矿资源丰富,居民经常使用当地的煤炭取暖和烘烤粮食,但因为氟元素在煤炭和黏土中含量较高,煤伴泥中的氟含量高达 623.98~2 673.29 mg/kg,远超过了煤中氟含量的平均水平^[1],使得贵州省成为全国燃煤型氟中毒最严重的省份。氟中毒是一种以氟斑牙和氟骨症为主要表现形式的全身性疾病,近年来贵州省采取改炉改灶及健康教育等措施,已较好地控制了燃煤型氟中毒,但 2016 年李岑等^[2]在贵阳地区的调查依然发现:燃煤型氟中毒病区儿童氟斑牙发病率超过 30%的病村高达 47 个。因此,贵州省地方性氟中毒的长期防控依然重要,除改炉改灶外,还需要同时采取其他措施。近年来越来越多的研究表明营养素如蛋白质、维生素及钙、镁、锌、铁等微量元素具有提高机体氟耐受性的作用^[3-7]。坚果富含不饱和脂肪酸、蛋白质、维生素、植物化学物和矿物质。研究表明,坚果类食物能预防与氧化应激有关的慢性病如糖尿病^[8]、老年人髌骨骨折^[9]和肿瘤^[10]等的发病风险,但是目前缺乏对坚果摄入与氟中毒的关系的报道。本研究通过横断面研究,比较燃煤型氟中毒病区人群坚果摄入量的差异。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为横断面调查,按随机整群抽样的方法,于 2015 年 7—8 月在贵州省织金县荷花村、化落村、干河村、鱼塘村、香利村、大寨村、翁海村、三架村(上述地区为贵州省燃煤型氟中毒重病区^[11]),通过村医调查在当地居住 10 年以上的成年人,总共调查 902 人。本研究为膳食行为调查,因此排除患有糖尿病、通风、高血压、肝硬化等容易引起膳食习惯发生改变的疾病者,此外尚有部分问卷回答不完整,最

终纳入分析人数为 699 人。本研究通过遵义医学院伦理委员会审批,参与者均签署知情同意书。

1.2 调查内容和方法

1.2.1 一般情况调查 调查员经过统一培训后对参与者进行面对面问卷调查。调查内容包括一般情况(年龄、性别、婚姻状况、文化程度和经济收入等),生活方式(吸烟、饮酒、饮茶、被动吸烟)及氟中毒相关的生活方式(炉灶是否改良、燃料类型、辣椒/玉米食用量、是否使用炉火烘烤食物及粮食食用前是否淘洗等),并收集每名参与者的晨尿。

1.2.2 膳食调查 采用经改良的含有 75 个条目的半定量食物频数问卷(food frequency questionnaire, FFQ)进行调查,食物分成粮谷类、豆类及豆制品、蔬菜类、水果类、动物性食物类、菌藻类及坚果类、饮料和汤类共七大类。本研究所用 FFQ 源自陈裕明教授课题组,该问卷信度和效度^[12]经检验与国际上食物频数问卷信度和效度接近:营养素信度为 0.46~0.71,食物组信度为 0.36~0.66,营养素效度为 0.25~0.65,食物组效度为 0.30~0.68。调查研究对象过去一年的膳食摄入情况,以及花生、瓜子、核桃、杏仁、开心果、芝麻、腰果等坚果每年、每月、每周或每日的摄入次数和每次摄入量,计算出各种食物的日均食用量。根据中国食物成分表(第二版),计算研究对象的食物及能量、各营养素摄入量。

1.2.3 尿氟检测 采用离子选择电极法检测尿氟含量,吸取 1 mL 尿液与 24 mL 去离子水混合加入氟化物调节缓冲粉,然后用 HQ40d 便携式分析仪(Hach, 美国)测得的值通过相应的比例,算出每名参与者尿氟水平。根据 WS/T 256—2005《人群正常尿氟值》标准,正常尿氟值浓度低于 1.6 mg/L^[13]。

1.2.4 分组标准 按照 WS/T 208—2001《氟斑牙临床

诊断标准》诊断氟斑牙,按 GB 16396—1996《地方性氟骨症临床分度标准》诊断氟骨症。将患有氟斑牙和氟骨症者纳入为氟中毒组,其他的纳入非氟中毒组。

1.3 统计学分析

采用 EpiData 3.0 软件进行问卷双录入并核对。因膳食摄入量一般不满足正态分布,计量资料以中位数 (M) 和第 25、75 百分位数 (P_{25} 、 P_{75}) 表示,分类变量用频数和构成比 (%) 表示;采用 Wilcoxon 秩和检验或 χ^2 检验比较氟中毒组和非氟中毒组之间的差异。将总的坚果摄入量按 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 分成四等份,分别以 Q_1 – Q_4 组表示^[14-15],采用条件 logistic 回归和向前条件法分析坚果摄入量 (Q_1 – Q_4 组) 与燃煤型氟中毒的关系。以 Q_1 组为参照,计算其他各组的比值比 (OR) 及其 95% 可信区间 (95% CI)。并以 4 个模型进行分析:模型 1 单独纳入坚果,未校正其他变量;模型 2 校正了总能量、社会学特征 (婚姻状况、经济收入、文化程度) 和行为因素 (吸烟、被动吸烟、饮茶、饮酒状况);模型 3 在模型 2 的基础上校正了膳食钙、干辣椒摄入量及氟中毒相关生活方式 (燃料种类、是否使用改良炉灶、粮食食用前是否清洗、是否使用煤火烘烤粮食) 和尿氟含量。模型 4 进一步校正了膳食和营养素 (包括土豆、蔬菜、水果、肉类、鸡蛋、牛奶、鱼虾、大豆蛋白、总不饱和脂肪酸、镁、类胡萝卜素、总黄酮类、维生素 A、维生素 E) 的摄入量。通过坚果摄入量的四分位数的序数值作为模型中的连续变量进行趋势检验。采用 SPSS 19.0 软件进行统计分析,双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 调查人群一般情况

本次研究共调查 699 人,年龄范围 18~60 岁;男性 300 人,女性 399 人;氟中毒组 478 人 (其中氟斑牙 458 人,氟骨症 231 人),非氟中毒组 221 人。氟中毒组和非氟中毒组年龄中位数及百分位数 [M (P_{25} 、 P_{75})] 分别为 48.00 (42.00, 59.00) 岁和 46.00 (36.00, 56.00) 岁 ($P<0.001$),尿氟含量分别为 1.42 (1.02, 2.07) mg/L 和 1.15 (0.81, 1.57) mg/L ($P=0.001$);氟中毒组年龄、尿氟含量均高于非氟中毒组,高家庭人均月收入、高受教育程度、未婚及使用改良炉灶者的比例明显低于非氟中毒组 ($P<0.05$),使用燃煤烘烤粮食和使用煤伴泥者的比例明显高于非氟中毒组 ($P<0.05$)。见表 1。

表 1 2015 年贵州省织金县燃煤型氟中毒病区人群的一般特征
Table 1 Basic characteristics of residents living in coal-burning endemic fluorosis area in Zhijin County of Guizhou in 2015

变量 Variable	氟中毒组 ($n=478$) Fluorosis group		非氟中毒组 ($n=221$) Non-fluorosis group		P
	人数 Number	构成比 (%) Proportion	人数 Number	构成比 (%) Proportion	
性别 (Gender)					0.432
男性 (Male)	210	43.9	90	40.7	
女性 (Female)	268	56.1	131	59.3	
婚姻状态 (Marital status)					0.003
结婚或同居 Married or cohabitated	411	86.0	181	81.9	
离婚或丧偶 Divorced or widowed	51	10.6	18	8.2	
未婚 (Single)	16	3.3	22	10.0	
家庭人均月收入 (元) Household monthly income per capita (yuan)					0.004
<500	36	7.5	3	1.4	
500~	178	37.2	91	41.2	
2000~	208	43.6	91	41.2	
6000~	56	11.7	36	16.3	
受教育程度 (Education level)					<0.001
文盲 (Illiteracy)	255	53.3	74	33.5	
小学 (Primary school)	159	33.3	71	32.1	
初中 (Middle school)	54	11.3	50	22.6	
高中及以上 High school or above	10	2.1	26	11.8	
燃料种类 (Fuel type)					0.002
原煤 (Raw coal)	288	60.2	137	62.0	
煤伴泥 (Mixed coal)	116	24.4	32	14.5	
柴草 (Firewood)	11	2.3	13	5.9	
其他 (Others)	63	13.1	39	17.6	
吸烟者 (Smoker)	190	39.7	74	33.5	0.112
饮酒者 (Alcohol drinker)	147	30.8	65	29.4	0.707
被动吸烟者 (Passive smoker)	320	66.9	160	72.4	0.148
饮茶者 (Tea drinker)	188	39.5	93	37.6	0.625
使用燃煤烘烤粮食 Using coal to roast grains	291	60.8	106	48.0	0.001
粮食使用前清洗 Preparing dry corn	440	92.1	210	96.8	0.088
使用改良炉灶 Using an improved oven	338	70.7	194	95.0	<0.001

2.2 氟中毒与非氟中毒者营养情况

氟中毒组坚果摄入量,蔬菜、水果、鸡蛋、牛奶、鱼虾、大豆蛋白以及总不饱和脂肪酸、镁、类胡萝卜素、总黄酮类、维生素 A、维生素 E 摄入量明显低于非氟中毒组 ($P<0.05$)。氟中毒组和非氟中毒组的膳食坚果摄入量 M (P_{25} 、 P_{75}) 分别为 8.43 (3.56, 25.98) g/d 和 27.77 (10.88, 60.29) g/d ($P<0.001$)。见表 2。本研究将研究对象摄入的坚果合并后计算得出每 100 g 坚果含蛋白质 21.0 g、脂肪 51.5 g、维生素 E 45.2 mg、钙 75.1 mg、镁 246.85 mg、胡萝卜素 31.55 mg。

表2 2015年贵州省织金县燃煤型氟中毒病区人群膳食营养素及食物摄入比较 [$M(P_{25}, P_{75})$]

Table 2 Comparison of nutrients and food intakes between fluorosis and non-fluorosis groups living in coal-burning endemic fluorosis area in Zhijin County of Guizhou in 2015

变量 (Variable)	氟中毒组 (Fluorosis group)	非氟中毒组 (Non-fluorosis group)	P
总能量 (Total energy, kJ/d)	11 112.70 (8 390.59, 14 659.81)	10 678.12 (8 463.94, 13 469.63)	0.332
坚果 (Nuts, g/d)	8.43 (3.56, 25.98)	27.77 (10.88, 60.29)	<0.001
膳食钙 (Dietary calcium, mg/d)	446.05 (316.16, 649.65)	484.10 (334.93, 712.10)	0.055
干辣椒 (Roasted chili, g/d)	5.72 (2.45, 14.23)	5.91 (2.43, 12.67)	0.738
土豆 (Potato, g/d)	64.384 (25.753, 133.918)	53.568 (20.088, 128.767)	0.106
蔬菜 (Vegetables, g/d)	256.460 (157.350, 407.655)	295.050 (189.337, 477.962)	0.014
水果 (Fruits, g/d)	53.815 (23.540, 102.177)	69.730 (31.215, 149.130)	0.003
肉类 (Meat, g/d)	126.79 (73.36, 203.18)	140.06 (74.64, 235.58)	0.175
蛋类 (Eggs, g/d)	8.67 (2.89, 26.04)	15.04 (4.34, 30.09)	0.014
奶类 (Milk, g/d)	3.42 (0.000, 28.73)	8.21 (0.000, 36.000)	0.001
鱼虾 (Fish and shrimp, g/d)	0.39 (0.000, 3.11)	1.56 (0.000, 5.54)	0.001
大豆蛋白 (Soy protein, g/d)	9.32 (4.82, 17.89)	12.24 (6.37, 23.33)	0.001
总不饱和脂肪酸 (Total unsaturated fatty acid, g/d)	59.80 (44.71, 83.82)	77.29 (54.99, 104.88)	<0.001
镁 (Magnesium, mg/d)	416.53 (331.15, 566.13)	565, 99 (390.65, 741.56)	<0.001
类胡萝卜素 (Carotenoids, mg/d)	2 335.73 (1 478.68, 3 728.48)	3 313.45 (1 802.18, 5 354.49)	<0.001
总黄酮类 (Total flavonoids, mg/d)	54.96 (29.02, 108.97)	73.93 (35.91, 159.90)	0.001
维生素A (Vitamin A, mg/d)	650.42 (425.61, 965.03)	864.55 (561.51, 1 444.02)	<0.001
维生素E (Vitamin E, mg/d)	36.21 (26.28, 51.75)	49.13 (33.59, 66.34)	<0.001

2.3 坚果与燃煤型氟中毒的 logistic 回归分析

以能量校正坚果类食物的四分位摄入量 ($P_{25}=1.39$ g/d, $P_{50}=7.39$ g/d, $P_{75}=21.29$ g/d), 分别将病例组和对照组各分为4组 (Q_1-Q_4) 进行 logistic 回归分析。logistic 回归分析发现坚果摄入量与燃煤型氟中毒呈负相关, 与 Q_1 组相比, Q_3 、 Q_4 组的 OR 及其 95%CI 有统计

学意义 (趋势检验 $P<0.001$) ; 模型 2、3、4 中, Q_3 、 Q_4 组的 OR 及其 95%CI 依然有统计学意义 (趋势检验 $P<0.001$)。将氟中毒分为氟斑牙 (458 人) 和氟骨症 (231 人) 进一步进行 logistic 回归分析发现, 结果与氟中毒相似, 即相比于 Q_1 组, Q_3 、 Q_4 组的 OR 及其 95%CI 均有统计学意义 (趋势检验 $P<0.001$)。见表 3。

表3 2015年贵州省织金县燃煤型氟中毒病区不同坚果摄入量人群的患病风险 [OR (95%CI)]

Table 3 Risk of fluorosis among residents with different nuts intakes living in coal-burning endemic fluorosis area in Zhijin County of Guizhou in 2015

疾病 (Health outcome)		人数 (Number)		模型 1 (Model 1)		模型 2 (Model 2)		模型 3 (Model 3)		模型 4 (Model 4)	
		病例组 (Case)	对照组 (Control)	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI	OR	95%CI
氟中毒 (Fluorosis)	Q_1	149	25	1.00	—	1.00	—	1.00	—	1.00	—
	Q_2	142	33	0.72	0.41~1.27	0.67	0.38~1.21	0.52	0.26~1.03	0.68	0.37~1.27
	Q_3	104	71	0.25	0.15~0.41	0.26	0.15~0.44	0.22	0.12~0.42	0.27	0.15~0.49
	Q_4	83	92	0.15	0.09~0.26	0.18	0.10~0.30	0.15	0.08~0.29	0.19	0.09~0.39
氟斑牙 (Dental fluorosis)	Q_1	145	29	1.00	—	1.00	—	1.00	—	1.00	—
	Q_2	137	38	0.72	0.42~1.23	0.68	0.39~1.18	0.67	0.39~1.18	0.71	0.39~1.27
	Q_3	97	78	0.25	0.15~0.41	0.26	0.15~0.43	0.28	0.16~0.47	0.28	0.16~0.49
	Q_4	79	96	0.17	0.10~0.27	0.19	0.12~0.32	0.21	0.12~0.35	0.23	0.12~0.44
氟骨症 (Skeletal fluorosis)	Q_1	85	89	1.00	—	1.00	—	1.00	—	1.00	—
	Q_2	70	105	0.69	0.46~1.06	0.65	0.42~1.00	0.66	0.42~1.03	0.59	0.36~0.96
	Q_3	49	126	0.14	0.26~0.64	0.41	0.26~0.65	0.41	0.23~0.66	0.35	0.20~0.59
	Q_4	27	148	0.19	0.12~0.32	0.20	0.12~0.35	0.20	0.12~0.35	0.16	0.08~0.34

[注] 以 Q_1 组为参照。模型 1: 单因素 logistic 回归分析; 模型 2: 校正总能量、社会学特征 (婚姻状况、家庭收入、文化水平) 及行为因素 (吸烟、被动吸烟、饮茶、饮酒); 模型 3: 在模型 2 的基础上进一步校正膳食钙、干辣椒摄入量及氟中毒相关生活方式 (燃料种类、使用改良炉灶情况、粮食使用前是否清洗、是否使用煤火烘烤粮食) 和尿氟含量; 模型 4: 在模型 3 基础上进一步校正膳食和营养素 (土豆、蔬菜、水果、肉类、鸡蛋、牛奶、鱼虾、大豆蛋白、总不饱和脂肪酸、镁、类胡萝卜素、总黄酮类、维生素 A、维生素 E) 摄入量。所有模型趋势检验均为 $P<0.001$ 。

[Note] Quartile 1 is the reference quartile. Model 1: Univariate logistic regression analysis; Model 2: Adjusting for total energy, sociodemographics (marital status, household income, and education level), and behavioral factors (smoking, passive smoking, alcohol drinking, and tea drinking); Model 3: Adjusting for calcium intake, roasted chili consumption, fuel type, fluorosis-related lifestyle (use of an improved oven, preparing dry corn, roasting grains with coal), and urinary fluoride in addition to the variables adjusted in Model 2; Model 4: Adjusting for dietary and nutrients intakes (potato, vegetables, fruits, meat, eggs, milk, fish and shrimp, soy protein, total unsaturated fatty acids, magnesium, carotenoids, total flavonoids, vitamin A, and vitamin E) in addition to the variables adjusted in Model 3. All $P_{trend}<0.001$.

3 讨论

本研究比较了贵州氟中毒病区氟中毒与非氟中毒者坚果的食用量,并在校正氟中毒相关影响因素后进行分析。与坚果食用量 Q_1 组相比, Q_3 、 Q_4 组的人群氟中毒的风险分别为0.27倍和0.19倍,提示坚果摄入量越高者燃煤型氟中毒的风险较低。

既往研究表明营养因素在氟中毒发生过程中起着重要作用,本研究结果发现氟中毒组蔬菜、水果、鸡蛋、牛奶、鱼虾、大豆蛋白、总不饱和脂肪酸、镁、类胡萝卜素、维生素A、维生素E等营养素均低于非氟中毒组,与陈媛^[16]的流行病学调查结果一致;刘洪亮等^[17]也指出多摄入矿物质、维生素、蛋白质对预防氟中毒发挥着重要作用;陈一庆等^[18]对饮水型氟病区30名氟斑牙儿童和30名对照儿童进行病例对照研究发现,膳食对照组每日蛋白质、钙、镁、铁、锌、铜和维生素C摄入量高于病例组,多因素logistic回归分析显示膳食镁是氟斑牙的保护因素。本研究与之前的研究结果一致,即营养因素与氟中毒密切相关。

氟斑牙和氟骨症是氟中毒的主要表现形式,此时在体内产生大量的自由基和过氧化物,氧化应激是其重要作用机制^[19]。研究表明多吃坚果可以清除自由基,抵御由自由基引发的疾病,其清除能力可与水果蔬菜相提并论^[20]。坚果中富含脂肪、蛋白质,脂肪酸中不饱和脂肪酸含量较高,饱和脂肪酸较低,还含有维生素、胡萝卜素、黄酮类、镁等多种营养素和矿物质。本研究发现氟中毒组和非氟中毒组坚果平均摄入量分别为8.43(3.56, 25.98)g/d和27.77(10.88, 60.29)g/d,氟中毒组明显低于非氟中毒组($P<0.001$);校正炉灶使用及膳食摄入等氟中毒相关影响因素后,发现坚果摄入量与氟中毒呈极强的负相关,提示高坚果摄入量对氟中毒有保护作用。此外本研究校正社会人口学因素、氟中毒相关行为因素以及以上相关营养因素后,仍发现坚果与燃煤型氟中毒呈负相关,揭示坚果摄入量可能是氟中毒的独立保护因素。目前尚无坚果与氟中毒的相关研究证据,但研究显示,坚果能降低心血管疾病、抑郁症、骨损伤等与氧化应激有关的慢性病发生率,研究者指出坚果中所含的不饱和脂肪酸、蛋白质、矿物质等发挥着重要作用^[21]。不饱和脂肪酸具有较好的抗氧化作用,多不饱和脂肪酸对人体骨骼健康有保护作用^[22]。而已有研究表明类胡萝卜素、钙、维生素E等具有抗氧化作用的营养素对氟中毒具有保护作用^[6-7, 23]。因此坚果对

氟中毒的保护作用可能因其含有丰富的抗氧化营养素能拮抗氟所致氧化应激损伤。

此外坚果中所含丰富的蛋白质、镁及其他营养素也可能参与其对氟中毒的保护作用。高蛋白已被大部分学者认为对氟中毒有保护作用,蛋白质一方面促进机体对钙、镁等矿物质的吸收来拮抗氟中毒,另一方面直接通过氨基酸降低氟化物的毒性作用。镁作为氟中毒的保护元素已得到不少研究的证实,陶洪等^[24]关于微量元素拮抗氟毒性的动物实验表明镁离子具有拮抗氟离子吸收的作用,焦永卓等^[25]的研究认为镁和氟形成难溶性的 MgF_2 、 MgF^+ 化合物来阻止机体对氟离子的吸收,增加排泄。本研究发现氟中毒组坚果摄入量明显低于非氟中毒组,并且相应的营养素,如蛋白质、镁等也存在明显差异,结合之前的相关研究推测坚果与氟中毒呈负相关可能与坚果中这些营养素含量较高且氟中毒组摄入量低于非氟中毒组有关。虽然没有研究明确表明坚果与氟中毒的关系,但从坚果所含的营养成分分析,推测多摄入坚果能降低氟中毒的风险。

本研究是横断面研究,无法确定坚果与氟中毒的因果关系,但由于已排除了患有糖尿病、高血压、肝硬化等容易引起膳食习惯发生改变的疾病者,所以因果倒置的可能较低,研究结果有较好的真实性。本研究回顾一年的膳食摄入情况,可能会有一定的回忆偏倚,但已有研究证实成年人的膳食习惯一般不易发生改变^[26]。此外,该研究只是在贵州省织金县进行,还有待于在其他地区的人群来验证。本研究未检测环境中氟暴露水平,但通过多因素logistic回归校正尿氟水平,控制其他的因素,表明坚果是氟中毒的影响因素。综上所述,坚果对氟中毒可能具有保护作用,建议生活在氟中毒地区的居民多摄入坚果类的食物,如葵花籽、核桃(最有效的抗氧化坚果)等。

参考文献

- [1] 孙殿军,安冬.中国燃煤污染型地方性氟中毒防治与实践[M].北京:人民卫生出版社,2017:121-126.
- [2] 李岑,黄栋,吴亚东,等.贵阳地区燃煤型氟中毒病区儿童中毒与食物氟污染情况调查[J].中国地方病防治杂志,2016,31(4):361-363.
- [3] 孙家平,骆琦,肖文芝,等.氟中毒儿童患者的氟斑牙发病与营养素摄入间相关性研究[J].中国地方病防治杂志,2018,33(1):40-41.

- [4] 廖秋霞, 张瑞, 柯露露, 等. 膳食钙对饮水型氟暴露致子代肝脏损伤的干预作用 [J]. 毒理学杂志, 2017, 31 (5) : 369-373.
- [5] 陈媛, 熊传龙, 张继国, 等. 膳食营养因素对氟斑牙的影响研究 [J]. 环境与健康杂志, 2016, 33 (2) : 124-127.
- [6] 杨胜, 罗明江, 陶娜, 等. 维生素 A 摄入量与燃煤型氟中毒的关系 [J]. 山东医药, 2018, 58 (6) : 28-31.
- [7] 张瑞, 廖秋霞, 柯露露, 等. 钙对母鼠氟染毒后子代大鼠肾脏细胞线粒体损伤的影响 [J]. 环境与职业医学, 2017, 34 (2) : 154-159.
- [8] 王丽丽. 不同种类坚果对 2 型糖尿病患者血糖控制的影响 [D]. 苏州: 苏州大学, 2017.
- [9] ZENG FF, XUE WQ, CAO WT, et al. Diet-quality scores and risk of hip fractures in elderly urban Chinese in Guangdong, China: a case-control study [J]. *Osteoporos Int*, 2014, 25 (8) : 2131-2141.
- [10] 李光琳. 我国部分地区居民消化系统主要肿瘤死亡情况与食物营养相关性分析 [D]. 青岛: 青岛大学, 2010.
- [11] 柳青, 贺娟, 秦祥慧, 等. 贵州省织金县燃煤型氟病区氟中毒儿童流行病学调查 [J]. 职业与健康, 2017, 33 (7) : 916-919.
- [12] ZHANG CX, HO SC. Validity and reproducibility of a food frequency Questionnaire among Chinese women in Guangdong province [J]. *Asia Pac J Clin Nutr*, 2009, 18 (2) : 240-250.
- [13] 人群尿氟正常值: WS/T 256—2005 [S]. 北京: 人民卫生出版社, 2005.
- [14] 吕全军. 营养流行病学 [M]. 北京: 科学出版社, 2017 : 170-171.
- [15] SHU XO, ZHENG Y, CAI H, et al. Soy food intake and breast cancer survival [J]. *JAMA*, 2009, 302 (22) : 2437-2443.
- [16] 陈媛. 膳食营养因素对饮水型氟中毒病区儿童氟斑牙发病影响的研究 [D]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2016.
- [17] 刘洪亮, 赵亮. 营养素摄入与氟中毒关系的研究进展 [J]. 环境与健康杂志, 2009, 26 (11) : 1028-1030.
- [18] 陈一庆, 熊传龙, 余波, 等. 饮水氟超标临界地区儿童氟斑牙与膳食营养因素关系的研究 [J]. 环境与健康杂志, 2018, 35 (1) : 51-53.
- [19] 冯婧, 田晓琳, 董妮莎, 等. 氟致内质网应激性凋亡的研究进展 [J]. 环境与职业医学, 2018, 35 (6) : 566-571.
- [20] 郇海燕, 陈杭君, 穆宏磊, 等. 坚果类食品氧化及抗氧化研究进展 [J]. 中国食品学报, 2017, 17 (11) : 1-8.
- [21] 宋桂花, 孙彦. 坚果类对心血管的保护作用 [J]. 中国食物与营养, 2007 (4) : 55-56.
- [22] LAVADO-GARCÍA J, RONCERO-MARTIN R, MORAN JM, et al. Long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acid dietary intake is positively associated with bone mineral density in normal and osteopenic Spanish women [J]. *PLoS One*, 2018, 13 (1) : e0190539.
- [23] LIU J, YANG S, LUO MJ, et al. Association of dietary carotenoids intake with skeletal fluorosis in the coal-burning fluorosis area of Guizhou Province [J]. *Biomed Environ Sci*, 2018, 31 (6) : 438-447.
- [24] 陶洪, 郭海燕, 侯铁舟, 等. 碘、钼、硒、镁、硼预防小鼠氟斑牙效果的评价 [J]. 国际口腔医学杂志, 2011, 38 (2) : 145-149.
- [25] 焦永卓, 牟李红, 王应雄, 等. 环境化学元素与燃煤型氟中毒的相关性研究 [J]. 中华流行病学杂志, 2012, 33 (12) : 1243-1247.
- [26] MACDONALD HM, NEW SA, REID DM. Longitudinal changes in dietary intake in Scottish women around the menopause: changes in dietary pattern result in minor changes in nutrient intake [J]. *Public Health Nutr*, 2005, 8 (4) : 409-416.

(英文编辑: 汪源; 编辑: 丁瑾瑜; 校对: 王晓宇)