

膳食质量与燃煤型氟中毒的关联

曹大芳^{1a, 1b}, 罗明江², 陶娜³, 刘俊^{1a, 1b}

1. 遵义医科大学 a. 公共卫生学院 b. 贵州省预防医学实验教学示范中心, 贵州 遵义 563006
2. 遵义市第四人民医院院感科, 贵州 遵义 563004
3. 遵义医科大学附属医院药剂科, 贵州 遵义 563000

摘要:

[背景] 目前膳食营养与氟中毒的研究主要探讨单一食物或营养素与氟中毒的关联, 尚无研究报道膳食质量与氟中毒的关系。

[目的] 探索国际膳食质量指数 (DQI-I) 与燃煤型氟中毒的关系。

[方法] 在贵州织金按性别、年龄进行 1:1 匹配病例对照, 年龄范围在 18~70 岁, 居住时间大于 10 年的氟中毒患者 200 人及该地区无骨科相关疾病的正常对照 200 人。采用调查问卷面对面收集研究对象的人口学特征、与燃煤型氟中毒密切相关的生活行为方式以及使用食物频率问卷调查研究对象过去一年各类食物的饮食情况等资料。研究对象的饮食情况根据《中国食物成分表》计算出能量及各个营养素的摄入量后进行 DQI-I 评分。采用 logistic 回归分析膳食质量指数与燃煤型氟中毒的关联。

[结果] 本研究共 200 对病例和对照, 女性占 76.99%, 病例组与对照组的年龄分别为 (49.82±13.43) 岁和 (49.68±13.48) 岁。病例组 DQI-I 得分为 (49.00±7.69) 分, 对照组 DQI-I 得分为 (53.08±7.62) 分。对照组在膳食多样性、充足性和总体平衡性评分三方面均高于病例组, 其中食物组间多样性、蔬菜、水果、膳食纤维、蛋白质、铁、钙、维生素 C 的充足性, 膳食总体平衡性差异具有统计学意义 ($P < 0.05$), 进一步校正能量、文化程度、玉米和辣椒食用前不淘洗等因素后, 膳食多样性评分、膳食充足性评分和饱和脂肪酸供能比评分与燃煤型氟中毒的风险仍呈负相关 ($P < 0.001$), OR 值及其 95% CI 分别为 0.844 (0.776~0.919)、0.894 (0.842~0.949)、0.801 (0.723~0.889)。

[结论] DQI-I 越高, 燃煤型氟中毒风险越低, 改善膳食质量可增强氟中毒的防治效果。

关键词: 国际膳食质量指数; 燃煤型氟中毒; 病例对照研究

Association between dietary quality and coal-burning fluorosis CAO Dafang^{1a, 1b}, LUO Mingjiang², TAO Na³, LIU Jun^{1a, 1b} (1.a.School of Public Health b.Guizhou Provincial Experimental Teaching Demonstration Center for Preventive Medicine, Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563006, China; 2.Department of Hospital Infection, The Fourth People's Hospital of Zunyi, Zunyi, Guizhou 563004, China; 3.Pharmacy Department, Affiliated Hospital of Zunyi Medical University, Zunyi, Guizhou 563000, China)

Abstract:

[Background] Many studies have reported associations between individual foods or nutrients and fluorosis. No studies, however, have reported the association between dietary quality and fluorosis.

[Objective] This study evaluates the relationship between Dietary Quality Index-International (DQI-I) and coal-burning fluorosis.

[Methods] This 1:1 matched case-control study was conducted in Zhijin, Guizhou with a sample size of 200 cases of fluorosis and 200 age- and gender-matched controls. Participants were 18-70 years old and lived in Zhijin for more than 10 years without orthopedic diseases. Socio-demographic characteristics, and lifestyle closely related to coal-burning fluorosis were collected using questionnaires by face-to-face interviews, and dietary consumption was assessed by the Food Frequency Questionnaire. Energy and nutrient intakes were computed based on the China Food Composition data, and scored according to DQI-I. Logistic regression analysis models were constructed to assess the association between DQI-I and coal-burning fluorosis.

[Results] In present study, a total of 200 pairs of eligible cases and controls were enrolled, in which 76.99% participants were female. The average ages (mean±SD) of the case group and the control group were (49.82±13.43) and (49.68±13.48) years, respectively. The average DQI-I

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2021.20562

基金项目

国家自然科学基金项目 (81460497)

作者简介

曹大芳 (1995—), 女, 硕士生;
E-mail: caodafang1026@163.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 2020-11-30

录用日期 2021-04-15

文章编号 2095-9982(2021)07-0752-07

中图分类号 R151.4+1

文献标志码 A

引用

曹大芳, 罗明江, 陶娜, 等. 膳食质量与燃煤型氟中毒的关联 [J]. 环境与职业医学, 2021, 38 (7): 752-757, 774.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20562

Funding

This study was funded.

Correspondence to

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

Ethics approval Obtained

Competing interests None declared

Received 2020-11-30

Accepted 2021-04-15

To cite

CAO Dafang, LUO Mingjiang, TAO Na, et al. Association between dietary quality and coal-burning fluorosis[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2021, 38(7): 752-757, 774.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2021.20562

score of the case group was 49.00 ± 7.69 , and the average DQI-I score of the control group was 53.08 ± 7.62 . The scores of dietary diversity, adequacy, and balance of the control group were higher than those of the case group. There were statistical differences in food diversity, adequacy of vegetables, fruits, dietary fiber, protein, iron, calcium, and vitamin C, and overall dietary balance between the two groups ($P < 0.05$). After adjusting for energy, education level, and not washing corn and pepper before eating, the diversity score, adequacy score, and proportion of energy intake from saturated fatty acid were still negatively correlated with the risk of coal-burning fluorosis ($P < 0.001$); the ORs (95% CIs) were 0.844 (0.776-0.919), 0.894 (0.842-0.949), and 0.801 (0.723-0.889), respectively.

[Conclusion] A higher DQI-I score is associated with a lower risk of coal-burning fluorosis. Improving dietary quality may assist the prevention and treatment effect of fluorosis.

Keywords: DQI-I; coal-burning fluorosis; case-control study

氟中毒是由于长期生活在高氟环境中而摄入含氟较高的食物、水及空气,导致人体中氟元素蓄积而引起以氟斑牙、氟骨症为主要特征的一种慢性全身性疾病。改水、改炉改灶等降氟措施是降低氟中毒发生率的根本途径,但研究报道在氟摄入量相同的地区发病率仍存在差异^[1],甚至氟暴露水平更高的氟病区氟中毒发病率反而更低^[2],这提示生活环境中的其他因素也可能与氟中毒有关。近年来众多研究发现钙、镁、硒、维生素C等营养素的摄入水平会影响氟中毒的发生与发展^[3-5],并认为这些矿物质与氟结合形成不溶性的氟化物而减少氟吸收;蛋白质也可促进氟的排泄,使得氟在人体内的累积减少^[6-7]。因此营养因素在氟中毒发生过程中起着重要作用,然而人们对于营养与氟中毒的研究主要关注单一食物或营养素与氟中毒之间的关联^[8],没有考虑食物与食物间及营养素与营养素间的交互影响。

如今膳食摄入的多元化,常通过膳食模式如营养质量指数^[9]、替代健康饮食指数^[10]、中国膳食平衡指数^[11]、健康饮食指数^[12]等来评价营养与疾病的关系,以探讨整体饮食的协同效应或累积效应对疾病的影响。整体膳食质量评价方法中的膳食指数法包含营养素和/或食物等的基础膳食和混合膳食指数^[13],其中国际膳食质量指数(diet quality index-international, DQI-I)常用于评价全世界不同国家或地域人群的膳食质量。该指数包含四个方面,分别是膳食的多样性、充足性、适度性及总体平衡性,能较好地反映各种食物或营养素的摄入情况。但目前尚无研究报道DQI-I与氟中毒之间的联系。因此本研究拟通过病例对照设计探讨DQI-I与燃煤型氟中毒的关系,为氟中毒病区居民营养健康教育提供参考依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究采用性别、年龄1:1匹配病例对照研究的

方法,在贵州省织金县招募年龄范围在18~70岁,居住时间大于10年的氟中毒患者200人(病例组)及该地区无骨科相关疾病的正常对照200人(对照组)。病例组为氟中毒患者,对照组为与病例组同性别且年龄(± 5 岁)相匹配的非氟中毒病人,两组均排除各种病理性骨折、高能量(暴力性)骨折(如车祸、跌落及其他暴力所致)、龋齿以及其他骨科和牙齿疾病的人,且排除肿瘤、中风、肝硬化等严重疾病及认知或精神异常者。氟斑牙和氟骨症的诊断分别以WS/T 208—2011《氟斑牙临床诊断标准》及WS 192—2008《地方性氟骨症诊断标准》诊断。本研究已获遵义医学院伦理委员会批准[编号:伦审(2014)1-003号]。

1.2 研究方法

通过面对面的方式由经过统一培训的调查员进行问卷收集,调查过程中以食物彩色图谱辅助研究对象准确判断食物的摄入情况。问卷内容主要包含被调查对象的一般人口学特征(年龄、性别、民族、文化程度等)、与燃煤型氟中毒密切相关的生活行为方式(烟酒史、饮茶、燃料类型及使用情况、炉灶改良与否、是否使用炉火直接烘烤食物等),膳食调查采用经信度效度验证的食物频率问卷^[14],收集研究对象过去一年的饮食情况,即食物摄入频率及摄入量(单位:g),计算各条目食物的日均食用量(单位: $g \cdot d^{-1}$),再依据《中国食物成分表》^[15]计算出能量和各营养素的日摄入量。

1.3 DQI-I评分

DQI-I满分为100分,主要包括四个饮食方面的评分标准(饮食多样性20分,饮食充足性40分,食物适宜度30分,食物总体平衡性10分),见表1。评分完成后,DQI-I得分越高说明膳食质量越好。DQI-I中膳食多样性考虑食物中蛋白质来源及种类的多样性;膳食充足性反映食物中水果、蔬菜、谷物、膳食纤维、蛋白质、维生素C、钙、铁这八大类物质的摄入情况,主要表现为蛋白质、纤维素和矿物质三类营养素;膳

食适宜度纳入总脂肪、饱和脂肪酸、总胆固醇、总钠及纯热量食物,反映脂肪类营养素;膳食平衡性是指食物中蛋白质、碳水化合物、脂肪的平衡,同时也反映三大宏量营养素的占比情况。

1.4 统计学分析

问卷回收整理后,建库双录入,核对修正后用 SPSS 22.0 处理分析。正态分布的数值资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,配对 t 检验分析;分类资料用百分比 (%) 表示,配对 χ^2 检验分析;等级资料采用配对秩和检验分析。单因素 logistic 分析后,病例组与对照组间有统计学差异的

变量纳入多因素 logistic 回归模型,并按照规定统计学纳入、排除标准(纳入标准为 0.05,排除标准为 0.1)及实际有意义的变量纳入模型,但膳食多样性反映食物种类,充足性反映摄入量,其子项水果和肉禽鱼蛋评分未纳入模型中,因多样性可能存在共线性,经共线性诊断发现方差膨胀因子均是小于 3,结果未发现存在共线性。多因素回归分析时,校正能量、文化程度、玉米和辣椒使用前是否淘洗(当地通常使用炭火烤玉米及烘干辣椒)等混杂因素。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

表 1 DQI-I 评分准则
Table 1 DQI-I scoring criteria

指标	分数/分	评分标准
膳食多样性	0~20	
食物种类多样性(谷类、奶类及豆制品、禽畜鱼蛋类、水果类、蔬菜类)	0~15	每天摄入量 $\geq$ 膳食指南推荐量,3分;每天摄入量<膳食指南推荐量,0分。
蛋白质来源多样性(家畜肉类、家禽肉类、鱼类、奶类及其制品、豆类及其制品、蛋类及其制品)	0~5	3类或以上饮食的蛋白质摄入 ≥ 0.5 份 $\cdot d^{-1}$,5分;2类 >0.5 份 $\cdot d^{-1}$,3分;1类 >0.5 份 $\cdot d^{-1}$,1分;0类 >0.5 份 $\cdot d^{-1}$,0分。
膳食充足性	0~40	
水果、蔬菜、谷物、膳食纤维、蛋白质、维生素C、钙、铁的摄入量		各类食物 $\geq 100\%$ 推荐摄入量,5分;若在50%~99%推荐摄入量,3分;<50%推荐摄入量,1分;无摄入,0分。
膳食适宜度	0~30	
总脂肪、饱和脂肪、总胆固醇、总钠和纯热量食物的摄入量		总脂肪/总能量:<20%,6分;20%~30%,3分;>30%,0分。 饱和脂肪酸/总能量:<7%,6分;7%~10%,3分;>10%,0分。 总胆固醇摄入量:<300mg $\cdot d^{-1}$,6分;300~400mg $\cdot d^{-1}$,3分;>400mg $\cdot d^{-1}$,0分。 总钠:<2400mg $\cdot d^{-1}$,6分;2400~3400mg $\cdot d^{-1}$,3分;>3400mg $\cdot d^{-1}$,0分。 总纯热量食物/总能量:<3%,6分;3%~10%,3分;>10%,0分。
膳食平衡性	0~10	
三大宏量营养素(碳水化合物、蛋白质、脂肪)供能比	0~6	55%~65%、10%~15%、15%~25%,6分;52%~68%、9%~16%、13%~27%,4分;50%~70%、8%~17%、12%~30%,2分;除此之外0分。
各类脂肪酸[(总多不饱和脂肪酸(PUFA)、总单不饱和脂肪酸(MUFA)、总饱和脂肪酸(SFA)]之间的比值	0~4	PUFA/SFA=1~1.5且MUFA/SFA=1~1.5,4分;PUFA/SFA=0.8~1.7且MUFA/SFA=0.8~1.7,2分;不在上述范围均0分。

[注] 2016年《中国居民膳食指南》^[15]推荐日摄入量:蔬菜和水果100g $\cdot$ 份 $^{-1}$;乳类和谷物50g $\cdot$ 份 $^{-1}$;畜禽以及鱼40~75g $\cdot$ 份 $^{-1}$;蛋类40~50g $\cdot$ 份 $^{-1}$;大豆15~25g $\cdot$ 份 $^{-1}$ 。

2 结果

2.1 一般情况

本研究共200对病例和对照,女性占76.99%,病例组与对照组年龄分别为(49.82 $\pm$ 13.43)岁和(49.68 $\pm$ 13.48)岁,病例组总能量摄入为(11702.61 $\pm$ 4353.79)kJ $\cdot d^{-1}$,对照组为(10828.40 $\pm$ 3952.83)kJ $\cdot d^{-1}$ 。病例组吸烟、饮酒、使用原煤、使用煤拌泥、炉火烘烤食物的比例高于对照组,其中文化程度在两组间差异有统计学意义($P<0.05$)。而在人均月收入(≥ 500 元)、文化程度(初中及以上)、炉灶改良、玉米和辣椒食用前淘洗方面低于对照组($P<0.05$)。见表2。

2.2 病例组和对照组人群的DQI-I得分

根据DQI-I评分规则评分,结果表明,病例组DQI-I得分范围为28~72分,平均分为(49.00 $\pm$ 7.69)分;对照组DQI-I得分范围在35~76分,平均分为(53.08 $\pm$

7.62)分。对照组在膳食多样性、充足性和总体平衡性评分四方面均高于病例组,具体包括食物组间多样性和蔬菜、水果、膳食纤维、蛋白质、铁、钙、维生素C的充足性以及脂肪酸比值平衡性均有统计学意义($P<0.05$)。见表3。

2.3 DQI-I指数评分与燃煤型氟中毒风险的联系

采用条件logistic回归分析校正总能量、文化程度、玉米和辣椒食用前是否淘洗等因素后,膳食多样性评分、膳食充足性评分、饱和脂肪酸供能比评分与燃煤型氟中毒的发生风险呈负相关,即评分越高,燃煤型氟中毒的风险越低($P<0.001$),其中膳食多样性的OR值为0.844,其95%CI为0.776~0.919,膳食充足性的OR值为0.894,其95%CI为0.842~0.949,饱和脂肪酸供能比OR值为0.801,其95%CI为0.723~0.889;玉米和辣椒食用前不淘洗时,发生燃煤型氟中毒的风险就越高($P<0.01$),见表4。

表2 燃煤型氟中毒病例组与对照组一般特征[人数(比例/%)]
Table 2 General characteristics of coal-burning fluorosis case group and control group [n (proportion/%)]

影响因素	病例组 (n=200)	对照组 (n=200)	Z/χ^2	P
文化程度			17.238	0.001
小学以下	100 (50.0)	74 (37.0)		
小学	72 (36.0)	59 (29.5)		
初中	21 (10.5)	45 (22.5)		
高中及以上	7 (3.5)	22 (11.0)		
月人均收入/元			10.855	0.008
<500	27 (13.5)	8 (4.0)		
500~	82 (41.0)	89 (44.5)		
2000~	69 (34.5)	73 (36.5)		
≥6000	22 (11.0)	30 (15.0)		
婚姻状况比例			0.027	0.39
已婚或同居	171 (85.5)	169 (84.5)		
离婚或丧偶	20 (10.0)	20 (10.0)		
未婚	9 (4.5)	11 (5.5)		
炉灶改良	152 (76.0)	175 (87.5)	9.131	0.003
燃料种类			6.569	0.45
原煤	119 (59.5)	118 (59.0)		
煤拌泥	35 (17.5)	32 (16.0)		
其他	46 (23.0)	50 (25.0)		
炉火烘烤食物	160 (50.0)	98 (49.0)	0.002	0.92
饮酒	151 (75.5)	139 (69.5)	1.705	0.18
吸烟	127 (63.5)	125 (62.5)	0.011	0.92
玉米和辣椒食用前淘洗	179 (89.5)	196 (98.0)	7.737	0.005

表3 病例组与对照组 DQI-I 得分情况
Table 3 DQI-I scores of case group and control group

项目	病例组	对照组	t/χ^2	P
总分	49.00±7.69	53.08±7.62	5.139	<0.001
膳食多样性	6.55±3.11	8.01±3.13	5.108	<0.001
食物组间多样性	3.34±2.64	6.68±2.70	4.682	<0.001
蛋白质来源多样性	3.88±1.38	3.97±1.41	4.847	0.183
膳食充足性	28.24±4.34	30.65±3.80	5.851	<0.001
蔬菜	3.69±1.42	4.01±1.26	2.225	0.026
水果	4.08±1.34	4.36±1.21	3.170	0.002
谷物	4.85±0.56	4.78±0.84	0.433	0.665
膳食纤维	3.94±1.49	4.26±1.30	2.187	0.029
蛋白质	3.09±1.51	3.46±1.57	2.500	0.012
铁	4.53±0.98	4.71±0.88	2.366	0.018
钙	2.61±1.50	3.11±1.55	3.245	0.001
维生素C	1.18±0.78	1.49±1.13	2.440	0.015
膳食适宜度	12.63±4.95	14.41±5.08	0.340	0.113
总脂肪	1.82±2.42	2.18±2.46	1.609	0.108
饱和脂肪	2.25±2.57	2.58±2.59	1.319	0.187
胆固醇	1.89±2.20	1.97±2.24	0.299	0.765
钠	3.72±2.45	3.99±2.33	1.063	0.288
膳食总体平衡性	0.51±1.08	0.73±1.14	1.945	0.043
宏量元素供能比值	0.33±2.01	0.30±1.56	0.513	0.608
脂肪酸比值	0.76±1.72	1.20±2.01	2.479	0.013

表4 DQI-I与燃煤型氟中毒关系的多因素条件 logistic 分析
Table 4 Multiple conditional logistic analysis on association between DQI-I and coal-burning fluorosis

变量	b	SE	Wald χ^2	OR	95%CI	P
膳食多样性评分	-0.169	0.043	15.460	0.844	0.776~0.919	<0.001
膳食充足性评分	-0.112	0.031	13.366	0.894	0.842~0.949	<0.001
文化程度	-0.426	0.131	10.509	0.653	0.505~0.845	0.001
玉米和辣椒食用前不淘洗	1.654	0.612	7.306	5.227	1.575~17.341	0.007
总能量	0.038	0.013	8.238	1.039	1.012~1.066	0.004
饱和脂肪酸供能比评分	-0.222	0.053	17.619	0.801	0.723~0.889	<0.001

[注] 各变量赋值情况如下。食物种类多样性：每天摄入量≥膳食指南推荐量，2；每天摄入量<膳食指南推荐量，1。蛋白质来源多样性：3类或以上饮食的蛋白质摄入≥0.5份·d⁻¹以上，4；2类>0.5份·d⁻¹，3；1类0.5份·d⁻¹，2；0类0.5份·d⁻¹，1（其中“份”是根据2016年《中国居民膳食指南》，蔬菜和水果100g·份⁻¹，乳类和谷物50g·份⁻¹，畜禽以及鱼40~75g·份⁻¹，蛋类40~50g·份⁻¹，大豆15~25g·份⁻¹）。膳食充足性评分：0%推荐摄入量，1；<50%推荐摄入量，2；50%~99%推荐摄入量，3；≥100%推荐摄入量，4。文化程度：小学以下，1；小学，2；初中，3；高中及以上，4。玉米和辣椒食用前不淘洗：是，1；否，2。总能量为数值变量。饱和脂肪酸供能比评分：供能比<7%，3；供能比7%~10%，2；供能比>10%，1。

3 讨论

DQI-I作为整体膳食质量评价方法，提供了相对于膳食指南的总体摄入量的定量测量，常用于膳食模式与疾病的研究，如鼻咽癌^[16]、心血管疾病^[17]。而在膳食模式与燃煤型氟中毒之间关系的研究却很少，本研究首次比较了氟病区氟中毒与正常人的DQI-I评分，校正相关混杂因素后，仍然发现DQI-I的评分与燃煤型氟中毒的风险呈负相关，尤其表现在膳食多样性和充足性方面，这为通过营养改善措施增强氟中毒防治效果提供科学依据。

本研究发现病例组与对照组间肉禽鱼蛋、豆类及奶类、蔬菜、水果评分是存在差异的，食物多样性有利于氟中毒预防。中国疾病预防控制中心调查表明正常儿童进食肉类食物的构成比明显高于氟斑牙组，蔬菜水果略高于氟斑牙组^[18]。杨胜等^[19]通过病例对照研究发现在校正人口学特征、氟中毒相关行为因素以及相关的营养因素后，坚果摄入量与燃煤型氟中毒呈负相关。此外横断面调查也表示豆类及其制品对燃煤型氟中毒具有保护作用^[20]。Liu等^[21]的病例对照研究表明多吃水果、豆类、坚果、菌类的健康饮食模式可降低燃煤型氟中毒风险。这些研究与本研究结果较一致，表明遵循膳食指南食物多样性可有利于氟中毒的预防和控制。另一方面，本研究还发现病例组和对照组膳食纤维、蛋白质、铁、钙、维生素C的充足性评分

存在差异,这反映膳食营养素充足性对氟中毒的影响。中国疾病预防控制中心调查发现氟斑牙组儿童每日摄入的蛋白质、钙、磷、镁、铁、锌、铜和维生素均低于对照组^[18]。近年有研究报道膳食营养状况对儿童饮水型氟斑牙发病程度的影响,发现对照组儿童的蛋白质、脂肪、维生素B₂、维生素C、维生素A、维生素E、钙、钾、镁、钠、锌、硒水平均明显高于氟斑牙儿童^[22],张伯友等^[7]指出能量、蛋白质、维生素及钙、锌、硒等元素缺乏对地氟病重病区的形成有明显影响;陈媛等^[5]和徐泓等^[4]研究也得出类似结果。这些研究均表明营养因素在氟中毒发生过程中起着重要的作用,然而这些研究侧重于比较某种食物或营养素在病例和对照中的差异。

本研究利用DQI-I评分将食物及营养按国际标准进行量化评分,也体现了遵循膳食指南在氟中毒防治中的重要作用。本次研究发现遵循DQI-I膳食模式氟中毒的风险降低,这可能与以下机制有关。第一,氧化应激是氟中毒的重要机制^[23],研究报道蔬菜水果中维生素C和E、类胡萝卜素等抗氧化营养素,可以强有力地清除自由基,抵御因氟所致的氧化损伤,从而降低氟损伤程度^[24]。第二,蛋白质充足性在两组间存在差异,研究指出蛋白质的缺乏可以增加机体对氟中毒的易感性,蛋白质能减少氟的吸收,其氨基酸及一些降解产物也能降低氟化物的毒性作用^[5]。第三,钙、硒和镁等矿物质对氟代谢有重影响。膳食低钙可导致骨转换增高状态,而骨转换增高状态是氟中毒骨骼病变的重要特征,钙与氟结合形成不溶性的CaF₂使氟的吸收减少^[25];镁抑制氟在肠道内吸收,增加尿氟和粪氟的排泄^[26];硒可拮抗体内高氟,促进氟排出,减少骨组织中氟的储存^[27]。这些矿物质通过促进氟的代谢和阻止其吸收而减少氟在人体中累积。第四,其他物质,如胡萝卜素、番茄红素等可能通过抑制破骨细胞分化并促进成骨细胞矿化来对氟中毒起到保护作用^[28]。因此,DQI-I膳食模式对氟中毒的有利作用可能与蛋白质、矿物质和维生素等营养素减少氟吸收,促进氟排泄及提高抗氧化能力有关。

本研究存在一些局限性,该研究为回顾性研究,调查研究对象过往一年内的饮食情况,此方法用于病因的探索,不能验证病因,因果关系需要通过前瞻性研究进一步证实。本研究在调查时,已明确研究对象膳食习惯近些年没有变化以及排除了癌症、肝硬化、糖尿病等可以导致饮食习惯发生改变的病人,所以奈

曼偏倚的可能大大降低。另外,本次研究在贵州地区使用的是整体膳食质量中的DQI-I,结果能否应用的其他地区还需要进一步证实,而其他的膳食质量指数与燃煤型氟中毒的关联亦值得进行探讨。

综上所述,DQI-I评分越高,氟中毒的危险降低,两者呈负相关关系。尤其食物多样性与充足性。因此建议氟病区居民摄入多种多样的食物,特别是蔬菜和鱼、禽、蛋、肉水平,并且保证蛋白质、钙、铁等矿物质和维生素的摄入量,这将有利于氟中毒防治达到更好的效果。

参考文献

- [1] LUO KL, LI L, ZHANG SX. Coal-burning roasted corn and chili as the cause of dental fluorosis for children in southwestern China [J]. *J Hazard Mater*, 2011, 185 (2/3): 1340-1347.
- [2] 王卫,李伟伟,熊传龙. 饮水型氟中毒影响因素的研究进展 [J]. *中华地方病学杂志*, 2014, 33 (2): 226-228.
WANG W, LI W W, XIONG CL. Research progress on the relationship between nutrient intake and fluorosis [J]. *Chin J Endemiol*, 2014, 33 (2): 226-228.
- [3] 喻艳琴,张秀秀,田薇,等. 贵州省西部燃煤型地氟病区8~14岁农村小学生营养不良和氟斑牙调查 [J]. *贵州医科大学学报*, 2020, 45 (1): 13-17.
YU Y Q, ZHANG X X, TIAN W, et al. Analysis of malnutrition status and dental fluorosis of students in coal burning fluorosis area of western Guizhou Province [J]. *J Guizhou Med Univ*, 2020, 45 (1): 13-17.
- [4] 徐泓,王永田. 饮用水氟超标临界地区儿童膳食营养状况对氟斑牙患病的影响 [J]. *中国卫生工程学*, 2019, 18 (6): 844-846.
XU H, WANG Y T. The effect of dietary nutritional status of children in areas where fluoride in drinking water exceeds the critical level on dental fluorosis [J]. *China J Public Health Eng*, 2019, 18 (6): 844-846.
- [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.
CHEN Y, XIONG CL, ZHANG J G, et al. Effects of dietary nutrient intake on dental fluorosis among children [J]. *J Environ Health*, 2016, 33 (2): 124-127.
- [6] 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.
ZHAO H L, ZHAO L. Research progress in the relationship

- between nutrient intake and fluorosis [J]. J Environ Health, 2009, 26 (11) : 1028-1030.
- [7] 张伯友, 安冬, 何平, 等. 营养因素对贵州省燃煤型地方性氟中毒重病区形成的影响 [J]. 微量元素与健康研究, 2009, 26 (3) : 44-46.
ZHANG BY, AN D, HE P, et al. Influence of nutrition factors on the formation of severe type of endemic fluorosis regions of coal-burning pollution in Guizhou Province [J]. Stud Trace Elements Health, 2009, 26 (3) : 44-46.
- [8] 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.
- [9] FRESÁN U, MARTÍNEZ-GONZÁLEZ MA, SEGOVIA-SIAPCO G, et al. A three-dimensional dietary index (nutritional quality, environment and price) and reduced mortality : the "Seguimiento Universidad de Navarra" cohort [J]. Prev Med, 2020, 137 : 106124.
- [10] MOUSAVI SM, MILAJERDI A, POURARAM H, et al. Adherence to Alternative Healthy Eating Index (AHEI-2010) is not associated with risk of stroke in Iranian adults : a case-control study [J]. Int J Vitam Nutr Res, 2021, 91 (1/2) : 48-55.
- [11] HE D, QIAO Y, XIONG S, et al. Association between dietary quality and prediabetes based on the diet balance index [J]. Sci Rep, 2020, 10 (1) : 3190.
- [12] SOKOLOWSKI CM, HIGGINS S, VISHWANATHAN M, et al. The relationship between animal and plant protein intake and overall diet quality in young adults [J]. Clin Nutr, 2020, 39 (8) : 2609-2616.
- [13] 段若男, 刘言, 薛红妹, 等. 膳食整体质量评价方法——膳食指数法 [J]. 卫生研究, 2014, 43 (4) : 653-657.
DUAN RN, LIU Y, XUE HM, et al. Evaluation method of overall diet quality-diet index method [J]. Health Res, 2014, 43 (4) : 653-657.
- [14] 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.
- [15] 杨月欣. 中国食物成分表 2004-第 2 册 [M]. 北京 : 北京大学医学出版社, 2004.
YANG YX. China food composition 2004 [M]. Beijing : Peking University Medical Press, 2004.
- [16] WANG C, LIN XL, FAN YY, et al. Diet quality scores and risk of nasopharyngeal carcinoma in Chinese adults : a case-control study [J]. Nutrients, 2016, 8 (3) : 112.
- [17] HERRERA MC, SUBHAN FB, CHAN CB. Dietary patterns and cardiovascular disease risk in people with type 2 diabetes [J]. Curr Obes Rep, 2017, 6 (4) : 405-413.
- [18] 陈一庆. 儿童氟斑牙影响因素病例对照研究 [D]. 北京 : 中国疾病预防控制中心, 2018.
CHEN YQ. A case-control study on influencing factors of children's dental fluorosis [D]. Beijing : Chinese Center for Disease Control and Prevention, 2018.
- [19] 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.
YANG S, TAO N, LUO MJ, et al. Comparative study on dietary consumption of nuts among residents living in coal-burning endemic fluorosis area [J]. J Environ Occup Med, 2019, 36 (3) : 204-209.
- [20] 张元梅. 豆制品及大豆异黄酮与燃煤型氟中毒的关系 [D]. 遵义 : 遵义医科大学, 2020.
ZHANG YM. Association of soy products and isoflavones with coal-burning fluorosis [D]. Zunyi : Zunyi Medical University, 2020.
- [21] LIU J, YANG S, LUO MJ, et al. Association between dietary patterns and fluorosis in Guizhou, China [J]. Front Nutr, 2020, 6 : 189.
- [22] 支丹, 王路银. 膳食营养状况对儿童饮水型氟斑牙发病程度的影响 [J]. 中国卫生工程学, 2020, 19 (2) : 201-203.
ZHI D, WANG LY. Effects of dietary nutrition status on the incidence of drinking water-type dental fluorosis in children [J]. Chin J Public Health Eng, 2020, 19 (2) : 201-203.
- [23] 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.
FENG J, TIAN XL, DONG NS, et al. Research progress on endoplasmic reticulum stress-induced apoptosis caused by fluorine [J]. J Environ Occup Med, 2018, 35 (6) : 566-571.
- [24] FOLCHETTI LD, MONFORT-PIRES M, DE BARROS CR, et al. Association of fruits and vegetables consumption and related-vitamins with inflammatory and oxidative stress markers in prediabetic individuals [J]. Diabetol Metab (下转第 774 页)

- [13] CAPOROSSI L, ALTERI A, CAMPO G, et al. Cross sectional study on exposure to BPA and phthalates and semen parameters in men attending a fertility center [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17 (2) : 489.
- [14] XIE M, BU P, LI F, et al. Neonatal bisphenol A exposure induces meiotic arrest and apoptosis of spermatogenic cells [J]. *Oncotarget*, 2016, 7 (9) : 10606-10615.
- [15] 吴冰冰, 潘舵, 郑筱艳, 等. 新生期双酚A染毒对小鼠睾丸 *Boule* 基因表达的长期影响 [J]. *卫生研究*, 2017, 46 (6) : 975-980.
- WU B B, PAN D, ZHENG X Y, et al. Long-term effects of neonatal exposure to bisphenol A on testes structure and the expression of *Boule* in testes of male mice [J]. *J Hyg Res*, 2017, 46 (6) : 975-980.
- [16] BOULDIN CM, KIMELMAN D. Cdc25 and the importance of G2 control : insights from developmental biology [J]. *Cell Cycle*, 2014, 13 (14) : 2165-2171.
- [17] 徐晓峰, 周秀敏, 董杰, 等. 下调 *PAR* 基因表达对前列腺癌 PC3 细胞周期及 Cdc25C 蛋白表达的影响 [J]. *中国癌症杂志*, 2012, 22 (1) : 1-4.
- XU X F, ZHOU X M, DONG J, et al. Cdc25C is involved in cell cycle G₂/M arrest and apoptosis induced by siRNA targeting *PAR* gene in human prostate cancer PC3 cells [J]. *China Oncol*, 2012, 22 (1) : 1-4.
- [18] DUAN Y, DONG X, NIE J, et al. Wee1 kinase inhibitor MK 1775 induces apoptosis of acute lymphoblastic leukemia cells and enhances the efficacy of doxorubicin involving downregulation of Notch pathway [J]. *Oncol Lett*, 2018, 16 (4) : 5473-5481.
- (英文编辑 : 汪源 ; 责任编辑 : 丁瑾瑜)

(上接第 757 页)

- Syndr, 2014, 6 (1) : 22.
- [25] PATEL P P, PATEL P A, ZULF M M, et al. Association of dental and skeletal fluorosis with calcium intake and serum vitamin D concentration in adolescents from a region endemic for fluorosis [J]. *Indian J Endocrinol Metab*, 2017, 21 (1) : 190-195.
- [26] KEBEDE A, RETTA N, ABUYE C, et al. Dietary fluoride intake and associated skeletal and dental fluorosis in school age children in rural Ethiopian Rift Valley [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2016, 13 (8) : 756.
- [27] 林少凯, 张秀慧, 秦祥慧, 等. 大豆、硒、螺旋藻对氟铝联合中毒大鼠骨损伤干预效果 [J]. *现代预防医学*, 2014, 41 (14) : 2588-2590, 2600.
- LIN S K, ZHANG X H, QIN X H, et al. Intervention effect of soybean, selenium, spirulina on bone injury of rats intoxicated with fluorine and aluminum [J]. *Mod Prev Med*, 2014, 41 (14) : 2588-2590, 2600.
- [28] LIU J, YANG S, LUO M J, 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.
- (英文编辑 : 汪源 ; 责任编辑 : 陈姣)