

• 慢病专题：代谢性疾病 •

重庆市成人膳食炎症指数与代谢综合征及其组分间的关联研究*

黄 耀¹, 吴婷婷², 赵 莉¹, 况其其¹, 刘虹良¹, 牟李红^{1△}

(1. 重庆医科大学公共卫生学院/医学与社会发展研究中心, 重庆 401331; 2. 重庆中医药学院, 重庆 402760)

[摘 要] **目的** 探讨重庆市成人膳食炎症指数(DII)与代谢综合征(MS)及其组分的关系。**方法** 采用多阶段分层整群抽样方法,选取重庆市南岸区和奉节县成年居民为研究对象,收集研究对象的一般人口学信息、体格检查、实验室检测指标和饮食数据;计算 DII,按 DII 三分位数进行分组(T1~T3),采用 χ^2 检验对研究对象基本信息进行分析,方差分析比较不同 DII 水平人群的代谢指标和 MS 及其组分的检出率;多因素 logistic 回归模型分析 DII 与 MS 及其组分的关系,限制性立方样条(RCS)分析 DII 与 MS 风险之间的剂量-反应关系。**结果** 共纳入 671 名研究对象,MS 检出率为 25.19%,总体 DII 得分为 3.10(1.83, 3.99)。调整潜在混杂因素后的 logistic 回归模型显示,T3 组 MS 风险是 T1 组的 2.07 倍(95%CI 1.19 ~ 3.65);T3 组高甘油三酯血症风险是 T1 组的 2.10 倍(95%CI 1.24 ~ 3.55),RCS 分析结果显示 DII 与 MS 风险呈非线性相关($P_{\text{所有}} < 0.001, P_{\text{非线性}} < 0.001$)。**结论** DII 与 MS 及其组分高甘油三酯血症风险呈正相关,改善重庆地区饮食结构,减少促炎性饮食摄入对 MS 防控具有重要公共卫生意义。

[关键词] 膳食炎症指数; 代谢综合征; 关联性分析; 重庆

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.11.009 **中图法分类号:**R153.2;R155.1;R589

文章编号:1009-5519(2025)11-2552-05 **文献标识码:**A

Association between dietary inflammation index and metabolic syndrome
and its components in Chongqing adults*

HUANG Yao¹, WU Tingting², ZHAO Li¹, KUANG Qiqi¹, LIU Hongliang¹, MOU Lihong^{1△}

(1. College of Public Health / Medical and Social Development Research Center, Chongqing Medical University, Chongqing 401331, China; 2. Chongqing University of Chinese Medicine, Chongqing 402760, China)

[Abstract] **Objective** To explore the relationship between dietary inflammatory index(DII) and metabolic syndrome(MS) and its components in adults in Chongqing. **Methods** A multi-stage stratified cluster sampling method was used to select adult residents in Nan'an District and Fengjie County of Chongqing as the research objects. The general demographic information, physical examination, laboratory test indicators and dietary data of the subjects were collected. DII was calculated and grouped according to DII tertiles(T1-T3). The basic information of the subjects was analyzed by χ^2 test. The metabolic indexes and the detection rates of MS and its components in people with different DII levels were compared by variance analysis. Multivariate logistic regression model was used to analyze the relationship between DII and MS and its components. Restricted cubic spline(RCS) was used to analyze the dose-response relationship between DII and MS risk. **Results** A total of 671 subjects were included in the study. The detection rate of MS was 25.19%, and the overall DII score was 3.10(1.83, 3.99). The logistic regression model after adjusting for potential confounding factors showed that the risk of MS in T3 group was 2.07 times higher than that in T1 group(95%CI 1.19-3.65). The risk of hypertriglyceridemia in the T3 group was 2.10 times higher than that in the T1 group(95%CI 1.24-3.55). RCS analysis showed that DII was non-linearly correlated with MS risk(all $P < 0.001, P_{\text{non-linear}} < 0.001$). **Conclusion** DII is positively correlated with the risk of hypertriglyceridemia in MS and its components. Improving the diet structure in Chongqing and reducing pro-inflammatory diet intake are of great public health significance for the prevention and control of MS.

[Key words] Dietary inflammation index; Metabolic syndrome; Correlation analysis; Chongqing

* 基金项目:重庆市璧山区科学技术局与重庆中医药学院青年科技联合专项资助项目(BSLHZX014)。

作者简介:黄耀(1997-),硕士研究生在读,主要从事重点慢性非传染性疾病的流行病学及健康管理研究。△ 通信作者, E-mail: 100101@cqmu.edu.cn。

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20251009.1820.043\(2025-10-09\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20251009.1820.043(2025-10-09))

代谢综合征(metabolic syndrome, MS)是由空腹血糖受损、腹型肥胖、高血压和血脂异常组成^[1], 世界各国的检出率在 10%~40%, 已成为危害居民健康的全球性公共卫生问题^[2]。目前, MS 在我国 20 岁以上人群检出率已达 31.1%^[3]。最近的研究表明, 慢性低度炎症状态与 MS 紧密相关^[4], 以高糖高盐高脂为特点的不健康饮食会促进体内的炎症反应^[5]。膳食炎症指数(dietary inflammatory index, DII)作为一种新的膳食炎症潜能评价工具, 可以量化膳食对体内炎症的影响。本研究旨在探讨重庆市成人 DII 与 MS 的关联性, 并为重庆市防治 MS 提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 调查对象 本研究依托 2022 年中国居民营养与健康调查监测项目, 采用多阶段分层整群抽样方法, 从重庆市南岸区和奉节县抽取 840 名 18 岁以上成人, 根据纳入排除标准最终纳入 671 名研究对象。研究方案由中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理委员会审查通过(伦理号: 2022-008), 研究对象均已阅读并签署知情同意书。

纳入标准: (1) 年龄 18~75 岁, 且居住在重庆 6 个月及以下的居民; (2) 研究对象无任何精神疾病, 无认知功能障碍; (3) 同意参与调查并签署知情同意书。排除标准: (1) 体检资料不全者; (2) 未完成膳食调查者及膳食数据不全者; (3) 计算出能量摄入异常值者(男性能量摄入<800 kal/d 或>4 500 kal/d, 女性能量摄入<600 kal/d 或>4 000 kal/d); (4) 严重免疫系统疾病者; (5) 肿瘤等慢性炎症疾病患者。

1.2 方法

1.2.1 问卷调查 问卷由基本信息(一般人口学特征、家庭年收入等)、个人营养与健康状况(疾病史、吸烟与饮酒情况等)及饮食信息等组成; 采用半定量食物频率问卷调查法(food frequency questionnaire, FFQ), 询问被调查者过去一年食用各种食物情况、食用频次及平均食用量, 包括 14 大类 72 种食物(主食类、豆类、蔬菜类、菌藻类、水果类、乳类、肉类、鱼虾类、蛋类、坚果类、即食食品、饮料类、酒类及其他)。

1.2.2 医学体检和实验室检测 经过培训的调查员按照统一标准、方法和仪器, 测量身高、体重、腰围和血压, 测量 2 次取平均值, 由中国疾控中心营养与健康所提供身长板、身高坐高计、体重秤、腰围尺、血压计的品牌型号。抽取空腹静脉血 8 mL, 均检测甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、空腹血糖等, 由重庆迪安医学检验中心有限公司检测并提供结果。

1.2.3 DII 计算 根据 SHIVAPPA 等^[6]开发的 DII 计算方法: (1) 首先将食物频率调查问卷中的膳食摄入信息计算个体的各种食物日均摄入量, 按照《中国食物成分表》第 6 版计算出每 100 克食物所含 23 种营养素含量。(2) 将研究对象每日平均膳食营养素摄入与全球每日人均膳食营养素摄入相减, 再除以全球人均每日摄入量标准差, 得到“Z 分数”。(3) 随后将 Z

分数转换为百分位数, 并对百分位数先乘 2 后减 1, 以实现以 0 为中心的对称分布。(4) 将转化后的 Z 分数乘以各膳食营养素的“总体炎症系数”得到该种膳食营养素的个体 DII 评分。(5) 将研究对象所有膳食营养素的个体 DII 评分相加, 最终得到该个体的总 DII 评分, 正数为促炎, 负数为抗炎。

1.2.4 相关定义 根据《中国高血压防治指南(2024 年修订版)》^[7], 具备以下≥3 项即可诊断为 MS: (1) 腹型肥胖, 腰围男性≥90 cm, 女性≥85 cm; (2) 血压增高, 血压≥130/85 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa) 和(或)已确诊为高血压并治疗者; (3) 空腹甘油三酯≥1.70 mmol/L; (4) 空腹高密度脂蛋白胆固醇<1.04 mmol/L, 或确诊血脂异常并药物治疗者; (5) 血糖异常, 空腹血糖≥6.1 mmol/L 或糖负荷后 2 h 血糖≥7.8 mmol/L, 和(或)已确诊为糖尿病并治疗者。饮酒: 每月饮酒次数≥2 次。吸烟: 最近 1 年内平均每天吸烟≥1 支。

1.3 统计学处理 使用 R(4.4.3 version) 软件进行数据分析, 正态分布的连续资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 偏态分布的连续资料以中位数联合上下四分位间距 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示, 计数资料以例数和构成比表示; 2 组间比较采用 χ^2 检验, 多组间比较采用单因素方差分析; 将 DII 以三分位数法分为 3 组, T1 为最低促炎组, T2 中间促炎组, T3 为最高促炎组, 以 T1 为参照组, 采用 logistic 回归模型, 分析不同 DII 水平与 MS 及其组分之间的关系。模型 A 调整了总能量摄入、性别、年龄、学历、地区、婚姻状况、职业及家庭年收入, 模型 B 在模型 A 的基础上进一步调整了吸烟和饮酒状况; 采用 RCS 曲线分析 DII 与 MS 之间的非线性关系, 选择 P_{10} 、 P_{50} 和 P_{90} 为节点; 均为双侧检验, 以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况 共纳入 671 名研究对象, 其中男 266 名(39.64%), 女 405 名(60.36%); 2 组人群在年龄、学历、婚姻状况和吸烟情况上差异有统计学意义($P<0.05$); 在性别、职业、地区、饮酒和家庭年收入上差异无统计学意义($P>0.05$), 见表 1。

表 1 研究对象 MS 发生情况[n(%)]

变量	总人群	非 MS	MS	χ^2	P
性别				2.118	0.146
男	266(39.64)	191(71.80)	75(28.20)		
女	405(60.36)	311(76.79)	94(23.21)		
年龄				8.914	0.030
18~30 岁	73(10.88)	64(87.67)	9(12.33)		
>30~45 岁	166(24.74)	127(76.51)	39(23.49)		
>45~60 岁	239(35.52)	175(73.22)	64(26.78)		
>60~75 岁	193(28.76)	136(70.47)	57(29.53)		
学历				18.936	0.002
文盲	40(5.96)	29(72.50)	11(27.50)		
小学	228(33.98)	168(73.68)	60(26.32)		
初中	210(31.30)	141(67.14)	69(32.86)		
高中	106(15.80)	87(82.08)	19(17.92)		

续表 1 研究对象 MS 发生情况[n(%)]					
变量	总人群	非 MS	MS	χ^2	P
专科	29(4.32)	27(93.10)	2(6.90)	0.004	0.950
本科	58(8.64)	50(86.21)	8(13.79)		
地区					
南岸区	323(48.14)	242(74.92)	81(25.08)	5.357	0.253
奉节县	348(51.86)	260(74.71)	88(25.29)		
职业					
学生	4(0.60)	4(100.00)	0		
无业或退休	306(45.60)	219(71.57)	87(28.43)		
机关单位	22(3.28)	18(81.82)	4(18.18)	12.540	0.006
工人/农民	175(26.08)	131(74.86)	44(25.14)		
军人及其他	164(24.44)	130(79.27)	34(20.73)		
婚姻状况					
未婚	31(4.62)	30(96.77)	1(3.23)		
有配偶	590(87.93)	441(74.75)	149(25.25)	4.289	0.038
离异	15(2.24)	10(66.67)	5(33.33)		
丧偶	35(5.22)	21(60.00)	14(40.00)		
是否吸烟				0.002	0.966
否	530(78.99)	406(76.60)	124(23.40)		
是	141(21.01)	96(68.09)	45(31.91)		
是否饮酒				3.893	0.273
否	583(86.89)	436(74.79)	147(25.21)		
是	88(13.11)	66(75.00)	22(25.00)		
家庭年收入					
<2 万元	67(9.99)	45(67.16)	22(32.84)		
2~6 万元	278(41.43)	212(76.26)	66(23.74)		
>6~10 万元	245(36.51)	180(73.47)	65(26.53)		
>10 万元	81(12.07)	65(80.25)	16(19.75)		

2.2 DII 的分布 研究对象总体 DII 得分为 3.10 (1.83, 3.99), 处于促炎水平; 经检验, MS 组与非 MS 组 DII 分布差异有统计学意义[3.55(2.22, 4.17) vs. 3.04(1.74, 3.89), $Z = -2.84$, $P < 0.01$], MS 组 DII 分布整体偏上, 中位数高于非 MS 组, 非 MS 组 DII 分布较为分散, MS 组 DII 分布较集中, 见图 1。

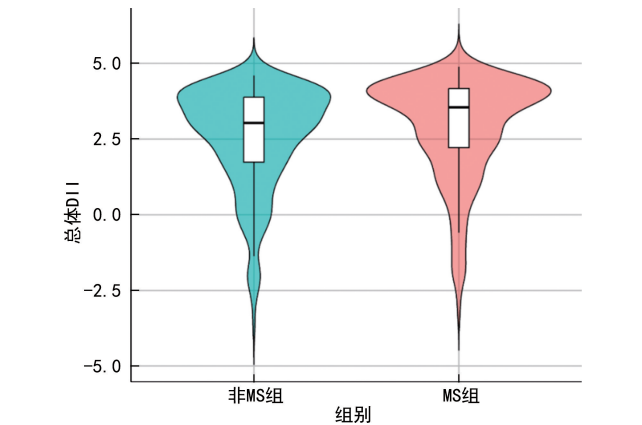


图 1 MS 组与非 MS 组总体 DII 分布小提琴图

2.3 不同 DII 水平人群生化指标比较 按照三分位数法将 DII 分为 3 组, T1(-3.71~2.35)、T2(2.35~3.76)、T3(3.76~4.89)。不同 DII 水平人群在甘油三酯水平上的差异有统计学意义($P < 0.05$), 但腰围、空腹血糖、高密度脂蛋白胆固醇、收缩压和舒张压差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 2。

表 2 不同 DII 水平人群的生化指标比较($\bar{x} \pm s$)					
变量	T1(n=223)	T2(n=224)	T3(n=224)	F	P
腰围(cm)	82.63±10.20	82.73±10.82	83.31±11.53	0.257	0.773
空腹血糖(mmol/L)	5.21±1.39	5.23±1.60	5.59±2.47	2.945	0.053
低高密度脂蛋白胆固醇(mmol/L)	1.20±0.30	1.26±0.40	1.22±0.32	1.553	0.212
甘油三酯(mmol/L)	1.41±0.93	1.65±1.44	1.85±1.46	6.423	0.002
收缩压(mmHg)	126.13±15.17	125.85±14.46	126.57±14.84	0.133	0.875
舒张压(mmHg)	79.91±9.34	80.01±9.14	79.76±8.63	0.043	0.958

2.4 不同 DII 水平与 MS 及其组分比较 不同 DII 水平人群在 MS 和高甘油三酯血症检出率差异有统计学意义($P < 0.05$); 3 组在高血压、低高密度脂蛋白胆固醇血症、高血糖和腹型肥胖检出率上差异无统计学意义($P > 0.05$), 见表 3。

表 3 DII 与 MS 及其组分比较[n(%)]					
变量	T1(n=223)	T2(n=224)	T3(n=224)	χ^2	P
MS				11.11	0.004
是	49(21.97)	46(20.54)	74(33.04)		
否	174(78.03)	178(79.46)	150(66.96)		
高血压				0.450	0.799
是	93(41.70)	90(40.18)	97(43.30)		

续表 3 DII 与 MS 及其组分比较[n(%)]					
变量	T1(n=223)	T2(n=224)	T3(n=224)	χ^2	P
否	130(58.30)	134(59.82)	127(56.70)	15.709	<0.001
高甘油三酯血症					
是	51(22.87)	68(30.36)	90(40.18)		
否	172(77.13)	156(69.64)	134(59.82)	0.020	0.990
低高密度脂蛋白胆固醇血症					
是	67(30.04)	66(29.46)	67(29.91)		
否	156(69.96)	158(70.54)	157(70.09)	3.731	0.155
高血糖					
是	26(11.66)	30(13.39)	40(17.86)		
否	197(88.34)	194(86.61)	184(82.14)		

续表 3 DII 与 MS 及其组分比较[n(%)]					
变量	T1 (n=223)	T2 (n=224)	T3 (n=224)	χ^2	P
腹型肥胖				0.978	0.613
是	79(35.43)	75(33.48)	85(37.95)		
否	144(64.57)	149(66.52)	139(62.05)		

2.5 DII 与 MS 风险及其组分的关联性分析 在调整了总能量摄入、性别、年龄、学历、地区、婚姻状况、职业、家庭年收入、吸烟及饮酒情况后,logistic 回归分析结果显示,T3 组的 MS 风险是 T1 组的 2.07 倍(95%CI 1.19~3.65);T3 组的高甘油三酯血症风险是 T1 组 2.10 倍(95%CI 1.24 ~ 3.55),见表 4;在调整了以上混杂因素后的限制性立方样条结果显示,DII 与 MS 患病风险呈非线性相关($P_{所有}<0.001$, $P_{非线性}<0.001$),DII 大于 3.10 时患病风险显著升高,见图 2。

表 4 DII 与 MS 及其组分的 logistic 回归				
变量	模型 A		模型 B	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
MS				
DII(T1)	1.00		1.00	
DII(T2)	0.92(0.56~1.52)	0.752	0.94(0.57~1.57)	0.821
DII(T3)	2.05(1.17~3.57)	0.012	2.07(1.19~3.65)	0.010
高血压				
DII(T1)	1.00		1.00	
DII(T2)	0.92(0.59~1.42)	0.693	0.93(0.60~1.44)	0.737
DII(T3)	0.97(0.59~1.61)	0.917	0.98(0.59~1.63)	0.934
高甘油三酯血症				
DII(T1)	1.00		1.00	
DII(T2)	1.27(0.80~2.04)	0.310	1.26(0.79~2.02)	0.327
DII(T3)	2.11(1.25~3.58)	0.006	2.10(1.24~3.55)	0.006
低高密度脂蛋白胆固醇血症				
DII(T1)	1.00		1.00	
DII(T2)	1.12(0.71~1.75)	0.628	1.13(0.72~1.77)	0.606
DII(T3)	1.46(0.87~2.46)	0.156	1.47(0.87~2.47)	0.151
高血糖				
DII(T1)	1.00		1.00	
DII(T2)	1.00(0.54~1.85)	0.994	1.01(0.54~1.87)	0.978
DII(T3)	1.34(0.67~2.65)	0.405	1.34(0.68~2.67)	0.397
腹型肥胖				
DII(T1)	1.00		1.00	
DII(T2)	1.07(0.70~1.65)	0.745	1.07(0.70~1.65)	0.759
DII(T3)	1.51(0.92~2.48)	0.103	1.50(0.91~2.46)	0.108

注:模型 A 调整了总能量摄入、性别、年龄、学历、地区、婚姻状况、职业、家庭年收入;模型 B 在模型 A 的基础上进一步调整了吸烟和饮酒状况。

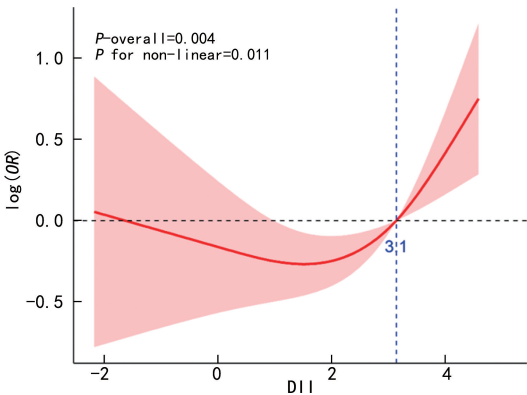


图 2 DII 与 MS 的 RCS

3 讨 论

MS 的发生发展与遗传和环境因素有关,其危险因素众多且发病机制复杂,主要与胰岛素抵抗和持续的低水平炎症密切相关^[8]。炎症反应是一个复杂的生物学过程,涉及多种促炎细胞因子,包括白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-17(IL-17)和 C 反应蛋白(CRP)。本研究结果显示,研究对象的 MS 检出率为 25.19%,低于全国水平(MS 检出率 31.1%)^[9]。DII 是一种评估膳食炎症潜力的新工具,已有研究表明,炎症标志物水平(IL-6、CRP、TNF- α)升高,与 DII 水平升高呈正相关^[10-11],表明促炎性饮食可能通过炎症介导从而使 MS 患病风险升高。故本研究利用重庆市南岸区和奉节县两个监测点 18 岁以上居民营养与健康调查数据探讨 DII 与 MS 及其组分的关联性。

多因素 logistic 回归分析结果显示,T3 组患 MS 的风险是 T1 组的 2.07 倍(95%CI 1.19 ~ 3.65),且 RCS 分析显示 DII 与 MS 之间存在非线性关系。一项针对新疆人群的研究结果显示,最高 DII 水平组 MS 的患病风险是低 DII 组的 1.29 倍(95%CI 1.082~1.551)^[12];墨西哥的一项研究显示,相较于最大抗炎组,最大促炎组 MS 患病风险更高(OR = 1.99,95%CI 1.03~3.85)^[13],这些地区的研究结果与本研究一致。DII 水平高意味着摄入了较多的促炎性食物,如精制碳水化合物、饱和脂肪酸、反式脂肪、红肉等;长期食用富含促炎成分的食物,可诱导慢性低度炎症,造成脂质代谢异常和血管功能损伤^[14]。

研究还发现,调整混杂因素后 DII 与高甘油三酯血症患病风险相关,T3 组的高甘油三酯血症风险是 T1 组的 2.10 倍(95%CI 1.24~3.55),这与 ZHAO 等^[15]的研究结果一致。可能原因为重庆居民普遍偏爱高盐高油食物,火锅是重庆地区最具代表性的饮食,其底料富含饱和脂肪酸,大量摄入饱和脂肪酸会促进促炎因子 TNF- α 和 IL 的分泌,导致慢性炎症状态^[16];此外,高盐摄入通过 IL-6、TNF- α 、IL-17 介导的促炎通路,加剧慢性炎症状态,可能增加代谢相关疾病的风险^[17]。相比之下,以食用橄榄油、蔬菜、水果、豆类、全谷物、坚果和种子为特征的地中海饮食模

式,已被证实对慢性低度炎症疾病具有保护作用^[18]。因此,推广更健康的饮食模式可能有助于改善居民的代谢健康状况。

高 DII 饮食与 MS 及其组分疾病密切相关,降低 DII 水平可能是预防 MS 的重要路径。中国居民膳食指南(2022)已强调减少饱和脂肪酸、反式脂肪、精制糖和高盐食物的摄入,并鼓励增加富含多不饱和脂肪酸(PUFA)、膳食纤维和抗氧化物质的食物^[19]。重庆地区居民的高脂高盐饮食习惯,可能使 DII 维持在较高水平,因此应采取更有针对性的干预措施降低 DII 以预防 MS,如:加强个性化营养教育、宣传推广抗炎饮食模式。未来研究可进一步探讨 DII 在不同人群(性别、年龄、城乡)中对 MS 的影响,并通过前瞻性队列研究验证饮食干预对 DII 和 MS 风险的长期影响,为精准营养策略提供科学依据。

本研究仍存在一定的局限性。首先,本研究为横断面设计,无法明确 DII 与 MS 之间的因果关系。其次,样本量相对较小,且研究对象均来自重庆市南岸区和奉节县,其饮食模式可能具有地域特征,研究结果的外推性尚需进一步验证。最后,本研究采用食物频率问卷(FFQ)收集饮食信息,可能存在回忆偏倚和测量误差。

综上所述,高 DII 水平与 MS 及其组分高甘油三酯血症的患病风险联系密切,因此,在今后 MS 防控中,应针对性地倡导减少高脂、高盐、高精制碳水摄入,增加蔬果、坚果、全谷物等抗炎食物摄入,以减轻以饮食炎症带来的 MS 负担。

参考文献

[1] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)(下)[J]. 中国实用内科杂志,2021,41(9):757-784.

[2] GRUNDY S M. Metabolic syndrome update[J]. Trends Cardio Med,2016,26(4):364-373.

[3] YAO F,BO Y,ZHAO L,et al. Prevalence and influencing factors of metabolic syndrome among adults in China from 2015 to 2017[J]. Nutrients,2021,13(12):4475.

[4] LEÓN-PEDROZA J I, GONZÁLEZ-TAPIA L A, DEL OLMO-GIL E, et al. low-grade systemic inflammation and the development of metabolic diseases:from the molecular evidence to the clinical practice[J]. Cirugiay Cirujanos,2015,83(6):543-551.

[5] NAJA F,SHIVAPPA N,NASREDDINE L,et al. Role of inflammation in the association between the western dietary pattern and metabolic syndrome among Lebanese adults[J]. Intern J Food Sci Nutr,2017,68(8):997-1004.

[6] SHIVAPPA N,STECK S E,HURLEY T G,et al. Designing and developing a literature-derived, population-based

dietary inflammatory index[J]. Public Health Nutrition, 2014,17(8):1689-1696.

[7] 中国高血压防治指南修订委员会,高血压联盟(中国),中国医疗保健国际交流促进会高血压病学分会,等. 中国高血压防治指南(2024 年修订版)[J]. 中华高血压杂志(中英文),2024,32(7):603-700.

[8] FAHED G,AOUN L,BOU ZERDAN M,et al. Metabolic syndrome: updates on pathophysiology and management in 2021[J]. Inter J MoL Sci,2022,23(2):786.

[9] 中国医师协会中西医结合医师分会内分泌与代谢病学专业委员会. 代谢综合征病证结合诊疗指南[J]. 世界中医药,2023,18(22):3157-3166.

[10] SEREMET KURKLU N,KARATAS TORUN N,OZEN KUCUKCETIN I, et al. Is there a relationship between the dietary inflammatory index and metabolic syndrome among adolescents? [J]. JPEM,2020,33(4):495-502.

[11] GALLAND L. Diet and inflammation[J]. Nutr Clin Pract,2010,25(6):634-640.

[12] 穆凯丽,阿丽亚·艾木都拉,罗涛,等. 新疆伊犁农村居民膳食炎症指数与代谢综合征及其组分间的关系研究[J]. 中国慢性病预防与控制,2022,30(11):811-815.

[13] CANTO-OSORIO F,DENOVA-GUTIERREZ E,SÁNCHEZ-ROMERO L M, et al. Dietary inflammatory index and metabolic syndrome in mexican adult population[J]. Am J Clin Nutr,2020,112(2):373-380.

[14] KHALIL M,SHANMUGAM H,ABDALLAH H,et al. The potential of the Mediterranean diet to improve mitochondrial function in experimental models of obesity and metabolic syndrome[J]. Nutrients,2022,14(15):3112.

[15] ZHAO Q,TAN X,SU Z,et al. The relationship between the dietary inflammatory index(DII) and metabolic syndrome(MetS) in middle-aged and elderly individuals in the United States[J]. Nutrients,2023,15(8):1857.

[16] YOUSSEF-ELABD E M,MCGEE K C,TRIPATHI G,et al. Acute and chronic saturated fatty acid treatment as a key instigator of the TLR-mediated inflammatory response in human adipose tissue, in vitro[J]. J Nutr Biochem,2012,23(1):39-50.

[17] TEIXEIRA D E,PERUCHETTI D B,SOUZA M C, et al. A high salt diet induces tubular damage associated with a pro-inflammatory and pro-fibrotic response in a hypertension-independent manner[J]. Biochim Biophys Acta Mol Basis Dis,2020,1866(11):165907.

[18] CASAS R,SACANELLA E,ESTRUCH R. The immune protective effect of the Mediterranean diet against chronic low-grade inflammatory diseases[J]. Endocr, Metab Immune Disor; Drug Targets,2014,14(4):245-254.

[19] 中国营养学会. 中国居民膳食指南(2022)[M]. 北京:人民卫生出版社,2022.