

[doi: 10.3969/j.issn.1006-7795.2024.03.006]

· 内分泌代谢基础研究与临床实践 ·

## 不同性别糖尿病患者饮食质量评分与全因病死率的关系

刘畅<sup>1</sup> 信中<sup>1</sup> 杨金奎<sup>1,2\*</sup>

(1. 首都医科大学附属北京同仁医院内分泌科, 北京 100730; 2. 北京市糖尿病研究所, 北京 100730)

**【摘要】 目的** 横断面研究不同性别的糖尿病患者多种饮食模式对全因死亡的影响和差异。**方法** 分析来自美国国家健康和营养检查调查(National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)数据库中20 002名参与者(3 737名糖尿病患者)。用COX比例风险回归模型分析饮食质量评分与不同性别糖尿病患者全因死亡的关系。分层分析评估其他因素是否与饮食模式评分有相互作用。**结果** 在74个月的中位随访期内,有512例死亡记录,男性311例,女性201例。饮食评分较高的糖尿病患者组对比较低组调整风险比如下:饮食炎症指数[男性:风险比(hazard ratio, HR)=1.22,  $P=0.084$ ;女性 HR=1.00,  $P=0.818$ ];地中海饮食评分(男性:HR=0.99,  $P=0.873$ ;女性 HR=0.79,  $P=0.027$ );健康饮食指数-2020(男性 HR=1.00,  $P=0.956$ ;女性 HR=0.83,  $P=0.046$ )。饮食评分对糖尿病患者死亡风险的影响是独立的,未发现饮食评分与其他变量存在内在的相互作用。**结论** 糖尿病人群中,地中海饮食和健康饮食指数-2020与女性较低的死亡风险相关,而在男性未发现明显的关联。

**【关键词】** 饮食质量评分;全因死亡;糖尿病

**【中图分类号】** R587.1 **【文献标识码】** A

## Relationship between diet quality scores and all-cause mortality in diabetic patients of different genders

Liu Chang<sup>1</sup>, Xin Zhong<sup>1</sup>, Yang Jinkui<sup>1,2\*</sup>

(1. Department of Endocrinology, Beijing Tongren Hospital, Capital Medical University, Beijing 100730, China; 2. Beijing Diabetes Research Institute, Beijing 100730, China)

**【Abstract】 Objective** To prospectively study the influence and difference of various dietary patterns on all-cause mortality in diabetes patients of different genders. **Methods** A total of 20 002 participants (3 737 patients with diabetes) from National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) were enrolled. The relationship between dietary quality score and all-cause mortality was analyzed with COX proportional hazards regression model, and whether other factors interact with dietary pattern scores was evaluated with the method of stratified analysis. **Results** During the median follow-up period of 74 months, there were 512 deaths recorded, with 311 males and 201 females. The adjusted risk ratios for high dietary quality are as follows: dietary inflammation index [male: hazard ratio(HR)=1.22,  $P=0.084$ ; female: HR=1.00,  $P=0.818$ ], mediterranean diet score (male: HR=0.99,  $P=0.873$ ; female: HR=0.79,  $P=0.027$ ), healthy diet index 2020 (male: HR=1.00,  $P=0.956$ ; female: HR=0.83,  $P=0.046$ ). The influence of diet score on the death risk of diabetes patients is independent, and no internal interaction between diet score and other variables was found. **Conclusion** In the population with diabetes, mediterranean diet and healthy diet index 2020 are associated with lower mortality risk in women, while no significant association is found in men.

**【Key words】** dietary quality score; all cause mortality; diabetes

有研究<sup>[1]</sup>表明,采用健康的生活方式与降低慢性病甚至病死率有关。2020年一项研究<sup>[2]</sup>结果显示坚持健康的生活方式(不吸烟、适当的体质指数、适度剧烈的体力活动、适度的饮酒和较高的饮食质量分数)与较长的预期寿命、减少糖尿病、心血

管疾病和癌症的风险有关。在英国成年人中,美国心脏协会生命必要8分(life's essential 8, LE8)的高分值与没有重大慢性病(心血管疾病、糖尿病、癌症和阿尔兹海默症)的较长预期寿命有关<sup>[3]</sup>。尤其对于糖尿病患者,建立积极的健康行为是实现管理目

**基金项目:**国家自然科学基金项目(81400824)。This study was supported by National Natural Science Foundation of China (81400824)。

\* Corresponding author, E-mail: yangjk@trhos.com

网络出版时间:2024-05-29 09:26 网络出版地址:https://link.cnki.net/urlid/11.3662.R.20240528.1443.008

标和最大限度提高生活质量的基础。医学营养治疗和常规体力活动对糖尿病患者是必不可少的<sup>[4]</sup>。

饮食提供能量和必要的营养底物,对健康起着重要作用<sup>[1]</sup>。多项营养相关研究<sup>[5-6]</sup>显示,一些饮食模式而不是单一的营养素或食物与健康结果有关。膳食炎症指数(dietary inflammatory index,DII)是一种以人群为基础的工具,可以根据不同食物参数对6种炎症标志物的影响来评估膳食炎症。DII越高,患阿尔茨海默症和其他非传染性慢性病的风险越高<sup>[5-6]</sup>。健康饮食指数-2015(healthy eating index-2015,HEI-2015)评估是建议增加水果和全谷物的摄入量可以预防心血管疾病和肥胖<sup>[7]</sup>。预防高血压的饮食方法(dietary approach to stop hypertension,DASH)强调高摄入量的矿物质,如钾、钙、镁,以及蛋白质和膳食纤维,在高血压和血脂异常的管理方面显示出显著的疗效<sup>[8-9]</sup>。地中海饮食模式富含单不饱和和多不饱和脂肪酸以及长链脂肪酸,如鱼和坚果,美国糖尿病协会建议地中海饮食以减少糖尿病患者的心血管疾病风险<sup>[4]</sup>。运动作为许多慢性疾病的预防策略发挥着重要作用,包括糖尿病、肥胖症和提高生活质量;以及降低病死率<sup>[10]</sup>。有证据<sup>[9]</sup>表明,在DASH饮食中加入锻炼会进一步降低血压和改善血管功能。然而,不同性别糖尿病患者的多种饮食模式与糖尿病全因死亡的影响差异仍不清楚。

本研究使用来自美国国家健康和营养检查调查(National Health and Nutrition Examination Survey,NHANES)数据库中的具有全国代表性的样本数据,全面比较了不同性别糖尿病患者不同饮食质量分数与全因病死率之间的关系。

## 1 对象与方法

### 1.1 研究对象

这项前瞻性队列研究的数据源数据来自NHANES,这是一项由美国疾病控制和预防中心的国家卫生统计中心进行的调查,旨在使用多阶段、分层、聚类的概率设计评估具有全国代表性的美国平民人口样本的健康和营养状况。调查包括问卷访谈、实验室测试和体格检查。本研究综合了2007-2018年NHANES连续数据集( $n=44\,279$ )。NHANES研究方案得到了美国国家健康统计中心(National Center for Health Statistics,NCHS)伦理审查委员会的批准,并获得了所有参与者的书面知情

同意<sup>[11-12]</sup>。

这项研究的参与者,从1999-2018年,其中可用于计算DII、地中海饮食评分(mediterranean diet score,MED)、HEI-2020和预防高血压的饮食方法指数(dietary approaches to prevent hypertension index,DASHI)的营养数据是在2007-2018年间,因此NHANES合并数据共44 279例。截至2019年12月31日,通过与全国死亡指数(national death index,NDI)关联确定全死因死亡病例。其中有死亡数据的有24 277名受试者,而不符合条件或无死亡结果,或年龄小于30岁或大于75岁的参与者被排除。3 737名糖尿病患者被纳入分析。糖尿病的诊断依据为:医生自行诊断或/和使用胰岛素或口服降血糖药物或/和空腹血糖 $\geq 7.0$  mmol/L或/和口服糖耐量试验后2 h血糖 $\geq 11.1$  mmol/L或/和糖化血红蛋白 $\geq 6.5\%$ 的人群。

### 1.2 饮食质量评分计算方法

饮食质量评分计算使用软件包(<https://github.com/jamesjiadazhan/dietaryindex>)<sup>[13]</sup>。流行病学和临床研究中用于标准化饮食模式分析的R软件包DietaryIndex计算饮食质量评分,包括DII、MED、HEI-2020和DASH。Dietaryindex提供了直接引用公共数据集和工具的一步函数,包括NHANES。

### 1.3 资料收集

研究变量人口统计信息包括年龄、性别、种族或民族、教育程度、婚姻状况、家庭收入与贫困比率(household income-to-poverty ratio,PIR)分为 $\leq 1$ ,  $1 < \text{PIR} \leq 3$ ,  $> 3$ 三组,分值越大收入越高、生活中是否至少吸烟100支、过去12个月是否经常饮酒。体力活动(physical activity,PA)被定义为连续至少10 min参与剧烈运动、健身或娱乐活动,如跑步或篮球等导致呼吸或心率大幅增加的活动,不包括工作和交通活动。体质量指数(body mass index,BMI)( $\text{kg}/\text{m}^2$ )的计算方法是体重(kg)除以身高的平方( $\text{m}^2$ )。从数据库中提取每日能量摄入量、高血压、高脂血症病史、糖化血红蛋白和糖尿病病程。数据收集的详细过程可在NHANES网站上查阅。

### 1.4 经济学方法

统计分析根据NHANES分析指南,所有分析都使用抽样权重来解释复杂的NHANES调查设计。计算2007-2008、2009-2010、2011-2012、2013-2014、2015-2016和2017-2018年估计的12年权重的方法是将两年的权重除以6。使用STATA软件(版本14,

2021 年 6 月; STATA/MP 17.0, 美国) 和 R Studio 2022. 07. 1( 2009–2022 年 RStudio, PBC) 进行统计分析。 $P<0.05$ ( 双尾) 被认为具有统计学意义。连续变量用均值±标准误表示, 组间比较采用单因素方差分析。分类变量数据用例数(%) 表示, 组间比较采用 Rao-Scott 卡方检验。

COX 比例风险模型用于将饮食质量评分与参与者中的全因病死率关联。COX 回归模型 1 根据年龄、性别和种族进行了调整, 模型 2 根据年龄、性别、种族、BMI、PIR、教育水平、吸烟、饮酒、婚姻状况、全天总能量、高血压、高脂血症和糖尿病病程( 针对糖尿病参与者) 进行了调整。混杂变量的选择基于三个标准: 临床相关性, 单变量分析中  $P<0.05$ , 以及是否有足够的事件数据来构建稳健的回归模型。最后, 根据年龄、性别、高血压、高脂血症、教育程度、是否吸烟、PIR、体力活动、BMI、是否高血压病史、是否高脂血症病史和糖尿病病程( 年数)。引入乘法交互作用, 以确定膳食质量评分( DII、MED、HEI-2020 和

DASHI) 与上述潜在因素是否与全因死亡之间的相关性。

2 结果

2.1 基本资料

研究人群中 3 737 例糖尿病患者的平均年龄为( 59±11) 岁( 男性占 51. 22%)。糖尿病患者的中位随访时间为 74 个月。2019 年 12 月 31 日人口普查日, 糖尿病死亡 512 例( 13. 70%)。已经死亡的糖尿病患者表现出了某些明显的特征, 他们通常年龄较大, 更多的是墨西哥裔美国人, 非西班牙裔白人和黑人较少, 教育程度较低, 已婚人数较少, PIR 较低, 吸烟较多, 参与运动较少, 有高血压病史的人数较多。此外, 糖尿病患者更多的是男性, 摄入的能量更少, 糖化血红蛋白更高, 糖尿病病程更长。值得注意的是, 在糖尿病患者的饮食评分 DII 和 MED, 观察到死亡和活着的参与者差异有统计学意义(  $P<0.001$ ), 详见表 1。

表 1 参加者的基本资料  
Tab. 1 Basic characteristics of participants

[  $n(\%)$ ,  $\bar{x}\pm s$  ]

Variable	Male ( $n=1\ 914$ )			Female ( $n=1\ 823$ )		
	Survival( $n=1\ 603$ )	Death ( $n=311$ )	$P$	Survival( $n=1\ 622$ )	Death ( $n=201$ )	$P$
Age /a	57. 27±0. 40	63. 23±0. 65	<0. 001 *	56. 59±0. 36	63. 67±0. 71	<0. 001 *
Race						
Mexican American	547( 65. 91)	146( 69. 48)	0. 37	451( 55. 80)	87( 69. 53)	0. 001 *
Other Hispanics	399( 11. 98)	86( 13. 66)		468( 17. 98)	64( 17. 45)	
Non-Hispanic whites	286( 9. 04)	39( 6. 66)		328( 11. 30)	23( 5. 35)	
Non-Hispanic black	183( 5. 54)	25( 3. 45)		214( 6. 84)	17( 2. 43)	
Other races	188( 7. 53)	15( 6. 76)		161( 8. 08)	10( 5. 24)	
Education level						
High school or below	434( 16. 53)	127( 32. 19)	<0. 001 *	502( 21. 23)	82( 31. 98)	0. 04 *
High school or technical secondary school	377( 24. 72)	78( 27. 29)		379( 25. 89)	50( 26. 11)	
University	442( 30. 00)	66( 24. 30)		496( 33. 73)	55( 32. 09)	
Postgraduate	347( 28. 75)	40( 16. 22)		243( 19. 15)	13( 9. 81)	
Marital status						
Married	1 097( 70. 38)	175( 58. 78)	0. 01 *	795( 54. 49)	73( 42. 97)	<0. 001 *
Widowed	77( 5. 23)	17( 7. 12)		67( 4. 76)	4( 2. 01)	
Divorced	184( 11. 47)	54( 14. 90)		269( 16. 39)	36( 16. 45)	
Separated	53( 2. 26)	8( 1. 57)		90( 3. 66)	18( 7. 29)	
Unmarried	53( 2. 24)	22( 5. 60)		219( 10. 84)	55( 25. 11)	
Have a partner	138( 8. 43)	34( 12. 02)		180( 9. 85)	15( 6. 17)	
Household income to poverty ratio						
>1	288( 11. 94)	73( 19. 84)	<0. 001 *	389( 18. 11)	63( 27. 11)	<0. 001 *
1 to 3	590( 32. 64)	159( 51. 04)		663( 42. 10)	98( 50. 30)	
≥3	579( 55. 42)	56( 29. 13)		418( 39. 79)	26( 22. 59)	
Smoking	916( 56. 57)	230( 73. 00)	<0. 001 *	622( 42. 61)	112( 61. 05)	0. 002 *
Drinking	989( 84. 29)	234( 80. 22)	0. 22	615( 56. 66)	96( 57. 03)	0. 93

续表

Variable	Male (n=1 914)			Female (n=1 823)		
	Survival (n=1 603)	Death (n=311)	P	Survival (n=1 622)	Death (n=201)	P
Physical activities	216(14.33)	16(3.74)	<0.001 *	109(7.35)	3(0.97)	<0.001 *
Hypertension	1 001(62.57)	233(74.24)	0.02 *	1 074(64.66)	167(81.73)	<0.001 *
Hyperlipidemia	918(62.78)	201(65.16)	0.52	955(62.99)	114(63.56)	0.91
BMI/(kg·m <sup>-2</sup> )	32.60±0.31	32.92±0.61	0.61	35.11±0.27	34.85±0.83	0.76
Glycated hemoglobin/%	7.34±0.06	7.41±0.14	0.65	7.23±0.05	7.23±0.12	0.97
Energy intake/kcal	2 273.18±29.68	2 040.44±61.81	0.001 *	1 693.90±27.00	1 484.96±51.78	<0.001 *
DII	1.12±0.06	1.69±0.13	<0.001 *	1.99±0.06	2.33±0.13	0.04 *
MED	5.63±0.03	5.49±0.08	0.1	5.71±0.04	5.58±0.08	0.14
HEI-2020	50.94±0.42	49.69±0.80	0.19	51.98±0.42	50.87±0.93	0.28
DASHI	3.33±0.04	3.28±0.07	0.57	3.54±0.04	3.65±0.13	0.41

\* P<0.05. BMI: body mass index; DII: dietary inflammation index; MED: mediterranean diet score; HEI-2020: healthy eating index-2020; DASHI: dietary approaches to prevent hypertension index.

2.2 不同性别人群中不同饮食评分与全因死亡的关系

在充分调整了年龄、性别、种族、BMI、PIR、教育程度、吸烟、饮酒、婚姻状况、每日能量摄入、高血压、高脂血症和糖尿病病程后,较低的 MED 及 HEI-2020 评分与糖尿病女性患者死亡风险的增加显著相关,详见表 2。

2.3 分层分析不同饮食评分与全因死亡的关系

按年龄、性别、BMI、PIR、受教育程度、吸烟、

高血压、高脂血症和糖尿病病程进行分层分析。结果一致表明,更高的饮食质量分数与所有亚组中较低的死亡风险相关(表 3)。值得注意的是,在性别分层分析中,较高的 MED 饮食评分对女性的影响更大。此外,在 BMI 分层分析中,较高的 MED 和 HEI-2020 饮食评分对较低的 BMI 有更大的影响。然而,饮食质量得分与年龄、教育水平、PIR、吸烟、高血压和糖尿病病程之间没有显著的交互作用。

表 2 参与者饮食质量评分与全因死亡率的关联  
Tab.2 Association of diet quality scores with all-cause mortality by sex

Variable	Model 1		Model 2	
	HR(95%CI)	P	HR(95%CI)	P
DII				
Total	1.23(1.13-1.36)	<0.001	1.14(0.99-1.31)	0.073
Male	1.37(1.18-1.60)	<0.001	1.220(0.974-1.529)	0.084
Female	1.17(0.98-1.39)	0.078	0.966(0.725-1.289)	0.818
MED				
Total	0.81(0.71-0.91)	0.001	0.87(0.74-1.02)	0.084
Male	0.88(0.77-1.01)	0.07	0.986(0.835-1.166)	0.873
Female	0.85(0.73-0.99)	0.035 *	0.785(0.633-0.972)	0.027 *
HEI-2020				
Total	0.98(0.97-0.99)	<0.001 *	0.98(0.97-1.00)	0.030 *
Male	0.86(0.76-0.97)	0.015 *	1.004(0.864-1.167)	0.956
Female	0.81(0.68-0.97)	0.021 *	0.825(0.683-0.997)	0.046 *
DASHI				
Total	0.94(0.85-1.04)	0.247	0.93(0.83-1.05)	0.260
Male	0.93(0.81-1.07)	0.315	0.979(0.827-1.159)	0.805
Female	0.97(0.81-1.16)	0.772	0.926(0.756-1.134)	0.460

Model 1 adjusted for age, sex, and race. Group 2 was adjusted for age, sex, race, BMI, PIR, education level, daily smoking, drinking status, marital status, energy, hypertension diagnosis, hyperlipidemia, and diabetes duration. \* P<0.05. DII: dietary inflammation index; PIR: household income-to-poverty ratio; DII: dietary inflammatory index; MED: mediterranean diet score; HEI-2020: healthy eating index-2020; DASHI: dietary approaches to prevent hypertension index.



表 3 HEI-2020 水平与参与者全因之间关联的分层分析  
Tab. 3 Stratified analysis of the association between HEI-2020 levels and all-cause mortality

Variable	Male			Female		
	HR (95%CI)	P	Interaction P	HR (95%CI)	P	Interaction P
Age/a			0. 971			0. 407
≤45	0. 979(0. 930–1. 031)	0. 417		1. 002(0. 958–1. 048)	0. 929	
>45	0. 986(0. 973–1. 000)	0. 054		0. 982(0. 965–0. 999)	0. 035 *	
Education level			0. 78			0. 752
High school or below	0. 992(0. 970–1. 015)	0. 499		0. 976(0. 950–1. 002)	0. 069	
High school or technical secondary school	0. 997(0. 976–1. 017)	0. 754		1. 018(0. 984–1. 053)	0. 304	
University	0. 986(0. 954–1. 019)	0. 414		0. 970(0. 945–0. 995)	0. 018 *	
Postgraduate	1. 000(0. 973–1. 029)	0. 987		1. 011(0. 968–1. 055)	0. 626	
Household income to poverty ratio (%)			0. 117			0. 849
>1	0. 975(0. 949–1. 001)	0. 058		0. 992(0. 956–1. 030)	0. 687	
1 to 3	0. 994(0. 981–1. 007)	0. 358		0. 980(0. 959–1. 001)	0. 064	
≥3	1. 012(0. 987–1. 036)	0. 354		0. 992(0. 963–1. 022)	0. 613	
Smoking			0. 751			0. 45
No	0. 993(0. 973–1. 014)	0. 513		0. 999(0. 980–1. 017)	0. 884	
Yes	0. 989(0. 974–1. 005)	0. 186		0. 986(0. 960–1. 013)	0. 310	
BMI(kg·m <sup>-2</sup> )			0. 322			0. 897
≤25	0. 956(0. 930–0. 983)	0. 002		0. 980(0. 941–1. 020)	0. 324	
>30	1. 010(0. 987–1. 035)	0. 388		0. 996(0. 971–1. 022)	0. 756	
>25 & <30	0. 990(0. 973–1. 008)	0. 275		0. 988(0. 966–1. 010)	0. 278	
Hypertension			0. 53			0. 19
No	0. 985(0. 963–1. 007)	0. 187		1. 014(0. 974–1. 056)	0. 500	
Yes	0. 992(0. 978–1. 007)	0. 278		0. 983(0. 966–1. 000)	0. 056	
Hyperlipidemia			0. 231			0. 998
No	0. 983(0. 962–1. 004)	0. 109		0. 987(0. 965–1. 009)	0. 246	
Yes	0. 998(0. 983–1. 014)	0. 835		0. 987(0. 965–1. 010)	0. 269	
Diabetes duration/a			0. 223			0. 383
≤3	0. 999(0. 976–1. 023)	0. 958		0. 992(0. 966–1. 019)	0. 566	
≥10	0. 994(0. 968–1. 020)	0. 639		1. 010(0. 977–1. 044)	0. 574	
3–10	0. 979(0. 959–1. 000)	0. 048 *		0. 976(0. 951–1. 001)	0. 062	

\* P<0. 05;MBI;body mass index;HEI-2020; healthy eating index-2020.

3 讨论

本研究比较了饮食质量评分和不同性别糖尿病患者死亡风险的相关性,这在以往的研究中罕见报道。女性糖尿病患者高饮食质量评分(MED 和 HEI-2020)本身与较低的病死率相关。然而,在男性患者中没有观察到这种联系。这些相关性是在代表美国人群的样本中发现的,即使在调整了吸烟、高血压和高脂血症等多种传统风险因素后,这些相关性仍然显著。

饮食是保持最佳健康的基石<sup>[14]</sup>。有证据<sup>[15]</sup>表明,健康饮食对普通民众的健康有益。对包括 1 670 179 名参与者的队列研究进行的 Meta 分析<sup>[16]</sup>表明,HEI 和 DASHI 得分高的饮食与全因病死率、心血管疾病、癌症和 2 型糖尿病的风险显著降低相关。本研

究显示,在女性糖尿病患者中高饮食质量评分(MED 和 HEI-2020)本身就与较低的病死率相关。此发现与之前使用 HEI-2015、替代地中海饮食(alternate mediterranean diet, AMED)、健康植物性饮食指数(healthful plant-based diet index, HPDI)和替代健康饮食指数(alternate healthy eating index, AHEI)进行的流行病学研究一致,HEI-2015 和 AHEI 的病死率比 AMED 和 HPDI 高<sup>[14]</sup>。在动脉粥样硬化风险联盟(atherosclerosis risk in communities, ARIC)研究的另一项分析中,观察到了 HEI-2015 与心血管事件、心血管病死率和全因病死率的关联,而与 AMED 和 DASH 的关联大体上是一致的,并且略弱<sup>[17]</sup>。虽然 MED、DASH 和 HEI 表现出一定程度的一致性,但由于评分标准和每个饮食评分中某些特定食物成分的不同,它们并不完全相同<sup>[15]</sup>。

对于糖尿病患者,尽管美国糖尿病协会糖尿病护理标准-2024 推荐地中海饮食以降低心血管疾病风险和改善糖代谢<sup>[4]</sup>,本研究结果显示地中海饮食在女性糖尿病患者中有更大的保护作用,可以显著降低死亡风险,而在男性中没有看到显著差异。在总糖尿病患者和女性患者中 HEI-2020 高可以显著降低死亡风险,而在男性患者中没有显著差异。关于坚持 HEI 饮食模式与全因病死率之间关系的研究有限,尤其是在糖尿病患者中。一项研究<sup>[18]</sup>表明,在糖尿病患者中,更多地坚持 HEI 与心血管疾病的风险因素减低有关(血浆致动脉粥样硬化指数和身体圆度指数的概率降低约 50%)。1999-2014 年的一项基于 NHANES 数据的研究<sup>[15]</sup>显示,在糖尿病前期患者中,AMED、DASH 和 HEI-2015 得分较高的饮食与心脏代谢因素的改善和较低的全因病死率相关。然而,在 ARIC 研究<sup>[19]</sup>中,使用 HEI-2015 评估的较高饮食质量与较低的心血管疾病风险密切相关,但与美国中年人群的糖尿病风险无关。

DII 进行评分是根据不同饮食成分与 6 种炎症标志物(C-反应蛋白、白细胞介素 6/1 $\beta$ /4/10、肿瘤坏死因子- $\alpha$ )之间相关性的重要性。DII 根据个人的炎症潜能对个人的饮食进行分类,从最大的促炎到最大的抗炎,因此 DII 评分越高,表明饮食越促炎<sup>[20]</sup>。在前列腺癌、肺癌、结直肠癌和卵巢癌筛查试验<sup>[21]</sup>中,能量调整后的 DII 与心血管疾病病死率(HR=1.30, 95%CI:1.20-1.41)和癌症病死率(HR=1.14, 95%CI:1.06-1.24)有统计学关系。Meta 分析<sup>[20]</sup>显示, DII 评分每增加 1 分,心血管疾病风险和病死率增加 8%。其他研究<sup>[22-23]</sup>还显示, DII 与肥胖和 2 型糖尿病风险增加有关。基于 NHANES 数据的一项研究<sup>[24]</sup>显示, DII 与糖尿病有显著的相关性,当糖化血红蛋白>9%时, DII 的相关性更强,这表明 DII 是糖尿病患者管理的一种工具。另一项研究<sup>[25]</sup>表明, DII 不仅与糖尿病患病率呈正相关(OR=1.05, 95%CI:1.01-1.09),而且还增加了糖尿病患者的死亡风险(HR=1.71, 95%CI:1.13-2.58)。但在本研究中抗炎饮食并未发现与不同性别糖尿病患者死亡风险间有关联。

本文仍有一定的局限性:①由于使用 24 h 饮食回忆数据来计算四种饮食分数,因此测量误差是不可避免的。②饮食质量评分仅在基线时评估,无法解释在随访期内的变化。③由于观察性研究设计,不能确

定饮食质量与病死率之间的因果关系。④虽然控制了许多可能的混杂因素,如年龄、BMI、吸烟、高血压和糖尿病病程,但研究结果可能受到其他混杂因素的影响,这些混杂因素没有得到控制。⑤在本研究中,不能区分糖尿病的类型。

总而言之,本研究显示,对于糖尿病患者,高饮食质量本身就与较低的死亡风险有关。而这种相关在女性患者中表现得更为显著,地中海饮食评分及健康饮食指数的升高对女性糖尿病患者的病死率具有更强的保护作用。不同性别糖尿病人群应用不同的饮食类型影响糖尿病患者的病死率的具体机制还需要进一步的研究。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突。

**作者贡献声明** 刘畅:整理分析数据;信中:实施实验,分析数据及撰写论文;杨金奎:提出研究思路,设计研究方案。

## 参考文献

- [1] Shang X W, Liu J H, Zhu Z T, et al. Healthy dietary patterns and the risk of individual chronic diseases in community-dwelling adults [J]. *Nat Commun*, 2023, 14(1): 6704.
- [2] Li Y, Schoufour J, Wang D D, et al. Healthy lifestyle and life expectancy free of cancer, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: prospective cohort study [J]. *BMJ*, 2020, 368: 16669.
- [3] Wang X, Ma H, Li X, et al. Association of cardiovascular health with life expectancy free of cardiovascular disease, diabetes, cancer, and dementia in UK adults [J]. *JAMA Intern Med*, 2023, 183(4): 340-349.
- [4] ElSayed N A, Aleppo G, Aroda V R, et al. Facilitating positive health behaviors and well-being to improve health outcomes: standards of care in diabetes-2023 [J]. *Diabetes Care*, 2023, 46: S68-S96.
- [5] National Advisory Committee on Microbiological Criteria in Foods (NACMCF). Response to questions posed by the food safety and inspection service: enhancing salmonella control in poultry products [J]. *J Food Prot*, 2024, 87(2): 100168.
- [6] Kant A K. Dietary patterns and health outcomes [J]. *J Am Diet Assoc*, 2004, 104(4): 615-635.
- [7] Ahmadijoo P, Eftekhari M H, Masoumi S J, et al. The possible relationship between the healthy eating index-2015 and the 10-year risk of cardiovascular diseases [J].

- BMC Nutr, 2023, 9(1): 76.
- [8] Onwuzo C, Olukorode J O, Omokore O A, et al. DASH Diet: a review of its scientifically proven hypertension reduction and health benefits[J]. Cureus, 2023, 15(9): e44692.
- [9] Blumenthal J A, Babyak M A, Hinderliter A, et al. Effects of the DASH diet alone and in combination with exercise and weight loss on blood pressure and cardiovascular biomarkers in men and women with high blood pressure: the ENCORE study [J]. Arch Intern Med, 2010, 170(2): 126–135.
- [10] Izquierdo M, Merchant R A, Morley J E, et al. International exercise recommendations in older adults (ICF-SR): expert consensus guidelines [J]. J Nutr Health Aging, 2021, 25(7): 824–853.
- [11] Anon. Plan and operation of the third national health and nutrition examination survey, 1988–94 [J]. Vital Health Stat 1, 1994(32): 1–407.
- [12] Zipf G, Chiappa M, Porter K S, et al. National health and nutrition examination survey: plan and operations, 1999–2010[J]. Vital Health Stat 1, 2013(56): 1–37.
- [13] Zhan J J. Dietaryindex: a user-friendly and versatile R package for standardizing dietary pattern analysis in epidemiological and clinical studies [Z/OL]. BioRxiv: Preprint, 2023: 548466 [2024-02-21]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37609152/>.
- [14] Shan Z L, Wang F L, Li Y P, et al. Healthy eating patterns and risk of total and cause-specific mortality [J]. JAMA Intern Med, 2023, 183(2): 142–153.
- [15] Li L, Wan Z Z, Geng T T, et al. Associations of healthy dietary patterns with mortality among people with prediabetes [J]. Eur J Nutr, 2023, 62(3): 1377–1387.
- [16] Morze J, Danielewicz A, Hoffmann G, et al. Diet quality as assessed by the healthy eating index, alternate healthy eating index, dietary approaches to stop hypertension score, and health outcomes: a second update of a systematic review and meta-analysis of cohort studies [J]. J Acad Nutr Diet, 2020, 120(12): 1998–2031. e15.
- [17] Hu E A, Steffen L M, Coresh J, et al. Adherence to the healthy eating index-2015 and other dietary patterns may reduce risk of cardiovascular disease, cardiovascular mortality, and all-cause mortality [J]. J Nutr, 2020, 150(2): 312–321.
- [18] Zeinalabedini M, Nasli-Esfahani E, Esmailzadeh A, et al. How is healthy eating index-2015 related to risk factors for cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes [J]. Front Nutr, 2023, 10: 1201010.
- [19] Xu Z, Steffen L M, Selvin E, et al. Diet quality, change in diet quality and risk of incident CVD and diabetes [J]. Public Health Nutr, 2020, 23(2): 329–338.
- [20] Shivappa N, Godos J, Hébert J R, et al. Dietary inflammatory index and cardiovascular risk and mortality—a meta-analysis [J]. Nutrients, 2018, 10(2): 200.
- [21] Liang Z, Feng Y F, Shivappa N, et al. Dietary inflammatory index and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: a prospective study [J]. Cancers (Basel), 2022, 14(19): 4609.
- [22] Hariharan R, Odjidja E N, Scott D, et al. The dietary inflammatory index, obesity, type 2 diabetes, and cardiovascular risk factors and diseases [J]. Obes Rev, 2022, 23(1): e13349.
- [23] Motamedi A, Askari M, Mozaffari H, et al. Dietary inflammatory index in relation to type 2 diabetes: a Meta-analysis [J]. Int J Clin Pract, 2022, 2022: 9953115.
- [24] King D E, Xiang J. The dietary inflammatory index is associated with diabetes severity [J]. J Am Board Fam Med, 2019, 32(6): 801–806.
- [25] Tan J X, Liu N Z, Sun P Y, et al. A proinflammatory diet may increase mortality risk in patients with diabetes mellitus [J]. Nutrients, 2022, 14(10): 2011.

(收稿日期:2024-03-04)

编辑 庄颖