

# 新鲜水果摄入与 2 型糖尿病患者血糖控制关系的研究

苏健<sup>1</sup> 覃玉<sup>1</sup> 潘晓群<sup>1</sup> 沈冲<sup>2</sup> 高艳<sup>3</sup> 潘恩春<sup>4</sup> 张永青<sup>1</sup> 周金意<sup>1</sup> 武鸣<sup>1</sup>

<sup>1</sup>江苏省疾病预防控制中心,南京 210009; <sup>2</sup>南京医科大学公共卫生学院 211166; <sup>3</sup>苏州市疾病预防控制中心 215004; <sup>4</sup>淮安市疾病预防控制中心 223001

通信作者:武鸣, Email:jswuming@vip.sina.com

**【摘要】** 目的 探讨 2 型糖尿病(T2DM)患者新鲜水果摄入与血糖控制状况的关系。方法 2013 年 12 月至 2014 年 1 月,采用整群随机抽样方法,对江苏省常熟市、淮安市原清河区 and 淮安纳入基本公共卫生服务管理的 19 473 名 T2DM 患者进行流行病学调查。联合 FPG 和糖化血红蛋白(HbA1c)两项指标评价血糖控制状况。采用多元 logistic 回归模型分析新鲜水果摄入与血糖控制状况的关系。结果 62.4%的 T2DM 患者食用新鲜水果,随着每周新鲜水果摄入频率和每天新鲜水果摄入量的增加,T2DM 患者 FPG 和 HbA1c 水平均呈现下降趋势。与不吃新鲜水果者相比,新鲜水果摄入频率 1~4 次/周和  $\geq 5$  次/周者血糖控制差的风险分别降低 20% ( $OR=0.80, 95\%CI: 0.73 \sim 0.87$ ) 和 30% ( $OR=0.70, 95\%CI: 0.62 \sim 0.80$ ),摄入新鲜水果 50~99 g/d 和  $\geq 100$  g/d 者血糖控制差的风险均显著降低, $OR$  值(95% $CI$ )分别为 0.71(0.62~0.83)和 0.68(0.59~0.78)。结论 新鲜水果摄入与 T2DM 患者血糖控制状况有统计学关联,随着新鲜水果摄入频率和摄入量的增加,T2DM 患者 FPG、HbA1c 水平均呈现下降趋势,有助于其血糖控制。

**【关键词】** 糖尿病, 2 型; 新鲜水果; 血糖控制

**基金项目:**江苏省医学领军人才和创新团队项目(K201105); 国家自然科学基金(81602919); 江苏省第四期“333 工程”科研项目(BRA2013107); 江苏省卫生和计划生育委员会科研课题(P2017002); 科教强业工程青年人才(JKRC2016007)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.06.011

**Association between fresh fruit consumption and glycemic control in patients with type 2 diabetes**  
Su Jian<sup>1</sup>, Qin Yu<sup>1</sup>, Pan Xiaojun<sup>1</sup>, Shen Chong<sup>2</sup>, Gao Yan<sup>3</sup>, Pan Enchun<sup>4</sup>, Zhang Yongqing<sup>1</sup>, Zhou Jinyi<sup>1</sup>, Wu Ming<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing 210009, China; <sup>2</sup>School of Public Health, Nanjing Medical University, Nanjing 211166, China; <sup>3</sup>Suzhou City Center for Disease Control and Prevention, Suzhou 215004, China; <sup>4</sup>Huai'an City Center for Disease Control and Prevention of Jiangsu Province, Huai'an 223001, China

Corresponding author: Wu Ming, Email: jswuming@vip.sina.com

**【Abstract】** **Objective** To investigate the association between fresh fruit consumption and status of glycemic control, among patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** Using the stratified cluster sampling method, a cross-sectional study was conducted among 19 473 diabetic patients who were under the Disease Management Program related to the National Basic Public Health Service in Changshu county, Huai'an and Qinghe districts of Huai'an city from December 2013 to January 2014, under the combination of fasting plasma glucose (FPG) and haemoglobin A1c (HbA1c) methods, the glycemic control status in T2DM patients was assessed. Multiple logistic regression method was used to explore the relationship between fresh fruit consumption and status of glycemic control among T2DM patients. **Results** 62.4% of the T2DM patients reported their amount of fruits intake in the past year. Both the levels of FPG and HbA1c decreased in T2DM patients, when the frequency and amount of fresh fruit consumption were increasing. Compared with patients who did not take fresh fruits, the risk of poor glycemic control in patients with fresh fruit consumption of 1-4 times/week and  $\geq 5$  times/week decreased 20% ( $OR=0.80, 95\%CI: 0.73-0.87$ ) and 30% ( $OR=0.70, 95\%CI: 0.62-0.80$ ), respectively. Patients with fruit consumption of 50-99 g/day and  $\geq 100$  g/day had lower risk of poor glycemic control, with  $ORs$  (95% $CI$ ) as 0.71 (95% $CI: 0.62-0.83$ ) and 0.68 (95% $CI: 0.59-$

0.78), respectively. **Conclusions** The association of fresh fruit intake and glycemic control was statistically significant in patients with type 2 diabetes. With the increase of frequencies and amounts of fresh fruit consumption, the levels of FPG and HbA1c showed a decreasing trend. Our findings suggested that fresh fruit intake seemed helpful for glycemic control.

**【Key words】** Diabetes, type 2; Fresh fruit; Glycemic control

**Fund programs:** Medical Leading Talent and Innovation Team Program of Jiangsu Province (K201105); National Natural Science Foundation of China (81602919); Scientific Program of Jiangsu Provincial Fourth "333 Project" (BRA2013107); Scientific Research Program of Health and Family Planning Commission of Jiangsu Province (P2017002); Science and Education Strong Industry Engineering Young Talents (JKRC2016007)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.06.011

新鲜水果中含有丰富的膳食纤维,以及多种植物化学物,具有抗氧化能力,可对健康产生积极的影响<sup>[1]</sup>,增加新鲜水果摄入已被推荐为预防心血管疾病和消化道肿瘤的措施<sup>[2-4]</sup>。近年来,新鲜水果摄入对2型糖尿病(type 2 diabetes mellitus, T2DM)的影响日益受到学者关注。Muraki等<sup>[5]</sup>对3项前瞻性队列研究综合分析发现,每周摄入3份新鲜水果可降低T2DM罹患风险。Li等<sup>[6]</sup>的研究也显示,以新鲜水果最低摄入量组为参照,最高摄入量组发生T2DM的风险降低,而且新鲜水果摄入量和T2DM发病风险存在非线性关系,每天摄入量为200 g时发病风险最低。然而,在T2DM人群中,关于新鲜水果摄入与血糖控制之间的关联研究数量较少,研究结果尚不明确<sup>[7-9]</sup>。本研究通过联合FPG和糖化血红蛋白(hemoglobin A1c, HbA1c)指标,探讨新鲜水果摄入与T2DM患者血糖控制的关系,为T2DM患者科学食用新鲜水果提供参考。

## 对象与方法

1. 研究对象:2013年12月至2014年1月,采用整群随机抽样方法,在江苏省常熟市、淮安市原清河区 and 淮安区(65个乡镇/街道)抽取44个乡镇/街道,每个被抽中的乡镇/街道中登记并纳入国家基本公共卫生服务管理的T2DM患者为研究对象,共计20 340名T2DM患者参与现场调查,剔除新鲜水果摄入等关键信息以及实验室检测指标缺失者867名,最终19 473名T2DM患者纳入分析。本研究通过江苏省CDC伦理委员会审查(审批文号:2013026),所有调查对象在参与现场调查时均签署知情同意书。

2. 研究方法:采用江苏省CDC设计的“社区糖尿病综合干预及应用项目问卷”,由经过统一培训的调查员进行面对面调查,内容包括人口学特征、生活方式以及既往疾病和治疗信息等。对于新鲜水果摄入状况,首先询问调查对象是否食用新鲜水果(仅限新鲜水果,不包括加工果制品)<sup>[10]</sup>,回复食用的对象

将继续询问新鲜水果食用频率和每次食用量。调查对象在清晨空腹状态下测量身高和体重,计算 $BMI = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}(\text{m})^2$ ,并采集静脉血标本,统一送至南京金域医学检测中心检测FPG(己糖激酶法,罗氏C701生化仪)和HbA1c(高效液相色谱法,伯乐D-10糖化血红蛋白仪)。

3. 指标定义:糖尿病:参照《中国2型糖尿病防治指南(2010)》诊断标准,  $FPG \geq 7.0 \text{ mmol/L}$  或自我报告有2型糖尿病史并排除1型糖尿病<sup>[11]</sup>。血糖控制:采用FPG和HbA1c两个指标联合评价血糖控制状况,分为血糖控制好( $FPG < 7.0 \text{ mmol/L}$  且  $HbA1c < 7\%$ )、一般( $FPG < 7.0 \text{ mmol/L}$ ,  $HbA1c \geq 7.0\%$  或  $FPG \geq 7.0 \text{ mmol/L}$ ,  $HbA1c < 7\%$ ) 和差( $FPG \geq 7.0 \text{ mmol/L}$  且  $HbA1c \geq 7.0\%$ ) 3组<sup>[12]</sup>。吸烟:一生中累积吸烟量 $\geq 100$ 支者为吸烟者<sup>[13]</sup>,并根据调查时是否仍吸烟分为现在吸烟者和既往吸烟者。饮酒:平均每月饮酒 $\geq 1$ 次为饮酒者<sup>[14]</sup>,并根据调查时是否仍饮酒分为现在饮酒和既往饮酒者。BMI:参照《中国成人超重和肥胖症预防控制指南》,BMI分为 $< 24.0 \text{ kg/m}^2$ ,  $24.0 \sim 27.9 \text{ kg/m}^2$ ,  $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$  3组,分别定义为BMI正常组、超重组和肥胖组<sup>[15]</sup>。糖尿病病程:现场调查日期与首次诊断T2DM日期之间的时间长度。药物治疗:T2DM患者采用口服降糖药物和/或注射胰岛素均属接受药物治疗。新鲜水果摄入频率:根据每周新鲜水果摄入频次分为不吃新鲜水果、 $< 1$ 次/周、 $1 \sim 4$ 次/周和 $\geq 5$ 次/周,共4组。新鲜水果摄入量:根据每周新鲜水果摄入频次和每次新鲜水果摄入量计算平均每天新鲜水果摄入量,并分为不吃新鲜水果、 $< 50 \text{ g/d}$ 、 $50 \sim 99 \text{ g/d}$ 和 $\geq 100 \text{ g/d}$ ,共4组。

4. 统计学分析:采用EpiData 3.0软件建立数据库、SPSS Statistics standard网络版软件对数据进行统计分析。连续变量采用 $\bar{x} \pm s$ 描述,组间比较采用 $t$ 检验或方差分析;分类变量采用频数(百分比)描述,组间差异比较采用 $\chi^2$ 检验。建立3个多元logistic回

归模型探讨新鲜水果摄入与T2DM患者血糖控制关系,模型1校正性别和年龄,模型2校正性别、年龄、文化程度、家庭年收入、病程和药物治疗,模型3在模型2基础上校正吸烟、饮酒、身体活动和BMI,计算OR值及其95%CI。所有检验为双侧检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

### 结 果

1. 基本情况:19 473名T2DM患者中,男性7 644名(39.3%),女性11 829名(60.7%),年龄(62.88 ± 9.87)岁。文化程度以小学以下为主(55.0%),初中以上占9.3%。44.7%的患者家庭年收入在4万~10万元。T2DM患者中,病程<2年和≥10年的比例分别为21.5%和23.5%,78.2%的患者接

受药物治疗,吸烟率、饮酒率、超重率和肥胖率分别为27.8%、21.9%、44.0%和20.1%。

2. 新鲜水果摄入状况:T2DM患者中,62.4%的患者食用新鲜水果,其中新鲜水果食用频率<1、1~4和≥5次/周的比例分别占11.3%、35.6%和15.5%,新鲜水果摄入量<50、50~99和≥100 g/d的比例分别占45.0%、8.4%和8.9%。性别、年龄、文化程度、家庭年收入、病程、药物治疗、吸烟和饮酒在不同新鲜水果摄入状况(包括摄入频率和摄入量)的调查对象中构成比差异有统计学意义(均 $P < 0.05$ ),不同新鲜水果摄入状况(包括摄入频率和摄入量)的调查对象BMI构成比差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表1。

3. 血糖控制情况:根据新鲜水果摄入频率分为

表1 不同新鲜水果摄入状况的调查对象分布特征

特 征	不吃新鲜水果	新鲜水果摄入频率(次/周)			$\chi^2$ 值	P值	新鲜水果摄入量(g/d)			$\chi^2$ 值	P值
		<1	1~4	≥5			<50	50~99	≥100		
性别					40.770	<0.001				49.576	<0.001
男	2 957(40.4)	777(35.3)	2 619(37.8)	1 291(42.8)			3 226(36.8)	690(42.0)	771(44.3)		
女	4 369(59.6)	1 425(64.7)	4 312(62.2)	1 723(57.2)			5 538(63.2)	953(58.0)	969(55.7)		
年龄组(岁)					36.016	<0.001				50.857	<0.001
<50	671(9.2)	188(8.5)	708(10.2)	329(10.9)			825(9.4)	182(11.1)	218(12.5)		
50~	1 733(23.7)	585(26.6)	1 753(25.3)	730(24.2)			2 221(25.3)	406(24.7)	441(25.3)		
60~	2 957(40.3)	900(40.8)	2 830(40.8)	1 228(40.8)			3 560(40.7)	697(42.4)	701(40.4)		
≥70	1 965(26.8)	529(24.1)	1 640(23.7)	727(24.1)			2 158(24.6)	358(21.8)	380(21.8)		
文化程度					922.415	<0.001				799.233	<0.001
小学以下	4 421(60.6)	1 415(64.4)	3 731(54.0)	1 107(36.8)			4 950(56.6)	694(42.4)	609(35.1)		
小学	1 197(16.4)	331(15.1)	1 190(17.2)	504(16.8)			1 437(16.4)	287(17.5)	301(17.3)		
初中	1 247(17.1)	335(15.2)	1 360(19.7)	770(25.6)			1 644(18.8)	374(22.9)	447(25.7)		
初中以上	428(5.9)	117(5.3)	630(9.1)	625(20.8)			711(8.2)	281(17.2)	380(21.9)		
家庭年收入(万元)					730.169	<0.001				606.997	<0.001
<1	1 559(21.4)	429(19.6)	791(11.5)	262(8.7)			1 150(13.2)	171(10.5)	161(9.3)		
1~	2 228(30.6)	561(25.7)	1 643(23.8)	674(22.5)			2 092(24.0)	366(22.4)	420(24.3)		
4~	2 836(38.9)	952(43.6)	3 351(48.5)	1 520(50.7)			4 157(47.7)	776(47.4)	890(51.4)		
≥11	661(9.1)	243(11.1)	1 115(16.2)	542(18.1)			1 317(15.1)	323(19.7)	260(15.0)		
糖尿病病程(年)					105.714	<0.001				100.166	<0.001
<2	1 821(24.9)	446(20.3)	1 325(19.1)	594(19.7)			1 654(18.9)	332(20.2)	379(21.8)		
2~	2 037(27.8)	625(28.4)	2 024(29.2)	793(26.3)			2 514(28.7)	461(28.1)	467(26.8)		
5~	1 876(25.6)	619(28.1)	1 931(27.9)	806(26.8)			2 461(28.1)	458(27.8)	437(25.1)		
≥10	1 592(21.7)	512(23.2)	1 651(23.8)	821(27.2)			2 135(24.3)	392(23.9)	457(26.3)		
药物治疗					49.485	<0.001				89.882	<0.001
是	5 877(80.2)	1 776(80.7)	5 298(76.4)	2 280(75.6)			6 905(78.8)	1 212(73.8)	1 237(71.1)		
否	1 449(19.8)	426(19.3)	1 633(23.6)	734(24.4)			1 859(21.2)	431(26.2)	503(28.9)		
吸烟					105.877	<0.001				88.580	<0.001
现在	1 855(25.6)	487(22.2)	1 380(20.0)	550(18.4)			1 770(20.3)	298(18.3)	349(20.2)		
既往	396(5.4)	145(6.6)	362(5.3)	210(7.0)			495(5.7)	102(6.2)	120(6.9)		
从不	5 009(69.0)	1 559(71.2)	5 150(74.7)	2 234(74.6)			6 451(74.0)	1 232(75.5)	1 260(72.9)		
饮酒					19.741	0.003				23.559	0.001
现在	1 289(17.7)	331(15.1)	1 138(16.5)	529(17.6)			1 385(15.8)	280(17.1)	333(19.2)		
既往	377(5.2)	117(5.3)	300(4.3)	164(5.5)			404(4.6)	78(4.8)	99(5.7)		
从不	5 631(77.1)	1 751(79.6)	5 475(79.2)	2 312(76.9)			6 956(79.6)	1 278(78.1)	1 304(75.1)		
BMI(kg/m <sup>2</sup> )					7.233	0.300				7.696	0.261
<24.0	2 600(35.5)	805(36.6)	2 486(35.9)	1 088(36.1)			3 175(36.3)	588(35.8)	616(35.5)		
24.0~	3 184(43.5)	947(43.1)	3 094(44.7)	1 332(44.3)			3 888(44.4)	714(43.5)	3 184(43.5)		
≥28.0	1 533(21.0)	446(20.3)	1 339(19.4)	591(19.6)			1 685(19.3)	340(20.7)	1 533(21.0)		

4组,4组间FPG和HbA1c水平差异有统计学意义(均 $P < 0.05$ )。采用FPG和HbA1c联合评价时,4组间血糖控制状况构成比差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),随着新鲜水果摄入频率的增加,血糖控制好的比例整体呈上升趋势。

根据新鲜水果摄入量也分为4组,4组间FPG、HbA1c水平以及血糖控制状况构成比差异有统计学意义(均 $P < 0.05$ ),血糖控制好的比例随着新鲜水果摄入频率的增加而增加。见表2。

4. 新鲜水果摄入与血糖控制关系:采用FPG和HbA1c联合评价方式对新鲜水果摄入频率及摄入量与血糖控制状况进行logistic回归分析,校正性别、年龄、文化程度、家庭年收入、病程、药物治疗、吸烟、饮酒、身体活动和BMI后,与不吃新鲜水果者相比,新鲜水果摄入频率1~4和 $\geq 5$ 次/周者血糖控制差的风险分别降低20%( $OR = 0.80, 95\%CI: 0.73 \sim 0.87$ )和30%( $OR = 0.70, 95\%CI: 0.62 \sim 0.80$ ),新鲜水

果摄入量50~99和 $\geq 100$ g/d者血糖控制差的风险均显著降低, $OR$ 值(95%CI)分别为0.71(0.62~0.83)和0.68(0.59~0.78)。新鲜水果摄入量 $\geq 100$ g/d者血糖控制一般的风险低于不吃新鲜水果者( $OR = 0.73, 95\%CI: 0.62 \sim 0.86$ )。见表3。

讨 论

本研究使用FPG和HbA1c联合评价新鲜水果摄入与T2DM患者血糖控制关系,结果表明,随着每周新鲜水果摄入频率和每天新鲜水果摄入量的增加,T2DM患者FPG、HbA1c水平呈现下降趋势,患者中血糖控制好的比例逐步增高,提示摄入新鲜水果有助于T2DM患者血糖水平控制达标。

T2DM患者通常担心新鲜水果中糖分含量较高,不利于其血糖控制,因而严格限制新鲜水果摄入,甚至不敢食用新鲜水果<sup>[8, 16]</sup>,本研究中也只有37.6%的患者过去1年未食用新鲜水果。为检验新

表2 不同新鲜水果摄入状况调查对象血糖控制情况

指 标	不吃新鲜水果	新鲜水果摄入频率(次/周)			F值	P值	新鲜水果摄入量(g/d)			F值	P值
		<1	1~4	$\geq 5$			<50	50~99	$\geq 100$		
FPG(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	9.03 ± 3.66	9.13 ± 3.63	8.72 ± 3.34	8.48 ± 3.11	26.007	<0.001	8.85 ± 3.40	8.48 ± 3.09	8.43 ± 3.28	21.502	<0.001
HbA1c(%, $\bar{x} \pm s$ )	7.81 ± 1.87	7.83 ± 1.92	7.59 ± 1.76	7.55 ± 1.73	28.089	<0.001	7.66 ± 1.79	7.50 ± 1.77	7.54 ± 1.77	21.167	<0.001
联合评价					78.622 <sup>a</sup>	<0.001				91.029 <sup>a</sup>	<0.001
差	3 989(54.4)	1 211(55.0)	3 447(49.7)	1 447(48.0)			4 527(51.7)	766(46.6)	812(46.7)		
一般	1 575(21.5)	512(23.3)	1 595(23.0)	673(22.3)			2 037(23.2)	387(23.6)	356(20.4)		
好	1 762(24.1)	479(21.7)	1 889(27.3)	894(29.7)			2 200(25.1)	490(29.8)	572(32.9)		

注:<sup>a</sup> $\chi^2$ 检验;括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%)

表3 新鲜水果摄入与血糖控制关系的logistic回归分析<sup>a</sup>

新鲜水果摄入与血糖控制	模型1		模型2		模型3	
	OR值(95%CI)	P值	OR值(95%CI)	P值	OR值(95%CI)	P值
摄入频率(次/周) <sup>b</sup>						
差(以“好”为参照)						
<1	1.12(1.00~1.27)	0.056	1.09(0.96~1.25)	0.197	1.10(0.96~1.26)	0.170
1~	0.80(0.74~0.87)	<0.001	0.79(0.72~0.86)	<0.001	0.80(0.73~0.87)	<0.001
$\geq 5$	0.71(0.64~0.78)	<0.001	0.69(0.61~0.78)	<0.001	0.70(0.62~0.80)	<0.001
趋势检验P值		<0.001		<0.001		<0.001
一般(以“好”为参照)						
<1	1.20(1.04~1.39)	0.011	1.18(1.01~1.37)	0.033	1.17(1.01~1.37)	0.038
1~	0.95(0.86~1.04)	0.275	0.91(0.82~1.01)	0.069	0.91(0.82~1.01)	0.078
$\geq 5$	0.84(0.74~0.95)	0.004	0.80(0.70~0.92)	0.001	0.80(0.70~0.92)	0.001
趋势检验P值		0.004		0.001		0.001
摄入量(g/d) <sup>b</sup>						
差(以“好”为参照)						
<50	0.91(0.85~0.98)	0.016	0.87(0.80~0.95)	0.001	0.88(0.80~0.96)	0.003
50~	0.68(0.60~0.77)	<0.001	0.70(0.61~0.81)	<0.001	0.71(0.62~0.83)	<0.001
$\geq 100$	0.61(0.54~0.69)	<0.001	0.67(0.58~0.77)	<0.001	0.68(0.59~0.78)	<0.001
趋势检验P值		<0.001		<0.001		<0.001
一般(以“好”为参照)						
<50	1.04(0.95~1.14)	0.386	0.98(0.89~1.08)	0.684	0.98(0.89~1.08)	0.714
50~	0.88(0.76~1.02)	0.096	0.88(0.75~1.03)	0.108	0.87(0.74~1.03)	0.095
$\geq 100$	0.69(0.60~0.80)	<0.001	0.73(0.62~0.86)	<0.001	0.73(0.62~0.86)	<0.001
趋势检验P值		<0.001		<0.001		<0.001

注:<sup>a</sup>模型1校正性别、年龄;模型2在模型1的基础上校正文化程度、家庭年收入、病程和药物治疗;模型3在模型2的基础上校正吸烟、饮酒、身体活动和BMI;<sup>b</sup>以“不吃新鲜水果”为参照

鲜水果摄入量对 T2DM 患者血糖控制的影响, Christensen 等<sup>[7]</sup>开展临床随机试验结果显示,新诊断的 T2DM 患者经医学营养治疗后,新鲜水果低摄入组(每天<2 份新鲜水果)与高摄入组(每天 2 份新鲜水果)的 HbA1c 水平较基线时均显著降低( $P < 0.05$ ),但未发现上述两组 HbA1c 水平差异有统计学意义(组间差值=0.06,  $P=0.80$ )。但在另一项临床随机试验中,对新鲜水果摄入每天<1 份的 T2DM 患者进行干预,确保每天摄入 2 份新鲜水果且持续 3 个月,结果显示 FPG、HbA1c 分别降低 0.7 mmol/L 和 0.3%,与对照组相比,差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ )<sup>[17]</sup>。本研究结果显示,食用新鲜水果者 FPG、HbA1c 水平均显著低于不食用新鲜水果者,而且随着新鲜水果摄入频率和摄入量增加, FPG 和 HbA1c 水平均呈下降趋势。Lamb 等<sup>[9]</sup>研究也发现,新鲜水果摄入量每增加 1 s (192 g/d), HbA1c 降低 0.12%。本研究中食用新鲜水果者 FPG、HbA1c 水平下降的幅度与既往研究并非完全一致,除人群种族、饮食习惯差异外,还可能与新鲜水果摄入状况分组标准不同有关。

本研究结果显示,随着新鲜水果摄入频率和摄入量的增加, T2DM 患者血糖控制差的风险呈下降趋势,与不吃新鲜水果者相比,新鲜水果摄入频率 $\geq 5$ 次/周和摄入量 $\geq 100$  g/d 者血糖控制差的风险分别降低 30%和 32%,提示新鲜水果摄入有助于 T2DM 患者血糖控制,进而可以有效预防和延缓各种慢性并发症的发生风险和发展速度。Chan 等<sup>[18]</sup>的研究发现,新鲜水果摄入较多的 T2DM 患者颈动脉内中膜厚度和颈动脉斑块发生率均较低(均  $P < 0.05$ ),提示每日充足的新鲜水果摄入有助于 T2DM 患者预防心血管疾病。一项 50 万中国人群的队列研究结果显示,摄入较多的新鲜水果,不仅能降低人群中 T2DM 的发病风险( $HR=0.88$ ,  $95\%CI: 0.83 \sim 0.93$ ),还能使 T2DM 患者发生微血管和大血管并发症的风险明显下降,  $HR$  值分别为 0.72 ( $95\%CI: 0.61 \sim 0.87$ ) 和 0.87 ( $95\%CI: 0.82 \sim 0.93$ )<sup>[19]</sup>。此外,两项观察性研究均发现食用新鲜水果较多的 T2DM 患者的视网膜病变发生风险也相对较低<sup>[20-21]</sup>。

目前,关于新鲜水果摄入与 T2DM 患者血糖控制关系的生物学机制尚未完全明确,可能与以下原因有关。新鲜水果中富含多酚类物质,研究表明多酚类物质具有抗氧化活性,可以减轻氧化损伤,保护胰岛 $\beta$ 细胞,从而改善 $\beta$ 细胞功能和胰岛素活性<sup>[22]</sup>。除多酚类物质外,新鲜水果中的膳食纤维也能改善

胰岛素敏感性,还能延缓食物的吸收,降低餐后血糖的负荷<sup>[23-24]</sup>。此外,还有研究提示新鲜水果中的维生素 C、胡萝卜素等维生素,以及镁、钾等矿物质可能是部分新鲜水果起到保护作用的原因<sup>[25-27]</sup>。

本研究存在局限性。首先,研究未收集新鲜水果种类的相关信息,故无法深入分析不同血糖生成指数的新鲜水果对 T2DM 患者血糖控制的影响,但根据江苏省慢性病与营养监测结果提示,调查地区居民冬春季节(调查季节)食用的新鲜水果以苹果、香蕉和橘子为主;其次,调查中新鲜水果摄入相关信息均通过调查对象自报获得,可能存在回忆偏倚,从而造成组别上的错分;再者,尽管在分析过程中已经对可能影响血糖控制的因素进行调整,还不能排除其他混杂因素对研究结果的影响。

综上所述,随着新鲜水果摄入频率和摄入量增加, T2DM 患者 FPG、HbA1c 水平整体呈现下降趋势,有利于降低其血糖控制差的风险。建议 T2DM 患者遵循《中国 2 型糖尿病膳食指南》的指导意见,经常在两餐之间适量食用新鲜水果,且以低含糖指数的新鲜水果为宜<sup>[28]</sup>。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] Feeney MJ. Fruits and the prevention of lifestyle-related diseases [J]. Clin Exp Pharmacol Physiol, 2004, 31 Suppl 2: S11-13. DOI: 10.1111/j.1440-1681.2004.04104.x.
- [2] Dauchet L, Amouyel P, Hercberg S, et al. Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: a Meta-analysis of cohort studies [J]. J Nutr, 2006, 136 (10): 2588-2593. DOI: 10.1093/jn/136.10.2588.
- [3] Aune D, Lau R, Chan DSM, et al. Nonlinear reduction in risk for colorectal cancer by fruit and vegetable intake based on Meta-analysis of prospective studies [J]. Gastroenterology, 2011, 141 (1): 106-118. DOI: 10.1053/j.gastro.2011.04.013.
- [4] Wang QB, Chen Y, Wang XL, et al. Consumption of fruit, but not vegetables, may reduce risk of gastric cancer: results from a Meta-analysis of cohort studies [J]. Eur J Cancer, 2014, 50 (8): 1498-1509. DOI: 10.1016/j.ejca.2014.02.009.
- [5] Muraki I, Imamura F, Manson JE, et al. Fruit consumption and risk of type 2 diabetes: results from three prospective longitudinal cohort studies [J]. BMJ, 2013, 347: f5001. DOI: 10.1136/bmj.f5001.
- [6] Li SS, Miao S, Huang YB, et al. Fruit intake decreases risk of incident type 2 diabetes: an updated Meta-analysis [J]. Endocrine, 2015, 48 (2): 454-460. DOI: 10.1007/s12020-014-0351-6.
- [7] Christensen AS, Viggers L, Hasselström K, et al. Effect of fruit restriction on glycemic control in patients with type 2 diabetes — a randomized trial [J]. Nutr J, 2013, 12: 29. DOI: 10.1186/1475-2891-12-29.

- [8] Jenkins DJ, Srichaikul K, Kendall CWC, et al. The relation of low glycaemic index fruit consumption to glycaemic control and risk factors for coronary heart disease in type 2 diabetes [J]. *Diabetologia*, 2011, 54 (2) : 271–279. DOI: 10.1007/s00125-010-1927-1.
- [9] Lamb MJE, Griffin SJ, Sharp SJ, et al. Fruit and vegetable intake and cardiovascular risk factors in people with newly diagnosed type 2 diabetes [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2017, 71 (1) : 115–121. DOI: 10.1038/ejcn.2016.180.
- [10] 杨召, 王少明, 梁赫, 等. 新鲜水果摄入可能降低食管癌长期死亡风险 [J]. *中国肿瘤临床*, 2016, 43 (18) : 808–813. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8179.2016.18.591.
- Yang Z, Wang SM, Liang H, et al. Fresh fruit consumption may decrease the long-term risk of acquiring esophageal cancer [J]. *Chin J Clin Oncol*, 2016, 43 (18) : 808–813. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8179.2016.18.591.
- [11] 中华医学会糖尿病学会. 中国2型糖尿病防治指南(2010年版) [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2011.
- The Chinese Medical Association Diabetes Branch. China Guideline for Type 2 Diabetes China Guideline for Type 2 Diabetes (2010 edition) [M]. Beijing: Peking University Medical Press, 2011.
- [12] Ming W, Wen JB, Qin Y, et al. Familial history of diabetes is associated with poor glycaemic control in type 2 diabetics: a cross-sectional study [J]. *Sci Rep*, 2017, 7: 1432. DOI: 10.1038/s41598-017-01527-4.
- [13] 张凤梅, 王艳俊, 任玉宽, 等. 山东某高校大学生吸烟和被动吸烟现状调查 [J]. *现代预防医学*, 2013, 40(23): 4381–4384.
- Zhang FM, Wang YJ, Ren YK, et al. Investigation on the smoking and passive smoking of students in a university in Shandong [J]. *Mod Prev Med*, 2013, 40(23): 4381–4384.
- [14] 周敬, 季冬霞, 潘志刚, 等. 上海市外来务工人员饮酒状况分析 [J]. *复旦学报: 医学版*, 2015, 42(1): 18–23, 30. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8467.2015.01.004.
- Zhou J, Ji DX, Pan ZG, et al. The analysis of alcohol drinking behaviors of migrant workers from rural to urban in Shanghai, China [J]. *Fudan Univ J: Med Sci*, 2015, 42(1): 18–23, 30. DOI: 10.3969/j.issn.1672-8467.2015.01.004.
- [15] 中华人民共和国卫生部疾病控制司. 中国成人超重和肥胖症预防控制指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- Department of Disease Control, Ministry of Health of the People's Republic of China. The Guidelines for Prevention and Control of Overweight and Obesity in Chinese Adults [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006.
- [16] 尤世刚, 高艳, 杨欣霜, 等. II型糖尿病患者对膳食误区认知程度调查 [J]. *预防医学情报杂志*, 2015, 31(6): 436–438.
- You SG, Gao Y, Yang XS, et al. Survey on improper awareness of diet in patients with type II diabetes [J]. *J Prev Med Inf*, 2015, 31(6): 436–438.
- [17] Hegde SV, Adhikari P, M N, et al. Effect of daily supplementation of fruits on oxidative stress indices and glycaemic status in type 2 diabetes mellitus [J]. *Complement Therap Clin Pract*, 2013, 19 (2) : 97–100. DOI: 10.1016/j.ctcp.2012.12.002.
- [18] Chan HT, Yiu KH, Wong CY, et al. Increased dietary fruit intake was associated with lower burden of carotid atherosclerosis in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus [J]. *Diabet Med*, 2013, 30(1): 100–108. DOI: 10.1111/j.1464-5491.2012.03764.x.
- [19] Du H, Li L, Bennett D, et al. Fresh fruit consumption in relation to incident diabetes and diabetic vascular complications: a 7-y prospective study of 0.5 million Chinese adults [J]. *PLoS Med*, 2017, 14(4): e1002279. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002279.
- [20] Tanaka S, Yoshimura Y, Kawasaki R, et al. Fruit intake and incident diabetic retinopathy with type 2 diabetes [J]. *Epidemiology*, 2013, 24(2): 204–211. DOI: 10.1097/EDE.0b013e318281725e.
- [21] Mahoney SE, Loprinzi PD. Influence of flavonoid-rich fruit and vegetable intake on diabetic retinopathy and diabetes-related biomarkers [J]. *J Diabetes Complications*, 2014, 28 (6) : 767–771. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2014.06.011.
- [22] Bahadoran Z, Mirmiran P, Azizi F. Dietary polyphenols as potential nutraceuticals in management of diabetes: a review [J]. *J Diabetes Metab Disord*, 2013, 12(1): 43. DOI: 10.1186/2251-6581-12-43.
- [23] Montonen J, Järvinen R, Heliövaara M, et al. Food consumption and the incidence of type II diabetes mellitus [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2005, 59(3): 441–448. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602094.
- [24] Hosseinpour-Niazi S, Mirmiran P, Sohrab G, et al. Inverse association between fruit, legume, and cereal fiber and the risk of metabolic syndrome: tehran lipid and glucose study [J]. *Diabet Res Clin Pract*, 2011, 94 (2) : 276–283. DOI: 10.1016/j.diabres.2011.07.020.
- [25] Harding AH, Wareham NJ, Bingham SA, et al. Plasma vitamin C level, fruit and vegetable consumption, and the risk of new-onset type 2 diabetes mellitus: the European prospective investigation of cancer — Norfolk prospective study [J]. *Arch Intern Med*, 2008, 168(14): 1493–1499. DOI: 10.1001/archinte.168.14.1493.
- [26] Årnlöv J, Zethelius B, Risérus U, et al. Serum and dietary  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol and incidence of type 2 diabetes mellitus in a community-based study of Swedish men: report from the Uppsala Longitudinal Study of Adult Men (ULSAM) study [J]. *Diabetologia*, 2009, 52 (1) : 97–105. DOI: 10.1007/s00125-008-1189-3.
- [27] Schulze MB, Schulz M, Heidemann C, et al. Fiber and magnesium intake and incidence of type 2 diabetes: a prospective study and Meta-analysis [J]. *Arch Intern Med*, 2007, 167 (9) : 956–965. DOI: 10.1001/archinte.167.9.956.
- [28] 中国营养学会糖尿病工作组. 《中国2型糖尿病膳食指南》及解读 [J]. *营养学报*, 2017, 39 (6) : 521–529. DOI: 10.3969/j.issn.0512-7955.2017.06.002.
- The Chinese Nutrition Association Diabetes Working Group. “Chinese guidelines on dietary of type 2 diabetes mellitus” and its interpretation [J]. *Acta Nutr Sin*, 2017, 39 (6) : 521–529. DOI: 10.3969/j.issn.0512-7955.2017.06.002.

(收稿日期: 2018-11-07)

(本文编辑: 万玉立)