

## 高抗性淀粉大米对 2 型糖尿病患者血糖的影响研究\*

郑洁<sup>1</sup>,曾小庆<sup>1</sup>,宋德明<sup>2</sup>,王静<sup>3</sup>,刘懿莹<sup>3</sup>,柳园<sup>1△</sup>(1. 四川大学华西医院临床营养科,成都 610041;2. 四川省崇州市蜀州水稻研究所 610000;  
3. 四川省成都市天府新区华阳社区卫生服务中心 610000)

**[摘要]** **目的** 研究高抗性淀粉大米对 2 型糖尿病(T2DM)患者血糖的影响。**方法** 选取四川省成都市华阳街道社区 T2DM 患者 55 例,分为试验组(29 例)和对照组(26 例),行饮食指导后分别发放高抗性淀粉大米和普通大米,干预 3 个月后观察高抗性淀粉大米和普通大米对 T2DM 患者血糖的控制效果。**结果** 试验组高抗性淀粉大米感官评价不如对照组普通大米好,组间差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。干预 3 个月后,试验组和对照组患者空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白及其他生长指标比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),但是试验组空腹血糖比试验前降低 0.20 mmol/L,对照组空腹血糖比试验前升高 0.16 mmol/L;两组糖化血红蛋白均比试验前下降,其中试验组下降绝对值为 0.42%,对照组下降绝对值为 0.26%。**结论** 高抗性淀粉大米有降低 T2DM 患者的血糖和糖化血红蛋白的趋势,在一定程度上可改善 T2DM 患者血糖。

**[关键词]** 高抗性淀粉大米;糖尿病,2 型;血糖;胰岛素;血红蛋白 A,糖基化

**[中图分类号]** R151.4+1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2020)18-3033-04

## Effects of high resistant starch rice on blood glucose of type 2 diabetes patients\*

ZHENG Jie<sup>1</sup>, ZENG Xiaoqing<sup>1</sup>, SONG Deming<sup>2</sup>, WANG Jing<sup>3</sup>, LIU Yixuan<sup>3</sup>, LIU Yuan<sup>1△</sup>

(1. Department of Clinical Nutrition, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu,

Sichuan 610041, China; 2. Shuzhou Rice Research Institute, Chongzhou, Sichuan 610000, China;

3. Huayang Community Health Service Center of Tianfu New District, Chengdu, Sichuan 610000, China)

**[Abstract]** **Objective** To analyse the effects of high resistant starch rice on blood glucose of type 2 diabetes mellitus (T2DM) patients. **Methods** Fifty-five patients with T2DM in the community of Huayang Street, Chengdu City, Sichuan Province were divided into the experimental group (29 cases) and the control group (26 cases), after diet counseling, low-glycemic index rice and ordinary rice were distributed, respectively. After 3 months of intervention, the effects of high resistant starch rice and ordinary rice on blood glucose control in T2DM patients were compared. **Results** The sensory evaluation of high resistant starch rice in the experimental group was not as good as normal rice in the experimental group, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). After 3 months of intervention, there was no significant difference in fasting blood glucose, fasting insulin, glycosylated hemoglobin and other biochemical indicators between the experimental group and the control group ( $P > 0.05$ ), but the fasting blood glucose of the experimental group was decreased by 0.20 mmol/L than before intervention, and the control group increased by 0.16 mmol/L. The glycosylated hemoglobin of the two groups were decreased than that before intervention, and the decreased absolute value were 0.42% of the experimental group and 0.26% of the control group. **Conclusion** High resistant starch rice has a tendency to reduce fasting blood glucose and glycosylated hemoglobin in T2DM patients, and to a certain extent can improve blood glucose of T2DM patients.

**[Key words]** high resistant starch rice; diabetes mellitus, type 2; blood glucose; insulin; hemoglobin A, glycosylated

十八届五中全会首次提出推进健康中国建设,将“健康中国”上升为国家战略,如何提高慢性病等防治

能力是国家面临的一大难题,除了临床药物,慢性的治疗还与膳食营养密切相关。如何推动我国健康

\* 基金项目:四川省软科学研究项目(2017ZR0241);成都市科技项目(2018-YF05-01196-SN)。 作者简介:郑洁(1989-),硕士,主要从事糖尿病、心血管系统疾病和重症患者营养管理研究。 △ 通信作者, E-mail:70907003@qq.com。

产业供给侧改革,以高水平高质量供给满足人民群众对生命健康的需要,是对农业综合开发提出的新需求和新挑战。据 2010 年中国慢性非传染性疾病监测系统报道,中国成人糖尿病发病率约为 11.6%,糖尿病前期约为 50.1%<sup>[1]</sup>。研究表明,抗性淀粉具有调节糖尿病患者血糖和胰岛素敏感性的作用<sup>[2-4]</sup>。四川绿高生态农业科技开发有限公司和四川省崇州市蜀州水稻研究所生产的高抗性淀粉大米其直链淀粉含量仅 26.7%,抗性淀粉含量高达 7.12%。本研究测定高抗性淀粉大米,并通过对 2 型糖尿病(T2DM)患者进行临床干预,评价其对患者血糖控制的影响,观察是否较传统普通大米更能改善患者血糖波动,同时评价其口感、价格等患者可接受度,并探讨可能机制,为政府部门对功能性农产品的生产、发展、加工、销售等方面提供决策依据,探索“大健康”战略下农业供给侧的改革模式。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本次试验共包含 5 种大米样品,分别为四川省崇州市蜀州水稻研究所生产的高抗性淀粉大米 MY(碳水化合物含量为 79.5%,直链淀粉含量 26.7%,抗性淀粉含量 7.12%);售高抗性淀粉大米 T24;天健 1 号、天健 2 号、天健 3 号普通大米(碳水化合物含量分别为 79.4%、79.0%、79.2%)。研究对象为四川省成都市华阳街道社区的 55 例 T2DM 患者,纳入标准:(1)为四川省成都市华阳街道社区常住居民,行动方便,无意识障碍;(2)年龄 40~70 岁;(3)非文盲;(4)可定期监测血糖;(5)无严重肝、肾功能损害,无合并感染和酮症,近期病情稳定;(6)所用降糖、降脂、降压药物均为口服药物,未使用胰岛素;(7)轻、中度体力活动强度;(8)自愿签署知情同意书。排除标准:(1)药物治疗方案改变者;(2)不以发放大米为主食者;(3)1 型糖尿病(T1DM)患者;(4)依从性差者。55 例患者中男 20 例,女 35 例。所有研究对象分为试验组(29 例)和对照组(26 例),试验组使用高抗性淀粉大米,对照组使用普通大米。两组间年龄、性别、BMI、生化指标差异无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),见表 1。

### 1.2 各大米样品血糖生成指数(GI)测定

依据伦理学和知情同意原则,招募 10 名健康青年大学生志愿者男女各 5 名,所有对象经体检确认肝、肾功能、血常规、糖耐量指标正常。对 10 名招募对象行 OGTT 试验:试验对象按照要求禁食 10 h 后于次日早晨测定空腹静脉血糖(0 min),然后口服 50 g 葡萄糖,分别于口服后第 30、60、120 分钟测定静脉血糖。同一批志愿者试验后测试大米样品在餐后 2 h 血糖:每天实验清晨测定空腹血糖后,进食含有 50 g

碳水化合物的样品大米(依据试验样品碳水化合物的比例及生熟比计算而得),并于进食后第 30、60、120 分钟测定静脉血糖。计算各大米样品 GI。为控制质量嘱测试对象试验前一天 21:00 后不再进食,进食样品米饭过程中必须保证完全摄入,试验 2 h 内不能进食、饮水。

$$GI = \frac{\text{大米样品在餐后 2 h 血糖曲线下面积}}{\text{相当含量葡萄糖在餐后 2 h 血糖曲线下面积}} \times 100\%$$

表 1 两组患者一般资料比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	试验组	对照组	P
年龄(岁)	63.62±6.83	62.23±7.46	0.474
男/女(n)	12/17	8/18	0.414
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	27.09±5.82	25.39±4.00	0.217
空腹血糖(mmol/L)	7.56±1.47	7.54±1.38	0.966
糖化血红蛋白(%)	6.55±0.95	6.52±0.87	0.903
血红蛋白(g/L)	136.21±10.49	134.35±11.74	0.537
总胆红素(g/L)	73.87±3.67	75.59±3.27	0.074
血清清蛋白(g/L)	44.60±8.05	46.24±3.09	0.335
丙氨酸氨基转移酶(U/L)	26.10±12.56	23.50±6.7	0.336
天门冬氨酸氨基转移酶(U/L)	21.62±7.31	20.65±3.35	0.641
尿素(mmol/L)	5.50±1.43	5.26±1.21	0.510
肌酐(μmol/L)	62.92±22.80	58.51±16.84	0.423
尿酸(μmol/L)	341.17±93.37	323.85±88.31	0.484

### 1.3 高抗性淀粉大米对 T2DM 患者临床干预的效果观察

试验组和对照组患者分别按照日常主食摄入量食用高抗性淀粉大米和普通大米,干预 3 个月后评价高抗性淀粉大米对 T2DM 患者血糖的控制效果。研究开始前、后检测肝、肾功能、糖化血红蛋白、三餐后血糖、血清胰岛素、大小便常规,并记录患者饮食、运动及用药情况等;试验期间每个月监测患者的空腹及三餐后 2 h 血糖。试验结束时进行感官评价,要求患者对所用大米外观结构进行感观评价(总分 100 分),分为五部分:气味(20 分),外观结构(20 分),适口性(30 分),滋味(25 分),冷饭质地(5 分),分数越高代表患者对大米评价越好。试验期间,每 15 天发放 1 次大米,每个月由四川大学华西医院临床营养师对所有患者进行糖尿病基本知识教育,并回答试验过程中遇到的一些问题。为保证研究质量,对患者饮食指导的方法进行标准化:所有参加研究的营养师需接受培训,营养师接受培训后负责对患者进行饮食指导。

### 1.4 统计学处理

采用 SPSS19.0 软件进行数据处理和分析,正态分布的计量资料用  $\bar{x} \pm s$  表示,非正态分布的计量资料用中位数和四分位间距数 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,比

较采用两独立样本 *t* 检验, 对非正态分布或方差不齐的数据采用秩和检验; 计数资料采用  $\chi^2$  检验, 四格表总例数小于 40, 或总例数大于或等于 40 但出现理论数小于或等于 1 时, 应改用确切概率法。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 各样品大米 GI 测试结果

普通大米天健 1 号、天健 2 号、天健 3 号的 GI 分别为 84.2、89.9、92.8, 属于高 GI 食物; 而 MY 和 T24 的 GI 分别为 63.4、62.9, 属于中 GI 食物。见表 2。

表 2 各测试样品不同时间段血糖及 GI 测定结果

项目	血糖 (mmol/L)				GI (%)
	0 min	30 min	60 min	120 min	
葡萄糖(OGTT)	5.080	7.560	6.842	5.480	100
MY	5.020	7.050	6.000	4.995	63.4
T24	4.970	6.596	6.149	5.132	62.9
葡萄糖(OGTT)	5.143	7.819	6.638	4.842	100
天健 1 号	4.654	6.037	5.655	4.371	84.2
天健 2 号	4.935	7.077	5.538	4.815	89.9
天健 3 号	5.183	6.722	5.967	4.951	92.8

### 2.2 感官评价

样品 MY 所做米饭较 T24 软, 口感好, 有一定黏性, T24 所做米饭口感较粗糙, 米粒分散。因此本研究采用样品 MY 为临床试验样品(试验组)。在加相同水量情况下, 天健 1 号米饭稍微偏软, 但口感差且有硬心, 天健 2 号样品米饭最软, 色泽灰暗, 杂质多, 天健 3 号样品光泽度好。本研究采用天健 3 号样品为临床试验样品(对照组)。

55 例 T2DM(试验组 29 例, 对照组 26 例)患者对其大米的气味、外观结构、适口性、滋味、冷饭质地等进行评价。总的来说样品 MY 可接受度不如天健 3 号好, 组间差异有统计学意义( $P < 0.05$ ), 其中外观结构包括颜色、光泽和饭粒完整性差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ); 气味、适口性(除弹性)、滋味、冷饭质地差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ), 外观结构中的气味差异也有统计学意义( $P < 0.05$ ), 上述各指标对照组分数均高于试验组。见表 3。

### 2.3 血糖和生化情况

试验组和对照组患者试验 3 个月后空腹血糖、空腹胰岛素、糖化血红蛋白及其他生化指标比较, 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ); 但是试验组空腹血糖比试验前降低 0.20 mmol/L, 对照组空腹血糖比试验前升高 0.16 mmol/L; 两组糖化血红蛋白均比试验前下降, 其中试验组下降绝对值为 0.42%, 对照组下降绝对值为 0.26%; 试验 3 个月后试验组空腹胰岛素低于

对照组 0.38 uU/mL, 见表 4。

表 3 患者对两种大米的感官评价( $\bar{x} \pm s$ , 分)

项目	试验组	对照组	<i>P</i>
气味	12.63 ± 3.00	16.19 ± 2.94	<0.001
外观结构			
颜色	5.19 ± 1.16	5.23 ± 1.45	0.050
光泽	5.30 ± 2.59	5.87 ± 2.08	0.345
饭粒完整性	4.50 ± 0.63	4.48 ± 0.63	0.920
总分	15.70 ± 3.28	15.58 ± 3.14	0.885
适口性			
黏性	6.50 ± 2.32	7.68 ± 1.51	0.022
弹性	6.43 ± 2.69	7.48 ± 2.42	0.114
软硬度	6.23 ± 2.19	8.32 ± 1.60	<0.001
总分	19.17 ± 4.52	23.48 ± 4.61	<0.001
滋味	17.23 ± 1.57	20.52 ± 3.69	<0.001
冷饭质地	2.30 ± 1.12	3.32 ± 1.42	0.003
总分	67.03 ± 9.73	79.10 ± 12.47	<0.001

表 4 两组患者血糖和生化指标比较( $\bar{x} \pm s$ )

项目	试验组	对照组	<i>P</i>
空腹血糖 (mmol/L)	7.36 ± 1.64	7.70 ± 1.85	0.484
糖化血红蛋白 (%)	6.13 ± 0.58	6.26 ± 0.81	0.506
血红蛋白 (g/L)	135.52 ± 10.67	134.42 ± 10.80	0.707
总胆红素 (g/L)	73.57 ± 4.67	74.61 ± 4.17	0.387
血清清蛋白 (g/L)	45.58 ± 2.95	45.58 ± 2.67	0.994
丙氨酸氨基转移酶 (U/L)	25.03 ± 12.01	23.50 ± 7.17	0.573
天门冬氨酸氨基转移酶 (U/L)	22.28 ± 5.55	22.23 ± 5.16	0.975
尿素 (mmol/L)	6.00 ± 1.58	5.61 ± 1.52	0.361
肌酐 (μmol/L)	61.38 ± 17.50	56.90 ± 17.70	0.351
尿酸 (μmol/L)	329.93 ± 75.90	309.54 ± 75.93	0.324
三酰甘油 (mmol/L)	1.51 ± 0.71	1.82 ± 1.04	0.193
胆固醇 (mmol/L)	5.20 ± 1.23	4.93 ± 1.34	0.291
高密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)	1.21 ± 0.24	1.20 ± 0.26	0.796
低密度脂蛋白胆固醇 (mmol/L)	3.04 ± 0.92	2.63 ± 0.96	0.111
空腹胰岛素 (uU/mL)	8.91 ± 4.12	9.29 ± 3.97	0.719

## 3 讨论

普通大米天健 1 号、天健 2 号、天健 3 号的 GI 分别为 84.2、89.9、92.8, 属于高 GI 食物。MY 和 T24 的 GI 分别为 63.4、62.9, 属于中 GI 食物。本研究所测样品 MY 和 T24 GI 低于普通大米, 分析原因如下: (1) 其直链淀粉含量 26.7%, 较普通大米的直链淀粉含量高<sup>[5-6]</sup>。(2) 普通大米抗性淀粉含量一般不超过 1%<sup>[5-6]</sup>, 本研究的高抗性淀粉大米 MY 抗性淀粉含量为 7.12%。研究表明, 直链淀粉和抗性淀粉含量较高的大米具有较低的 GI, 且直链淀粉与抗性淀粉含量呈

正相关性<sup>[5-6]</sup>。(3)抗性淀粉属于膳食纤维,为健康人小肠中不吸收的淀粉<sup>[7-9]</sup>。大米的直链淀粉、抗性淀粉和膳食纤维含量越高,胃肠道消化越慢,葡萄糖释放的速度越慢,GI 越低。本研究所测样品 MY 和 T24 均属于中 GI 食物,等量高抗性淀粉大米的膳食纤维含量高于普通大米,且 MY 口感较 T24 好,试验对象接受度更高,适于糖尿病患者及糖耐量异常人群适量食用。

THOMAS 等<sup>[10]</sup>、ZAFAR 等<sup>[11]</sup>和一项随机对照研究<sup>[12]</sup>表明,低 GI 饮食具有降低空腹血糖的作用。王蕾蕾等<sup>[13]</sup>研究结果显示高抗性淀粉大米对空腹血糖有降低趋势,但差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。本研究在试验 3 个月后,试验组空腹血糖下降,对照组空腹血糖升高,两组差值为 0.36 mmol/L,但两组比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),这与王蕾蕾等<sup>[13]</sup>的研究结果一致。THOMAS 等<sup>[10]</sup>和 ZAFAR 等<sup>[11]</sup>研究表明,低 GI 饮食具有降低糖化血红蛋白的作用,但 BODINHAM 等<sup>[3]</sup>研究结果显示低 GI 饮食对糖化血红蛋白的影响差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。本研究在试验 3 个月后,试验组糖化血红蛋白下降绝对值比对照组多 0.16%,但两组干预 3 个月后比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),这与 BODINHAM 等<sup>[3]</sup>的研究结果一致。

本研究中,虽然高抗性淀粉大米有降低空腹血糖和糖化血红蛋白的趋势,但差异均无统计学意义,考虑原因如下:(1)干预时间有限;(2)样本量有限;(3)大米为食物,可能不会出现药物那样明显的效果;(4)糖化血红蛋白改变是一个长期指标等。

## 参考文献

- [1] YU X, WANG L M, HE J, et al. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults[J]. *JAMA*, 2013, 310(9):948-959.
- [2] HIGGINS J A. Resistant starch: metabolic effects and potential health benefits[J]. *J AOAC INT*, 2004, 87(3):761-768.
- [3] BODINHAM C, SMITH L, THOMAS E L, et al. Efficacy of increased resistant starch feeding in human type 2 diabetes[J]. *Endocr Con*, 2014, 3(2):75-84.
- [4] 秦露丹,丁静雅,徐勇,等. 抗性淀粉对 2 型糖尿病代谢的影响:系统评价和 meta 分析[J]. *重庆医学*, 2017, 46(36):5141-5144.
- [5] HU P, ZHAO H, DUAN Z, et al. Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of rice differing in amylose contents[J]. *J Cereal Sci*, 2004, 40(3):231-237.
- [6] KUMAR A, SAHOO U, BAISAKHA B, et al. Resistant starch could be decisive in determining the glycemic index of rice cultivars[J]. *J Cereal Sci*, 2018, 79:348-353.
- [7] 方长云,胡贤巧,卢林,等. 稻米抗性淀粉的研究进展[J]. *核农学报*, 2015, 29(3):513-520.
- [8] 苏雪锋,黄继红,侯银臣,等. 抗性淀粉研究进展[J]. *食品工业*, 2014(12):208-211.
- [9] ENGLYST H N, KINGMAN S M, CUMMINGS J H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions[J]. *Eur J Clin Nutr*, 1992, 46(Suppl 2):S33.
- [10] THOMAS D E, ELLIOTT E J. The use of low-glycemic index diets in diabetes control[J]. *Brit J Nutr*, 2010, 104(6):797-802.
- [11] ZAFAR M I, MILLS K E, ZHENG J, et al. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis[J]. *Am J Clin Nutr*, 2019, 110(4):891-902.
- [12] YUSOF B N M, TALIB R A, KAMARUDDIN N A, et al. A low-GI diet is associated with a short-term improvement of glycaemic control in Asian patients with type 2 diabetes[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2009, 11(4):387-396.
- [13] 王蕾蕾,何芳,樊慧茹,等. 高抗性淀粉大米血糖生成指数测定及对糖尿病患者血糖调控的干预研究[J]. *营养学报*, 2017, 39(2):197-199.

(收稿日期:2020-03-14 修回日期:2020-05-10)