

膳食中添加食物纤维改善血糖指数的研究

王 莹 袁静珏 苏 峰 张玉珍 施文彩 周金花 郑 璇

摘 要 **目的** 研究在等量碳水化合物的前提下,通过添加膳食纤维改变膳食中碳水化合物组分,对膳食血糖生成指数的影响,以帮助糖尿病患者合理搭配食物。**方法** 12 例健康成年人随机分为白粥组和白粥+膳食纤维组,分别在不连续的 3 日内测定口服相当于含有 50g 碳水化合物的白粥或白粥+膳食纤维及 50g 葡萄糖后引起的血糖反应,计算白粥和添加膳食纤维后的白粥的血糖指数。**结果** 白粥的血糖指数为 69.16 ± 23.77 ,添加膳食纤维后白粥的血糖指数降为 53.94 ± 11.39 。**结论** 在等量碳水化合物的前提下,通过在膳食中添加膳食纤维,可有效降低膳食血糖指数,可能有利于糖尿病患者保持血糖平稳,提高患者饮食控制依从性。

关键词 膳食纤维 血糖指数 糖尿病

中图分类号 R1 **文献标识码** A **DOI** 10.11969/j.issn.1673-548X.2016.10.010

Research on Adding Dietary Fiber Improving Glycemic Index of Diet. Wang Ying, Yuan Jingjue, Su Feng, et al. State Department of Nutrition, Shanghai Changhai Hospital, Shanghai 200433, China

Abstract **Objective** To study the influence of diet adding dietary fiber by changing carbohydrate component on dietary glycemic index under the premise of the same amount of carbohydrates to help people with diabetes collocate food reasonably. **Methods** Twelve healthy adults were randomly divided into the white congee group and the white congee adding dietary fiber group. The reactions of blood glucose to oral administration of white congee or white congee adding dietary fiber (contain 50g glucose) and 50g glucose at discontinuous three days were observed. The glycemic index of the white congee and the white congee adding dietary fiber were calculated. **Results** The glycemic index of the white congee group was 69.16 ± 23.77 , and that of the white congee adding dietary fiber group dropped to 53.94 ± 11.39 . **Conclusion** On the premise of equal amounts of carbohydrates, diet adding dietary fiber can effectively reduce dietary glycemic index to help people with diabetes blood sugar steady and improve their diet adherence.

Key words Dietary fiber; Glycemic index; Diabetes

近年来我国糖尿病的发生率呈逐年上升趋势,糖尿病与饮食精细化和不良生活方式密切相关。研究发现,膳食纤维在降低糖尿病患者餐后和全天胰岛素平均需要量,减少糖尿病患者餐后血糖升高幅度等方面具有一定功效^[1,2]。但是,天然富含膳食纤维的食物如杂粮、麦麸往往口感粗糙,需要特殊加工或长时间煮制来完善其口感,患者操作性和接受度较低,大大降低了糖尿病患者饮食治疗的依从性。所以,本研究旨在通过更简便的方法增加膳食纤维的摄入量,降低混合食物的血糖指数,增加患者的依从性,帮助患者在饮食治疗中获益。

对象与方法

1. 试验对象:在长海医院营养科门诊招募符合入

选条件的健康成年志愿者 10 例,志愿者年龄 20~45 岁,平均年龄 27.3 ± 7.8 岁,平均体重指数 (body mass index, BMI) 为 $22.2 \pm 1.2 \text{ kg/m}^2$ 。入选条件:年龄 18~45 岁;BMI 为 $18.0 \sim 23.9 \text{ kg/m}^2$;轻中度体力劳动者;身体健康,无糖尿病家族史和其他代谢性病史。

2. 仪器和试剂:(1)血糖仪:Accu-CHEK performax 型血糖仪购自美国罗氏公司。(2)试验食物:①大米:一级晚粳米,丹阳市苏绿大米精制加工厂;②膳食纤维复合粉:由上海医疗科技有限公司提供。主要成分为小麦纤维、聚葡萄糖、木糖醇、抗性糊精、菊粉、魔芋粉、燕麦纤维、苹果纤维、柠檬酸、三氯蔗糖。

3. 膳食纤维制作工艺流程:①混合:将所有配料按照一定比例的固体粉末混合均匀;②溶解:将步骤一得到的混合物溶解于 2~3 倍体积的水中,制成多种膳食纤维复合粉水溶液;③均质:将多种复合粉水溶液利用高压均质技术进行均质,均质压力为

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81402680)

作者单位:200433 上海,第二军医大学附属长海医院营养科

通讯作者:郑璇,电子信箱:viviannutrition@qq.com

30MPa,均质温度为 55~65℃;④喷雾干燥:将均质后溶液进行喷雾干燥,进风温度 180~190℃,出风温度 85~95℃,最后得到多种纤维复合粉剂。

4. 试验用食物制作:根据《中国食物成分表(2004年)》,每 100g 粳米含 77.4g。将 645g 大米,添加 10 倍水煮制,制作成 6 倍粥(米:水=1:5),平均分成 10 份,每份含碳水化合物 50g。用于测定白粥的血糖指数。将 483g 大米,添加 10 倍水煮制,制作成 6 倍粥(米:水=1:5),平均分成 10 份,每份中加入膳食纤维复合粉 15g,共计含碳水化合物 50g。用于测定白粥+膳食纤维的血糖指数。

5. 血糖反应曲线测定:(1)口服葡萄糖耐量试验:受试者于试验前 1 日 20:00 时后禁食,至次日清晨,用指尖毛细血管法测定空腹血糖。从进食开始,计时 5min 内服用完含葡萄糖 50g 的溶液 300ml,在服用后第 15、30、45、60、75、90、105 和 120min,分别测定指尖毛细血管血糖水平。(2)受试食物血糖指数测定:受试者于试验前 1 日 20:00 时后禁食,至次日清晨,用指尖毛细血管法测定空腹血糖,分别在随后 5min 内口服白粥、白粥+膳食纤维,相当于含有 50g 碳水化合物,于口服后第 15、30、45、60、75、90、105 和 120min,分别测指尖毛细血管血糖水平。然后按照公式计算各血糖指数:

$$GI = \frac{\text{被测食物餐后血糖反应曲线下增值面积}}{50g \text{ 葡萄糖餐后血糖反应曲线下增值面积}} \times 100。$$

6. 统计学方法:数据采用 SPSS 13.0 统计软件进行处理,曲线下面积计算及曲线绘制采用 Originpro 7.5。数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。

结 果

1. 膳食纤维复合粉营养成分:本试验中的添加的膳食纤维复合粉,按 GB13423-2004、GB/T5009 方法测试,每 100g 中含有蛋白质 6.9g,脂肪 2.2g,碳水化合物 57g,膳食纤维 27.2g(表 1)。

表 1 膳食纤维复合粉营养成分表

营养成分	每 100g	营养素参考值(%)
能量	1170kJ	14
蛋白质	6.9g	12
脂肪	2.2g	4
碳水化合物	57.0g	19
膳食纤维	27.2g	109
钠	25mg	1

2. 白粥和膳食纤维复合粉对健康志愿者血糖的

影响:受试者服用白粥、白粥+膳食纤维及其对照物葡萄糖后的平均血糖反应曲线见图 1,受试者口服白粥后,血糖逐渐升高,45min 后血糖达到最高值 9.28mmol/L,此后血糖逐渐下降,120min 降至 6.90mmol/L。受试者口服白粥+膳食纤维后,血糖逐渐升高,30min 后血糖达到最高值 8.96mmol/L,此后血糖逐渐下降,120min 降至 6.26mmol/L。

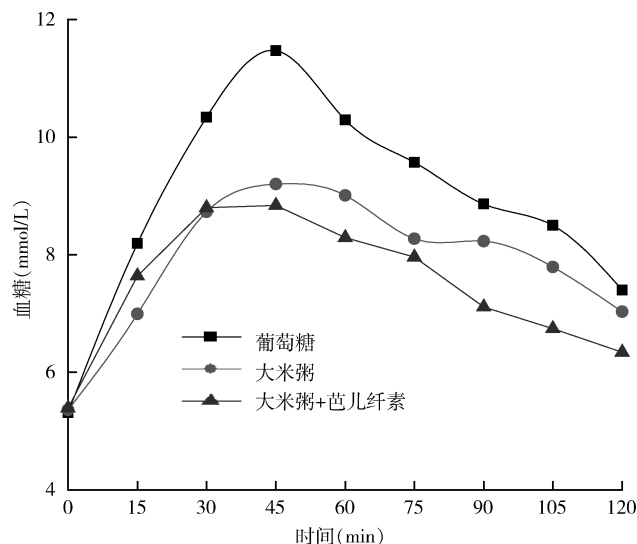


图 1 口服白粥、白粥+膳食纤维及其对照物 50g 葡萄糖后引起的血糖反应曲线

3. 白粥、白粥+膳食纤维的 GI 值:试验食物的 GI 值根据患者服用含 50g 碳水化合物的白粥、白粥+膳食纤维,所引起的血糖反应曲线下增值面积与服用 50g 葡萄糖所引起的血糖反应曲线下增值面积之比,取平均值得白粥的 GI 值为 69.16 ± 23.77 ,白粥+膳食纤维的 GI 值为 53.94 ± 11.39 。

讨 论

膳食纤维(dietary fiber, DF)的定义由 Hipsley 于 1953 年首先提出,“指植物细胞壁中不被人体消化的组分^[3]。”后于 1972 年被 Trowell 等修订为:“那些不能被人体消化吸收的多糖类碳水化合物与木质素”^[4]。在 2001 年,美国谷物化学家协会再次重新修订了膳食纤维的定义:“膳食纤维是不能被人体消化吸收,但能在大肠部分或全部发酵的可食用的碳水化合物及其相类似物质的总和,包括细胞壁多糖、低聚糖、木质素以及与之键合的相关物质”,使膳食纤维的定义更加全面^[5]。

多项研究指出,食物中的膳食纤维如抗性淀粉、果胶、瓜儿胶、黄原胶等具有稳定餐后血糖的功效,并且可以改善包括葡萄糖耐量异常、胰岛素抵抗、中心肥胖症等与胰岛素抵抗相关的代谢症状。动物实验

通过比较不同膳食纤维对糖耐量的影响研究发现,食用大豆纤维、果胶或瓜儿胶可以平缓小鼠葡萄糖耐量曲线,表明膳食纤维具有稳定餐后血糖波动的功效^[6]。青稞提取物、高寒燕麦提取物、苦荞提取物等组成的高原谷物纤维,作为餐前饮对糖尿病患者的血糖控制,尤其是餐后血糖控制具有良好效果^[7]。李宁等^[8]通过复合膳食纤维对健康受试者血糖影响的研究发现,添加膳食纤维的试验餐可延迟血糖达峰出现时间,并可降低健康受试者的血糖峰值。本研究也发现,等量碳水化合物情况下,在白粥中添加复合膳食纤维粉后,健康受试者的血糖峰值由 9.28mmol/L 下降至 8.96mmol/L,血糖指数由 69.16 ± 23.77 下降为 53.94 ± 11.39 ,表明该复合膳食纤维粉可以有效平稳餐后血糖。

膳食纤维改善餐后血糖的作用与它的物理性质如持水性、黏性、吸附性,以及膳食摄入量密切相关。中国居民膳食指南建议正常成年人每天摄入膳食纤维 25~30g,而 2002 年我国居民膳食调查显示,总膳食纤维摄入量占适宜摄入量的 61.9%,中老年呈逐渐下降的趋势,说明目前我国居民膳食摄入量普遍不足,特别是城市居民尤为严重^[9]。本研究中复合膳食纤维粉配方采用了聚葡萄糖、抗性糊精、燕麦纤维等多种可溶性和不可溶性膳食纤维相互配伍,通过均质、喷雾干燥等工艺,使膳食纤维具有更好的溶解性和口感。通过在常见的早餐食品白米粥中添加 1 包 15g 的复合膳食纤维粉,可以有效降低白米粥的血糖指数,同时作为提高糖尿病患者膳食纤维摄入量的有效方法,更加简便易行、依从性高。

(上接第 38 页)

- 12 Ban JE, Park HC, Park JS, *et al.* Electrocardiographic and electrophysiological characteristics of premature ventricular complexes associated with left ventricular dysfunction in patients without structural heart disease [J]. *Europace*, 2013, 15(5): 735–741
- 13 Hasdemir C, Ulucan C, Yavuzgil O, *et al.* Tachycardia – induced cardiomyopathy in patients with idiopathic ventricular arrhythmias; the incidence, clinical and electrophysiologic characteristics, and the predictors [J]. *J Cardiovasc Electrophysiol*, 2011, 22(6): 663–668
- 14 Baman TS, Lange DC, Ilg KJ, *et al.* Relationship between burden of premature ventricular complexes and left ventricular function [J]. *Heart Rhythm*, 2010, 7(7): 865–869
- 15 Ahrens I, Domeij H, Eisenhardt SU, *et al.* Opposing effects of mono-

目前膳食纤维在防治糖尿病中的功效不断被证实,但在我国膳食纤维作为特殊医用食品的开发尚处于起步阶段,对于糖尿病患者每日食用膳食纤维的种类、数量与比例,膳食纤维与饮食、药物间的相互影响,以及适宜的膳食纤维产品形态,如粉剂、饮料、饼干、面条等诸多问题还有待于进一步研究。

参考文献

- 1 刘彩虹, 丁胜福, 李晓明, 等. 膳食纤维在疾病防治中的应用[J]. *医学综述*, 2010, 16(16): 2459–2461
- 2 Yao B, Fang H, Xu W, *et al.* Dietary fiber intake and risk of type 2 diabetes: a dose – response analysis of prospective studies [J]. *Eur J Epidemiol*, 2014, 29(2): 79–88
- 3 吴洪斌, 王永刚, 郑刚, 等. 膳食纤维生理功能研究进展[J]. *中国酿造*, 2012, 31(3): 13–16
- 4 Tosh SM, Chu Y. Systematic review of the effect of processing of whole – grain oat cereals on glycaemic response[J]. *Br J Nutr*, 2015, 114(8): 1256–1262
- 5 Lattimer JM, Haub MD. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health [J]. *Nutrients*, 2010, 2(12): 1266–1289
- 6 Luhovyy BL, Mollard RC, Yurchenko S, *et al.* The effects of whole grain high – amylose maize flour as a source of resistant starch on blood glucose, satiety, and food intake in young men [J]. *J Food Sci*, 2014, 79(12): H2550–2556
- 7 李晓华, 于芳, 刘华, 等. 高原谷物纤维“餐前饮”对糖尿病患者餐后血糖的影响[J]. *中国民康医学*, 2014, 26(10): 22–24
- 8 李宁, 江骥, 胡蓓. 复合膳食纤维对健康受试者血糖及血脂的影响[J]. *中国临床营养杂志*, 2007, 15(6): 351–354
- 9 翟凤英, 何宇纳, 胡以松, 等. 中国居民 2002 年膳食纤维的摄入现状 [J]. *营养学报*, 2005, 6(27): 444–447

(收稿日期: 2015–08–19)

(修回日期: 2015–10–10)

meric and pentameric C – reactive protein on endothelial progenitor cells [J]. *Basic Res Cardiol*, 2011, 106(5): 879–895

- 16 Lee JH, Yang DH, Park HS, *et al.* Incremental predictive value of high – sensitivity C – reactive protein for incident hypertension; the Hypertension – Diabetes Daegu Initiative study [J]. *Clin Exp Hypertens*, 2014, 36(5): 302–308
- 17 Fujii M, Ohnishi H, Saitoh S, *et al.* The combination of abdominal obesity and high – sensitivity C – reactive protein predicts new – onset hypertension in the general Japanese population; the Tanno – Sobetsu study [J]. *Hypertens Res*, 2015, 38(6): 426–432

(收稿日期: 2016–03–09)

(修回日期: 2016–03–11)