

· 综述 ·

低升糖指数饮食与糖尿病血糖及血脂控制的关系

苏亚峰 相萍萍 陈国芳 刘超

南京中医药大学附属中西医结合医院(江苏省中医药研究院)内分泌代谢病科 210028

通信作者:刘超, Email: liuchao@nfm.cn.com

【摘要】 食物升糖指数是用以衡量食物对血糖升高水平的指标,面对日益增长的糖尿病患病人群,如何通过不同升糖指数的饮食干预发挥显著治疗作用,已成为新的研究热点。近年来多项研究表明,不同升糖指数饮食对糖尿病患者血糖、体重、血脂水平均有重要影响。与高升糖指数饮食相比,低升糖指数饮食可以降低糖尿病患者的血糖水平及维持血糖稳定,在减重及降低血脂水平方面也发挥着不可或缺的作用。在妊娠糖尿病人群中,低升糖指数饮食还可降低妊娠并发症发生的风险,故已逐渐成为糖尿病患者主流的饮食干预策略。

【关键词】 低升糖指数;2 型糖尿病;妊娠糖尿病;血糖;血脂

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2020.01.007

Relationship between low glycemic index diet and blood glucose, blood lipid control in diabetes mellitus

Su Yafeng, Xiang Pingping, Chen Guofang, Liu Chao. Endocrine and Diabetes Center, Affiliated Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Nanjing University of Chinese Medicine; Jiangsu Province Academy of Traditional Chinese Medicine, Nanjing 210028, China

Corresponding author: Liu Chao, Email: liuchao@nfm.cn.com

【Abstract】 The food glycemic index is a measure of the level of elevated blood glucose in food. In the face of the growing population of diabetic patients, how to play a significant therapeutic role through dietary intervention with different glycemic index has become a new research hotspot. In recent years, several studies have shown that different glycemic index diets have important effects on blood glucose, body weight and blood lipid levels in diabetic patients. Compared with high-glycemic index diet, low-glycemic index diet can reduce blood glucose level and maintain blood glucose stability in diabetic patients, and play an indispensable role in weight loss and decrease of blood lipid levels. And low-glycemic index diet can also reduce the risk of pregnancy complications in gestational diabetes, so it has gradually become the mainstream dietary intervention strategy for diabetic patients.

【Key words】 Low-glycemic index; Type 2 diabetes mellitus; Gestational diabetes mellitus; Blood glucose; Blood lipid

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4157.2020.01.007

膳食碳水化合物和血糖波动之间的关系一直争论不休。1981 年国际上首次引入升糖指数作为一项用于描述不同食物中可用碳水化合物提高血糖程度的衡量标准,即食用含有 50 g 碳水化合物和相当量的葡萄糖或者白面包,在一定时间内体内血糖曲线下面积的百分比值。具体计算公式如下:升糖指数 = (进食一种食物 2 h 内血糖反应曲线下的增值面积/进食相等分量的参考食物 2 h 内血糖反应曲线下的增值面积) × 100。不同类型的碳水化合物的餐后血糖反应不同,不同食物的升糖指数也各不相同,升糖指数可反映食物引起血糖应答的特

性^[1]。根据定义,低升糖指数(LGI)食物的血糖指数 < 55(如大多数乳制品),中等升糖指数为 56 ~ 69(如米粉、蜂蜜),高升糖指数(HGI) ≥ 70(如白米)^[2]。HGI 食物进入胃肠后消化快,吸收完全,葡萄糖进入血液迅速,血糖峰值高;LGI 食物在胃肠内释放缓慢,吸收率低,血糖峰值低,下降速度慢。由此可见,升糖指数能确切地反映食物摄入后体内的生理状态,是衡量食物引起人体餐后血糖反应的一项有效指标^[3]。

目前,随着人们生活水平的不断提高和饮食结构的改变,糖尿病的发病率也在逐年攀升。2015 年

全球发病率约为 4.15 亿成年人,不仅如此,国际糖尿病联盟预计到 2040 年将有 6.42 亿人患病^[4]。因此,糖尿病被认为是 21 世纪的流行病。在全世界受糖尿病影响的所有人中,2 型糖尿病(T2DM)约占 90%,最新的流行病学调查显示,我国成人 T2DM 患病率已达 10.9%^[5]。临床上 T2DM 属于一种常见的内分泌代谢性疾病,不同病因致使胰岛素分泌绝对或者相对不足,造成靶细胞对胰岛素敏感性明显降低,最终引起糖、蛋白质以及脂代谢紊乱,且一旦发病,多伴随患者终身^[3]。此类疾病不仅患病率高,其并发症的发生率也非常高,严重影响了患者的生活质量。不仅给患者带来沉重的心理负担,还对个人和国家造成巨大的资金、资源浪费。2017 年 Sun 等^[6]的荟萃分析表明,生活方式干预能有效改善 T2DM 患者的体重和 HbA1c 水平,且对药物治疗具有一定的辅助效果。在我国居民的日常饮食中多以米、面为主,属于 HGI 食物,而膳食纤维摄入不足,因此,在临床上对于糖尿病的治疗不仅局限于降糖药物、减重手术的应用,多摄入 LGI 食物的饮食治疗同样可以发挥巨大作用。

1 LGI 饮食与糖尿病血糖控制的关系

Oud 和 Spellman^[7]的一项回顾性研究表明,与持续高血糖患者相比,控制不佳的血糖波动会对糖尿病慢性并发症以及致死、致残率产生更大的影响,表明对于糖尿病患者,血糖的平稳控制往往能有更大的临床获益。已有研究证实,进食 LGI 食物后,由于消化吸收的速度较慢,不会使餐后血糖水平发生明显升高,不会出现较大的血糖波动;与之相反,在食用 HGI 食物后,可显著升高餐后血糖,使血糖水平发生较大的波动。因此,糖尿病患者应以 LGI 食物为主,避免引起餐后高血糖。

1.1 LGI 饮食与 T2DM 一项荟萃分析显示,与对照饮食相比,LGI 饮食使 HbA1c 降低 0.14%^[8]。Tay 等^[9]进行了一项为期 52 周的随机对照研究,将 115 例 T2DM 患者随机分成低碳水化合物饮食组和高碳水化合物饮食组(碳水化合物含量:14% 比 53%),结果显示,低碳水化合物组空腹血糖较前下降 0.7 mmol/L, HbA1c 较前下降 1%,而且在血糖稳定性和对降糖药物的需求方面,前组明显更优。Silva 等^[10]研究同样表明,与 HGI 饮食相比,LGI 饮食可降低 T2DM 患者的餐后血糖及胰岛素浓度,从而减轻血糖波动带来的不利影响。一项荟萃分析显示,LGI 饮食使糖尿病患者的 HbA1c 显著降低约 0.29%

($P < 0.0006$),空腹血糖降低约 0.56 mmol/L^[11]。上述研究均表明,LGI 饮食对 T2DM 患者的血糖控制效果显著。可以通过 HbA1c 的改善来预测心血管疾病的风险,在 HbA1c $\geq 6.5\%$ 的 T2DM 患者中,HbA1c 降低 0.1%,心血管疾病发生风险可降低约 7%^[12]。因此,LGI 饮食对于预防 T2DM 患者罹患心血管疾病风险也具有重要作用。

1.2 LGI 饮食与妊娠糖尿病(GDM)

1.2.1 LGI 饮食对母体的影响 一项随机对照试验显示,妊娠期间 LGI 饮食显著降低了 63 例 GDM 女性的胰岛素使用量^[13]。Ma 等^[14]的一项纳入 47 例 GDM 患者的随机对照研究显示,LGI 饮食控制餐后血糖的效率优于 HGI 饮食。此外,最近的一项荟萃分析显示,LGI 饮食显著降低了 GDM 患者的空腹血糖(-0.18 mmol/L)及餐后 2 h 血糖(-0.33 mmol/L),此外还改善了妊娠女性妊娠期体重增加^[15]。这些研究结果表明,LGI 饮食在控制 GDM 患者血糖水平方面效果显著。但是 LGI 饮食是否会因为摄入营养素不均衡而对妊娠期妇女的机体健康产生不利影响呢? 2018 年一项随机对照研究经过 5 年的随访显示,与正常饮食组相比,LGI 饮食组妊娠妇女 5 年内机体营养成分并没有受到影响,并且该饮食方式对受试者的糖代谢以及体重稳定也有长期有利的影响^[13]。表明 LGI 饮食可能是 GDM 患者血糖控制的关键措施。

1.2.2 LGI 饮食对新生儿的影响 孕妇饮食中常量营养素的摄入会影响孕妇的新陈代谢和子宫内环境。由于葡萄糖是胎儿生长的主要能量底物,不同程度的葡萄糖耐受不良,即使低于诊断 GDM 所需的常规葡萄糖,也会导致子宫环境的改变,从而影响胎儿的生长发育。研究表明,饮食干预可以使 GDM 患者血糖恢复正常,并减少胎儿过度生长和其他相关联的不良结果。一项纳入 302 名参与者的荟萃分析显示,LGI 饮食可以减少 GDM 孕妇生产巨大儿的风险^[16]。此外,一项纳入 1 985 名女性的 11 项随机对照试验进行的荟萃分析显示,孕期 LGI 饮食显著降低了新生儿出生体重(-0.12 kg)以及出生时体重大的婴儿比例^[17]。表明在怀孕期间,母亲 HGI 饮食与胎儿过度生长和更高的婴儿体脂肪量相关,而 LGI 饮食可以显著减轻新生儿体重。

2 LGI 饮食与糖尿病患者脂代谢

近年来的研究表明,LGI 饮食可以通过以下机制帮助控制体重:通过减轻反应性餐后血糖升高,从

而降低胰岛素水平,促进更多的脂肪氧化供能;通过改善胰岛素敏感性,增加饱腹感,减少食物摄入来减轻体重。

2.1 LGI 饮食对血脂的影响 一项纳入 28 个随机对照研究的荟萃分析显示,LGI 饮食干预 4 周以上,可以使总胆固醇 (-0.13 mmol/L) 和低密度脂蛋白-胆固醇 (-0.16 mmol/L) 显著降低^[18]。2015 年的一项随机对照研究中,纳入 95 例 GDM 患者,分别予普通饮食与 LGI 饮食,自妊娠 24~26 周到分娩,每两周接受一次个体化的一般饮食干预,结果显示,与对照组相比,总胆固醇 (-0.12 mmol/L 比 -0.23 mmol/L) 和甘油三酯 (-0.41 mmol/L 比 -0.56 mmol/L) 均显著降低 (P 均 <0.05),而高密度脂蛋白-胆固醇较对照组下降较少 (-0.01 mmol/L 比 -0.11 mmol/L)^[14]。此外,最近的一项纳入 602 例 T2DM 患者的荟萃分析显示,与对照饮食相比,LGI 饮食可以使低密度脂蛋白-胆固醇下降约 0.12 mmol/L ^[11]。上述研究表明,LGI 饮食可以显著降低血脂,改善糖尿病患者脂代谢异常。

2.2 LGI 饮食对体重的影响 Bosy-Westphal 等^[19] 研究显示,饮食诱导的高胰岛素血症在正能量平衡期间导致更高的脂肪储存。此外,由于脂肪组织中胰岛素敏感性增加,人们在身体不活动时可能面临更多脂肪储存的风险。因此,在久坐不动的生活方式中,LGI 饮食可能更有利于抑制体重增加。与 LGI 饮食相比,HGI 饮食餐后血糖水平更高,导致机体产生的胰岛素更多,促进了肝脏和肌肉对碳水化合物和脂肪的摄取,表明在 HGI 饮食后脂肪氧化较低。2017 年的一项随机对照研究中,将 20 例 T2DM 患者分成 LGI 组与 HGI 组,经过 30 d 的饮食干预后,LGI 组体脂肪减少 1.8%,HGI 组减少 0.4% ($P < 0.05$)^[20]。同样在 Kaur 等^[21] 的研究中,也观察到 LGI 组脂肪氧化明显高于 HGI 组。一项荟萃分析显示,LGI 饮食与对照饮食相比,体重显著减少 2.15 kg,体重指数降低 0.74 kg/m^2 ,故 LGI 饮食对于减轻糖尿病患者体重有至关重要的作用^[11]。

综上所述,LGI 饮食在降低糖尿病患者血糖水平及减少血糖波动方面是一种行之有效的治疗策略。除此之外,还可以降低 GDM 患者发生产科并发症的风险;同时在肥胖糖尿病患者的减重以及改善脂代谢方面也有着积极的作用。但 LGI 饮食对 1 型糖尿病血糖的影响,尚缺乏高质量研究。而是否能通过不同升糖指数食物的组合增加患者的饱腹

感,更好地发挥血糖控制作用,从而寻找一种行之有效且依从性更好的饮食方案,是未来主要的研究方向。

参 考 文 献

- [1] 刘国良. 升糖指数与实现血糖正常化[J]. 实用糖尿病杂志, 2010,6(3):6-8.
- [2] Yeung CHC, Kusnadi DTL, Barclay AW, et al. The decreasing trend in dietary glycaemic index and glycaemic load in Australian children and adolescents between 1995 and 2012 [J]. *Nutrients*, 2018,10(9):pii:E1312. DOI:10.3390/nu10091312.
- [3] 田琳. 低升糖指数膳食、阿卡波糖对初诊 2 型糖尿病血糖、脂代谢及胰岛功能的影响比较[D]. 郑州大学,2013.
- [4] International Diabetes Federation. IDF diabetes Atlas. 7th ed. 2015.
- [5] Wang L, Gao P, Zhang M, et al. Prevalence and ethnic pattern of diabetes and prediabetes in China in 2013 [J]. *JAMA*, 2017,317(24):2515-2523. DOI:10.1001/jama.2017.7596.
- [6] Sun Y, You W, Almeida F, et al. The effectiveness and cost of lifestyle interventions including nutrition education for diabetes prevention: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Acad Nutr Diet*, 2017,117(3):404-421. e36. DOI:10.1016/j.jand.2016.11.016.
- [7] Oud L, Spellman C. The association of glucose variability and home discharge among survivors of critical illness managed with a computerized decision-support tool for glycemic control [J]. *J Diabetes Sci Technol*, 2014,8(2):277-285. DOI:10.1177/1932296813518136.
- [8] Ajala O, English P, Pinkney J. Systematic review and meta-analysis of different dietary approaches to the management of type 2 diabetes [J]. *Am J Clin Nutr*, 2013,97(3):505-516. DOI:10.3945/ajcn.112.042457.
- [9] Tay J, Luscombe-Marsh ND, Thompson CH, et al. Comparison of low- and high-carbohydrate diets for type 2 diabetes management: a randomized trial [J]. *Am J Clin Nutr*, 2015,102(4):780-790. DOI:10.3945/ajcn.115.112581.
- [10] Silva FM, Kramer CK, Crispim D, et al. A high-glycemic index, low-fiber breakfast affects the postprandial plasma glucose, insulin, and ghrelin responses of patients with type 2 diabetes in a randomized clinical trial [J]. *J Nutr*, 2015,145(4):736-741. DOI:10.3945/jn.114.195339.
- [11] Vigiouliouk E, Kendall CW, Kahleová H, et al. Effect of vegetarian dietary patterns on cardiometabolic risk factors in diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Clin Nutr*, 2019,38(3):1133-1145. DOI:10.1016/j.clnu.2018.05.032.
- [12] Emerging Risk Factors Collaboration, Di Angelantonio E, Gao P, et al. Glycated hemoglobin measurement and prediction of cardiovascular disease [J]. *JAMA*, 2014,311(12):1225-1233. DOI:

10. 1001/jama. 2014. 1873.
- [13] O'Brien EC, Geraghty AA, O'Sullivan EJ, et al. Five-year follow up of a low glycaemic index dietary randomised controlled trial in pregnancy-no long-term maternal effects of a dietary intervention [J]. BJOG, 2019, 126(4):514-524. DOI:10. 1111/1471-0528. 15500.
- [14] Ma WJ, Huang ZH, Huang BX, et al. Intensive low-glycaemic-load dietary intervention for the management of glycaemia and serum lipids among women with gestational diabetes: a randomized control trial[J]. Public Health Nutr, 2015, 18(8):1506-1513. DOI: 10. 1017/S1368980014001992.
- [15] Xu J, Ye S. Influence of low-glycemic index diet for gestational diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Matern Fetal Neonatal Med, 2018, 19: 1-6. DOI: 10. 1080/14767058. 2018. 1497595d.
- [16] Wei J, Heng W, Gao J. Effects of low glycemic index diets on gestational diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials[J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(22): e3792. DOI:10. 1097/MD. 0000000000003792.
- [17] Zhang R, Han S, Chen GC, et al. Effects of low-glycemic-index diets in pregnancy on maternal and newborn outcomes in pregnant women: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Eur J Nutr, 2018, 57(1):167-177. DOI:10. 1007/s00394-016-1306-x.
- [18] Goff LM, Cowland DE, Hooper L, et al. Low glycaemic index diets and blood lipids: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2013, 23(1):1-10. DOI:10. 1016/j. numecd. 2012. 06. 002.
- [19] Bosy-Westphal A, Hägele F, Nas A. Impact of dietary glycemic challenge on fuel partitioning[J]. Eur J Clin Nutr, 2017, 71(3): 327-330. DOI:10. 1038/ejcn. 2016. 230.
- [20] Gomes JMG, Fabrini SP, Alfenas RCG. Low glycemic index diet reduces body fat and attenuates inflammatory and metabolic responses in patients with type 2 diabetes [J]. Arch Endocrinol Metab, 2017, 61(2):137-144. DOI:10. 1590/2359-3997000000206.
- [21] Kaur B, Quek Yu Chin R, Camps S, et al. The impact of a low glycaemic index (GI) diet on simultaneous measurements of blood glucose and fat oxidation: a whole body calorimetric study [J]. J Clin Transl Endocrinol, 2016, 4:45-52. DOI:10. 1016/j. jcte. 2016. 04. 003.

(收稿日期:2019-06-09)

(本文编辑:刘欣)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《国际内分泌代谢杂志》对缩略语的使用说明

文题原则上不能使用缩略语,文中应尽量减少缩略语。公认的缩略语在文中可以直接使用。未公布的名词术语,请按照如下规则进行缩写:原词过长且在文中出现3次以上者,可在第一次出现时写出全称,并在括号内写出缩略语。不超过5个汉字的名称不宜使用缩略语,以免影响文章的可读性。

缩略语	中文名称	缩略语	中文名称
ADA	美国糖尿病协会	MRI	磁共振成像
CT	电子计算机体层扫描	MtDNA	线粒体 DNA
ELISA	酶联免疫吸附试验	OR	优势比
HE	苏木素-伊红	PCR	聚合酶链反应
HIV	人类免疫缺陷病毒	PET	正电子发射断层摄影术
HbA1c	糖化血红蛋白	Real-time PCR	实时定量聚合酶链反应
HR	风险比	RT-PCR	反转录聚合酶链反应
ICU	重症监护治疗病房	WHO	世界卫生组织