

【本期索引】

项目名称：《以控制血糖负荷及总能量为特征的新型食物交换系统及其对 2 型糖尿病防治作用实验研究》

项目负责人：孙建琴

执行时间：2003.10—2006.3

资助金额：16.6 万元人民币

关键词：糖尿病；饮食治疗；血糖指数；血糖负荷；食物交换系统

（大标题）新型食物交换系统： 兼顾血糖负荷与膳食总能量 用于糖尿病饮食治疗更科学更有效

（小标题 1）食物 GI 概念在国际上被广泛推荐用于改善糖尿病患者餐后血糖、控制体重以及营养教育

一直以来，饮食治疗被认为是糖尿病综合控制中不可缺少的重要措施。目前，各个国家已形成共识，糖尿病人的膳食原则应该是，在合理控制能量的基础上、适当的高碳水化合物（占总能量的 50%—60%）、高纤维、低脂肪（低于 30%总能量）的膳食。

长期的高血糖症和高胰岛素血症是糖尿病胰岛衰竭理论的病理基础，也与糖尿病多种远期并发症的发生发展密切相关。因此，精心选择含碳水化合物的食物，减少餐后血糖升高，增加胰岛素敏感性，在糖尿病的膳食治疗和并发症的预防中显得尤为重要。

1981 年，Jenkins 等提出了血糖指数（GI）的概念——不同种类的碳水化合物引起餐后血糖的应答不同，具有“质”的区别。低 GI 食物在胃肠道停留时间长，葡萄糖缓慢释放入血，可减少餐后血糖升高，减少胰岛素分泌的速度和数量，从而降低餐后血糖和胰岛素的应答，抑制血液游离脂肪酸水平和拮抗激素的反应，增加胰岛素的敏感性。近年来，世界卫生组织/联合国粮农组织、欧洲糖尿病研究协会、加拿大糖尿病协会、澳大利亚营养学会等均推荐食物 GI 概念，用于改善糖尿病患者餐后血糖、控制体重以及营养教育。食物 GI 概念及其在糖尿病、心血管疾病及其他与高血糖、高血脂、胰岛素抵抗相关慢性病的防治作用也已成为营养与慢性病研究的一个热点。国外进行的 14 个有关 GI 与糖尿病防治研究中，有 10 项研究证实，食用低 GI 膳食的患者餐后血糖平均降低 16%，糖化蛋白水平平均降低 9%，胰岛素敏感性增加；此外，还可不同程度地降低血清总胆固醇和甘油三酯，升高“好胆固醇”（HDL-C）。因此，研究者认为，低 GI 膳食对不同类型的糖尿病人有较好的治疗作用，不仅可抑制餐后血糖和胰岛素的升高，增加胰岛素敏感性，降低胰岛素抵抗，还可改善血脂，预防糖尿病性动脉粥样硬化。

在食物 GI 测定方面，各国也都做了大量的工作。2002 年 Kaye 等在 1995 年国际 GI 表的基础上，进一步收集了 1981—2001 年间各国公开发表和未公开发表食物 GI 数据，汇集形成新的国际 GI 数据库，还增加了各种食物的血糖负荷值（GL）。

（小标题 2）对于 GI、GL 概念在糖尿病防治应用中的具体方式，我国还需进行更多的研究和实践

国内对于食物 GI 的研究始于 1986 年，这些研究为我国应用 GI 概念进行慢性病的防治研究及糖尿病的治疗和宣传教育奠定了良好的基础。然而，相对而言，我国在 GI 方面的研究还不够，主要反映在以下几方面：

一、以往大多数临床研究是针对某一餐次的不同 GI 食物对于血糖的短期（餐后数小时）作用观察，缺乏对糖尿病长期作用的研究证据。试验设计大多为简单的随机对照观察，而国外文献报道的多数临床试验均采用研究结果可靠性大的交叉试验设计，而且试验时间较

长(2周-24周)。因此,我国非常有必要进行严格控制试验膳食的交叉设计研究,以取得更多具有说服力的资料。

二、目前对于食物血糖应答的研究应用仅限于GI方面。众所周知,人体血糖应答效应不仅受食物GI的影响,还受到膳食碳水化合物数量的影响。GI仅反映碳水化合物的质量,并不能反映其含量。因此,食物GI不能完全反映出膳食碳水化合物升高血糖的能力。比如胡萝卜,单从GI值(>70)考虑,属于高GI食物,许多人于是错误地认为糖尿病人不能食用胡萝卜。其实,胡萝卜的碳水化合物含量很低,其GL很低,日常食用量不会引起血糖和胰岛素大幅度的变化。GL的概念是1997年Salmeron等在GI的基础上提出的,为食物GI值与碳水化合物含量的乘积,将摄入碳水化合物的质量和数量结合起来,可以对实际提供食物或总体膳食模式升高血糖效应进行定量测定。GL比GI内涵更广泛、更敏感,而我国还未见有关GL研究的报道。

三、无论是在营养和卫生专业人员还是普通群众中,对于GI和GL的概念及其在糖尿病等慢性病防治中的作用尚缺乏足够的认识和了解。

四、专业人员虽接受GI的概念,然而在糖尿病的饮食治疗和营养教育中使用GI较麻烦,推荐低GI饮食时缺乏具体的量化指标。GI或GL的高低是一个相对的数值,混合膳食中GI或GL值低到什么程度才能产生有益的作用?机体对长期低GI或GL膳食的耐受性如何?不同能量水平下,适宜的GL值是多少?这些方面的研究资料匮乏,需要深入研究。同时,国外文献也报道,现阶段使用GI概念,增加了对疾病膳食治疗中不必要的复杂性和限制。许多学者呼吁,对GI、GL概念在糖尿病防治应用中的具体方式还需更多的研究和实践。

(小标题3) 新型食物交换系统框架建立,以控制混合膳GI/GL和总能量为特征

2003年10月,在达能营养基金的资助下,复旦大学附属华东医院临床营养中心主任孙建琴教授带领课题组从两方面对GI、GL的应用展开了研究。

一方面是在国内外对GI概念和作用普遍认同,并取得大量食物GI分析测试数据和比较完善的食物成分数据库的基础上,吸收和应用医学营养学领域的新理论新技术,融合食物GI概念和食物交换份方法的特点,建立一个以控制GI和膳食总能量为特征、体现食物血糖应答差异和总能量平衡的新的新型食物交换系统。因为GI只是反映碳水化合物质量和血糖负荷的生理参数,不能反映膳食总能量的控制及平衡膳食的搭配等;食物交换份虽然是多年来在糖尿病饮食治疗和营养教育中常用的方法,但它不能区分不同食物对于餐后血糖和胰岛素应答的生理学差异。实际上,食物交换份中可交换的食物,其消化吸收率和血糖应答水平的差异相当大。因此,传统的食物交换份法已不能满足当前对糖尿病治疗和教育的需要。由此可见,单独使用食物交换份法或GI概念都有难以避免的技术上的缺陷。但是,若将二者有机结合,取长补短,将有可能为糖尿病的饮食治疗提供一种新的更科学简便的方法。

另一方面是采用国际惯用的交叉研究设计方法,验证上述食物交换系统在糖尿病防治作用中的可靠性和应用价值;同时,研究长期低GI膳食对2型糖尿病的控制作用,了解低GI膳食对受试者体内氧化-抗氧化系统、炎症反应和血浆纤凝-纤溶系统活性的影响,探讨低GI膳食是否可在降低餐后高血糖和胰岛素水平、改善血脂的效应下,降低糖尿病心血管并发症的危险性。

三年后,课题组完成了我国常见的16种单个食物、32种混合食物GI值的测定,并分析得出结论:单个食物GI的影响因子为膳食纤维,混合食物GI的影响因子为脂肪占热能百分比和膳食纤维;证实了32种混合食物的实测GI与预测GI间有很强的相关性。在国内外及本次实验测定获得的GI基础上,建立了8大类、2000余种食物的GI值与其营养成分相对应的食物库,并根据此库及临床试验得出维持理想血糖的适宜GI值。还通过分析比较GI与GL的相关性以及食物血糖效应的影响,为正确应用GI提供了参考。在上述结

果的基础上，融合混合膳 GI 值和食物交换份法，课题组建立了以控制混合膳 GI/GL 和总能量为特征的新型食物交换系统的基本框架。

通过采用严格控制膳食的交叉试验，课题组发现，在限制能量摄入的基础上，高 GI、低 GI 两种饮食治疗均可显著降低病人的血糖、果糖胺和总胆固醇（TG）水平，但低 GI 饮食在改善高胰岛素血症、减少 C 肽分泌、提高胰岛素敏感性方面的作用优于高 GI 饮食。低 GI 组与高 GI 组相比，低密度脂蛋白分别下降 0.55 mmol/l 和 0.14mmol/l，差异有显著性；TG 下降幅度（28.6%）也大于高 GI 组（18.3%）。

在本次试验中，低 GI 组病人的体重及体质指数下降均显著高于高 GI 组。因此，采用低 GI 的营养治疗策略，有助于更好地改善病人的糖脂代谢和体重控制，在病人的饮食治疗和营养教育实践中通过选用未经精制的谷类，搭配杂粮、干豆，增加蔬菜、适量水果，即可达到降低膳食 GI 的目的。方法简便易行，值得在糖尿病的防治实践中推广应用。

课题组还初步完成了以 GL 为特征的新型食物交换膳食营养软件的开发，为营养师和临床医生应用 GI 概念进行糖尿病的饮食营养管理提供了实用有效的工具。

此项课题研究在临床营养学界产生了一定的影响。研究结果在有关学术会议上交流后，引起营养师与临床医生的兴趣，并在工作中将 GI 概念应用于指导病人的饮食营养，收到了较好的临床效果。同时，课题研究也取得了较好的社会影响。文汇报、新民晚报、上海人民广播电台报道了研究活动，在社区进行的低 GI 营养教育与研究也受到老百姓和社会的好评与欢迎。（本报记者 刘艳芳整理）

表 1. 单个食物的 GI 值

食物名称	GI 值 (X±SD)
米仁	40.31±11.95
百合	38.57±11.89
莲子	28.83±18.05
核桃	13.51±14.15
栗子	50.46±20.19
白果	37.44±18.06
亚麻子	21.2±18.02
银耳	12.97±9.14
桂圆肉	50.67±29.4
莲藕	44.92±13.21
烤麸	48.99±22
泡饭	77.75±29.58
膳食纤维	10.11±4.12
洋葱	10.62±0.9
豆沙	46.15±18.08
烂糊面	75.28±23.33

表 2. 混合食物的 GI 值

食物名称	GI (X±SD)	食物名称	GI (X±SD)
米仁+绿豆+百合 (未算纤维)	66.26±28.93	海带+米饭	50.04±6.94
米仁+赤豆+花生	32.64±13.02	牛奶+麦片	43.98±13.75
红枣+莲子+桂圆	67.17±11.78	苦荞年糕	56.11±11.26
银耳+红枣+莲子+桂圆	42.71±21.06	高粱米饭	52.66±13.28

大米饭+赤豆+米仁	73.38±18.5	蔬菜馒头	74.43±28.94
大米饭+青豆+胡萝卜+洋葱+玉米+大蒜	40.07±17.06	玉米年糕	79.84±30.75
大米饭+荞麦+花生	45.88±24.6	鲜肉月饼	42.11±16.99
大米饭+青菜+咸肉+香肠	66.35±21.96	玉米馒头	55.7±22.87
黑米+荞麦+核桃	70±10.39	荞麦银丝卷	67.22±7.87
亚麻子饭	51.38±37.58	荞麦水饺	43.5±34.13
燕麦饭	77.63±31.83	黄豆花生饭	64.0±14.33
八宝粥	64.28±16.58	高粱馒头	73.72±8.28
刀切馒头+花生	57.4±27.31	赤豆饭	79.1±19.94
黑木耳+米饭	49.72±17.16	鲜肉汤团	65.9±10.49
苦瓜+米饭	46.47±17.03	荞麦饭	70.3±26.88
泡饭+纤维素	59.84±23.1	米仁饭	64.9±27.6

【专家出镜】孙建琴

营养学教授，复旦大学附属华东医院临床营养中心主任，中国营养学会老年营养分会主任委员，上海市营养学会副理事长。长期从事医学营养学的医-教-研-防工作，擅长各种疾病的营养治疗、肠内肠外营养支持和各类人群的营养健康与疾病预防。科研领域涉及人群营养与健康、住院病人营养不良与营养治疗，肠内肠外营养支持、营养与慢性病防治研究等方面。主持国家自然科学基金、上海市科委科技发展基金、国际合作项目课题多项。在营养与糖尿病营养防治研究、铁缺乏营养防治研究及老年病人营养支持等方面处于国内先进水平。