

1 简介

碳水化合物和脂肪是膳食能量的主要来源，其中来自碳水化合物的能量均由淀粉和糖提供。国际生命科学学会 (ILSI) 欧洲分会的另一本简明专著对这一问题作了探讨，主要介绍淀粉和糖的基本结构、代谢以及对饱腹感和体力活动的影响。本书则着重介绍膳食中糖的量及种类与健康关系的近期研究。

糖是碳水化合物的最简单形式，通常是指单糖（如葡萄糖、半乳糖和果糖）或双糖（如乳糖和蔗糖）。从量上来说，膳食中最重要的糖是蔗糖，它是葡萄糖和果糖缩合而成的双糖。由于它在膳食中的重要性，故在英语中糖与蔗糖是同义词。糖可以存在于天然食物（如水果）中，也可以在食品加工或家庭烹调过程中加入，这两种来源的糖在机体内的代谢过程是相同的。

糖（尤其是蔗糖）因其甜味和它赋予食物的诱人风味而备受推崇。由于高浓度糖可以抑制食品

中腐败菌的生长，故可作为防腐剂使用，因此糖在食品加工中也发挥着重要作用。此外，食物中的糖也可作为能量来源。

由于糖容易获得、价格相对便宜、口味诱人且有利于食品加工，造成工业化国家的糖消费量明显高于非工业化国家。人们已经开始担心过高的糖消费是否与许多常见富裕性疾病（包括肥胖、糖尿病、冠心病、龋齿和其他行为异常的状态）有关。美国食品和药物管理局和英国卫生部已分别于1986年和1989年对它们之间可能存在的联系进行了评述。但是，近年来研究者已对这些问题进行了深入的研究，并获得了一些新的结果和知识。

本书以最新的科学知识为基础，对膳食中糖的健康问题进行评述。如果读者想了解更详细的内容，请参阅前言中提到的“糖的营养与健康作用的评价”研讨会论文集。

2 工业化国家的糖消费

2.1 估计的消费水平

糖和其他膳食成分消费量资料的可信程度主要取决于资料收集时所采用的方法。目前主要采用两种方法对糖消费水平进行评估：

(1) 消耗值：从全国水平上反映进入不同商业部门或自商业系统消失的量。从本国产量和进口总额中减去出口、储藏和用于各种工业生产的原料量，所得最终数值除以总人口数，即为人均消费的估计值。

(2) 膳食调查：用问卷调查、食物日记或记录（所吃食品均被称重）等不同方法对个体或团体的食物摄入量进行直接膳食调查。参照适当的食物成分表，就可以估计出糖的摄入量。

由于前一种方法无法计算出被浪费掉的糖量、流入宠物食品企业的量、用一种食物生产另一种食物过程中的损失量（如碳水化合物发酵成酒精）因此这种方法可能会造成对人均摄入量的估计偏高。鉴于其在某些国家中是惟一可用的资料，因此，它通常是比较国际间食物消费量的惟一方法。

通过膳食调查获得的数据可能会造成糖消费量的估计偏低。因为，调查方法都不甚理想，在此过程中，最普遍和最明显的问题在于被调查者都把食物摄入量说得过低，因此计算出的营养素摄入量也偏低。被调查者所说的食物摄入量较实际摄入量最多可低 20%。

因此，读者在查询有关糖摄入量资料的时候，应意识到这些局限性的存在，糖的实际摄入量尚未最后确定，但可能在“消耗值”的估计值和调查资料的估计值之间。另外，各国间的方法学、术语以及食

品中糖的组成都存在差异，这一点将在后面进一步讨论。鉴于上述原因，仅对北美和欧洲的糖消费资料进行比较是不够的。在本书中，引用“消耗值”数据时将使用“消费量”这个词，但当数据来源于个体膳食调查途径时，将使用“摄入量”这个词。

2.2 现阶段消费水平

根据美国农业部提供的消耗值资料进行估计，1992 年美国的每人每天糖消费量平均为 170 g 左右。表 1 中的糖摄入量数据来源于美国农业部 1987~1988 年进行的食物消费调查结果。

表 1 美国居民的每日总糖摄入量

性别/年龄 (岁)	平均值 (g/d)	90 百分位数 (g/d)	占平均能量 百分比(%)
两种性别			
<1	65	103	35
1~3	79	137	27
4~6	101	170	27
7~10	114	187	26

男性			
11~14	142	242	26
15~18	140	238	24
19~22	121	221	22
23~50	106	193	20
>50	91	135	19

女性			
11~14	107	180	24
15~18	104	176	25
19~22	106	175	29
23~50	80	150	22
>50	75	168	22

资料来源：美国农业部 1987~1988 年全国食物消费调查

欧盟也进行了与之类似的调查，结果表明其平均糖摄入量较美国低（表 2）。

表 2 欧盟六国平均每日糖摄入量

国家	摄入量(g/d)	占能量百分比(%)
荷兰	131	21.2
英国	100	18.4
比利时	96	15.2
爱尔兰	90	14.6
德国	80	13.9
西班牙	51	8.0

资料来源：Gibney M, Sigman-Grant M, Stanton Jr JL, Keast DR. Consumption of Sugars. Am J Clin Nutri, 1995; 62(Suppl. 1): 178s~194s

2.3 糖和其他甜味剂使用的趋势

从全球范围来看，尽管糖的绝对消费水平与国家的繁荣并无明显的关系，但是一般来说国家越富有，其糖的使用量也越大。从图 1 可以看出，从 1960~1990 年，美国碳水化合物甜味剂的总消

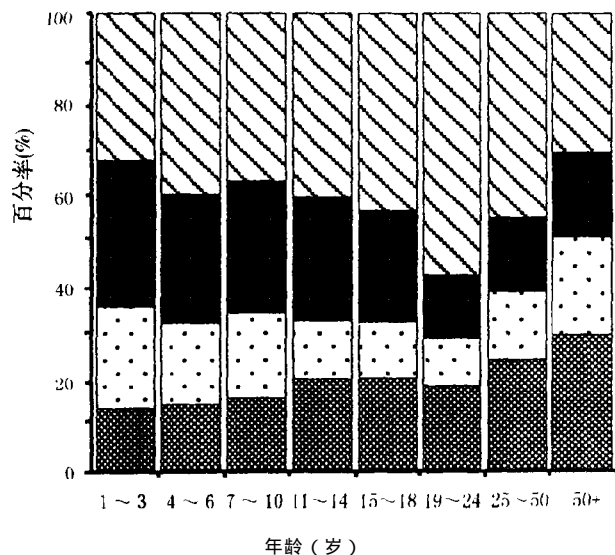


图 1 美国膳食中糖的来源（男性）

- ▨ 玉米糖浆中的糖、葡萄糖、蜂蜜及其他可食糖浆
- 牛奶、酸奶、奶酪
- ◻ 水果及果汁
- ▩ 面包、谷物、饼干、蛋糕和馅饼

资料来源：美国农业部，1987~1988 年全国食物消费调查

费量保持相对稳定。但从 20 世纪 70 年代中期开始，由玉米制成的甜糖浆消费量急剧上升，蔗糖的消费量随之下降；但欧盟各国的甜味剂消费量并未出现这种趋势。

在 20 世纪 70 年代和 80 年代，美国卡路里（即可以提供能量的）甜味剂消费量也保持相对稳定，但是从 1970 年到 80 年代后期，无卡路里高甜度甜味剂消费量则增加了 1 倍以上。

2.4 膳食中糖和其他甜味剂的来源

图 1 列出了美国男性儿童和成人膳食中糖的各种食物来源。

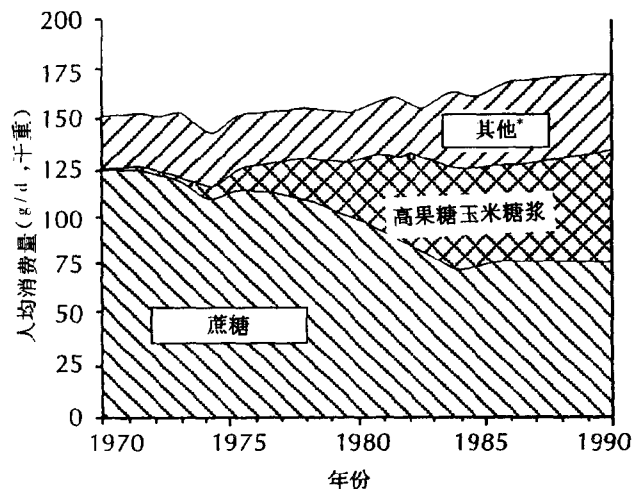


图 2 美国甜味剂使用的趋势

* 其他是指玉米糖浆中的糖、葡萄糖、蜂蜜及其他可食糖浆

Glinnmann WH, Park YK. Perspective on the 1986 FDA assessment of the safety of carbohydrate sweeteners: uniform definitions and recommendations for future assessments. American Journal of Clinical Nutrition, 1995, 62(Suppl. 1): 161s~169s. 美国临床营养学会版权©

2.5 果糖的摄入

果糖的体内代谢过程与葡萄糖不同，这两种

糖对血糖浓度的影响存在明显的差异（见糖与血糖控制部分），因此与其他类型的糖相比，果糖的摄入量可能更为重要。影响果糖摄入的主要因素是蔗糖。在美国，高果糖玉米糖浆已部分取代了蔗糖（图 2）。这些糖浆的果糖含量比蔗糖略高，也是

近几年来果糖摄入的主要食物来源。1977~1978年和1987~1988年进行的两次膳食调查发现，美国居民的果糖摄入量与总糖摄入量之比在增加，这种趋势在高果糖玉米糖浆消费量较低的国家是不可能出现的。

3 与糖消费量有关的营养素摄入

3.1 “空的卡路里”?

糖（主要是蔗糖）常以精制的形式添加到食品中。有时为了保存食品、在烹调时使食品有甜味或维持烹调品的形状结构，会使用很多的糖。糖并不含其他的营养素，因此它可能使膳食中的其他营养成分下降。由于这种原因，糖曾被歧视为“空的卡路里”物质，并据此推测含大量蔗糖膳食的营养价值很低。

表 3 美国 25~50 岁不同糖消费水平的人群
平均每天营养素摄入量

营养素	每日糖摄入量(g/1000 kcal)			美国 RDA**
	低 <26	中 27~60	高 >61	
蛋白质(g)	48 ^a	42 ^b	35 ^c	2.2
碳水化合物(g)	91 ^a	111 ^b	140 ^c	
纤维素(g)	7.2 ^a	6.9 ^b	6.8 ^b	
总脂肪(g)	45 ^a	42 ^b	6.8 ^c	
饱和脂肪酸(g)	45 ^a	42 ^b	24 ^c	
胆固醇(mg)	197 ^a	176 ^b	139 ^c	
钠(mg)	1 932 ^a	1 757 ^b	1 544 ^c	
钙(mg)	406 ^a	371 ^b	1 544 ^c	276
碘(mg)	7.3 ^a	6.9 ^b	6.4 ^c	3.4
锌(mg)	6.5 ^a	6.0 ^b	5.0 ^c	5.2
硫胺素(mg)	0.76 ^a	0.74 ^a	0.68 ^b	0.5
尼克酸(mg)	12.5 ^a	11.1 ^b	10.0 ^c	6.6
核黄素(mg)	1 ^a	0.9 ^b	0.8 ^c	0.6
叶酸(μg)	118 ^a	122 ^b	131 ^c	69
维生素 B ₆ (mg)	0.90 ^a	0.83 ^b	0.79 ^c	0.7
维生素 B ₁₂ (μg)	3.8 ^a	2.96 ^b	2.3 ^b	0.7
维生素 C(mg)	33.9 ^a	49.8 ^b	62.7 ^c	21
维生素 A(mg)	522 ^a	501 ^a	536 ^a	345
维生素 E(mg)	4.5 ^a	4.4 ^b	4.1 ^b	3.4

资料来源：美国农业部 1987~1988 年全国食物消费调查

注：上标字母不同表示有显著性差异（ $P < 0.05$ ）

* 尼克酰胺、视黄醇和生育酚等量；** 每日推荐摄入量（g/1 000 kcal）。美国研究委员会，第 10 版，1989 华盛顿

但是，对每天糖消费量有很大区别的不同人

群进行营养素摄入测定，结果表明上述推测并不正确。表 3 的例子是来自 25~50 岁美国人的相关资料。很显然，由于营养素的绝对摄入量取决于总进食量，因此，其摄入量以每摄入 1 000 kcal 能量所含该营养素的量“营养素密度”表示。

从表 3 可以看出，尽管纤维素摄入量在高糖消费者中偏低，但是糖消费量与总碳水化合物消费量有平行的趋势，这是没有什么奇怪的。随着糖消费量的增加，蛋白质和脂肪的摄入量则明显降低，这并不会引起蛋白质摄入的不足。但是，糖消费量与脂肪摄入量的反比关系已引起了营养学家极大的兴趣（见后）

随着糖摄入量的增加，B 族维生素和一些必需矿物质的摄入量呈下降趋势。但是，由于维生素 C 和叶酸与糖共存于水果饮料中，因此前两者的摄入量在高糖消费人群中反而很高。对于我们来说，重要的是了解这些差异（尽管有统计学意义）是否具有重要的营养学意义。其中一种评估方法是根据未达到一定每日推荐摄入量（RDA）值（通常为 2/3）的人群比例来表示营养素的摄入状况。从这一点来看，糖消费水平似乎对营养状况没有什么影响。实际上，在高糖消费者中，维生素 C 摄入量未达到其 2/3 RDA 值的人数比低糖消费者少。由于许多膳食指南均建议避免多吃钠，因此有人曾认为高糖消费者的钠摄入量降低可能有利于健康。

在欧洲，通过吃糖获得较高热量的人其营养素摄入量并没有显著性下降，相反通常是增加的。因此，那种糖会代替微量营养素丰富的食品并最终对微量营养素的摄入产生不利影响的推测是没

有根据的。

3.2 糖与脂肪摄入量的关系

有的学者对不同富裕国家之间糖与脂肪的摄入量进行了比较，结果证实了高糖摄入者膳食中脂肪的供能比例下降（图 3）这种情况有时被称为“糖—脂肪秋千”。

在这个问题上，有时也会出现相反的观点，即糖有经常与高脂食物合用的缺点。尽管易于识别那些脂肪和糖含量都很丰富的食物，但是调查显示，作为糖主要来源的食物仅能提供少量的脂肪，反之亦然。因此，当从整个膳食角度来考虑时，最常见的现象是脂肪摄入量和糖摄入量呈反比关系（图 3）。

这些结果对于那些想按照膳食指南进食的人来说具有重要的意义。脂肪摄入量不超过能量的 35%，添加的糖的摄入量不超过能量的 10%，目前在西方膳食中，还不能达到这种推荐量，而且有些科学家就西方人群是否能够同时达到上述两个目标提出质疑。尽管膳食指南中都提及“添加的糖”，但在含量分析中不可能区分添加的糖和食物本身含有的糖，而且机体的代谢亦无法把这两者区分开来。

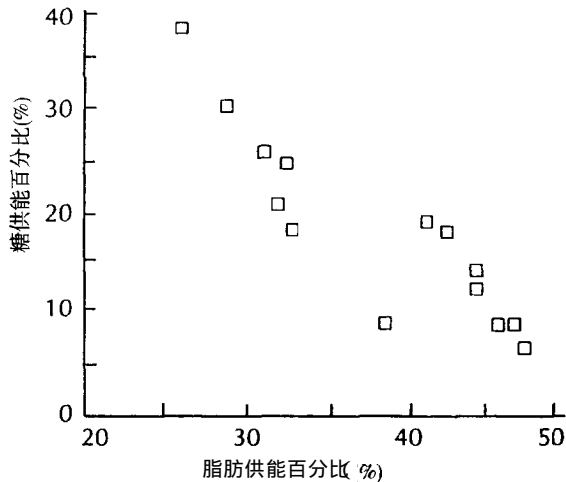


图 3 不同富裕国家糖与脂肪摄入的负相关关系

资料来源：Gibney MJ. Dietary guidelines, a critical appraisal. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 1990, 3: 245 ~ 254. Blackwell Science 版权 ©

很显然，我们必须进行更多的研究来回答两个问题，一是在恪守如此低的糖推荐量的情况下，摄入较低的脂肪是否不太现实，二是是否可以通过技术创新把不同食物合并到一起以达到上述目标。最近的研究证实，在体重控制这个问题上，脂肪的作用比糖重要，从这个角度来讲，有的人极力认为在膳食指南中应放宽对糖摄入量的限制。

4 糖与食欲控制

4.1 甜味和能量

人类天生就喜欢甜食 毫无疑问 怡人的甜味会影响人们对食物的选择。

我们已经清楚地知道，碳水化合物的摄入及其所提供的能量可作为调节机体摄取食物的信号。碳水化合物似乎至少在短期内可以比脂肪更易产生饱腹感 但这种作用却不及蛋白质。由于甜度不同，由糖所引起的食欲信号可能与其他碳水化合物不一样，这已经引起了人们很多的推测和很大的研究兴趣。

因此，糖对食物摄取的影响可能是其怡人的甜味和生理作用共同作用的结果。我们已经进行了许多研究来探讨这些问题。

4.2 糖的能量对食物摄取的调节作用

有一种方法可以检验糖的能量是否影响机体对总能量摄入的调节作用。让受试者吃零食（通常为饮料），然后比较下一餐中的能量摄入情况。在这一餐中，受试者可以自由选择食品，其摄入量与餐前吃了含有空的卡路里甜味剂零食的对照组摄

入量进行比较。试验后测定不同时间内的“饥饿率”来作为受试人群有进食想法的评价指标。

由于实验设计和个体反应可能有所不同，这些研究结果存在一些不一致的地方，但是研究结果还是清楚地显示，儿童和成人对含糖零食的代偿性反应有所不同 在紧接而来的一餐中 儿童的能量摄入减少，而成人则很少出现这种减少性的反应。

4.3 甜味与食欲控制

人们对甜味对食欲和食物摄入的影响有很多假说。尽管有些研究表明甜食或甜饮料可以刺激食欲，但是还没有确切的证据表明甜味在一段时间内对食物摄入有一致的影响。

总之，目前还没有结论性的证据证明糖提供的能量或甜味可以在短期或长期内增强食欲和能量摄入。糖怡人的甜味可使食物的摄入超过控制量 故糖是比较独特的碳水化合物 这种假说尚未得到证实。将来需要进行深入的短期和长期研究来比较糖、单糖、无甜味碳水化合物和高甜度甜味剂的摄入量差异，试验中要用足够的样本来克服个体差异的问题。

5 糖与血糖控制

5.1 糖尿病膳食

对糖尿病患者进行膳食控制有两个主要目的，一是使血糖浓度控制在最佳范围之内，二是减少使用胰岛素者发生对身体有害的低血糖危险。

在过去的 20 年里，控制糖尿病患者血糖的膳食建议已发生了根本的变化。最初的建议是限制膳食中碳水化合物的含量，结果导致患者膳食中的脂肪含量相对太多。当发现摄入过量的脂肪可能会引起糖尿病患者心血管并发症的不良作用时，对碳水化合物的限制标准才被放宽。鼓励糖尿病患者食用复合碳水化合物，但避免摄入结构简单的糖。最近，老百姓和受过科学培训的人仍然都相信含糖食物的升血糖作用大于含等量淀粉的食物，但是这种对糖的担心是没有必要的，这种观点立足于有严重局限性的实验研究，而现在已得到纠正。

5.2 食物的血糖生成指数

对膳食碳水化合物对血糖的影响有了进一步的重要认识是由于我们放弃了过去沿用的研究简单糖类的方法。当含有碳水化合物的食物被消化后，其中的糖成分主要是葡萄糖被吸收入血。20~30 分钟之内血糖浓度升至最高，90~180 分钟后，当葡萄糖进入组织时（此过程需要胰岛素参与）血糖又慢慢地恢复到禁食水平（图 4）。

为了建立一种方法，用来比较不同食物或碳水化合物对整个葡萄糖代谢的影响，提出了“血糖生成指数”（glycaemic index）的概念。在此方法中，某食物的血糖生成指数可用摄食后一段时间

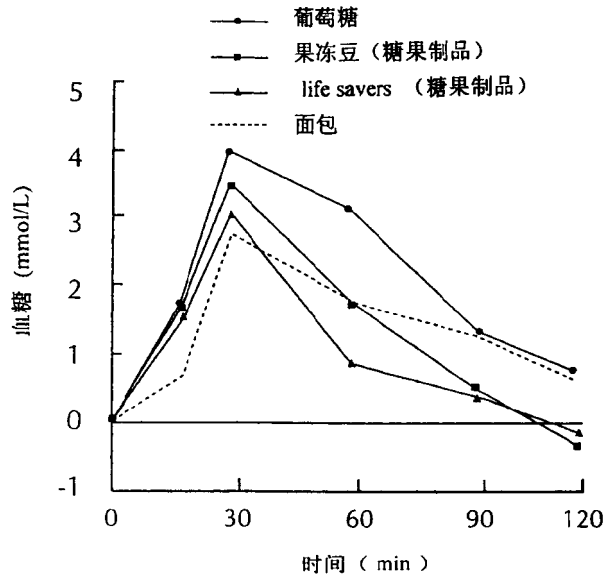


图 4 食用不同碳水化合物后血糖的变化

本曲线显示食用不同类型的糖之后血糖浓度的变化情况。受试者分别食用 50 g 纯葡萄糖（参照食品）或各含 50 g 可利用碳水化合物的面包、高糖糖果。50 g 葡萄糖的血糖生成指数被认定为 100。在有些出版物中把含 50 g 可利用碳水化合物的白面包作为“参照食品”。按照纯葡萄糖的值来调整血糖生成指数的值，白面包的值乘以 1.36 即为 100 考虑到葡萄糖的甜度太大，引起的渗透压效应可能会使胃排空延迟，而且面包对胰岛分泌的刺激作用优于单独使用的葡萄糖，因此有些作者更倾向于用白面包作为参照食品。

资料来源：Wolever TMS, Brand MJ. Sugars and blood glucose control. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1995, 62(Suppl. 1): 212s~221s. 美国临床营养学会版权

内血糖浓度曲线下的面积来表示（图 4）将其面积与含有等摩尔可利用碳水化合物的参照食品的面积进行比较。参照食品通常是葡萄糖自身，将 50 g 葡萄糖的血糖生成指数认定为 100。本书中的图 4 和图 5 就是用的这种标准。但是最近用含

50 g 可利用碳水化合物的白面包作为参照标准已成了实验常规，具体请参见图 4 有关内容。

血糖生成指数方法曾揭示了一些碳水化合物食品对血糖影响的有趣事实，这些事实纠正了许多观念上的痼疾。血糖对淀粉的反应因后者消化太慢而低于对糖的反应，就是其中之一。

早期实验发现粗制淀粉的血糖生成指数很低是产生这些错误观念的原因。许多熟淀粉，如速溶马铃薯中的淀粉可被快速消化，所以它们的血糖生成作用与葡萄糖相似。血糖生成指数与淀粉消化率之间具有很好的相关关系。比如，与面包淀粉相比，扁豆淀粉的血糖生成效应较低。一般来说，本身含有糖的食品与添加精制糖的食品在血糖生成作用方面没有什么差别（图 5）。

各种单糖的血糖生成指数有很大的差别，在葡萄糖和果糖之间表现得尤为明显，果糖的血糖生成指数仅为 23 左右。可根据糖分子中葡萄糖与其他单糖的摩尔比来推测某种糖的血糖生成指数。这可以用来解释为什么麦芽糖（含两个葡萄糖单位的双糖）的血糖生成指数接近葡萄糖的 100，而蔗糖（葡萄糖和果糖缩合而成的双糖）仅为 61。蜂蜜含有葡萄糖和果糖的混合物，在不同实验中测定的血糖生成指数范围为 58~87。

因此，有许多因素影响食物的血糖生成指数。这些因素包括影响食物消化的物理形态、食品制作方法以及非碳水化合物营养素（如脂肪）的存在。

5.3 果糖和蔗糖代谢对糖尿病的重要意义

果糖血糖生成指数较低的原因在于它和葡萄糖的代谢过程不同。果糖在肝脏中快速代谢后进

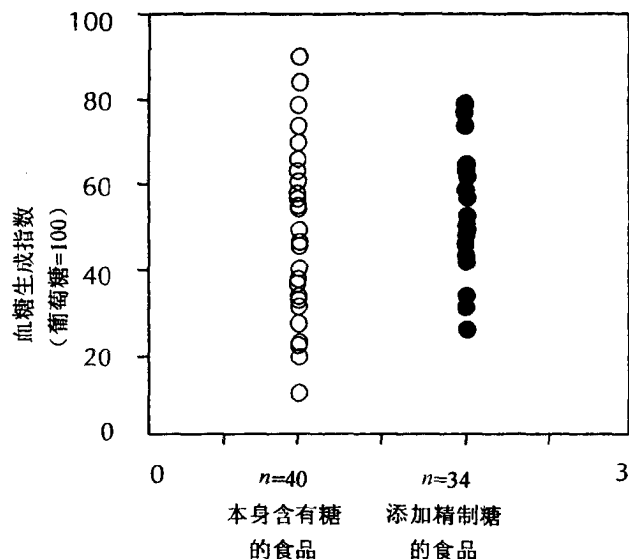


图 5 富含天然糖的食物与添加精制糖食物的血糖生成指数比较

该图显示了世界范围内发表的 74 种食品的血糖生成指数，其中 40 种食品本身含有很高的糖，另外 34 种为添加了精制糖的加工食品。如图 4 所示，所有食品均含有 50 g 可利用碳水化合物，“参照食品”为 50 g 葡萄糖。

资料来源：Wolever TMS, Brand MJ. Sugars and blood glucose control. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1995, 62(Suppl. 1): 212s~221s. 美国临床营养学会版权 ©

入葡萄糖代谢的缓慢旁路代谢（见图 6）。部分果糖经 6-磷酸果糖转化为葡萄糖，代替（而非增加）体内正常的葡萄糖生成。因此有人认为果糖对葡萄糖代谢有“节约作用”。

虽然对于糖尿病患者和健康人来说，糖对他们血糖控制的作用在质的方面是相同的，但有证据表明它对糖尿病患者血糖的影响取决于糖尿病的严重程度。糖尿病患者的血糖以及胰岛素对分别食用蔗糖食品和果糖食品的反应有所差异，这种差异似乎比正常人的要小。当蔗糖代替淀粉、摄入量适中并与常吃的食物一起进食时，非胰岛素依赖型糖尿病患者的血糖和胰岛素浓度未受到明

显影响。同样亦无证据表明蔗糖代替淀粉(卡路里摄入量保持不变)会最终影响胰岛素依赖型糖尿病患者的血糖浓度。

总之,添加于食物中的糖并不比食物本身含有的糖或大多数熟淀粉更易于危及血糖的控制。然而进食后的血糖水平可能会因糖或淀粉的来源、制作方法、整餐食物组成以及个体代谢而有所变化。对血糖和胰岛素反应有很大影响的易消化碳水化合物,不管其形式是糖或淀粉,均可以升高

糖尿病患者的平均血糖水平,而且还可能对特别严重的糖尿病个体有害。

许多糖尿病患者好像喜欢吃甜味食品,如果从膳食中去掉蔗糖,那么限制他们摄入脂肪可能会变得更加困难。如果摄入适量的蔗糖会有助于限制富含脂肪食品和血糖生成指数较高食品的摄取,那么食用蔗糖在心理上和对治疗可能会很有用途。

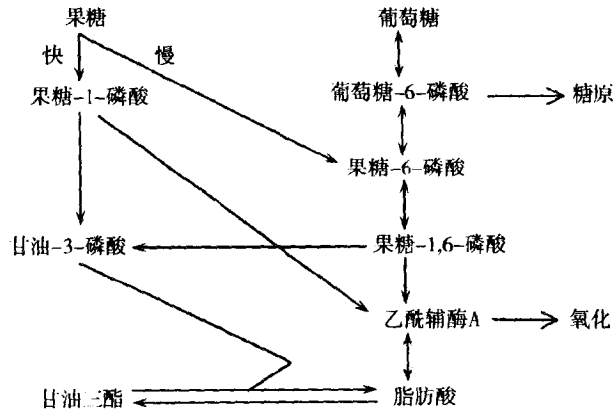


图6 葡萄糖和果糖代谢示意图

● 催化磷酸基团加到葡萄糖 6 位的己糖激酶并不能有效地催化果糖也发生这种反应。只有当果糖是膳食碳水化合物的主要来源时,由果糖转化成葡萄糖才有重要意义

● 果糖的代谢主要集中于肝脏,肝脏中存在着可以利用果糖的特异酶(即可以使果糖 1 位磷酸化的果糖激酶)。

● 1-磷酸果糖在葡萄糖代谢过程中进行缓慢的旁路代谢,此步骤使肝脏中果糖的代谢速度快于葡萄糖。

● 果糖代谢生成一些易于合成三酰甘油(甘油三酯)的终产物。

● 此外,果糖似乎有利于脂肪组织中的脂肪酸向肝脏转运,肝脏可利用脂肪酸生成更多的三酰甘油,后者以极低密度脂蛋白(VLDL)形式释放入血。

● 果糖可以降低血浆中 VLDL 的清除速率,因此有助于维持血液中已形成的高 VLDL 浓度。

6 膳食中的糖与人体脂质代谢

6.1 糖与健康人血甘油三酯的关系

尽管持续摄入大量的糖会使血脂（尤其是三酰甘油）浓度升高的说法已存在 30 多年，但科学家们仍没有就这一问题达成一致意见。其原因可能在于各种膳食因素和其他环境因素均可影响血三酰甘油浓度。在许多情况下，这些因素与其他因素以复杂的方式相互作用。因此，肥胖、摄入过量酒精和富含碳水化合物的膳食（排除结构简单的糖类）都可以使血三酰甘油浓度升高，但增加体力活动或摄入较多的鱼油脂肪酸则会使三酰甘油浓度降低。

一般认为，血脂浓度过高会增加冠心病发生的危险性（尤其在糖尿病患者中），因此解决上述问题具有重要意义。

最近研究表明，工业化国家中有代表性的糖摄入量对血三酰甘油几乎没有什么影响。但是对于某些“敏感”的人，摄入特别高的蔗糖和果糖会增加血浆三酰甘油浓度。有研究暗示，这些影响主要发生于男性，对于女性则并不重要。大部分支持这种观点的研究都是短期实验，还没有长期的实验表明糖对血脂的升高作用会在几周后降低。这种作用似乎更易于发生在那些血三酰甘油和胰岛素浓度升高的人群中。

6.2 糖与血胆固醇

与糖对三酰甘油的影响相反，几乎没有研究表明糖对血胆固醇有重要的影响。而发现糖对血

胆固醇有影响的地方都是那些糖的摄入量远远高于发达国家平均摄入量的地方。有些研究表明，膳食中蔗糖与饱和脂肪酸之间存在着相互作用，因此当蔗糖（而非淀粉）成为膳食碳水化合物的主要部分时，饱和脂肪引起血胆固醇升高的幅度更大。但是，在这些研究中，蔗糖的摄入量远远高于平均水平，血胆固醇的增加值却很小。

6.3 总的膳食碳水化合物，还是单个的糖影响血脂水平

另一个引起争论的问题是：不管膳食中碳水化合物的组成如何，其提供的能量比例是否对血脂有影响。概括而言，大量研究表明，当习惯性饮食中碳水化合物与脂肪的比例很高时（能量百分比超过 55%），禁食状态下的血三酰甘油浓度也较高。该研究结果使一些作者对广为接受的低脂膳食提出了警告，但另一些作者则认为这些结果受实验的影响太大，因为在实验中膳食总碳水化合物增加的同时，蔗糖的摄入量也随之增加。当膳食中蔗糖保持在一个稳定水平时，其对血脂浓度的影响最小。看起来这个问题仍未得到解决。

6.4 糖与糖尿病患者的脂代谢

人们对膳食中蔗糖和果糖在糖尿病中作用的兴趣是来自为上面介绍的一个事实：即果糖引起的血糖反应远远低于等量蔗糖的作用。因此对糖尿病患者来说，食用含果糖的甜食是一个理想的选择。而且由于果糖的代谢利用在很大程度上不依赖于胰岛素的分泌，故用果糖代替葡萄糖可有

助于改善血糖的控制。

但是，果糖代谢也存在其他可能不利于糖尿病的方面。如图 6 中关于葡萄糖与果糖代谢中显示的那样，尽管葡萄糖和果糖的分子相似，但两者的代谢途径不同。尽管这些资料主要来自实验动物而不是人体，但这些知识仍表明果糖对血三酰甘油升高的潜在作用大于葡萄糖。

三酰甘油浓度升高是非胰岛素依赖型糖尿病的一个特征。有些科学家推测它们可能是造成糖尿病患者严重血管疾病的部分原因，但是这一观点尚未得到证实。但是非胰岛素依赖型糖尿病的高血浆三酰甘油、超重、对胰岛素不敏感、高血压以及与血管疾病间存在着很强的相关关系，这种相互关系对降低这些病人的血脂浓度提供了重要的依据。

但是对于健康人来说，情况则完全不同，即使每天摄入量达 220 g,膳食中的糖也不会引起胰岛素依赖型和非胰岛素依赖型患者三酰甘油浓度的升高。尽管在这方面已有一些推测，但是目前还不知道这种出乎意料的结果的科学基础。

因此，西方膳食中有代表性的糖摄入量并不能引起血三酰甘油浓度的升高。有时在糖摄入量很高的异常情况下，尤其在那些对糖非常敏感的个体身上，才会发现三酰甘油浓度升高。这种易感性可能与个体对胰岛的敏感性有关。将来需要对进食后胰岛素的敏感性和血脂蛋白对糖的快速反应的关系进行深入研究。对于膳食中糖的这种作用是短时的还是长效的，还没有统一的观点，只有通过为期至少 1 年的仔细研究才能解决这个问题。

7 糖与肥胖

7.1 肥胖成为一个主要的健康问题

人们普遍认为，碳水化合物尤其是精制糖会引起肥胖。在大多数发达国家和发展中国家的富裕阶层中，肥胖的发病率很高，因此了解糖是否专门影响肥胖的发生是很重要的。比如，在美国和英国估计有 1/4 以上的人为肥胖者，而且成人的肥胖发生率仍在上升，儿童亦是如此。一些退行性疾病也随着肥胖的增加而加剧。

7.2 体重调节：一个平衡的问题

要想保持体重的稳定，需要使能量的总摄入量与能量的总消耗量达到平衡。体重增加（对于肥胖个体主要是指体脂增加）只有在能量摄入超过能量消耗时发生。由于还没有结论性证据证明糖的能量含量和甜度与食欲的增强或食物摄入量的增加肯定有关（见前面糖与食欲部分），因此现阶段研究的重点已经转向能量消耗方面。

7.3 碳水化合物与能量消耗

机体的两个主要供能物质是碳水化合物和脂肪。为了能够使机体从这些物质中获得可利用的代谢能量，它们必须经复杂的代谢过程进行氧化。碳水化合物和脂肪的代谢过程有很大的差异，而且膳食中碳水化合物与脂肪比例的变化对混合代谢能源的氧化体系有很大的影响。机体可以通过增加碳水化合物的氧化来对短期内摄入大量该物质作出快速反应。相反，当碳水化合物摄入量保持恒定

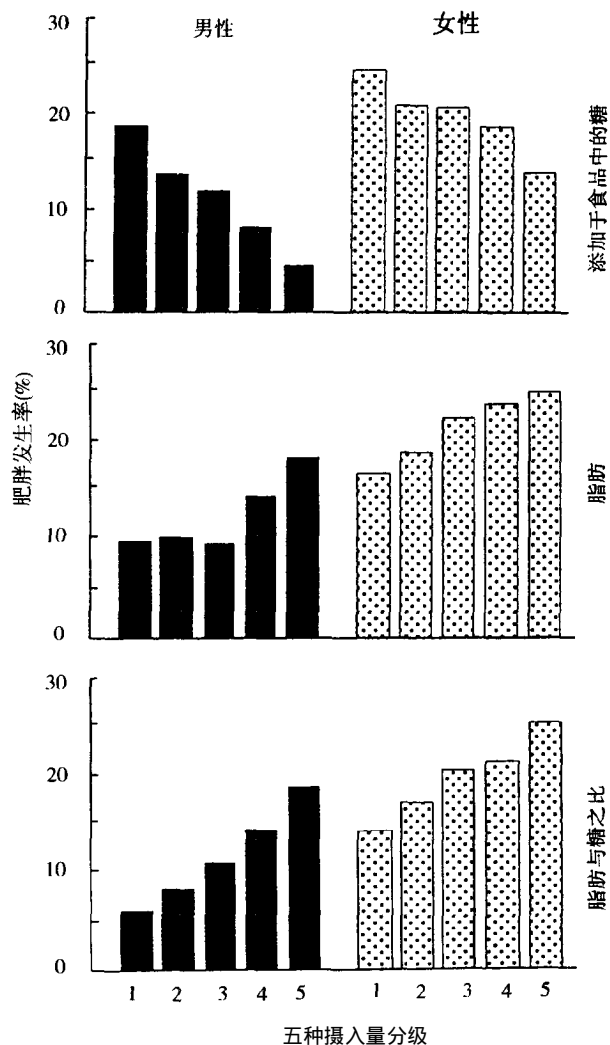


图 7 糖摄入量与肥胖的关系

资料来源：Prentice AM, Jebb SA. Obesity in Britain: gluttony or sloth? *British Medical Journal*, 1995, 311:437~439。大不列颠医学杂志版权©

时，脂肪摄入量的增加几乎不影响脂肪的氧化。

这些作用对体重调节的意义在于：如果食物的摄入与能量需求平行的话，那么即使碳水化合物与脂肪之比在很宽范围内波动，膳食成分对体重似乎没有什么重要影响。但是如果摄入过量的碳水化合物，则可以通过对脂肪氧化的节约作用而引起正脂肪平衡。

7.4 糖与肥胖关系的现代观点

对研究结果进行平衡的评价，清楚地表明富含脂肪的膳食比碳水化合物（包括糖）为主的膳食更易于促进肥胖的发生。其主要理由总结如下：

(1) 碳水化合物在体内以糖原的形式贮存是有限的，当贮存量达到饱和时，机体会作出快速反应来氧化超过需求量的碳水化合物。

(1) 脂肪的贮存实际上是没有限制的，而且

机体仅以很慢的应答速度来氧化过量的脂肪。因此，在摄入大量碳水化合物时比摄入大量脂肪时更易调节能量平衡。

(3) 人体将碳水化合物转化为脂肪的能力很弱，“淀粉类食物可使人变胖”的陈旧观点已被摒弃。

(4) 1 g 脂肪所提供的能量是 1 g 碳水化合物的 2 倍。高脂肪且高能量膳食会导致被动地摄入过多的能量。

这些观点与许多国家的流行病学研究结果一致，流行病学调查发现糖摄入量与肥胖呈现很强的负相关性（图 7）。由于糖与脂肪的摄入量之间也表现为一种反比关系，因此上述现象的一个可能原因是：对于许多人来说，摄入高脂肪可能更易于使体重增加 这种作用要超过糖的“保护作用”。

8 糖与口腔卫生

8.1 影响牙齿健康的疾病

龋齿破坏牙齿的坚硬组织，细菌以致密的牙菌斑形式蓄积在牙齿表面，将糖发酵成为酸性物质，后者可使牙齿下部坚硬组织的矿物质丢失，最终导致牙齿组织全部损坏。牙周疾病亦被认为与细菌感染有关，但是该疾病破坏的是牙龈组织而不是牙齿。

8.2 龋齿的形成

影响龋齿形成的多种相互作用因素列于图 8。致龋细菌主要是那些可以使糖发酵产生乳酸的菌株，它们在龋齿形成过程中发挥主要的作用。唾液通过其缓冲作用对牙齿发挥着保护作用，防止口腔内过度酸化或碱化。此外它还含有抗菌成分，并是钙、磷等矿物质的载体，可阻止矿物质丢失，促进牙齿早期病变的再次矿化和修复。在氟存在的情况下，牙齿可以再次矿化，形成更多的具有抵抗作用的釉质。

淀粉和糖是口腔中食物残渣的两个重要成分，它们可以进入各种口腔陷窝或缝隙中，为细菌提供营养物质，促进活性牙菌斑的形成。由于上述两种物质并不直接损害牙齿，而是通过形成局部发酵和酸蓄积环境，间接导致龋齿的形成，因此把它们称为“致龋”物质是不确切的。

8.3 口腔卫生的重要性

口腔卫生对去除牙齿上不希望存在的食物残渣和牙菌斑具有重要的作用。认识氟在保护牙齿方面的重要性已使该物质广泛应用于牙齿卫生生产

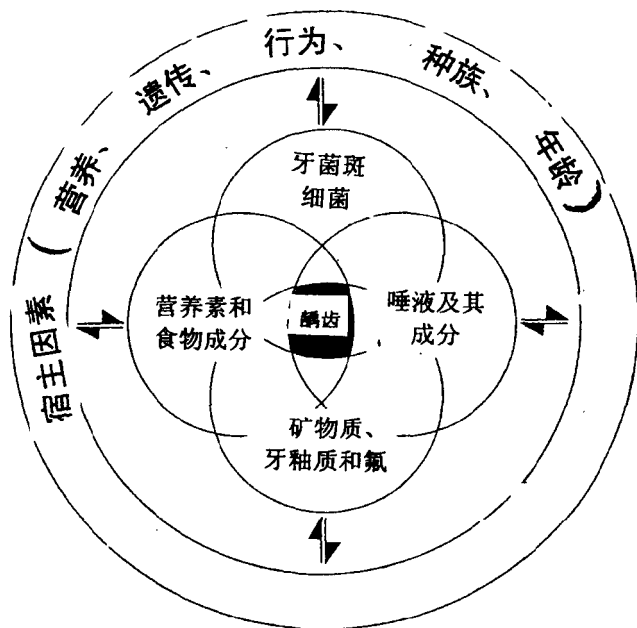


图 8 影响龋齿形成的原因

资料来源: Navia JM. Carbohydrates in human nutrition; the importance of food choice in a high carbohydrate diet. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1994, 59(Suppl. 1): 719s~727s. 美国临床营养学会版权 ©

品和供水系统中，这与发达国家龋齿发病率下降是相符的(图 9)。

8.4 蔗糖与龋齿发病率的关系

长期以来，人们普遍认为食用精制糖是导致发达国家人群牙齿损坏发病率最高的最重要的单一因素。而避免糖的摄入则是预防该类疾病的最有效措施。在氟和其他改善口腔卫生物质应用之前，糖与牙齿疾病之间确实存在着很强的相关关系。

一位评论者对 47 个国家 20 世纪 70 年代以前的资料进行分析，最后得到的结论是：龋齿发病率的 50% 变异度是由蔗糖的使用引起的。

过去 20 年内，尤其在含氟牙膏或氟化水得到广泛应用以及教育儿童养成良好刷牙习惯的国家中，这种状况发生了明显的变化。最近研究发现，在口腔卫生差且氟缺乏的地区，龋齿发病率与蔗糖消费量呈现很好的相关关系，但在其他地区却并非如此。由于某些含蔗糖产品具有粘性，可使其在牙齿表面的粘附时间延长，因此蔗糖曾是人们特别关注的目标。残留于口腔缝隙中的淀粉易被

水解发酵，并具有促进龋齿形成的作用，该作用与某些情况下糖的作用相同。再次强调一下，人们对口腔卫生去除粘性的或其他坚固附着于牙齿表面的食物残渣方面的重要性还未引起足够的重视。

总之，牙齿疾病是一个受许多局部因素和宿主本身因素影响的复杂过程。营养在其中发挥着重要作用，它不仅为维持牙齿健康提供营养素，而且也为细菌发酵提供作用底物。糖仅仅是多种膳食因素的一个因素。现已明确，使用含氟牙膏，保持良好口腔卫生是可以显著降低龋齿发病率的最重要措施。

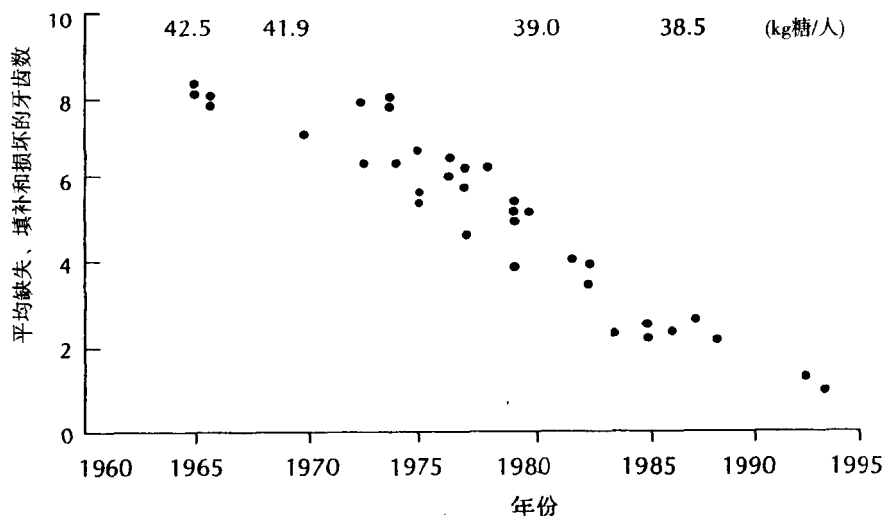


图 9 荷兰 12 岁儿童龋齿发病率下降

资料来源：König KG. Changes in the prevalence of dental caries: how much can be attributed to changes in diet? *Caries Research*, 1990, 24(Suppl. 1):16~18. Karger 版权©

9 糖 与 行 为

9.1 早期理论

20 世纪 20 年代早期首次出现了食物（尤其是蔗糖）可能对行为产生负面影响的观点。1947 年糖被认为与“紧张疲劳综合征”有关。食用糖与“功能性反应性低血糖”有关的看法在 70 年代曾风靡一时。人们过分地相信糖与逆社会行为的关系，以至于在美国法庭上曾把它作为一种辩护工具。由于糖是膳食中的主要成分，所以人们的兴趣就自然而然地集中到它对行为（即使是少部分人群的任何可能影响。在 70 年代继一些研究表明儿童食用糖可能与其功能亢进行为有关之后，人们对糖可能是有害因素的兴趣就越来越大。但是鉴于这些研究存在着无法确定因果关系的局限性，故行为引起糖摄入量增加和食用糖引起行为改变的概率是相等的。要想解决这个问题需要进行对照干预研究。

9.2 功能亢进是一种过敏反应

在糖与行为的关系方面，第一个需要验证的假说是功能亢进是对不同食物产生过敏反应的结果。而蔗糖是过敏性膳食中的重要因素之一。曾进行过一个试验，试验中儿童被分为限制膳食组以及以假定有害的食物或安慰剂进行“攻击”组。结果发现，仅限制膳食的对照组儿童的行为得到改善，而食用各种食物的儿童行为变坏。但是，糖仅仅是几种受到限制或“攻击”的食物之一。而且儿童的行为评估是由家长或家庭医生进行，没有全部经独立的心理学家确证。鉴于这些设计上的缺陷，这些试验结果不可能说明糖对儿童行为会产生特殊的影响。儿童

的某些功能亢进行为可能与过敏反应有关，这种过敏反应不是由糖引起，而是由特殊的蛋白质杂质引起的，但这一点还未被证实。

9.3 功能亢进是对低血糖的一种反应

第二个假说是有些儿童可能会对蔗糖产生“功能反应性低血糖”。后者是一种在很大程度上还无法解释的临床疾病状态。即使膳食中碳水化合物十分丰富，患者血糖仍会下降到很低的危险水平。有人进一步推测这种状态将会使儿童的肌肉活动增强。但目前还没有实验证据支持这一观点。

要设计一个实验来验证此种假说正确与否并得到明确的结果是很困难的。即使能够做到，也难以有研究可以达到“理想”实验的全部必需“标准”。但是这些实验有一个较为一致的地方即都无法说明蔗糖对攻击性或破坏性行为、肌肉活动或认知活动具有明显的特殊影响。有迹象表明，新闻媒体正着手探讨这一问题，这可能会使我们对糖的态度发生转变。目前还没有证据表明蔗糖与行为问题有关，但是为了让广大的父母和消费者相信这一点，还需要做大量的研究工作。

另有人推测蔗糖可能对其他行为（如记忆力增强和轻度镇静作用）产生影响。但是，目前这些仅仅是积极进行研究的领域，还未发现对一般正常饮食有实际意义的任何证据。

总之，还没有确凿的科学证据证明膳食中的蔗糖与功能亢进或其他行为异常有关。