

中华人民共和国卫生行业标准

WS/T 652—2019

食物血糖生成指数测定方法

Standard for determination of food glycemic index

2019-06-11 发布

2019-12-01 实施

中华人民共和国国家卫生健康委员会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

本标准起草单位：中国疾病预防控制中心营养与健康所、河北医科大学、中国医学科学院北京协和医院、深圳市慢性病防治中心。

本标准主要起草人：王竹、向雪松、杨月欣、马玉霞、刘燕萍、王俊。

食物血糖生成指数测定方法

1 范围

本标准规定了食物血糖生成指数的测定方法。
本标准适用于食物血糖生成指数测定及评估。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

2.1

可利用碳水化合物 available carbohydrate; AC

生血糖碳水化合物

能在小肠消化吸收的碳水化合物，主要包括糖、淀粉（抗性淀粉除外）和部分具有生血糖作用的糖醇等。

附录表A.1为常见糖醇可利用碳水化合物转化量，附录表A.2中为不可利用的碳水化合物组分列表。

2.2

血糖应答 glucose response; GR

人体进食一定量受试食物后所引起的餐后血糖浓度的变化。

2.3

血糖应答曲线 glucose response curve

以时间为横坐标、餐后血糖浓度为纵坐标绘制的曲线。

2.4

血糖生成指数 glycemic index; GI

进食含目标量（通常为50 g）可利用碳水化合物的食物后，一段时间内（≥2 h）血糖应答曲线下面积相比空腹时的增幅除以进食含等量可利用碳水化合物的参考食物（葡萄糖）后相应的增幅，以百分数表示。

2.5

血糖负荷 glycemic load; GL

100 g或1份食物中可利用碳水化合物质量（g）与GI值的乘积/100。

2.6

参考食物 reference food

用于测定食物GI值的基准物质，通常为葡萄糖。

参考食物的GI值定为100。

2.7

待测食物 test food

用于GI值测定的食物，要求配方组成、生产工艺明确。

3 测定基本要求

3.1 GI测定应遵守相关伦理要求。

3.2 测定机构设施与条件参见附录B的要求。

4 受试者选择

4.1 受试者人数要求

检测人数可根据测定设计要求确定，不少于12人。

4.2 纳入标准

4.2.1 健康成年人（年龄在18岁~60岁），男女各半，非孕妇及乳母；

4.2.2 体质指数（body mass index；BMI）在正常范围内（ $18.5\text{kg/m}^2 \sim 24.0\text{kg/m}^2$ ）；

4.2.3 无糖尿病史（或糖耐量受损），无其他代谢性疾病、消化系统疾病、内分泌系统疾病和精神疾病等；

4.2.4 无对待测食物过敏史和不耐受史；

4.2.5 近3个月内未服用影响糖耐量的营养素补充剂，以及未口服避孕药、乙酰水杨酸、类固醇、蛋白酶抑制剂和抗精神病药等药物。

4.2.6 能够耐受至少10h的空腹状态。

4.3 排除标准

其他不适于纳入的情况。

5 受试食物准备

5.1 受试食物用量

5.1.1 根据需要的可利用碳水化合物目标量及受试食物中可利用碳水化合物含量，计算受试食物用量，通常目标量设为50g。计算见式（1）：

$$\text{受试食物用量 (g)} = \frac{\text{可利用碳水化合物目标量 (g)}}{\text{受试食物中可利用碳水化合物含量 (g/100g)}} \dots\dots\dots (1)$$

5.1.2 如果待测食物中碳水化合物含量较低,可适当降低目标量(如 25g 或 10 g),但不得低于 10 g。一旦待测食物用量进行调整,参考食物用量也必须做出相应调整。

5.2 受试食物配制

5.2.1 参考食物

5.2.1.1 取适量食品级或药品级无水葡萄糖、一水葡萄糖或葡萄糖溶液(相当于含有目标量无水葡萄糖),加纯净水溶解至 250 mL。当日使用或密封后 4℃~8℃ 保存 48 h 内使用。

5.2.2 待测食物

待测食物按照食用方法和用量临时制备;如待测食物为固体,另配备 250 mL 纯净水;如为半固体或需要采用液体进行调配,控制水总量为 250 mL。

6 GI 值测定

6.1 基本原则

6.1.1 GI 测定宜采用随机设计。

6.1.2 测定周期至少包括 3 次独立试食测定,其中参考食物≥2 次,待测食物≥1 次。

6.1.3 每次独立试食测定间隔≥72h,待测食物应安排在 2 次参考食物试食测定之间进行。

6.2 试食测定操作程序

6.2.1 测定前三日受试者规律作息,正常饮食;测定前一日晚餐避免高膳食纤维及高糖食物,22:00 前开始禁食;测定当日清晨避免剧烈运动,受试者静坐 10 min 后开始试食测定。

6.2.2 间隔 5 min 采集 2 次空腹血样。

6.2.3 开始进食,严格控制进食时间,在 5~10min 内进食完全部受试物及水,从第一口进食时间开始计时。

6.2.4 分别于餐后 15 min、30 min、45 min、60 min、90 min 和 120 min 采集血样;如必要,可延长采血时间(如 180 min)。保证采血时间点的一致性和准确性。

6.3 血样采集基本要求

6.3.1 采血过程中注意保温。

6.3.2 采血部位可为指尖毛细血管血(全血)或手背/肘静脉血。测定周期内应保证采血部位一致。

6.3.3 采血量以满足血糖测定用量为宜。

6.3.4 血样采集后,毛细血管血立即测定血糖;静脉血收集至分离胶真空采血管或含草酸钾-氟化钠抗凝剂的真空采血管,30 min 内分离血清或血浆,宜在 8h 内完成检测;条件不允许时,2℃~8℃冰箱保存,48h 内测定血糖。

6.4 血糖测定

按照临床检验操作规程,采用己糖激酶法或葡萄糖氧化酶法测定各时间点血样血糖浓度(c_t),每个血样采用重复性条件下获得的两次独立测定结果的算术平均值表示,单位为毫摩尔每升(mmol/L)。

6.5 绘制血糖应答曲线

以时间(t)为横坐标,以血糖浓度(c_t)为纵坐标绘制折线图。

6.6 GI 值计算

6.6.1 要求

只有完成至少 2 次参考食物和 1 次待测食物试食测定的受试者可以纳入 GI 计算。

6.6.2 空腹血糖基础值(c_0)

以试食测定中 2 次空腹血样的血糖浓度平均值作为基础值。

6.6.3 餐后血糖变化量(Δc_t)

餐后某时间点血糖变化值,计算见式(2)。

$$\Delta c_t = c_t - c_0 \dots \dots \dots (2)$$

式中: Δc_t ——餐后血糖变化值,单位为毫摩尔每升(mmol/L);
 c_t ——某时间点血糖浓度,单位为毫摩尔每升(mmol/L);
 c_0 ——空腹血糖基础值,单位为毫摩尔每升(mmol/L)。

6.6.4 血糖应答曲线下面积增幅

参照附录C,计算血糖应答曲线下面积增幅,单位为毫摩尔·分每升(mmol·min/L)。

6.6.5 GI 值和 GL 值

待测食物GI值计算见式(3)和式(4)。

$$GI_n = \frac{A_t}{\bar{A}_{ref}} \times 100 \dots \dots \dots (3)$$

$$GI = \frac{\sum GI_n}{n} \dots \dots \dots (4)$$

式中: GI_n ——受试者个体得出的GI值;
 A_t ——待测食物IAUC值;
 \bar{A}_{ref} ——同一个体测得的至少 2 次参考食物 IAUC 平均值;
 GI ——待测食物GI值;

$\sum GI_n$ ——由每个受试者个体得出的GI值之和;

n ——最终纳入待测食物 GI 值计算的受试者个体数。

如需要, GL 值计算见式 (5)。

$$GL = C \times GI/100 \dots \dots \dots (5)$$

式中: GL——血糖负荷值;

GI——待测食物GI值;

C——单位质量食物中可利用碳水化合物含量, 单位为克 (g)。

6.6.6 结果表达

GI 值修约间隔为个位。

7 结果判定

7.1 食物 GI 分级判定

如 $GI \leq 55$, 为低GI食物。

如 $55 < GI \leq 70$, 为中GI食物。

如 $GI > 70$, 高GI食物。

7.2 食物 GL 分级判定

如 $GL < 10$, 为低GL食物。

如 $10 \leq GL \leq 20$, 为中GL食物。

如 $GL > 20$, 为高GL食物。

附 录 A
(资料性附录)

常见糖醇可利用碳水化合物转化量和不可利用碳水化合物的组分列表

常见糖醇可利用碳水化合物转化量见表 A.1。

表A.1 常见糖醇可利用碳水化合物转化量

单位为克每百克

组分	可利用碳水化合物转化量
赤藓糖醇	0
甘露醇	0
乳糖醇	0
异麦芽酮糖醇	10
山梨醇	25
麦芽糖醇	40
麦芽糖醇糖浆 ^b	40
氢化葡萄糖浆	40
木糖醇	50
麦芽糖醇糖浆 ^a	50
^a 普通、中级、高麦芽糖醇糖浆	
^b 高聚合体麦芽糖醇糖浆	

不可利用碳水化合物的组分见表 A.2。

表A.2 不可利用碳水化合物的组分列表

不可消化低聚糖	不可消化多糖
果聚糖(低聚果糖、果寡糖、菊粉)	纤维素和纤维素衍生物
棉籽糖	羟丙基纤维素
水苏糖	甲基纤维素
低聚半乳糖	阿拉伯木聚糖
低聚木糖	半乳聚糖
	果胶
	β-葡聚糖
	抗性淀粉, 包括变性淀粉如乙酰化淀粉
	抗性麦芽糊精
	树胶(瓜尔胶, 阿拉伯树胶, 胶凝糖, 角叉菜聚糖)
	聚葡萄糖

附 录 B
(资料性附录)
测定机构设施与条件

- B.1 开展 GI 测定的机构应具备食物检验资质和/或临床检验资质。
- B.2 测定机构应能提供安静、舒适、可供受试者静坐及小范围活动的场地。
- B.3 测定机构设有独立的食物准备区、抽血区、血液分离及血糖测定分区等。
- B.4 测定场所应配备抢救或急救基本设施，防止发生应急事件。
- B.5 测试机构应配备从事医学、预防医学、营养学工作的专业人员负责方案设计、组织与管理；以及具有执业资格的医护人员负责现场操作。

附 录 C
(资料性附录)
血糖应答曲线图及 IAUC 的计算

C.1 血糖应答曲线参考图

血糖应答曲线参考图见图C.1。

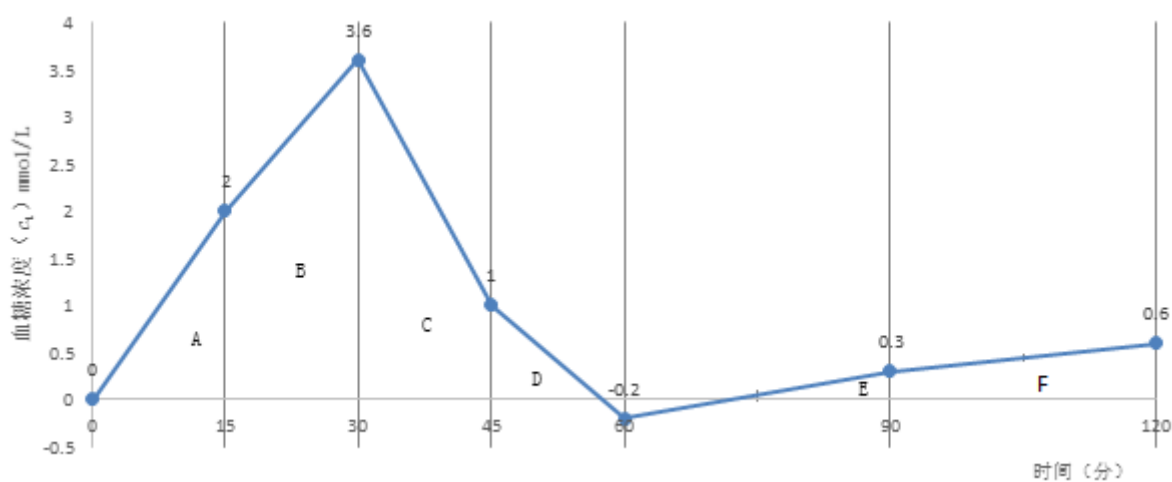


图 C.1 血糖应答曲线参考图

C.2 血糖应答曲线下面积增幅的计算

根据图 C.1 所示，根据时间 (min) 和血糖变化量 (mmol/L)，采用几何法计算高于空腹血糖基础水平的 A、B、C、D、E、F 部分的面积和。