

# 配方奶粉的血糖生成指数评估与宏量营养素关联性研究

曾小玲<sup>1,2,3</sup>、潘丽娜<sup>1,2,3\*</sup>、董玲<sup>1,2,3</sup>、彭喜洋<sup>1,2,3</sup>、姜毅康<sup>1,2,3</sup>

1. 澳优乳业(中国)有限公司,长沙,中国; 2. 湖南澳优食品与营养研究院,长沙,中国; 3. 湖南省营养健康品工程技术研究中心,长沙,中国 (望城区重点研发计划,望科发[2020]4号,项目编号:KJ201003)

## 背景及目的

食物血糖生成指数(Glycemic index, GI)是描述食物生理学参数的指标,真实反映了食物经过消化吸收引起的人体血糖变化。血糖负荷(Glycemic load, GL)于1997年Salmeron首次提出,体现了食用一定量的某种食物对人体血糖影响。胰岛素指数(Insulin index, II)为食物对人体胰岛素分泌的影响程度。GI值、GL值与II值能直观反映食用定量配方奶粉后人体血糖及胰岛素应答情况。2020中国居民营养与慢性病状况报告指出,由于社会、环境及人民生活习惯等诸多因素影响,我国慢性病患者基数将不断扩大。国内外研究表明,低GI、低GL食物在糖尿病、肥胖、心血管疾病及癌症等慢性病的防治及膳食管理中起到积极作用。乳品为公认的健康食品,具有“白色血液”美称。对配方奶粉进行试验评价,探究相关宏量营养素对于奶粉消化吸收率影响,为消费者提供客观试验数据参考,为低GI的配方奶粉设计提供有力科研支撑。

## 条件及方法

本研究通过中国注册临床试验伦理审查委员会的审批,伦理审查文号为:ChiECRCT20200358。根据样本量计算公式: $n=(Z_{\alpha/2} * \sigma / \delta)^2$ 。每组需招募15名志愿者,共招募30名健康志愿者。在志愿者数据库中选取受试者,凡符合入选标准的志愿者首先要在了解试验详情后签署《知情同意书》,完成入组前健康检查并合格后方可正式入组。

采集志愿者空腹及餐后共计7个时点(0、15、30、45、60、90、120 min)血样,测定其血糖值及胰岛素值。观察血糖应答及胰岛素分泌曲线变化,计算GI值、GL值、II值,分析GI值与宏量营养素关联性。



图1 伦理审批件

## 研究结果

### 血糖及胰岛素应答结果

血糖及胰岛素动态变化直观表现了受试食物对于人体血糖的影响,同时也反映了受试物的消化吸收情况

根据统计分析结果可知,6个受试组空腹血糖(0min)均在正常值范围内,与葡萄糖组对比无统计学差异。从食用后15min到60min,葡萄糖组的血糖值高于配方奶粉且具有统计学差异( $P < 0.05$ )。均在餐后第30min达到峰值,配方奶粉F在第15min达到峰值,在而后受试物的血糖水平逐渐下降,在第90min后趋于平稳。

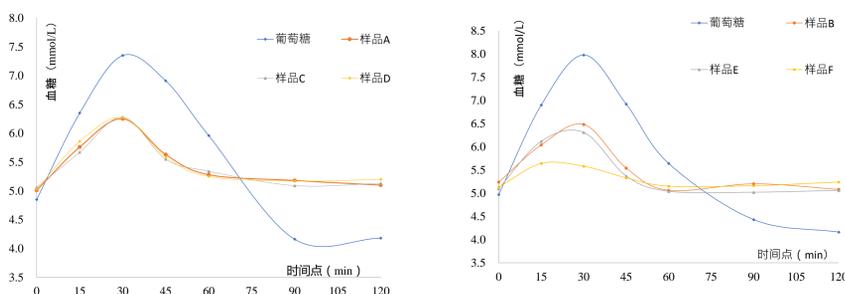


图2 血糖应答曲线

根据胰岛素检测结果可知,6个受试组空腹胰岛素值(0min)均在正常值范围内,与葡萄糖组对比无统计学差异。从食用后第15min到60min的四个时间点,葡萄糖引起的胰岛素分泌显著高于配方奶( $P < 0.05$ )。在90min左右胰岛素值已降至空腹胰岛素范围内。与葡萄糖对比,配方奶粉的胰岛素曲线峰值较葡萄糖组更低更平缓。

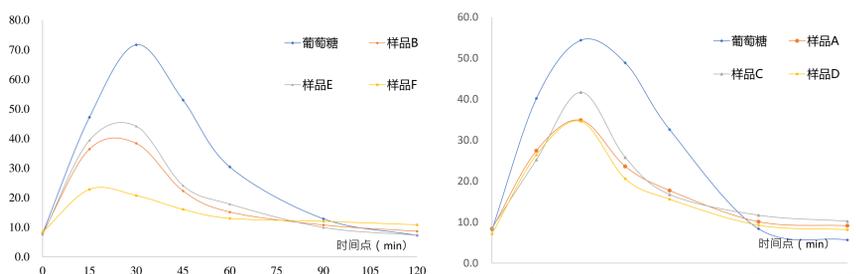


图3 胰岛素应答曲线

以葡萄糖的GI值、II值为100为标准,计算6款配方奶粉的GI值、GL值及II值,结果见表1。参照国标WS/T 652-2019分级判定标准受试的6款配方奶粉均属于低GI、低GL食物。

## 研究结果

表1 配方奶粉试验结果

样品编号	GI值	GL值	II值
A	40.3±10.8	9.5±2.6	51.4±13.7
B	37.7±10.5	9.2±2.6	60.3±16.7
C	33.9±9.07	8.2±2.2	54.9±15.2
D	36.3±9.70	8.6±2.3	51.4±13.7
E	30.4±8.4	7.3±2.0	65.4±18.1
F	14.4±4.0	2.4±0.7	46.4±12.9

为更为全面分析奶粉中常量营养素与GI值的关联性,纳入了依据WS/T 652-2019或ISO 26642:2010试验的其他品牌7款奶粉产品数据进行分析,共计13款配方奶粉。使用SPSS 18.0对常量营养素可利用碳水化合物、蛋白质、脂肪、膳食纤维与GI值进行回归分析,得到下图4,综合分析常量营养对于GI值的影响可得到的回归方程为:

$$GI = -24.311 + 1.657C - 2.957P + 1.790F + 0.348DF$$

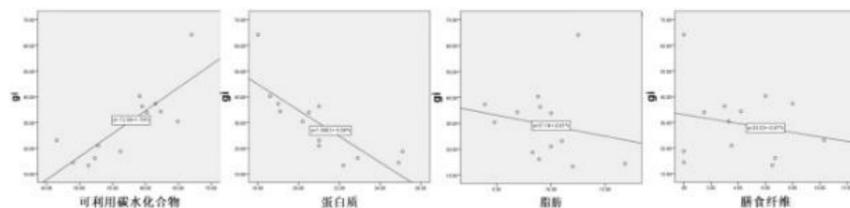


图4 常量营养素与GI值关联度分析

## 讨论

根据不同人群对于配方奶粉的需求不同,针对孕产妇、中老年人群及存在高血糖潜在风险的人群,需深入研究配方奶粉血糖生成指数,为特定的消费人群提供更为科学的参考。本项目中的6款配方奶粉经过试验得出属于低GI、低GL食物,其中受试样F的GI值仅为14.4。受试配方奶粉可以有效减少餐后胰岛素的分泌,餐后血糖最高峰值及胰岛素水平明显降低,延缓碳水化合物的消化吸收速率,在进食后有助于维持餐后血糖的稳定状态。

本研究结果显示碳水化合物与GI值呈正相关,证实了碳水化合物在是所起人体血糖应答主要物质的观点。蛋白质和脂肪含量与血糖应答指数呈负相关。受试6款产品中膳食纤维主要为低聚果糖(Fructo oligosaccharide, FOS)、低聚半乳糖(Galactooligosaccharides, GOS),均为人体不能分解的低聚糖类,难以被消化吸收且热量值低。本研究显示膳食纤维的添加量与人体血糖应答呈负相关。

## 结论

产品均属于低GI、低GL产品,有助于维持人体血糖的平衡稳定,降低本次研究测定了澳优旗下6款配方奶粉的GI值GL值II值,并证实了此6款相关代谢性疾病风险。研究13款配方奶粉的常量营养素对GI值影响分析,可利用碳水化合物与GI值呈正相关而蛋白质、脂肪、膳食纤维与GI值均呈现负相关关系,并生成了回归方程式,为低GI配方奶粉的设计提供科研数据支撑。由于试验样本量相对不足,回归方程的准确性需要进一步验证及完善。