

# 广州5~6岁健康儿童的食物特殊动力作用

何 平 何志谦

(营养与食品卫生学教研室)

**提 要** 本实验对各类食物在学龄前儿童中的食物特殊动力作用(SDA)进行了测定。以广州5~6岁健康儿童作为观察对象,采用开放式间接量热法测定摄入食物前后3小时内能量代谢的动态变化。结果表明:蛋白质类食物的特殊动力作用较脂肪和碳水化合物高。鸡蛋白、精牛肉、脱脂奶、牛肉丸、人造奶油、蔗糖、蛋炒饭和淀粉的特殊动力作用分别为22.95%、22.22%、20.90%、18.93%、12.37%、10.73%、9.84%和8.95%。各种产热营养素按较合理的热量比例混合后,特殊动力作用减少约五分之一。根据本测定结果,在摄入日常混合膳食的情况下,全日食物特殊动力作用的能量消耗约占全日食物总热量的10%。

**关键词** 食物特殊动力作用 学龄前儿童

食物特殊动力作用(SDA)与基础代谢及体力活动构成机体基本的能量消耗。在儿童阶段机体能量消耗还包括生长发育所需的能量。合理的能量供给对保证儿童的生长发育和避免能量供给不平衡所成的有关问题有重要意义。本实验通过测定学龄前儿童食物特殊动力作用的能量消耗,以了解其在总能量代谢所占比重及动态过程。

## 对 象 和 方 法

### 一、观察对象

在广州市第一幼儿园,5~6岁的全托儿童中选取30名儿童(男女各半)作为观察对

象。这些儿童经过体格检查,生长发育正常,营养状况良好。在正式测定前,进行了较长时间的预备工作,取得观察对象的配合。

### 二、实验食物

本次实验选用了七种类型日常的产热食物及参照日常混合膳食热量比例配制的混合膳食。实验要求各种实验食物的热量摄入一致以利于对比。由于观察对象的胃纳量不同,实际热量摄入量有若干差异。实验食物所含各种产热营养素的数量和热量按《食物成分表》计算<sup>[1]</sup>,主要食物则在本实验室作测定加以验证(表1)。

脱脂奶粉是荷兰产牛栏牌高蛋白脱脂奶

表1 各种实验食物的摄入量及构成

食 物	平均摄入量 (克)	蛋白质 (克)	脂肪 (克)	碳水化物 (克)	热 量 (千卡)	蛋白热量占总热量 (%)
蔗 糖	52.5	0	0	52.0	208.0	0
淀 粉	48.1	0.2	0	41.4	166.4	0
鸡 蛋 白	186.7	18.7	0.2	2.4	85.9	37.1
牛 肉 丸	152.9	20.8	6.3	14.8	199.1	41.8
精 牛 肉	100.0	20.3	6.2	1.7	144.0	56.3
脱 脂 奶	32.6	19.6	0.3	9.5	119.1	65.8
蛋 炒 饭	64.2	7.0	7.5	23.3	188.5	14.8
人 造 奶 油	25.5	0	20.4	0	178.2	0

粉。人造奶油是广州牛奶公司的产品。蔗糖是

广东生产的精制方糖。淀粉是广州生产的马蹄

粉（经定氮分析仅有痕量的蛋白质）。牛肉丸是采用精瘦牛肉加少量水和淀粉加工而成的丸状食物。蛋炒饭是按照蛋白质约占热量15%，脂肪约占35%，碳水化合物约占50%的比例配制的。

### 三、方法和仪器

受试儿童清晨在床上醒后静卧半小时，首先进行能量代谢基线的测定，（测定时距被测者最后一次进食时间12小时以上），然后给予特定食物，自由进食并准确称量进食重量。在摄入食物后的45分钟、90分钟、135分钟和180分钟分别对受试儿童的能量代谢进行连续的动态测定。

能量代谢的测定是采用开放式间接量热

$$\text{特殊动力作用}(\%) = \frac{(\text{进食后能量代谢} - \text{进食前能量代谢}) \times \text{观察时间}}{\text{摄入食物所含热量}} \times 100\%$$

实验结果采用 Cromenco C-10型微型电子计算机和上海科技出版社出版的 POMS 医用统计程序进行统计处理。

同时还对幼儿园进行了膳食调查。并根据膳食调查所得的热量构成，应用各产热营养素特殊动力作用的测定结果，对受试儿童全日食物特殊动力作用能量消耗占全日总能量摄入的比例进行了计算。

## 结 果

### 一、各种食物的特殊动力作用

受试儿童摄入各种热量构成不同的食物后，能量代谢均有程度不同的增高，按增高幅度从大到小排列为鸡蛋白、精牛肉、脱脂奶、牛肉丸、人造奶油、蔗糖、蛋炒饭、淀粉（详见表2）。经统计学处理（方差分析和Q检验），发现热量来源主要为蛋白质的食物如鸡蛋白、瘦牛肉、脱脂奶等的食物特殊动力作用较热量来源以碳水化合物为主的食物如淀粉、蔗糖要高（ $P < 0.01$ 或 $0.01 < P < 0.05$ ）。见表3

### 二、摄入食物后能量代谢的动态变化

受试儿童摄入蛋白质、脂肪和碳水化合物比例不同的各种食物后，虽然均出现能量代谢的增高，但不同类型食物所引起的能量代谢的变

化<sup>[2,3]</sup>。面罩和活瓣为广州第十一橡胶厂的产品，能够适合各种面形，通气阻力小而不漏气。收集气体用的道氏(Douglas)袋用塑料薄膜制成，容量为30~35升。采集气样用表面镀有金属的塑料气球，它能够放置较长时间而气样中氧和二氧化碳的含量不发生改变。呼出气量是用精确度为0.01升的湿式气体流量计测量。呼出气的O<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>含量是用 Beckman OM-11型氧分析仪和 LB-2型二氧化碳分析仪测定

本实验以进食后一定时间内能量代谢在进食前基线上增加的部分占摄入食物总热量的百分比作为该食物的特殊动力作用<sup>[4]</sup>。

表2 各种食物的特殊动力作用

实验食物	观察例数			特殊动力作用(%)
	总	男	女	
鸡蛋白	15	8	7	22.95
精牛肉	8	4	4	22.22
脱脂奶	8	4	4	20.90
牛肉丸	11	6	8	18.93
人造奶油	6	2	4	12.37
蔗糖	18	10	8	10.73
蛋炒饭	8	4	4	9.84
淀粉	15	7	8	8.95

化的曲线形状却各有特色。碳水化合物较蛋白质更早达到高峰，而蛋白质较碳水化物的峰更高（表4）。

### 三、混合食物特殊动力作用的计算值与实测值

热量比例按蛋白质15%、脂肪35%、碳水化合物50%配制的混合食物蛋炒饭，其特殊动力作用的测定结果，较按各产热营养素特殊动力作用计算的结果要低。实测值只相当于计算值的80%。计算的方法和结果见表4。

### 四、全日食物特殊动力作用能量消耗的估计

表3 各种食物的特殊动力作用的比较(Q检验)

食 物	淀粉	蛋炒饭	蔗 糖	人造奶油	牛肉丸	脱脂奶	精牛肉	鸡蛋白
SDA(%)	8.95	9.84	10.73	12.37	18.93	20.90	22.22	22.95
鸡 蛋 白	22.95	**	**	**	*			
精 牛 肉	22.22	**	*	**				
脱 脂 奶	20.90	**	*	*				
牛 肉 丸	18.93	**	*	**				
人 造 奶 油	12.37							
蔗 糖	10.73							
蛋 炒 饭	9.84							
淀 粉	8.95							

注: \*\*表示两个均数的差别有高度显著性(P<0.01)  
\* 表示两个均数的差别有显著性(0.01<P<0.05)

表4 各种食物摄入后能量代谢的改变

食 物	能量代谢率 (Kcal/m <sup>2</sup> /hr)					峰值出现时间 (分钟)	峰 值 (Kcal/m <sup>2</sup> /hr)	峰值高度 (Kcal/m <sup>2</sup> /hr)
	餐 前	餐后45分	餐后90分	餐后135分	餐后180分			
	$\bar{X}$ ±SD	$\bar{X}$ ±SD	$\bar{X}$ ±SD	$\bar{X}$ ±SD	$\bar{X}$ ±SD			
蔗 糖	42.41 ±5.85	55.03** ±5.12	54.13** ±5.41	51.68** ±4.90	47.12** ±7.64	45	55.03	12.62
淀 粉	41.01 ±3.84	47.27** ±4.67	48.79** ±5.89	45.88** ±5.76	45.99** ±5.80	90	48.79	7.78
鸡 蛋 白	44.78 ±5.02	49.87** ±7.11	52.74** ±6.29	54.52** ±7.13	53.20** ±7.36	135	54.52	9.74
牛 肉 丸	41.00 ±4.46	53.27** ±7.73	53.81** ±5.56	53.28** ±6.17	55.84** ±7.88	180	55.84	14.84
精 牛 肉	44.58 ±3.43	53.12** ±5.53	58.84** ±8.40	58.77** ±6.13	58.78** ±8.66	90	58.84	14.26
脱 脂 奶	44.64 ±9.56	52.62** ±10.43	56.43** ±8.84	60.40** ±10.31	52.04** ±11.23	135	60.40	15.76
蛋 炒 饭	41.70 ±4.90	50.39** ±5.23	47.43** ±7.02	49.54** ±5.25	47.63** ±6.31	45	50.39	8.69
人 造 奶 油	43.49 ±5.78	50.14* ±9.56	53.24* ±9.31	53.64 ±9.74	54.42* ±9.27	180	54.42	11.03

注: \*\*表示与餐前比较其差别有高度显著性(P<0.01)。  
\* 表示与餐前比较其差别有显著性(0.01<P<0.05)。

膳食调查发现,受试儿童平均每天摄入热量1244.6千卡,各产热营养素的热量比例为,蛋白质11.4%,脂肪38.0%,碳水化合物50.6%。在估计全日的食物特殊动力作用时,采用了下

面方法,将全日膳食各产热营养素的热量比例与各自的特殊动力作用的乘积相加,再乘上混合食物的系数0.80,作为全日的食物特殊动力作用,乘上全日的能量摄入,可求得全日食物

表5 混合食物特殊动力作用的计算值

蛋炒饭	蛋白质	脂肪	碳水化合物	合计	实测值
(1) 热量比例(%)	14.80	35.70	49.40	100	
(2) SDA(%)	22.95	12.37	8.95		
(3) = (1) × (2) (%)	3.40	4.42	4.42	12.24	9.84

实测值: 计算值 = 0.80

特殊动力作用能量消耗的估计值(表5)。

### 五、食物特殊动力作用与各有关因素的直线相关分析

为探讨特殊动力作用的机理,将各种食物的特殊动力作用与蛋白质摄入量、食物的蛋白/热量比值,受试儿童的基础代谢率等因素进行一元直线相关分析。结果表明,食物的特殊动力作用与食物的蛋白/热量比值的直线相关表6 受试儿童全日特殊动力作用的估计

	蛋白质	脂肪	碳水化合物	合计
(1) 热量比例(%)	11.4	38.0	50.6	100
(2) SDA(%)	22.59	12.37	8.95	
(3) (1) × (2) (%)	2.58	4.70	4.53	11.81
全日食物特殊动力作用 = 11.81 × 0.80 = 9.45%				
全日SDA能量消耗 = 1244.6 × 9.45% = 117.61千卡				

注:蛋白质SDA按牛肉和鸡蛋平均值计算  
脂肪SDA按人造奶油(植物油)计算  
碳水化合物按淀粉计算

关系最为密切( $r = 0.9386$ ,  $P < 0.001$ ),其次是受试者的蛋白质摄入量( $r = 0.9243$ ,  $P < 0.002$ )。受试者的基础代谢率与食物特殊动力作用的直线相关关系则不明显( $r = 0.7026$ ,  $P > 0.05$ )。

### 六、摄入食物后呼吸商的动态改变

受试儿童摄入蛋白质混合食物后,呼吸商的变化很小,变动范围在0.02左右。摄入碳水化合物后呼吸商显著升高,(方差分析 $P < 0.01$ ),升高的幅度达0.14。摄入脂肪后呼吸商则下降了0.03。

## 讨 论

在本世纪初,Rubner和Lusk两位学者分

别在动物进行食物特殊动力作用的实验。前者的实验结果蛋白质的特殊动力作用为40%、脂肪14.5%、碳水化合物6.5%,而后者的实验结果为蛋白质30%、碳水化合物6%、脂肪4%<sup>[5,6]</sup>。本次实验的观察结果与前人在动物实验所得结果接近。

在本世纪四十年代,Forbes等用大鼠进行实验,发现蛋白质,脂肪和碳水化合物混合后特殊动力作用较它们各自独立的特殊动力作用之和要少。他们认为,混合食物的特殊动力作用不能通过食物中各种产热营养素的特殊动力作用简单相加而得到<sup>[7]</sup>。本次实验也观察到类似的现象,各产热营养素混合后特殊动力作用约减少了20%。

受试儿童摄入各种实验食物后,能量代谢率曲线各有特点。碳水化合物最早出现高峰,且达到高峰后迅速下降,这可能是由于碳水化合物在体内代谢所需时间较短所造成。蛋白质的能量代谢率曲线出现高峰较迟,而且峰较高,达到高峰后下降缓慢,这可能是蛋白质的消化、吸收和代谢需要的时间较长,消耗能量较多的缘故。混合食物的能量代谢率曲线则呈双峰型,根据高峰出现时间和高度来推断,第一峰可能是混合食物中碳水化合物所起的作用,第二峰可能是混合食物中蛋白质所起的作用。

据本次实验和膳食调查的结果,估计受试儿童在摄入日常膳食的情况下,全日的食物特殊动力作用的能量消耗约占全日能量摄入的9.45%。这与Taylor,Briggs对成人的估计10%基本一致<sup>[8,9]</sup>。

(本实验工作得到广州市第一幼儿园,中山医科大学计算机室和营卫教研室的大力支持,在此致以衷

心的感谢。)

参 考 文 献

[1] 中国医学科学院卫生研究所. 食物成分表. 第3版. 人民卫生出版社, 1983年.

[2] 陈学存. 应用营养学. 第1版. 人民卫生出版社, 1984年, 291~292, 333~340.

[3] 周衍椒. 生理学. 第2版. 人民卫生出版社, 1983年, 252~261.

[4] Bradfield R B and Jourdan M H. Relative importance of specific dynamic action in weight-reduction diets. *Lancet* 1973; 2:640.

[5] Lusk G. The specific dynamic action. *J Nutrition* 1931; 3:519.

[6] Sherman H C. *Chemistry of Food and Nutrition*. 6th Ed. chapter 9 Macmillan Co 1941.

[7] Forbes E B and Swift R W. Associative dynamic effects of protein, carbohydrate and fat. *J Nutrition* 1944; 27:453.

[8] Tayler C M. *Foundation of Nutrition* 5th Ed. Chapter 3. Macmillan Co 1956.

[9] Briggs G M. *Bogert's Nutrition and Physical Fitness*. 10th Ed. Chapter 2. W B Saunders Co 1979.

## The Specific Dynamic Actions of Foodstuffs in Preschool Children

He Ping      He Zhiqien

(Department of Nutrition and Food Hygiene)

### Abstract

The specific dynamic actions for eight kinds of food in normal boys and girls aged 5~6 years were studied. The increasement of energy over basal metabolism level in a 3-hour period after different test meal at bed rest was estimated by open-circuit indirect calorimetry. The respiration samples were taken every 45 minutes after the completion of the test meal, oxygen and carbon dioxide were analysed using Beckman OM-11 oxygen analyser and Beckman LB-2 gas analyser. The result on average SDA of egg white was 22.95%, lean beef 22.22%, skimmed milk 20.90%, margarine 12.37%, sucrose 10.73%, starch 8.95%, the mixture of beef and starch 18.93%, The SDA on a typical mixed diet, made of whole egg, vegetable oil and rice, was 9.84%, which was one-fifth lower than the value calculated from the SDA of the three kinds of nutrient separately. There was considerable variation in SDA among subjects.

The metabolic rate curves of high protein foods reached higher peaks than that of carbohydrates, but the peaks of carbohydrates appeared earlier than that of high protein foods. A highly significant correlation was found between protein per calories and SDA.

Based on the results of SDA measurement of individual nutrients and dietary survey, the daily energy expenditure of SDA was estimated to be about 10% of the energy contained in the food on the ordinary mixed diet for preschool children.

**Key words:** Specific dynamic action of foodstuffs      Preschool children