

亚热带地区学龄前儿童的基础代谢

何志谦 栾 博

(卫生系)

中山医科大学幼儿园*

广州市第一幼儿园*

基础代谢是机体生命活动的最基本代谢之一。基础代谢的能量消耗,构成机体能量消耗的重要部份,是研究人体能量需要的一个基本方面。

基础代谢受环境与机体本身的许多因素影响,早期的研究大多集中在成人,儿童方面相对较少,近年来学者对于热能供给问题有较多考虑甚或争议,但共同的目标仍然是一致的,即能量的供给应避免过多或过少,以致影响相对的平衡,导致远期不良的影响。

学龄前儿童处于生长发育的一个重要阶段,其营养需求中,能量供给是一个最基本的问题,基础代谢的能量消耗又与之直接有关。可惜在发展中国家中,学龄前儿童的基础代谢研究较少,特别是在热带及亚热带的条件下的实际情况如何,需作进一步的实测,而不是推论。本研究着重以当前本地区学龄前儿童为对象,作横向及纵向的观察,以了解这方面的情况,为能量供给问题提供参考的数据。

对象与方法

在广州市中山医科大学附属幼儿园及广州市第一幼儿园中,将全部5岁儿童(在为期一年的观察中,一部分儿童已靠近6岁)作为对象,经体格检查证明为健康,生长发育正常,身高与体重在广州该龄儿童正常值之内,无慢性疾病以及影响基础代谢因素,共选出156名儿童观察,其中前一幼儿园99名(男43,女56),后一幼儿园57名(男28,女29),因为都是全级儿童作测定,只剔除个别有过疾患者,故对

象的选择并不具有随意性质。全部对象均为汉族,大多为独生子女,前一幼儿园的儿童为医科大学及其附属医院教职工的子女,后一幼儿园则面向市内各类干部,故预计有一定的代表性。

基础代谢的测定按标准方法进行,被测对象在实测前已离最后一次进食12小时,经睡眠约9小时,清晨醒后不作体力活动,再静卧半小时,并先测量体温、脉搏、呼吸次数,观察其情绪状态,在确认对象在处于基础状态后,以开放式间接法测定其基础代谢。

测定现场设在幼儿园的专用房间,用空气调节机保持室温在21℃左右,并保持室内环境安静,通风照明适度,被褥舒适。对象身高与体重之测定,亦按常规标准在该室内实施,体重之测定仅使被测者穿内裤。

实际开始测定的一个月之前,执行测定者对有关班级的教师进行必要的配合性训练,使了解测定的目的与要求,还参加被测对象的全日活动和游戏,以使消除孩子们对执行者的陌生感,避免在测定中有情绪紧张和顾虑。所有的操作过程亦先在全班孩子中示教,使每一位对象了解测定的实际情况,取得配合和合作,以达到测定的要求,此外还作了测定的预备试验,以适应孩子的特点。

呼吸气体的收集采用特制面罩,以适应儿童的面型,它要有良好的弹性,既避免对面部存在过大的压力,又避免漏气,面罩的通气活

*协作单位

瓣自行加工制作,使在正常吸气及呼气时负压可调节至最低限度,收集气体用自制的道氏袋,是用厚度为2mm的聚乙烯透明薄膜制成,以便可以清除袋内的余气及水气,容量为30升,面罩与道氏袋以蛇形胶管连接,其直径为3.2cm,使气流通畅。

测定前一天受试儿童的晚餐控制在常量,晚上六时后亦不予进食任何食物,并使能有约9小时的睡眠,起床后不进行体力活动。受试对象进入测定室后再静卧半小时,为避免其精神紧张,保育人员也在场料理。实验开始前还测定体温、呼吸及脉搏,认定对象处于基础状态后,戴上口罩并适应数分钟后,即收集呼吸气体于道氏袋内,以秒表计标收集及记录收集气体的时间,同时记录当时的大气压力与气温,呼吸气体的容量以准确度为0.01升之流量计衡量,并折算为标准状态下容量,室内空气样品亦同时收集并与呼吸气体一起,立即作氧及二氧化碳含量的分析。

以 Beckman OM—11及 Beckman LB—2 的呼吸气体分析仪作氧及二氧化碳含量的分析,该仪在预试校正后,测定中以含4%CO₂的氮和16%的氧,以及用纯净大气校正,使其灵敏度与重现性处于良好状态。

据呼入与呼出气体的分析对比,按常规求得呼吸商及各种呼吸商下的氧热价,氧热价与实际耗氧量的乘积,为其基础代谢值,分别用每小时每平方米体表面积的能量值(kcal/M²/h)及每公斤体重的能量值(kcal/kg/h)表示。体表面积是以何志谦氏公式计算求得^[1],该公式与过去我国沿用的 Du Bois 公式未有明显差别,但因在同一批幼儿中测出,故其离差比 Du Bois 公式求得的结果小,亦即更能反映本地区儿童的实际情况,缩小误差,该公式为:

$$\text{体表面积 (M}^2\text{)} = 42.3356 \times H + 175.6882 \\ \times W - 272.2716$$

其中 M² 为平方米, H 为身高的厘米数, W 为体重公斤数。

广州属亚热带地区,在气温上实际没有四

个季节的分野,最冷在初春,白天最低气温在10℃左右,最热在夏季,气温在34℃上下,但实际上本地区的人们,极少于室内作取暖的措施,冬季的实感温度较低,严寒季节时,室内外温差约3~5℃。本测定虽经过四个时间季度,但测定室之温度能保持在21℃上下。

各次测定结果作了统计处理,并以 Cromenco system III 型电子计算机作多元及逐步回归分析。

结 果

所有对象的身高、体重均在广东地区同龄儿童的正常值内,在各次测定中,男女两方在呼吸、脉搏、体温诸方面无明显差别(P>0.05)。

四个季度的测定结果及总计结果(表1)在两性间是有差异的,151名男孩的平均基础代谢值为45.5±3.08 kcal/M²/h, 1.97±0.17 kcal/kg/h 或 34.1±3.01 kcal/h, 187名女孩为43.2±2.65 kcal/M²/h, 1.97±0.17 kcal/kg/h, 或32.0±2.99 kcal/h。若按本地区全年占时间最长的气候,即夏秋季计算,男性之值为43.6±2.57 kcal/M²/h, 女性为41.9±2.19 kcal/M²/h,此值比总平均值稍低,相反,冬春季的基础代谢值较夏秋季高约7%。若以上述四季总平均值为依据时,冬春季可增加一些,男性为4%,女性为3%作为季节性的计算。同样夏秋季节亦可相应地男性减4%,而女性减3%,以便更加准确。

男女性测定结果按体表面积或按体重计算,均有一定的变异,但变异范围与成人近似,即一般低于10%。

将四个季度的测定值作方差分析,两性的冬与春、及夏与秋之间的平均值均无显著的差异,但冬春与夏秋之间的检验反映其差异非常明显(图1)。

两性的实测基础代谢值比较,也存在着明显的差异(男与女比 P<0.05),在本年龄组的儿童中,男性的基础代谢比女性高4~7%(平均5%)。

表 1

测定及计算结果总表

季节	例数	性别	年龄 (岁)	身高 (厘米)	体重 (公斤)	体表面积 (米 ²)	基础代谢值					
							(kcal/m ² /hr)		(kcal/kg/hr)		(kcal/hr)	
							均值	标准差	均值	标准差	均值	标准差
冬季	22	男	5.32	108.6	16.7	0.726	46.5±3.67		2.03	0.17	33.8	3.96
	29	女	5.31	109.0	16.2	0.718	44.0±3.81		1.96	0.17	31.6	3.71
春季	35	男	5.61	110.4	17.2	0.743	47.4±4.16		2.06±0.21		35.2±3.74	
	40	女	5.54	109.9	16.6	0.730	44.4±3.04		1.96±0.23		32.3±2.86	
夏季	31	男	5.85	112.6	17.5	0.757	44.5±2.16		1.93±0.13		33.7±2.46	
	44	女	5.74	111.5	17.2	0.747	42.3±2.17		1.85±0.14		31.7±3.54	
秋季	63	男	5.82	114.1	18.3	0.776	43.6±2.57		1.86±0.15		33.8±2.53	
	74	女	5.77	113.0	18.1	0.769	41.9±2.19		1.80±0.12		32.2±2.49	
总计	151	男	/	/	/	/	45.5±3.08		1.97±0.17		34.1±3.01	
	187	女	/	/	/	/	43.2±2.65		1.89±0.17		32.0±2.99	

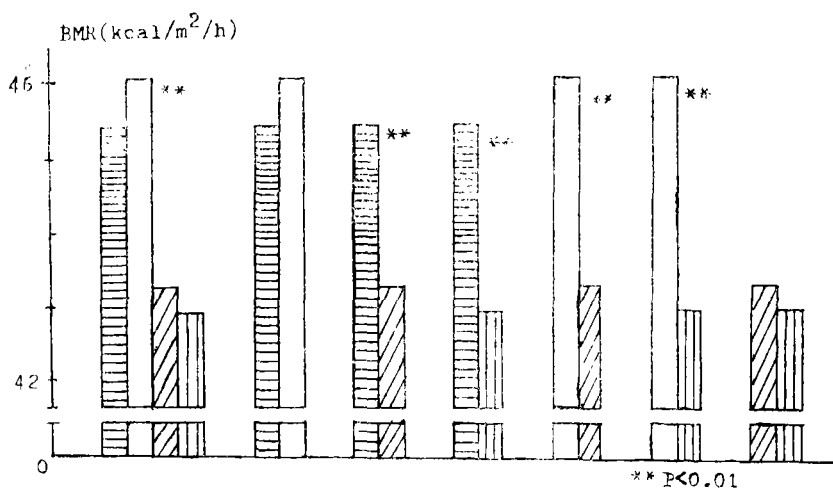


figure 1 winter spring summer autumn
The Variations for BMR of 5-6 year old Children in GuangZhou between Seasons

将本次测定的 9 项变量作多元回归分析 (包括年龄、身高、体重、心率、呼吸次数、体表面积、耗氧量、二氧化碳呼出量、呼吸商等), 秋季 137 例的运算结果, 基础代谢率 (kcal/h) 与耗氧量及二氧化碳呼出量的相关最明显, 相关系数分别为 0.9824 及 0.8186, 除呼吸气体之外, 相关最明显的是体重, 男女分别为 0.6928 及 0.7590 ($P < 0.01$), 同样密切的是

体表面积, 相关系数男女分别为 0.6668 及 0.7427 ($P < 0.01$), 但其余的各变量得出的相关系数都无显著意义。

用逐步回归分析, 求出以体重推算学龄前儿童 (5~6 岁) 的基础代谢率的回归方程如下:

$$\text{男性基础代谢率} = 17.8938 + 0.8701 w$$

$$\text{女性基础代谢率} = 16.7551 + 0.8548 w$$

其中基础代谢率的单位为 kcal/h, 而 w 为体重单位 kg。以本方程推算的预计值与实测值作统计分析, 无明显的差异 ($P>0.30$) (表 2), 以体表面积也能求出同样结果。

表 2 预算值与实测值的比较 (第 4 次测定 男性)

编 号	预 计 值	实 测 值	编 号	预 计 值	实 测 值	编 号	预 计 值	实 测 值
1	31.2929	35.06	22	34.9471	32.58	43	32.99112	33.51
2	31.9889	30.80	23	33.9901	35.26	44	34.5817	35.78
3	31.1188	31.32	24	33.8161	32.48	45	34.6861	36.20
4	35.3822	36.15	25	30.9448	29.02	46	34.2511	33.09
5	35.5991	33.37	26	32.5109	31.39	47	38.8972	38.07
6	32.859	34.44	27	32.8591	32.36	48	34.5991	36.26
7	33.468	31.48	28	34.3381	36.32	49	33.7116	36.36
8	33.9901	33.74	29	35.3822	35.64	50	31.4843	28.73
9	33.468	36.53	30	35.0341	36.28	51	36.3218	34.99
10	33.9901	34.21	31	32.5880	28.82	52	40.3416	41.67
11	34.4251	34.71	32	33.2070	36.45	53	36.2696	34.64
12	33.642	36.03	33	33.5550	31.78	54	34.4947	36.07
13	31.3799	29.85	34	32.8590	31.31	55	33.9379	34.64
14	33.468	33.37	35	33.8683	31.48	56	31.9019	32.13
15	32.772	32.28	36	36.6003	38.33	57	32.859	31.28
16	32.3369	33.61	37	32.8590	34.06	58	32.0759	35.54
17	34.6861	32.28	38	33.8683	31.70	59	35.7998	32.13
18	33.9901	33.10	39	36.1304	38.65	60	34.7035	32.94
19	33.8161	32.28	40	31.6235	32.58	61	33.3375	31.71
20	34.5121	33.53	41	33.2418	30.40	62	33.9727	36.72
21	33.381	33.96	42	34.5121	35.57	63	32.6850	32.06

$t = 0.0861$ $P > 0.90$

讨 论

目前我国常用的基础代谢参数表中, 最低年龄组为 11~15 岁^[2], 在基础代谢率方面, 过去也用国外 Fleish^[3] 的资料作参考, 据其结果, 5 岁年龄组的值为 49.3 kcal/m²/h, 7 岁为 47.3 kcal/M²/h, 但不分性别, 本测定结果, 虽然是在学龄前阶段, 男女之间已有一些差别, 在 5~6 岁间, 以全年平均值计, 男性按每平方米体表, 每小时低 3.8 kcal, 女性则低 6.1 kcal, 若以气温低之季节对比, 男性相差约 1.9 kcal, 女性则 4.9 kcal。本次测定 5~6 岁的体表面积约为 0.75 m², 以全年平均基础代谢值计, 男性每天相差 $3.8 \times 24 \times 0.75 = 68$ kcal, 女性则相差 $6.1 \times 24 \times 0.75 = 109$ kcal。这是一个不小的数字。Lewis^[4] 总结他们在

1932~1942 年间所进行 2~12 岁全部基础代谢测定的 70 名男孩及 57 名女孩的结果, 提出男孩的基础代谢率在 5~6 岁时为 50 kcal/M²/h, 女孩 48 kcal/M²/h, 此值与 Fleish 的结果较接近, 亦与 Boothby 的结果相似, 而比本结果高 6% 以上, 但是, 如与 Benedict^[5] 对 6 岁儿童的测定结果 (31.5 kcal/h) 对比, 则与之非常接近。西欧国家在应用上常引用 Fleish 的数据, 可能在当时出于安全性考虑, 使用偏高的材料, 亦可能是别的原因。本次实测的基础代谢率低于一些作者, 也未能从技术的误差上找到问题, 而本次测定的例数和持续时间都比前述国外材料大。

如果认为本测定结果确实低于欧美的结果, 则比较大的可能是在亚热带气候条件下生活的因素所影响的结果, 当然不能排除生物学

上的原因,但须作进一步的研究。

本观察在相同的实验条件下,冬春与夏秋所得的结果有明显的差别,在平均气温低的季节,其基础代谢率稍高,相反则稍低,这与日本 Suzuki^[6] 所测得的结果一致(图2), Hori^[7] 也对比研究了日本和泰国人的基础代谢率,认为日常生活中的气温升高,可导致基础

代谢率的下降,并解释为一种机体适应性反应。其实气温不仅直接影响人体热的扩散,也影响儿童的活动,摄食和体内某些代谢,包括激素代谢。我国南方地区,包括广州市在内,冬季虽然不长,但室内不习惯取暖,室内外气温相差不大,故冬季有时实际很冷,这可能是季节对基础代谢影响的其中一个原因,反过

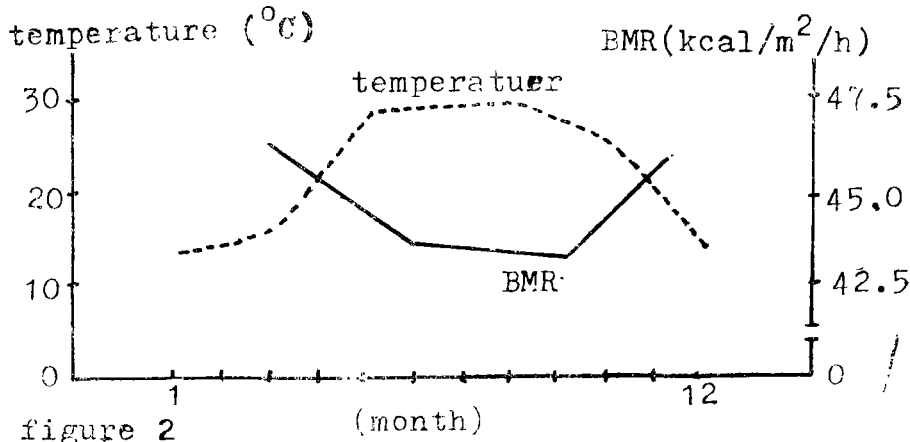


figure 2 The Seasonal Change of BMR and Temperatures

来也可能间接提示气候条件对基础代谢的影响。

基础代谢在5~6岁儿童中已有性别差异也见于国外的实测结果^[8],但未能找到满意的解释,5~6岁儿童在生长发育上虽然存在一些性别差异,但两性距青春期还有一段时间,影响基础代谢的因素,包括骨骼肌的发育,体内去脂组织的构成比例等,仍未有明显的差别,是否平时男童的活动量大于女童,从而影响基础代谢还未能取得证明。

成人的基础代谢率与体表面积关系密切,故在计算时,多以其体表面积代入常数求得,5~6岁儿童的基础代谢与体表面积呈正相关的关系,可与成人一样求得,但本实验也反映,体重一项的相关同样密切,故对5~6岁儿童的基础代谢率作运算时,亦可仅以体重代入方程求得。

小 结

对生活在亚热带地区的广州5~6岁儿童156名进行系统的基础代谢测定,根据气候特性,四季平均的结果,男性为 45.5 ± 3.08 kcal/M²/h 或 1.97 ± 0.17 kcal/kg/h,女性为 43.2 ± 2.65 kcal/M²/h 或 1.89 ± 0.17 kcal/kg/h,它与最冷或最热季节时比较,基础代谢率在男性可增减4%,女性可增减3%。

两性儿童的基础代谢率与体重或与体表面积的相关都很明显,前者男女性的相关系数分别为0.6928及0.7590。夏秋季的基础代谢率与体重的回归方程为:男性(kcal/h) = $17.8938 + 0.8701w$,女性(kcal/h) = $16.7551 + 0.8548w$ (w的单位为kg)。在寒冷的冬春季,此值增加7%更为准确。

(本实验资料蒙中山医科大学计算机室洪楠主任帮助,特此致谢)

参 考 文 献

- [1] 何志谦, 等. 学龄前儿童的体表面积. 营养学报1986; 8:210.
- [2] 上海第一医学院. 人体生理学, 人民卫生出版社 1978; 303.
- [3] Fleisch A. The Basic Metabolic Rate, *Hel Med Acta* 1951; 18:23.
- [4] Lewis R C, et al. Basal metabolism of normal boys and girls from two to twelve years old, inclusive, report of a further study. *Am J Dis Child* 1943; 65:834.
- [5] Benedict F G and H S D Ghrven. The basal metabolism of male Chinese in Manchuria. *Chinese J Physiol* 1936; 10: 141.
- [6] Shinjiro Suzuki. Basal metabolism in the Japanese population. *Wld Rev Nutr Dietet* 1966; 1:103.
- [7] Seiki Hori. Comparison of physical characteristics body temperature and basal metabolism between Thai and Japanese in natural temperature zone. *Jap J Physiol* 1977; 27:525.
- [8] R Boothby. Basal metabolism standard in hand book of biological data edit by W S Spector. Saunders Co 1956.

Basal Metabolism of Preschool Children under Sub-tropic Conditions

He Zhiqien Lian Bao

(Sun Yetsen University of Medical Sciences)

Abstract

The basal metabolism of 156 healthy preschool children (5~6 years old) living in sub-tropical conditions are carefully measured, included 71 boys and 85 girls. For a longitudinal observation, subjects are all measured in each of the four seasons of the whole year.

The measurements using open circular method with special made mask and Douglas bag for gas collections and the analysis of the expired air using Beckman OM-11 and LB-2 apparatus.

The BMR for boys is 45.5 ± 3.08 Kcal/M²/hr or 1.97 ± 0.17 Kcal/Kg/hr or 34.1 ± 3.01 Kcal/hr, and for girls 43.2 ± 2.65 Kcal/M²/hr or 1.89 ± 0.17 Kcal/Kg/hr or 32.0 ± 2.99 Kcal/hr. There is significant variations for BMR between seasons, a higher BMR in cold weather and lower in; summer-autumn season, 4 % for boys and 3 % for girls of the BMR changed in those extreme climates and there is differences between male and female for BMR in this age, girls are 5 % lower than boys on average.

The correlations of BMR with the body surface and same as body weight in this age with a statistical significant, so the BMR can be calculated by an equation of body weight also.

The results is compared with other data and discussed.