

双生子骨龄、身高及体重的研究

郭梅 叶广俊 叶恭绍

(北京医科大学儿童青少年卫生研究所)

关键词 双生子;遗传;骨龄;身高;体重

内 容 提 要

本文对307对同性别双生子的骨龄、身高和体重进行了研究。结果表明,骨龄、身高和体重均受遗传因素影响。遗传因素对不同年龄阶段的影响程度可能是不同的。长时间的不同环境因素对身高和体重的影响较骨龄更大。

骨龄、身高和体重是生长发育评价的常用指标。但有关这些指标遗传因素影响程度的研究,目前国内进行的极少,关于自幼分开抚养的双生子生长发育调查在世界范围内亦为罕见(Vogel, 1979)。本文对307对同性别双生长骨龄、身高和体重进行了研究、探讨了遗传因素对这三项指标的影响程度,长期进一步为人类学、医学及生长发育评价提供理论依据。

对 象 及 方 法

(一) 对 象

从北京市东城区、西城区180所小学98299名学生中调查到有双生子388对。其中同性别双生子312对(男163对、女149对),异性别双生子76对,双生子检出率为0.39%。在1983年6—10月,对其中312对同性别双生子进行了一般健康体检和骨龄、身高与体重的调查,共取得有效资料307对。所有被调查对象均能参加学校正常学习及文体活动;一般健康体检正常。307对双生子中始终共同生活的有245对,分开抚养五年以下的33对,分开抚养五年及五年以上的29对。

(二) 方 法

1. 卵性鉴定方法

卵性鉴定采用了ABO、MN、Rh、P四种血型系统及唾液分泌型五项指标。血型鉴定方法按常规操作(上海生物制品研究所血型组,1977)。

2. 骨龄研究方法

所有调查对象均拍摄一张左手腕 X 线平片。拍片采用后前位, X 线机球管中心线正对第三掌骨头。焦点距离固定为 90 厘米。读片采用李果珍等(1979)的标准和方法。全部 X 线片由一人阅读。

3. 身高、体重测量方法

按中国十六省市青少年儿童形态、机能与素质调查的要求进行(国家体委、教育部、卫生部中国青少年儿童体质研究组,1980)。

4. 统计学处理方法

1) 组内相关系数按下式计算:

$$r = \frac{MSB - MSW}{MSB + MSW} \quad MSB: \text{组间均方}$$

MSW: 组内均方

$$MSB = \frac{1}{2(n-1)} \left\{ \sum_{i=1}^n (x_{i1} + x_{i2})^2 - \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (x_{i1} + x_{i2}) \right]^2 \right\}$$

$$MSW = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - x_{i2})^2$$

2) 遗传力计算采用下述公式:

$$h_a^2 = \frac{r_{MZ} - r_{DZ}}{1 - r_{DZ}} \quad (\text{Holzinger, 1929})$$

$$h_b^2 = \frac{MSW_{DZ} - MSW_{MZ}}{MSW_{DZ}} \quad (\text{Clark, 1956})$$

$$h_c^2 = 1 - (1 - r_{MZ}^2)/(1 - r_{DZ}^2) \quad (\text{Wetherington, 1978})$$

全部数据均采用 Terak 8510/23 型计算机处理。

结 果

(一) 卵性鉴定结果

307 对同性别双生子卵性、年龄与性别分布情况见表 1。

将共同生活与分开抚养的双生子对数列于表 2。

根据全部 388 对双生子计算,同卵双生子(MZ)的卵性比为 54.12%,异卵双生子(DZ)的卵性比为 45.88%。

将本研究中通过血型鉴定得出的卵性比与依照 Weinberg 差别法(吴旻译,1979)计算出的卵性比相比较,结果见表 3。经 X^2 检验, $P > 0.05$, 差异无显著性。说明用四种血型和唾液分泌型判断卵性,所得比率是可靠的。

表 1 307 对同性别双生子卵性、年龄及性别分布

卵 性	性 别	年 龄 (岁)									
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	合计
同 卵 (MZ)	男	0	11	13	12	19	15	14	11	1	96
	女	0	8	16	21	28	20	11	5	2	111
异 卵 (DZ)	男	0	5	3	7	12	13	3	7	0	50
	女	2	6	2	7	13	9	6	4	1	50
合 计		2	30	34	47	72	57	34	27	4	307

表 2 共同生活与分开抚养的双生子对数

卵 性	共同生活	分开抚养 5 年以下	分开抚养 5 年及 5 年以上
MZ	170	13	24
DZ	75	20	5

表 3 本调查双生子卵性比与 Weinberg 差别法比较

卵性鉴别法	同卵双生对数	异卵双生对数
血型相似诊断法	210(54.12%)	178(45.88%)
Weinberg 差别法	236(60.82%)	152(39.18%)

从 307 对同性别双生子中剔除 22 对少数民族双生子(其中 MZ 15 对, DZ 7 对)。根据芦月香等(1982)报道的中国汉族双生子用四种血型系统和唾液分泌型进行卵性鉴定的准确性概率,将本研究中 192 对汉族血型鉴定相同的双生子被判断为 MZ 的可靠性概率列于表 4。

表 4 192 对汉族双生子五种系统相似诊断法可靠性

判断 MZ 的可靠性概率	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%	总计
各概率水平双生对数	1	21	25	38	50	43	12	2	192
各概率水平比例(%)	0.5	10.9	13.0	19.8	26.0	22.4	6.3	1.0	100.0

结果表明,用四种血型及唾液分泌型鉴定双生子可靠性概率为 96% 左右。

(二) MZ 与 DZ 骨龄、身高和体重的比较

307 对同性别 MZ 与 DZ 骨龄、身高和体重的均数和标准差见表 5。

将共同生活的 170 对 MZ 与 75 对 DZ 骨龄、身高和体重的组内相关系数作一比较,结果见表 6。

表 5 MZ 与 DZ 骨龄、身高和体重的均数、标准差

年龄(岁)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
MZ	骨龄(岁)	—	7.71±0.76	8.71±0.48	9.6±0.98	10.09±1.04	11.15±0.91	12.10±1.45	13.60±1.32	14.15±0
	女	—	8.41±1.11	8.78±0.84	10.04±1.23	10.96±1.26	11.79±0.94	12.81±0.93	13.49±0.61	13.32±0.31
	男	—	123.35±4.86	128.11±3.66	133.13±6.91	137.11±5.42	138.41±10.44	148.10±4.94	153.59±6.38	158.60±0.99
	女	—	119.03±4.07	124.93±1.83	130.82±4.99	137.92±6.35	144.98±7.00	151.99±4.37	155.16±4.44	151.40±6.10
	男	—	21.10±1.77	23.99±1.96	28.01±6.07	27.52±3.80	29.97±5.03	35.36±5.32	38.80±6.40	42.75±1.77
	女	—	20.46±1.67	21.36±2.54	24.60±3.06	28.41±4.53	32.71±7.42	36.73±3.89	42.18±6.47	33.13±0.99
DZ	骨龄(岁)	—	7.73±0.74	8.41±0.42	8.91±1.50	10.39±0.87	11.53±0.95	9.99±0.55	12.88±1.25	—
	女	6.59±0.42	7.86±0.93	8.89±1.33	9.68±1.02	10.84±0.95	12.06±0.87	12.96±0.74	13.26±0.58	13.86±0.62
	男	—	121.73±5.32	129.05±5.81	128.86±6.83	139.08±6.19	144.34±4.72	138.32±5.64	152.85±5.30	—
	女	111.26±2.70	118.44±4.78	128.50±4.21	130.18±6.12	139.36±5.74	144.29±6.90	151.28±4.29	154.15±5.65	154.90±4.95
	男	—	22.17±3.80	28.17±11.67	24.51±4.92	28.53±5.03	32.22±3.65	29.73±4.70	37.69±5.77	—
	女	17.38±2.09	20.11±2.97	22.80±1.87	24.90±4.18	28.70±3.91	33.21±6.26	38.70±6.41	44.12±5.68	45.65±2.47

表 6 共同生活的 MZ 与 DZ 组内相关系数 (r) 比较

指 标	MZ (170 对)	DZ (75 对)	P
骨 龄	0.9702	0.8562	<0.01
身 高	0.9800	0.8521	<0.01
体 重	0.9526	0.7820	<0.01

共同生活的 MZ 骨龄、身高和体重的组内相关系数都高于 DZ, 将 r 值转换为 Z 值 ($z = \ln \sqrt{\frac{1+r}{1-r}}$), 进行 U 检验, MZ 与 DZ 之间差异具有高度显著性, 说明这三项指标均受遗传因素影响。

(三) 共同生活与分开抚养的 MZ 骨龄、身高与体重的比较

为了分析不同生活环境对骨龄、身高与体重的影响, 剔除分开抚养 1—5 年的 MZ 13 对, 将共同生活与分开抚养五年以上的 MZ 组内相关系数进行比较, 结果见表 7。

表 7 共同生活与分开抚养的 MZ 骨龄、身高和体重的相关系数 (r) 比较

指 标	共同生活 (170 对)	分开抚养五年以上 (24 对)	P
骨 龄	0.9702	0.9638	>0.05
身 高	0.9800	0.9368	<0.05
体 重	0.9526	0.7874	<0.01

共同生活与分开抚养五年以上的 MZ 身高和体重组内相关系数比较, 经统计学处理, 差异有显著性, 而骨龄差异无显著性, 提示身高和体重较骨龄更易受环境因素影响。

(四) 不同年龄双生子的骨龄、身高和体重的比较

剔除分开抚养五年以上的双生子, 剩余 7—13 岁双生子共有 273 对, 其年龄分布见表 8。

表 8 273 对 7—13 岁双生子的年龄分布

卵 性	年 龄 (岁)							总 计
	7	8	9	10	11	12	13	
MZ	19	27	29	41	28	21	15	180
DZ	9	5	14	23	21	9	12	93
总计	28	32	43	64	49	30	27	273

为探讨在生长发育过程中不同年龄阶段骨龄, 身高和体重受遗传因素影响的程度, 将这三项指标的组内相关系数列于表 9。

表9 273对7—13岁双生子骨龄、身高和体重的组内相关系数(r)

指标 卵性	年 龄 (岁)							
	7	8	9	10	11	12	13	
骨龄	MZ	0.9714	0.8320	0.9366	0.8782	0.9563	0.8629	0.9763
	DZ	0.7180	0.6590	0.6959	0.4238	0.6176	0.9754	0.9914
身高	MZ	0.9340	0.9266	0.9416	0.8860	0.9627	0.9135	0.9450
	DZ	0.8022	0.9484	0.6741	0.5311	0.1304	0.8354	0.4417
体重	MZ	0.8957	0.8273	0.7631	0.8418	0.9657	0.7965	0.9450
	DZ	0.9231	0.9636	0.6501	0.4886	0.1353	0.7226	0.4417

从表9可以看出大多数年龄别MZ组内相关系数都大于DZ,而DZ数值波动较大。再次说明这三项指标受遗传因素影响,并提示在不同年龄阶段、遗传因素对这三项指标的影响程度可能是不同的。

(五) 骨龄、身高和体重的遗传力

将始终共同生活的双生子骨龄、身高和体重分别用三种遗传力计算公式计算遗传力,其结果见表10。

表10 骨龄、身高和体重的遗传力

	骨 龄	身 高	体 重
h^2_1 (%)	79.3	86.5	78.2
h^2_2 (%)	76.3	84.6	75.2
h^2_3 (%)	78.0	85.6	76.2

将这三种不同方法计算所得的遗传力进行相关计算,相关系数为0.9429—0.9962,为了便于和国内同类资料比较,以第一种遗传力计算结果为准。

讨 论

目前认为骨龄、身高和体重都属于多基因遗传性状。由于每对MZ的基因型是完全相同的,每对DZ基因型的差异和同胞一样,可能有50%相同。MZ之间的差异是由环境因素造成的,DZ之间的差异是由遗传和环境因素共同造成的。共同生活的MZ骨龄、身高和体重的组内相关系数都高于DZ,呈高度显著性差异,说明骨龄、身高和体重均受遗传因素影响。而MZ各项指标的组内相关系数都不等于1,说明这三项指标在一定程度上也受环境因素影响。共同生活的MZ身高、体重的组内相关系数和分开抚养五年以上的MZ相比较,差异有显著性,而骨龄的差异未出现显著性,说明身高、体重较骨龄更易受环境因素影响。

美国(Clark, 1956)、日本(Furusho, 1968)和瑞典(Fischbein, 1979)在研究双生子身高及体重时都曾指出,某一性状在不同年龄阶段受遗传因素的影响程度是不同的。

在整个生长过程中基因对身高的控制随年龄和性别而有所不同。美国 Wetherington (1978) 进一步指出,在大年龄组里,环境因素影响相对小些,而遗传因素的影响则表现明显。本研究结果和前人观点基本相同。

Clark (1956) 根据美国双生子调查结果得出身高遗传力为 88%, 体重为 69%。Jenen (1979) 在洛杉矶地区调查双生子身高遗传力为 96%, 体重遗传力为 79%。本文调查身高遗传力为 86.5%, 体重遗传力为 78.2%。和其它调查结果相同, 身高遗传力大于体重遗传力。

波兰华沙双生子调查的骨龄遗传力男性为 97.6—92.3%, 女性为 96.2—92.7% (Sklad, 1977)。日本双生子调查的骨龄遗传力为 94.79—82.84% (Kunikiko, 1981)。上海调查的骨龄遗传力为 78%。

本研究骨龄遗传力为 79.3%, 和上海结果相近, 较国外骨龄偏低, 可能和调查样本不同或所用遗传力计算公式不同有关。

通过共同生活与分开抚养的双生子组内相关系数比较, 身高和体重较骨龄更易受环境因素影响, 而骨龄的遗传力却低于身高, 其原因有待于进一步研究。

目前遗传力的计算方法已有十余种。由于用各种遗传力方法计算所得的结果不尽相同, 故美国学者 Vogel (1979) 建议做某种指标遗传强度测定时, 最好同时采用几种不同的遗传力计算公式。若结果比较符合时, 其可靠性较大。本文对三种不同方法计算得出的遗传力进行了相关计算, 相关系数为 0.9429—0.9962, 呈高度正相关关系, 因此可以认为本研究的遗传力计算结果相当可靠。

小 结

本研究调查了北京市东城区和西城区 307 对 6—14 岁同性别双生子。双生子检出率为 0.39%, MZ 卵性比为 54.12%, DZ 卵性比为 45.88%。

骨龄、身高和体重均受遗传因素控制, 骨龄、身高和体重的遗传力分别是 79.3%, 86.5% 和 78.2%。

遗传因素对不同年龄阶段的影响程度可能是不同的。

长时间的不同环境因素对身高、体重的影响较对骨龄的影响更大。

(1986 年 4 月 17 日收稿)

参 考 文 献

- 上海生物制品研究所血型组, 1977. 血型与血库. 第一版. 上海人民出版社。
卢月香等, 1982. 上海地区 260 对双生儿的血型研究. 遗传, 4(1): 10—13。
李果珍等, 1979. 中国人骨发育的研究, II 骨龄百分计数法. 中华放射学杂志, 13: 19—22。
吴 昱译, 1979. 人类遗传学原理. 科学出版社。
国家体委、教育部、卫生部中国青少年儿童体质研究组, 1980. 中国青少年儿童身体机能与素质的研究. 科学技术文献出版社。
张国栋等, 1985. 250 对双生子骨龄研究. 中华预防医学杂志, 19: 321—323。
Clark, P. J., 1956. The heritability of certain anthropometric characters ascertained from measurements of twins.

- Am. J. Hum. Genet.*, 8: 49—54.
- Fischbein, S., 1979. *Heredity-environment influences on growth and development during adolescence*. Liber Läromedel, Lund.
- Furusho, T., 1968. On the manifestation of genotypes responsible for stature. *Hum. Biol.*, 40: 437—455.
- Holzinger, K. J., 1929. The relative effect of nature and nurture influences on twin differences. *J. Educ. Psychol.*, 20: 241—248.
- Jenen, A. R., 1979. A note on the heritability of memory span. *Behav. Genet.*, 9: 379—388.
- Kunikiko, K., 1981. Skeletal maturity in twins. *J. Anthropol. Soc. Nippon.*, 89: 457—478.
- Sklad, M., 1977. Skeletal maturation in monozygotic and dizygotic twins. *J. Hum. Evol.* 6(2): 145—149.
- Vogel, F., 1979. *Human genetics problems and approaches*. Springer-Verlag .Berlin.
- Wetherington, R. K., 1978. Contribution to variance in phalangeal growth: estimates from twins. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 48: 83—88.

SKELETAL AGE, HEIGHT AND WEIGHT IN TWINS

Guo Mei Ye Guan Jun Ye Gongshao

(*Institute of Child and Adolescent Health, Beijing Medical University*)

Key words Twin; Genetics; Skeletal age; Height; Weight

Abstract

A total number of 307 pairs of twin of the same sex aged 6 to 14 were investigated. The result shows that the proportion of twins among the primary pupils was 0.39%. The proportion of MZ twins was 54.12%, while the proportion of DZ twins was 45.88%. The skeletal age, height and weight were all genetically determined, with a heretability of 79.3%, 36.5% and 78.2% respectively. The genetic factors might influence these indexes differently in different age groups. Various environmental factors lasting for a long time have greater effect on height and weight than on skeletal age.