

猕猴胚胎发育的初步观察

张耀平 彭燕章 叶智彰

(中国科学院昆明动物研究所灵长类生物学研究室)

有关猕猴 (*Macaca mulatta*) 胚胎发育的研究在国内尚未报道过。现将我们所收集的标本做初步研究,结果报告如下:

一、材料和方法

材料: 共计 24 个标本,其中不同胎龄者 10 例,雌雄各半,最小约 45 天,最大约 150 天;妊娠期 165 天左右的初生仔猴 14 例,雄性 8 例,雌性 6 例。由于标本均来自本所养猴场,故可较确切地估计胎龄,其误差在 ± 5 天之内。全部受试标本用 10% 福尔马林水溶液固定。

方法: 对不同胎龄的胚胎除用肉眼逐例仔细观察外,用卡尺和弯脚规分别进行测量,最后称重。观察指标包括性别、乳头、指(趾)间蹼、坐胼胝、肤纹和毛发生长等。测量项目繁多,取其常用者计有坐高、尾长、躯干高等 21 项。

二、结果和讨论

(一) 形态观察 在生长发育过程中,从 10 例胚胎标本可以看到下面一些变化。

1. 性别 1 例胎龄 45 天的胎儿(♀),外形已形成(见图 1),也能辨明性别。与同胎龄的人胚相比,这时期的人胚还不能分出性别。

2. 睾丸的下降 据对 13 例雄性标本,5 例 70—135 天的标本的观察均有明显的阴囊外形,但睾丸均未下降,仍停留在腹腔中。8 例初生仔猴阴囊显著鼓起,睾丸都已下降到腹股沟管以外,但未达阴囊,停留在腹股沟管内侧皮下。哈特曼(Hartman)^[3],在胚胎后期和出生时所进行的观察表明,猕猴的阴囊是隆凸的,内含下降的睾丸。在出生后短期内,睾丸上升到腹股沟管,而重新下降则出现在青春期。

据希尔(Hill)^[4],灵长类中没有一个种的睾丸停留在腹腔内,但是,也并非恒定地居于阴囊中。在人和大的类人猿中,睾丸下降较早,一般在出生前或刚出生后即已下降。猕猴属的睾丸下降也发生在幼小时候。旧大陆猴类在受到刺激时,如恐怖、愤怒等,睾丸借发达的辜提肌可以自由地由阴囊缩回到腹股管内环下。

3. 乳头的个体发生较早,在胎龄 45 天的标

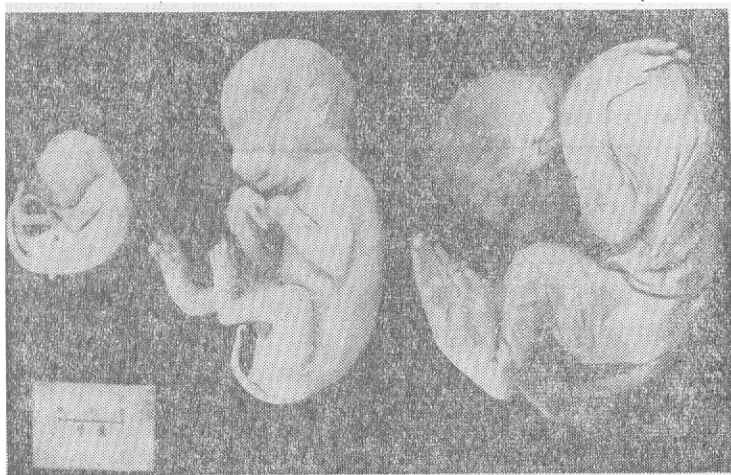


图 1 自左至右不同胎龄(45天、80天和105天)的猕猴胚胎

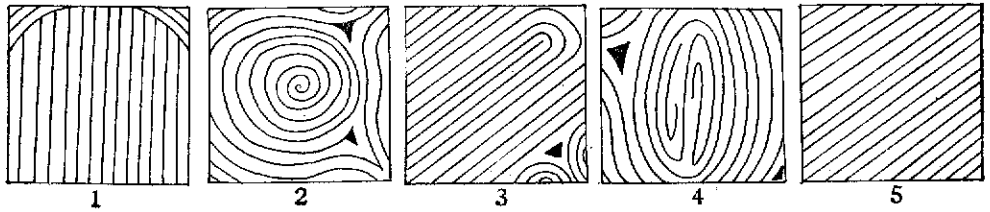


图2 猕猴肤纹的5种主要花纹: 1 原始窦状花纹; 2 箕形纹; 3 斗形纹; 4 双箕形纹; 5 开放形花纹。

本中,乳头已清晰可见,直径约一毫米,且有一定的厚度。所有标本均为一对乳头。

但在灵长类中,额外乳头是常见的。在我所养猴场也见过两对乳头的母猴。据报道,在猕猴中占1.1%。

4. 指(趾)间蹼 “蹼”在灵长类动物中是指指间和趾间皮肤延伸部分。在一例胎龄为70天的雄性标本,蹼已发育定形,且足上的比手上的更发达。除了拇指与第二指间外,其余的指间蹼均已几乎伸展到第一节指骨远端部。除第二、三趾间蹼可远达第二节趾骨近侧1/3外,余者皆与第一节趾骨的远端相齐。但总的说来,趾间蹼比指间蹼发达得多。在观察的全部标本中,都有发达的趾间蹼,但多数标本的指间蹼不存在或不明显。因此,猕猴的趾间蹼是恒定的,而指间蹼是不恒定的。哈特曼称猕猴不存在指间蹼。但在我们解剖过的成年猕猴中曾发现少量标本存在指间蹼。

5. 坐胼胝 在成年个体中,坐胼胝是覆盖坐骨结节的两个角质化皮肤垫,一般呈卵形或肾形,为部分灵长类动物所特有。1例45天胎儿的坐胼胝已具鸟型,大小约 3.0×1.5 毫米。妊娠70天时量度为 4.0×5.0 毫米;80天时为 4.0×4.6 毫米;100天时为 5.0×7.0 毫米;135天时为 7.0×9.0 毫米;150天为 8.0×11.0 毫米;初生仔猴则为 9.0×12.0 毫米。雌性的两个坐胼胝被阴门所隔开;而雄性的则彼此靠得很近。两坐胼胝之间的夹角约 90° 。但坐胼胝在属间有相当大的变异。据内皮尔(Napier)^[6],树栖生活的如长臂猿和长尾猴,坐胼胝小而分得开;而地上生活的如雄性狒狒和山魈,坐胼胝大,彼此靠得很近,且在中间相互部分合并。

坐胼胝主要存在于旧大陆猴和长臂猿中。按米勒(Miller)^[5],猕猴属和黑猩猩的坐胼胝属两种类型,它们的个体发生时间和结构都各异。前者的坐胼胝是一种皮肤结构的变形,紧贴于坐骨结节上,不能自由活动,且与周围的臀皮肤有明显的界线。它在胚胎期已发育良好。而后的坐胼胝是由发达的疏松结缔组织和脂肪构成的增厚块,在坐骨结节上可以自由活动,且与周围的皮肤无明显界限。在发生上,在出生时或出生后才能发育。长臂猿的坐胼胝则介于它们之间,即在结构上属猕猴类型,而在发生上则同黑猩猩。

6. 肤纹 在45天的标本上,肉眼分辨不出肤纹,但所有的指(趾)间垫和掌(跖)垫都已出现。在70天时胚胎的肤纹已出现,但肉眼观察尚欠清楚。在105—110天的标本上,肉眼已能识别花纹类型。到135天时,纹线变得更粗,花纹亦显著,几种主要花纹可一目了然。根据以往的研究^[1-2],猕猴的花纹主要分为五种:(1)原始的窦状花纹。位于指(趾)端掌侧;(2)箕形纹;(3)斗形纹;(4)双箕形纹和(5)开放形花纹。这些花纹绝大多数分布在掌面和跖面的特定位置上(图2)。

7. 毛发的生长次序 毛发的个体发生较晚。怀孕70天时眉脊和嘴唇周围才出现毛,最长者约5毫米。1例80天的胎儿面部也已长毛,最长达8毫米。100天时,面部的毛已普遍长满。同时,头部、颈部、背部及尾尖部也都已长出。到105—110天时,全身的毛已基本出齐(图1)。按先后而言,毛发生长的次序是:嘴唇和眉脊→眼角外侧、面和颈部→额部→头、颈、背、尾尖等各部→腕背侧和肘部→前后肢的

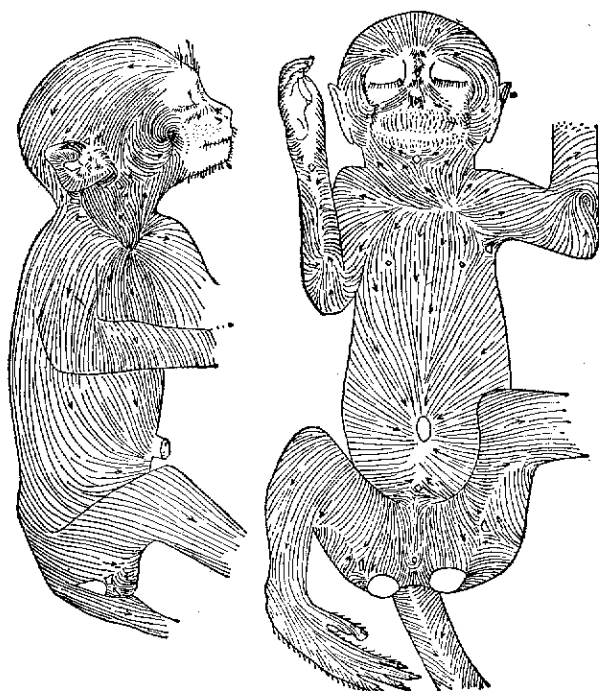


图3 猕猴胎儿毛的方向

前面和外侧→其它各部。

毛的方向基本与躯干及四肢长轴方向相一致。但常常在局部区域毛集中或呈放射状排列，或成旋涡状的毛旋以及互相交叉。通常在颊、胸和肘部有毛旋；脐部为一个集中点；在臀、下腹、大腿外侧、颈前部、腋部和前臂腹面等均有毛的交叉(图3)。

(二) 生长指标的测量 见以下三个表，表1是对各胚胎及初生仔猴所测之绝对值，从中大致可看出各部位的生长趋势。由表1所得之表2示各量度之间的相对增长率。表3示不同妊娠期胚胎的重量。

从表2、3可以看到以下几点：

1. 胸围与坐高、胸宽与胸深、前肢全长与后肢全长、头宽与头高、总面高与头直径等的相对增长率随着胎龄的增长而下降。换言之，在胚胎早期，胸围、胸宽、前肢、头宽和面高分别比相应的坐高、胸深、后肢、头长和头直径生长快，但随着胎龄的增长，

表1 不同胎龄及初生仔猴的主要测量数值(单位：厘米)

项 目	45	70	80	100	100	105	110	135	150	初生仔猴	
	1♀	1♂	1♀	1♀	2♂	1♀	1♂	1♂	1♀	6♀	8♂
坐 高	5.8	10.5	11.0	11.5	11.9	12.5	14.5	15.0	15.5	17.1	16.5
尾 长	5.2	3.8	3.5	4.5	5.1	6.0	6.3	6.4	8.5	7.8	8.0
躯 干 高	4.3	7.6	8.3	8.7	9.1	8.8	11.2	11.6	11.1	12.6	12.2
胸 围	5.5	9.0	8.9	9.0	9.3	10.0	10.0	11.0	15.0	14.2	13.9
胸 宽	1.6	2.8	2.6	2.5	2.8	3.3	3.0	3.2	4.5	3.9	4.1
胸 深	1.4	2.8	2.6	2.7	2.8	3.3	2.9	3.3	4.5	4.4	4.4
肩 宽	1.7	3.3	2.9	3.2	3.3	4.0	4.1	4.1	5.6	5.1	4.8
臀 宽	1.1	2.3	2.4	2.4	2.6	2.6	3.1	3.2	3.9	4.0	3.9
后肢总长	4.4	8.7	9.6	10.0	10.8	12.5	13.5	14.1	17.9	17.6	15.6
大 腿 长	1.6	2.8	2.9	3.4	3.6	3.9	4.4	4.7	5.8	5.7	5.3
小 腿 长	1.3	2.5	2.7	2.9	3.3	3.7	3.9	4.3	5.4	5.2	4.8
足 长	1.5	3.4	3.0	3.7	4.0	5.0	5.2	5.1	6.8	6.7	6.4
前肢总长	4.4	8.5	8.2	9.3	9.5	11.5	12.4	12.5	15.6	15.7	14.5
上 臂 长	1.7	3.1	3.1	3.5	3.5	4.1	4.2	4.5	5.4	5.6	5.2
前 臂 长	1.5	3.0	2.9	3.1	3.4	4.0	4.2	4.4	5.4	5.4	5.0
手 长	1.2	2.4	2.2	2.7	2.6	3.4	4.1	3.6	4.8	4.7	4.3
头 宽	1.8	3.3	3.3	3.4	3.6	3.8	4.6	4.7	5.3	5.0	5.0
头 长	2.0	4.0	4.0	4.4	4.6	4.9	5.5	5.8	6.6	6.5	6.3
头 高	1.5	2.9	2.7	2.8	2.8	3.8	3.4	3.5	4.4	4.5	4.3
总 面 高	1.1	2.0	1.9	2.0	2.2	2.0	2.7	2.7	3.0	3.1	3.1
面 宽	1.5	2.6	2.4	2.8	2.8	2.8	3.3	3.4	3.6	3.4	3.6

表 2 由表 1 所得不同胎龄及初生仔猴身体主要部位的比例

项 目	45	70	80	100	100	105	110	135	150	初生仔猴	
	1♀	1♂	1♀	1♀	2♂	1♀	1♂	1♂	1♀	6♀	8♂
胸围/躯干高	128.0	118.4	107.2	103.4	100.0	113.6	89.3	94.8	135.1	112.7	113.9
臀宽/躯干高	26.5	30.3	28.9	27.6	28.6	29.5	27.7	27.6	35.1	31.7	32.0
臀宽/肩宽	64.7	76.7	82.7	75.0	75.8	65.0	75.6	78.0	69.6	78.4	79.6
胸宽/胸深	114.3	100.0	100.0	92.6	100.0	100.0	103.4	97.0	100.0	88.6	93.2
尾长/坐高	100.0	36.2	31.8	39.1	42.9	48.0	43.4	42.7	54.8	45.6	48.5
后肢全长/躯干高	102.3	114.5	115.7	114.9	118.7	142.0	120.5	121.6	161.3	139.7	127.9
足长/后肢全长	34.1	39.1	31.3	37.0	37.0	40.0	38.5	36.2	38.0	38.1	41.0
前肢全长/躯干高	102.3	111.8	98.8	106.9	104.4	130.7	110.7	107.8	140.5	124.6	118.9
前臂长/上臂长	88.2	96.8	93.6	88.6	97.1	97.6	100.0	97.8	100.0	96.4	96.2
手长/前肢全长	27.3	28.2	26.8	29.0	27.4	29.6	33.1	28.8	30.8	29.9	29.7
前肢全长/后肢全长	100.0	97.7	85.4	93.0	88.0	92.0	91.9	88.7	87.2	89.2	93.0
头直径/躯干高	46.5	52.6	48.2	50.6	50.5	55.7	49.1	50.0	59.5	51.6	51.6
头长/头宽	90.0	82.5	82.5	77.3	78.3	77.6	83.6	81.0	80.3	76.9	79.4
总面高/躯干高	25.6	26.3	22.9	23.0	24.6	22.7	24.1	23.3	27.0	35.7	35.2
总面高/头直径	55.0	50.0	47.5	45.5	47.8	40.8	49.1	46.6	45.5	47.7	49.2

表 3 不同妊娠期猕猴胚胎的重量*

妊娠期(天)	动物数	平均体重(克)	性 别
45	1	15	♀
(40—49)	7	13	
70	1	91	♂
(70—79)	9	42.8	
80	1	87	♀
(80—89)	3	59.2	
100	1	102	♀
100	1	117	♂
105	1	195	♀
(100—109)	20	144.0	
110	1	173	♂
(110—119)	8	200.0	
135	1	216	♂
(130—139)	6	297.0	
150	1	425	♀
(150—159)	17	413.0	
165 天的初生仔猴	6	370	♀
165 天的初生仔猴	8	368	♂
(160—169)	111	472.0	

* 括号内的摘自 van Wageningen et al. (1965)。

乃至妊娠终止(出生),它们的生长速度则相反。

在生后两个星期内,胚胎的胸廓胸宽与胸深的量度大致相等。在接近分娩前,胸深方面的增长速度开始加快,而胸宽方面则相应减慢。

因此,至出生时,胸深便大于胸宽。在头宽与头长比例上,胎龄愈小,头横径愈大,故头的外形似圆形。之后,随头的横径生长减慢和直径生长加快,头逐渐呈卵圆形。在胚胎期,头径与躯干之比较大,以头的直径为例,相当于躯干高的1/2。但出生后随着年龄的增长,这个比例逐渐变小。前肢与后肢的生长速度也不一样。在45天胎龄的样本中,前、后肢与躯干高之比值相等,均为102.3。可是,在以后的生长过程中,后肢全长与躯干高之比值恒大于前肢全长与躯干高之比值。由此可知,在胚胎期,猕猴后肢的生长速度较前肢快。

2. 在整个胚胎期,手长与前肢全长的相对增长速度虽微有波动,但基本上保持恒定。

3. 其余的测量项目与上述第一个结果相反,即它们的相对增长率随胎龄的增长而增长。

4. 在体重方面,妊娠6周半(45天)的猕猴雌性胎儿为15克;80天(妊娠中途)的为87克,约为前者的6倍;雌性初生仔猴的平均体重为370克,雄性的为368克(表3)。

哈特曼记录了雌雄各12例初生仔猴的平均体重,雄性为438克,雌性为432克,变动范围在330—600克之间。另外,范瓦格纳(van Wageningen)^[8]也报道了50例初生仔猴的平均体重

为 465 ± 70 克 (325—640 克)。与上述结果相比,我们测得的初生仔猴的平均体重无论雌性或雄性似乎都小得多,但据我们养猴场的资料,初生仔猴的平均体重在 450 克左右。由此推论,产生这个差异的原因在于标本经长期固定之后,必然失去一部分水份(约 18%)所致。一般说来,初生仔猴的体重通常约为未妊娠母猴体重的 6—10%,这个比例在小母猴中稍高。当然,初生仔猴的体重还取决于其它一些因素。近年来,有的学者做了母体—胎儿重量关系的定量分析^[7]。在灵长类(原猴上科除外)中,这种关系可由线性方程

$$F = bM^a \text{ 或 } \log F = b + a \log M \text{ 表示。}$$

其中 F 示胎儿重量, M 示母体重量, $b(0.0335)$ 为常数, $a(0.6876)$ 为指数(变速生长常数)。

按适龄母猴的体重为 5—7 公斤。若以 5 公斤计算,代入上述方程,则

$$\log F = 0.0335 + 0.6876 \log 5000,$$

$F = 374.6$ 克; 若以 7 公斤计算,则

$$\log F = 0.0335 + 0.6876 \log 7000,$$

$F = 472.0$ 克。由此可得, 5—7 公斤的母猴所产初生仔猴的体重是在 374.6—472.0 克之间或 400—500 克(母体重量的 6—10%)。表明,我们所得的结果也在这范围之内。

5. 像其它实验动物一样, 猕猴胚胎的生长发育也存在一定的个体差异。如 45 天的 1 例尾特别长(5.2 厘米), 近于其坐高(5.8 厘米), 也相当于 100 天雄性胎儿的尾长(5.1 厘米)。又如 70 天的 1 例雄性, 其体重、尾长、肩宽等均大于 80 天的 1 例雌性的量度。1 例 105 天的雌性胎儿体重又比 110 天的雄性胎儿为大。同样, 150 天的一例雌性胚胎的多项指标(见表 152) 还比初生仔猴大。我们的雌性初生仔猴的体重变化范围为 205—460 克, 雄性则为 285—443 克。可见个体间的波动范围是很大的。产生诸如此类的一些生物学指标的变化因素是错综复杂的和多种多样的, 有内因也有外因。所以, 不同个体的生长发育不可能是千篇一律的, 但决非杂乱无章和毫无规律的。

三、小 结

从猕猴胚胎的整个发育过程, 可归纳如下:

(一) 猕猴的性别分化在妊娠 6 周以前业已完成。

(二) 猕猴的雄性胚胎和初生仔猴的睾丸均尚未下降到阴囊内。

(三) 乳头和坐胼胝的发育先于肤纹和指(趾)间蹼。肤纹在怀孕 70 天时基本形成。指(趾)间蹼出现于妊娠 45 天之后, 70 天之前。

(四) 毛发生长较晚。头面部先长出, 然后是背部与尾端部, 再者是四肢及其它部位。

(五) 胚胎早期, 胸廓的横径与矢状径大小基本一样。在临产之前, 则横径小于矢状径。

(六) 胚胎早期, 头呈圆形, 横径与直径之差甚微。但到后期, 直径大于横径。同样, 头径与躯干之比, 胚胎期越早, 比值越大, 越晚则越小。

(七) 后肢的生长速度快于前肢(胚胎早期基本一样)。

(八) 雌、雄初生仔猴的平均体重大致接近。

(九) 猕猴的胚胎发育存在着一定的个体差异。

参 考 文 献

- [1] 张耀平等 1980 猕猴 (*Macaca mulatta*) 肤纹的研究。动物学研究, 1(3): 287—296。
- [2] 张耀平等 1981 金丝猴解剖 川金丝猴和滇金丝的肤纹。动物学研究, 2(3): 199—207。
- [3] Hartman, G. G. 1933 The anatomy of the Rhesus Monkey (*Macaca mulatta*). Hafner Pub. Co., New York. 11, 28, 234.
- [4] Hill, W. C. O. 1972 Evolutionary biology of the primates. Academic Press, London. 110—111.
- [5] Leutenegger, W. 1973 Maternal-fetal weight relationships in primates. *Folia Primat.*, 20: 280—293.
- [6] Miller, R. A. 1945 the ischial callosities of primates. *Amer. J. Anat.*, 76: 67—91.
- [7] Napier, J. R. et al. 1973 A handbook of living primates. Academic Press, London. 36.
- [8] van Wagenen, G. et al. 1965 Growth of the fetal and placenta of the monkey (*Macaca mulatta*). *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 23: 23—34.