

菲氏叶猴和黑叶猴的齿弓*

潘汝亮 马世来 王 红 马原野

(中国科学院昆明动物研究所)

摘 要

本文对菲氏叶猴(*Presbytis phayrei*)和黑叶猴(*Presbytis francoisi*)成年头颅的上下齿弓进行了比较研究。结果说明,在黑叶猴中,由于与颞髁距低点相连,垂直于 M^3 根部齿弓的距离非常显著地大于菲氏叶猴,因而其面颅体积显著性地大于菲氏叶猴,而且菲氏叶猴的面颅比黑叶猴更为凸出。在对齿弓的对称性研究时发现,除黑叶猴的上齿弓向右偏离外,别的都向左侧发生偏离。这种偏离似乎与用手优势相联系。在进行多变量分析时发现,两种叶猴所研究的变量下颌的比上颌的发生了更大的变异。进一步证实了运动的器官比固定的器官易产生变异。

关键词: 菲氏叶猴, 黑叶猴, 齿弓, 多变量分析

灵长类上,下齿弓的比较研究,对其分类、功能形态和系统发育等研究都有一定的重要意义。Lavelle, 1977; Bilsorough, 1972; Grzimek, 1975; Kinzey, 1970; Champia, 1982)。张昌贤等(1981)对我国人的上、下齿弓的对称性进行了初步探讨,发现了其不对称性的存在。但在灵长类中未发现其研究报道。本文对菲氏叶猴和黑叶猴的上、下齿弓的一些特征进行了比较研究。在对称性问题上,本文在张昌贤等(1981)的基础上,进一步对偏离角的计算方法作了介绍,并对所分析的变量进行统计分析。

材 料 和 方 法

材料: 本项研究所用材料均为藏于本所的非氏叶猴(*P. phayrei*)14个头颅(包括2♂♂, 9♀♀和3♀♀)和7个黑叶猴(*P. francoisi*)头颅(包括4♂♂, 3♀♀)。它们都通过恒齿全部出齐等指标认定为成年颅骨。在昆明和成都动物园还对二种叶猴的利手现象进行了观察。

方法: 先进行头颅上、下颌有关的变量测量(见图1,表1),测量时精确到0.01mm。然后对所测变量进行双变量或多变量统计分析。有关上、下齿弓的对称性定点如图1所示(图以下颌为例)。在图1中I: 门齿中点, I: 左右两边p₁与犬齿在咬

* 国家自然科学基金资助项目。

本文1986年8月25日收到, 1987年10月24日收到修改稿。

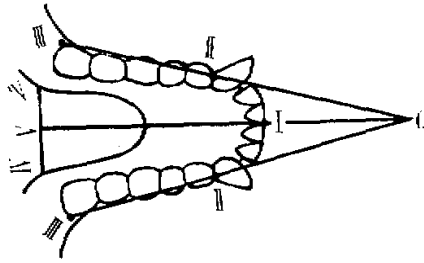


图1 齿弓对称性定点(下颌)

Fig. 1 The points decided for analysis of balance on the alveoli(mandible)

合面的切点, III: 分别为左、右边 M_2 颊面后缘切点, IV: 后结节。在作图时, 后结节—中点与门齿中点为一直线, 并延长到O点。左右两边的I—III连线延长交于O点(在上齿弓的III—III宽度为 M^2 颊面宽)。偏离角和辐辏角的计算见图2(图中假设两边连线交点偏向左侧, 此时的偏离角就是 $\angle OBO'$)。计算过程如下:

在三角形CGB中, $\angle CGB = \arcsin \frac{CB}{BG}$

$$\angle BGO' = 180^\circ - \angle CGB$$

又因为: $\angle CO'B = \arcsin \frac{CB}{BO'}$

所以偏离角 $\angle OBO' = 180^\circ - (\angle BGO' + \angle CO'B)$

$$\angle OBO' = 180^\circ - \left(180^\circ - \arcsin \frac{CB}{BG} + \arcsin \frac{CB}{BO'} \right)$$

$$= \arcsin \frac{CB}{BG} - \arcsin \frac{CB}{BO'}$$

辐辏角的计算, 在图2中, 辐辏角为AO与BO的夹角 $\angle AOB$ (θ), 根据任意三角形的余弦定律:

$$\text{因为: } AB^2 = AO^2 + BO^2 - 2 \cdot AO \cdot BO \cdot \cos \theta$$

所以: $\angle AOB = \arccos \frac{AB^2 - (AO^2 + BO^2)}{2 \cdot AO \cdot BO}$

差异性分析: 参照图1、2, 无论上齿弓还是下齿弓, 如果左、右两侧对称, 那么两边的连线在V—I连线上重合于一点(O), 差异性的显著与否就看两边线与V—I连线上相交的距离大小。计算时把每一个标本按图1、2所示进行测量, 然后作图量出AO'与BO的长和辐辏距离(FH), 从而进行统计分析。

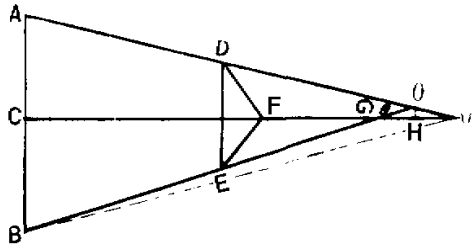


图 2 偏离角及辐辏角计算模式图

Fig. 2 Diagram for calculating deviating-angle and convergent angle

齿弓与面颅体积之间的关系参照Albrecht(1978)。

结 果 和 讨 论

表 1 列示了非氏叶猴和黑叶猴上、下齿弓所测变量的平均值 (\bar{X}), 变异系数(CV) 及标准差 (SD)。

(一) 上齿弓与面颅体积和凸度的关系

Albrecht(1978)在研究苏拉威西猴(*Macaca maurus*)时, 把头颅的结构描绘成各不相同的三角立体几何结构(见图 3)。在面颅立体结构中 a = 门齿宽, b = 颊面宽,

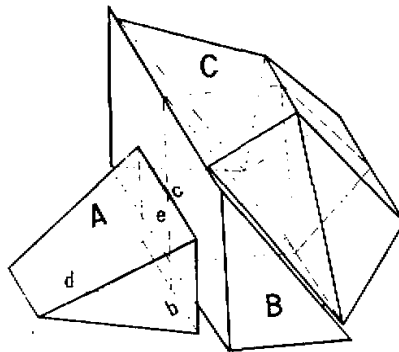


图 3 猴脑三角立体结构 (仿Albrecht, 1978, 有改动)

A = 面颅体积, B = 颅中部体积, C = 颅腔体积。

整个脑颅体积 = A + B + C。而 $A = 1/2ce \cdot d \cdot (a + b + c) \cdot 1/3$ 。

Fig. 3 Volume of the craniofacial skeleton was then setimated using simple trigonometric formulas (reference from Albrecht, 1978)

Total volume = A + B + C. Craniofacial volume (A) = $1/2ce \cdot d \cdot (a + b + c) \cdot 1/3$.

表 1 菲氏叶猴和黑叶猴齿弓的一些测量变量
Table 1. Some cephalometric datum of the alviolus in *P. phayrei*
and *P. francoisi*

项 目	菲氏叶猴(<i>P. phayrei</i>)			黑叶猴(<i>P. francoisi</i>)		
	X	SD	CV	X	SD	CV
上齿弓						
边线, 左	63.83	14.10	22.09	70.32	6.96	9.90
右	63.83	11.44	17.92	72.84	9.65	13.25
两P ³ 间距离	20.52	3.90	19.00	22.27	1.09	4.83
辐辏角	30.77	6.06	19.69	27.05	3.84	14.20
P ³ 至M ³ 距离, 左	26.97	1.21	4.49	26.59	0.56	2.11
右	27.20	1.17	4.30	26.39	0.70	2.65
M ³ 后缘切点间距离	26.38	1.75	6.63	27.24	0.95	3.48
M ² 间颊面距离	33.78	2.16	6.39	34.41	0.64	1.86
结节间距离	23.73	1.58	6.65	24.29	0.77	1.17
I至P ³ 连线距离	12.75	1.59	12.47	12.14	1.35	11.12
I至M ³ 连线距离	37.19	1.58	4.24	37.11	2.02	5.44
I ₂ -I ₂ 外缘间距离	16.00	0.90	5.63	15.04	0.65	4.32
辐辏距离	24.79	11.92	48.32	31.96	7.03	21.00
I至I ₁ 点间距离, 左	16.17	0.89	5.50	17.25	1.03	5.97
右	16.03	0.60	3.74	17.00	1.40	8.24
下齿弓						
边线, 左	54.34	8.18	15.05	56.60	6.18	10.92
右	55.66	8.16	15.47	57.84	12.83	22.18
两P ₃ 间距离	12.25	3.53	28.82	12.19	0.66	5.41
辐辏角	32.16	4.66	14.49	30.46	7.08	23.24
P ₃ 至M ₃ 距离, 左	32.40	1.19	3.67	32.92	1.41	4.28
右	32.50	1.19	3.66	32.97	1.48	4.49
M ₃ 后缘切点间距离	25.23	1.33	5.27	26.31	1.31	4.98
M ₃ 间颊面距离	30.27	1.25	4.11	31.30	1.19	4.19
结节间距离	27.98	1.79	6.39	28.39	1.04	3.66
I至P ₃ 连线距离	8.59	1.03	11.99	8.62	0.76	8.82
I至M ₃ 连线距离	37.01	1.16	3.13	36.86	1.55	4.21
I ₂ -I ₂ 外缘间距离	12.36	0.29	2.35	12.06	0.73	6.05
辐辏距离	20.05	7.28	36.31	14.68	7.62	51.92
I至I ₁ 点间距离, 左	11.07	0.77	6.96	10.81	0.95	8.79
右	10.91	0.40	3.67	10.72	0.71	6.62

c = 后结节间距离, d = 门齿中点至M³后缘连线中点距离, e = 垂直于M³根部, 与颞骨在眶低点连接的距离。两种叶猴的e和面颅体积(V)的平均数(\bar{X})及标准差(SD)见表2。从表2可见, 在两种叶猴中由于黑叶猴的e非常显著地大于菲氏叶猴, 因而, 其面颅的体积非常显著地大于菲氏叶猴。从多元回归分析来看其方程为:

$$\text{菲氏叶猴 } V = 5.02 + 0.07A + 0.76B + 0.49C - 0.16D \quad R = 0.61$$

$$\text{黑叶猴 } V = -2.91 + 1.36A + 2.83B - 0.80C + 0.20D \quad R = 0.77$$

注: 方程里的A, B, C, D分别a, b, c, d的对数值。

表2 菲氏叶猴和黑叶猴的面颅体积及F测验
Table 2 Craniofacial trigonometric volume and its' variate analysis in *P. phayrei* and *P. francoisi*

项目 (Items)	菲氏叶猴 (<i>P. phayrei</i>)		黑叶猴 (<i>P. francoisi</i>)		P值
	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	
e	15.63	1.33	17.30	1.00	<0.01
V	7127.03	685.42	7877.00	396.16	<0.01

从二者的相关系数(R)来看, 菲氏叶猴属中等正性相关, 而黑叶猴的属强正性相关。也就是说, 黑叶猴的门齿宽, M³颊面宽, 后结节宽和门齿中点至M³后缘连线中点的距离比菲氏叶猴更能影响面颅的体积大小(见图4 a, b)。面角($\angle BAC$)在黑叶猴中为24°59' (a), 在菲氏叶猴中为22°45' (b)。彭燕章等(1984)利用Schult (1958)的面角计算方法, 分别对两种叶猴及金丝猴的面角进行过分析, 结果表明: 金丝猴的面颅较两种叶猴更为凸出, 而黑叶猴的又比菲氏叶猴更为缩短。在此利用Albrecht(1978)的方法, 对金丝猴的面角再次作了计算, 结果说明金丝猴的面角凸度小于两种叶猴。这种不同是因为Schultz(1958)在进行每个种的比较时将枕骨大孔至鼻根的距离定为100, 这样面角的三角形只有枕骨大孔前缘中点至齿槽中点及齿槽中点至鼻根两条边来决定。从几何学的定理出发, 要决定一个三角形的形状, 必须有三条边, 或两边一夹



图4 黑叶猴(a)和菲氏叶猴(b)面颅体积和面角比较。

Fig. 4 Comparison of the craniofacial trigonometric volume and craniofacial angles for *P. francoisi*(a) and *P. phayrei*(b)

角, 或两角一边。即由三个变量组成。如果只有两边(两个变量)来决定一个三角形(虽然另一边也给定), 但在进行相互比较时是不当的。另一方面Schultz(1958), 在对面颅的定点是鼻根和门齿中点, 而Albrecht(1978)的定点分别是门齿中点, 鼻根及与颧骨眶低点相连, 垂直于M³根部的距离。笔者认为, 要反映一个种的面角结构还可这样来计算: 三角形的三条边分别由上门齿槽中点至鼻根(P-N), 上门齿槽至M³后缘连线中点(P-C)和M³后缘连线中点至鼻根(C-N)。这样就形成了一个封闭三角形。计算方法为:

$$(C-N)^2 = (P-N)^2 + (P-C)^2 - 2 \cdot (P-N) \cdot (P-C) \cdot \cos\beta$$

$$\beta = \arccos \frac{(C-N)^2 - [(P-N)^2 + (P-C)^2]}{2 \cdot (P-N) \cdot (P-C)}$$

利用上述方法, 分别对两种叶猴和金丝猴的面角进行再计算, 结果与Albrecht(1978)所得到的相一致。因此, 可以说Schultz(1958)计算面角的方法欠佳。

(二) 齿弓的对称性研究

张昌贤等(1981)对我国人的上、下齿弓的对称性进行了探讨, 但没有进行差异性分析。在对两种叶猴的分析中我们发现, 不同的种类中不同的个体无论上颌还是下颌都有偏左或偏右的趋势。有极少数个体上、下齿弓的偏离方向不一致, 也有的个体是上、下齿弓全对称。二者总的偏离情况见表3。

表3 菲氏叶猴和黑叶猴齿弓偏离度

Table 3 Deviating degree of alveoli in *P. phayrei* and *P. francoisi*

项目(Item)	菲氏叶猴(<i>P. phayrei</i>)	黑叶猴(<i>P. francoisi</i>)
上齿弓		
偏向	左	右
度数	0°40'	0°29'
下齿弓		
偏向	左	左
度数	0°41'	0°49'

为了更进一步地探讨齿弓对称与其它结构, 如形态和行为的对称性, 我们还对菲氏叶猴, 黑叶猴和其它种类行为上的不对称(利手行为)在动物圈里进行了观察。结果表明, 两种叶猴的右利手行为接近于显著水平($P=0.06$)。雄性川金丝猴也存在着明显的右利手行为。但在其它猴类中未发现上述现象。

叶智彰等(1985)认为, 由于皮质的不对称, 在猴类进行手的选择时产生了不确定的结果。每个种都具有大量的右手, 左手优势和两手使用率相等的个体。另外一些作者还认为, 人的右手优势是早期人类生活在大草原条件下与利用、制造工具有关的选择压力结果。(Annett, 1972; Kounin, 1938; Passingham and Ettliger, 1974; Cole,

1957; Hewes, 1973) 从菲氏叶猴和黑叶猴及川金丝猴雄性的右手优势来看, 似乎在进化上右手优势从叶猴开始就有一定的选择趋势。且行为上的这种不对称与齿弓的不对称可能有一定的联系, 因为从两种叶猴的齿弓偏离来看, 除黑叶猴的上齿弓偏向右侧外, 别的都偏向左侧。

在对两种叶猴上, 下齿弓对称性的统计分析中, P 值都大于 0.05。因此, 人们所说的齿弓不对称在统计学上没有意义。

如果我们把表 1 中的 12 项变量和所得出的偏离角加在一起考虑, 利用多变量分析: 将多维空间一个点展成二维平面上一条自 $-\pi$ 到 π 之间的变化曲线的方法 (Andrews, 1972; Oxnard, 1978, 1984) (见图 5 a, b)。所得出的曲线说明, 上齿弓的波动振幅与下齿弓的相比更平稳些, 且下齿弓的变化范围也较上齿弓的大, 这反映了下齿弓的变量比上齿弓的发生了较大的变异。Bilsborough (1972) 在分析尼安得特人头颅形态时指出: 在进化过程中运动部位要比固定部位变化大, 在整个上更新世, 颅骨的面颅, 下颌变化相当大, 上颌的变化却很小。这与我们对两种叶猴的研究结果相一致。

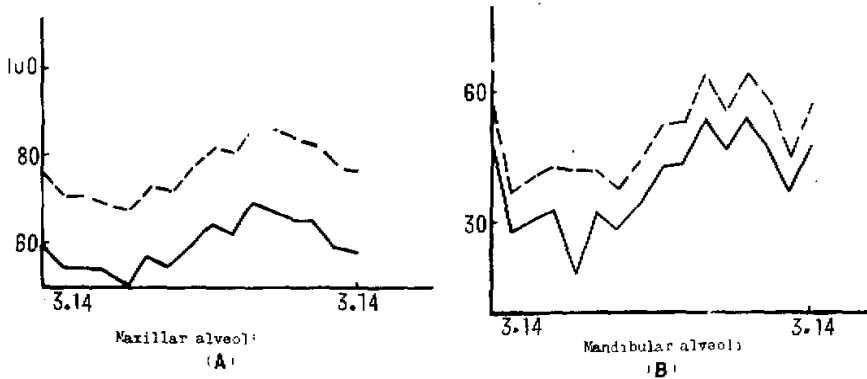


图 5 由 Andrews 多维空间分析法形成的菲氏叶猴和黑叶猴齿弓变量二维曲线平面图。(---: *P. francoisi* 黑叶猴; —: *P. phayrei* 菲氏叶猴)
Fig. 5 Andrews' high-dimensional display for researched variables on the alveoli in *P. phayrei* and *P. francoisi*

结 论

通过对菲氏叶猴和黑叶猴上、下齿弓的分析研究可以得到以下初步结论。

1. 黑叶猴的面颅体积显著地大于菲氏叶猴。这是由于黑叶猴的与颞骨眶低点相连, 垂直于 M^3 根部齿槽的距离非常显著地大于菲氏叶猴。
2. 利用 Albrecht (1978) 的方法, 或把门齿槽中点至鼻根距离 ($P-N$)、门齿槽中点至 M^3 后缘连线中点距离 ($P-C$) 及 M^8 后缘连线中点至鼻根距离 ($N-C$) 形成一个封闭

三角形来计算两种叶猴和金丝猴的面角其结果相一致。因此,我们认为Schultz(1958)所使用衡量面颊凸度的方法欠佳。

3.黑叶猴的门齿宽,门齿槽中点至M³连线中点距离,M³颊面宽和后结节间宽比菲氏叶猴更能影响面颊的体积。

4.两种叶猴各个体齿弓的偏离程度不尽相同,但总的看来,除黑叶猴上齿弓向右偏外,别的都向左侧发生偏离,这种偏离似乎与右手优势相联系。

5.经多变量分析表明,两种叶猴的下齿弓比上齿发生了更大的变异,再次说明了运动的部位比固定的部位容易产生变异。

参 考 文 献

- 叶智彰 彭燕章 张耀平 1985 猕猴解剖: 253—254. 科学出版社。
- 张昌贵 吴海涛 1981 国人上、下颌牙槽弓的探讨。解剖学报12(1): 52—59。
- 彭燕章 叶智彰 刘瑞麟 张耀平 1984 金丝猴面颊的形态学特征。动物学研究, 5(4): 7—20。
- Albrecht, G. H. and Chapel, H. N. C. 1978 The craniofacial morphology of the Sulawesi macaques. S. Karger. Basel. Munchen. Paris. London, New York. Sydney. pp 27—34.
- Andrews, D. F. 1972 Plots of High-Dimensional Data. Biometrics, vol. 28:125—136.
- Annett, M. 1972 The distribution of manual asymmetry. Br. J. Psychol. 63:342—358.
- Bilsborough, A. 1972. Cranial morphology of Neanderthal man. Nature. 237:351—352.
- Champia, J. et al.; 1982 Some variables of the craniofacial complex in a Venezuelan population of Negroid ancestry. Amer. J. Phys. Anthropol. 59:9—19.
- Cole, J. 1957 Laterality in the use of the hand, foot and eye in monkeys. J. Comp. Physiol. Psychol. So. pp:296—299.
- Grzimek, B. 1975 Animal life encyclopedic. Published in the United States by Van Nostrand Reinhold Company. 10:296—299.
- Hews, G 1973 Primate communication and the gestural origin of language. Curr. Anthropol. 14:5—12.
- Kinzey, W. G 1970 Basic rectangle of the mandible. Nature. 228:289—290.
- Kounine, J. S. 1983 laterality in monkeys, J. Gen. Psychol. 52:375—398.
- Lavelle, C. L. et al.; 1977 Evolutionary changes to the primate skull and dentition. Chales. C. Thomas. Publisher Springfield Illinois. U. S. A. pp:85—124.
- Leakey, L. S. B. 1968 Upper Miocen primates from Kenya. Nature. 218:527—528.
- Oxnard, E. C 1978 Primate quadrupedalism: some subtle structural correlates. Yrbk. Phys. Anthropol. 20:538—554.
- Oxnard, E. C. 1984 The Order of Man. Yale University Press, New Haven and London.
- Passingphan, R. E, and Ehlinger, G A. 1974 A comparison of cortical function in man and the other primates. Int. Rev. Neurobiol. 16:233—299.
- Schultz, A. H. 1968 Cranial and dental variability in colobus monkeys. P. Z. S. London. 130:79—105.
- Zwell, M. 1972 On the supposed "*Kenyanthropus africanus*" mandibles. Nature. 240:236—239.

ALVEOLAR ARCHS IN THE PHAYRIE'S AND FRONCOISS' LEAF MONKEYS

Pan Ruliang, Ma Shilai Wang Hong and Ma Yuan Yi

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

This paper deals with some craniometric datum of the alveolar archs on the *P. phayrei* and *P. francoisi*. some conclusions are discussed as follows:

1. Because the width of the incisors (I^2-I^2), the distance from prosthion to the medial point of the line linking posterior borders both of M^3 , the distance between the checks at M^2 and the perpendicular distance from M^3 root to the zygomatic point on the inferior orbital margin are longer than those in the *P. phayrei*, the craniofacial volume of *P. francoisi* are larger than those in the *P. phayrei*.

2. We decided three points on the cranioface as the criterior for calculating the craniofacial angles. That is: the distance from prosthion to nasion (P-N), the distance from prosthion to the medial point of the line linking the posterior borders both of M^3 (P-C) and the distance from the medial point of the line linking the posterior borders both M^3 to the nasion C-N). This result is mamilar to that obtained from Albrech's method. But differs from that calculated by Schtultz' method. So we think Schultzt' method is not suitable for caculating the craniofacial angle.

3. In *P. francoisi*, width of the incisors, the distance from the prosthion to the medial point of the line linking the posterior borders both of M^3 , the width between checks at M^2 and the width between tuberculum influence craniofacial volume and size of the craniofacial angles much than those of *P. phayrei* do.

4. The balance of the alveolar arch is variable in the different species and indivials. Some deviate to the left, some to the the right. Generally speaking, on the maxillar alveolar arch, they are deviated to the left ($0^{\circ}40'$) for the *P. phayrei*, to the right ($0^{\circ}29'$) for the *P. francoisi*. On the mandibular alveolar arch, they are deviated to the left ($0^{\circ}41'$) for the *P. phayrei*, to the left ($0^{\circ}49'$) for the *P. francoisi*.

5. Through Andrews' higher-dimensional display for researched variables on the alveoli of two leaf monkeyes, the variables on the mandibular alveoli are more variable than those on the maxillar alveoli.

Key words, *P. phayrei*, *P. francoisi*, Alveoli, Multivariable analysis