

太行山猕猴肩胛骨和肱骨的性别判别^{*}

赵晓进 雷梦云 张红绪 翟鹏飞

(河南师范大学生命科学院 新乡 453002)

摘要:测量了 26 例(♀16,♂10)成年太行山猕猴肩胛骨和肱骨的 15 项变量。通过运用 SPSS 10.0 单因子方差分析,结果显示,有 9 项变量在两性间达到了显著差异水平;采用多变量判别分析方法对有关变量建立判别函数,结果显示,采用强迫引入法和逐步判别法,判别正确率分别为 100.00% 和 92.30%;运用主成分分析,进一步说明肩胛骨和肱骨在性别判别中有一定的作用。

关键词:太行山猕猴;肩胛骨;肱骨;性差;判别分析;主成分分析

中图分类号:Q954 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2004)03-51-04

Sexual Dimorphism of the Scapula and Humerus of *Macaca mulatta* in Taihang Mountains

ZHAO Xiao-Jin LEI Meng-Yun ZHANG Hong-Xu ZHAI Peng-Fei

(College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453002, China)

Abstract: Twenty-six (female 16, male 10) scapulas and humeri of the adult *Macaca mulatta* in Taihang Mountains were collected and fifteen variables were measured. Statistical test showed the nine of all measurements had significant sexual differences. Sexual discriminant functions were constructed by means of "Enter independents together" and "Use stepwise method" employing SPSS 10.0 for Windows. The results demonstrated that the discriminant rates were 100.0% and 92.3% respectively. By principal components analysis, we found that scapulas and humeri had some effects on sex determination of *Macaca mulatta*.

Key words: *Macaca mulatta*; Scapula; Humerus; Sex dimorphism; Discriminant analysis; Principal components analysis

肩关节是决定上肢运动的重要结构,对灵长类运动类型的划分有重要作用,国内外学者已有不少报道^[1-4]。关于太行山猕猴(*Macaca mulatta*)肩胛骨的研究也有报道^[2-4],但对其性差方面的研究尚未见报道。基于此,本文试图通过对在运动中起较大作用的肩胛骨和肱骨的有关变量的研究,依据“少”、“易”、“准”的原则,找出两性的形态差异以及一些在性别鉴定中提供信息比较多或贡献比较大的变量,建立判别函数式,探讨太行山猕猴肩胛骨和肱骨的形态特征和性差特点,从而为骨骼标本的性别鉴定和运动类型的划分提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料 所用材料均来自太行山区河南省西北部的

济源和卫辉境内,成年太行山猕猴肩胛骨标本 26 例(♀16,♂10),干燥完整,现收藏于河南师范大学生命科学院。

1.2 方法

1.2.1 测量方法与数据处理 参照 Ashton 等和邵象清的测量方法^[5-7],测量工具为国际标准的骨骼测量仪。选取 15 项与肩胛骨和肱骨的形态结构有密切关系的变量,所测数据用 SPSS 10.0 统计分析软件处理。统计采用单因子方差分析(One-Way ANOVA),找出在两性间达

^{*} 河南省动物学重点学科经费资助(豫教财[2001]160号);

第一作者介绍 赵晓进,男,46岁,教授;主要从事动物学和实验动物学专业的教学和研究;E-mail: zxj-6119@163.com。

收稿日期:2003-08-20,修回日期:2004-03-05

到显著差异的变量;运用判别分析 (discriminant) 中的强迫引入法 (enter independents together) 和逐步判别法 (use stepwise method) 中的威尔克斯 λ 法 (Wilks' lambda), 分别建立性别判别函数式。通过主成分分析法 (PCA), 其旋转的方法选方差最大旋转 (Varimax), 将 15 个原始变量的大部分信息转变成 3 个公因子, 由这 3 个公因子得分作一个三维图。

1.2.2 测量标准与测量定点 对称部位测量均选用右侧, 所测变量均精确到 0.02 mm。所有标本的测量均由一人进行, 以减少误差。测量定点见图 1。

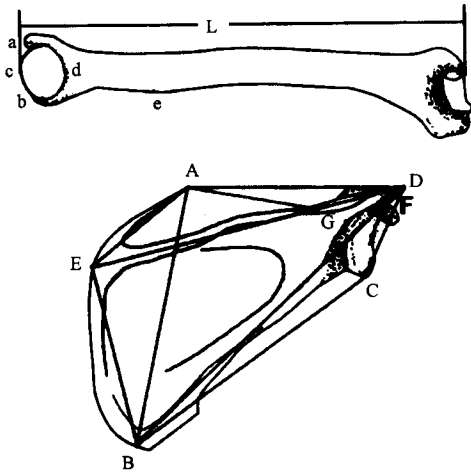


图 1 猕猴肩胛骨和肱骨变量测量示意图
上: 肱骨; 下: 肩胛骨

为便于操作和统计, 各变量的定义及代表字母表述如下: ab: 肱骨头横径; cd: 肱骨头矢状径; ce: 三角肌止点长; L: 肱骨长; EF: 肩胛骨宽; AB: 肩胛骨长; AE: 冈上窝高; BE: 冈下窝高; DE: 肩胛骨长; DG: 肩峰长; BC: 肩胛骨腋缘长; DB: 肩峰突至下角长; AD: 肩胛骨角至肩峰突长; FC: 肩胛孟长; FB: 肩胛孟侧端至下角长。

2 结果

2.1 单因子方差分析及性别判别分析 为了了解单一变量在性别判别中的作用, 分别计算了 15 项变量的判别率和重叠率。太行山猕猴肩胛骨和肱骨 15 项变量的平均数、标准差、显著概率、判别率和重叠率见表 1。

选取有关变量, 运用强迫引入法 (方法 1) 和逐步判别法 (方法 2) 对 15 项变量进行处理, 分别建立性别判别函数。选用方法 1, 原则上不管变量贡献大小, 所选变量全部进入判别函数式。因变量太多, 计算麻烦, 结合交叉验证 (Cross-Validation) 和单一变量性差大小考虑, 在确保不影响性别正确判别率的情况下, 从 15 项变量中遴选出 9 项变量建立判别函数。实际应用时, 将未知性别标本的有关变量测量值代入其判别函数式, 凡 D 值大于临界值, 判定为雄性, 反之判定为雌性。选用方法 2, 选择变量采用 Wilks' lambda 法, 每步都是 Wilk 的 λ 概计量最小的进入判别函数, 选择逐步判别停止的准则用 F 检验的概率决定变量是否加入或被剔除函数, 当 F 值概率小于或等于 0.05 时, 变量被引入模型中, 当 F 值概率大于或等于 0.10 时, 变量被移出模型。判别函数的应用同方法 1。将所有标本回代检验, 得出性别判别正确率分别为 100.00% 和 92.30%, 见表 2。

表 1 太行山猕猴肩胛骨的平均数、标准差、显著概率、判别率和重叠率

变量	平均数 \pm 标准差 (mm)		显著概率	判别率 (%)	重叠率 (%)
	♀	♂			
ab	16.95 \pm 0.88	19.20 \pm 1.53	0.000**	84.6	46.15
cd	15.46 \pm 1.07	16.08 \pm 1.59	0.246	61.5	80.77
ce	37.00 \pm 2.81	38.70 \pm 4.45	0.242	50.0	84.62
L	145.35 \pm 6.28	152.47 \pm 9.75	0.032*	61.5	73.08
EF	75.24 \pm 4.22	81.44 \pm 7.75	0.014*	61.5	76.92
AB	64.92 \pm 4.85	71.90 \pm 7.91	0.010*	73.1	73.08
AE	33.47 \pm 4.47	37.47 \pm 5.06	0.045*	73.1	80.77
BE	41.07 \pm 3.46	47.18 \pm 6.28	0.004**	80.8	65.38
DE	82.33 \pm 4.42	88.44 \pm 8.78	0.026*	73.1	76.92
DG	13.77 \pm 1.23	15.71 \pm 1.68	0.002**	76.9	73.08
BC	79.55 \pm 6.03	81.41 \pm 9.49	0.545	46.2	80.77
DB	96.23 \pm 6.08	101.84 \pm 11.16	0.109	61.5	80.77
AD	55.82 \pm 6.00	58.02 \pm 8.24	0.439	53.8	84.62
FC	18.25 \pm 0.96	20.52 \pm 1.71	0.000**	80.8	42.31
FB	90.27 \pm 5.88	94.75 \pm 10.09	0.163	57.7	76.92

* $P < 0.05$ 的显著性差异水平, ** $P < 0.01$ 的极显著性差异水平

表2 太行山猕猴肩胛骨有关变量性别判别函数

方法	判别函数式	Wilks'λ 值	临界值	特征值	判别正确率(%)
1	$D_1 = 1.004ab + 0.584EF + 0.076AE + 0.120BE - 0.237DE + 0.216DG + 0.037BC + 0.068FC - 0.476FB - 14.661$	0.198	0.459	4.059	100.00
2	$D_2 = 1.053ab + 0.311EF - 0.351BC - 14.714$	0.227	0.422	3.414	92.30

2.2 主成分分析 由于显著性测验仅反映被分析变量的数学绝对值是否有显著性差异,而不能反映变量间几何形状的差异性。主成分分析(PCA)却兼有这两个功能,并把主要信息反映在不同的空间上,以便找出起主要作用的变量和进行差异性比较。本研究中前3个主成分占特征值的百分比见表3。将其得分(特征向量)小于0.600的记为0,故仅列出得分大于0.600的特征向量。在表4中,肱骨头矢状径、肱骨长、肩胛骨宽、肩胛冈长、肩胛骨腋缘长、肩峰突至下角长、肩胛上角至肩峰突长和肩胛孟侧端至下角长在PCA I具有最主要的贡献力(具较大的特征向量值)。影响两性个体沿轴PCA II分布的主要变量是肱骨头横径、肩胛骨长、冈下窝高、肩峰长和肩胛孟长,而影响轴PCA III的主要变量为三角肌止点长和冈上窝高。PCA还能根据其特征值的大小和不同变量的特征向量把两性标本个体散布在所需的维(轴)上,由于PCA I占有最主要的特征值71.799%,故两性间的标本个体主要沿此轴分布(图2)。从PCA头三轴的结果看,太行山猕猴两性的肩胛骨主要表现为大小不同,其次是几何形态的差异。这是因为PCA I主要反映数值的大小,PCA II~PCA III主要反映形态差异^[8,9]。

表3 经PCA转换后的肩胛骨有关变量的特征值

轴数	特征根	贡献率(%)	累积贡献率(%)
PCA I	10.770	71.799	71.799
PCA II	1.459	9.724	81.524
PCA III	0.969	6.459	87.983

表4 经PCA转换后的肩胛骨有关变量的特征向量

变量	特征向量		
	PCA I	PCA II	PCA III
ab	0	0.761	0
cd	0.765	0	0
ce	0	0	0.690
L	0.711	0	0
EF	0.727	0	0
AB	0	0.660	0
AE	0	0	0.905
BE	0	0.865	0
DE	0.739	0	0
DG	0	0.619	0
BC	0.889	0	0
DB	0.803	0	0
AD	0.803	0	0
FC	0	0.833	0
FB	0.820	0	0

3 讨论

由表1可知,在太行山猕猴的肩胛骨和肱骨的各项测量项目中,其平均值雄性均大于雌性,性别差异具有非常显著性意义(两性间达到显著性差异的有9项,达到极显著差异的有4项)。这与吴汝康等指出的肩胛骨也有着较大的性别差异是一致的^[10]。另外,就变量的变异程度而言,主要表现为雄性个体之间的变异较大,而雌性个体之间的变异较小,这与猕猴类的社会群体结构有关,因为各种竞争(如:营养、地位、选择配偶等)主要在雄性个体之间进行。相对而言,雌性具有较大的保守性,主要承担种群的繁衍,幼仔的哺育等任务,运动量相对较少,从而可能造成了形态上雌雄之间的显著性差异。

肩胛骨和肱骨的15项变量测量结果表明,多数变量之间有显著性性别差异,通过单一变量建立性别判别函数,判别结果表明,判别率较低,但雌雄两性重叠

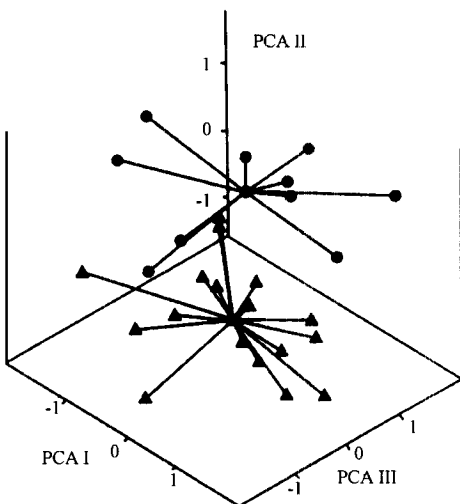


图2 肩胛骨有关变量的主成分分析图

圆点代表猕猴雄性个体,三角代表猕猴雌性个体,中间的圆点和三角代表相应个体的类中心位置

率较高,由表 1 可知,除肱骨头横径为 46.15% 和肩胛盂长为 42.31% 外,其余均大于或等于 65.38%,故就单因素鉴定性别,无实用价值。

在猕猴骨骼性别鉴定方面,人们都期望能找到一种方法,简单易行,所需变量较少而获得的判别率较高。判别率的高低与变量的个数有关,但也不是绝对的。关键在于变量的挑选以及判别式的组合是否合适有效。本文用方法 1 来建立判别函数式,其判别正确率高达 100.00%,具有应用价值,但缺点是所需变量较多(至少需 9 项变量)。这样在鉴定某一标本时,如果有些标本有不同程度的破损,使得测量项目减少,将会影响判别函数的使用;另外,人为测量误差也会增加。采用方法 2,仅有 3 项变量进入了模型,即肱骨头横径、肩胛骨宽和肩胛骨腋缘长。用它们建立判别函数式,回代检验后得其判别正确率为 92.30%。由此可知,选用方法 2,所需变量数少,判别率较高,故在实际中应用价值大。

参 考 文 献

- [1] 俞发宏,彭燕章,潘汝亮等. 中国滇、川、湘鄂猕猴 (*Macaca mulatta*) 肩胛骨的比较研究. 兽类学报, 1993, 13 (2): 81 ~ 87.
- [2] 薛德明,张文学,谷同祥. 太行山猕猴肩胛骨变量间的相关性和异速生长分析. 兽类学报, 2000, 2(1): 76 ~ 78.
- [3] 薛德明,张文学,辛炳乾等. 成年太行山猕猴 (*Macaca mulatta tcheliensis*) 肩关节变量的研究. 人类学学报, 1999, 18(2): 133 ~ 141.
- [4] 赵晓进,朱健民,毛健民等. 太行山地区猕猴肩胛骨变量主成分分析. 上海实验动物科学, 2000, 20(2): 89 ~ 92.
- [5] Ashton E H, Flinn R M. The functional and classificatory significance of combined metrical features of the primate shoulder girdle. *J Zool Lond*, 1971, 163: 319 ~ 350.
- [6] Ashton E H, Flinn R M, Oxnard C E, et al. The adaptation and classificatory significance of certain quantitative features of the forelimb in primates. *J Zool Lond*, 1976, 179: 515 ~ 556.
- [7] 邵象清. 人体测量手册. 上海: 上海辞书出版社, 1985, 30 ~ 65.
- [8] Andrews P, Williams D B. The use of principal components analysis in Physical anthropology. *Am J Phys Anthropol*, 1972, 39: 291 ~ 303.
- [9] Manaster B L. Locomotor adaptations within the *Cercopithecus genus*: a multivariate approach. *Am J Phys Anthropol*, 1979, 50: 168 ~ 172.
- [10] 吴汝康,吴新智. 人体骨骼测量方法. 科学出版社, 1965, 65 ~ 67.