

# 太行山猕猴掌骨和跖骨重量与颅长的异速生长分析

雷梦云<sup>1</sup>, 刘宇<sup>1</sup>, 梁芝栋<sup>2</sup> (1. 河南师范大学生命科学学院, 河南新乡 453007; 2. 河南师范大学体育学院, 河南新乡 453007)

**摘要** [目的] 研究太行山猕猴掌、跖骨在生长发育过程中与颅长(体重)的关系。[方法] 运用 SPSS 13.0 统计分析软件, 对 26 例(♀16, ♂10)成年太行山猕猴掌、跖骨所测量的重量数据, 用 Linear 和 Power 两种模型进行异速生长分析。[结果] 使用 Power 模型的拟合程度不比 Linear 模型拟合程度高, 而且只有雄性掌骨的拟合效果较好; 掌、跖骨重量与颅长均呈负异速生长( $b < 1.0000$ )。[结论] 在生长发育过程中, 掌、跖骨重量变化与颅长有密切关系; 利用雄性 5Mc 的重量变量来推测颅长的应用价值较高。

**关键词** 太行山猕猴; 掌(跖)骨重量; 颅长; 异速生长分析

**中图分类号** S865.3 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)25-12041-02

## Allometric Analysis on the Weight of Metacarpals and Metatarsals of *Macaca mulatta* in Taihang Mountains

LEI Meng-yun et al (College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang, Henan 453007)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the relationship between the weight of metacarpals and metatarsals of *Macaca mulatta* in Taihang Mountains and the lengths of cranial in the process of growth. [Method] The allometric analysis (Linear model and Power model) was carried out by using SPSS 13.0 on the weight of metacarpals and metatarsals of 26 *Macaca mulatta* in Taihang Mountains. [Result] The fit degree of Power model was not higher than Linear model, and that of the male metacarpals was better. The weight of metacarpals and metatarsals were all positive allometry ( $b > 1.0000$ ). [Conclusion] The weight of metacarpals and metatarsals was related to the length of cranial. The weight of metacarpals of male can be used to estimate the length of cranial.

**Key words** *Macaca mulatta* in Taihang Mountains; Weight of metacarpals and metatarsals; Length of cranial; Allometry analysis

在现生灵长类形态学和古生物学研究中, 异速生长分析被大量应用于探讨个体发育中的各种变化和种内、种间差异<sup>[1-2]</sup>。灵长类掌、跖骨的研究国内外有一些报道, McFadden 等曾对狒狒的掌、跖骨的长度和重量关系进行相关研究<sup>[3]</sup>; 赵晓进等曾对太行山猕猴掌、跖骨的形态作了有关研究<sup>[4]</sup>。但对于太行山猕猴掌、跖骨有关变量与颅长异速生长分析的研究, 迄今未见报道。该研究的目的在于了解太行山猕猴掌、跖骨重量与颅长之间的异速生长特征, 以探讨其在生长、发育过程中的变化规律, 为灵长类生长发育规律提供理论依据。

## 1 材料与方 法

**1.1 材料** 研究对象为成年太行山猕猴, 其中颅骨标本 26 例(♀16, ♂10), 掌骨标本 22 例(♀12, ♂10), 跖骨标本 26 例(♀16, ♂10)。标本均来自河南省北部太行山猕猴自然保护区, 现存河南师范大学生命科学学院。

**1.2 方法** 颅长测量参照常规灵长类的测量方法<sup>[5-6]</sup>, 测量精确度为 0.02 mm。对掌、跖骨重量变量的测定采用电子天平(精密度为 0.001 g)。为了便于描述, 第 1 掌骨标记为 1Mc, 第 2 掌骨标记为 2Mc, 以次类推; 第 1 跖骨标记为 1Mt, 第 2 跖骨标记为 2Mt, 以次类推。

借助 SPSS 13.0 for Windows 统计分析软件, 选择线性回归 (Linear Regression) 和异速生长分析中的幂函数 (Power) 两种方法进行分析、比较。线性回归方程为:  $Y = a + bX$ ; 幂函数模型方程为:  $Y = aX^b$ , 式中  $X$  代表掌、跖骨重量的变量,  $Y$  代表颅长(代替体重),  $a$  为异速生长常数,  $b$  为异速生长指数, 其拟合效果用模型的判定系数 ( $Rsq$ ) 来检验。

## 2 结果与分析

由表 1 中  $Rsq$  可以看出, 用 Linear 和 Power 两种模型进

行统计分析, 其结果在总体水平上, 掌、跖骨的拟合效果普遍较差。雌雄相比而言, 雌性的  $Rsq$  值小于 0.450, 而雄性的  $Rsq$  值较大, 其中有 3 项变量 2Mc、4Mc 和 5Mc 的解释量在 0.700 以上; 另外,  $F$  检验统计量的概率  $Sig.$  值是雌性远远大于雄性。表明掌、跖骨重量存在显著的性别差异; 雄性掌、跖骨重量与颅长存在显著的相关性, 而雌性掌、跖骨重量与颅长没有相关性。

表 1 掌(跖)骨重量变量与颅长的异速生长分析

Table 1 Allometry analysis of the weight variables of metacarpals (metatarsals) and the length of cranial

变量 Variable	模型 Model	雄性 Male		雌性 Female	
		$Rsq$	$Sig.$	$Rsq$	$Sig.$
1Mc	Linear	0.616	0.007**	0.015	0.701
	Power	0.625	0.007**	0.009	0.775
2Mc	Linear	0.726	0.002**	0.202	0.143
	Power	0.748	0.001**	0.220	0.124
3Mc	Linear	0.478	0.027*	0.237	0.109
	Power	0.482	0.026*	0.274	0.081
4Mc	Linear	0.709	0.002**	0.271	0.083
	Power	0.703	0.002**	0.322	0.054
5Mc	Linear	0.885	0.000**	0.205	0.139
	Power	0.883	0.000**	0.236	0.110
1Mt	Linear	0.383	0.057	0.285	0.033*
	Power	0.384	0.056	0.293	0.030*
2Mt	Linear	0.623	0.007**	0.119	0.191
	Power	0.614	0.007**	0.103	0.227
3Mt	Linear	0.536	0.016*	0.330	0.020*
	Power	0.567	0.012*	0.352	0.015*
4Mt	Linear	0.437	0.037*	0.352	0.015*
	Power	0.448	0.034*	0.406	0.008**
5Mt	Linear	0.597	0.009**	0.290	0.031*
	Power	0.592	0.009**	0.309	0.026*

注: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ 。

Note: \*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ 。

异速生长分析可用来描述变量间存在的某种数量关系和比例。如果  $b = 1.0000$ , 则说明两变量之间具有几何学上的等速生长; 当  $b > 1.0000$  时, 两变量之间为正的异速生长; 相反 ( $b < 1.0000$ ) 则为负的异速生长。对太行山猕猴掌、跖骨重量与颅长的异速生长分析结果见表 2。可见, 雌性掌、跖

基金项目 河南省动物学省级重点学科建设项目[豫教材(2001)160号]。  
作者简介 雷梦云(1972-), 女, 河南光山人, 讲师, 从事动物学和实验动物学研究。  
收稿日期 2009-05-04

骨重量与颅长均呈负异速生长 ( $b < 1.0000$ ), 但是雄性掌、跖骨重量的  $b$  值均大于对应的雌性  $b$  值。

表2 Power模型的异速生长指数  
Table 2 Allometry index of Power model

变量 Variable	性别 sex	1	2	3	4	5
Mc	♀	0.022 9	0.145 5	0.154 8	0.204 2	0.110 3
	♂	0.378 3	0.367 3	0.276 0	0.355 1	0.482 4
Mt	♀	0.160 3	0.077 0	0.160 9	0.142 5	0.154 5
	♂	0.290 7	0.358 4	0.380 4	0.320 0	0.296 2

### 3 讨论

在以往动物形态学研究中,多采用异速生长分析的方法来研究颅骨、下颌骨、肩胛骨、长骨等变量在生长发育过程中的形态变化以及功能与环境的适应性<sup>[7-10]</sup>。由表1可以看出,雄性Mc的 $R_{sq}$ 值较接近1.000, $F$ 检验统计量的概率 $Sig.$ 值小于0.050,曲线拟合程度较好,由其Mc的重量来推测颅长(或体重)的应用价值比较高;而雌性的 $R_{sq}$ 值小,拟合程度较差,无应用价值。雄性5Mc最大,为0.885,可知用它来推测颅长(或体重)效果最好。

两种拟合模型结果比较发现,使用Power模型效果并不理想,各掌、跖骨的拟合程度不比Linear模型拟合程度高。在以往异速生长分析的研究中很少出现这种情况,这一点说明掌、跖骨重量与颅长的相关性很大,接近线性关系。Gingerich等曾报道,Power模型比简单的Linear模型更适于描述两个变量之间的关系,更符合实际的生长发育规律<sup>[2]</sup>。可见,这种情况并不一定适用于每个变量,有些变量之间的线性模型可能优于其他的拟合模型。所以在定量研究动物的形状和大小时,需认真考虑要解决的实际问题,注意选择合适的变量,尤其要选择反映这些变量间相互关系的拟合模型。

由表2可知,太行山猕猴的掌、跖骨重量均与颅长呈负异速生长( $b < 1.0000$ ),也就是说,在太行山猕猴的生长发育过程中,随着掌、跖骨重量的变化,颅长(体重)以较小的比例增长,生长趋势与其功能相适应;各掌、跖骨间的增长速度有差异,雄性猕猴比雌性增长的速度快。表明掌、跖骨重量与颅长有更好的相关性,雌雄之间存在着不同的生长模式,这可能与社会结构和其各自的生活习性有关。

从很多资料来看,对于Power模型的异速生长公式 $Y =$

$aX^b$ 来说,因变量 $Y$ 的选择颇不相同。虽然因为体重涉及到身体构筑、运动、生态、种群结构、生活史、社会结构、性差及其他参数而通常被作为灵长类研究的基础,但是有时研究异速生长时(尤其是研究化石时)最好的方法是用与身体构筑有关的其他变量,如有的学者用肱骨最大长、颅骨最大长和下颌长等作自变量代表体重或个体大小<sup>[7-12]</sup>,通过其他变量与这些变量之间的异速生长分析,进而探讨它们与体重之间的相互关系。不直接用体重作因变量主要是因为直接引用灵长类野生体重比较困难或体重在化石中不能直接测量。然而,在现存的动物种类中,使用体重来进行比较研究被认为是很有效的方法。这些观点在赵晓进等的研究中已有论述<sup>[10-12]</sup>。

综上所述,该研究结果表明太行山猕猴掌、跖骨重量与颅长呈负异速生长( $b < 1.0000$ );由雄性个体掌、跖骨重量变量来推测颅长(或体重)效果较好,应用价值高;在研究掌、跖骨重量与颅长(体重)的关系时,Linear和Power两种模型较适合雄性个体,对雌性个体不适用。由于国内外在掌、跖骨重量方面的研究还很少,这项研究对雌雄间、掌跖骨间的差异探讨还不够深入,有待进一步研究。

### 参考文献

- [1] PILBEAM D R, GOULD S J. Allometry and early hominids [J]. Science, 1975, 189: 63-64.
- [2] GINGERICH P D, SMITH B H. Allometric scaling in the dentition of primates and insectivores [C]//JUNGERS W L. In size and scaling in primate biology. New York: Plenum Press, 1985: 257-272.
- [3] MCFADDEN D, BRACHT M S. The relative lengths and weights of metacarpals and metatarsals in baboons (*Papio hamadryas*) [J]. Hormones and Behavior, 2003, 43 (2): 347-355.
- [4] 赵晓进, 张岩, 安娜, 等. 太行山猕猴掌骨和跖骨形态学[J]. 解剖学杂志, 2008, 31 (3): 412-415.
- [5] 邵象清. 人体测量手册[M]. 上海: 上海辞书出版社, 1985: 30-65.
- [6] 吴汝康, 吴新智. 人体骨骼测量方法[M]. 北京: 科学出版社, 1965: 65-67.
- [7] 潘汝亮, 王红. 金丝猴长骨的异速生长研究[J]. 动物学研究, 1989, 10 (1): 23-30.
- [8] 薛德明. 太行山猕猴肩胛骨变量间的相关性和异速生长分析[J]. 兽类学报, 2000, 20 (1): 76-79.
- [9] 路纪琪, 薛德明, 吕九全, 等. 太行山猕猴颅骨变量的异速生长研究[J]. 动物学报, 2001, 47 (S1): 172-177.
- [10] 赵晓进, 雷梦云, 赵玉廷, 等. 太行山猕猴肩胛骨和肱骨变量相关与异速生长分析[J]. 实验动物与比较医学, 2005, 25 (3): 162-164.
- [11] 翟鹏飞, 赵晓进, 雷梦云, 等. 太行山猕猴下颌骨的异速生长分析[J]. 解剖学杂志, 2005, 28 (2): 219-221.
- [12] 雷梦云, 赵晓进. 太行山猕猴肩胛骨和肱骨性差的研究[J]. 四川动物, 2008, 27 (5): 915-916.

(上接第12040页)

泳动率大小,客观反映了谱带所对应等位基因的遗传本质,带形相似的物种亲缘关系较近,反之,物种亲缘关系较远。

现代科学证实,蛋白质组成与动物体内部的基本形态结构密切相关。同一纲或目的动物,必然具有一定的特有结构,而且,其血清蛋白图谱具有种的特异性,对于建立种质标准和遗传育种具有重要意义。

近年来,以蛋白质及同工酶技术探讨基因表达,以及了解生物群体遗传进化规律的研究日益受到人们的重视,该研究结果表明,以聚丙烯酰胺凝胶电泳分析林蛙血清蛋白质的方法简单易行、重复性好,研究结果对林蛙的种属鉴定、良种选育、品种改良和遗传结构分析提供了试验依据。

### 参考文献

- [1] 胡文平, 连林生. 滇南小耳猪遗传多样性的血液蛋白电泳研究[J]. 生物多样性, 1998, 6 (1): 22-26.
- [2] 王宗仁, 贾凤兰. 八种动物血清蛋白的聚丙烯酰胺凝胶电泳和在进化中相互的关系[J]. 遗传学报, 1988, 5 (4): 290-298.
- [3] 刘建强, 孟青妹. 青海贻血血清蛋白质成分的电泳分析[J]. 中国兽医科技, 2003, 3 (10): 64-65.
- [4] 罗桂花, 青海不同种群牦牛的血清蛋白电泳分析[J]. 兽类学报, 1997, 17 (1): 48-52.
- [5] 许玉德, 杨宪孝. 红、白骆驼血清蛋白的比较研究[J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 1997 (6): 912-917.
- [6] 郭尧君. SDS电泳技术的实验考虑及最新进展[J]. 生物化学与生物物理进展, 1991, 18 (1): 32-37.
- [7] 杨春文, 金建丽. 棕背鼠平研究[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 82-84.