

DOI: 10.16359/j.cnki.cn11-1963/q.2015.0014

现生太行山猕猴与猕猴化石骨指数的比较

苏亚¹, 王训练², 赵晓进³

1. 内蒙古师范大学生命科学与技术学院, 呼和浩特 010022; 2. 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京 100083;
3. 河南师范大学生命科学学院, 新乡 453007

摘要: 为探讨现生太行山猕猴与猕猴化石骨指数的差异, 对太行山猕猴与广西崇左早更新世猕猴化石的肢间指数(Intermembral index, IM)、臂指数(Brachial index, BI)、股指数(Crural index, CI)和股骨粗壮指数(Robusticity index, RI)等指数进行比较。结果表明, 猕猴化石IM值(96)高于太行山猕猴, BI值(94.5)和CI值(88.5)均低于太行山猕猴, 推测该猕猴化石在早更新世时期可能地栖生活, 适合于陆地四足行走, 同时也验证了太行山猕猴主要为半树栖生活。结合对猕猴化石伴生哺乳动物习性的分析, 推测广西崇左早更新世的气候温暖潮湿并有一定的水域, 植被以森林和灌木为主, 有局部的草地或草坡, 其自然环境非常适宜高等灵长类生息繁衍。

关键词: 太行山猕猴; 猕猴化石; 骨指数

中图分类号: Q981.3; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2014)01-0126-05

Comparison of the Bone Index Between Living *Macaca mulatta* and Fossil Macaques

SU Ya¹, WANG Xunlian², ZHAO Xiaojin³

1. Institute of Life Science and Technology, Inner Mongolia Normal University, Huhhot 010022, China; 2. School of the Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China; 3. College of Life Science, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China

Abstract: In this paper, intermembral index (IM), brachial index (BI), crural index (CI) and robusticity index (RI) were compared between *Macaca mulatta* from the Taihang Mountains and macaque fossils from the Early Pleistocene Queque Cave site, Chongzuo, Guangxi. The results show that the IM (96) of macaque fossil is higher than in living *Macaca mulatta* and that the BI (94.5) and CI (88.5) indices are lower in fossils. Inferring from primate movement type, macaque fossils may have lived on the ground and were suitable for quadrupedism, and that living *Macaca mulatta* may be partly arboreal. Combining life habits of mammal fossils including this macaque

收稿日期: 2013-12-09; 定稿日期: 2014-04-08

基金项目: 内蒙古师范大学高层次人才科研项目(2013YJRC038)

作者简介: 苏亚(1975-), 女, 蒙古族, 博士, E-mail: suyantu@163.com

通讯作者: 王训练(1958-), 男, 汉族, 博士, 教授, 博士生导师, E-mail: wxl@cugb.edu.cn

Citation: Su Y, Wang XL, Zhao XJ. Comparison of the bone index between living *Macaca mulatta* and fossil macaques[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2015, 34(1): 126-130

this evidence suggests that the climate of Early Pleistocene in Chongzuo, Guangxi was warm, humid and had plentiful water, and the vegetation was dominated by forest and shrubs with grassy slopes which were suitable for higher primates to live.

Key words: *Macaca mulatta*; Taihang mountains; Fossil; Bone index

1 引言

中国最早的经鉴定描述的猕猴属化石发现于湖北钟祥的新近系上新统^[1]。祁国琴(1979)记载了云南禄丰上新世猕猴化石一未定种^[2],但在其1985年的文章《禄丰古猿化石地点地层概述》中同一剖面化石名录里未列出该猕猴化石^[3],其后也没有该化石的文献记载。2010年张颖奇和金昌柱等报道了广西崇左缺缺洞早更新世发现的猕猴属化石未定种,标本为一副雄性老年猕猴个体的骨架,其中肢骨保存了两侧前肢肢骨和右侧后肢部分肢骨^[4]。这是迄今为止中国发现的最为完整的唯一的一副猕猴骨架化石,为本文的研究提供了珍贵的材料。

路纪琪等(1999)认为在上新世中晚期,猕猴类由我国南方扩散至河南境内。河南省在中国乃至亚洲灵长类的进化与扩散过程中,处在一个非常重要的位置,可视为灵长类早期的进化中心之一^[5]。河南省与山西省交界处的太行山及中条山南端目前是世界猕猴自然地理分布的最北界之一^[5],也是目前我国黄河以北分布最集中、数量最多、面积最大的猕猴自然分布区。太行山猕猴野生种群营群居生活,主要分布于河南济源、焦作和新乡境内的山区。猕猴化石标本产地缺缺洞位于广西崇左生态公园,地理坐标:22°16'22"N,107°30'22"E。缺缺洞入口处的高度是海拔202m,低于三合洞的入口7m,缺缺洞的沉积物和三合洞的沉积物一样,根据前人在崇左地区的研究,确定是其地质时代是早更新世^[4]。

在现生猕猴的研究中,与猕猴化石的比较研究较少,特别是肢骨的对比研究。本文对太行山猕猴现生标本和猕猴化石标本仅从骨指数等方面进行了初步探讨,推测猕猴化石的生活习性和栖息地古生态环境,希望为确定该化石种的归属提供一些佐证。

2 材料与方法

2.1 材料

化石标本:广西崇左缺缺洞早更新世猕猴属成年雄性化石肢骨标本一副,现存于中国科学院古脊椎动物与古人类研究所。

太行山猕猴骨骼标本:雄性肱骨标本19例,桡骨标本19例,尺骨标本21例,股骨标本22例,胫骨标本19例。太行山猕猴肢骨标本来自河南省北部济源市和卫辉市的太行山猕猴自然保护区。地理坐标北纬34°54'~35°16',东经112°02'~112°52'。猕猴肢骨标本按常规方法制备。标本要求干燥、完整、成年和性别确定。标本的性别根据原始档案的记录

或犬齿确定。根据猕猴下颌第 3 臼齿出齐表明标本为成年。标本现存于河南师范大学生命科学学院生物技术系灵长研究室。食蟹猕猴是已知的典型的营树栖生活的非人灵长类，作为比较参考，食蟹猕猴的骨指数数值引自 Napier JR & Napier PH(1967)^[6]。

2.2 方法

2.2.1 测量方法

变量选择、测量和标记等方法参考叶智彰（1985）^[7]和席焕久（2010）^[8]等，选取左右侧对应骨骼同时进行测量，测量数值取平均数。

2.2.2 指数计算方法

各项指数的计算公式如下： $I_m = [(L_{hum} + L_{rad}) / (L_{fem} + L_{tib})] \times 100$; $I_b = (L_{rad} / L_{hum}) \times 100$; $I_c = (L_{tib} / L_{fem}) \times 100$; $I_r = [(L_{tra} + L_{sag}) / L_{fem}] \times 100$ 。

式 中， L_{hum} ---length of humerus; L_{rad} ---length of radius; L_{fem} ---length of femur; L_{tib} ---length of tibia; L_{tra} ---femoral transverse diameter at mid-shaft; L_{sag} ---femoral sagittal diameter at mid-shaft.

2.2.3 运动类型的分类

古生物学研究表明，灵长类进化的共同特征是前后肢相对增长，而脊柱相对缩短。灵长类的骨骼形态可以反映出其运动习惯和前后肢的使用特点。在灵长类中，当前后肢长度相当时则适合于四足攀援或在地面行走。有些种类表现出运动上的特化，前肢主要用于摆动，后肢主要用于跳跃。因此，前肢与后肢的比值即肢间指数（Intermembral index, IM）可以做为衡量前后肢在行进运动中相对重要性的一个指标。臂指数（Brachial index）和股指数（Crural index）与灵长类动物生活地区年均气温密切相关，指数高的多为热带类群^[9,10]。利用肢间指数（IM）可以对灵长类动物运动类型进行推测（表 1）^[11,12]。

表 1 灵长类肢间指数 (IM) 与运动类型
Tab.1 Intermembral index(IM) and locomotor type of primates

Locomotor Type	IM	Limbs
quadrupedal and arboreal (树栖四足型)	~80	short limbs with leg and arm comparable
quadrupedal and terrestrial (地栖四足型)	>90	long limbs with leg and arm of equal length
quadrupedal and arboreal with an emphasis on quadrupedal climbing and suspension (四足攀爬悬挂型)	~90	very long limbs with leg and arm of comparable length
brachiation and arboreal (树栖臂摆荡型)	100+	arm longer than leg
quadrupedal knuckle-walking and fist walking (四足行走型)	for chimpanzee, gorilla and orangutan 102, 116 and 139, respectively	arm longer than leg
leaping and arboreal (树栖跳跃型)	<70	leg longer than arm
bipedalism (二足行走型)	70	leg longer than arm
climbing by nails (指趾攀爬型)	70~80	elongated nails

3 结果与讨论

3.1 太行山猕猴与猕猴化石骨指数比较

太行山猕猴、猕猴化石和食蟹猕猴指数的比较结果见图 1。

由图 1 可以看出，猕猴化石的肢间指数（IM）高于太行山猕猴，小于食蟹猕猴。猕猴化石的臂指数（BI）和股指数（CI）略低于太行山猕猴和食蟹猕猴。根据灵长类运动类型的分类，猕猴化石 IM 指数为 96，应归为地栖四足型。太行山猕猴的 IM 数值为 89.5，归为四足攀爬悬挂型，食蟹猕猴的 IM 值为 118.7，归为树栖臂摆荡型。IM 指数数值结果所反映的运动方式与这两种现生猕猴实际的运动方式相符，也就是说太行山猕猴主要营半树栖生活，食蟹猴主要营树栖生活。根据猕猴化石的指数数值结果，推测该化石种营地栖生活。

3.2 猕猴化石与太行山猕猴股骨粗壮指数比较

灵长类动物个体的大小与运动方式有很大的关系。地栖生活的个体在体型上一般比树栖生活的个体大。在灵长类研究中，股骨粗壮指数反映了股骨的整体发育水平和肌肉的发达程度。根据股骨粗壮指数公式计算太行山猕猴和猕猴化石种的股骨粗壮指数，计算结果表明股骨粗壮指数猕猴化石为 16.02，太行山猕猴为 11.29。

猕猴化石的股骨粗壮指数高于太行山猕猴，说明猕猴化石股骨较粗壮，很可能附着的肌肉也较发达。粗壮的股骨非常适合于地栖生活，这与 IM 指数所推测的结果是相一致的。

灵长类运动进化的倾向是由地栖四足型向树栖摆荡型过渡的。灵长类的运动过程中，前肢的功能在地栖四足类主要为支持体重，在树栖运动类型中，除支持作用外，还与其攀爬、觅食和运动中的臂摆荡、悬吊和其它一些技巧性功能有关（Junger, 1985）^[14]。

根据四肢形态特征与运动机能的关系，即通过 IM 指数将灵长类的运动方式可以分为 8 种类型：树栖四足型（四肢短小）、地栖四足型（四肢较长，前后肢近等长）、四足攀爬悬挂型（四肢非常长）、树栖臂摆荡型（前肢长于后肢）、四足行走型（前肢长于后肢）、树栖跳跃型（后肢长于前肢）、二足型（后肢长于前肢）和指趾攀爬型。IM 指数为 90 以上的种类通常营地栖生活，它们通常具有短的指骨和长且强壮的跗骨和跖骨，肩关节位于侧向扁平的胸部上，朝向地面，锁骨不发达，前肢和后肢适合于纵向运动，但活动范围较小。肱骨三角肌粗隆强大，尺骨具大的鹰嘴，前臂伸肌强有力，当掌着地时朝向前方。IM 指数约为 90 的种类，具有长的四肢，且前后肢长度相当，是用四足行走的树栖动物，四足适合攀援和悬挂，具有灵活的关节和更大的运动幅度，其手和足特别适合抓握（表 1）^[11-13]。

猕猴化石 IM 指数为 90 以上（图 1），因此推测该化石种可能营地栖生活，适合于平缓的陆地四足行走。结合对其它伴生哺乳动物习性的分析，推测广西崇左早更新世的气候温暖潮湿并有一定的水域，植被以森林和灌木为主，有局部的草地或草坡，这种自然环境非常适宜高等灵长类生息繁衍。太行山猕猴 IM 指数约为 90，营半树栖生活，多栖息在石山峭壁、溪旁沟谷和江河岸边的密林中或疏林岩山上。

太行山猕猴和猕猴化石的 IM 指数对比研究与 Junger（1985）的研究结果相符^[14]，佐证了灵长类运动进化的倾向是由地栖四足型向树栖摆荡型过渡^[15]。

臂指数 (Brachial index) 和股指数 (Crural index) 可作为灵长类动物生活地区年均气温的衡量指标, 指数高的多为热带类群^[9, 10]。太行山猕猴的臂指数为 97.6, 股指数为 93.2, 猕猴化石的臂指数为 94.5, 股指数为 88.5。太行山猕猴骨骼标本均来源于河南省太行山区, 其生活地区为该种群分布的最北端之一, 属温带气候^[5]。与猕猴化石相比,

太行山猕猴的臂指数略高, 但其四肢相对猕猴化石种较短, 因此可以推断这是由于太行山猕猴对其生活地区气候的适应 (Cold adaptation, 冷适应) 的结果, 很可能太行山猕猴的祖先生活于热带地区^[16]。猕猴化石与食蟹猕猴的臂指数和股指数非常相近, 由此可以推测广西崇左早更新世时期气候与东南亚地区现今的气候相似, 为亚热带—热带气候。此外, 猕猴化石的臂指数小于太行山猕猴, 据此推测这也是猕猴化石在运动和觅食过程中适应于地栖生活的一种特征。

致谢: 衷心感谢中国科学院古脊椎动物与古人类研究所金昌柱研究员和张颖奇博士为本研究无偿提供猕猴化石标本!

参考文献

[1] 顾玉珉. 湖北钟祥—上新世猕猴牙齿化石 [J]. 古脊椎动物与古人类, 1980, 18(4): 324~326
 [2] 祁国琴. 云南禄丰上新世哺乳动物 [J]. 古脊椎动物与古人类, 1979, 17(1): 14~12
 [3] 祁国琴. 禄丰古猿化石地点地层概述 [J]. 人类学学报, 1985, 4(1): 55~69
 [4] 张颖奇, 金昌柱, 高井正成. 广西崇左缺缺洞早更新世猕猴骨架化石初步报道 [J]. 古脊椎动物学报, 2010, 48(3): 275~280
 [5] 路纪琪, 苏天增, 高金敏, 等. 河南灵长类动物地史分布初探 [J]. 河南师范大学学报: 自然科学版, 1999, 27(4): 62~66
 [6] Napier JR, Napier PH. A Handbook of Living Primates Morphology[M]. New York: Academic Press, 1967
 [7] 叶智彰, 彭燕章, 张耀平. 猕猴解剖 [M]. 科学出版社, 1985: 55~77
 [8] 席焕久, 陈昭. 人体测量方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2010
 [9] Holliday TW. Body proportions in Late Pleistocene Europe and modern human origins[J]. Journal of Human Evolution, 1997, 32(5): 423~447
 [10] Holliday TW. Brachial and crural indices of European Late Upper Paleolithic and Mesolithic humans[J]. Journal of Human Evolution, 1999, 36(5): 549~566
 [11] Steele DG, Bramblett CA. The Anatomy and Biology of the Human Skeleton[M]. Texas A&M University Press, 1988
 [12] Ankel-Simons F. Primate Anatomy (3rd ed.)[M]. Academic Press, 2007: 49~53
 [13] 俞发宏, 潘汝亮. 藏酋猴 (*Macaca thibetana*) 与猕猴 (*Macaca mulatta*) 长骨生长的比较研究 [J]. 动物学研究, 1989, 10(增刊): 11-18
 [14] Jungers WL. Size and Scaling in Primate Biology[M]. New York: State University of New York at Stony Brook, 1985, 33~50
 [15] Morton GR. Neandertal Hybrid[J]. Perspectives on Science and Christian Faith, 1999, 51(3): 145
 [16] 瞿文元, 李延娟, 夏祥云, 等. 太行山及华北地区灵长类地理分布初探 [J]. 河南师范大学学报, 1989, 2: 95~98

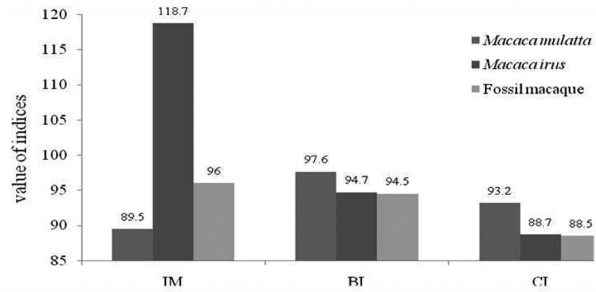


图 1 猕猴化石、太行山猕猴和食蟹猴指数的比较
Fig.1 Comparison of indices between fossil macaques and *Macaca mulatta*, *M. irus*
 (*Macaca irus* 的指数数值引自 Napier J. R. & Napier P. H., 1967)