

太行山猕猴腕骨形态与性差

赵晓进, 多甜, 田华香, 胡海洋

(河南师范大学 水产学院, 河南 新乡 453007)

摘 要:为了解太行山猕猴腕骨三维结构和性差大小, 成年太行山猕猴腕骨标本 35 例(雄 12 例, 雌 23 例), 选择 5 块主要腕骨(舟骨、月骨、钩骨、头状骨和豌豆骨)的 4 个形态变量进行测量。数据分析采用 SPSS 20.0 统计软件, 采用 Kolmogorov-Smirnov 法对数据进行正态分布检验, 性别组之间采用 t 检验。猕猴腕骨有 10 块, 近侧排和远侧排各 5 块。测量数据呈正态分布。腕骨大部分变量性差显著, 雄性大于雌性; 左右两侧腕骨性差无统计学意义。推测猕猴腕骨性差与生活习性和运动方式有关。

关键词:猕猴; 腕骨; 形态; 性差

中图分类号: Q954

文献标志码: A

腕骨是连接前肢骨与手骨的重要骨骼。根据腕骨的形态结构可以推测动物的进化程度、运动类型和生活习性^[1-3]。近年来有文献报道了人类腕骨的形态与功能^[4-8]。Kivell 等^[3]研究结果显示人类和非人灵长类的腕骨性差显著。Tocherie 等^[8]通过激光技术获得了腕骨的 3D 模型, 比较了现存灵长类与化石灵长类腕骨的形态学差异, 指出腕骨形态学差异导致了它们运动负荷和运动类型的差异。赵晓进等^[9,10]报道了太行山猕猴掌骨和桡骨的性差。尽管猕猴与人类的社会行为、生活环境和运动方式等有较大的差异, 但猕猴是人类的近属动物, 在组织结构、生理生化等方面同人类极为相似, 具有较高的医学和遗传学研究价值。本研究以腕骨解剖学为基础, 描述猕猴腕骨三维结构, 观察某些腕骨变量的性差大小和侧别差异, 为进一步研究腕骨不对称、种属间比较、异速生长等研究奠定基础。

1 材料和方法

骨骼标本来自河南省太行山猕猴自然保护区, 是中国境内灵长类动物分布的最北界之一^[9-10]。成年太行山猕猴腕骨标本 35 例(雄 12, 雌 23), 常规方法制备标本^[9]。要求腕骨标本干燥、完整, 年龄和性别在制备标本时已经确定。标本现存于河南师范大学生物标本馆。

测量工具为国际标准数字显示游标卡尺(购自桂林广陆数字测控股份有限公司), 测量单位 mm, 精度 0.01 mm。所有标本测量由专业技术人员 1 人独立完成。通过重复测量和相关分析确保测量误差不影响正常统计分析。不符合要求的标本将被剔除。不同腕骨变量的标本数量不同。根据资料选择形状较规则、容易测量、位置确定且有代表性的 5 块腕骨的 4 个形态变量进行测量^[11,12], 分别是关节面间距(D)、最大长(L)、最大高(H)和最大宽(W), 测量位点见图 1。

数据分析采用 SPSS 20.0 统计软件, 计算各个变量的 $\bar{x} \pm s$ 。采用 Kolmogorov-Smirnov 方法对测量数据进行正态分布检验。性别组间差异检验采用独立样本 t 检验。根据资料报道^[13], 两侧骨骼差异没有统计学意义时, 统计分析时可以将两侧数据合并处理, 以增大样本量, 从而增加结果的稳定性。

收稿日期: 2016-01-18

基金项目: 河南省基础与前沿技术研究计划项目(132300410136); 河南师范大学博士科研启动课题资助(5102109179103)。

第 1 作者简介(通信作者): 赵晓进(1957—), 男, 山东聊城人, 河南师范大学教授, 博士, 主要从事灵长类生物学研究, Email: zqx_6119@163.com。

2 结 果

腕骨三维结构见图 2. 猕猴腕骨通常共有 10 块, 近侧排有 5 块, 从桡侧到尺侧分别是舟骨、中央骨、月骨、三角骨和豌豆骨, 豌豆骨位于三角骨的掌侧面. 中间是腕骨间关节. 远侧排有 5 块, 从尺侧到桡侧依次是钩骨、头状骨、小多角骨、大多角骨和籽骨.

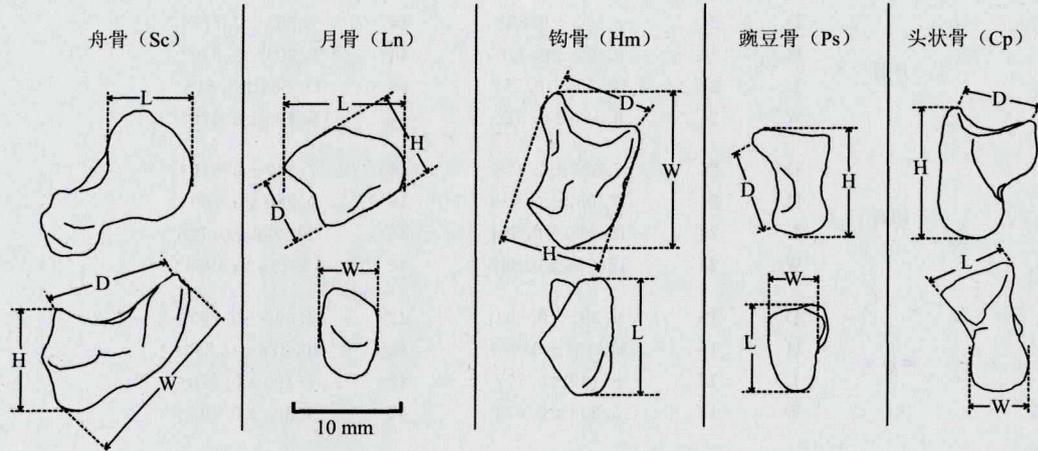
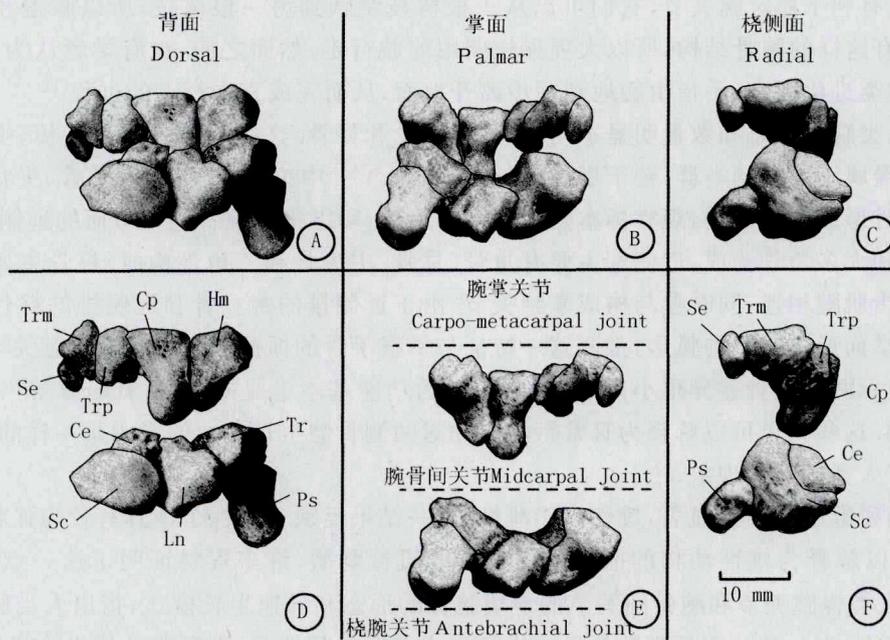


图1 腕骨测量示意图

Kolmogorov-Smirnov 检验结果表明, 所有 20 个数据在两侧之间的差异没有统计学意义 ($P > 0.05$), 表明所测数据基本上符合正态分布 (结果未列出), 所以腕骨性别组间采用 t 检验.

两性腕骨描述性统计结果表明: 腕骨 20 个变量, 除了头状骨的两个变量 (D 和 L) 在性别之间差异没有统计学意义外 ($P > 0.05$), 其余 18 个变量性差都有统计学意义 ($P < 0.05$); 所有变量都是雄性大于雌性; 两侧腕骨合并统计时, 舟骨的关节间距性别差异有显著统计学意义 ($P < 0.001$); 头状骨性别差异无统计学意义 ($t = 1.132, P = 0.291$), 见表 1.



Sc:舟骨; Ce:中央骨; Ln:月骨; Tr:三角骨; Ps:豌豆骨; Hm:钩骨; Cp:头状骨; Trp:小多角骨; Trm: trapezium; Se:籽骨.
A: 腕骨背面观; B: 腕骨掌面观; C: 腕骨桡侧观; D: 背面观10块腕骨的位置和名称; E: 腕骨连接的主要关节面;
F: 桡侧7块腕骨的位置和名称.

图2 雌性猕猴 (No. 1403) 右侧腕骨解剖示意图

表1 腕骨性别之间描述性统计和t检验($\bar{x} \pm s$; mm)

骨骼	变量	雄性		雌性	
		N	$\bar{x} \pm s$	N	$\bar{x} \pm s$
舟骨	D	24	10.215±0.482	46	9.262±0.621**
	H	24	9.668±1.073	46	9.030±1.005*
	L	24	8.151±0.698	46	7.587±0.615**
	W	24	15.523±0.876	46	14.307±1.046**
月骨	D	24	8.193±0.882	44	7.553±0.777**
	H	24	9.925±0.750	44	9.203±0.810**
	L	24	12.559±0.757	44	11.584±0.618**
	W	24	6.140±0.512	44	5.495±0.478**
钩骨	D	24	7.822±0.618	46	7.217±0.619**
	H	24	10.082±0.523	46	9.280±0.763**
	L	24	12.160±0.554	46	11.722±0.726*
	W	24	13.756±0.667	46	12.750±0.954**
豌豆骨	D	18	9.391±0.504	42	8.595±0.793**
	H	18	11.404±0.907	42	10.876±0.830**
	L	18	8.149±0.777	42	7.190±0.970**
	W	18	5.234±0.624	42	4.690±0.495**
头状骨	D	24	8.260±0.412	46	7.937±1.014
	H	24	12.778±0.742	46	11.763±0.781**
	L	24	8.219±0.662	46	8.012±0.807
	W	24	5.360±0.447	45	4.817±0.357**

注:* $P < 0.05$. ** $P < 0.01$ vs males.

3 讨论

Kivell等^[3]通过比较几种灵长类动物的腕骨形态,推测人类的祖先可能生活在树上.指出生活在树上的黑猩猩腕骨结构更有利于稳定腕关节,它们可以从一根树枝跳跃到另一根树枝,所以膝盖和肘部都是弯曲的.而大猩猩不具有这样的腕骨结构,所以大猩猩长期用前肢行走.然而之前,也有学者认为,人类是由靠前臂指关节行走的猿类进化而来,手指由触地到逐步离开地面,从而完成直立行走的过程^[14].

猕猴腕骨与人类腕骨形态和数量明显不同,多了中央骨和籽骨.这些差异主要是遗传、生活习性和运动类型差异所致.猕猴属于半地栖类群,善于攀缘、抓握和跳跃^[1,15].中央骨位于舟骨、月骨、头状骨和小多角骨之间,舟骨与中央骨形成紧密连接,观察标本发现有愈合趋势,所以推测腕骨间关节面的远侧排主要由钩骨、头状骨、小多角骨和大多角骨构成,近侧端主要有舟骨、月骨、中央骨和三角骨构成.籽骨主要位于大多角骨的掌面桡侧,与拇指肌腱相连,同时参与构成掌腕关节.由于近侧排的豌豆骨和远侧排的籽骨都位于腕骨的掌面,所以在腕骨掌面形成明显的弧形,推测这一特征与猕猴手骨的抓握和悬挂等功能有关^[1,16].

本研究结果显示两侧腕骨差异很小,推测两侧腕骨的功能基本上是对称的.Barrio等^[19]报道人掌骨量度也是两侧对称的.这些结果可以解释为日常行为活动对两侧骨骼生长发育的影响是一样的.猕猴在手的使用在本质上不同于人类的利手现象^[17].

整体上太行山猕猴腕骨性差显著,雄性大于雌性.这一结果反映了雄性个体具有较为强壮的体型和较大的抓握能力,也可以解释为雄性动物的前肢受到更大的机械刺激,许多资料证明了这一点^[3,16,18,19].Kivell等^[12]最近研究了人类桡腕关节和腕骨间关节的5块腕骨的形态和异速生长模式,指出人类腕骨的性差不仅仅表现在线性量度上,有一部分腕骨指数的异速生长模式存在显著性差.猕猴腕骨某些关节是否也像人类腕骨那样出现性差,有待进一步观察研究.

本研究观察到腕骨的不同变量性差不同.整体上舟骨性差较大,头状骨性差较小;近侧排腕骨性差较大,远侧排腕骨性差较小.这些结果可能反映了在猕猴的日常生活中腕骨不同变量受到不同的机械刺激.Sar-

ringhaus 等^[20]发现人类和黑猩猩的手骨有不同的形态特征,例如掌骨长度比例、形状、位置等,这些特征导致了行为模式和动手能力的差异等。正如 Huxley^[16]所概述的,人们在身体结构的任何一部分还找不到能够像手和脚那样,可以用来证实人类、大猩猩(高等猿类)和猕猴(低等猿类)之间的进化程度差异,这一点现在也已经被分子生物学基因组测序结果所证实^[21]。毛晓静等^[22]最近一项研究表明太行山猕猴性差最大的是第一掌骨,与这里桡侧舟骨性差最大的结果一致。此外,这样的结果也在猕猴跗骨的性差研究^[23]中得到证实。所以它们之间是否存在对应的关系还需要进一步研究。

综上所述,研究灵长类腕骨性差会为动物种属之间比对提供丰富信息,促进腕骨在哺乳动物和灵长类动物化石中的研究更加深入。

参 考 文 献

- [1] 叶智彰,彭燕章,张耀平. 猕猴解剖[M]. 北京:科学出版社,1985:59.
- [2] Van de Giessen M, Foumani M, Streekstra G J, et al. Statistical descriptions of scaphoid and lunate bone shapes[J]. *Journal of Biomechanics*, 2010, 43(8):1463-1469.
- [3] Kivell T L, Barros A P, Smaers J B. Different evolutionary pathways underlie the morphology of wrist bones in hominoids[J]. *BMC Evolution Biology*, 2013, 13:229-232.
- [4] 覃励明,徐永清. 头状骨、月骨、三角骨和钩骨的测量及意义[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2006, 24(2):149-152.
- [5] 曾立军,徐永清,骆华松,等. 舟骨、大、小多角骨的临床解剖学研究[J]. *中国临床解剖学杂志*, 2008, 26(1):29-31.
- [6] 成欣,李云龙,刘 曦. 腕舟骨、大、小多角骨的三维测量[J]. *南通大学学报(医学版)*, 2012, 32(3):208-211.
- [7] Belsky M R, Leibman M I, Ruchelsman D E. Scaphoid fracture in the elite athlete[J]. *Hand Clinics*, 2012, 28(3):269-278.
- [8] Tocheri M W, Razdan A, Williams R C, et al. A 3D quantitative comparison of trapezium and trapezoid relative articular and nonarticular surface areas in modern humans and great apes[J]. *Journal of Human Evolution*, 2005, 49(5):570-586.
- [9] 赵晓进,赵俊杰,王 耿,等. 太行山猕猴掌骨和跖骨长度变量性别判别[J]. *人类学学报*, 2009, 28(1):88-94.
- [10] 赵晓进,雷梦云,张红绪,等. 太行山猕猴肩胛骨和肱骨的性别判别[J]. *动物学杂志*, 2004, 39(3):51-54.
- [11] 席焕久,陈 昭. 人体测量方法[M]. 北京:科学出版社,2010:105-106.
- [12] Kivell T L, Guimont I, Wall C E. Sex-related shape dimorphism in the human radiocarpal and midcarpal joints[J]. *The Anatomical Record (Hoboken)*, 2013b, 296(1):19-30.
- [13] Barrio P A, Trancho G J, Sanchez J A. Metacarpal sexual determination in a Spanish population[J]. *Journal of Forensic Sciences*, 2006, 51(5):990-995.
- [14] Lewin R. Human evolution: an illustrated introduction[M]. Blackwell Publishing Ltd, fifth edition, 2005:80-86.
- [15] Patel B A. Functional morphology of cercopithecoid primate metacarpals[J]. *Journal of Human Evolution*, 2010, 58(4):320-337.
- [16] Huxley T H. 人类在自然界的位置[M]. 蔡重阳译. 北京:北京大学出版社,2010:49-54.
- [17] Deul R K, Dunlop N L. Hand preferences in the rhesus monkey implications for the study of cerebral dominance[J]. *Archives of Neurology*, 1980, 37(4):217-221.
- [18] 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.
- [19] Boyer D M, Yapuncich G S, Chester S G B, et al. Hands of Early Primates[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2013, 57:33-78.
- [20] Sarringhaus L A, Stock J T, Marchant L F, et al. Bilateral asymmetry in the limb bones of the chimpanzee (*Pan troglodytes*) [J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2005, 128(4):840-845.
- [21] Scally A, Dutheil J Y, Hillier L D W, et al. Insights into hominid evolution from the gorilla genome sequence[J]. *Nature*, 2012, 483(7388):169-175.
- [22] 毛晓静,赵 哲,王凤产,等. 太行山猕猴掌骨性差分析[J]. *河南师范大学学报:自然科学版*, 2014, 42(5):125-129.
- [23] 田华香,胡海洋,穆广亚,等. 太行山猕猴跗骨形态与两性分化[J]. *四川动物*, 2015, 34(6):863-868.

Morphology and Sexual Difference for Ossa Carpi in Rhesus Macaques (*Macaca mulatta*) from the Taihang Mountains

ZHAO Xiaojin, DUO Tian, TIAN Huaxiang, HU Haiyang

(College of Fisheries, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: Sex dimorphism and morphological features of the carpus bones in rhesus macaques from the Taihang Mountains was studied in the present study. The specimens of carpus bones consisting of 35 adult individuals, including 12 males and 23 females, were measured. Four measurements were taken from the five osseous components (naviculare, lunatum, hamatum, caitatum and pisiforme). All the statistics were computed with SPSS for Windows (v. 20.0). The normality of each variable was studied and tested with Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors test, and an independent t-test was used to test for the difference between sexes. In the monkeys, the carpus is usually composed of 10 short bones, including 5 bones in proximal row and 5 bones in distal row. The data in both sexes was normally distributed. In males, numbers of measurements were higher than in females, and the difference between the average measures was significant. There were no significant differences between two sides. There are significant differences between the sexes; and there are no significant differences between the sides in carpus bones. Sex differences in the carpus bones of macaques may be relevant to habitats and the patterns of locomotion.

Keywords: *Macaca mulatta*; carpal; morphology; sex difference

(上接第 109 页)

- [19] 姚世鸿. 论染色体进化与生物进化的关系[J]. 生物学通报, 1991(1):7-9.
- [20] 张海霞. 中国淡水涡虫分类及核型研究(Ⅱ)[D]. 新乡:河南师范大学, 2015.
- [21] 何俊琳, 曹波, 王应雄. BGC823 和 A549 细胞染色体着丝粒变异[J]. 遗传, 2005, 72(6):877-881.
- [22] Ganem N J, Storchova Z, Pellman D, et al. Tetraploidy, aneuploidy and cancer[J]. Curr Opin Genet Dev, 2007, 17(2):157-162.
- [23] 田永生, 赵晓明. 党参染色体核型分析[J]. 中国野生植物资源, 2007, 26(2):55-56.
- [24] Teshirogi W, Ishida S, Hasebe K. Chromosomal polymorphisms of a freshwater planarian, *Polycelis auriculata* [J]. Jap J Genetics, 1981, 56:469-481.
- [25] 马金友, 陈广文, 刘德增. 中国淡水三角涡虫染色体变化与生殖的关系[J]. 动物学杂志, 2004, 39(5):25-29.

Diversity Analysis of Chromosome and Karyotype of Freshwater Planarians (*Dugesia* sp.) from Taihang Mountains, Henan Province, China

CHENG Fangfang, DONG Zimei, LI Xiaoyan, CHEN Guangwen, LIU Dezeng

(College of Life Sciences, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: The chromosomes and karyotype of the freshwater planarians, *Dugesia* sp, collected from Shiziling, Zhanggou, Baligou in Taihang mountains, Henan province, were studied by air drying method. The results showed: (1) The karyotype of planarians collected from Shiziling belong to mixoploids, consisting of the triploid $2n=3x=24=24m$ and diploid $16 (2n=2x=16=16m)$, the percentage of triploid and diploid cells is 84.56% and 8.98%, respectively. (2) The karyotype of planarians collected from Zhanggou have the triploid aneuploidy chromosome number of 25 with the karyotype formula of $2n=3x+1=24+1SB=21m+3sm+1SB$, the triploid that of 24 with one of $2n=3x=24=21m+3sm$ and tetraploid $2n=4x=32$. The percentage of triploid aneuploidy, triploid and tetraploid cells is 80.84%, 15.99% and 3.17%, respectively. (3) The karyotype of planarians collected from Baligou is mixoploid composed of triploid and tetraploid, the karyotype formula is $2n=3x=24=24m$ and $2n=4x=32=32m$ and the individual chromosomes has satellite in triploid and its karyotype showed polymorphism, the percentage of triploid and tetraploid cells is 38.21% and 39.77%, respectively.

Keywords: *dugesia*; Taihang mountains; karyotype; chromosome