

13 种兽类股骨的形态学比较

王震 (东北林业大学野生动物与自然保护地学院/国家林业和草原局野生动植物检测中心, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 比较了虎、狮、棕熊、黑熊等 7 科 13 种动物股骨的形态特征,并测量了股骨长度、两端宽度和厚度等参数。结果表明:动物股骨在不同类群间存在着一定的差异,在相同类群中存在着共性特征,具有一定的分类学意义;草食性动物的股骨与食肉动物的股骨存在着明显的差异,如大转子的位置、股骨头的形态、股骨颈等,可用于分类和鉴别;股骨的形态特征与动物活动方式存在一定的关系,如大转子的位置。该研究将对从事动物骨骼分类或鉴别研究提供一定启示。

关键词 骨骼形态;股骨;比较解剖;大转子;股骨颈

中图分类号 Q954 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)02-0072-03

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.02.021

开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

Morphological Comparison of 13 Species of Mammals' Femurs

WANG Zhen (College of Wildlife and Natural Reserve, Northeast Forestry University/Wildlife Testing Center of National Forestry and Grass Administration, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract The morphological characteristics of 13 species mammals' femurs were compared. And some parameters were measured, such as femurs length, width and thickness. The results showed that there were certain taxonomic differences and common features among femurs of different mammals. There was a clear difference between the femurs of herbivores and femurs of carnivores, such as the position of the great trochanter, the shape of the femoral head, the femoral neck, etc. These difference could be used for classification and identification. There was a certain relationship between the morphological characteristics of the femur with the animal's activity mode. This study would provide some inspiration for the classification or identification of animal bones.

Key words Bone morphology; Femurs; Comparative anatomy; Greater trochanter; Femoral neck

形态结构上的显著差异是动物分类学或动物系统学的主要依据之一。从进化的角度来看,形态与功能是相互适应和协同进化的,功能的分化与多样化是由于复杂的生态环境造成的^[1]。与其他适应性变化一样,动物的生态和行为变化将使机体产生一定的几何结构变化和生理变化,而机体结构的变化又能反映动物的行为和生态环境的变化^[2]。动物的骨骼在生物协同进化过程中发挥了重要作用^[3]。

在兽类骨骼形态比较研究方面,对动物头骨和阴茎骨关注较多。动物头骨是传统兽类分类学的重要依据,大量学者对兽类头骨进行了深入研究。杨奇森等^[4-5]、夏霖等^[6-8]制定了兽类头骨的测量标准,为兽类头骨数据的规范采集发挥了重要作用。兽类阴茎骨的比较形态学研究,也有助于系统分类研究,尤其是探讨亲缘关系较近的种类的分类位置和系统发育的关系^[9]。刘少英^[10]利用阴茎骨形态指标进行了划分黑腹绒鼠年龄的研究。

在兽类长骨形态比较方面的研究,相对较少。国内从事虎骨鉴定的工作者出版了一些虎骨鉴别的资料和骨骼图谱^[11-12],古生物研究人员和考古工作者对动物化石进行了比较研究^[13-15]。苏亚^[1]进行了太行山猕猴肢骨形态性别差异等研究。Christiansen^[16]利用股骨等四肢长骨的长度和骨干圆周比较了不同动物长骨的几何相似度等。然而,对不同动物股骨间的形态特征区别研究较少。笔者对 13 种兽类股骨的形态特征以及有关参数进行了比较研究。

1 材料与方法

1.1 材料 以国家林业局野生动植物检测中心收集的 13 种

动物(包括猫科 2 种、熊科 2 种、犬科 2 种、鼬科 2 种、鹿科 2 种、牛科 1 种、兔科 2 种)股骨为研究对象,详见表 1,观察它们之间的形态区别,并测量一些参数进行比较。

表 1 样本基本情况

Table 1 The basic information of samples

序号 No.	样本名称 Sample name	样本数量 Sample number	序号 No.	样本名称 Sample name	样本数量 Sample number
1	虎股骨	3	8	獐股骨	1
2	狮股骨	1	9	绵羊股骨	1
3	棕熊股骨	1	10	紫貂股骨	1
4	黑熊股骨	1	11	水貂股骨	1
5	狼股骨	2	12	东北兔股骨	1
6	犬股骨	1	13	家兔股骨	1
7	狍股骨	1			

1.2 研究方法 形态学方法:通过观察每种动物的股骨,比较各种动物股骨的异同之处。股骨各部分名称见图 1。

形态计量法:将股骨置于平面上,参照安格拉·冯登德里施(Angelavonden-Driesch)等的骨骼测量方法^[17-18]测量股骨的长(L)、宽(W)、厚(T)等数据,并进行比较分析。该研究使用电子游标卡尺和高度游标卡尺测量了股骨长度 L、上端宽 W_s、上端厚 T_s、下端宽 W_x、下端厚 T_x、1/2 L 骨干处宽 W_z和厚度 T_z,具体测量方法见图 2。

2 结果与分析

2.1 股骨形态特征的比较 经观察发现,不同类群的股骨形态呈现一定的规律性。股骨头和大转子的相对高度位置以及骨干的形态存在较大差别,各种动物的股骨特征比较见表 2。草食动物股骨的大转子形态与肉食性动物股骨存在明显差异,3 种草食性动物的大转子呈尖状突出、高出股骨头甚

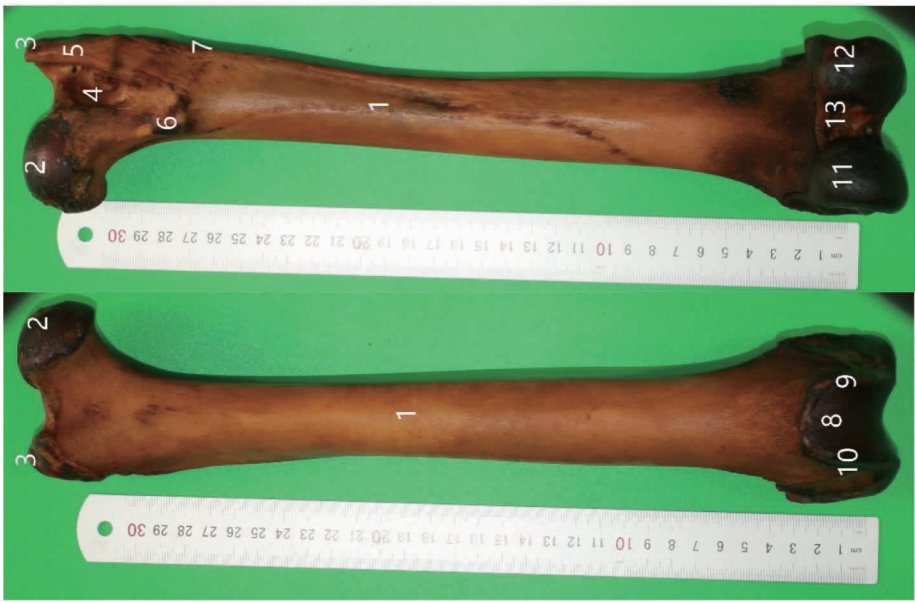
基金项目 国家林业和草原局行业标准项目(2015-LY-242)。

作者简介 王震(1979—),男,辽宁兴城人,工程师,硕士,从事野生动物分类学和物证鉴定研究。

收稿日期 2020-07-09

多,食肉动物中猫科动物和鼬科动物大转子和股骨头几乎等高;熊科动物大转子低于股骨头甚多;犬科动物的大转子略

低于股骨头。



注:1.骨干;2.股骨头;3.大转子;4.转间窝;5.转间嵴;6.小转子;7.外缘嵴;8.髌面;9.髌内嵴;10.髌外嵴;11.内髌;12.外髌;13.髌间沟

Note: 1.Backbone;2.Femur;3.Greater trochanter; 4.Interrotating fossa;5.Interrotating crest;6.Lesser trochanter;7.Outer edge crest;8.Patellar face;9.Internal patellar crest;10.External patella crest;11.Medial condyle;12.External condyle;13.Intercondylar groove

图 1 虎股骨组成示意

Fig.1 The composition of tiger femur

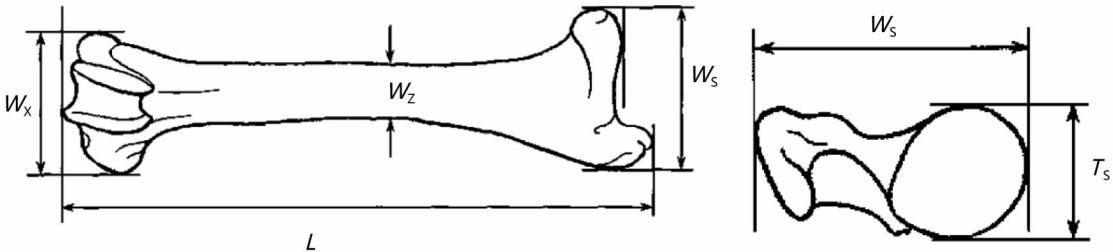


图 2 股骨测量示意

Fig.2 The measurement of femur

表 2 股骨形态特征的比较

Table 2 The morphological features comparison of femur

序号 No.	物种 Species	上端 Upper end	骨干 Backbone	下端 Lower end
1	虎	大转子呈嵴状,与股骨头几等高;股骨颈明显;小转子发达	骨干扁;外缘嵴明显	髌骨面宽、较平,髌嵴较突出
2	狮	大转子呈嵴状,与股骨头几等高;股骨颈明显;小转子发达	骨干扁;外缘嵴明显	髌骨面宽、较平,髌嵴较突出
3	马来熊	大转子明显低于股骨头;股骨颈明显;小转子较发达	骨干扁;外缘嵴不明显	髌骨面宽、较平,髌嵴较突出
4	棕熊	大转子明显低于股骨头;股骨颈明显;小转子较发达	骨干扁;外缘嵴不存在	髌骨面宽、较平,髌嵴较突出
5	犬	大转子略突出尖状,略低于股骨头;股骨颈明显;小转子较发达	骨干厚,无外缘嵴	髌骨面窄、较深,髌嵴较突出
6	狼	大转子略突出尖状,略低于股骨头;股骨颈明显;小转子较发达	骨干厚,无外缘嵴	髌骨面窄、较深,髌嵴较突出
7	紫貂	大转子突出,与股骨头几等高;股骨颈明显;小转子较发达	骨干厚,外缘嵴略显	髌骨面宽、浅,髌嵴弱
8	水貂	大转子突出,与股骨头几等高;股骨颈明显;小转子较发达	骨干略扁,外缘嵴略显	髌骨面宽、浅,髌嵴弱
9	貂	大转子尖锐突出,高于股骨头;股骨颈不明显;小转子较发达	骨干厚,无外缘嵴	髌骨面窄、深,髌嵴尖锐突出
10	獾	大转子尖锐突出,高于股骨头;股骨颈不明显;小转子较发达	骨干厚,无外缘嵴	髌骨面窄、深,髌嵴尖锐突出
11	绵羊	大转子尖锐突出,高于股骨头;股骨颈不明显;小转子较发达	骨干厚,无外缘嵴	髌骨面窄、深,髌嵴尖锐突出
12	东北兔	大转子突出,高于股骨头;股骨颈不明显;第三转子发达	骨干扁,外缘嵴略显	髌骨面窄、较深,髌嵴较突出
13	家兔	大转子突出,高于股骨头;股骨颈不明显;第三转子发达	骨干厚,外缘嵴略显	髌骨面窄、较浅,髌嵴较弱

8 种食肉动物的股骨颈均非常明显,而绵羊、獐、狍股骨颈不明显,尤其是上面股骨头关节面已延伸至骨干中央,东北兔、家兔股骨颈介于两类之间;这些区别可能与股骨转动幅度相关,可能影响到动物的跳跃能力以及奔跑速度。

在骨干的形态上,也存在一定的差别。典型的是猫科和熊科 4 种动物的骨干较扁(即骨干的左右径明显大于前后径),而其他科动物(如狼、犬、獐、狍、绵羊等)则相反,这可能与股骨主要受力方向相关。

通过以上比较可以看出,不同科动物间股骨的形态存在明显区别。

2.2 股骨有关参数的比较

2.2.1 股骨两端宽度比较。从图 3 可以看出,13 种动物股骨上端相对宽度(上端宽度与股骨长度的比值)比较接近,仅紫貂和东北兔股骨上端相对宽度偏低。从图 3 可以看出,股骨下端相对宽度的曲线波动不大,除兔科 2 种动物外,其他动物股骨下端相对宽度变化不大,说明其他动物股骨下端的相对宽度比较接近。由此可见,股骨上、下端的相对宽度在不同动物间的差异不明显。

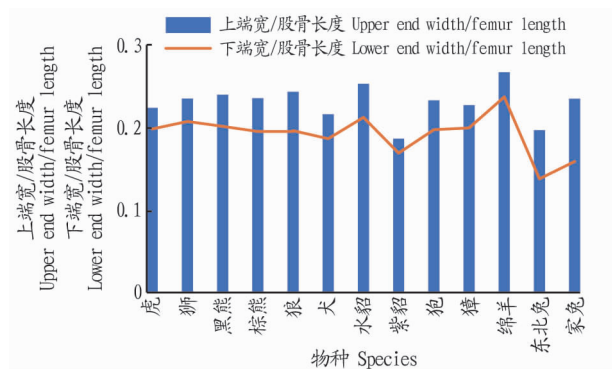


图 3 13 种动物股骨上端、下端相对宽度的比较

Fig.3 Comparison of the relative width of the upper and lower ends of the femurs of 13 species of animals

2.2.2 股骨两端厚度比较。从图 4 可以看出,在 13 种动物中,股骨上端的相对厚度(股骨上端厚度与股骨长度比值)最大是虎和水貂,最小的是兔科动物,鹿科 2 种动物股骨上端的相对厚度也较小。整体上看,股骨上端相对厚度在不同动物类群中未观察到较明显的规律性。

从股骨下端相对厚度曲线来看,曲线波动较大,说明不同动物间股骨下端的相对厚度差别明显。从图 4 可以看出,3 种草食性动物股骨下端的相对厚度最大,明显高于其他动物,由此可见草食动物股骨下端厚度较大。在食肉动物中,猫科和犬科动物股骨下端的相对厚度明显高于熊科动物,说明熊科动物股骨下端的厚度相对较小。股骨下端的相对厚度在不同科间表现出一定的规律性。

2.2.3 股骨宽厚比分析。从图 5 可以看出,在 13 种动物股骨中,虎股骨上端宽后比(宽度与厚度的比值)最小,说明其上端相对厚度最大,这可能与虎股骨的小转子非常发达有关,当股骨平放时,其小转子成为支点。

从图 5 中股骨下端的宽后比可以看出,熊科和鼬科 4 种

动物股骨下端的宽度明显大于厚度,猫科 2 种动物股骨下端的宽度和厚度几乎相等,犬科、鹿科、牛科和兔科的 7 种动物股骨下端的宽度明显小于其厚度。

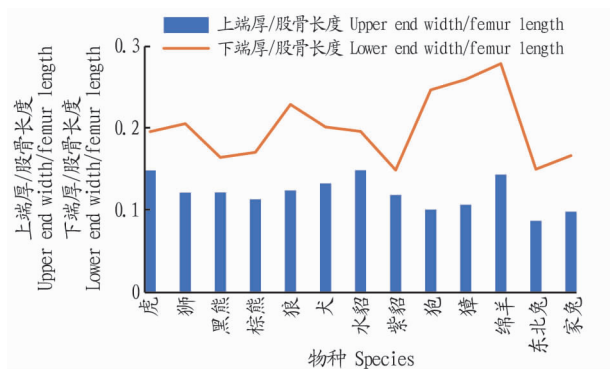


图 4 13 种动物股骨上端、下端相对厚度的比较

Fig.4 Comparison of the relative width of the upper and lower ends of the femurs of 13 species of animals

从股骨 1/2 处骨干的宽厚比(宽度与厚度的比值)曲线可以看出,猫科和熊科 4 种动物股骨骨干略扁(宽厚比>1),犬科和 3 种草食动物股骨骨干与之相反(宽厚比<1)。这与观察到的股骨骨干特征相符。

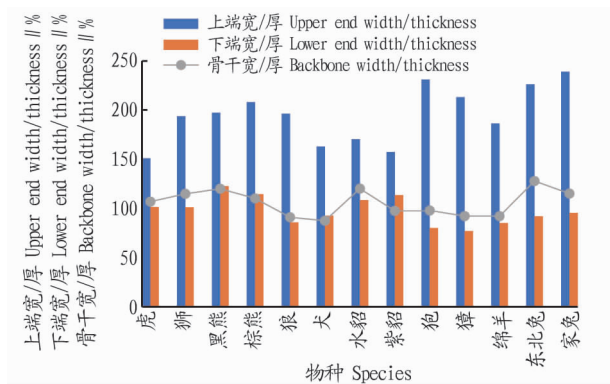


图 5 股骨两端宽度与厚度比值的比较

Fig.5 Comparison of the relative width/thickness of the upper and lower ends of the femurs of 13 species of animals

3 讨论

大转子和股骨头的相对位置,在 3 种草食性动物中,前者高于后者;2 种猫科动物几等高,犬科动物是前者略低于后者,熊科动物是大转子显著低于股骨头;这可能与动物活动时股骨转动的角度相关。大转子越低,可能越适合大角度转动,比如熊的大转子最低,其可以直立行走,其股骨转动角度超过 90°,而人类的大转子也明显低于股骨头的高度^[19],也证实了这一点。在这些动物中,相对于猫科动物和犬科动物,3 种草食动物股骨转动的角度更小,因此其大转子的高度更高。

4 结论

该研究比较了 13 种动物股骨的形态特征及部分形态参数,得出了如下结论:动物股骨在不同类群间存在着一定的差别,在相同类群中存在着共性特征,具有一定的分类学意

(下转第 86 页)

1 000 倍以上^[15]。该研究中,在感染的最初几个小时内肝脏、肾脏和脾脏中的 *HSP30*mRNA 上调表达,随后恢复到基础表达水平,2 d 后表达量再次升高,与嗜水气单胞菌(*Aeromonas hydrophila*)感染了露斯塔野鲮(*Labeo rohita*)的研究结果较为相似^[23]。究其原因,可能是在细菌或病毒感染期间,未折叠的细菌、病毒或宿主蛋白可能会增加,这可能会触发 HSF1 途径,导致 *HSP30* 和其他应激诱导的 *HSP* 积累^[4],仍需要更多的研究加以证实。

参考文献

- [1] ZININGA T, RAMATSUI L, SHONHAI A. Heat shock proteins as immunomodulators[J]. *Molecules*, 2018, 23(11): 2846–2863.
- [2] BOLHASSANI A, AGI E. Heat shock proteins in infection[J]. *Clinica chimica acta*, 2019, 498: 90–100.
- [3] DAS J K, XIONG X F, REN X C, et al. Heat shock proteins in cancer immunotherapy[J]. *Journal of oncology*, 2019, 2019: 1–9.
- [4] HEIKKILÄ J J. The expression and function of hsp30-like small heat shock protein genes in amphibians, birds, fish, and reptiles[J]. *Comparative biochemistry and physiology. Part A: Molecular & integrative physiology*, 2017, 203: 179–192.
- [5] KRONE P H, SNOW A, ALI A, et al. Comparison of regulatory and structural regions of the *Xenopus laevis* small heat-shock protein-encoding gene family[J]. *Gene*, 1992, 110(2): 159–166.
- [6] KATOH Y, FUJIMOTO M, NAKAMURA K, et al. Hsp25, a member of the Hsp30 family, promotes inclusion formation in response to stress[J]. *FEBS Letters*, 2004, 565(1/2/3): 28–32.
- [7] 司凯歌, 江南, 张海耿, 等. 中华鲟热休克蛋白 *hsp30* 基因 cDNA 的克隆及其在高温胁迫下的表达分析[J]. *淡水渔业*, 2019, 49(6): 20–26.
- [8] CURRIE S, MOYES C D, TUFIS B L. The effects of heat shock and acclimation temperature on hsp70 and hsp30 mRNA expression in rainbow trout: *in vivo* and *in vitro* comparisons[J]. *Journal of fish biology*, 2000, 56(2): 398–408.
- [9] KONDO H, HARANO R, NAKAYA M, et al. Characterization of goldfish heat shock protein-30 induced upon severe heat shock in cultured cells[J]. *Cell stress & chaperones*, 2004, 9(4): 350–358.
- [10] ELICKER K S, HUTSON L D. Genome-wide analysis and expression profiling of the small heat shock proteins in zebrafish[J]. *Gene*, 2007, 403(1/2): 60–69.
- [11] ZARATE J, BRADLEY T M. Heat shock proteins are not sensitive indicators of hatchery stress in salmon[J]. *Aquaculture*, 2003, 223(1/2/3/4): 175–187.
- [12] TOMALTY K M H, MEEK M H, STEPHENS M R, et al. Transcriptional response to acute thermal exposure in juvenile chinook salmon determined by RNAseq[J]. *Genes | Genomes | Genetics*, 2015, 5(7): 1335–1349.
- [13] CAI X H, PENG Y H, WANG Z C, et al. Characterization and identification of streptococci from golden pompano in China[J]. *Diseases of aquatic organisms*, 2016, 119(3): 207–217.
- [14] 蔡小辉, 文雪, 徐力文, 等. 卵形鲳鲹一例疑似神经性病毒病的初步分析[J]. *水产科学*, 2012, 31(10): 597–601.
- [15] LIU P, WANG L, KWANG J, et al. Transcriptome analysis of genes responding to NNV infection in Asian seabass epithelial cells[J]. *Fish & shellfish immunology*, 2016, 54: 342–352.
- [16] LIVAK K J, SCHMITTGEN T D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta C_t}$ method[J]. *Methods*, 2001, 25(4): 402–408.
- [17] HELBING C, GALLIMORE C, ATKINSON B G. Characterization of a *Rana catesbeiana* hsp30 gene and its expression in the liver of this amphibian during both spontaneous and thyroid hormone-induced metamorphosis[J]. *Developmental genetics*, 1996, 18(3): 223–233.
- [18] YOST H J, LINDQUIST S. RNA splicing is interrupted by heat shock and is rescued by heat shock protein synthesis[J]. *Cell*, 1986, 45(2): 185–193.
- [19] FERNANDO P, HEIKKILÄ J J. Functional characterization of *Xenopus* small heat shock protein, Hsp30C: The carboxyl end is required for stability and chaperone activity[J]. *Cell stress & chaperones*, 2000, 5(2): 148–159.
- [20] TREWEEK T M, MEEHAN S, ECROYD H, et al. Small heat-shock proteins: Important players in regulating cellular proteostasis[J]. *Cellular and molecular life sciences*, 2015, 72(3): 429–451.
- [21] HASLBECK M, VIERLING E. A first line of stress defense: Small heat shock proteins and their function in protein homeostasis[J]. *Journal of molecular biology*, 2015, 427(7): 1537–1548.
- [22] XIE Y J, SONG L, WENG Z H, et al. Hsp90, Hsp60 and sHsp families of heat shock protein genes in channel catfish and their expression after bacterial infections[J]. *Fish & shellfish immunology*, 2015, 44(2): 642–651.
- [23] DAS S, MOHAPATRA A, SAHOO P K. Expression analysis of heat shock protein genes during *Aeromonas hydrophila* infection in rohu, *Labeo rohita*, with special reference to molecular characterization of Grp78[J]. *Cell stress & chaperones*, 2015, 20(1): 73–84.

(上接第 74 页)

义;草食性动物的股骨与食肉动物的股骨存在着明显的差别,可用于分类和鉴别;股骨的形态特征与动物活动方式存在一定的关系,如大转子的位置、股骨颈、股骨下端宽高比等。

参考文献

- [1] 苏亚. 太行山猕猴肢骨形态学研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2012.
- [2] 潘汝亮, 王红, JABLONSKI N G. 金丝猴长骨的异速生长研究[J]. *动物学研究*, 1989, 10(1): 23–30.
- [3] 彭一良, 李艳杰. 浅析动物骨骼的起源及其在生物进化上的意义[J]. *黑龙江农垦师专学报*, 2002(2): 85–87.
- [4] 杨奇森, 夏霖, 马勇, 等. 兽类头骨测量标准: 基本量度[J]. *动物学杂志*, 2005, 40(3): 50–56.
- [5] 杨奇森, 夏霖, 冯祚建, 等. 兽类头骨测量标准 V: 食虫目、翼手目[J]. *动物学杂志*, 2007, 42(2): 56–62.
- [6] 夏霖, 杨奇森, 冯祚建, 等. 兽类头骨测量标准 II: 奇蹄目、偶蹄目、食肉目[J]. *动物学杂志*, 2005, 40(6): 67–73.
- [7] 夏霖, 杨奇森, 马勇, 等. 兽类头骨测量标准 III: 啮齿目、兔形目[J]. *动物学杂志*, 2006, 41(5): 68–71.
- [8] 夏霖, 杨奇森, 全国强, 等. 兽类头骨测量标准 IV: 树鼩目、灵长目[J]. *动物学杂志*, 2007, 42(1): 79–83.
- [9] 汪松. 小型兽阴茎骨 (Os penis) 的处置方法[J]. *动物学杂志*, 1963(3): 135–136.
- [10] 刘少英. 应用阴茎骨形态指标划分黑腹绒鼠年龄的研究[J]. *兽类学报*, 1994, 14(4): 281–285.
- [11] 卢慧卿. 虎骨、豹骨、熊骨组织的鉴别研究[J]. *药科学报*, 1982, 17(5): 365–377.
- [12] 赵仁庚, 丁振成. 假虎骨假豹骨的又一经验鉴别方法[J]. *中国药学报*, 1988(5): 283.
- [13] 黄可佳. 哈尔滨阎家岗遗址动物骨骼圈状堆积的初步研究[J]. *考古学报*, 2008(1): 1–14.
- [14] 朱诚, 马春梅, 李中轩, 等. 重庆忠县中坝遗址出土的动物骨骼揭示的动物多样性及环境变化特征[J]. *科学通报*, 2008, 53(S1): 66–76.
- [15] 格罗莫娃. 哺乳动物大型管状骨检索表[M]. 刘后贻, 译. 北京: 科学出版社, 1960.
- [16] CHRISTIANSEN P. Scaling of mammalian long bones: Small and large mammals compared[J]. *Journal of zoology*, 1999, 247(3): 333–348.
- [17] 周牧萱. 动物考古研究的科学化——读《考古遗址出土动物骨骼测量指南》[J]. *华夏考古*, 2009(4): 132–135.
- [18] 安格拉·冯登德里施. 考古遗址出土动物骨骼测量指南[M]. 马萧林, 侯彦峰, 译. 北京: 科学出版社, 2007.
- [19] 伊丽莎白·施密德. 动物骨骼图谱[M]. 李天元, 译. 武汉: 中国地质大学出版社, 1992.