

doi: 10.7541/2019.015

西伯利亚鲟幼鱼骨骼系统解剖研究

刘 钊 赵仲孟 杨世勇 黄小丽 陆 颖 冯 杨 段 靖 杜宗君

(四川农业大学水产系, 成都 611130)

摘要: 为了解西伯利亚鲟(*Acipenser baeri*)骨骼系统的形态特征, 采用传统的解剖法和透明骨法对西伯利亚鲟幼鱼进行解剖观察, 为西伯利亚鲟在形态学和分类学的研究提供基础资料。结果表明: 西伯利亚鲟幼鱼骨骼系统由主轴骨骼和附肢骨骼两部分构成, 主轴骨骼包括头骨、脊柱和肋骨, 附肢骨骼由鳍条、支鳍骨骼和带骨构成。对比分析发现, 西伯利亚鲟和施氏鲟骨骼系统的组成与构造较为相似, 其原因可能是其对高纬度低水温环境长期适应的结果。

关键词: 西伯利亚鲟; 骨骼系统; 环境适应

中图分类号: Q954.54 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2019)01-0117-06

鱼类的骨骼是支持身体和保护内脏器官的重要组织, 骨骼外附有肌肉, 共同协作进行运动。由于鱼类骨骼埋藏于肌肉中, 不易受环境影响而变化, 其性状、形态结构相对稳定, 且其化石具有可保存性, 使其成为比较解剖学和系统分类学研究的重要依据^[1-3]。目前国内对硬骨鱼类骨骼系统结构的研究较多^[4-10], 但是对鲟形目鱼类骨骼系统的研究相对较少, 主要有白鲟(*Psephurus gladius* Martens)^[11]、达氏鲟(*Acipenser dabnynus* Dumaril, 原文献中称黄鲟)^[12]、中华鲟(*Acipenser sinensis* Gray)^[13]以及施氏鲟(*Acipenser schrencki* Brandt, 原文献中称北鲟)^[14]等少数鲟形目鱼类的骨骼系统研究。

西伯利亚鲟(*Acipenser baeri* Brandt)隶属鲟形目(Acipenseriformes), 鲟科(Acipenseridae), 鲟属(*Acipenser*), 为软骨硬鳞鱼类, 主要分布于从西部的鄂毕河至东部的科雷马河之间的西伯利亚各条河流之中, 在我国一些与欧洲相通的河流中也有少量分布, 如额尔齐斯河、布伦拖海、黑龙江流域等^[15, 16]。目前关于西伯利亚鲟骨骼形态特征仅见对鳍条及骨板相对简单的描述^[17], 而对其骨骼系统的整体组成及结构等尚未见报道。本研究对西伯利亚鲟幼鱼骨骼系统进行全面的、详尽的解剖观察, 旨在了解西伯利亚鲟骨骼系统的基本特征并为

其环境适应等相关研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 实验材料

试验用西伯利亚鲟幼鱼取自四川润兆渔业有限公司彭州繁育基地, 共计10尾, 形态正常无畸形, 体表及各鳍完整无损, 全长为43.17—52.30 cm, 平均值为(47.70±3.45) cm; 体长为33.45—46.72 cm, 平均值为(38.11±3.80) cm; 体重为398.37—479.62 g, 平均值为(425.64±19.44) g。

1.2 骨骼处理制作

采用常规鱼类骨骼制作法和透明骨标本制作法制作西伯利亚鲟幼鱼骨骼标本^[18, 19], 通过沸水蒸煮、剔除肌肉等其他组织、脱脂、漂白和晾干, 最后对得到的西伯利亚鲟幼鱼骨骼将各部分骨骼按照其在鱼体分布位置摆放, 各部位骨块从头至尾按照从左至右的顺序摆放, 进行观察、拍照和记录, 对于西伯利亚鲟各鳍条, 采用Adobe Illustrator CC 2015软件绘制示意图以便观察其组成部分。

2 结果

西伯利亚鲟幼鱼骨骼系统分为主轴骨骼(Axial skeleton)和附肢骨骼(Appendicular skeleton)两部分,

收稿日期: 2017-12-27; 修订日期: 2018-05-14

基金项目: 国家自然科学基金(31401488); 四川省科技厅应用基础研究项目(2015JY0206)资助 [Supported by the National Natural Science Foundation (31401488); Applied Basic Research from Technological Office of Sichuan Province (2015JY0206)]

作者简介: 刘钊(1994—), 男, 山西吕梁人; 硕士研究生; 主要研究方向为鱼类种质资源及遗传育种。E-mail: lz754299716@163.com

通信作者: 杨世勇(1979—), E-mail: yangshiyong@sicau.edu.cn; 黄小丽(1979—), E-mail: hxldyq@126.com

主轴骨骼包括头骨(Skull)、脊柱(Vertebral column)和肋骨(Rib), 附肢骨骼包括鳍条(Fin-ray)、支鳍骨骼(Pterygiophore)和带骨(Girdle)。

2.1 主轴骨骼

脑颅 (Neurocranium) 西伯利亚鲟幼鱼的脑颅较为细长, 整体呈纺锤形, 其外层覆盖硬骨质膜片(图 1), 而内层由整块的软骨(图 2)构成。脑颅骨骼可分为嗅区、眶区、耳区和枕区4个部分。

嗅区骨骼: 吻骨位于头部最前端吻软骨之上的形似三角形的骨板, 由前筛骨、中筛骨和侧筛骨愈合为一体组成, 其上覆盖许多小骨片, 且大部分骨片界限不清晰; 鼻骨1对, 为位于眶上骨之前、额骨之下、鼻孔之后的两块呈不规则形状的骨片; 犁骨1块, 呈长条状, 位于吻部腹面、中筛骨腹面正下方、侧筛骨腹面, 其与吻部愈合为一体。

眶区骨骼: 额骨1对, 位于吻骨之后, 脑颅背面, 其后部中缘与顶骨相接, 其形状不规则且形态较大; 中额骨1块, 为两额骨之间呈三角形的骨骼; 眶上骨1对, 位于眼上缘, 呈不规则形状; 眶下骨1对, 位于眼睛下部, 在头部的侧面可见; 眼前后围有一些小的围眶骨, 呈不规则形状; 副蝶骨1块, 类似于一个叉状, 前端“手柄处”一小条薄骨膜, 穿过吻软骨, 两外侧边缘各有一个类似于手掌的“耳朵”, 叉子下端开口处有两个并排的小孔, 盖于枕骨区和蝶骨区之腹面。

耳区骨骼: 顶骨1对, 位于两额骨之后, 脑颅背部, 呈左右对称, 且紧密相连, 前段尖细, 后部叉状;

翼耳骨1对, 位于脑颅后方外缘, 呈翼状, 后端分叉; 后颞骨1对, 前端覆盖在翼耳骨后缘, 后端覆盖在上匙骨前缘。

枕区骨骼: 上枕骨1块, 为呈三角形的膜骨, 位于枕骨区正上方; 外枕骨1对, 为位于外枕骨后端两侧的软骨, 左右外枕骨表面形成两个脑神经通孔。枕区骨骼均为软骨, 与整个脑颅软骨愈合为一体。

咽颅 (Splanchnocranium) 西伯利亚鲟幼鱼的咽颅骨骼可分为颌弓(Arcus mandibularis)、舌弓(Arcus hyoideus)、鳃弓(Arcus branchialis)3个区域(图 3)。

西伯利亚鲟幼鱼的颌弓分背腹两面。背面为上颌, 腹面为下颌。上颌分为: 腭方软骨1对, 为大而扁平的软骨, 位于上颌骨上, 在中线相遇, 既不与筛骨相连也不接于蝶骨区, 其后与后腭方软骨相接; 上颌骨1对, 位于腭方软骨的前腹缘, 呈片状向后延伸, 共同组成口裂前缘; 方轭骨1对, 呈“Y”形, 前端和后端分别紧贴下颌骨和上颌骨, 突出为关节相连处。下颌分为: 齿骨一对, 为硬骨, 位于下颌前缘正中, 由结缔组织相连; 米克尔氏软骨镶嵌于齿骨内侧, 为一对细长的软骨。

西伯利亚鲟幼鱼舌弓有: 舌颌骨1对, 整体呈哑铃型, 该骨骼两端为软骨, 中间部分已开始骨化, 位于颅骨侧面; 关节骨1对, 为棒状软骨, 一端与上舌骨相连; 下舌骨后缘与基鳃软骨相连, 呈短柱状, 前端与角舌骨相关节。

西伯利亚鲟幼鱼鳃弓尚未出现骨化, 主要有

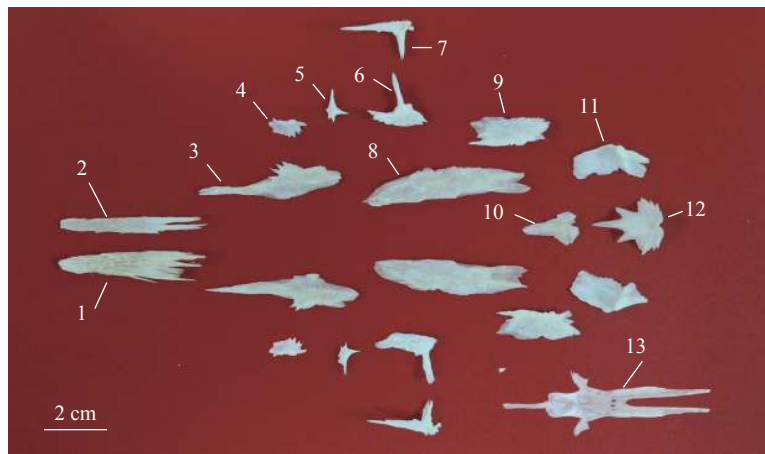


图 1 西伯利亚鲟幼鱼脑颅硬骨

Fig. 1 Neurocranium hardbone of *Acipenser baeri*

1. 吻骨Rostral; 2. 犁骨Vomer; 3. 额骨Frontal; 4. 鼻骨Nasale; 5. 围眶骨Circumorbital; 6. 眶上骨Supraorbitale; 7. 眶下骨Suborbital; 8. 顶骨Parietal; 9. 翼耳骨Pterotic; 10. 中额骨Mesofrontalia; 11. 后颞骨Posttemporal; 12. 第一背骨板First back shield; 13. 副蝶骨Parasphenoid. 1, 2, 10, 12, 13各骨块位于脑颅中轴位置, 单个存在, 3—9, 11各骨块对称排列, 成对存在; 1—12各骨块位于脑颅背面, 13骨块位于脑颅腹面

1, 2, 10, 12, 13 bone is a single skeleton located in middle axis of neurocranium, 3—9, 11 bone are mated and symmetric; 1—12 is located on the back of neurocranium, 13 bone is located in the venter of neurocranium

5对鳃弓。其组成从背部到腹部分别为咽鳃软骨2对、上鳃软骨4对、角鳃软骨5对、下鳃软骨3对及基鳃软骨1枚。下鳃软骨,前三对鳃弓连接于同

一块基鳃软骨上,是腹面较短的软骨,后两对鳃弓没有此软骨;角鳃软骨,五对鳃弓都有此软骨,而前三对鳃弓通过下鳃软骨与基鳃软骨相关节,所以后两对角鳃软骨直接与基鳃软骨相连接;咽鳃软骨,前两对鳃弓有此软骨,与上鳃软骨相关节。鳃盖骨由鳃条骨和下鳃盖骨组成。下鳃盖骨呈不规则锯齿状,前端与鳃条骨相连,位于鳃部腹面,鳃条骨角舌骨硬骨部分。

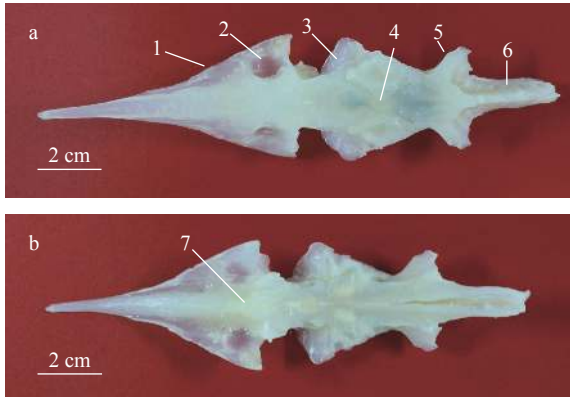


图2 西伯利亚鲟脑颅软骨

Fig. 2 Neurocranium cartilage of *Acipenser baeri*

a. 脑颅软骨背面The back of neurocranium cartilage; b. 脑颅软骨腹面The venter of neurocranium cartilage. 1. 嗅窝Olfactory fossa; 2. 眼窝Eye socket; 3. 三叉神经孔Trigeminal foramen; 4. 软骨颅Chondrocranium; 5. 后颞骨软骨Posttemporalis cartilage; 6. 枕骨软骨区Occipital cartilage area; 7. 犁骨Parasphenoid

脊柱 (Columna vertebralis) 西伯利亚鲟的脊柱按其形态不同可分为躯干部脊柱和尾部脊柱。躯干部脊柱可以分为: (1)基背片(Basidorsal),呈弧形,由几片小软骨组成,在基背片之间还存在间背片(Interdorsol); (2)脊索(Notochord),西伯利亚鲟属于软骨硬鳞鱼类,脊索非常发达,从前到后纵贯身体背中线,呈圆柱形,脊索外面围有脊索鞘,位于髓弓的腹面,脊索从臀鳍后上方开始弯曲支持歪尾的上叶; (3)基腹片(Basiventral),在脊索的腹面两侧都有一个小点突起,两基腹片之间有间腹片(Inter ventral)。肋骨,在基腹片的末端有一个细长的软骨,为肋骨(图4)。

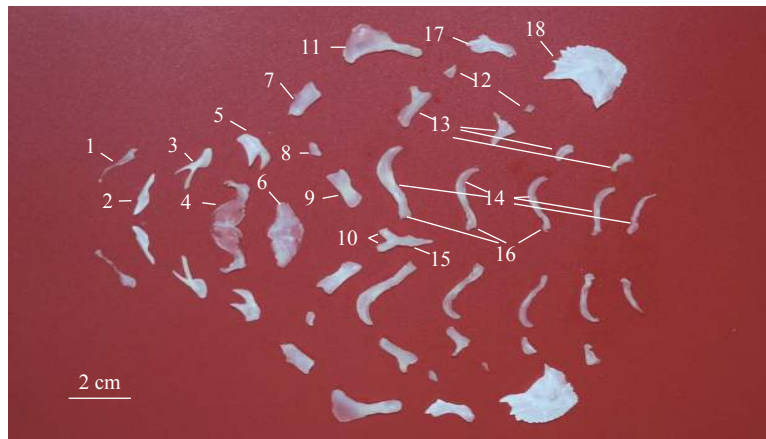


图3 西伯利亚鲟咽颅骨骼

Fig. 3 Splanchnocranium skeleton of *Acipenser baeri*

1. 米克尔氏软骨Cartilago Meckeli; 2. 齿骨Dentary; 3. 方颞骨Quadratojugal; 4. 腭方软骨Palatoquadrate; 5. 上颌骨Maxilla; 6. 后腭方软骨Posterior palatoquadrate; 7. 关节骨Articular; 8. 上舌骨Epihyoideum; 9. 角舌骨Ceratohyale; 10. 下舌骨Hypohyal; 11. 舌颌骨Cartilage hyomandibulare; 12. 咽鳃软骨Pharygobranchial; 13. 上鳃软骨Epibranchial; 14. 角鳃软骨Ceratobranchial; 15. 基鳃软骨Basibranchial; 16. 下鳃软骨Hypobranchial; 17. 鳃条骨Branchiostegal; 18. 下鳃盖骨Suboperculum除6, 15骨块外,其他骨块均成对存在In addition to bone 6, 15, all the other bones were mated

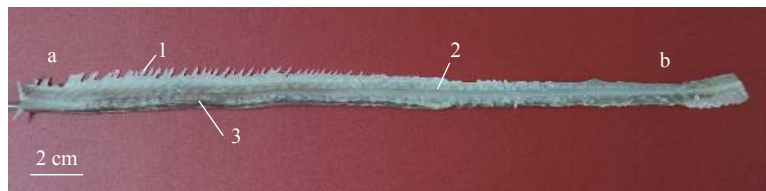


图4 西伯利亚鲟幼鱼脊柱

Fig. 4 Vertebral column of *Acipenser baeri*

a. 近头端Near the head; b. 近尾端Near the rump; 1. 基背片Basidorsal; 2. 脊索Notochord; 3. 基腹片Basiventral

2.2 附肢骨骼

西伯利亚鲟附肢骨骼由鳍条、支鳍骨骼和肩带骨构成。鳍条包括胸鳍、腹鳍、臀鳍、背鳍、尾鳍(图5)。胸鳍在鳃盖后侧下方,第一鳍条宽大,基部呈中空的三角体,为鳍棘。腹鳍腹位,且最末端不达背鳍起点下方。背鳍靠后,上缘微凹,第一鳍条最长。臀鳍的起点大约在背鳍中部。西伯利亚鲟尾鳍为歪尾形,后缘凹形。在各鳍条的基部还存在两排幅状软骨,而在胸鳍和腹鳍幅状软骨下方还有一排基鳍软骨存在。

西伯利亚鲟幼鱼的背骨板数为14—15枚,在背骨板中,靠身体前端12—13枚骨板,形态发育完全,呈心形,中间突起并朝向尾鳍方向,表面粗糙,而后端的2枚骨板,有1枚发育完全,为椭圆形且周围呈不规则锯齿状,而另1个骨板处于发育状态,个体较小,位于最末端。左侧骨板数为39—43个,右侧骨板数为39—45个,西伯利亚鲟躯体前端的侧骨板呈蝶形,中间有脊状突起,从前至后依次减小,骨板边缘有不规则突起,且骨板表面有呈中间向边缘发散的突起,后端侧骨板形状不规则,但其他特征和前端侧骨板相同。左右腹骨板数均为10个,西伯利亚鲟腹骨板呈不规则星芒状,每个骨板均有一个突刺较长,朝向头部方向(图6)。

西伯利亚鲟幼鱼肩带位于脏颅的后方两侧,由膜质的上匙骨、匙骨、乌喙骨和乌喙部软骨组成。上匙骨1对,前端与后颞骨相连,后端覆盖在匙骨前缘,形状不规则,后端尖细,前端分叉。匙骨1对,呈匙形,前端与上匙骨相连,同样覆盖于乌喙部软骨外缘上侧。乌喙骨1对,紧贴匙骨腹缘,其腹面为乌喙部软骨。乌喙部软骨呈不规则形的软骨,中部有两孔,且两块软骨分界不明显。肩带部分还有一块无名骨,位于鱼体腹面,两块乌喙骨连接处,呈桃形(图7)。

3 讨论

相较于其他硬骨鱼类来说,目前有关鲟形目鱼类骨骼系统形态特征方面的研究报道还较少。国内首次报道是于1960年对白鲟的骨骼系统做了系统的解剖,并对其骨骼系统的形态特征进行较为详细的描述^[11],而后孟庆闻等^[20]对白鲟的脑颅和咽颅进行了相关的描述,但其结果与之前有关白鲟的骨骼系统的研究存在差异。之后李云等^[21]综合前期有关白鲟骨骼系统的研究报道,又对其骨骼系统中咽颅、肩带、腰带等部分骨骼进行了补充修正,这三次有关白鲟骨骼系统形态特征的研究也是目前有关鲟形目鱼类骨骼系统研究中较为完善的参考资料。目前还有学者对达氏鲟^[12]、中华鲟^[13]、施氏鲟^[14]等其他种类的鲟形目鱼类骨骼系统形态特征进行了相关的研究。

本研究发现,西伯利亚鲟骨骼系统总体上看与白鲟^[11]、达氏鲟^[12]、中华鲟^[13]及施氏鲟^[14]等鲟形目鱼类相似度较高,其颅骨、脊柱和附肢骨骼组成大致相同,而差异较大的为颅骨,而与达氏鲟幼鱼的骨骼系统^[22]差异较大。鲟类的颅骨骨骼均由一整块完整的软骨和附着的膜骨所组成。其中膜骨的组成大致相同,如额骨、顶骨、枕骨、吻骨、眼眶骨、犁骨、副蝶骨、后颞骨等,但有部分骨骼存在明显的差异。西伯利亚鲟的骨骼系统中存在中额骨和鼻骨,但在白鲟^[11]、达氏鲟^[12]、中华鲟^[13]中未见中额骨,在达氏鲟和中华鲟的报道中未见到鼻骨。同时,其他鲟鱼骨骼系统中发现的部分骨骼在西伯利亚鲟中却未发现,如在中华鲟^[13]的眶上骨和额骨之间存在后额骨,在中华鲟^[13]、白鲟^[11]和施氏鲟^[14]耳软骨囊的前方及两侧有骨化的耳骨,在白鲟位于眼窝之侧壁存在翼骨,而西伯利亚鲟骨骼系统中均未发现这些骨骼。可见,西伯利亚鲟虽然与已有研究的鲟形目鱼类的骨骼系统相似度较高,与施

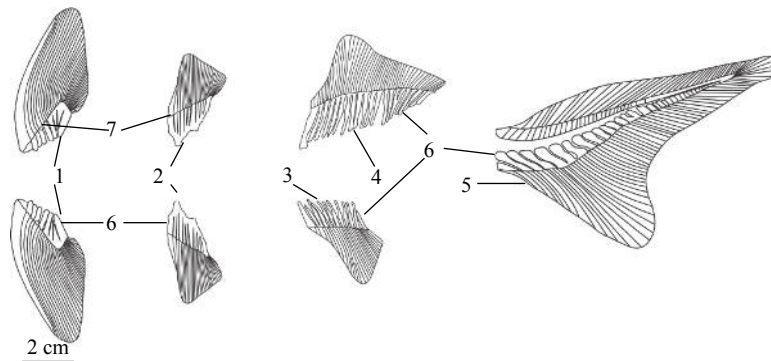


图5 西伯利亚鲟幼鱼鳍条

Fig. 5 Pterygiophore of *Acipenser baeri*

1. 胸鳍Pectoral fin; 2. 腹鳍Pelvic fin; 3. 臀鳍Anal fin; 4. 背鳍Dorsal fin; 5. 尾鳍Tail fin; 6. 幅状软骨Radialium; 7. 基鳍软骨Basipterygium

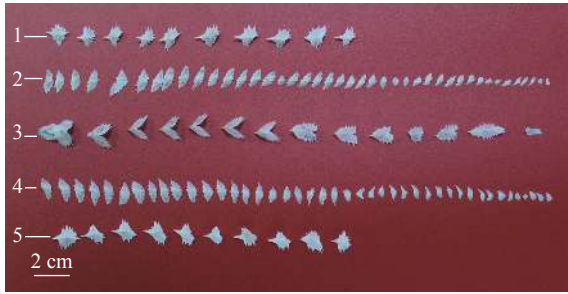


图 6 西伯利亚鲟幼鱼外骨板

Fig. 6 Osteone of *Acipenser baeri*

1. 右腹骨板Right ventral shield; 2. 右侧骨板Right lateral shield; 3. 背骨板Back shield; 4. 左侧骨板Left lateral shield; 5. 左腹骨板Left ventral shield

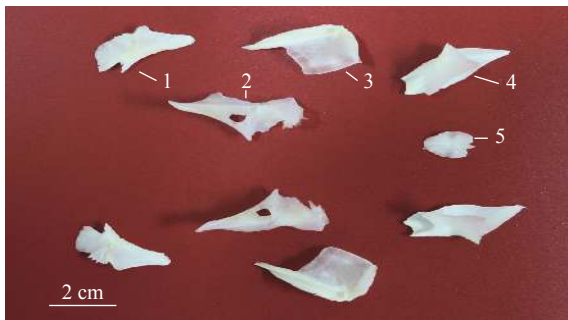


图 7 西伯利亚鲟幼鱼肩带骨骼

Fig. 7 Shoulder girdle skeleton of *Acipenser baeri*

1. 上匙骨Supracleithrum; 2. 乌喙部软骨Coracoidea cartilage; 3. 匙骨Cleithrum; 4. 乌喙骨Coracoidea; 5. 无名骨

氏鲟在骨骼组成与构造更为接近, 表明西伯利亚鲟与施氏鲟亲缘关系相对更近, 一些分子遗传学研究结果^[23]也证实了这点。有学者在对云南抚仙湖鱼类的调查中发现湖中鱼类具有一系列共同的生物学特征, 如在主要由骨骼系统支撑和决定的体型方面, 生活习性接近的鱼类, 其体型往往也较为相似^[24]。西伯利亚鲟和施氏鲟骨骼组成与构造接近其原因可能是长期生活在高纬度低温区域^[8], 在进化过程中为了适应低温环境发生适应性变化, 导致两者骨骼组成和构造相较于其他鲟形目鱼类更为接近。有关鲟形目鱼类骨骼系统的差异及其原因, 还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Berge N C. Modern and Fossil Fish-shaped Animals and Fish Taxonomy [M]. In: Cheng Q T (Eds.), Beijing: Science Press. 1959, 1—265 [贝尔格 N C. 现代和化石鱼形动物及鱼类分类学. 成庆泰, 译. 北京: 科学出版社. 1959, 1—265]
- [2] Moy-Thomas J A, Miles R S. Palaeozoic Fishes [M]. In: Wang J Q, Liu X T, Liu Y H (Eds.), Beijing: Science Press. 1981, 1—263 [Moy-Thomas J A, Miles R S. [古生代鱼类. 王俊卿, 刘宪亭, 刘玉海, 译. 北京: 科学出版社. 1981, 1—263]
- [3] Wu Y F, Wu C Z. The Fishes of the Qinghai Xizang Plateau [M]. Chengdu: Sichuan Science and Technology Publishing House. 1992, 67—67 [武云飞, 吴翠珍. 青藏高原鱼类. 成都: 四川科学技术出版社. 1992, 67—67]
- [4] Xing L L, Yang G S, Gao W, et al. Skull system of *Ophiocephalus argus* Cantor [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Univeraitatis NeiMenggol*, 1997, **28**(5): 678—686 [邢莲莲, 杨贵生, 高武, 等. 乌鳢骨骼系统的解剖. 内蒙古大学学报, 1997, **28**(5): 678—686]
- [5] Yang S Y, Liao Y F, Yang K, et al. Skull system of *Schizothorax prenanti* [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2012, **25**(4): 1478—1482 [杨世勇, 廖宇峰, 杨坤, 等. 齐口裂腹鱼头骨系统解剖. 西南农业大学学报, 2012, **25**(4): 1478—1482]
- [6] Zhao H T, Chen Y X, Hu S Y, et al. Study on the skeletal system of *Schizothorax graham* [J]. *Sichuan Journal of Zoology*, 2012, **31**(2): 269—273 [赵海涛, 陈永祥, 胡思玉, 等. 昆明裂腹鱼骨骼系统解剖. *四川动物*, 2012, **31**(2): 269—273]
- [7] Chen Y X, Liu J, Liu L. Comparative osteology in eight sparid fishes (Osteichthyes: Perciformes) with remarks on their classification [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2014, **38**(9): 1360—1374 [陈咏霞, 刘静, 刘龙. 中国鲷科鱼类骨骼系统比较及属种间分类地位探讨. 水产学报, 2014, **38**(9): 1360—1374]
- [8] Zhang Z F, Shi Y H, Zhang G Y, et al. Early development of the vertebral column and the appendicular skeleton in the *Coilia nasus* [J]. *Fisheries Science & Technology Information*, 2015, **42**(4): 175—178 [张宗锋, 施永海, 张根玉, 等. 刀鲚脊柱及附肢骨骼早期发育研究. 水产科技情报, 2015, **42**(4): 175—178]
- [9] Wang X Z, He S P. The osteological feature of *Aspidoparia morar* (Hamilton), 1822, with special reference to its systematic position [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2002, **26**(3): 253—258 [王绪楨, 何舜平. 异鲟的骨骼形态及其属的分类位置. *水生生物学报*, 2002, **26**(3): 253—258]
- [10] Zhou S J, Ma T, Hu J, et al. Skeleton development observation of *Lates calcarifer* larva fish [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2018, **49**(3): 592—598 [周胜杰, 马婷, 胡静, 等. 尖吻鲈仔鱼骨骼发育观察. *南方农业学报*, 2018, **49**(3): 592—598]
- [11] Southwest normal university biology department animal teaching and research group. The anatomy of *Psephurus Gladius* (Maztens) [J]. *Journal of Southwest China Normal University*, 1960, **2**: 79—129 [西南师范学院生物系动物教研组. 白鲟鱼 *Psephurus Gladius* (Maztens) 的解剖. 西南师范学院学报, 1960, **2**: 79—129]
- [12] Southwest normal university biology department animal teaching and research group. The anatomy of *Acipenser*

- dabnynus* (Deumaryl) [J]. *Journal of Southwest China Normal University*, 1960, **2**: 72—121 [西南师范学院生物系动物教研组. 黄鲟鱼 *Acipenser dabnynus* (Deumaryl) 的解剖. 西南师范学院学报, 1960, **2**: 72—121]
- [13] Luo Q S, He X F. The anatomy of *Acipenser sinensis* Gray [J]. *Journal of Southwest China Normal University* (Natural Science Edition), 1980, **2**: 7—30 [罗泉笙, 何学福. 中华鲟的解剖. 西南师范学院学报(自然科学版), 1980, **2**: 7—30]
- [14] Li H M, Ning H L, Yuan J K. The anatomy of the skeletal system of *Acipenser schrencki* Brandt [J]. *Journal of Harbin Normal University* (Natural Science), 1964, 157—168 [李怀明, 宁惠兰, 袁敬坤. 北鲟 *Acipenser schrencki* Brandt 骨骼系统解剖. 哈尔滨师范学院学报(自然科学版), 1964, 157—168]
- [15] Zhang S Y. Fauna Sinica: Osteichthyes, Acipenseriformes Elopiformes Clupeiformes Gonorrhynchiformes [M]. Beijing: Academic Press. 2000, 28—42 [张世义. 中国动物志: 硬骨鱼纲, 鲟形目 海鲢目 鲱形目 鼠鲱目. 北京: 科学出版社. 2000, 28—42]
- [16] Sun D J, Yang D G, Zhang L Z, et al. Chinese Sturgeon Cultivation [M]. Beijing: China Agriculture Press. 2015, 1—37 [孙大江, 杨德国, 章龙珍, 等. 中国鲟鱼养殖. 北京: 中国农业出版社. 2015, 1—37]
- [17] Luo G. The biological characteristics and artificial propagation techniques of *Acipenser baerii* [J]. *Animal Husbandry and Feed Science*, 2011, **5**: 72—111 [罗刚. 西伯利亚鲟的生物学特性及其人工繁殖技术. 畜牧与饲料科学, 2011, **5**: 72—111]
- [18] Bing Z. Anatomy of *Cyprinus carpio* [M]. Beijing: Science Press. 1960, 6—24 [秉志. 鲤鱼解剖. 北京: 科学出版社. 1960, 6—24]
- [19] Chen B, Wang Y Z. Introduce a transparent bone specimen staining method [J]. *Bulletin of Biology*, 2002, **37**(4): 57 [陈彬, 王跃招. 介绍一种透明骨骼标本染色法. 生物学通报, 2002, **37**(4): 57]
- [20] Meng Q W. Comparative Anatomy of Fish [M]. Beijing: Science Press. 1987, 251—262 [孟庆闻. 鱼类比较解剖. 北京: 科学出版社. 1987, 251—262]
- [21] Li Y, Diao X M, Chen L. Supplement and revision of the skeletal system of *Psephurus gladius* [J]. *Journal of Southwest Agricultural University*, 1997, (1): 36—46 [李云, 刁晓明, 陈林. 白鲟骨骼系统的补充修正. 西南大学学报(自然科学版), 1997, (1): 36—46]
- [22] Guo C J, Zhao W, Shi Z G, et al. Skeletal system of juvenile kaluga sturgeon *Huso dauricus* [J]. *Journal of Dalian Ocean University*, 2016, **31**(3): 301—306 [郭长江, 赵文, 石振广, 等. 达氏鳇幼鱼骨骼系统解剖研究. 大连海洋大学学报, 2016, **31**(3): 301—306]
- [23] Liang L Q, Sun X W, Dong C Z, et al. PCR analysis on genetic diversity of five species of *Acipenseridae* and *Huso* [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2002, **9**(3): 273—276 [梁利群, 孙效文, 董崇智, 等. 5种鲟、鳇鱼基因组DNA遗传多样性分析. 中国水产科学, 2002, **9**(3): 273—276]
- [24] Yang J X. The biological of fishes of Fuxain lake, Yunnan, with comments on their adaptations to the lacustrine environments [J]. *Zoological Research*, 1994, **15**(2): 1—9 [杨君兴. 云南抚仙湖鱼类的若干生物学特性及其对湖泊环境的适应. 动物学研究, 1994, **15**(2): 1—9]

THE ANATOMY OF THE SKELETAL SYSTEM OF *ACIPENSER BAERII* JUVENILE

LIU Zhao, ZHAO Zhong-Meng, YANG Shi-Yong, HUANG Xiao-Li, LU Ying, FENG Yang, DUAN Jing and DU Zong-Jun

(Department of Aquaculture, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China)

Abstract: To investigate the structure characteristics of skeleton of *Acipenser baerii*, the conventional method was used to study the skeletal system of *A. baerii* Brandt mainly focusing on morphology and taxonomy. The results showed that the skeletal system of *A. baerii* Brandt juvenile consists of two parts, axial skeleton and appendicular skeleton. The axial skeleton of *A. baerii* was composed of skull, vertebral column and ribs. The appendicular skeleton of *A. baerii* included fin-ray, pterygiophore and girdle. We found that the skeletal system of *A. baerii* Brandt was more similar to *Acipenser schrencki* Brandt than other sturgeons, which probably explained by the long-term life adaptation to the high latitude and low temperature environment.

Key words: *Acipenser baerii* Brandt; Skeletal system; Environmental adaptation