

文章编号: 1000-5692(2003)03-0240-05

## 3种鹭骨骼比较形态学研究

朱曦, 汪梅蓉, 韩红

(浙江林学院 生命科学院, 浙江 临安 1311300)

**摘要:** 采集夜鹭、白鹭和池鹭3种成鸟制成骨骼标本, 比较3属3种鹭骨骼形态结构。结果表明头部骨块愈合较好, 腭罩不完整。腭骨成一对细的前后平伸的骨片, 颌骨及左右颌骨在中部不合并, 犁骨亦在中央开口分裂成索腭型。胸骨内面中线后部有大小不一的卵圆形凹穴, 不同个体凹穴大小有差别, 其原因可能与个体发育程度不同有关。图3表1参19

**关键词:** 动物解剖学; 鹭; 夜鹭; 白鹭; 池鹭; 骨骼

**中图分类号:** Q954.5      **文献标识码:** A

国内有鹭20种<sup>[1,2]</sup>, 为鹭种类较多的国家之一。有关鹭类繁殖生态生物学<sup>[3-8]</sup>、群落空间生态位和种间关系<sup>[9]</sup>、行为生态学<sup>[10]</sup>、卵生物学和超微结构<sup>[11,12]</sup>、生态环境改变与鹭类营巢关系<sup>[13]</sup>、营巢地选择和资源保护<sup>[14-19]</sup>等已有报道。夜鹭 *Nycticorax nycticorax*、池鹭 *Ardeola bacchus* 和白鹭 *Egretta garzetta* 为鹭种中分布广且种群密度高的种类。由于近年来实施鸟类保护以及生态环境改善, 鹭群数量增加, 分布范围扩大, 并对人类的经济活动产生影响, 而成为受关注的鸟类之一<sup>[17,18]</sup>。鹭类骨骼系统除Adams<sup>[19]</sup>曾对夜鹭作过研究外, 未见其他报道。作者对3种鹭成体骨骼进行了比较形态学研究, 现将结果作一报道。

### 1 材料和方法

将1997~1998年杭州笕桥机场采集的夜鹭、白鹭和池鹭成鸟各3只, 浸入70~80℃热水中15 min, 取出, 拔去羽毛, 剥去皮肤, 剖腹清除内脏。剔除头部、躯干部和四肢肌肉后将鸟体浸入清水中自然腐烂, 7~10 d后取出。用自来水冲洗, 再浸入0.1~0.2 mol·L<sup>-1</sup>氢氧化钠溶液中腐蚀, 12~24 h后取出, 去除已腐蚀的残肉, 然后再浸渍3~4 h, 再取出, 去残肉, 反复几次。浸渍去肉后, 将骨架放在自来水中冲洗30 min, 洗净残留的碱液和肌肉碎屑, 然后晒干, 备用。

### 2 结果

#### 2.1 中轴骨骼

2.1.1 头骨 鹭的头部骨块已广泛愈合, 骨缝消失形成一完整的结构。头骨很轻, 夜鹭头骨(包括上下喙)6.5 g, 仅占体质量的1.02%; 白鹭头骨3.4 g, 占体质量的0.92%; 池鹭头骨2.7 g, 占体质量的1.03%。颅腔较大。前颌骨和上颌骨及二者之间狭长的鼻骨向前伸延形成长喙。白鹭与池鹭和夜鹭上喙长度相差较大(表1)。鼻孔狭长与前端的鼻沟相通, 额骨背面中央有一凹沟。夜鹭最为明显, 池鹭次之, 白鹭稍平(图1)。

收稿日期: 2003-02-29; 修回日期: 2003-05-05

作者简介: 朱曦(1944—), 男, 浙江金华人, 教授, 从事脊椎动物区系、生态学和保护生物学研究。E-mail: zhuxi@zjfc.edu.cn  
?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 白鹭、池鹭和夜鹭部分骨骼量度比较

Table 1 The measures of the bones of three species of egrets

骨 骼	骨骼量度平均值/mm		
	白鹭 <i>E. garzetta</i>	池鹭 <i>A. bacchus</i>	夜鹭 <i>N. nycticorax</i>
上喙长	81.0	69.2	69.0
鼻孔长 (鼻孔最宽部)	13.9 (3.5)	12.6 (3.6)	16.2 (5.0)
鼻孔前缘至方骨距离	48.8	45.4	61.6
前颌骨尖端至方骨距离	112.5	94.5	110.5
两眼眶间的额骨宽度	13.7	12.3	15.6
枕骨大孔横径 (纵径)	5.5 (4.9)	5.3 (4.4)	5.7 (5.2)
下颌骨左右关节后突端点距离	12.0	13.8	22.6
尾椎长度	23.9	19.5	22.7
肱骨长 (骨干中段宽)	101.1 (6.2)	83.5 (4.8)	108.2 (6.1)
尺骨长 (骨干中段宽)	120.5 (4.8)	98.0 (3.5)	119.3 (4.6)
桡骨长 (骨干中段宽)	114.5 (3.3)	92.0 (2.7)	118.0 (2.8)
前肢第 2 掌骨长 (骨干中段宽)	59.0 (3.8)	47.0 (2.7)	61.0 (2.9)
前肢第 3 掌骨长 (骨干中段宽)	51.0 (1.5)	42.0 (1.3)	53.0 (1.4)
第 1 指骨长	7.1	6.2	(未测)
左右髌骨前端最凸起处距离	17.1	16.2	19.3
左右坐骨大孔上方髌骨最凸处距离	25.8	21.9	26.8
左右髌骨后端的外侧缘距离	21.0	15.7	27.3
髌骨前端最凸起处至髌骨后端外侧缘距离	53.5	46.9	61.8
跖骨长	58.0	56.0	67.0

颅骨侧面, 眼眶前壁为泪骨, 上顶壁为额骨, 后壁为眶蝶骨和翼蝶骨组成。左眼眶与右眼眶之间有很薄的眶间隔, 在眶间隔前方有较大的孔, 使左右眼眶相通连。在眼眶后壁上方有大的孔与脑室相通, 在此大孔右下方另有一较小的孔, 使左右眼眶之间相通并向后与脑室相通。上颌骨后端与细长的颧骨相连。颧骨后端又与棒状的方轭骨相连, 方轭骨向后又与方骨相关节, 形成鸟类特有的下颧弧。犁骨位于上喙底面, 前蝶骨又与基枕骨相接, 同时向两旁呈“八”字形发出 2 块翼骨联结腭骨、基蝶骨与方骨。基枕骨、外枕骨和上枕骨共同围成枕骨大孔。枕髁 1 个, 位于基枕骨上。鹭的腭罩因各骨的缩小及变形而不完整。腭骨成 1 对细的前后平伸的骨片, 在腭骨之前有一犁骨, 为左右二骨愈合而成。犁骨后的细长棒状骨为副蝶骨吻突, 其后方展开贴于基蝶骨腹前方, 吻突与背上的眶间隔愈合。翼骨与副蝶骨吻突作关节但不连犁骨, 二者以腭骨间隔。腭骨与翼骨间有可动关节。左右颌骨及腭骨在中部不合并, 犁骨亦在中央开口分裂, 因此属鸟类新腭型中的索腭型类型。下喙由齿骨、关节骨、隅骨、夹板骨和上隅骨等愈合前伸形成。下喙基部与方骨和下颧弧相关节。

2.1.2 颈椎 颈椎 13 枚, 第 1 枚为寰椎, 呈环状, 前关节面深凹为关节窝与头骨枕骨大孔下方的单枕髁相接。第 2 枚枢椎, 椎体上具向前伸的齿突伸入寰椎 (图 2)。枢椎以后的颈椎均具 3 个关节面与前后的颈椎相关节。椎体具马鞍状关节面, 这样的联结方式既坚固而又转动灵活。这与鹭类躯干部脊椎骨愈合, 以及前肢变为翅膀有关, 并可以借异常灵活而长的颈部来加以补偿。在每个颈椎椎体的 2 侧分别形成椎动脉孔。

2.1.3 胸椎和胸骨 胸椎 8 枚, 从第 6 枚开始与荐椎愈合。胸椎上均附有肋骨。肋骨分为 2 部分, 上部椎肋与胸椎相联结, 下部胸肋与胸骨联结, 均为硬骨。第 2~5 胸椎肋骨具钩状突起。在胸椎下方有很大的胸骨。胸骨前缘中央向前伸为胸骨柄。上有中央气孔, 为气孔与胸骨和龙骨突的联结通道。胸骨内面中线后部有大小不一的卵圆形凹穴, 不同个体凹穴大小有差别, 其原因可能与个体发育程度不同有关。

胸骨后方与胸肋连接, 前方与喙骨相连。在胸骨中央有发达的龙骨突起, 其前方与锁骨下缘相接。胸骨前端 2 侧均有角状突起的前侧突。胸骨后端为剑突, 后端上部 2 侧形成后侧突 (图 2)。

2.1.4 综荐骨 综荐骨是鸟类特有的结构, 由少数胸椎 (1~2 枚)、腰椎、荐椎及一部分尾椎愈合而成, 又与宽大的骨盘 (髌骨、坐骨和趾骨) 相愈合, 使鸟类在地面步行时获得支持身体的坚实支架。

2.1.5 尾椎 前几枚尾椎参与形成综荐骨。鹭类具游离尾椎 7~9 枚, 最后几枚尾椎愈合成一纵扁

形舵状的尾综骨，其下部较厚，上端薄。

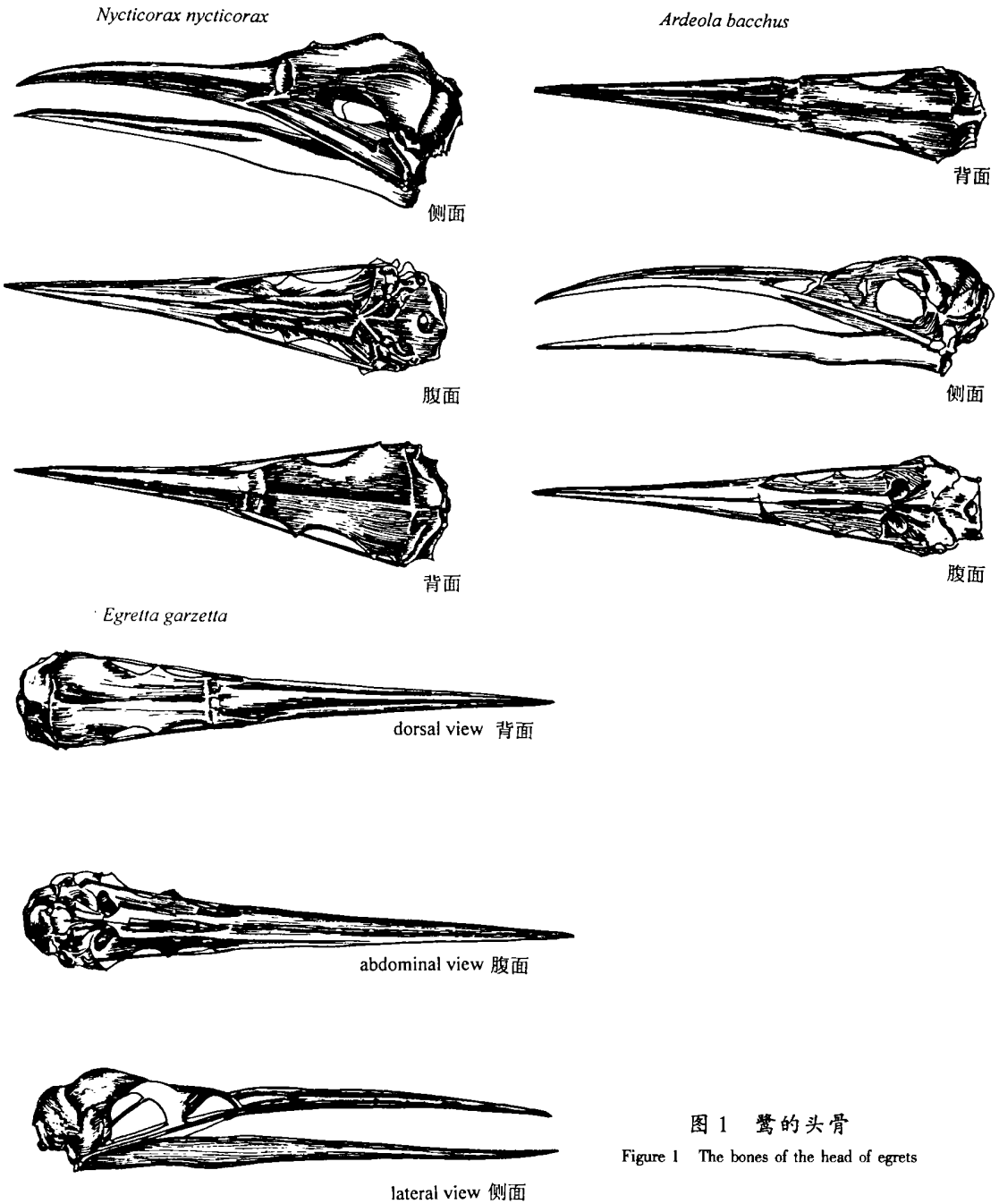


图1 鹭的头骨  
Figure 1 The bones of the head of egrets

## 2.2 附肢骨

2.2.1 肩带 肩带由肩胛骨、乌喙骨和锁骨构成。3块骨的联结处构成肩臼，与翼的肱骨相关节。肩胛骨位于肋骨背方，沿1~5对肋骨由前向后伸延，弯曲略呈长刀状。乌喙骨粗壮，由肩带伸向腹面与胸骨联结。左右锁骨以及退化的间锁骨在腹中线处愈合为“V”型，并附于胸骨的龙骨突起上端(图2)。

2.2.2 前肢骨 肱骨长而粗壮，肱骨头与肩带相关节，在其近端和远端分别突出的侧结节、内结节和桡上髁与尺上髁为翼肌提供了强大的附着点。尺骨粗长，在骨干外侧有1行12个小的突起，可能与肌肉附着有关。桡骨比尺骨短而细，微弯曲，在尺骨、桡骨与掌骨联结处，尺骨侧有第3腕掌骨。桡骨侧有第2腕掌骨。第2~3腕掌骨2端均愈合，其余腕骨与掌骨融合成腕掌骨，不可区分。前肢

第2掌骨最大, 第3掌骨比第2掌骨细。第2掌骨近端的各个关节面分别与尺骨和桡骨相关节。第1指骨仅具1骨节, 长度上白鹭为7.1 mm, 池鹭6.2 mm。端部与第2掌骨近端的突起相联结。第2指骨具2骨节, 第1节较粗长, 并向一侧延生出宽扁的骨片。白鹭第1骨节长为19.9 mm, 第2节尖细, 呈锥状, 尖端稍弯曲, 第3指骨与第2~3掌骨的第3掌骨侧相关节, 较短。

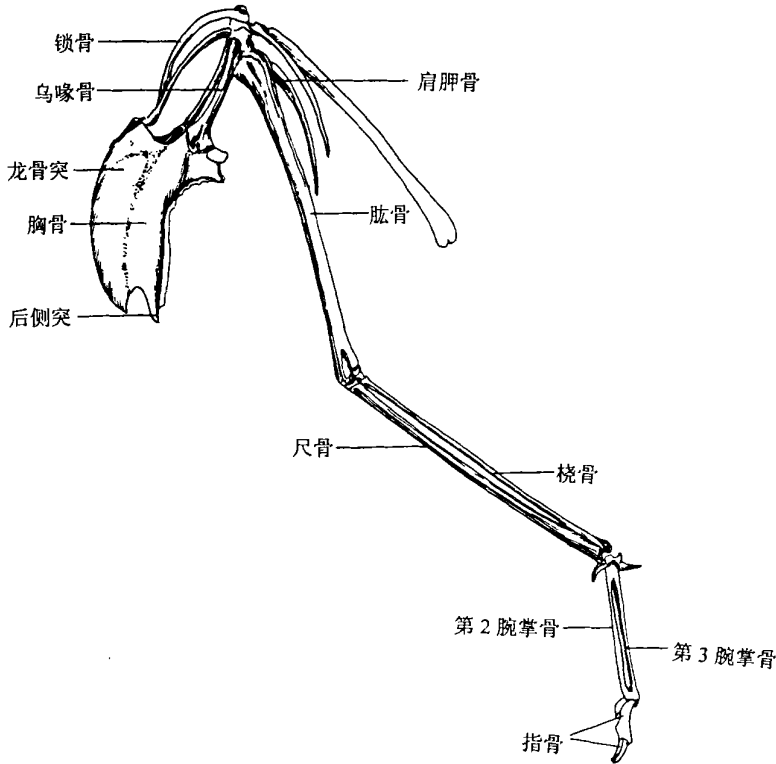


图2 鹭的肩带、胸骨和前肢骨

Figure 2 The shoulder girdle sternum and skeleton of wing

2.2.3 腰带 腰带由髌骨、坐骨和耻骨愈合而完整的骨架。髌骨呈长形, 前半部向内凹陷, 后半部向外凸出。髌骨的前缘附于最末2肋骨之椎肋基部, 内缘部分与愈合荐椎的外缘相愈合。在髌骨的后部向外延伸坐骨。耻骨较退化而呈细棒状, 沿坐骨外侧下缘伸延, 其末端与坐骨相并连。左右坐骨和耻骨在腹中线处没有联结, 而向侧后方伸展构成“开放式骨盘”(图3)。髌骨与坐骨之间有一大型的髌坐骨孔, 其长径白鹭为8.9 mm, 宽径5.2 mm。坐骨与耻骨之间形成较小的卵圆形闭孔, 其长径白鹭为4.1 mm。髌骨、坐骨和耻骨之间共同形成髌臼与后肢股骨相关节。

2.2.4 后肢骨 后肢骨强健, 髌骨以髌骨头和髌臼相关节, 有髌骨头外侧形成球状突起。髌骨的近端中间形成凹面, 呈滑车形, 2侧为弧形髌。整个股骨长。胫跗骨与近端有2个髌, 分别与髌的内侧和外侧髌相关节。在胫跗髌的前面较大的2个隆起形成嵴, 供肌肉附着。胫跗部的外侧面为退化成刺状的腓骨, 在腓骨和胫跗骨之间有长形的孔隙。跗跖骨位于胫跗骨之下, 由远端退化的跗骨与其相邻的跖骨相愈合而形成。跗跖骨近端中部突出成凸面, 两侧形成凹面, 与胫跗骨相关节。跗跖骨下端, 每个跖骨各与相应的趾骨相关节。

鹭有4趾, 位于同一平面。后趾具1趾骨, 内趾具2趾骨, 中趾具3趾骨, 外趾具4趾骨, 以中趾为最长。各趾的趾端均具爪。

#### 参考文献:

- [1] Cheng Tso-hsin (郑作新). A synopsis of the avifauna of China[M]. Beijing: Science Press, 1987. 19-35.
- [2] 朱曦, 邹小平. 中国鹭类[M]. 北京: 中国林业出版社, 2001. 1-201.
- [3] 朱曦, 杨春江. 池鹭繁殖生物学和生态学研究[J]. 浙江林学院学报, 1988, 5(2): 197-205.
- [4] 朱曦, 马水龙, 戴永祥, 等. 池鹭繁殖种群数量、活动规律和生物生产量的研究[J]. 生态学报, 1994, 14(1): 75-79.
- [5] 朱曦. 池鹭 *Ardeola bacchus* 营巢和活动规律的研究[A]. 中国鸟类学会水鸟组. 中国水鸟研究[C]. 上海: 华东师范大学出版社, 1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1994. 74—79.

- [6] 朱曦, 杨士德, 邹小平. 浙江省鹭科鸟类组成、密度和生物量研究[J]. 浙江林学院学报, 1998, 15(1): 81—84.
- [7] 朱曦, 邹小平, 杨士德, 等. 白鹭繁殖生态生物学研究[A]. 王兆骞, 胡秉民, 严力蛟. 面向21世纪的生态学[C]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999. 191—199.
- [8] 朱曦, 杨士德, 邹小平, 等. 夜鹭繁殖习性与生长发育研究[J]. 动物学研究, 2000, 21(1): 58—64.
- [9] 朱曦, 章立新, 梁峻, 等. 鹭科鸟类群落的空间生态位和种间关系[J]. 动物学研究, 1998, 19(1): 45—51.
- [10] 朱曦, 杨士德, 邹小平, 等. 鹭行为生态学研究[A]. 台北市野鸟学会, 第3届海峡两岸鸟类研究会论文集[C]. 台北: 文弘企业有限公司, 1998. 283—296.
- [11] 朱曦, 邹小平, 杨士德, 等. 鹭卵清蛋白氨基酸和卵壳矿物元素分析[A]. 中国动物学会. 中国动物科学研究[C]. 北京: 中国林业出版社, 1999. 815—818.
- [12] 朱曦, 杨士德, 邹小平. 4种鹭卵壳的超微结构[J]. 动物分类学报, 2000, 25(1): 116—119.
- [13] 朱曦, 唐陆法. 生态环境改变对鹭类营巢的影响[A]. 郎惠卿, 林鹏, 陆健. 中国湿地研究和保护[C]. 上海: 华东师范大学出版社, 1998. 208—215.
- [14] 朱曦, 林小会, 潘峻峰, 等. 浙江鹭科鸟类的营巢地选择[A]. 中国鸟类学会. 中国鸟类学研究[C]. 北京: 中国林业出版社, 1996. 119—123.
- [15] 朱曦, 陈勤娟, 王政懂. 浙江省鹭类营巢地调查[J]. 浙江林学院学报, 2000, 17(2): 185—190.
- [16] 朱曦, 杨士德, 邹小平, 等. 浙江鹭类资源现状及其保护对策[J]. 动物学杂志, 2001, 36(4): 42—45.
- [17] 陈正修, 陈勇政. 鹭鸕类对水产养殖场食害之调查[J]. 生态研究, 1989, (27): 121—136.
- [18] 王颖, 王侯凯. 鹭鸟对水产养殖业者影响的调查[J]. 生态研究, 1990, (13): 1—39.
- [19] Adams CT. Comparative osteology of the night herons[J]. *Condor*, 1995, 57: 55—60.

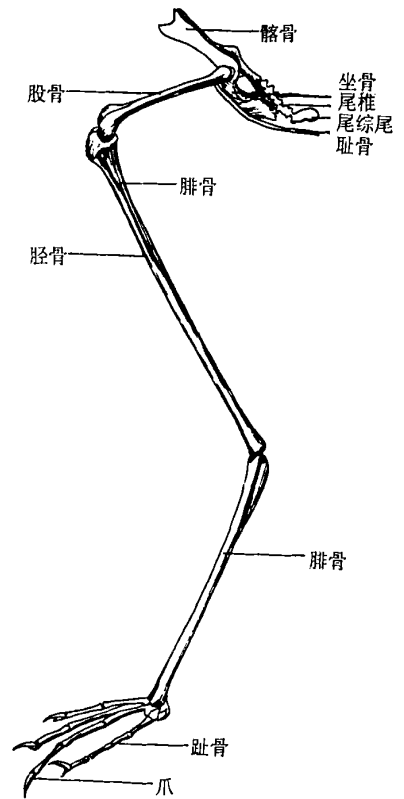


图3 鹭腰带和后肢骨

Figure 3 The pelvic girdle and skeleton of leg and foot

## Comparative morphology study of the skeletons of three species of egrets

ZHU Xi, WANG Mei-rong, HAN Hong

(School of Life Sciences, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** With the skeleton specimens made of fully grown *Nycticorax nycticorax*, *Egretta garzta* and *Ardeola bacchus*, the morphological structures of these three species of egrets from three genera are studied and compared. The results show that the bones on the head heal up well, but palatal plates are incomplete. The jawbones are a pair of thin bone pieces extending flatly to the front and the rear; the maxilla and the left and right maxillas don't consolidate in the central section. The vomers in the middle split into desmognathism. Besides, the investigation shows that there're oval concave openings may attribute to the different development degrees of different individuals. [Ch. 3 fig. 1tab. 19 ref.]

**Key words:** anatomy of animals; egret; *Nycticorax nycticorax*; *Egretta garzta*; *Ardeola bacchus*; skeleton