

新疆准噶尔盆地北缘晚渐新世 一刺猬岩骨形态研究¹⁾

孟津^{1,2} 叶捷¹ 吴文裕¹ 毕顺东¹

1 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所 北京 100044

2 美国纽约自然历史博物馆 纽约 NY 10024

摘要 详细描述了采自新疆准噶尔盆地北缘铁尔斯哈巴合陡坎晚渐新世一刺猬的耳区岩骨结构。晚渐新世地层为该地区的新发现,描述的刺猬岩骨有以下特征:岬内侧面具岩骨前鼓突,腹面具岬动脉与镫骨动脉留下的沟痕,岩骨后鼓突发育并掩盖蜗窗,弓形小窝深大,乳状小突发育。岩骨的某些特殊特征可以用来鉴定某些哺乳动物类群,因此具有系统分类及生物地层意义。

关键词 准噶尔盆地北缘, 渐新世, 刺猬岩骨

中图法分类号 Q915.873

哺乳动物的岩骨是构成耳区的主要结构,也是脑颅侧壁的重要分子。岩骨包含了内耳迷路,其主要结构为耳蜗及骨半规管两部分。岩骨也留有神经血管穿过的孔或印迹。因此,岩骨是哺乳动物身体中最为复杂的一块骨体。由于岩骨的复杂形态,使它较其他骨体具有更多可鉴定的特征。在最近十来年中,其在比较形态学和系统发育重建的研究中意义变得越来越重要。当然,对单独存在的岩骨的鉴定研究还存在一定的难度,一是因为我们对各类哺乳动物岩骨系统研究还不够充分,二是因为化石中保存较好的岩骨也并不多见。目前对单独岩骨的研究主要集中在早期哺乳动物或在高分类阶元类群中,比如对摩尔根兽、多瘤齿兽、有袋类以及真兽类等研究(MacIntyre, 1972; Kermack *et al.*, 1981; Luo, 1989; Wible, 1990; Lillegraven and Hahn, 1993; Meng and Fox, 1995; Fox and Meng, 1997; Wible *et al.*, 1995)。这些研究对哺乳动物耳区和听力的演化,对哺乳动物的系统发育都具有重要意义。在较低分类单元中,对某些类群(如灵长类, MacPhee *et al.*, 1995)的单体岩骨的研究较为深入。但总体上,单独的岩骨研究还处在早期资料积累的阶段。

刺猬科的成员在亚洲第三系是一个较为常见的类群。渐新世后,它们在种类与个体数量上都较始新世类群有明显的增长(Bohlin, 1942; Gould, 1995; McKenna & Bell, 1997; 黄学诗, 1984; 毕顺东, 1999)。这与渐新世后全球气候的变冷变干有一定的关系。这

1) 国家自然科学基金项目(编号:49572080)资助。

收稿日期:1999-02-10

种气候变化与生物演化的关系,不仅在欧洲,在亚洲也相当明显。如被称为亚洲大间断的“蒙古重建”就是这种变化关系的一个例子(Meng & McKenna, 1998; Hartenberger, 1998)。虽然在渐新世后刺猬的化石有明显增长,但较完整的标本在亚洲较为少见(邱占祥等, 1988),所报道的种类多数为牙齿标本(Bohlin, 1942; McKenna and Holton, 1967; 黄学诗, 1984; 邱铸鼎, 1996; 毕顺东, 1999 等),耳区的研究涉及甚少。

本文中我们描述了一块采自新疆准噶尔盆地北缘乌伦古河沿岸晚渐新世地层的刺猬岩骨标本,希望通过对单体的刺猬岩骨较详细的描述,使得早期刺猬的形态学研究能够更加全面,这将有助于对刺猬系统发育和演化的了解。同时,对于一个动物群分子的鉴定增加一些新的内容。

在下面的描述中,解剖学名词主要依据 Wible(1990)。除了个别名词外,相应的中文名词采用 Feneis 著、焦守恕等编译的《汉拉英对照人体解剖学图解词典》,以尽量避免不必要的不同名词翻译。

1 地层简述

新疆准噶尔盆地北缘乌伦古河沿岸的地层古生物曾有过许多研究(见童永生等, 1990; 吴文裕等, 1998)。这一带过去报道的陆相地层从下到上主要有乌伦古河组、索索泉组、哈拉玛盖组和可可买登组(段)。对于它们的时代有不同的看法,主要有两方面的问题:1)索索泉组的时代是最晚渐新世还是早中新世。由此产生的另一个问题是这一套地层是否可能含有渐新世—中新世的界线。2)乌伦古河组是渐新世还是晚白垩纪。

在 1998 年的野外工作中,我们在铁尔斯哈巴合至吃巴尔我义陡坎的索索泉组下部过去一直认为是晚白垩纪乌伦古河组的一套浅色地层中找到了以梳趾鼠(Ctenodactylidae)等小哺乳动物为主的一个新的动物群。初步鉴定有食虫目、翼手目、兔形目、啮齿目、肉食目、偶蹄目和奇蹄目等三十几个种类。这一新动物群的发现,证实索索泉组下伏地层中至少有一部分为晚渐新世而不是过去认为的白垩系,对这个地区的地层古生物工作提出了新的课题。首先,我们可以更有把握地说在铁尔斯哈巴合剖面上同时存在有晚渐新世和早中新世至中中新世的地层。渐新世—中新世的界线也更有可能存在该剖面中,如果不是在索索泉组内,则有可能在索索泉组底部新发现的晚渐新世地层之上。同时,早中新世和中中新世的界线也很有可能存在于剖面中。其次,乌伦古河组的时代应当重新考虑。有关地层和动物群的研究我们将另文探讨。

2 描述

本文描述的一块左侧岩骨(IVPP V 11814)标本,出自新疆准噶尔盆地北缘铁尔斯哈巴合北新发现的晚渐新世地层(原乌伦古河组),野外地点号是 XJ98024 (N46°E88°)。由地面风化后的松散砂岩中采到,保存较好,不需要特别的修理。

为了描述方便,我们人为地将岩骨分为腹面、背面、外侧、内侧四个面(图版 1)。岬(promontorium)所在的面为岩骨腹面,其前端即为岩骨的前端;内耳道(internal

acoustical meatus)与弓形小窝(subarcuate fossa)所在的面为背面,亦为颅面。外侧与鳞骨(squamosal)相接;内侧与基枕骨(basioccipital)相接。实际的解剖位置岩骨的背面应大体为倾斜面,面对头颅背内方。岩骨腹面的岬为杏仁状,岬的表面光滑缓突,但有内颈动脉(internal carotid artery)留下的沟痕。由沟痕可知,内颈动脉由耳区的后内侧进入耳区,向外侧延伸,在岬的后腹端留下一宽缓的沟,在岬中轴的内侧,内颈动脉分作两支,一支转向前行,称为岬动脉,但与进入耳区的主支几乎成直角。前行的内颈动脉在岬的较内侧腹面上留下一完整明显的沟痕,一直延伸到岬的前端。这一分支在现生哺乳动物中延伸至颅内,为脑的下部提供血液。内颈动脉的另一支沿主支进入时的方向,继续向外侧延伸至卵圆窗(oval window)或前庭窗(fenestra vestibuli)。在卵圆窗的腹缘上留下一深凹,这一分支为镫骨动脉,其留下的沟痕显示它较前行的岬动脉要大许多。显然,与现生种类一样,镫骨(stapes)将会有一大的镫骨孔(stapedial foramen),即镫骨的前后脚(anterior and posterior crus of the stapes)将是比较分开的。镫骨动脉在越过卵圆窗后与后行的面神经(facial nerve)的腹面交错后,转向前进入一骨管,该管的腹壁已破损,使该管的走向得以暴露。镫骨动脉穿过了该管后进入颅腔,在岬的前外侧是一卵圆形的鼓室盖(tegmen tympani)。鼓室盖为一薄的骨片构成,分割鼓室(tympanic cavity)与颅腔,向上方形成穹隆状,其前外缘破损不完整。鼓室盖亦是鼓膜肌附着的区域。在鼓室盖后方,岬的外侧是一大的前庭窗或卵圆窗。前庭窗位于一凹陷中,呈椭圆状,其长轴大体与岬的长轴成45度角。整个窗的边缘十分明确,为一段凸起的脊所环绕。前庭窗由镫骨底(basis stapedis)封闭,声音的震动经由镫骨传入内耳中。镫骨动脉在穿过骨管后进入颅腔面并分成上下两支(ramus superior and inferior),该两分支的走向因岩骨破损而不明。

鼓室盖外缘的背方是短的骨管,面神经管(facial canal)由管口可见面神经膝所在的位置。面神经(第七脑神经)由内耳道(internal acoustic meatus)穿过岩骨,面神经膝为面神经转折处,由此处面神经向后行,由面神经管进入鼓室(tympanic cavity),并在前庭窗外侧留下一浅沟,最后于茎乳孔(stylomastoid foramen)出颅。在面神经膝处,岩浅大神经(great petrosal nerve)由面神经分出后向前行,在岩骨前方颅面的岩浅大神经管裂孔穿出。在岬的后端,另一个重要结构是蜗窗或圆窗(Fenestra cochleae or rotunda)。蜗窗由次生鼓膜封闭,由镫骨传入的声音震动所产生的压力由此释出。通常蜗窗是一个十分明显的结构,但在我们描述的标本上,蜗窗被一十分发育的岩骨后鼓突(caudal tympanic process of petrosal)所遮掩,这个突起在现生刺猬中是一个常见结构(MacPhee et al., 1988)。在岩骨后鼓突与岬后端壁之间形成一深的囊状凹,在此凹开口的后外方是一椭圆形的深凹,此为镫骨肌(stapedius muscle)附着处。从位置上判断,镫骨肌凹完全位于鼓室范围内。在面神经沟外侧有一大的鼓室上隐窝(epitympanic recess),此为砧骨与锤骨关节所在的位置。前半部较宽大,前壁将此窝与镫骨动脉管相分隔,后壁由一强壮的乳状小突(mastoid process)构成。鼓室上隐窝外侧为一凹,鳞骨是否构成窝外壁不能确定。在岬的内侧面的岩骨前鼓突(rostral tympanic process of petrosal)保留了一部分,其边缘破损,实际大小无法确切估计,但可以肯定的是,此突一直延伸到岬的内侧端。

在岩骨的背面(颅面)可以看见以下结构,在较上部为一大而深的弓形小窝(subarcuate fossa),其上后缘为前半规管所构成。在窝的后缘角有一破损处,此处为前庭

导水管(aqueduct of vestibule)在颅面的开口处。在其他类型的哺乳动物中这个开口处的结构也经常破损(Meng & Fox, 1995)。在弓形小窝的前腹侧是内耳道(internal acoustic meatus)。内耳道由横嵴(transverse crest)分为前背和后腹两区,两区的壁都有一点破损。在前背区中可见面神经管口,在其背外侧为前庭上区(superior vestibular area),为若干小孔穿过,并为沉积物所充填。前庭神经的上支由此穿出至内耳椭圆囊(utricle)。内耳道的后腹区为蜗区(cochlea area),可见螺旋孔列(foramineus spinal tract)。耳蜗神经由此孔列入耳蜗管。此外,前庭神经的下支也应由此区穿出至球囊,但其位置因沉积物掩盖而不清。

岩骨内侧面可见内颈动脉进入耳区时在岩骨上留下的凹,此凹也标示了内颈动脉孔的位置。在岩骨内缘上还可可见蜗小管(aqueductus cochleae)的开口。内侧后部是一粗糙的与基枕骨连接的接合区,此接合区与蜗小管间的平滑区域是颈静脉孔(jugular foramen)的位置。此外,岩骨后鼓突与镫骨肌窝后壁相接,形成一圆形的孔,其功能不详。

3 比较与讨论

从个体大小和形态上可以确定,本文描述的单体岩骨属于刺猬无疑。在铁尔斯哈巴合同一渐新世地层中,尺寸上能与此岩骨相吻合的分子主要为啮齿类。其中以属于梳趾鼠的 *Yindirtemys birgeri* 最多,但我们已有与 *Y. birgeri* 牙齿等材料同出一个个体的耳区,其结构与猬类的耳区结构有明显的区别,将在以后的研究中另行讨论。这块标本属于翼手目、兔形目、其他啮齿类、肉食目、偶蹄目和奇蹄目等类群的可能性很小。渐新世到中新世亚洲的猬类约有十三四个属(McKenna & Bell, 1997; Gould, 1995; 毕顺东, 1999)。在这一新发现的晚渐新世动物群中,猬类仅有双猬一属,按个体大小有 *Amphechinus* cf. *A. rectus*, *A. kansuensis*, 和 *A. minimus*。这几个种都见于甘肃晚渐新世塔崩布鲁克(Bohlin, 1942)。从个体上看,本标本属于个体较大的 *A. cf. A. rectus* 的可能性最大。目前对铁尔斯哈巴合发现的晚渐新世啮化石尚未详细研究,其最后归属还未确定。

从形态上看,猬类的岩骨保留了许多真兽类岩骨上的原始特征,但也有一些为特化特征。这一系列的特征组合,对猬类本身的系统发育重建有一定的意义,但在本文探讨的范围内,对于岩骨体本身的鉴定却更为重要。这些特征包括以下一些方面,其比较讨论依据 MacPhee *et al.* (1988); Gould (1995); Wible (1986, 1987, 1990); Butler (1948); Frost *et al.* (1991); McDowel (1958); Novacek (1986); Rich (1981)。

1) 岬的内侧面圆滑而不具有岩骨前鼓突,为较原始的特征性状,在猬类和一些有关的食虫类中(MacPhee *et al.*, 1988),岩骨前鼓突呈现不同的发育程度和性状。但在真兽类中为较特化的性状,此特化性状存在于本文描述的猬类岩骨上。

2) 在岬的腹面上的沟痕可用来推测留下这些痕迹的内颅动脉及其分支。在真兽类当中,一般认为内颈动脉的存在以及其分支在岬靠外侧表面延伸是一原始特征性状,较为特化的性状为内颈动脉从耳泡内侧壁中穿过或在耳泡内侧壁的内侧经过。与其他猬类和食虫类相似,本文描述的标本具有较原始的性状,内颈动脉进入耳区的位置、印痕所显示的大小、以及其分支镫骨动脉和岬动脉的分支形式、大小和延伸的方向均与其他已知猬类

中的情况相似,可与其他类群的哺乳动物相区别。比如在哈拉玛盖组中的仓鼠类化石仅有镫骨动脉进入耳区并在岬上留下的痕迹。在与本文描述标本同出一层的鼠或兔形类耳区标本中,镫骨动脉更进一步包含于一骨管当中或已不存在。同一层中见到的其他类群,如偶蹄类,除了岩骨一般较粗大以外,一般镫骨动脉都不存在。

3) 岩骨后鼓突在较原始的真兽类中一般不存在或不明,因此,蜗窗完整暴露于岬后端。在猬类中,此突发育明显,尽管在不同种类中程度变化有异。但此突的存在在真兽类中为一特化性状之一。在更进一步的特化性状中,此突可参与形成面神经、内颈动脉等的骨质管道。此突的存在,使蜗窗仅部分暴露或完全不暴露。在啮齿类中,岩骨后鼓突不存在,但在某些种类中,内颈动脉或内颈动脉骨管可能部分地掩盖蜗窗。这个性状也存在于与出自本文描述标本同层中一个可能为兔形类的耳区中。在同层中见到的偶蹄类和食虫类当中,已研究过的标本显示蜗窗不被任何结构所遮掩。

4) 弓形小窝的原始性状是较为深大,本文描述标本以及其他猬类具有这一特征。这一特征亦存在于啮齿类和兔形类中,但在有蹄类中此窝十分浅小,因此可以很容易区分。

5) 此外,虽然乳状小突在本文标本中破损,但留下的部分亦相当大。在猬类及有关的食虫类中,此突都较发育。但在大多数哺乳动物中,此突很弱。

以上这些特征不仅表明本文描述的标本属于猬类,而且表明,现在猬类耳区的许多特征至少在渐新世时已基本形成,而且在以后的三、四千万年当中其变化不大。这与猬类牙齿、头骨和头后骨骼上的情况相吻合,说明猬类为一类在演化上较为保守的类群。由单独的岩骨鉴定出其所属类群,不仅为有关类群增加了重要形态学内容,也具有一定的动物群意义。因为在许多第三纪地层中,单独的岩骨可能保存下来,它们的鉴定有助于动物群分子的确定。在铁尔斯哈巴合的索索泉组,尤其是哈拉玛盖组中,也见有大量的单体岩骨。本文标本的描述对这些标本的鉴定研究提供了初步的对比参考材料。

致谢 该项目得到国家自然科学基金和中国科学技术部的资助。中国科学院新疆分院开发处、新疆维吾尔自治区有关各级文物管理部门、新疆建设兵团 182 团和喀拉布勒根乡政府对我们的野外工作给予了大力的支持和协助。孟津的工作得到了马萨诸塞州州立大学和美国自然科学基金的资助。新疆地质矿产局测绘队苏剑锋先生参加了 1998 年的野外考察工作。作者在此表示衷心的感谢。

THE PETROSAL MORPHOLOGY OF A LATE OLIGOCENE ERINACEID FROM NORTH JUNGGAR BASIN

MENG Jin^{1,2} YE Jie¹ WU Wen-Yu¹ BI Shun-Dong¹

1 *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences Beijing 100044*

2 *American Museum of Natural History New York NY 10024*

Key words North Junggar Basin, Oligocene, erinaceid petrosal

Summary

A well preserved petrosal from an erinaceid is described. The specimen was collected from a new late Oligocene fauna at Tiersihabahe locality north to the Ulungur River near the village Dure. At least four major faunas are now discovered from the rock sequence at Tiersihabahe and its vicinity including Chibaerwoyi (Tong *et al.*, 1990; Wu *et al.*, 1998). These faunas came from four rock units; the Ulungur Formation (it probably represents a new rock unit, as we will discuss in a separate study), the Suosuoquan Fm., the Halamagai Fm. and the Kekemaideng Fm. These units range in age from late Oligocene to middle Miocene. The rock sequence probably contains the Oligocene-Miocene and early Miocene-middle Miocene boundaries.

More than 30 species were preliminarily identified from the new late Oligocene faunas. These species belong to Insectivora, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia, Canivora, Artiodactyla, and Perissodactyla, and are dominant with small mammals, in particular lagomorphs and rodents, as in other Oligocene faunas of central Asia (Meng and McKenna, 1998). Judging by morphologies, we believe the petrosal is from an erinaceid. Among the species identified from the new fauna, three erinaceids are currently recognized; *Amphechinus* cf. *A. rectus*, *A. kansuensis* and *A. minimus*, ranging from the largest to the smallest. We believe the petrosal is most likely from *A.* cf. *A. rectus* based on its size.

As in living erinaceids, the petrosal shows typical erinaceid features, although some of them are primitive within eutherians. Medially, the promontorium bears a rostral tympanic process of the petrosal, much of which was broken. On the ventral surface of the promontorium, there are distinct grooves left by a presumably large internal carotid artery and its branches. The proximal stapedia is larger than the promontory artery; the former notches the ventral rim of the fenestra vestibuli and crosses over the fenestra vestibuli, whereas the latter extends anteriorly. The proximal

stapedial artery must have passed the facial nerve ventrally and enters a bony canal, which was broken ventrally. The bifurcation of the ramus superior and interior must be on the dorsal side of the tympanic roof, within the braincase. The fenestra vestibuli is large and its long axis has a 45 degree angle to the long axis of the promontorium. Because of breakage, the facial canal and the canal for the great petrosal nerve are exposed. At the posterior end of the promontorium, the fenestra cochlea is shielded by a well developed caudal tympanic process of the petrosal. The fossa for the stapedius muscle posterior to the promontorium and the epitympanic recess lateral to the promontorium are distinctive. On the cranial side of the petrosal, the subarcuate fossa is large and deep. The internal acoustic meatus was divided by the transverse crest into the anterodorsal and posteroventral areas. The facial canal and the superior vestibular area are observed in the anterodorsal area, whereas the cochlea area and the foramineus spinal tract are visible in the posteroventral area.

The petrosal shows that the ear region of erinaceids appears to be conservative; it does not show much variation from the late Oligocene forms to those of the living species. This seems consistent to the evolutionary trend in dentition and postcranials of erinaceids.

Reference

- Bi S D (毕顺东), 1999. *Metaxallorix* from the early Miocene of north Junggar Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China. *Vert PalAsiat* (古脊椎动物学报), 37(2): 140~155 (in Chinese with English summary)
- Bohlin B, 1942. The fossil mammals from the Tertiary deposit of Taben-buluk, western Kansu. Part I: Insectivora and Lagomorpha. *Pal Sin*, N S C, 8:1~113
- Butler P M, 1948. On the evolution of the skull and teeth in the Erinaceidae, with special reference to fossil material in the British Museum. *Proc Zool Soc London, Ser B*, 118:392~500
- Fox R C, Meng J, 1997. An X-radiographic and SEM study of the osseous inner ear of multituberculates and monotremes (Mammalia): implications for mammalian phylogeny and evolution of hearing. *Zool J Linn Soc*, 121:249~291
- Frost D R, Wozencraft W C, Hoffmann R S, 1991. Phylogenetic relationships of hedgehogs and gymnures (Mammalia: Insectivora: Erinaceidae). *Smithson Contrib Zool*, 518:69
- Gould G C, 1995. Hedgehog phylogeny (Mammalia, Erinaceidae)—the reciprocal illumination of the quick and the dead. *Am Mus Noviat*, (3131):1~45
- Hartenberger J L, 1998. An Asian Grande Coupure. *Nature*, 394:321
- Huang X S (黄学诗), 1984. Fossil Erinaceidae (Insectivora, Mammalia) from the Middle Oligocene of Ulanatal, Alxa Zuo Qi, Nei Mongol. *Vert PalAsiat* (古脊椎动物学报), 22(4): 305~309 (in Chinese with English summary)
- Kermack K A, Mussett F, Rigney H W, 1981. The skull of *Morganucodon*. *Zool J Linn Soc*, 71:1~158
- Lillegraven J A, Hahn G, 1993. Evolutionary analysis of the middle and inner ear of Late Jurassic multituberculates. *J Mammal Evol*, 1:47~74
- Luo Z, 1989. Structure of the petrosals of Multituberculata (Mammalia) and the molar morphology of the early artocyonids (Condylarthra, Mammalia). Ph. D thesis. Berkeley: University of California. 1~422

- MacIntyre G T, 1972. The trisulcate petrosal pattern of mammals. In: Dobzhansky T, Hecht M K, Steere W C eds. *Evolutionary Biology*. New York: Appleton-Century-Crofts, 6:275~302
- MacPhee R D E, Beard K C, Qi T, 1995. Significance of primate petrosal from Middle Eocene fissure-fillings at Shanghuang, Jiangsu Province, People's Republic of China. *J Hum Evol*, 29:501~514
- MacPhee R D E, Novacek M J, Storch G, 1988. Basicranial morphology of early Tertiary erinaceomorphs and the origin of primates. *Am Mus Novit*, (2921):1~42
- McDowell S B, 1958. The Greater Atillean insectivores. *Bull Am Mus Nat Hist*, 115:113~214
- McKenna M C, Bell S K, 1997. Classification of mammals above the species level. New York: Columbia University Press. 1~631
- McKenna M C, Holton C P, 1967. A new insectivore from the Oligocene of Mongolia and a new subfamily of hedgehogs. *Am Mus Novit*, (2311):1~11
- Meng J, Fox R C, 1995. Osseous inner ear structures and hearing in early marsupials and placentals. *Zool J Linn Soc*, 115:47~71
- Meng J, McKenna M C, 1998. Faunal turnovers of Palaeogene mammals from the Mongolian Plateau. *Nature*, 394:364~367
- Novacek M J, 1986. The skull of leptictid insectivorans and the higher-level classification of eutherian mammals. *Bull Am Mus Nat Hist*, 183:1~111
- Qiu Z D (邱铸鼎), 1996. Middle Miocene micromammalian fauna from Tunggur, Nei Mongol. Beijing: Science Press. 1~216 (in Chinese with English summary)
- Qiu Z X(邱占祥), Gu Z G(谷祖纲), 1988. A new locality yielding Mid-Tertiary mammals near Lanzhou, Gansu. *Vert PalAsiat (古脊椎动物学报)*, 26(3):198~213(in Chinese with English summary)
- Rich T H, 1981. Origin and history of the Erinaceinae and Brachyericinae (Mammalia, Insectivora) in North America. *Bull Am Mus Nat Hist*, 171(1):1~116
- Tong Y S (童永生), Qi T (齐陶), Ye J (叶捷) *et al.*, 1990. Tertiary stratigraphy of the north of Junggar Basin, Xinjiang. *Vert PalAsiat (古脊椎动物学报)*, 28(1):59~70(in Chinese with English summary)
- Wible J R, 1986. Transformations in the extracranial course of the internal carotid artery in mammalian phylogeny. *J Vert Paleont*, 6:315~325
- Wible J R, 1987. The eutherian stapedia artery: character analysis and implications for superordinal relationships. *Zool J Linn Soc (London)*, 91:107~135
- Wible J R, 1990. Petrosals of Late Cretaceous marsupials from North America, and a cladistic analysis of the petrosal in therian mammals. *J Vertebr Paleontol*, 10:183~205
- Wible J R, Rougier G W, Novacek M J *et al.*, 1995. A mammalian petrosal from the early Cretaceous of Mongolia: Implications for the evolution of the ear region of mammalian interrelationships. *Am Mus Novit*, (3149):1~19
- Wu W Y(吴文裕), Ye J (叶捷), Meng J(孟津) *et al.*, 1998. Progress of the study of Tertiary biostratigraphy in North Junggar Basin. *Vert PalAsiat(古脊椎动物学报)*, 36(1):24~31(in Chinese with English summary)

图版 I 说明 (Explanations of Plate I)

新疆准噶尔盆地北缘晚渐新世刺猬岩骨形态 (The Petrosal Morphology of a Late Oligocene Erinaceid from North Junggar Basin) \times ca.8

aqc, 蜗小管 (aqueductus cochleae); av, 前庭导水管 (aqueductus vestibuli); csa, 镫骨动脉骨管 (腹侧破损) (canal for the stapedial artery (broken ventrally)); ctp, 岩骨后鼓突 (caudal tympanic process of petrosal); er, 鼓室隐窝 (epitympanic recess); fac, 面神经管 (facial canal and groove); fcf, 蜗窗-岩骨后鼓突间窝 (fossa between the fenestra cochleae and the ctp); fsm, 镫骨肌窝 (fossa for the stapedius muscle); fv, 前庭窗 (fenestra vestibuli); iam, 内耳道 (internal acoustic meatus); mbc, 乳突-基枕骨接触区 (mastoid-basioccipital contact area); mp, 乳突 (mastoid process); msc, 乳突-鳞骨接触区 (mastoid-squamosal contact area); pm, 岬 (promontorium); rtp, 岩骨前鼓突 (rostral tympanic process of petrosal); sf, 弓形小窗 (subarcuate fossa); sic, 内颈动脉沟 (sulcus for the internal carotid artery); smf, 茎乳孔 (部分) (stylomastoid foramen (partial)); spa, 岬动脉沟 (sulcus for the promontory artery); ssa, 近中镫骨动脉沟 (sulcus for the proximal stapedial artery); tc, 横脊 (transverse crest); tt, 鼓室盖 (tegmen tympani), 蜗窗因岩骨后鼓突掩盖而不能见

A. 腹面 (Ventral view); B 背面或颅面 (Dorsal or cranial view); C. 后外腹面 (Postroexternal ventral view); D. 外侧面 (External view); E 内侧面 (Internal view); 在 A, B, D 和 E 中, 图右端为前端 (The right side of Figs, A, B, D and E orients anterior end of the petrosal)

