

【研究简报】

CT 观察魏氏准噶尔翼龙 (*Dsungaripterus weii*, Pterosauria) 头骨的脑腔形态

吕君昌^① 杜湘珂^② 朱奇志^② 程希侃^② 罗德馨^②

(①中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; ②北京医科大学人民医院放射科, 北京 100044)

关键词 CT 扫描 脑腔形态 准噶尔翼龙

对于翼龙类脑部构造的研究, 传统的方法是通过对其自然暴露的脑腔内模化石(如 *Pteranodon*)^[1] 以及通过把脑腔周围的化石修理掉而暴露出内模化石(如 *Scaphognathus purdoni*)^[2] 来进行研究. 到目前为止, 我们只有从以下有限的几种翼龙中获得有关脑腔结构的信息: *Scaphognathus purdoni*^[2,3]、*Rhamphorhynchus*^[1]、*Pteranodon*^[1] 和 *Pterodactylus*^[1,4]. 但是, 这一方法存在着很大的局限性, 一方面, 在野外进行化石调查发掘过程中, 很难发现非常完整的脑腔内膜化石; 另一方面, 保存完好的头骨其脑腔部分由于被头部骨骼化石所包围, 要想让它暴露出来, 必须去掉其周围的骨骼, 这样又会严重破坏化石的完整性. 近年来, 由于 CT 扫描技术(计算机辅助断层扫描技术), 可以在不损坏标本的情况下, 对埋藏于岩石中而又难于通过人工修理的化石及化石(头骨)的内部结构进行观察. 因此它对于观察从化石表面不可见的内部构造, 有很大的潜力. 这一技术最初由 Hounsfield^[5] 设计用于获得人类头部的断面图象, 后来, 由 Ledley 等^[6] 进一步发展为用于检查人类身体的其他部位. 从 1984 年开始, 这一技术逐渐地被应用在古脊椎动物化石的研究上^[7-12]. 在本文中, 我们利用 CT 扫描技术, 对准噶尔翼龙头骨的脑腔内膜化石进行了初步观察.

1 材料和方法

我们选择了杨钟健^[13] 在 1973 年研究的魏氏准噶尔翼龙中保存最好的头骨标本(古脊椎动物与古人类研究所编号 V4063)作为试验标本. 标本保存长 42.5 cm, 最前端缺失 2 cm, 宽 10 cm, 最高 11.3 cm, 两眼眶之间宽 3.1 cm, 眼眶短轴长 3.2 cm, 长轴长 4 cm, 眶前孔长 13 cm, 最高(后部)6 cm. 由于在石化过程中, 脑腔内部填充物的密度和头部骨骼的密度存在差异, 使得 X 线在穿透头骨标本时, 脑腔(内膜化石)的形状和结构能够得以显示.

方法 标本检查使用双螺旋 CT 扫描机(Elscent CT Twin), 扫描条件为 140 kV, 205 mas, 层面扫描时间 1.1 s, 每层扫描球管与检测器旋转角为 403°, 图象分辨率 512 × 512. 采用高分辨率扫描方法(High resolution CT), 扫描视野直径 180 mm, 层厚 1.0 mm, 层面之间无间隔, 计算机后处理运用高分辨骨计算方法. 图片窗宽 2 000~4 000 Hu, 窗位 2 500 Hu(Hu: 亨氏单位, 为表达组织密度的统一单位, 它反映 X 线吸收系数, 是以水的 CT 值为 0 的相对值).

首先, 进行标本冠状位扫描共 405 层. 在取得标本的冠状位断层图象后, 利用计算机的后处理功能将所采集数据进行三维立体重建. 同时对立体图象做了冠状位(从后向前)切割, 至第 20 层面显示脑腔的形态, 再做侧位及轴位切割, 显露脑腔的侧位及轴位形态并摄片, 至第 36 层面时, 脑腔形态消失. 其次, 又从侧位(100 层)及轴位(90 层, 顶骨突 13 mm 未包括在

内),进行了 1 mm 层厚无间隔高分辨率扫描及三维立体重建. 冠状位、侧位及轴位放大率分别为:1.73, 1.38 和 2.13.

2 结果

(1)头骨高度气腔化,尤其是脑腔上方尤为显著. 脑部骨骼形成一个封闭的腔来容纳大脑的软组织,它的内壁异常致密.

(2)脑腔内膜两大脑半球的最大宽径为 17.5 mm,长径为 12.0 mm;视叶的最大宽径为 17 mm,长径为 6.3 mm;小脑两侧的耳状突长 4 mm;整个脑腔内膜化石的长度为 21.8 mm.

(3)脑腔内 CT 值为 2 140.0~2 274.3 Hu;脑腔壁 CT 值为 2581.0 Hu;脑腔壁外化石结构 CT 值为 2 248.6 Hu. 在整个头骨化石中,没有发现气体密度;偶尔可见到小的低密度结构 CT 值为 1 063.8~1 411.3~1 447.3 Hu,及脑腔内小的团块(可能为结晶的矿物质),其 CT 值为 1 629.4 Hu.

3 对比和讨论

通过对魏氏准噶尔翼龙头骨标本(V4063)的 CT 断面观察(图 1)(冠状位——沿头骨标本长轴即前后方向;轴位——沿头骨标本上下方向;侧位——沿头骨标本左右方向),其脑腔内膜的形状基本可以确定. 从一系列自后向前的冠状位的断面图象中可以看出整个脑腔内膜的形状和大小的变化情况(图 2). CT 图象显示了魏氏准噶尔翼龙的脑腔壁由致密的骨骼构成,并且形成了一个相对封闭的腔,这完全不同于 Pterodactyl 头骨中的情形,在后者,脑腔位于相当厚的,开放的,穿孔的骨骼之下(Newton, 1888). 大脑两半球的最大宽径远大于其长径,宽径与长径之比率为 $17.5/12 = 14.6$. 在翼手龙类中的 *Ctenochasma* 中,其宽径与长径之比率为 1.25;无齿翼龙中为 1;*Rhamphorhynchus longicaudus* 为 1.45;*Rh. gemmingi* 中为 1.36;另一相同种类的为 1.64(以上数据见参考文献[4], p. 676). Edinger^[4]认为, *Rhamphorhynchus* 的前脑(主要为大脑半球)宽达到其长的 1.5 倍,在所有的爬行动物中,它最具有像鸟类的前脑一样的构造. 爬行动物的两大脑半球的宽径小于或者等于,但很少大于其长径;在鸟类中,其宽

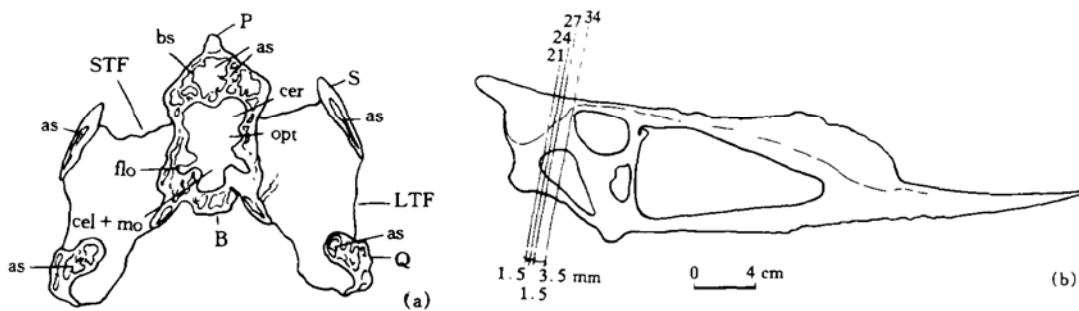


图 1 CT 扫描所得的冠状位断面图象(显示头部及脑的各部分构造)(a)和图 2 中的 CT 断面图象位置示意图(b)

as——air space 气腔, B——basisphenoid 基蝶骨, bs——bony strut 骨质梁, cel + mo——cerebellum + medulla oblongata 小脑与延脑, cer——cerebral hemisphere 大脑半球, flo——flocculus 耳状突, LTF——lateral temporal fenestra 侧颞孔, opt——optic lobe 视叶, P——parietal 顶骨, Q——quadrate 方骨, S——squamosal 鳞骨, STF——supero-temporal fenestra 上颞孔

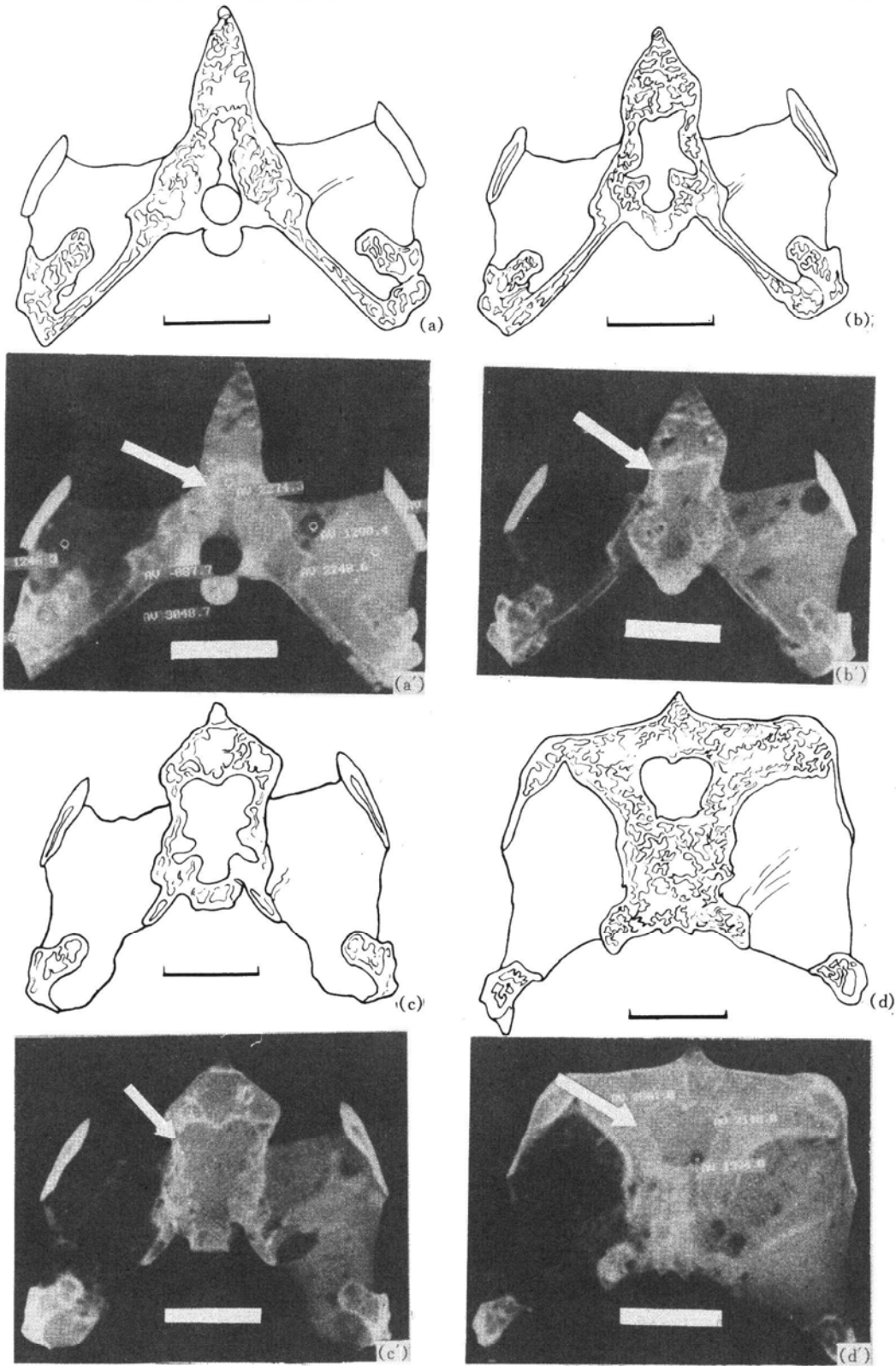


图 2 魏氏准噶尔翼龙头骨冠状位的部分 CT 断面图象及其相对应的线条图
断面的位置如图 1(b), 层面号为 21, 24, 27 和 34, 显示脑腔内膜(箭头所指)形态和大小的变化。(a')和(d')中的数
据值为 CT 值。(a)~(d)为线条图,(a')~(d')为断面图象。标尺长度均为 2 cm

径总是远远大于其长径。我们的标本的比率非常接近于 *Rhamphorhynchus* 的比率。

从枕髁开始向前扫描的过程中,在枕骨大孔的上方,首先出现延脑(*medulla oblongata*)、小脑(*cerebellum*)(图 2(a)),其次,随着断面图象的向前推进,逐渐出现耳状突(*auricles* 或者 *floculi*)图(2(b))、两大脑半球(*cerebral hemisphere*)和视叶(*optic lobe*)(图 2(c)、(d)),这说明了像鸟类个体发育的情况一样,视叶从大脑的背部下移到基部;小脑在中脑(视叶)的上方与大脑半球相连,其小脑很发达,在小脑的前外侧角,有两个非常发育的耳状突,类似于 *Scaphognathus purdoni* 中的情形^[1]。由于耳状突的出现早于视叶的出现,因此,它的位置要比视叶的位置更靠后一些。关于耳状突,以前只有在两种较原始的 *Rhamphorhynchoid* 中发现过^[4]。耳状突在准噶尔翼龙中的发现,说明了在较进步的翼手龙类中,也具有发育的耳状突。它的延脑直立,似鸟类的延脑;由于在 CT 断面图象中,小脑和延脑的边界不明显,我们无法知道,小脑到底向后延伸多远,在鸟类中,它通常覆盖延脑一直通到枕骨大孔,由于它与鸟类的大脑非常相似,因此,它的小脑很有可能延伸到枕骨大孔。视叶相对很大,它的最大宽径稍微小于大脑半球的宽径,在这一点上,它不同于 *Parapsicephalus*,后者,视叶的最大宽径大于大脑半球的最大宽径^[3]。

从侧位看,整个脑腔内膜,在眼眶的后方呈弓形且近于垂直;视叶的位置位于眼眶的后下方;在眼眶的后上方,有一长约 1.5 mm 的嗅球,嗅球的长度与大脑半球的长度之比为:1.5/12 = 1:8,恰好在 *Pterodactylus* 的比例范围之中(1:8~2:18)(见文献[4], p. 675)。这说明了准噶尔翼龙和其他的 *Pterodactylus* 类一样,嗅觉能力和鸟类的相似,都大大地降低了。

运用 CT 扫描技术,可以精确地确定准噶尔翼龙脑腔内膜的大小和形状,这是以前传统的方法所不及的,如从侧位看,脑腔的内膜的基部边缘清楚,而以前由于材料的局限性,无法来确定其基部边缘。通过对准噶尔翼龙的头骨(V4063)脑腔内膜的 CT 扫描及三维立体重建显示:它的嗅球减小,说明了这一动物的嗅觉能力降低;两大脑半球的宽径远大于其长径;视叶非常发育,位于眼眶的后下角;小脑及耳状突均发育;延脑直立;从侧面看,整个脑腔内膜在眼眶的后方,呈弓形,近于直立。从其脑的发育情况来看,准噶尔翼龙脑的结构非常类似于鸟类脑的结构,它应具有较好的飞行能力,为一较进步的翼龙类。

致谢 侯连海教授、董枝明教授、张法奎副教授阅读全文并提出宝贵意见,胡耀明同志对初稿提出有益的建议,李锦玲教授在百忙之中认真阅读全文,并提出建设性的意见和建议;David M. Unwin 博士以及 Alexander Kellner 博士提供有关资料和建议,张杰先生帮助制作图版,线条图由李荣山先生绘制,作者在此一并表示衷心感谢。本工作为国家自然科学基金(批准号:49672081)资助项目。

参 考 文 献

- 1 Edinger T. Das Gehirn der pterosaurier. *Ztschr Anat Entwgesch*, 1927, 83: 105~112
- 2 Newton E T. On the skull, brain, and auditory organ of a new species of Pterosaurian (*Scaphognathus purdoni*) from the Upper Lias near Whitby Yorkshire. *Phil Trans Roy Soc, London*, 1888, B179: 503~537
- 3 Hopson J H. Paleoneurology. In: Gans C, Northcutt R G, Uliński P, eds. *Biology of the Reptilia*, 1979, 9: 39~146
- 4 Edinger T. The brain of *Pterodactylus*. *Am Jour Sc*, 1941, 239(9): 665~682
- 5 Honsfield G N. Computerized transverse axial scanning tomography. *British Journal of Radiology*, 1973, 46: 1 016
- 6 Ledley R S, Chiro G Di, Luessenhop J J, et al. Computerized transaxial X-ray tomography of the human body. *Science*, 1974, 186: 207~212

【研究简报】

光系统 II 反应中心的 LB 膜的形成及其
圆二色性光谱的研究杜玉扣^① 唐季安^① 江 龙^① 唐崇钦^② 匡廷云^②

(①中国科学院感光化学研究所,北京 101001; ②中国科学院植物研究所,北京 100093)

关键词 光系统 II 反应中心 D1/D2/cyt-559 圆二色性(CD)

由 D1、D2 及细胞色素 b-559(cyt-559)3 个多肽及其内部镶嵌的大约 4~6 个 che a, 2 个 pheo a 和 1~2 个 β 胡萝卜素组成的高等植物光系统 II (PS II) 反应中心属于膜蛋白,因其难于结晶,人们至今还无法利用 X 射线技术获得该蛋白的精确解。近年来,利用膜蛋白二维晶体通过电子显微镜与象重构技术获得三维结构信息的方法有很大的进展^[1,2],而有序二维晶体的获得是关键的一步。本工作的目的是试图利用单分子膜技术形成保持与自然状态光谱性质类似的 PS II 反应中心的 Langmuir-Blodgett(LB)膜,为进一步利用该技术形成二维晶体并研究其结构打下基础。并采用圆二色性对其构象进行了研究。

1 材料和方法

1.1 材料

PS II 反应中心 D1/D2/cyt-559 复合物的分离纯化参照 Nanba 和 Satoh 的方法^[3],从第一个 TSKDeAE-650(S)离子交换柱收集得到的反应中心样品再经过另一个较小的离子交换柱,以便使样品的去污剂 Triton X-100 交换成 β -十二烷基糖苷^[4]。Fractogel TSK DeAE-650(S)离子交换树脂为 Merck 公司产品,其他均为国产分析纯试剂。

1.2 π -A 曲线的测量及拉膜

π -A 曲线的测量及拉膜使用日本 Face LB films 装置, HBM 型 LB 槽,采用 Wilhelmy 吊片

- 7 Conroy G C, Vannier M W. Noninvasive three-dimensional computer imaging of matrix-filled fossil skulls by high-resolution computed tomography. *Science*, 1984, 226: 456~458
- 8 Conroy G C, Vannier M W. Endocranial volume determination of matrix-filled fossil skulls using high-resolution computed tomography. In *Hominid Evolution: Past, Present and Future*. Taung Diamond Jubilee International Symposium, Johannesburg, 1985, 419~426
- 9 Haubitz B, Prokop M, Döhring W, et al. Computed tomography of *Archaeopteryx*. *Paleobiology*, 1988, 14(2): 206~213
- 10 McGowan C. Computed tomography confirms that *Eurhinosaurus* (Reptilia: Ichthyosauria) does have a tailbend. *Can J Earth Sci*, 1990, 27: 1 541~1 545
- 11 Currie P J, Zhao X-J. A new troodontid (Dinosauria, Theropoda) braincase from the Dinosaur Park Formation (Campanian) of Alberta. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 1993, 30: 2 231~2 247
- 12 张法奎, 杜湘珂, 罗德馨, 等. CT 观察杨氏中国尖齿兽 (*Sinoconodon youngi*) 头骨化石标本的鼻部. *古脊椎动物学报*, 1994, 32(3): 195~199
- 13 杨钟键. 乌尔禾翼龙类. 见: 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 甲种专刊, 第 11 号. 新疆古生物考察报告(二), 乌尔禾翼龙动物群. 北京: 科学出版社, 1973. 18~35

(1996-01-23 收稿, 1996-10-28 收修改稿)