

综 述

# 化石人类脑演化研究概况

吴秀杰

(1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:** 脑演化是人类演化的一个重要组成部分, 其研究可以为人类起源、演化、人群关系及语言、智力等方面提供重要的信息。脑演化的主要证据是通过研究颅内模 (endocast) 及颅骨的形态得到的。颅内模是从颅骨内表面得到的脑的外部形态。有时颅骨的内腔充满泥沙, 并且为钙质所结固, 可以自然形成颅内模。也可以人工制作颅内模。颅内模和颅骨的内表面能够提供人类脑髓及神经进化方面的直接证据。对化石人类脑演化的研究主要包括以下几个方面的内容: 测量或估计脑量的大小及其和身体大小之间的关系; 研究脑量随时间的变化过程; 通过对早期人类颅内模表面沟回形态特征的研究, 探索脑功能区在早期人类和猴类的区别及在演化上的变化; 左右大脑不对称性与一侧优势关系, 探讨语言的起源和惯用手的脑功能基础等; 脑膜中动脉系统、静脉窦系统及与血液循环相关的排泄孔的变化, 探讨大脑各部分比例的变化和功能的日益复杂对供血需求的影响; 通过对人类脑演化的研究, 探讨人类进化的原因。本文通过对以上几个方面及其中国化石脑演化研究的介绍, 对化石人类脑演化的研究概况作综合论述和简单回顾。

**关键词:** 脑演化; 化石人类; 颅内模; 颅容量; 人类进化

**中图分类号:** 983.5      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3193(2003)03-0249-07

## 1 脑量的大小与人类进化

脑量的增大是人类进化上的重要标志之一。其内容主要涉及两个方面: 其一为绝对脑量的研究; 其二为相对脑量的研究。

### 1.1 绝对脑量

绝对脑量是指脑的重量或体积。一般用“颅容量”表示脑的体积。颅容量的测定方法有很多种, 常用的有直接测定法和公式计算法。化石人类的颅骨多不完整, 不容易用直接法测定其颅容量。比较常用的方法是先复制出化石人类的颅内模, 修补缺失的部分, 得到完整的颅内模, 然后用排水法测定其体积, 得到颅容量值。因为脑和颅骨之间包含有血管、神经、脑脊液和脑膜, 所以测得的颅容量比实际的脑量要略微大一些, 其差值在 5% 左右<sup>[1]</sup>。虽然如此, 因为颅容量接近脑量, 并且在化石人类容易测量, 所以一般就用颅容量代表脑量的大小。另一种方法就是根据现代人推算颅容量的公式, 来计算化石人类颅容量值。

收稿日期: 2003-03-03; 定稿日期: 2003-06-10

基金项目: 科技部基础研究重大项目前期研究专项(2001CCA01700)资助

作者简介: 吴秀杰(1968-), 女, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究生, 主要从事古人类学研究。

脑量的增加是人类进化的重要标志之一:南方古猿颅容量变异范围为 404—530cc,能人为 510—752cc,直立人为 600—1251cc,化石智人为 880—1750cc,颅容量随地质时代显著增加<sup>[2]</sup>。

脑量的大小有随时代而增加的趋势,其进化的模式目前主要有两种学说<sup>[3-6]</sup>:间断均衡论(punctuated equilibrium)和系统渐变论(phyletic gradualism)。间断均衡论认为从南方古猿、能人、直立人到智人,脑量的进化过程有两次飞跃:第一次飞跃是 200 万年前人属的出现,从南方古猿到能人;第二次飞跃是中更新世晚期早期智人出现,脑量增加到接近现代人标准。系统渐变论指出,从能人、直立人到智人,脑量的变化是缓慢的、持久的增加过程,在人属刚出现阶段脑量的扩大有自催化作用(autocatalytic)。Tobias<sup>[3]</sup>认为,人类的进化路线不能以一种模式来判断,在不同的时间和不同的条件下有不同的种,应综合起来进行分析。

### 1.2 相对脑量

相对脑量是利用颅容量或脑重量与身体重量或身体某部分尺寸的相关关系而计算出的脑量相对估计数值,可便于比较身体大小不同的个体之间或类群之间的脑量大小。相对脑量的表示方法有很多种,其中最常用的表示法是 EQ (Encephalization quotiety) 指数<sup>[7-8]</sup>,Encephalization 通常指脑结构和功能上的变化。EQ 值越大,说明脑量大小相对于身体大小的比例越大,反之亦然。通过 EQ 指数,可以比较在人类进化过程中脑量相对于身体大小的比例的变化。表 1 为根据 Kappelman (1996) 统计的化石人类数据,计算的颅容量、眼眶面积、体重和 EQ 值。表中的 EQ 指数是指脑重相对于体重的相对值<sup>[9]</sup>。从南方古猿、能人、直立人、早期智人到晚期智人,颅容量、体重和 EQ 指数都有所增加,女性的 EQ 指数比男性高, EQ 指数增加速度最大的是近 10 万年以来智人出现期间。

表 1 化石人类 EQ 指数比较  
Comparasion of Encephalization quotients for fossil hominids

	性别 (M/F)	颅容量(cc)	眼眶面积(mm <sup>2</sup> )	体重(kg)	EQ
晚期智人	M(n=8)	1543	1245	67.1	5.15
	F(n=4)	1394	1136	54.9	5.50
早期智人	M(n=8)	1462	1451	94.2	3.72
	F(n=2)	1176	1201	63.5	4.00
直立人	M(n=4)	937	1230	64.8	3.14
	F(n=2)	932	1149	55.4	3.62
能人	M(n=1)	752	1084	45.6	3.13
	F(n=2)	552	908	32.6	2.73
南方古猿	M(n=2)	520	1221	63.7	1.78
	F(n=3)	479	870	30.0	2.91

## 2 早期人类的脑沟特征

在人类进化过程中,脑的不同部位扩大。通过对早期人类脑沟回的研究,可以得到人类脑进化的一些形态学证据。类人猿的 Broca's 区不明显,没有扩大。南方古猿和能人的额叶都具有扩大的 Broca's 区。Broca's 的扩大为语言的形成提供了神经学基础。具有扩大的 Broca's 区并不意味着南方古猿和能人就能够说话了,只是提示用手制造工具后,脑扩大了,

脑的功能复杂化,为语言交流提供了可能性<sup>[3]</sup>。

枕极前方的月状沟在类人猿呈新月形,人类月状沟的位置比类人猿靠后。Taung 男孩和南方古猿阿法种 AL 162 - 28 的月状沟曾引起很多争议<sup>[10-13]</sup>。

除了传统的形态观察的方法外,计算机三维图象数字技术也被应用于化石人类的脑沟特征的分析中<sup>[14]</sup>,通过此项技术,Falk 证明 Taung 男孩的颅内模沟回具有似猿特征,南方古猿非洲种可能是人类的直接祖先。由于多数化石人类的颅内模的表面结构并不是很清楚,所以很多学者在对颅内模的研究过程中,都忽略掉了对脑沟的细致描述。

### 3 左右大脑不对称性与一侧优势

类人猿的不对称类型多数为左枕突起型(petalia),人类的不对称类型多数为左枕-右额突起型<sup>[15]</sup>。现代人脑左右两半球在功能上高度特异化,各自负责某些专门的活动,处理某些特定的刺激。现代人头骨 79.4%—98% 存在不同程度的不对称性<sup>[16]</sup>,颅内模<sup>[17]</sup> 100% 表现为不同程度的不对称性。通过对颅内模不对称性的研究,发现脑的不对称类型在 3 百万年前就已经开始了。南方古猿<sup>[18]</sup>、能人<sup>[12]</sup>、尼安德特人<sup>[19]</sup>,左右侧脑也都存在明显不对称。脑的偏侧性与使用工具和姿势语言的产生有关,右手优势的人和左手优势的人相比脑的左枕叶比右枕叶宽,右额叶比左额叶宽<sup>[20]</sup>。

人类左半球的颞面通常比右侧大,黑猩猩 94% 左半球颞面比右半球大。推测 8 百万年前人类和黑猩猩的共同祖先可能已经存在脑不对称现象了<sup>[21]</sup>。1884 年 Bberstaller 就观察到人左侧的雪氏嵴比右侧的更向后、更水平。这种不对称性在颅内模上表现出来。大约 5 万年前尼安德特人的雪氏嵴不对称的特征已经和现代人相似<sup>[22]</sup>,周口店直立人也表现出相似的特性,大半都是左脑比右脑大一些,推断周口店直立人多是用手执物的<sup>[1]</sup>。

### 4 脑、脑膜和颅骨的血管模式

与脑演化相关的另一个直接证据是进出脑、脑膜和颅骨的血管模式。在颅骨内侧面和颅内模上可以看到脑膜中动脉系统、静脉窦系统和静脉排泄孔。通过对血管管径及血液循环路径的比较,初步判断脑部血液循环情况,推测化石人类脑所需血液的变化情况。

#### 4.1 脑膜中动脉

脑膜中动脉是营养硬脑膜、颅骨内板及板障的主要动脉血液来源。人类、类人猿和猴类的脑膜中动脉的前支都是同源的<sup>[23]</sup>。Falk<sup>[24]</sup>发现,猩猩脑膜中动脉来自眶上(颈内动脉)的比例高;黑猩猩的脑膜中动脉来自中脑窝(颈外动脉)的频率高;人类几乎都来源于中脑窝,在血管的进化过程中,脑膜中动脉集中于中脑窝。周口店直立人<sup>[25]</sup>、和县<sup>[26]</sup>的脑膜中动脉分枝贫乏,后支大于前支;印度尼西亚和非洲直立人,前支大于后支比例高。脑膜中动脉具有地区性差异,这种差异在直立人表现最明显,到晚期智人后差异减小。脑膜中动脉在人类演化过程有变异,但也有一定的规律性:从脑膜中动脉的沟宽压迹来看,直立人、早期智人、晚期智人到现代人前支与后支由粗到逐渐变细,时代变化较明显;从前、后支大小的比例来看,前支逐渐增大,后支逐渐减小,这种规律性在中国古人类演化过程中表现较为明显。脑膜中动脉可间接地反映大脑各部分的发育情况(或相关程度),人类脑颅由长颅形向圆颅形

转变的进化过程中,脑量增加,大脑额叶、顶叶、枕叶和颞叶的分布比例发生变化,功能日趋复杂化,对供血的需求发生变化,在研究颅骨与大脑的关系上及脑演化上,脑膜中动脉有一定的意义<sup>[27]</sup>。

#### 4.2 静脉窦系统

在化石人类枕骨的内表面和颅内模枕叶上,可以看到硬脑膜静脉窦系统压迹。静脉窦系统的形态在猿类、南方古猿和现代人类中不同。静脉窦系统有两种模式:横乙状窦系统和扩大的枕缘窦系统。现代人扩大的枕缘窦系统占6%左右,100%的阿法种( $n=6$ )和100%的粗壮种( $n=7$ )有扩大的枕缘窦系统,而南方古猿纤细种没有出现扩大的枕缘窦系统<sup>[28]</sup>。能人、直立人和早期智人,从发现的化石来看,很少发现扩大的枕缘窦系统。有些化石标本,如 KNM-ER 23000<sup>[29]</sup>、Sambungmachan 3<sup>[30]</sup>、Véteszölő<sup>[31]</sup>等,在枕骨大孔两侧可看到1侧或2侧细的枕缘窦系统。

对于扩大的枕缘窦系统出现频率的变异,存在不同的观点。一种观点认为,扩大的枕缘窦系统是衍生特性,在具有扩大的枕缘窦沟状态下,枕缘窦系统常常成为主要的血液循环路径,代替横乙状窦系统。只具有横乙状窦系统,无扩大的枕缘窦系统的原始特性,高比率地存在于非洲大猿、南方古猿纤细种(不包括 Taung 男孩)、化石人类和现代人群中<sup>[32]</sup>。另一种观点认为,扩大的枕缘窦系统和横乙状窦系统是适应相等的两个特性,而不是共源性状。扩大的枕缘窦系统随机地出现在某些特定的人群中,这个特性随机地存在或缺失<sup>[28]</sup>。

#### 4.3 静脉排泄孔数量变化与人类进化关系

在颅骨的内侧面(有时在颅内模表面)可见到一些与血液循环相关的孔,如乳突孔、顶孔、舌下神经管孔、枕缘窦等,在人类的进化过程中数量发生了变化。随着脑容积的增加,头部的血液流动加快,排泄孔比率的变化有助于使头部温度下降<sup>[33]</sup>。

Falk<sup>[34]</sup>通过对人类和非人灵长类头骨的血液循环系统的研究,提出静脉循环对脑有冷却作用的“散热器理论”(the “radiator” theory),来解释早期人类在直立行走1百万年以后脑开始迅速增大的静脉循环机制。脑器官对温度非常敏感,静脉系统能够把人类的温度降下来。静脉网络这种在人类进化上的“散热器”作用伴随人脑的扩大,维持着脑温的恒定。

## 5 探讨人类脑进化的原因

脑量扩大是现代人类区别于南方古猿和其它人类祖先的最基本特征之一。对其扩大的原因,人们提出了很多猜想,主要假说如下:

### 5.1 直立行走

1960年,Washburn 提出人脑扩大的主要原因是由于直立行走。由于直立行走,使上肢解放出来,以便能够制造工具、捕猎,从而使脑扩大。这个假说目前已经被否认,在Laetoli发现的3.5百万年前的人类足迹证明,在脑扩大之前,人类已经能够直立行走了<sup>[35]</sup>。

### 5.2 工具和其它文化因素

工具的使用和其它文化因素为脑的扩大提供正反馈。人和工具之间虽然存在一定的关系,但黑猩猩也能利用一些材料当作工具,甚至会制造工具,为什么黑猩猩的脑量没有增大?另外也不能解释人类最初脑量增加的原因,南方古猿脑量虽然很小,但也会制造简单的工具,能人的脑量虽然比南方古猿增加了许多,但其制造的工具并没有太大的突破<sup>[36]</sup>。

### 5.3 捕猎和食肉

有计划地捕猎、设置陷阱、使用棍棒和骨头作为武器猎杀猎物 and 食肉,使人类的智力提高,脑量增大。但研究发现,人类大脑的进化过程中动物性食物的增加虽然非常重要,但基础代谢率和脑相对尺寸的大小之间似乎没有重大关系<sup>[37]</sup>。

### 5.4 环境因素

晚更新世时期,从非洲迁移出来的欧亚大陆的早期人类生存在一个恶劣的气候条件下,在和环境斗争的过程中,脑量扩大<sup>[38]</sup>。这种假说目前还没有得到化石证据支持。

### 5.5 过剩神经元假说

在非洲热带稀疏大草原过热状态下,神经元迅速繁殖为脑量的增加提供了基础<sup>[39]</sup>。但比较神经解剖学证据表明,外科手术去掉一部分神经元对人脑的功能并没有太多的影响<sup>[40]</sup>。

## 6 中国化石人类脑演化研究概况

国外很多学者对化石人类的颅内模进行过深入和细致的研究,如印度尼西亚 Sangiran<sup>[41]</sup>、Ngandong<sup>[42]</sup> 和 Sambungmacan<sup>[30]</sup> 出土的化石人类,非洲的 Nariokotome 发现的 KNM - WT 15000<sup>[43]</sup> 等。中国化石人类脑演化方面的研究和国外相比,还显得很贫乏,主要是侧重于对其颅骨的外部形态的研究,关于脑研究主要工作有:对化石人类脑量的估计和测量、大小脑窝比例的变化和对脑膜中动脉的描述等。

### 6.1 中国化石人颅容量测定

40 年代,Weidenreich 根据周口店直立人 、 、 、 号的颅内模,采用排水法测其颅容量,分别为 1030、915、1225、1015 和 1030cc<sup>[44]</sup>。邱中郎等人采用排水法测定周口店 号颅容量为 1140 毫升<sup>[45]</sup>。蓝田脑量依 K. Pearson 公式计算为 780cc<sup>[46]</sup>。此后,又分别测定了大荔、和县等颅容量,分别为 1120<sup>[47]</sup>、1025<sup>[26]</sup> 等。

### 6.2 中国化石人类大、小脑窝的变化和对脑膜中动脉系统的描述

化石人类在进化过程中,大小脑窝的比例发生了变化。周口店直立人小大脑窝之比 1:2,和县为 3:4,大荔为 2:3,而现代人为 4:3<sup>[48]</sup>。

原始人类和现代人的脑膜中动脉不同,脑颅尺寸的增加影响脑膜中动脉的模式。很多学者在对化石标本的研究中都提到了脑膜中动脉,如资阳<sup>[49]</sup>、河套<sup>[50]</sup> 等。

化石人类的脑演化过程是个非常宽广的研究领域,人类脑进化是个非常复杂的过程,其原因和进化机制目前还没有完全弄清楚。因为化石标本的有限性,所以往往通过分析现生灵长类脑的特征,运用比较神经解剖学、动物学、考古学、行为学等多方面知识来综合分析。随着新化石的不断被发现和技术的发展,人类脑演化的谜团总有一天会被揭开。

**致谢:** 感谢我的导师刘武研究员的悉心指导,在写作过程中,得到张银运研究员的帮助和美国佛罗里达州立大学 Dean Falk 教授提供的参考资料和建议,在此表示深深的谢意。

### 参考文献:

- [1] Weidenreich DF. Observations on the form and proportions of the endocranial casts of *Sinanthropus Pekinesis*, other hominids and the great apes: A comparative study of brain size[M]. Pal Sin N S D, Vol. , 1936: 1—50.
- [2] 吴秀杰,刘武. 中国化石人类脑量演化特点及其意义[J]. 人类学学报,(待发表).

- [3] Tobias PV. Hominid evolution in Africa[J]. *Can J Anthropol*, 1983, 3: 163—185.
- [4] Cronin JE, Boaz NT, Stringer CB *et al.* Tempo and mode in hominid evolution[J]. *Nature*, 1981, 292: 115—122.
- [5] Falk D. Hominid paleoneurology[J]. *Ann Rev Anthropol*, 1987, 16: 13—30.
- [6] 吴汝康. 达而文时代以来生物学界最大的论战 - 系统渐变论与间断均衡论[J]. *人类学学报*, 1988, 7(3): 270—277.
- [7] Jerison HJ. Gross brain indices and the analysis of fossil endocasts [A]. In: Noback GR, Montagna Weds. *The Primate Brain*, New York: Meredith Corporation, 1970: 225—244.
- [8] Martin RD. Relative brain size and basal metabolic rate in terrestrial vertebrates[J]. *Nature*, 1981, 293: 57—60.
- [9] Kappelman J. The evolution of body mass and relative brain size in fossil hominid[J]. *J Hum Evol*, 1996, 30: 243—276.
- [10] Holloway RL. The Taung endocast and the lunate sulcus: a rejection of the hypothesis of its anterior position [J]. *Am J Phys Anthropol*, 1984, 64: 258—87.
- [11] Falk D. Apes, Oranges, and Lunate sulcus[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1985, 67: 313—315.
- [12] Holloway RL. Cerebral brain endocast pattern of *Australopithecus cf. aensis* [J]. *Nature*, 1983, 303: 420—422.
- [13] Falk D. Hadar AL162—28 endocast as evidence that brain enlargement preceded orbital reorganization in hominid evolution[J]. *Nature*, 1985, 313: 45—47.
- [14] Falk D. Reassessment of the Taung early hominid from a neurological perspective[J]. *J Hum Evol*, 1989, 18: 485—492.
- [15] LeMay M. Morphological cerebral asymmetries of modern man, fossil man, and nonhuman primates [J]. *Ann N Y Acad Sci*, 1976, 287: 168—70.
- [16] Gudara N, Zivanovic S. Asymmetry in east African skulls[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1968, 28: 331—337.
- [17] Holloway RL, De La Coste-Lareyondie MC. Brain endocast asymmetry in pongids and Hominids: some preliminary findings on the paleontology of cerebral dominance[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1982, 58: 101—110.
- [18] Falk D. Hominid paleoneurology[J]. *Ann Rev Anthropol*, 1987, 16: 13—30.
- [19] Holloway RL. Volumetric and asymmetry determination on recent hominid endocasts: Spy and Spy, Djebel Throude, and the Salé Homo erectus specimens with some notes on Neandertal brain size[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1981, 55: 385—393.
- [20] Galaburda AM, LeMay M, Kemper TL, Geschwind N. Right-Left asymmetries in the brain[J]. *Science*, 1978, 199: 852—856.
- [21] Falk D. Language, handedness and primate brain: did the *australopithecines sign*? [J]. *Am Anthropol*. 1980, 82: 72—78.
- [22] LeMay M. The language capabilities of Neandertal man[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1975, 42: 9—14.
- [23] Muller F. The development of the anterior falcate and lacrimal arteries in the human[J]. *Anat and Embryol*, 1977, 150: 207—227.
- [24] Falk D. Meningeal artery patterns in great apes: implication for hominid vascular evolution[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1993, 92: 81—97.
- [25] Weidenreich F. The ramification of the middle meningeal artery in fossil Hominids and its bearing upon phylogenetic problems [M]. *Pal Sin N S D*, 3, Whole Series, No, 110, 1938: 1—16.
- [26] 吴汝康, 董兴仁. 安徽和县猿人化石的初步研究[J]. *人类学学报*, 1982, 1(1): 2—11.
- [27] 吴秀杰. 脑膜中动脉的形态变异及其在人类进化上的意义[J]. *人类学学报*, 2003, 22(1): 16—24.
- [28] Kimbel WH. Variation in the pattern of cranial venous sinuses and hominid phylogeny[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1984, 63: 243—263.
- [29] Brown B, Walker A, Ward CV *et al.* New *Australopithecus boisei* calvaria from east Lake Turkana[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1993, 91: 137—159.
- [30] Broadfield DC, Holloway RL, Mowbray K *et al.* Endocast of Sambungmacan 3 (Sm 3): A new *Homo erectus* from Indonesia [J]. *Anat Rec*, 2001, 262: 369—379.
- [31] Thoma A. The position of the Váteszöllös find in relation to *Homo erectus* [A]. In: Sigmon B, Cybulski JS. *Homo erectus*, Canada: University of Toronto press, 1981: 105—114.
- [32] Falk D, Conroy GC. The cranial venous sinus system in *Australopithecus cf. aensis* [J]. *Nature*, 1983, 306: 22—29.
- [33] Falk D. Evolution of cranial drainage in hominids: Enlarges occipital/marginal sinuses and emissary foramina [J]. *Am J Phys Anthropol*, 1986, 70: 311—324.
- [34] Falk D. Brain evolution in *Homo*: The "radiator" theory [J]. *Behavioral and brain sciences*, 1990, 13: 333—381.

- [35] Leakey MD, Hay RL. Pliocene footprint in the Laetoli beds at Laetoli, Northern Tanzania[J]. *Nature*, 1979, 278: 317—323.
- [36] Fialkowski KR. A mechanism for the origin of the human brain: a hypothesis[J]. *Curr Anthropol*, 1986, 27(3): 288—290.
- [37] Aiello LC, Wheeler P. The expensive-tissue hypothesis: the brain and the digestive system in human and primate evolution[J]. *Curr Anthropol*, 1995, 36: 199—221.
- [38] Potts R. Environmental Hypotheses of Hominin Evolution[J]. *Yearbook of Phys Anthropol*, 1998, 41: 93—136.
- [39] Fialkowski KR. Origin of human brain as a preadaptation to enhanced cognitive powers[J]. *Anthropologische Anzeiger*, 1988, 46(4): 317—325.
- [40] Holloway RL. Cranial capacity and neuron number: a critique and proposal[J]. *Am J Phys Anthropol*, 1966, 25: 305—314.
- [41] Holloway RL. The Indonesian *Homo erectus* brain endocasts revisited[J]. *Am J Phy Anthropol*, 1981, 55: 503—521.
- [42] Holloway RL. Indonesian “Solo” (Ngandong) endocranial reconstructions: some preliminary observations with Neanderthal and *Homo erectus* groups[J]. *Am J Phy Anthropol*, 1980, 53: 285—295.
- [43] Begun D, Walker A. The endocast [A]. In: Walker A, Leakey R eds. *The Nariokotome Homo erectus Skeleton*. Cambridge: Harvard university press, 1993, 326—358.
- [44] Weidenreich F. The skull of *Sinanthropus pekinensis*: a comparative study on a primitive hominid skull[M]. *Pal Sin N S D*, 10, 1943, 108.
- [45] 邱中郎, 顾玉珉, 张银运等. 周口店新发现的北京猿人化石及文化遗物[J]. *古脊椎动物与古人类*, 1973, 11(9): 109—131.
- [46] 吴汝康. 蓝田猿人头骨的特征及其在人类进化系统上的地位[J]. *科学通报*, 1965, 6: 488—592.
- [47] 吴新智. 陕西大荔县发现的早期智人古老类型的一个完好头骨[J]. *中国科学*, 1981, 2: 200—206.
- [48] 吴新智, 尚虹. 中国直立人变异的初步研究[J]. *第四纪研究*, 2002, 22(1): 20—28.
- [49] 裴文中, 吴汝康. 资阳人[M]. *中国科学院古脊椎动物与古人类研究所甲种专刊*, 1957, 第1号: 1—71.
- [50] 吴汝康. 河套人类顶骨和股骨化石[J]. *古脊椎动物学报*, 1958, 2(4): 208—214.

## THE STUDY OF FOSSIL HOMINID BRAINS

WU Xiu-jie

- (1. *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;*
2. *Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)*

**Abstract:** The direct evidence of the fossil hominid brains evolution comes from the study of skulls and endocranial casts (endocasts). Endocasts of fossil hominids have been a focus of attention and controversy in paleoanthropology for as long as there has been a record of fossil hominids. There have several foci of this attention. The first concerns the evolution of cranial capacity and their relationship to body size. A second area of fossil hominid brains involves the sulcal patterns on endocasts. A third focus of attention concerns right-left asymmetries in the fossil hominid brains. A fourth focus concerns the pattern of blood flow to and from the brain. Endocast preserves numerous details of both the meningeal and venous sinus system. Finally, much of the literature has been devoted to speculation the factors that account for the expansion of the primitive hominid brain. With the review of fossil hominid brains, the main aim is to get some information in light of the study of the Chinese fossil hominids.

**Key words:** Brain evolution; Fossil hominid; Endocast; Cranial capacity; Human evolution