

# 脑膜中动脉的形态变异及其 在人类进化上的意义

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:** 对现代人、直立人、早期智人、晚期智人脑膜中动脉前支和后支压迹的形态的观察和对比发现: 从直立人到现代人脑膜中动脉管径从粗到逐渐变细, 分枝从简单到逐渐复杂, 前支趋向于增大, 后支趋向于缩小, 呈现出一定的规律性, 有地域性差异。作者认为脑膜中动脉的这种分布形式间接地反映了直立人向智人演化及现代人类形成过程中, 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。在研究颅骨与大脑之间的关系上及脑演化上, 脑膜中动脉有一定的意义。

**关键词:** 脑膜中动脉; 形态变异; 直立人; 早期智人; 晚期智人

**中图分类号:** Q981.4      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-3193 (2003) 01-0019-10

人类的脑膜中动脉来源于颈外动脉的上颌动脉, 自上颌动脉始端发出后上升, 穿过棘孔入颅腔, 包于硬脑膜外层之间, 沿颞鳞内面前进, 主要分为前、后二支。前支沿蝶骨大翼上升, 通过翼点到达顶骨; 后支沿颞骨鳞部向后延伸, 分布于顶骨后部<sup>[1]</sup>。脑膜中动脉和大脑中动脉是两个不同的概念, 脑膜中动脉营养硬脑膜和颅骨, 大脑中动脉来源于颈内动脉, 营养大脑脑回。在颅骨的内表面或古人类颅内膜上, 可以看到脑膜中动脉和静脉窦系统的压迹。脑膜中动脉主要分布在顶骨的内表面, 呈树枝状; 静脉窦系统主要分布于枕骨、颞骨和顶骨乳突角的内表面, 它始于矢状沟, 往后下至枕内隆凸处转向外侧, 连至左、右侧横沟, 再下续于乙状沟, 止于颈静脉孔<sup>[2-3]</sup>。

对现代人的脑膜中动脉, 很多学者已进行过研究, 根据前后支关系划分出不同的类型。Bartlett<sup>[4]</sup>发现了两种前支变异的类型; Yatsuta<sup>[5]</sup>, Kanavel 和 Davis<sup>[6]</sup>, 认为后支呈现着很大的变异; Guffrida-Ruggeri<sup>[7]</sup>根据前支和后支的位置把脑膜中动脉划分为四种类型; Adachi 将 Guffrida-Ruggeri 的分类合并为三种类型<sup>[8-9]</sup>; Chandler 和 Dereziński<sup>[10]</sup>发现了六个变异的类型; 赵一清<sup>[11]</sup>观察了沪杭地区现代人头骨, 把现代中国人的脑膜中动脉划分为9种类型。Bonin<sup>[12]</sup>试图应用 Guffrida-Ruggeri 的分类标准对非洲标本的脑膜中动脉进行统计, 遇到很多困难, 最后不得不放弃。虽然分类方法很多, 但由于无法统一, 所以目前还不能作系统比较。Tobias<sup>[13]</sup>曾认为脑膜中动脉的分枝情况变异较大, 在现代人和猿类都是如此, 有的长有的短, 有的多有的少, 很难归纳。

很多古人类标本和颅内膜上都可以看到脑膜中动脉的压迹。Weidenreich<sup>[14]</sup>观察了北京猿人颅内模并和现代人脑膜中动脉作了比较, 认为分枝在现代人中丰富, 北京猿人中贫乏。

收稿日期: 2002-04-12; 定稿日期: 2002-11-26

基金项目: 国家自然科学基金(49972011)及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。



表 2 本文使用的标本脑膜中动脉各支分类情况

Occurrence of middle meningeal artery in Fossil hominids used in the article

标本编号	侧	沟宽		大小 前/后	数据 来源	标本编号	侧	沟宽		大小 前/后	数据 来源
		前支	后支					前支	后支		
蓝田	左	粗	粗	-	▼	Bodo	左	-	粗	-	▼
汤山 号	右	粗	粗	<		KNM-WT 15000	右	粗	中	>	▼
	左	粗	粗	<			左	粗	粗	<	▼
汤山 号	右	-	粗	-		Arago	右	粗	中	>	
	左	中	粗	<		大荔	左	粗	中	>	▼
ZKD	右	中	中	<	▼	许家窑	右	细	细		▼
ZKD	右	中	中	<	▼	马坝	右	中	中	>	▼
	左	中	中	<	▼		左	中	中	>	▼
ZKD	左	中	粗	>	▼	Broken Hill	右	中	细	-	
ZKD	右	细	中	<	▼	Lazaret	右	中	细	>	▼
	左	细	中	<	▼	Swanscombe	左	细	细	>	▼
ZKD	右	中	中	<	▼	Gibraltar	左	中	中	>	
	左	中	中	<	▼	Ehringsdorf	右	中	中	>	
ZKD	右	粗	粗	<	▼	Br ün	右	中	中	>	
	左	粗	粗	<	▼		左	中	粗	>	
爪哇猿人	右	中	中	>	▼	Tibury	右	粗	-	-	
	左	中	中		▼		左	粗	-	-	
爪哇猿人	右	粗	中		▼	La Chapelle	右	中	中	-	
	左	中	中		▼	-aux Saints	左	-	中	-	
爪哇猿人	右	中	中		▼	河套	右	中	中	<	▼
爪哇猿人	右	中	中	<	▼	黄龙	右	中	中	>	▼
	左	中	中		▼		左	中	中	>	▼
爪哇猿人	左	中	中	>	▼	资阳	右	中	细	<	▼
爪哇猿人	左	中	中	>	▼		左	中	细	<	▼
爪哇猿人	左	粗	粗	>	▼	榆树	右	细	细	>	
昂栋	右	中	中	>	▼		左	细	细	>	
	左	中	中		▼	水洞沟	右	细	细	-	
昂栋	右	中	中		▼	Amud I	左	粗	中	>	▼
	左	中	中		▼	Boskop	右	中	中	>	
昂栋	右	中	中		▼	Predomost	右	细	细	>	
	左	中	中	<	▼		左	中	细	>	
昂栋	右	中	中		▼	Predomost	右	细	细	>	▼
	左	中	中		▼		左	中	细	>	
昂栋	左	中	中	>	▼	Predomost	右	细	细	>	▼
Sambungmacan 3	右	中	中	>	▼		左	细	细	>	
	左	中	中	>	▼	Predomost	右	细	细	>	
Ternifine	右	粗	中				左	中	细	>	
Sal é	右	粗	细	>	▼	KowSwamp	右	中	细	>	
	左	粗	细	>	▼		左	中	细	>	

在化石上测定; 在颅骨模型上测定; 在颅内模上测定; 通过图片比较确定; ▼根据文献记载

1.2.1 沟宽比较

根据前支、后支血管主干的直径,分为3个等级:细、中等、粗。

化石、颅内模和颅骨血管压迹比较完整的,采用测量法。测量位点为距前、后支分叉处向上5—10mm处。ZKD (见图1,a)颅内模右侧前支直径为2.8mm,后支直径为2.4mm;现代人(标本号CO.130,见图1,c)右侧前支直径为1.0mm,后支直径为0.8mm。以此两个标本为标准进行沟宽比较。粗:沟宽和ZKD相近(或直径2.0mm以上);中等:沟宽位于ZKD和现代人之间(或直径1.3—2.0mm);细:沟宽和现代人相近(或直径1.2mm以下)。

血管压迹不完整(图1,d)和不能进行测量的图片(图1,b),采用比较法。按照相同的比例尺,以目测法对比ZKD(图1,a)和现代人(图1,c)的图片,比较血管相同位点压迹粗细。同现代人血管压迹相似的为细;位于现代人和ZKD之间的为中等;和ZKD相似的为粗。

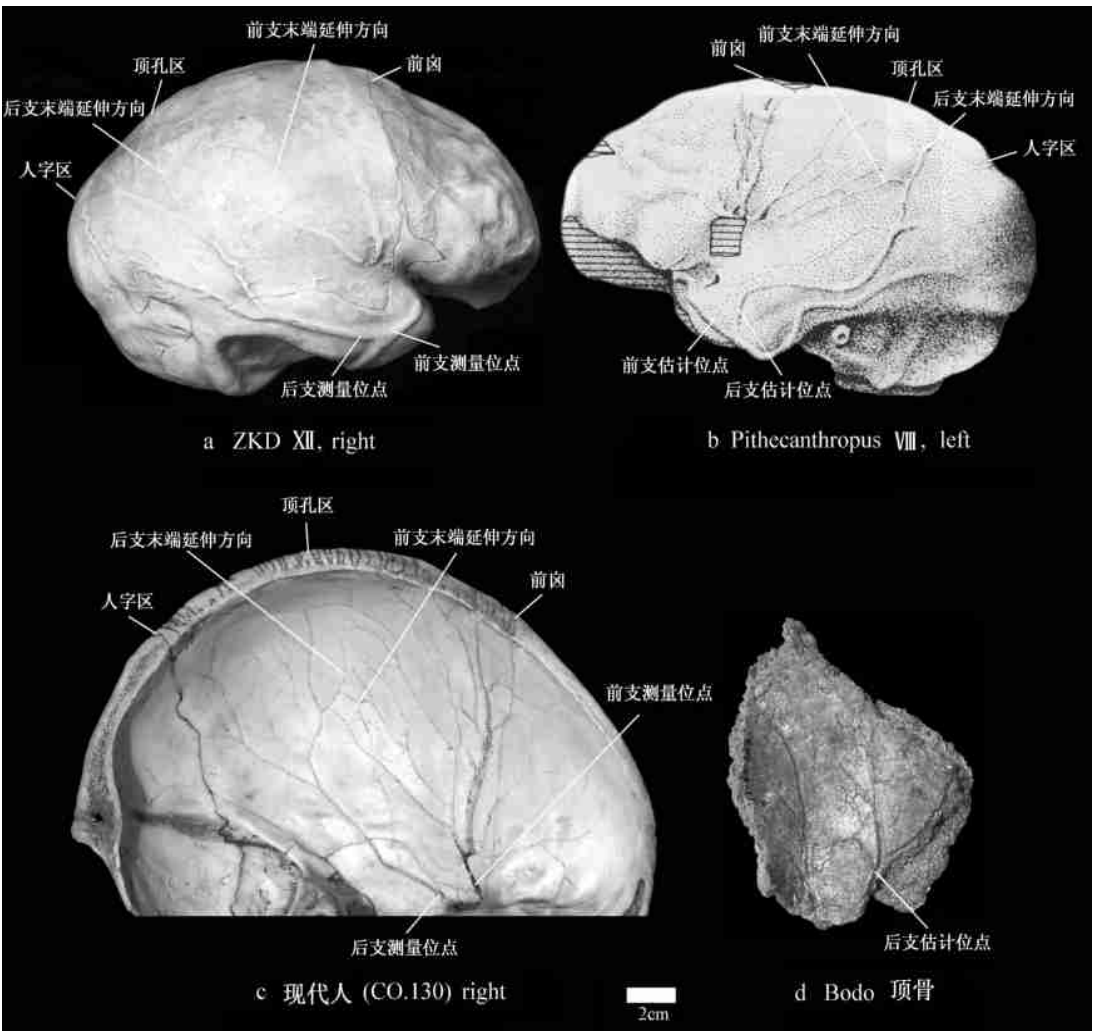


图1 脑膜中动脉压迹沟宽和延伸方向比较方法

Methods used in comparison the groove width and the size of the middle meningeal artery

a. 颅内模测量位点;c. 颅骨测量位点;b. 血管压迹完整的图片;d. 血管压迹不完整图片

### 1.2.2 前、后支大小比

按照前、后支向矢状缝方向末端延伸的方向判断前支和后支大小。

前支 > 后支: 前支末端延伸超过顶孔区, 后支末端延伸在入字区附近(如图 1, b);

前支 = 后支: 前支、后支末端延伸都在顶孔区附近(如图 1, c);

前支 < 后支: 前支末端延伸不超过顶孔区, 后支末端延伸到顶孔区附近(如图 1, a)。

## 2 结果和分析

### 2.1 脑膜中动脉前支和后支压迹沟宽和大小比较

表 3 化石人类和现代人脑膜中动脉前后支压迹沟宽和大小比例  
Comparison the groove width and the size of the middle meningeal artery in  
fossil hominids and modern humans(%)

标本	例数 (侧)	前支沟宽			后支沟宽			前、后支大小比		
		细	中等	宽	细	中等	宽	>	<	
直立人										
中国	15	14.3	50.0	35.7	0.0	46.7	53.3	7.7	0.0	92.3
非洲	6	0.0	0.0	100.0	33.3	33.3	33.3	60.0	20.0	20.0
印度尼西亚	21	0.0	90.5	9.5	0.0	95.2	4.8	38.1	52.4	9.5
欧洲	1	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0
早期智人										
中国	4	25.0	50.0	25.0	25.0	75.0	0.0	75.0	25.0	0.0
非洲	1	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
欧洲	10	11.1	66.7	22.2	12.5	62.5	25.0	100.0	0.0	0.0
晚期智人										
中国	8	37.5	62.5	0.0	62.5	37.5	0.0	57.1	0.0	42.9
欧洲	8	62.5	37.5	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
巴勒斯坦	1	0.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0
澳大利亚	2	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0
现代人	62	96.8	3.2	0.0	98.4	1.6	0.0	69.4	29.0	1.6

表 3 统计了不同时期, 不同地域人类脑膜中动脉前支和后支压迹沟宽类型和前、后支大小比出现情况。中国直立人前支压迹以中等为最多, 后支以粗为最多。非洲直立人前支粗的比例多于后支。印度尼西亚直立人前、后支相似, 都以中等为最多。Arago 前支粗于后支。早期智人阶段, 沟宽压迹中国标本、Broken Hill 和欧洲标本前支都以中等为最多, 后支压迹中国和欧洲标本以中等为最多, Broken Hill 后支较细。晚期智人阶段, 中国标本前支为中等或细, Amud 前支较粗, 后支中等。KowSwamp 前支略粗于后支。现代人统计了华北男性头骨 62 侧, 前、后支均以细为最多, 压迹中等的前支有 2 侧, 后支有 1 侧。

中国直立人以后支 > 前支为主。非洲的 5 侧标本中, 前支 > 后支的比例较多。印度尼西亚直立人前支 = 后支为最多。Arago 前支 > 后支。观察的 4 侧中国早期智人中, 马坝和大

荔 3 侧标本前支 > 后支,许家窑前支 后支。Broken Hill 前支 > 后支。欧洲的 6 侧标本均为前支 > 后支。晚期智人阶段,中国标本观察了 7 侧,黄龙、榆树和水洞沟 4 侧标本前支 > 后支,河套和资阳 3 侧标本前支 < 后支。非洲、欧洲、巴勒斯坦和澳大利亚共计 11 侧标本前支均大于后支。中国现代人头骨,前支 > 后支的占 69.4%,前支 后支占 29.0%,前支 < 后支的占 1.6%。

### 2.2 中国古人类脑膜中动脉形态的时代变化

中国古人类脑膜中动脉按照沟宽分类进行统计,呈现连续性演化过程。从图 2 可以看出,沟宽细的比例从直立人、早期智人、晚期智人到现代人,呈上升趋势;沟宽中等的比例除晚期智人外基本呈下降趋势;沟宽粗的比例直立人最高,到现代人阶段很少见。

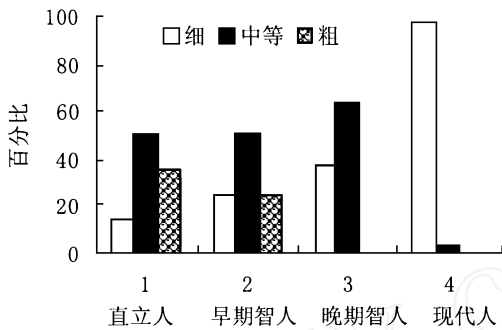


图 2 中国古人类脑膜中动脉沟宽前支形态变化  
The morphological variations of the middle meningeal artery according to the groove width of the ramus anterior in Chinese fossil hominids

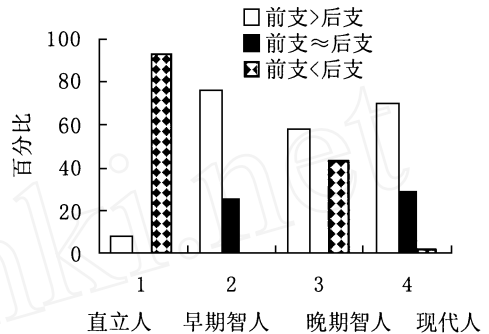


图 3 中国古人类脑膜中动脉沟宽后支形态变化  
The morphological variations of the middle meningeal artery according to the groove width of the ramus posterior in Chinese fossil hominids

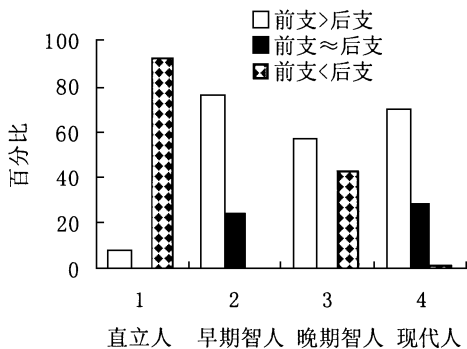


图 4 中国古人类脑膜中动脉前支和后支大小比  
The present frequencies of the branching size of the middle meningeal artery in Chinese fossil hominids

图 3 为脑膜中动脉后支沟宽在中国境内人类的分布情况。后支沟宽粗的类型存在于直立人,早期智人以后消失;沟宽中等的比例早期智人最高,以后比例下降;沟宽细的比例中国直立人很少见,从早期智人、晚期智人到现代人比例逐渐升高。

中国古人类脑膜中动脉前支和后支大小比在时代上发生了很大的变化(图 4)。前支 < 后支的比例在中国直立人很高,早期智人没有发现,晚期智人出现的比例约为直立人的一半,现代人只发现 1 例;前支 > 后支的比例中国直立人表现很低,到了早期智人、晚期智人和现代人比例升高;前支 后支的类型在早期智人和现代人中出现。

### 3 讨论和分析

以上对现代华北人头骨及从直立人到晚期智人的化石与模型脑膜中动脉形态的分析显示人类脑膜中动脉存在许多变异的类型,并随着人类演化呈现出一些时代变化。这些变化主要表现在以下几个方面。

#### 3.1 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

中国直立人的脑膜中动脉同非洲、印度尼西亚和欧洲的直立人相比,具有很大的不同。从沟宽压迹来看,中国直立人粗的比例后支大于前支,而非洲、印度尼西亚和欧洲直立人粗的比例前支大于后支。从前支和后支大小比例来看,中国直立人后支 > 前支的比例高,非洲和印度尼西亚前支 > 后支的比例高于后支 > 前支的比例。

早期智人阶段,脑膜中动脉的差异比直立人阶段缩小,但还能看出地区性的差异。从沟宽压迹来看,中国和欧洲前、后支都以中等为最多,而和非洲相差很多。从前、后支的比例来看,中国、非洲和欧洲都以前支 > 后支为多,但中国前支 后支类型占有一定的比例,而非洲和欧洲只发现单一的类型。

晚期智人阶段,各国标本的脑膜中动脉已表现出相似性。中国和欧洲的标本已有相同的地方,前、后支压迹的沟宽都是以细的为最多;各地区的标本都为前支 > 后支的为最多,已开始接近现代人。

脑膜中动脉的形态在直立人和早期智人阶段地区性差异较明显,进入晚期智人阶段后,地区间的差异似乎规律性减弱。

#### 3.2 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。

#### 3.3 脑膜中动脉形态的变异是大脑功能变化的一种体现

人类大脑的血液供应主要来自颈内动脉和椎动脉进入颅内后发出的分布在脑组织的分枝。但在化石标本,这些血管的痕迹很难保存下来。所以负责营养颅骨的脑膜中动脉成为唯一可以提供化石人类大脑血液供应情况的间接证据。

在对大脑的研究过程中,化石人类头骨是唯一可观察的形状变化的部分,脑膜中动脉的发育程度可间接地反映大脑各部分的发育情况(或相关程度),人类进化过程中脑颅由长颅形向圆颅形转变,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,脑膜动脉有一定的意义。

从直立人到现代人,脑膜中动脉分枝沟宽变细,分枝变丰富。脑膜中动脉前支主要分布于颅骨的前中部,后支主要分布于颅骨的中后部,从直立人到现代人,颅骨的比例和形状发生了变化,大脑各部分的发育程度(表现在大小和形状上)和颅骨的形状影响到脑膜中动脉的发育,小的颅骨和小的脑量可能需要的血液供应相对简单一些,这在人类化石颅骨脑膜中动脉的压迹上得到体现。

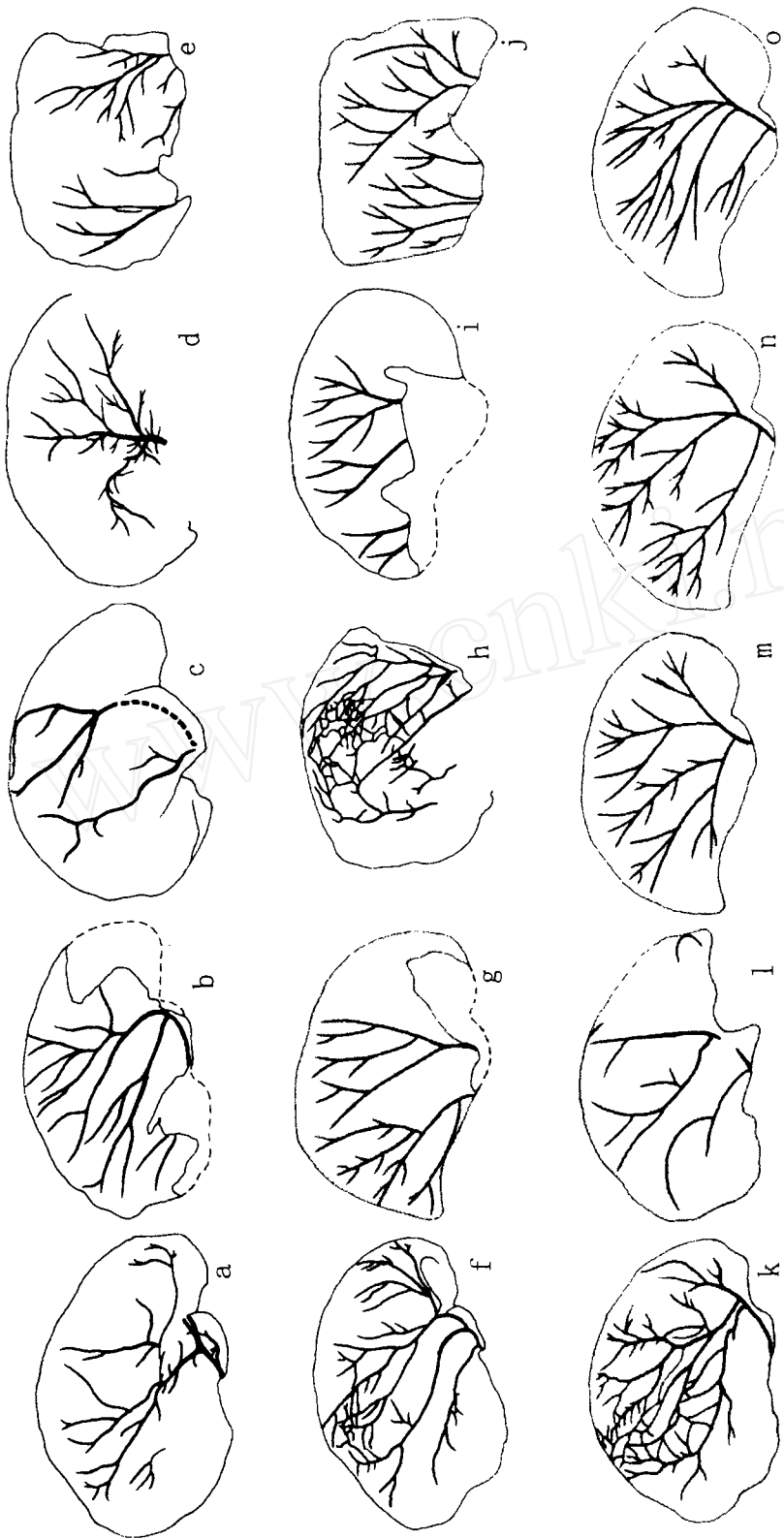


图 5 本文所用标本的脑膜中动脉图

Sketch of middle meningeal artery used in the article

- a. ZKD Ⅲ左侧 b. 爪哇Ⅴ左侧 c. KNM-WT 15000 右侧 d. Salé 右侧 e. LazaretⅢ f. Broken Hill 右侧
- g. 资阳 右侧 h. Swanscombe i. 马坝 左侧 j. 河套 k. Predomest X l. Annud I 左侧 m. n. o 现代人



致谢: 本文是在导师刘武研究员的指导下完成的, 在写作过程中多次得到吴新智院士和张银运研究员的悉心指点, 在此谨致衷心的感谢。

### 参考文献:

- [1] 河北新医大学人体解剖学编写组. 人体解剖学 下册 [M]. 北京, 人民卫生出版社, 1977, 998—1000.
- [2] 陈义尉, 林鸿仪. 关于国人硬脑膜静脉窦的初步研究 [J]. 解剖学报, 1957, 2(1): 65—75.
- [3] 吴德昌, 孙殿久, 金保纯等. 人体机能解剖学 [M]. 北京, 科学出版社, 1983, 374—377.
- [4] Bartlett W. Contribution to the surgical anatomy of the middle cranial fossa [J]. Annals of Surgery, 1992, 36: 680—702.
- [5] Yatsuta KE. Surgical anatomy of the middle meningeal artery [J]. Vrachebnaid Gazeta, 1905, 12: 497—501.
- [6] Kanavel AB, Davis LB. Surgical anatomy of the trigeminal nerve [J]. Surgery, Gynecology and Obstetrics, 1928, 34: 357—366.
- [7] Gufridar-Ruggeri V. Ueber die endokranischen Furchen der A. meningea media beim menschen [J]. Zeitschrift Morph U Anthropol, 1913, 15: 401—413.
- [8] Akiba T. Ueber die endokranischen Furchen der A. meningea media bei Japanern [J]. Zeitschrift f Morph U Anthropol, 1925, 23: 341—360.
- [9] Adachi B. Das Arteriensystem der Japaner [J]. Suppl To Acta Sch Med Univ Kyoto, 1928, .
- [10] Simon BC, Clement FD. The variation of the middle meningeal artery within the middle cranial fossa [J]. Anat Rec, 1935, 62(3): 309—319.
- [11] 赵一清. 中国人脑膜中动脉在颅内的分布类型与颅外测定 [J]. 解剖学报, 1955, 1(3): 317—329.
- [12] Bonin GV. The Evolution of the Human Brain [M]. Chicago: The University of Chicago Press, 1963, 41—58.
- [13] Tobias PC. The Cranium of Australopithecus (Zinjanthropus) Boisei [M]. London: Cambridge University Press, 1967.
- [14] Weidenreich F. The Ramification of the Middle Meningeal Artery in Fossil Hominids and its Bearing Upon Phylogenetic Problems [M]. Paleontologia Sinica, New Series D, No. 3, Whole Series. No. 110, 1938.
- [15] 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.
- [16] Holloway RL. The Indonesian *Homo erectus* brain endocasts revisited [J]. Am J Phy Anthropol, 1981, 55: 503—521.
- [17] Jacob T. Sixth skull cap of *Pithecanthropus erectus* [J]. Am J Phy Anthropol, 1966, 25: 243—260.
- [18] 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.
- [19] Falk D. Meningeal artery patterns in great apes: implication for hominid vascular evolution [J]. Am J phy Anthropol, 1993, 92: 81—97.
- [20] 吴汝康. 陕西蓝田发现的猿人头骨化石 [J]. 古脊椎动物与古人类, 1966, 10(1): 1—13.
- [21] Weidenreich F. Morphology of Solo Man [M]. Anthropol papers Am Mus Nat His, 1951, 43(3): 45—46.
- [22] Asfaw B. A new hominid parietal from Bodo, middle Awash valley, Ethiopia [J]. Am J Phy Anthropol, 1983, 61: 367—371.
- [23] Sgmon B, Cybulski JS. *Homo erectus* [M]. London: University of Toronto Press, 1981, 159—187.
- [24] Suzuki H, Takai F. The Amud Man and His Cave Site [M]. Japan: The University of Tokyo, 1970, 416—418.
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] Wu Xinzhi. A well-preserved cranium of an archaic type of early *Homo Sapiens* from Dali, China [J]. Scientia Sinica, 1981, 24(4): 530—541.
- [28] 吴汝康, 彭如策. 广东韶关马坝发现的早期古人类类型人类化石 [J]. 古脊椎动物与古人类, 1959, 1(4): 159—165.
- [29] 贾兰坡, 卫奇, 李超荣. 许家窑旧石器时代文化遗址 1976 年发掘报告 [J]. 古脊椎动物与古人类, 1979, 17(4): 277—293.
- [30] 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.
- [31] 王令红, 李毅. 陕西黄龙出土的人类化石 [J]. 人类学学报, 1983, 2(4): 315—319.

[32] 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.

## MORPHOLOGICAL VARIATION OF MIDDLE MENINGEAL ARTERY AND ITS SIGNIFICANCE IN HUMAN EVOLUTION

WU Xiujie

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

**Abstract:** The impressions of middle meningeal arteries were observed and compared to study the morphological variation and temporal changes. The specimens used include either skull or endocasts of 45 *Homo erectus*, 15 archaic *Homo sapiens*, 18 Late *Homo sapiens* and 62 modern humans. The results obtained are as follows. From *Homo erectus* to modern humans the diameter of middle meningeal arteries decreased, the pattern of ramifications becomes more complex, the diameter anterior branch of the middle meningeal artery tends to increase and posterior branch tends to decrease. So, from the early hominids to modern humans the ramification of middle meningeal arteries becomes gradually shrink on the area other than the parietals. The present study also indicate that the morphological characteristics of human middle meningeal arteries have certain geographical variations. The author believes that the morphological patterns of the middle meningeal arteries found in present study reflect the increasing of blood requirements of different brain components in changing proportion and sophistication of cerebral function during the evolutionary process from *Homo erectus* to modern humans. The middle meningeal artery plays important role in the study of relationship between skull and brain, and brain evolution.

**Key words:** Middle meningeal artery; Morphological variations; *Homo erectus*; Archaic *Homo sapiens*; Late *Homo sapiens*