

DOI: 10.16359/j.cnki.cn11-1963/q.2017.0007

现代中国人颞骨乳突后部的形态变异

贺乐天^{1,2}, 刘武¹

1. 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 北京 100044;
2. 中国科学院大学, 北京 100039

摘要: 人类颞骨因其复杂的表面及内部结构成为演化研究的重要解剖部位之一, 然而由于缺乏对现代人颞骨形态与变异的细致研究及对比数据, 对颞骨一些特征的定义和鉴定价值还存在争议。迄今为止, 尚无学者对现代中国人群颞骨形态与变异做过专门研究。有鉴于此, 本文对颞骨乳突后部一些典型性状的形态变异在现代中国人及部分古人类的表现情况进行了研究。研究表明: 1) 除乳突旁隆起的发育水平存在性别差异外(不受地区差异影响), 乳突切迹、枕乳嵴、枕动脉沟的出现率和发育水平既不受地区差异影响, 又无性别差异; 2) 现代中国人乳突后部形态总体表现为窄而深的乳突切迹、明显的乳突旁隆起、以及发育程度较弱的枕动脉沟和枕乳嵴; 3) 在本文所研究的性状中, 乳突切迹、乳突切迹前端隆起、乳突旁隆起、枕乳嵴和枕动脉沟均呈现不同程度的个体变异; 4) 一些被认为属于尼安德特人衍生特征的性状在中国古人类和现代中国人的乳突后部都有出现; 5) 本文研究的颞骨乳突后部形态特征在中国更新世晚期人类的表现与现代中国人接近。

关键词: 乳突部; 形态变异; 现代中国人; 人类演化

中图分类号: Q983^{+.3}; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2017)01-0074-13

Morphological Variation of the Mastoid Region in Modern Chinese Skull

HE Letian^{1,2}, LIU Wu¹

1. Key Laboratory of Vertebrate Evolution and Human Origin of Chinese Academy of Sciences, Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044

Abstract: Because of the complex external surface morphology and internal structure, the temporal bone is an important source of information on palaeoanthropological research. However, the definition of some of the characteristics of the temporal bone, population distribution and the value of evolution has been controversial. One reason for these challenges is the lack of research and data about variation and morphology of modern crania. Therefore, this paper focuses on a complex region - the posterior mastoid region. Through observation

收稿日期: 2016-02-24; 定稿日期: 2016-05-09

基金项目: 中国科学院国际合作局对外合作重点项目(132311KYSB20160004), 国家自然科学基金(41630102, 41672020)

作者简介: 贺乐天, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所博士研究生, Email: heletian@ivpp.ac.cn

Citation: He LT, Liu W. The morphological variation of the mastoid region in modern Chinese skull[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2017, 36(1): 74-86

and our analysis, we noted the following results. Except for the development level of the juxtamastoid process affected by sex, the occurrence rate and development of the mastoid notch, occipitomastoid crest and occipital groove are not affected by region or sex. The characteristic features of modern Chinese people are a narrow and deep mastoid notch, prominent juxtamastoid process, weak occipital groove and occipitomastoid crest. The mastoid notch, anterior part of the digastric groove (obliterated), juxtamastoid process, occipital groove and the occipitomastoid crest show internal variability and change over time. Some morphological traits of the mastoid region that are considered to belong to Neandertals have appeared on contemporary and fossil men in China. In this paper, the morphology of the posterior of mastoid region of Chinese *Homo sapiens* (late Pleistocene) is close to that of modern Chinese people.

Key words: Mastoid; Cranial; Morphology; Anatomy; *Homo sapiens*; Modern Chinese; Palaeoanthropology

1 前言

头骨形态与变异一直是人类演化及人群关系研究的主要信息来源。颞骨作为头骨的重要组成部分以其复杂的内外面形态以及内部结构特征在人类演化研究中受到日益增多的关注。上个世纪 30~40 年代,魏敦瑞对北京周口店直立人颞骨做了详细的描述和对比,注意到颞骨某些形态特征在类人猿、周口店直立人和现代人之间存在明显的差异。如周口店直立人的颞鳞长高指数明显比现代人小;周口店直立人的乳突游离部粗而短,现代人则呈多样化等^[1]。此后的数十年里,随着世界范围内古人类化石的不断发现和研究工作的深入,古人类学界对颞骨形态特征在人类演化研究上的价值有了更多的认识,相关学者们对颞骨形态及演化变异开展了更多的研究^[2-7]。这些研究通过对颞骨内、外表面形态,以及包括内耳迷路在内的颞骨内部结构的对比分析揭示了在人类演化过程中颞骨形态变异、演化趋势以及某些人群所特有的自近裔特征。

值得注意的是,很多研究者对颞骨一些形态特征的定义、观测方法、变异情况以及演化上的意义存在争议。例如,有学者通过颞鳞指数(颞鳞高/颞鳞长)来描述颞鳞的整体形态,另一些学者认为这种方法存在问题,而采用测量颞鳞角(squama angle)的方式来描述^[2,8];另外,Weidenreich^[1]和 Stringer^[6]认为尼安德特人的鼓板处在颅骨的矢状位,Trinkaus^[8]和 Condemi^[9]则持相反意见,他们认为尼人的鼓板处于颅骨的冠状位。

造成上述问题的原因是多方面的,一是对颞骨上的各个性状没有统一的定义和相对一致的测量、观察方法;二是对现代人颞骨各个性状的分布和变异情况尚不十分清楚。而迄今为止,对现代中国人群颞骨形态、变异及其在演化上意义等方面的基础数据亦非常缺乏。基于以上情况,有必要对颞骨形态在现代中国人群的表现和变异情况进行调查,为人类演化研究积累对比数据。作为对现代中国人颞骨形态与变异系列研究的一部分,本文选择颞骨乳突后部区域,调查该区域一些形态特征在现代中国人中的表现情况,获取有关的形态变异的数据资料,为后续的研究打下基础。本文也将对若干古人类标本进行检验,从而

对乳突后部的各个性状在演化上的价值进行评估,并特别对被认为是尼安德特人独特性状的一些颞骨乳突后部形态特征在中国古人类和现代中国人群的出现情况进行观察,进而探讨这种独特性是否的确存在。

2 材料与方法

2.1 研究材料

用于本文研究的现代人标本包括 89 例华北地区的成年男性颅骨标本和 65 例云南地区成年个体的颅骨标本(34 例为男性,31 例为女性)。我们将这两批材料作为现代中国人的代表。另外,还对若干保存有颞骨乳突区的更新世中国古人类化石(或模型)进行了观察,共计 13 例,这些古人类标本的相关信息均引自参考文献[10]。所有标本均收藏于中国科学院古脊椎动物与古人类研究所标本馆。表 1 罗列了这些标本的信息。此外,在本文对比分析及讨论部分还引用了一些文献中的欧洲及非洲古人类相关数据。

2.2 研究性状及观测方法

本研究选择了包括乳突切迹、乳突旁隆起、枕动脉沟和枕乳嵴共 4 个颞骨乳突后部的性状(图 1)。许多研究都认为这些性状具有明显的演化变化,其中一些还被认为具有分类学上的意义^[1-2,8],但这些研究仍存在诸多争议^[2,11]。

1) 乳突旁隆起(juxtamastoid eminence or paramastoid eminence)和枕乳嵴(occipitomastoid crest)。乳突旁隆起这一解剖学术语最早由 Corner^[12]提出,其后, Rouviere^[13]也在其文中提及了这一性状。在此后数十年间,由于乳突后部存在复杂的变异,很多学者都将该性状与枕乳嵴相混淆,如魏敦瑞在对周口店直立人的研究中便将枕乳嵴描述为乳突旁隆起^[1]。随着对颞骨形态特征在现代人群表现特点与变异情况研究的深入,Walensky 提出乳突旁隆起和枕乳嵴是两个不同的性状,并对这两个性状的解剖学位置和表现特点进行了较严格的定义^[14]。此后,大部分学者认同了 Walensky 的观点,并对这两个性状在不同现代人群的表现特点(包括大小、形状、出现率等)进行了研究^[15]。但对 juxtamastoid eminence 的含义却还一直存在不同的意见。有人认为 juxtamastoid eminence 指枕乳嵴,也有人认为指乳突旁隆起。如此便造成了术语使用及读者理解的混乱。本文中,我们采用 Walensky 等^[14-15]的观察方法,即将位于乳突切迹与枕动脉沟之间的骨质隆起辨识为乳突旁隆起,而将沿枕乳缝分布的骨质隆起辨识为枕乳嵴(图 1)。二者均依隆起程度及范围分为 4 个

表 1 用于本文研究的标本情况

Tab.1 Materials studied

标本类别	标本情况	例数
周口店直立人	III、V、X、XI、XII 号头盖骨	5
安徽和县直立人 *	颅骨 (PA830)	1
陕西大荔早期智人	颅骨	1
河北许家窑早期智人 *	左侧颞骨 (PA1498)	1
周口店山顶洞晚期智人	101、103 号颅骨	2
广西柳江晚期智人 *	颅骨 (PA89)	1
云南丽江晚期智人	颅骨 (丽木 01)	1
甘肃泾川晚期智人	颅骨	1
现代华北人	颅骨	89
现代云南人	颅骨 (男性: 34 例; 女性: 31 例)	65

注: * 为化石, 其余古人类标本为模型

等级，为无、小、中等、大（图 2）。另外，在记录枕乳嵴出现情况及隆起程度时，剔除因枕乳缝已愈合而难以识别的个体。

2) 乳突切迹 (mastoid notch) 和乳突切迹前端闭合 (the anterior part of the digastric groove obliterated)：乳突切迹又称二腹肌沟 (digastric groove)，是二腹肌的附着处，位于乳突和乳突旁隆起之间，是一条与乳突相垂直的沟^[16]。本文依宽窄和深浅程度将乳突切迹分为 3 级，分别为中等 - 明显、浅、不明显 - 无。按照这个分级标准对乳突切迹的整体形态进行了观察。以往研究显示，乳突切迹前端形态在尼人中具有特异性，即尼人存在乳突切迹前部闭合，而这一性状被认为在除尼人外的其他人科成员中均不存在^[2]。为进一步这一特征表现，我们对各个标本的乳突切迹前部进行了观察，根据是否在乳突切迹前部存在骨桥或马鞍状的隆起来记录乳突切迹前端闭合存在与否。

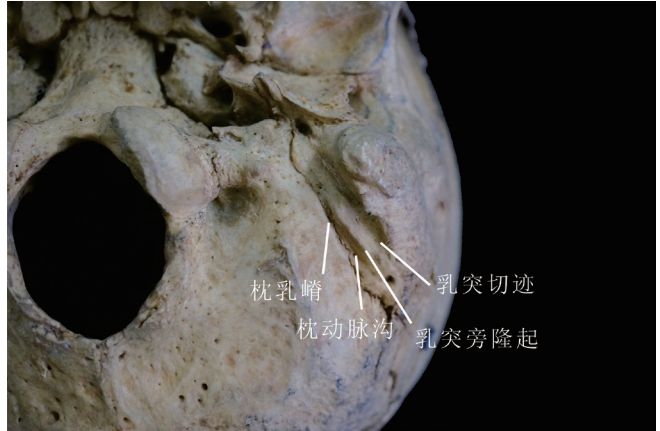


图 1 本文研究的乳突后部性状示意图 (仿 Walensky 等 [14])
Fig.1 The morphological features of mastoid area used in the present study

3) 枕动脉沟 (occipital groove/sulcus): 位于乳突旁隆起和枕乳嵴之间，表现为一浅沟，活体中有枕动脉走行。作者依其整体形态进行观察，依宽窄、深浅程度将其分为中等 - 明显、浅、不明显 - 无三个等级。

对上述性状在全部颞骨标本的左、右两侧分别进行测量、观察和记录。

2.3 统计方法

在对全部标本观测记录的基础上，分别计算各个性状的个体出现率以及每个性状不同发育级别的出现率。使用卡方检验或 Fisher 确切概率法对不同地区和不同性别之间个体出现率的差异进行统计学检验 (个体出现率的统计中，只要有一侧颞骨的乳突后部出现相应性状即定义为存在，包括小或浅、中等及明显三种程度)；此外还采用秩和检验

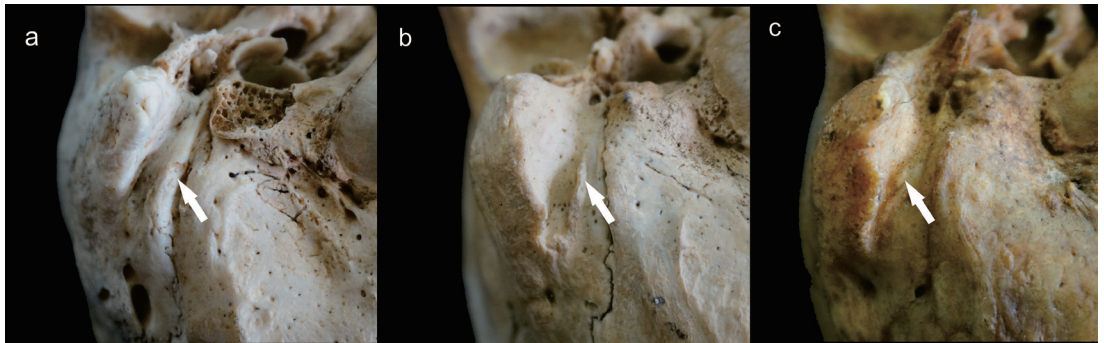


图 2 乳突旁隆起分级标准 (a. 明显; b. 中等; c. 小)

Fig.2 A graded standard of the juxtamastoid eminence (a. prominent; b. intermediate; c. trace)

检验不同地区以及两性之间各个性状的发育水平是否具有显著差异。在统计学检验中全部采用左侧颞骨的数据，所有计算均使用 EXCEL2010 和 SPSS19.0 完成。

3 结 果

3.1 乳突后部形态特征在现代中国人中的表现情况

3.1.1 乳突旁隆起

如表 2 和图 4 所示，在现代华北人中，乳突旁隆起的出现率非常高，个体出现率为 97.75% (87/89)。其中，左侧颞骨乳突旁隆起的出现率为 88.76% (79/89)，右侧达 92.05% (81/88)。而现代云南人两性的乳突旁隆起个体出现率同样很高，女性为 93.55% (29/31)，男性达到 100% (34/34)。

乳突旁隆起的发育程度在现代中国人中呈现多样化的表现形式。我们仅依据隆起程度和范围将其分为 4 级，经过分级观察后的结果显示：在现代华北人中表现为明显的乳突旁隆起左侧出现率为 39.33%，右侧为 39.77%；表现为中等程度的出现率左侧为 28.09%，右侧为 32.95%；表现为微弱乳突旁隆起的左侧出现率为 21.35%，右侧为 19.32%。而在现代云南人中，表现为明显乳突旁隆起的左侧出现率男性为 50%，女性为 6.67%，右侧出现率男性为 50%，女性为 16.13%；表现为中等程度的左侧出现率男性为 25%，女性为 30%，右侧出现率男性为 26.47%，女性为 22.58%；表现为微弱乳突旁隆起的左侧出现率男性为 21.88%，女性为 50%，右侧出现率男性为 20.59%，女性为 45.16%。由此可见乳突旁隆起在现代华北人中以明显—中等大小者为最多，而在现代云南人中则呈现出比较明显的性别差异，其中男性的乳突旁隆起与华北人类似，明显—中等大小者为常见，但女性的乳突旁隆起则以中等—微弱为最多。

另一方面，在现代华北人中共有 11 例标本单侧缺乏乳突旁隆起，另还有 3 标本双侧皆无。此外，还有一部分标本存在乳突旁隆起和乳突融合或并未完全分离的情况（图 3a），个体出现率达到 20.22% (18/89)。而现代云南人中共有 7 例标本单侧缺乏乳突旁隆起（男性 2 例，女性 5 例），2 例标本双侧皆无（均为女性）。另外，6 例标本出现乳突旁隆起和乳突融合或并未完全分离的情况，其中 1 例为女性 (3.23%)，5 例为男性

表 2 乳突旁隆起各级别在现代中国人群的出现情况

Tab.2 The occurrence of each categories of the juxtamastoid eminence in modern Chinese populations

	性别	个体出现率	侧别	出现率	表现程度				与乳突融合
					明显	中等	微弱	不明显	
华北人	男	97.95%	左	88.76%	39.33%	28.09%	21.35%	11.24%	14.61%
			右	92.05%	39.77%	32.95%	19.32%	7.95%	12.5%
云南人	男	100%	左	96.88%	50%	25%	21.88%	3.13%	12.5%
			右	97.06%	50%	26.47%	20.59%	2.94%	11.76%
	女	93.55%	左	87.10%	6.67%	30%	50%	13.33%	0
			右	84.38%	16.13%	22.58%	45.16%	16.13%	3.23%

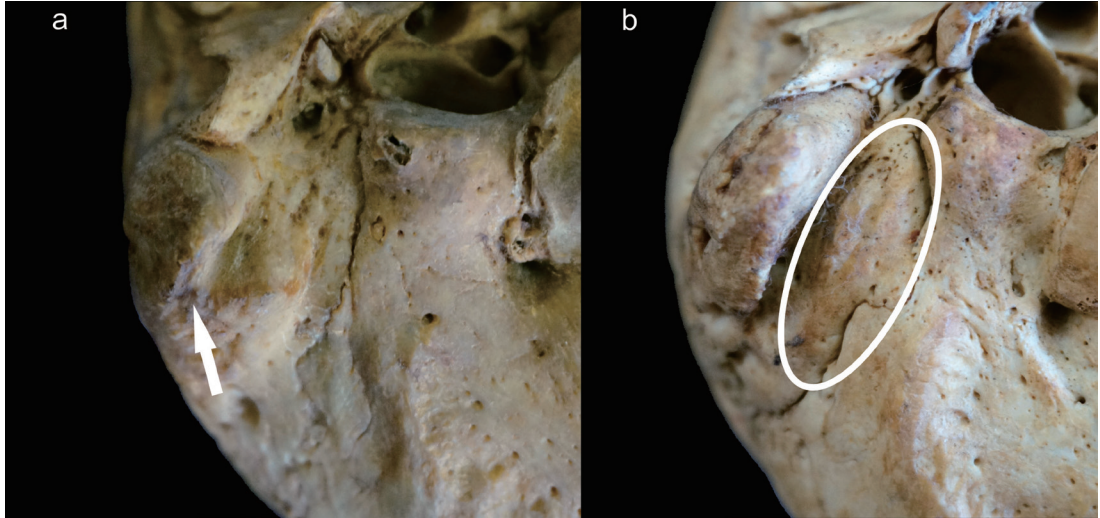


图 3 特殊表现形式的乳突旁隆起和枕乳嵴

Fig.3 Special forms of the juxtamastoid eminence and occipitomastoid crest

a. 乳突与乳突旁隆起融合 The fusion of the mastoid process and juxtamastoid eminence; b. 乳突旁隆起与枕乳嵴融合
The fusion of the juxtamastoid eminence and occipitomastoid crest

(14.71%) (表 2)。

3.1.2 枕乳嵴

枕乳嵴在现代华北人中的个体出现率为 82.75% (72/87)，其中左侧出现率为 67.06% (57/85)，右侧 74.70% (62/83)。而在现代云南人中，枕乳嵴的男性个体出现率为 96.99% (31/32)，女性为 87.1% (27/31)，其中，男性左侧枕乳嵴出现率

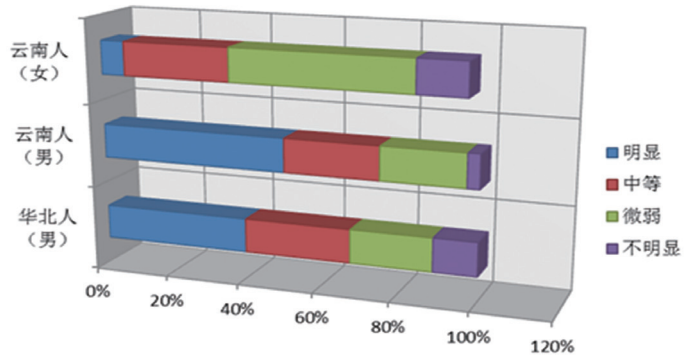


图 4 现代中国人乳突旁隆起的发育水平 (左侧)

Fig.4 Development level of the juxtamastoid eminence in modern Chinese(left)

为 83.87%，女性为 78.13%，男性右侧枕乳嵴出现率为 83.33%，女性为 80.65%。

枕乳嵴经过分级观察的统计结果显示，现代华北人中表现为明显的枕乳嵴的左侧出现率为 9.41%，右侧为 9.64%；表现为中等程度的左侧出现率为 22.35%，右侧为 28.92%；微弱的枕乳嵴左侧出现率为 35.29%，右侧为 36.14%。而现代云南人枕乳嵴的发育程度分级情况与之相似，同样以微弱的隆起为最常见 (表 3)。

由枕乳嵴个体出现率和侧别出现率的差别可知现代华北人中单侧缺乏枕乳嵴的个体较多，经统计共有 23 例，而这一左右不对称的比例要明显高于乳突旁隆起。另外，所有标本双侧乳突旁隆起和枕乳嵴同时存在的比例仅为 44.83% (39/87)。其中，多数表现为存在乳突旁隆起而无枕乳嵴，但也有 13 例标本表现有枕乳嵴而无乳突旁隆起 (见图 3b)。而在现代云南人中，缺乏枕乳嵴的个体较现代华北人要少。其中，有 4 例女性标本

双侧缺乏枕乳嵴，8例男性标本单侧缺乏枕乳嵴。所有标本双侧乳突旁隆起和枕乳嵴同时存在的比例为 69.23% (45/65)，比现代华北人要高。在女性中，有 6 例表现出存在枕乳嵴而无乳突旁隆起，4 例表现出存在乳突旁隆起而无枕乳嵴的情况；男性中则 2 例个体存在枕乳隆起而无乳突旁隆起，9 例个体表现出存在乳突旁隆起而无枕乳嵴。

在观察枕乳嵴的过程中，我们发现该性状存在多种分布方式。有仅位于颞骨上者，有仅位于枕骨上者，也有横跨枕乳缝者。其中，以横跨枕乳缝的隆起最为常见，现代华北人左右侧均达到 70% 以上，现代云南人的女性标本出现率达到 100%。枕乳嵴单独位于枕骨或颞骨者则较少。另外，在辨别该性状时，我们发现枕乳嵴有时还会与枕骨最下项线合并而导致难以辨认。

有学者注意到一些具有特殊表现形式的乳突旁隆起和枕乳嵴，如乳突旁隆起和枕乳嵴的融合^[1]。据笔者观察，在现代中国人中也存在这种情况，包括乳突与乳突旁隆起融合、以及乳突旁隆起与枕乳嵴融合（见图 3）。但这两种特殊的表现形式在现代中国人群中出现率较低，在现代华北人标本中仅有 3 例标本出现，云南人中则只有 1 例女性出现了该现象。

总而言之，这两个性状的形态在现代中国人中存在一定程度的内部变异。现代华北人和现代云南人均表现为乳突旁隆起出现率较高，而枕乳嵴出现率稍低。隆起程度方面，整体来看乳突旁隆起明显较枕乳嵴发达；而乳突旁隆起的发育情况在两性之间可能存在一定的差异。

3.1.3 乳突切迹及枕动脉沟

乳突切迹位于乳突和乳突旁隆起之间，在现代华北人中的个体出现率为 93.26% (83/89)。其中，左侧出现率为 89.77% (79/88)，右侧为 87.64% (78/89)。在现代云南人男性中的个体出现率为 97.06% (33/34)，女性为 96.77% (30/31)。其中，男性左侧乳突切迹出现率为 96.97%，女性为 96.67%，男性右侧乳突切迹的出现率为 93.82%，女性为 93.55%。该特征的内部变异较小，在两个人群中都有有一半以上的个体具有中等-明显的乳突切迹。

乳突切迹前端闭合在现代中国人中则非常罕见，现代华北人个体出现率仅为 5.75% (5/87)，均为单侧出现。其中，左侧为 2.33% (2/86)，右侧为 3.45% (3/87)。现代云南人中，个体出现率为 9.23% (6/65)，其中男性出现 4 例，女性出现 2 例，多为单侧出现。而即使出现了乳突前端闭合的个体，其程度也非常微弱。

与乳突旁隆起和枕乳嵴的关系相似，枕动脉沟的出现率也较乳突切迹为低。现代华北人中的个体出现率为 78.65% (70/89)。从两侧来看，左侧为 69.66% (62/89)，右侧 74.16% (69/89)；现代云南人中，男性的个体出现率为 65.63% (21/32)，女性的个体出现率为 51.61% (16/31)。其中，男性左侧枕动脉沟出现率为 71.88%，女性为 66.66%，男性右侧枕

动脉沟的出现率为 68.76%，女性为 64.52%。由表 4 可知，两个地区的男性枕动脉沟发育程度均较为集中，以中-明显者为主，而女性则较为分散。

3.2 乳突后部形态特征的地区差异和性别差异

依据上文对乳突后部 4 个性状出现率及发育程度分布的统计，我们对华北地区及云

表 3 不同表现形式的枕乳嵴在现代中国人群的出现情况

Tab.2 The occurrence of different forms of the occipitomastoid crest in modern Chinese populations

	性别	个体出现率	侧别	出现率	表现程度			
					明显	中等	微弱	不明显
华北人	男	82.75%	左	67.06%	9.41%	22.35%	35.29%	32.94%
			右	74.70%	9.64%	28.92%	36.14%	25.30%
云南人	男	96.99%	左	83.87%	12.90%	25.81%	45.16%	16.13%
			右	78.13%	9.38%	25%	43.75%	21.88%
	女	87.1%	左	83.33%	3.33%	22.67%	53.33%	16.67%
			右	80.65%	9.67%	22.58%	48.39%	19.35%

表 4 乳突切迹和枕动脉沟各级别在现代中国人群的出现情况

Tab.2 The occurrence of each categories of the mastoid notch and occipital groove in modern Chinese populations

	性别	性状	个体出现率	中 - 明显		小		不明显 (无)	
				L	R	L	R	L	R
				华北人	男	乳突切迹	93.26%	67.42%	72.72%
		枕动脉沟	78.65%	47.19%	50.57%	22.47%	23.60%	30.34%	25.84%
云南人	男	乳突切迹	97.06%	75.76%	79.11%	21.21%	14.71%	3.03%	5.88%
		枕动脉沟	65.63%	53.13%	53.13%	18.75%	15.63%	28.13%	31.25%
	女	乳突切迹	96.77%	80.00%	80.65%	16.67%	12.90%	3.33%	6.45%
		枕动脉沟	51.61%	33.33%	25.81%	33.33%	38.71%	33.33%	32.26%

南地区男性各个性状的出现率及发育程度的差别进行了统计学检验(表 5), 其结果如下: 1) 在乳突旁隆起、枕乳嵴、乳突切迹、枕动脉沟这 4 个性状的个体出现率上, 现代华北人和现代云南人均无显著差异, 而枕乳嵴似乎存在有地区差异的可能性, 其 p 值很接近 0.05, 在本文中大约因样本量较少的原因而在检验中没有体现。2) 在乳突旁隆起、枕乳嵴、乳突切迹、枕动脉沟发育程度的比较中, 现代华北人和现代云南人之间亦无显著差异。

值得注意的是, 由于云南人的颅骨标本两性个体数比较均匀, 我们在进行地区差异检验的同时, 得以能够对两性之间各个性状的个体出现率和发育程度的差异进行检验(表 6), 检验结果显示: 1) 在个体出现率方面, 各性状在两性之间均无显著差异; 2) 在发育程度方面, 男性乳突旁隆起的整体发育水平要明显高于女性, 而枕乳嵴、乳突切迹、枕动脉沟的两性差异则不显著。

3.3 中国古人类化石的乳突后部形态

在本文观察的中国古人类化石中, 所有直立人标本的乳突后部呈现出几乎同样的表现形式: 即基本无乳突旁隆起, 具有特别明显的枕乳嵴, 乳突切迹明显, 无乳突切迹前端隆起, 不见枕动脉沟。当然, 其中也存在例外——周口店直立人 11 号头盖骨便有小 - 中等大小的乳突旁隆起和宽而明显的枕动脉沟。

大荔人乳突后部 4 个性状与直立人没有太大差别, 仅枕乳嵴的发育明显较直立人为弱; 然许家窑人乳突后部的形状则相对地与现代人较为接近, 表现为: 微弱的乳突旁隆起和枕

表 5 乳突后部各性状个体出现率和发育程度的地区差异

Tab.5 Regional differences of the individual occurrence rate and developmental level of mastoid area

	乳突旁隆起			枕乳嵴			乳突切迹			枕动脉沟		
	H	Y	p	H	Y	p	H	Y	p	H	Y	p
个体出现率	89	34	—	87	32	0.06	89	34	0.672	89	32	0.259
发育程度	89	34	0.166	87	32	0.099	89	34	0.872	89	32	0.246

注：表格中“H”为华北人例数，“Y”为云南人例数

表 6 乳突后部各性状个体出现率和发育程度的性别差异

Tab.6 Sex differences of the individual occurrence rate and developmental level of mastoid area

	乳突旁隆起			枕乳嵴			乳突切迹			枕动脉沟		
	M	F	p	M	F	p	M	F	p	M	F	p
个体出现率	34	31	—	32	31	0.196	34	31	1	32	31	0.143
发育程度	34	31	0.00*	32	31	0.246	34	31	1	32	31	0.227

乳嵴，窄而明显的乳突切迹和很浅的枕动脉沟，同时也不具有乳突切迹前端隆起。

柳江人、山顶洞 101、103 号颅骨和涪川人都存在明显的乳突旁隆起，丽江人也存在中等大小的乳突旁隆起。柳江人与山顶洞人 101、103 号颅骨还出现了前文中提到的乳突旁隆起与乳突融合或未完全分离的现象。枕乳嵴方面，这些晚期智人标本则从无到中等程度者皆存在，多数为中等和较小者。其乳突切迹和枕动脉沟不仅被完全分离，且表现形式也同现代人相似，变得多样化起来。乳突切迹前端隆起方面，仅有丽江人存在微弱的乳突切迹前端闭合。

4 讨论

4.1 现代中国人乳突后部各性状的特点

无论在现代华北人还是现代云南人中，乳突切迹、乳突旁隆起、枕动脉沟、枕乳嵴都有较高出现率。乳突旁隆起的两侧的出现率均在 80%-90% 之间，与 Corner (95%)^[12]、K.Mckee (91%)^[11]、Taxman (89%)^[15] 以及 Walensky (84%)^[14] 之结果基本一致。其中，K.Mckee 文中的标本为随机选自南非威特沃特斯兰德大学收藏的 229 例现代人标本 (Dart Collecction)；Taxman 的样本为来自 Terry 标本馆的 800 例颅骨，包括数目相等的白人和黑人；Walensky 的样本则包括美洲印第安人、因纽特人和美国黑人，共计 300 例颅骨标本。本文研究的颅骨样本虽均为蒙古人种，但一方面文献中尚无证据表明乳突旁隆起在不同人种中存在显著差异^[15]，另一方面，现代云南人及华北人乳突旁隆起出现情况的比较也说明在不同地区之间乳突旁隆起的出现率并无显著差异。Taxman^[15] 曾对乳突旁隆起进行了定量研究，定义了该性状的长、宽、高，并分别进行测量，其研究结果显示在白人和黑人之间（相同性别），乳突旁隆起的发育水平没有显著差别。本文虽未对乳突旁隆起进行测量，而仅根据其隆起程度和范围定义了不同的发育水平，而研究结果同样显示在不同地区的人群中，乳突旁隆起的发育水平无显著差别。除此之外，Taxman 还对两性之间乳

突旁隆起的出现率和发育程度进行了比较。在白人中，男性乳突旁隆起的出现率要高于女性，在黑人中，二者则无显著差异；而在发育程度方面，白人和黑人男性的乳突旁隆起发育水平均高于女性^[15]。本文在乳突旁隆起的出现率方面，现代云南人两性之间无显著差异，与黑人相同，而发育程度方面则与 Taxman 结果完全一致，男性的发育水平要显著高于女性。

根据以上对现代华北人和现代云南人头骨标本乳突旁隆起的观测和分析结果，作者对该形态特征在现代中国人群的出现情况和变异程度获得了一些初步认识。首先，乳突旁隆起在现代中国人中的出现率与世界上其他地区的人群（包括不同人种）没有太大区别；其次，乳突旁隆起的出现率和整体发育水平（主要指男性）在现代中国人中没有明显的地区差异；最后，现代中国人男、女两性之间（主要指云南人）在乳突旁隆起的出现率上没有显著的区别，但整体发育水平上男性要显著高于女性。

枕动脉沟和枕乳嵴的出现率稍低，但在现代中国人中也都达到了一半以上。本文中，无论是在不同的地区（华北和云南）还是不同的性别（云南）之间，枕动脉沟和枕乳嵴的出现率均没有体现出统计学意义上的差异。另外，此两个性状中枕乳嵴的形状和大小主要以中等 - 微弱为主，枕动脉沟则变异较大，但总体而言，仍以小 - 不明显为主。而二者整体的发育水平与其个体出现率一样，无论在地区还是性别之间都没有显著差异。

在现代中国人中，乳突切迹的个体出现率很高，而其出现率在不同地区和不同性别之间均无显著差异。而在发育程度上，现代华北人和现代云南人乳突切迹的发育程度均以明显为主，变异很小，且其发育水平亦无地区及性别间的差异。

总而言之，尽管各个性状的表现情况复杂多样，但就整体而言，大多数现代中国人乳突后部各个性状的表现模式仍可归纳如下：窄而深的乳突切迹，明显的乳突旁隆起，发育程度较弱的枕动脉沟和枕乳嵴。这一模式与 Walensky^[13] 提出的乳突后部现代人模式基本一致。而在这些性状之中，仅有乳突旁隆起的发育情况受到性别的影响，其它性状的出现率和发育情况都既不受地区差异的影响也不存在性别差异。

4.2 乳突旁隆起及枕乳嵴的定义标准

由前文可知，尽管已有学者提出了颞骨乳突后部各个性状的辨别方法和相对位置，但学术界对于乳突旁隆起和枕乳嵴的识别却仍然一直存在争议。而之所以会出现这种现象，一方面是因为乳突后部的变异过于复杂多样。如经常会出现乳突旁隆起非常接近枕乳缝或枕乳嵴大部分位于枕骨上且与枕骨最下项线混杂不清的情况。另外愈合的枕乳缝也会对辨别枕乳嵴的相对位置造成影响。另一方面则是由于对这些性状的演化趋势至今仍然不是很清楚。如魏敦瑞在对周口店直立人标本进行观察时，并不清楚直立人通常缺乏乳突旁隆起，因此便根据相对位置将显著发育的枕乳嵴误认为乳突旁隆起。

通过本文作者的观察，首先，可以确认乳突旁隆起和枕乳嵴属两个不同的性状，且在现代中国人中无论是个体出现率还是性状内部变异情况都各具特点。

从出现率上看，乳突旁隆起在现代中国人中出现率高，而枕乳嵴出现率稍低。从发育程度上看，乳突旁隆起的发育程度以中等 - 显著为主，枕乳嵴则微弱 - 无明显占优。从乳突后部整体形态上看，乳突旁隆起和枕乳嵴的发育程度也表现出了明显的个体差异。与 Walensky 总结了三种不同的乳突后部各个性状的表现模式相似，现代中国人的乳突旁隆

起和枕乳嵴也主要表现出了以下三种模式：其一是上文所述现代人模式，即明显的乳突旁隆起，枕乳嵴发育较弱或无，这也是在现代中国人中出现最多的。其二是尼安德特人模式，即发达的枕乳嵴，不见乳突旁隆起，而我们在现代中国人标本中发现了 21 例（华北人 13 例，云南人 6 例）与该模式相近的个体，但枕乳嵴的发育均达不到尼安德特人的程度。其三是过渡模式，表现为乳突旁隆起和枕乳嵴的发育情况处于现代人模式和尼人模式之间^[14]（详见图 5）。除此之外，这两个性状还存在着一些特殊的形态变异，即乳突与乳突旁隆起融合及乳突旁隆起与枕乳嵴融合（见图 3）。值得注意的是，本文所选取的中国境内晚期智人中也有三例标本出现了乳突与乳突旁隆起融合的情况。

另外，枕乳嵴和乳突旁隆起在乳突后部的相对位置亦与 Walensky 所标示的一致，表现为乳突旁隆起位于乳突切迹与枕动脉沟之间，而枕乳嵴则沿枕乳缝分布，并且多数横跨枕乳缝。

4.3 乳突后部各性状的演化研究价值

在乳突后部的性状，除乳突旁隆起有性别差异外（不受地区差异影响），其它性状均既不受地区差异影响，又无性别差异，理论上应均可作为探索人群亲缘关系和进化研究的性状。但各个性状在演化研究中一直都存在各种争议。

首先，显著发育的枕乳嵴在演化研究中一直备受争议。大多数学者认为存在发达的枕乳嵴（其尺寸与乳突接近）是尼安德特人的派生特征。但也有学者认为发达的枕乳嵴是直立人的普遍特征^[17-18]，魏敦瑞对周口店直立人化石的描述以及本文作者对周口店直立人模型及和县直立人化石的观察也证实了直立人同样具有非常发达的枕乳嵴^[1]，而学者们所公认的“尺寸与乳突接近的枕乳嵴”应该是由于尼人的乳突本身便非常小之缘故。当然，即便如此，尼人和直立人枕乳嵴的发达程度仍远甚于更新世晚期的智人和全新世现代人。因此，显著的枕乳嵴的确具备一定的演化研究价值，其大体上呈现出随时代变化而逐渐消失的倾向，但这一性状并不仅仅是尼人的独有特征。

其次，乳突旁隆起一般被认为是一种“进步性”特征，即它似乎是随着人类的不断进化而逐渐出现的。我们对有限的现代中国人标本和古人类标本的观察显示：直立人和早期智人中除周口店直立人 11 号颅骨模型和许家窑人表现出微弱的乳突旁隆起外，其它标

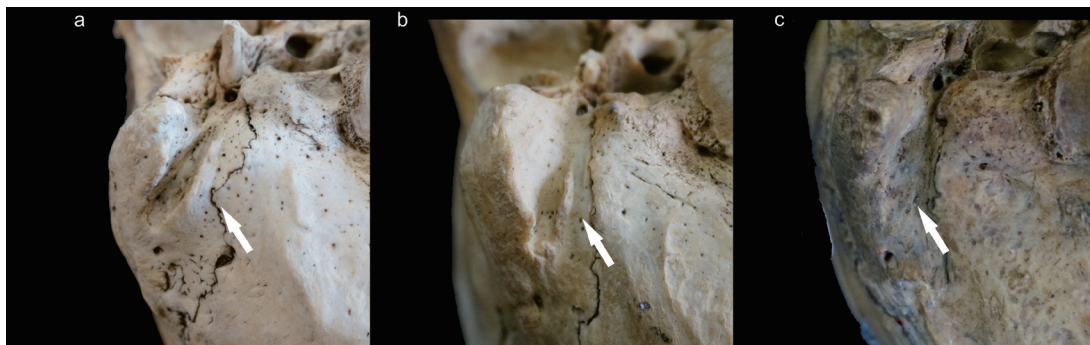


图 5 现代中国人乳突后部的三种表现形式

Fig.5 Three patterns of the posterior mastoid region in Chinese people

a. 现代人模式 Modern man; b 过渡模式 Transitional type; c 尼安德特人模式 Neandertal pattern

本和模型都无乳突旁隆起存在。到了晚期智人和现代人阶段，乳突旁隆起则变得非常常见。这似乎印证了这一性状的确具有时代演化趋势。有学者曾对早期人科成员（南方古猿非洲种和南方古猿鲍氏种）乳突后部区域进行过观察，并以此推论乳突旁隆起演化的功能性原因。由于这一结构在大猿中并不存在，因此他认为乳突旁隆起的出现和直立的体态相关，因为它增加了相关肌肉的附着面积^[19]，但也有学者通过解剖和观察现代人尸体而提出了反对意见^[15]。总之，乳突旁隆起的形成原因目前仍不清楚，但从现有的材料来看，至少在直立人、尼安德特人、早期智人和晚期智人阶段具有一定的演化研究价值。

再次，现代中国人乳突切迹的出现率很高，且多较窄而深；枕动脉沟的出现率稍低，其发育要明显较乳突切迹为弱。本文所观察的中国古人类中，未出现乳突旁隆起的周口店直立人和大荔人均表现出了较宽的乳突切迹（其形状大致呈“U”形），并且无枕动脉沟出现；而出现了乳突旁隆起的周口店直立人 11 号颅骨和许家窑人则均可观察到宽而浅的枕动脉沟。晚期智人中，乳突切迹和枕动脉沟则同样与现代中国人趋于一致，并且与现代人一样，出现了乳突与乳突旁隆起融合而不见乳突切迹的情况。由上述现象来看，乳突切迹和枕动脉沟的在现代人和古人类中的发育情况实际上与乳突旁隆起息息相关。枕动脉沟似乎是伴随着乳突旁隆起的出现才表现得明显起来，而乳突切迹则是随着乳突旁隆起的出现而逐渐由宽变窄。

最后，有学者曾将尼人的乳突前段形态与能人、直立人、欧洲中更新世的人类化石以及早期现代人等做了比较，发现乳突切迹前端的形态在尼安德特人中具有特异性，即出现乳突切迹前端闭合是尼人的派生特征^[2]。而本文的观察结果也在一定程度上支持上述观点，因为现代中国人和中国古人类标本中这一性状的发生率极低，即使少数存在乳突切迹前端闭合的标本，其闭合程度也远远不能和尼安德特人相提并论。

5 结 论

乳突切迹、乳突旁隆起、枕动脉沟、枕乳嵴 4 个颞骨乳突后部性状在以现代华北人和现代云南人为代表的现代中国人群均有较高出现率，乳突切迹前端闭合在现代中国人中的出现率极低。将两个人群中的前四个性状分别进行分级处理后，其发育程度的分布变得多样化起来，但乳突旁隆起、乳突切迹、枕乳嵴的分布规律仍相对集中。

从乳突后部的整体形态来看，现代中国人总体表现为窄而深的乳突切迹，明显的乳突旁隆起，和发育程度较弱的枕动脉沟和枕乳嵴。

另外，仅乳突旁隆起的发育程度存在性别差异，而在本文中所有 4 个性状的个体出现率和发育程度均未发现地区差异。

本文的另一个研究目的是探讨乳突区的各个性状是否具有演化意义上的研究价值。与部分古人类化石标本或数据的对比显示，乳突切迹、乳突切迹前端闭合、乳突旁隆起、枕乳嵴的表现方式均呈现不同程度的演化变化。其中，发育较弱的乳突旁隆起和强烈发育的枕乳嵴并非尼安德特人特有，周口店直立人及和县直立人的乳突后部都呈现出这种形态。同时，现代中国人中也有少量标本表现出了一种被称为“尼安德特人模式”的乳突后部特

征, 即无乳突旁隆起而存在枕乳嵴的情况, 只是枕乳嵴远不如尼人及直立人发达。此外, 本文发现, 中国古人类和现代中国人均不存在典型的乳突切迹前端闭合, 这个特征表现可能属于尼安德特人的独特性状。

最后, 对本文所选用的各个性状在中国直立人、早期智人、晚期智人和现代人进行比较后发现: 中国境内更新世晚期的人类化石, 即所谓解剖学上的现代人, 其颞骨乳突后部区域各个性状的表现与现代中国人已基本没有差别。

致谢: 感谢张银运研究员和吴秀杰研究员在本文写作过程中的多次指导和建议。

参考文献

- [1] Weidenreich F. The Skull of *Sinanthropus pekinensis*: A Comparative Study on a Primitive Hominid Skull[M]. Paleontologia Sinica New Series D 10, 1943
- [2] Martínez I, Arsuaga JL. The temporal bones from Sima de los Huesos site (1984~1994)[J]. Human Evolution, 1996, 33: 283-318
- [3] 吴茂霖. 许家窑人颞骨研究 [J]. 人类学学报, 1986, 3: 220-226
- [4] Terhune CE, Smith HF, Lockwood CA. Genetic, geographic, and environmental correlates of human temporal bone variation[J]. American Journal of Physical Anthropology, 2007, 3: 312-322
- [5] Harvati K. Quantitative analysis of Neanderthal temporal bone morphology using three-dimensional geometric morphometrics[J]. American Journal of Physical Anthropology, 2008, 4: 323-338
- [6] Stringer CB, Hublin JJ, Vandermeersch B. The origin of anatomically modern humans in Western Europe. In (Smith FH, Spencer F, Eds) The Origin of Modern Humans: A World Survey of the Fossil Evidence. New York: Alan R Liss, 1984: 51-135
- [7] Wu XJ, Trinkaus E. The temporal labyrinths of Eastern Eurasian Pleistocene humans[J]. PNAS, 2014, 111: 11509-11513
- [8] Trinkaus E. The Shanidar Neandertals[M]. London: Academic Press, 1983
- [9] Condemi S. Les hommes fossiles de Saccopastore et leurs relations phylogénétiques[J]. Cahiers de Paléanthropologie, Paris: CNRS Editions, 1992
- [10] 刘武, 吴秀杰, 邢松等. 中国古人类化石 [M]. 北京: 科学出版社, 2014
- [11] Mckee JK, Helman SB. Variability of the hominid juxtastoid eminence and associated basicranial features[J]. Human Evolution. 1991, 21: 275-281
- [12] Corner EM. Some processes of the occipital and mastoid region of contemporary and fossil man[J]. Journal Anatomy and Physiology, 1896, 30: 286-289
- [13] Rouviere H. Anatomie Humaine(2nd Ed)[M]. Paris: Massio et Cie, 1927
- [14] Walensky NA. A re-evaluation of the mastoid region of contemporary and fossil man[J]. The Anatomical Record, 1964, 149: 67-72
- [15] Taxman RM. Incidence and size of the juxtastoid eminence in modern crania[J]. American Journal of Physical Anthropology. 1963, 21: 153-157
- [16] White TD, Folkens PA. The Human Bone Manual[M]. New York: Elsevier Academic Press, 2005
- [17] Rightmire GP. Comparisons of *Homo erectus* from Africa and southeast Asia[J]. Cour Forsch Inst Senckenberg, 1984, 69: 83-98
- [18] Rightmire GP. The Evolution of *Homo erectus*. Comparative Anatomical Studies of an Extinct Human Species[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1990
- [19] Olson TR. Hominid phylogenetics and the existence of *Homo* in Member I of the Swartkrans Formation, South Africa[J]. Journal of Human Evolution, 1978, 7: 159-178