

中国现代人群下颌骨前部形态及变异

李海军^{1,2}

(1. 中央民族大学民族学与社会学学院, 北京 100081; 2. 中国科学院脊椎动物进化系统学重点实验室, 北京 100044)

摘 要: 本文通过对中国全新世 330 例人类下颌骨前部区域形态的观察、测量和统计分析, 对该区域的形态特征及变异进行了分析。结果显示: 全新世人群(即现代人群)中, 颏下窝深、中央脊、颏三角表现为“显著(及特显)”级别的出现率最高, 男性中下缘隆起表现为“显著(及特显)”级别的出现率最高。颏下窝深、颏三角、下缘隆起, 这三项观察性状在近代人中表现为显著的比例较高, 中央脊的表现程度在各时代间差异不显著。下颌骨前部似乎有如下演化趋势: 从新石器时代至近代, 颏下窝深度增加、颏三角显著程度增加、下缘隆起的程度也增大。考虑到全新世以来下颌骨在缩小, 下颌骨前部的变化(颏下窝变深, 颏三角、下缘隆起的显著比例增加)可能是下颌骨减小的伴随性和代偿性变化。角度的比较显示: 前部角 1 在近代中最小, 前部角 2 在新石器为最大, 上部前角在青铜铁器为最大, 前部角差在近代为最大。
关键词: 全新世 下颌骨前部 变异

中图法分类号: Q983⁺.3; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2012)02-0164-12

1 前 言

1.1 下颌骨前部相关解剖结构名称、定义的简要介绍

下颌骨前部一般指两侧下前臼齿对应的下颌体截面间的区域(本文中观测的下缘隆起在一些标本上表现为显著的连续隆起结构, 超出了一般定义的下颌骨前部区域)。下颌骨前部的形态学描述中, 不同学者间解剖学的术语用法不够一致。根据 Weidenreich^[1] 的研究, 现代人下颌骨前部的突起部分为 chin(mentum), 该突起一般包括颏隆凸(mentum osseum)和颏三角(trigonum mentale)两部分结构, 有些下颌骨中有颏隆凸而没有颏三角, 所以颏隆凸和颏三角是相互独立的。

Weidenreich^[1] 对周口店直立人的下颌骨前部形态作了细致研究: 周口店直立人的齿槽部和基底部之间没有明显的“下颌前内曲(incurvatio mandibular anterior)”, 两部分之间平坦, 因此可以认为没有颏隆凸。周口店直立人有联合结节(tuber symphyseos), 但没有侧结节(tubercula lateralia)。联合部下缘有一个增大物, 触摸时感觉更明显; 从下颌骨的底侧观察该处, 可以看到该结构中间稍微突起, 然后逐渐向两侧变平; 从正前方也可以看到一个模糊的位置较低的三角形。这些说明周口店直立人有颏三角。

收稿日期: 2010-08-09; 定稿日期: 2011-09-21

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(41102015), 中科院战略性先导科技专项(XDA05130102), 科技部国际合作重点项目(2009DFB20580)。

作者简介: 李海军, 男, 博士, 主要从事古人类学、体质人类学研究。E-mail: Lindavy@163.com

以上的描述中涉及到下颌骨的解剖结构名称，其中有些在一般的解剖、体质人类学教材中没有介绍，本文作者对相关文献进行了阅读，将相关解剖学术语及定义总结如下（部分解剖名词翻译来源见表 1；图 1，图 2）：

下缘隆起（*torus marginalis*，简写为 *tm*）：下颌骨下缘两侧“侧结节”的外侧，常可见卷曲向上的隆起结构叫下缘隆起，向前延伸至前缘结节（*tuberculum marginale anterius*，简写为 *tma*）。Weidenreich 认为该隆起与面部的肌肉无关，只起加强骨的作用。

前缘结节（*tuberculum marginale anterius*，简写为 *tma*，也写作 *tuberculum platysmaticum*）：位于颏三角外侧的一个非常明显的隆突结构。（本文作者认为前缘结节就是一般解剖教材的颏结节 [*mental tubercle*]）。

颏隆凸（*mentum osseum*）：位于下颌联合部前下部，呈明显突起的结构。*mentum osseum* 和“chin”所指的解剖部位基本相同^[1-2]

颏三角（*trigonum mentale*，简写为 *trm*）：下颌骨前端中下部类似于等腰三角形的

表 1 本文中部分解剖名词英文翻译来源

Table 1 Translation around the anterior part of mandible

英文名称	杨钟健 (1936) 译 *	吴汝康译 ^[3]	本文译
<i>mentum osseum</i>	下颏	颏骨	颏隆凸
<i>trigonum mentale</i>	颏三角		颏三角
<i>incurvatio mandibular anterior</i>	下颏前内曲	下颌内曲 (<i>incurvatio mandibular</i>)	下颌前内曲
<i>tuberculum marginale anterius</i>	前缘结节		前缘结节
<i>torus marginalis</i>	下缘隆起		下缘隆起
<i>tuber symphyseos</i>			联合结节
<i>tubercula lateralia</i>			侧结节

* 见于 Weidenreich^[1] 下颌研究中杨钟健写的序言



图 1 下颌前部解剖结构图

Figure 1 Anterior part of human mandibles

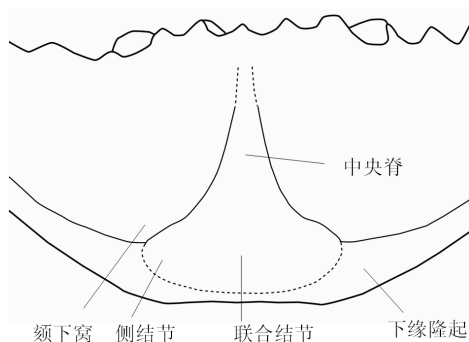


图 2 下颌前部解剖结构示意图

Figure 2 Anterior part of the human mandible

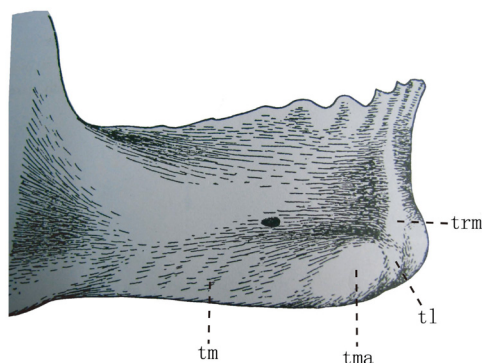
图 3 下缘隆起、颏三角位置图^[1]

Figure 3 Torus marginalis and trigonum mentale

tm: 下缘隆起; tma: 前缘结节; tl: 侧结节; trm: 颏三角

突起结构，其顶部位于两门齿齿槽轭的中间线上。由联合结节（ts）和侧结节（tl）组成。

联合结节（tuber symphyseos，简称为 ts）：即颏三角中部最突出的部分。

侧结节（tubercula lateralia，简称为 tl）：位于颏三角的两“底角”处，为颏三角底部增厚形成，将下缘隆起与颏三角间隔开。

下颌前内曲（incurvatio mandibular anterior，简称为 im）：下颌骨前部齿槽部和基底部之间的凹陷结构。

中央脊（central keel）：联合结节中央位置的细线状隆起结构，常延伸至联合部上部。

1.2 本文研究的背景、意义

下颌骨前部区域的形态与咀嚼功能密切相关，在从化石人类到现代人¹⁾的演化变化明显。其中颏隆凸最早可追溯到晚更新世，但一般还是将颏隆凸视为现代人的标志，晚更新世早期现代人化石上的颏隆凸成为该人群的独特性状，可以据此与尼人区别开来^[2]。距今约 11 万年的广西崇左智人洞下颌骨已经呈现一些现代人的典型特征，包括较发育的颏隆凸结构（相当于 Dobson 等^[2]定义的发育程度 5 级标准中的 4 级）、较明显的颏三角、联合结节、中央脊、下颌前内曲、下颌联合倾角超过 90° 等，但这些特征的表现程度很弱，说明现代人的解剖特征在崇左下颌骨上已出现，但尚处于初始发育状态^[4-5]。更新世晚期人类的体质特征总的来说与现代人很接近，但崇左下颌骨前部形态却与现代人有明显的差异，说明下颌骨前部形态在更新世晚期至全新世变化明显。

虽然很多学者对中国全新世时期的头骨、下颌骨进行了观测，分析了很多观察、测量性状的表现情况和变异^[6-8]，但国内还没有学者对这个时期的下颌骨前部形态进行过系统研究，一定程度上制约了对化石人类下颌骨前部形态变异的分析。近年来很多研究表明全新世以来，人类头骨、下颌骨仍在发生着微观演化，作为现代人标志的颏隆凸及相关结构是否还在发生着微观演化，至今相关的研究还不多见。

上世纪 30 年代，Weidenreich^[1]在研究周口店直立人下颌骨时定义了一组下颌骨联合

1) 本文中，“现代人”指全新世时期内的人群，即从新石器时代至近代人群的统称；“近代人群”指距今几百年来的人群）

部形态特征并调查对比了少量现代人数据，在此之后的数十年里许多古人类化石下颌的研究都对比现代人数据。迄今现代中国人下颌骨前部形态表现的研究很少，还没有学者做过系统分析。因此本文作者认为有必要对该区域进行细致研究，一方面提供全新世中国人下颌骨前部形态表现的基础数据，同时对其变异进行初步探讨。

2 材料与方法

2.1 材料

本文选取中国全新世人群成年下颌骨为研究对象，测量时排除了老年、牙齿脱落较多、有变形、显著病理等变化的标本（角度测量时亦排除下颌前翘明显的标本）。本文中选取河南浙川下王冈标本用于代表新石器时代人群，山西大同、陕西陇县标本用于代表青铜铁器时代人群，华北、云南标本用于代表近代人群。标本来自中国科学院古脊椎动物与古人类研究所。下颌骨总数为 330 例（表 2）。国内对下颌骨前部的研究较少，参考数据不多，同时为减小不同观测者间的误差以及便于显著性检验，标本都亲自观测。

研究材料简介：

河南浙川下王冈：下王冈遗址，位于河南省淅川县城南约 35km 丹江南岸下王冈村东的红石冈上，东、北、南三面临丹江，是丹江流域文化内涵最为丰富的重要遗址。河南省博物馆和长江流域规划办公室文物考古队河南分队从 1971 年至 1974 年，对该遗址进行多次发掘，发现了大量文物、人骨和动物骨骼。下王冈遗址古代居民过着以农业为主的定居生活，遗址第七文化层相当于仰韶一期（距今六、七千年）；第六文化层相当仰韶二期（距今五、六千年）^[9-10]。很多标本较残破。

山西大同：位于山西省大同市南郊七里村，北魏时期^[11]。

陕西陇县：研究材料采自陕西省陇县城关乡店子村，主要为战国时期墓葬，部分属于汉代及唐代^[12]。

华北：为北京协和医院 20 年代初收集的近代华北地区头骨标本。

云南：为云南地区墓葬出土的头骨标本，距今约 300 年左右。

2.2 方法

本文选取了 4 项下颌骨前部观察性状，3 项下颌联合区矢状截面角度值进行观测，对观察性状的各类别进行了百分率统计。对不同时代间观察性状的整体差异进行了两样本间非参数检验（two independent samples nonparametric tests, Mann Whitney U），并进一步对不同时代观察性状的不同级别间进行了比较，采用 Z 值计算法，若 $|Z| > 1.96$ ，则差异显著，即比例差异的显著性检验，与卡方检验相似，公式如下^[13]：

$$Z = \frac{\hat{p}_1 - \hat{p}_2}{\sqrt{\frac{(n_1\hat{p}_1 + n_2\hat{p}_2)(n_1\hat{q}_1 + n_2\hat{q}_2)}{n_1n_2(n_1 + n_2)}}$$

对角度测量值进行了变化率的计算和差异 t 检验。不同时代间比较中，本文分别进行了不区分性别（男女混和）的比较、男性组的比较（女性标本较少，所以没有进行女性

组间的比较)。变化率计算公式为:

时代变化率 (%) = $100 \times (X2 - X1) / X1$

X1 和 X2 分别代表时代较早和较晚的两个时期组同项角度值的平均值。

本文所选观测性状如下:

前部角 1: 颏前点 (pg, 下颌骨下部在正中矢状面上最前突之点) 与联合部位置最凹陷点间的连线与下颌骨基底平面间的夹角。

前部角 2: 颏前点与联合部下齿槽最外突点间的连线与下颌骨基底平面间的夹角。

前部上角: 联合部下齿槽最外突点与颏前点作连线, 这条线与齿槽平面的夹角 (齿槽平面: 下颌骨的下齿槽点 (id) 和两侧第 2、3 下臼齿之间齿槽隔最上突出点所构成的平面)。

前部角差: 前部角 2 与前部角 1 的差。

角度测量项目见图 4。

O: 联合部位置最凹陷点; pg: 颏前点; A: 联合部下齿槽最外突点;
N: 示意下颌骨基底平面; M: 示意经过 A 点平行于齿槽平面的平面。

前部角 1: 即 ∠1, 直线 O-pg 与 N 的夹角。

前部角 2: 即 ∠2, 直线 A-pg 与 N 的夹角。

前部上角: 即 ∠3, 直线 A-pg 与 M 的夹角。

颏下窝: 颏隆凸两侧的凹, 该凹位于颏三角与下缘隆起之间。

中央脊、颏三角、下缘隆起, 也为本次研究观察项目。

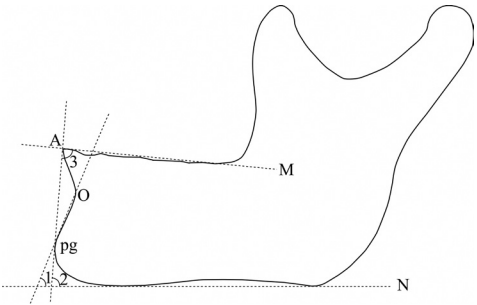


图 4 下颌联合部角度测量示意图
Figure 4 Method of measuring angles

表 2 本文观察的全新世标本
Table 2 Mandibles studied in this paper

时代	材料组	男	女	性别不明	总例数
新石器时代	河南浙川下王岗	81	31	44	156
青铜铁器时代	山西大同	10	7	1	18
	陕西陇县	46	27	1	74
近代 (距今约100年)	华 北	60	4	0	64
近代 (距今约300年)	云 南	10	8	0	18
	总 计	207	77	46	330

3 结 果

3.1 全新世人群下颌骨前部观察性状总的表现

全新世人类下颌骨前部观察性状的表现见表 3、表 4。男女混和的标本中 (表 3),

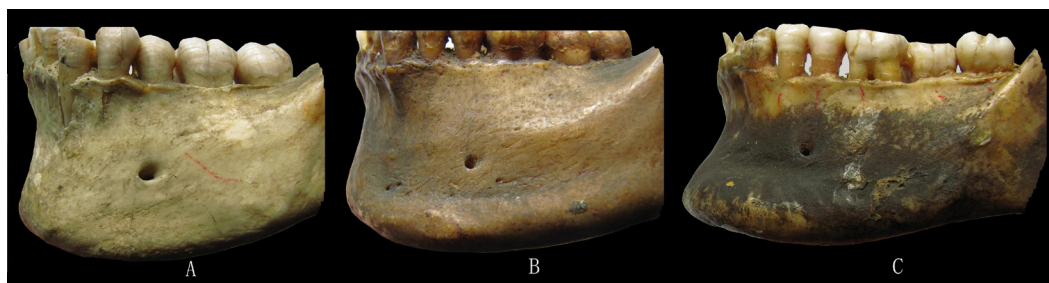


图5 颏下窝，下缘隆起（A：微弱 B：中等 C：显著）

Figure 5 Torus marginalis

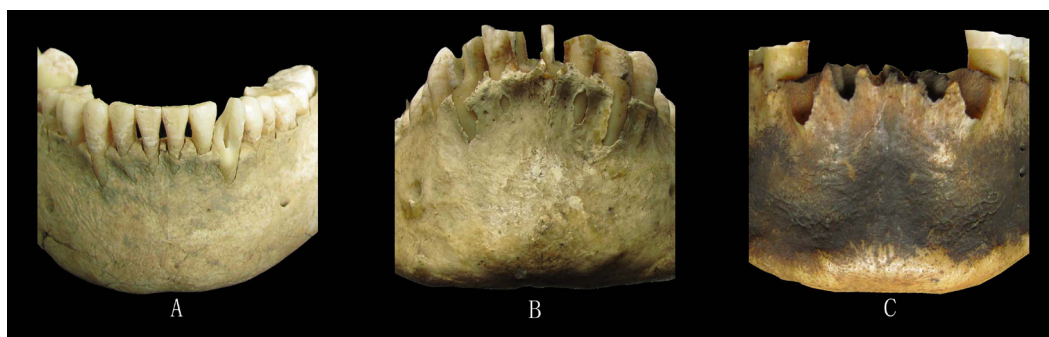


图6 颏三角（A：微弱 B：中等 C：显著）

Figure 6 Trigonum mentale

颏下窝深表现为显著的出现率最高，为45.1%；中央脊表现为显著（及特显）的出现率最高，为56.1%；颏三角表现为显著的出现率最高，为37.3%；下缘隆起表现为微弱的出现率最高，为38.0%。男性标本中（表4），颏下窝深表现为显著的出现率最高，为50.8%；中央脊表现为显著（及特显）的出现率最高，为57.4%；颏三角表现为显著的出现率最高，为44.1%；下缘隆起表现为显著（及特显）的出现率最高，为41.1%。

3.2 全新世人群下颌联合部侧面角度总的表现

全新世下颌联合部侧面角度见表5、表6。男女混和组中，前部角1、前部角2、前部上角、前部角差的平均值分别为61.8°, 74.9°, 96.0°, 11.6°。男性组中，前部角1、前部角2、前部上角、前部角差的平均值分别为61.8°, 75.2°, 95.9°, 13.7°。

3.3 全新世不同阶段人群下颌骨前部观察性状

Mann Whitney U 检验显示（表7、表8）：颏下窝深、颏三角在不同时代间的比较中差异都显著（ $P < 0.05$ ），下缘隆起在青铜铁器—近代、新石器—近代间的比较中差异显著。下缘隆起在新石器—青铜铁器时代间的差异不显著，中央脊在不同时代间的比较中差异都不显著。

颏下窝深在男女混和组的比较（表7）：颏下窝深在新石器时代主要表现为微弱（51.7%），在青铜铁器时代主要表现为显著（55.7%），在近代主要表现为显著（68.3%）。新石器—青铜铁器—近代，颏下窝深表现为显著的比例变化为：26.2%→55.7%→68.3%，表现为显著的比例在新石器—青铜铁器时代、新石器—近代间的差异统计检验显著。

表 3 全新世人群下颌骨前部观察性状的表现 (不分男女)

Table 3 Anterior part of human mandibles in the Holocene

	颞下窝深		中央脊		颞三角		下缘隆起	
	例数	出现率	例数	出现率	例数	出现率	例数	出现率
微弱	102	33.3%	57	19.9%	96	30.9%	125	38.0%
中等	66	21.6%	69	24.0%	99	31.8%	97	29.5%
显著	138	45.1%	151	52.6%	116	37.3%	82	24.9%
特显			10	3.5%			25	7.6%

表 4 全新世人群下颌骨前部观察性状的表现 (男)

Table 4 Anterior part of human mandibles in the Holocene (male)

	颞下窝深		中央脊		颞三角		下缘隆起	
	例数	出现率	例数	出现率	例数	出现率	例数	出现率
微弱	52	27.2%	30	16.6%	48	24.6%	65	31.4%
中等	42	22.0%	47	26.0%	61	31.3%	57	27.5%
显著	97	50.8%	100	55.2%	86	44.1%	60	29.0%
特显			4	2.2%			25	12.1%

颞下窝深在男性组的比较(表 8): 颞下窝深在新石器时代主要表现为微弱(50.7%), 在青铜铁器时代主要表现为显著(54.2%), 在近代主要表现为显著(75.7%)。新石器—青铜铁器—近代, 颞下窝深表现为显著的比例变化为: 24.7%→54.2%→75.7%, 表现为显著的比例在各时代间的差异统计检验都显著。

中央脊在男女混和组的比较(表 7): 中央脊在新石器时代、青铜铁器时代、近代都主要表现为显著, 比例分别为 49.6%→51.9%→58.0%。不同时代间的比例差异统计检验都不显著。

中央脊在男性组的比较(表 8): 中央脊在新石器时代、青铜铁器时代、近代都主要表现为显著, 比例分别为 49.2%→53.2%→62.3%。不同时代间的比例差异统计检验都不显著。

颞三角在男女混和组的比较(表 7): 颞三角在新石器时代比例最多的为微弱(45.2%), 在近代主要表现为显著(65.9%), 在青铜铁器时代比例最多的为显著(37.3%)。新石器—青铜铁器—近代, 颞三角表现为显著的比例变化为: 21.2%→37.3%→65.9%, 表现为显著的比例在各时代间的差异统计检验显著。

颞三角在男性组的比较(表 8): 颞三角在新石器时代比例最多的为微弱(43.4%), 在青铜铁器时代比例最多的为显著(38.8%), 在近代主要表现为显著(72.9%)。新石器—青铜铁器—近代, 颞三角表现为显著的比例变化为: 21.1%→38.8%→72.9%, 表现为显著的比例在各时代间的差异统计检验显著。

下缘隆起在男女混和组的比较(表 7): 下缘隆起在新石器时代比例最多的为微弱(45.2%), 在青铜铁器时代主要表现为微弱(52.2%), 在近代比例最多的为显著(46.3%)。新石器—青铜铁器—近代, 下缘隆起表现为显著的比例变化为: 20.6%→13.0%→46.3%, 表现为显著的比例在新石器时代与近代、青铜铁器时代与近代的差异统计检验显著。

下缘隆起在男性组的比较(表 8): 下缘隆起在新石器时代比例最多的为微弱(40.7%), 在青铜铁器时代比例最多的为微弱(46.4%), 在近代比例最多的为显著(47.1%)。新石器—

表 5 全新世人群下颌联合部侧面角度的比较
(不分男女)

Table 5 Angles of the anterior part of mandibles

	例数(n)	平均值(°)	变异范围(°)	标准差
前部角1	293	61.8	48-78	6.10
前部角2	223	74.9	55-93	6.32
前部上角	229	96.0	72-110	6.11
前部角差	255	11.6	3-25	4.55

表 6 全新世人群下颌联合部侧面角度的比较
(男)

Table 6 Angles of the anterior part of mandibles (male)

	例数(n)	平均值(°)	变异范围(°)	标准差
前部角1	190	61.8	48-78	6.25
前部角2	153	75.2	55-93	6.75
前部上角	155	95.9	72-110	6.45
前部角差	152	13.7	3-25	4.65

表 7 全新世不同阶段人群下颌骨前部观察性状的比较 (不分男女)

Table 7 Comparison of the anterior part of human mandibles

		新石器		青铜铁器		近代		显著性检验					
		例数 出现率		例数 出现率		例数 出现率		新石器-青铜铁器		青铜铁器-近代		新石器-近代	
								P [△]	Z	P [△]	Z	P [△]	Z
颞下窝深	微弱	75	51.7	19	24.1	8	9.8	0.000	-4.01*	0.044	-2.43*	0.000	-6.31*
	中等	32	22.1	16	20.3	18	22.0		-0.32		0.26		-0.02
	显著	38	26.2	44	55.7	56	68.3		4.38*		1.65		6.18*
中央脊	微弱	24	18.6	19	24.7	14	17.3	0.797	1.04	0.612	-1.14	0.729	-0.24
	中等	35	27.1	15	19.5	19	23.5		-1.24		0.61		-0.59
	显著	64	49.6	40	51.9	47	58.0		0.32		0.77		1.19
颞三角	特显	6	4.7	3	3.9	1	1.2		-0.26		-1.06		-1.34
	微弱	66	45.2	23	27.7	7	8.5	0.002	-2.61*	0.000	-3.19*	0.000	-5.70*
	中等	49	33.6	29	34.9	21	25.6		0.21		-1.30		-1.25
下缘隆起	显著	31	21.2	31	37.3	54	65.9		2.64*		3.66*		6.69*
	微弱	70	45.2	48	52.2	7	8.5	0.138	1.07	0.000	-6.18*	0.000	-5.73*
	中等	47	30.3	30	32.6	20	24.4		0.38		-1.20		-0.96
	显著	32	20.6	12	13.0	38	46.3		-1.51		4.85*		4.12*
	特显	6	3.9	2	2.2	17	20.7		-0.73		3.92*		4.17*

P[△]: 采用两样本间非参数检验 (two independent samples nonparametric tests, Mann-Whitney U) 方法确定所有特征在各样本组之间差异的显著水平。Z 为进一步比较不同表现程度 (级别) 在各时代间的差异。* 示 | Z | > 1.96, 即 P < 0.05。该表注释亦适用于表 8。

表 8 全新世不同阶段人群下颌骨前部观察性状的比较 (男)

Table 8 Comparison of the anterior part of human mandibles (male)

		新石器		青铜铁器		近代		显著性检验					
		例数 出现率		例数 出现率		例数 出现率		新石器-青铜铁器		青铜铁器-近代		新石器-近代	
								P [△]	Z	P [△]	Z	P [△]	Z
颞下窝深	微弱	37	50.7	11	22.9	4	5.7	0.000	-3.05*	0.007	-2.76*	0.000	-5.95*
	中等	18	24.7	11	22.9	13	18.6		-0.22		-0.58		-0.88
	显著	18	24.7	26	54.2	53	75.7		3.30*		2.44*		6.10*
中央脊	微弱	11	16.9	9	19.1	10	14.5	0.933	0.30	0.389	-0.67	0.291	-0.39
	中等	20	30.8	12	25.5	15	21.7		-0.61		-0.47		-1.19
	显著	32	49.2	25	53.2	43	62.3		0.41		0.98		1.53
	特显	2	3.1	1	2.1	1	1.4		-0.31		-0.28		-0.64
颞三角	微弱	33	43.4	14	28.6	1	1.4	0.029	-1.67	0.000	-4.39*	0.000	-6.00*
	中等	27	35.5	16	32.7	18	25.7		-0.33		-0.82		-1.28
	显著	16	21.1	19	38.8	51	72.9		2.15*		3.72*		6.28*
下缘隆起	微弱	33	40.7	26	46.4	6	8.6	0.547	0.66	0.000	-4.85*	0.000	-4.50*
	中等	27	33.3	16	28.6	14	20.0		-0.59		-1.12		-1.84
	显著	15	18.5	12	21.4	33	47.1		0.42		2.99*		3.77*
	特显	6	7.4	2	3.6	17	24.3		-0.94		3.23*		2.88*

青铜铁器—近代，下缘隆起表现为显著的比例变化为：18.5%→21.4%→47.1%，表现为显著的比例在新石器时代与近代、青铜铁器时代与近代的差异统计检验显著。

3.4 全新世不同阶段人群下颌联合部侧面角度

角度的比较显示（表 9，表 10）：前部角 1：近代中最小，与新石器和青铜铁器的比较差异都显著。前部角 2：新石器为最大，与青铜铁器和近代的比较差异都显著。上部前角：青铜铁器为最大，青铜铁器与近代的比较差异显著，新石器与青铜铁器、近代的比较差异不显著。前部角差的比较中，近代为最大，且与新石器、青铜铁器的比较差异都显著。男女混和与单独男性的分析结果相似。

表 9 下颌联合部侧面角度的比较（不分男女）

Table 9 Comparison of the angles of the anterior part of mandibles

	新石器		青铜铁器		近代		新石器—青铜铁器		青铜铁器—近代		新石器—近代	
	例数	平均值(°)	例数	平均值(°)	例数	平均值(°)	变化率	显著性	变化率	显著性	变化率	显著性
前部角1	133	63	80	61.8	80	59.7	-1.9	0.148	-3.4	0.041*	-5.2	0.000*
前部角2	81	76.3	62	74.1	80	74.1	-2.9	0.010*	-0.1	0.964	-2.9	0.034*
前部上角	85	96.3	64	97.3	80	94.6	1.1	0.155	-2.8	0.014*	-1.7	0.115
前部角差	104	10.4	72	10.2	79	14.3	-1.8	0.843	40.3	0.000*	37.7	0.000*

* 示 $P < 0.05$ ，亦适用于表 10。

表 10 下颌联合部侧面角度的比较（男性）

Table 10 Comparison of the angles of the anterior part of mandibles (male)

	新石器		青铜铁器		近代		新石器—青铜铁器		青铜铁器—近代		新石器—近代	
	例数	平均值(°)	例数	平均值(°)	例数	平均值(°)	变化率	显著性	变化率	显著性	变化率	显著性
前部角1	72	63.1	50	62.4	68	59.9	-1.2	0.479	-4	0.045*	-5.1	0.002*
前部角2	45	76.7	40	74.4	68	74.6	-3	0.035*	0.3	0.888	-2.8	0.081
前部上角	46	96.6	41	97.6	68	94.4	1	0.254	-3.3	0.010*	-2.3	0.058
前部角差	54	11.5	45	10.6	67	14.7	-7.7	0.470	38.6	0.000*	27.9	0.002*

4 讨 论

4.1 全新世人群下颌前部的表现

现代人群中，颏下窝深、中央脊、颏三角这 3 项性状在男女混和组与单独男性组的表现程度相似，出现率最高的都是“显著（及特显）”级别（表 3，表 4），可能说明这是现代人群的主要表现特点。下缘隆起在男女混和组与单独男性组的表现程度不同，男女混和组中表现为微弱的出现率最高（38.0%），男性组中表现为显著（及特显）的出现率最高（41.1%），造成这种差异的原因可能是女性表现为微弱的比例较高，推测下缘隆起的表现程度上存在性别差异。

4.2 下颌骨前部观察性状的变异

本文作者在观察标本中发现，下颌骨前部的形态存在很大变异，一些下颌骨的下缘隆起不是止于颏结节，而是越过颏结节，与颏三角融合，难以进一步区分，这与 Weidenreich^[1] 对现代人的描述（下颌骨的下缘隆起止于颏结节）不大一致。Weidenreich^[1] 认为颏隆凸和颏三角是相互独立的，但本文作者所观察的现代人中似乎都同时具有这两个结构，只是在表现程度上存在差异。

全新世不同阶段下颌骨前部的比较显示（表 7，表 8）：颏下窝深、颏三角、下缘隆起，这三项观察性状在近代人中表现为显著的比例较高，与新石器、青铜铁器时代标本的差异检验显著。中央脊的表现程度在各时代间差异不显著。以上结果似乎提示下颌骨前部有演化趋势：从新石器时代至近代，颏下窝深度增加、颏三角显著程度增加、下缘隆起的程度也增大。男女混和与单独男性的分析结果相似，进一步支持以上的分析。

同时，本文作者也意识到，限于研究材料，本文所分析的时代间差异也不能排除人群间差异和地区差异，比较理想的解决方法是在未来有条件时分析同一地区不同时代间且具有一脉相承的人群下颌骨材料。

4.3 下颌骨前部形态变异的原因

关于颏隆凸（mentum osseum）出现的原因，学术界有很多不同的解释。DuBrul 等^[14] 认为颏隆凸用来协助联合部以抵抗翼肌活动而造成的下颌骨中间横向弯曲，这种弯曲导致联合部唇侧有张力，舌侧有压力。Riesenfeld^[15] 认为人类演化中颏隆凸（chin）的出现源于咀嚼机能的减退（如牙齿尺寸的减小、咀嚼肌的衰退），并认为老鼠下颌骨的实验研究支持这种观点。White^[16] 对化石人类下颌联合部形状和功能进行实验分析后认为，晚更新世颏隆凸（chin）的演化与抵抗下颌联合部唇侧压力有关（这种压力见“Y”型，图 7a）。Daegling^[17] 认为颏隆凸的出现是为了抵抗冠状平面的垂直弯曲（图 7b）。Dobson^[2] 等人对颏隆凸进行了系统分析，基本支持 Daegling^[17] 的观点：切咬和咀嚼时，下颌体两侧沿前后轴扭曲会对冠状面产生垂直弯曲压力（如图 7b），这种压力会对联合部基部产生张力，对齿槽区产生压力（根据骨的物质属性，联合部基部的张力更需要去抵

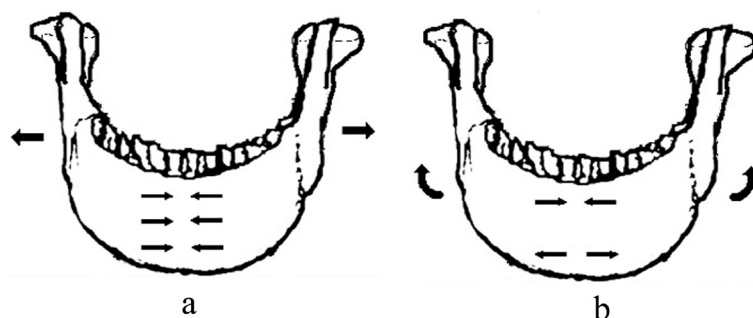


图 7 下颌骨联合部的弯曲压力示意图

Figure 7 Stress in the anterior part of the mandible

此图参考^[2,17]。大箭头指咀嚼肌肉效力。小箭头指联合部的压力类型。方向相对的箭头指压力。方向相反的箭头指张力。图 a：横截面的侧面弯曲（“Y”型）（lateral bending in the transverse plane (wishboning)）造成联合部唇侧有压力，舌侧有张力（未显示）。图 b：冠状面的垂直弯曲（vertical bending in the coronal plane）造成齿槽有压力，联合部基部有张力。

抗),而下颌联合部基部皮质骨的沉淀可以有效的抵抗联合部的垂直弯曲,这导致颞隆凸的隆起变得明显。同时,Dobson^[2]等人还认为颞隆凸的出现可能是许多面部组成成分间复杂的相互作用而发展演化形成的,这些成分的相互作用既独立又受限于下颌联合部的生物力学需求。

全新世以来,人类下颌骨的尺寸减小^[18-21],这种变化可能相对增加了下颌骨所要承受的压力,下颌骨需要一些代偿性的变化以抵抗这种压力。本文研究中,颞下窝深、颞三角、下缘隆起,这几项性状在近代人中表现程度显著的比例很高,可能就属于下颌骨减小的伴随性和代偿性变化。眶上圆枕(粗壮的眉脊)构成颅骨的加固系统,与咀嚼肌的活动有关^[22],可以对抗咀嚼时眶区受到的弯曲应力^[23-24]。下颌骨下缘隆起形态上与眶上圆枕有些相似,下颌骨又是直接参与咀嚼活动,这似乎也支持下颌骨下缘隆起的变异与咀嚼有关。

近代人中,前部角1最小,这可能与近代人下颌骨前部颞三角较发达、下缘隆起较显著有关。发达的颞三角、下缘隆起可使颞隆凸更突出,使得前部角1变小。前部角2为新石器最大,可能也与新石器时代人颞三角欠发达有关。前部角差的比较中,近代人为最大,提示近代人的联合部近中部的凹陷深度最大,可能与下颌骨的缩短、颞三角的显著化变异趋势有关。

全新世时期人类下颌骨的尺寸趋向于缩小,肌肉附着区域(咬肌粗隆、翼肌粗隆)减弱^[21],本次研究显示人类下颌骨的局部区域是趋于强化的,如下颌骨前部区域的颞三角、下缘隆起等。下颌骨不同部位在全新世的变异有不平衡性。

参考文献

- [1] Weidenreich F. The mandibles of *Sinanthropus pekinensis*: a comparative study [J]. *Palaeontologia Sinica*, Series D, 1936, 7: 1-162.
- [2] Dobson SD, Trinkaus E. Cross-sectional geometry and morphology of the mandibular symphysis in Middle and Late Pleistocene *Homo* [J]. *Journal of Human Evolution*, 2002, 43: 67-87.
- [3] 吴汝康. 巨猿下颌骨和牙齿化石 [M]. 中国古生物志, 新丁种第11号, 科学出版社, 1962, 1-94.
- [4] Liu W, Jin CZ, Zhang YQ, et al. Human remains from Zhirendong, South China, and modern human emergence in East Asia [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2010, 107(45): 19201-19206.
- [5] 金昌柱, 潘文石, 张颖奇, 等. 广西崇左江州木榄山智人洞古人类遗址及其地质时代 [J]. *科学通报*, 2009, 54(19): 2848-2856.
- [6] 吴秀杰, 刘武, 张全超, 等. 中国北方全新世人群头面部形态特征的微观演化 [J]. *科学通报*, 2007, 52(2): 192-198.
- [7] 王效杰, 李宏革, 姚万才. 下颌骨内侧面下颌副孔的位置 [J]. *解剖科学进展*, 2002, 8(4): 317-318.
- [8] 柏蕙英. 中国人下颌角的年龄变化 [J]. *解剖学报*, 1979, 10(1): 13-20.
- [9] 张振标, 陈德珍. 下王冈新石器时代居民的种族类型 [J]. *史前研究*, 1984, 1: 68-76.
- [10] 杜百廉, 范天生. 下王冈遗址人骨病所见 [A]. 见: 河南省文物研究所. 长江流域规划办公室考古队河南分队编. 浙川下王冈 [C]. 北京: 文物出版社, 1989, 338-428.
- [11] 张振标. 长阳青铜时代与大同北魏朝代人类牙齿的形态变异 [J]. *人类学学报*, 1993, 12(2): 103-112.
- [12] 刘武, 曾祥龙. 第三臼齿退化及其在人类演化上的意义 [J]. *人类学学报*, 1996, 15(3): 185-199.
- [13] 张厚粲, 徐建平. 现代心理与教育统计学 [M]. 北京师范大学出版社. 2004, 257-264.
- [14] DuBrul EL, Sicher H. The Adaptive Chin [M]. Springfield, IL: Charles C. Thomas, 1954.
- [15] Riesenfeld A. The adaptive mandible: an experimental study [J]. *Acta Anatomica*. 1969, 72: 246-262.

- [16] White TD. The anterior mandibular corpus of early African Hominidae: functional significance of shape and size [D]. PhD. Dissertation, University of Michigan, 1977.
- [17] Daegling DJ. Functional morphology of the human chin [J]. *Evolutionary Anthropology*, 1993, 1: 170-177.
- [18] Lysell L. A biometrical study of occlusion and dental arches in a series of mediaeval skulls from northern Sweden [J]. *Acta Odontologica Scandinavica*, 1958, 16: 177-203.
- [19] Goose DH. Reduction of palate size in modern population [J]. *Archives of Oral Biology*, 1962, 7: 343-350.
- [20] Moore WJ, Lavelle CLB, Spence TF. Changes in the size and shape of the human mandible in Britain [J]. *British Dental Journal*, 1968, 125: 163-169.
- [21] 李海军. 中国现代人群下颌骨的形态变异与功能适应 [D]. 博士学位论文. 北京: 中国科学院研究生院, 2010.
- [22] Weidenreich F. The skull of *Sinanthropus pekinensis*: a comparative study on a primitive hominid skull [J]. *Palaeontologia Sinica Series N S D*, 1943.
- [23] Endo B. Experimental studies on the mechanical significance of the form of human facial skeleton [J]. *Journal of the Faculty of Science of the University of Tokyo (Section V, Anthropology)*, 1966, 3: 1-106.
- [24] 吴汝康. 眶上圆枕的形成及其意义 [J]. *人类学学报*, 1987, 6(2): 162-166.

Variation in the Anterior Part of Chinese Holocene Human Mandibles

LI Hai-jun^{1,2}

(1. School of Ethnology and Sociology, Minzu University of China, Beijing 100081, China;

2. Key Laboratory of Evolutionary Systematics of Vertebrates, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044, China)

Abstract: In order to understand the variation of the anterior part of Chinese Holocene human mandibles, this study has focussed on Neolithic (n=156), Bronze-Iron Age (n=92) and modern (n=82) adult mandibles from China. The results indicate that the trigonum mentale and the torus marginalis are stronger in recent mandibles than in Neolithic and Bronze-Iron Age jaws, which means that these two characters became stronger during Holocene. The $\angle 1$ in recent mandible is small, which may be related to a strong trigonum mentale. The $\angle 2$ in the Neolithic sample is larger, which may be related to a weak trigonum mentale. Mandibles decrease in size significantly in Holocene, making the masticatory power less dramatic so that some parts of mandible may need to become stronger to compensate for this loss of masticatory power.

Key words: Holocene; Anterior part of mandible; Variation