

近 7000 年来中国北方人群下颌骨尺寸变化及意义

李海军^{①②}, 张全超^③, 朱泓^③

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;

③ 吉林大学边疆考古研究中心, 长春 130012

E-mail: Lindavy@163.com

2011-06-29 收稿, 2011-09-13 接受

国家自然科学基金青年科学基金(41102015)、中国科学院战略性先导科技专项(XDA05130102)和科技部国际合作重点项目(2009DFB20580)资助

摘要 通过对中国北方地区新石器时代(54例)、青铜铁器时代(184例)和现代(92例)成年男性下颌骨的23项测量项目的对比、分析,对中国全新世人群下颌骨测量性状的微观演化问题进行了研究。结果显示近7000年来中国全新世人群的下颌骨仍在进化。从新石器时代经过青铜铁器时代到现代,下颌骨趋向于缩小。在不同的时代阶段,下颌骨各个性状的表现特点和变化幅度亦不相同。下颌体厚、高的变化主要发生在新石器时代至青铜铁器时代;下颌骨大体尺寸的变化,主要发生在青铜铁器时代至现代。下颌骨的演化主要是先变“瘦”(下颌体高度降低、厚度变薄)后变“小”(大体尺寸减小)的。与头骨演化特点的对比显示,头面部下部比上部随时代变窄的比例大。下颌骨缩小的原因可能与头骨演化、食物结构、气候、环境等的改变有一定的关系。

关键词

全新世
下颌骨
形态特征
微观演化

下颌骨位于面部的下部,与左右颞骨构成颞下颌关节。下颌骨是颅骨中唯一可动的骨,与头骨协同在咀嚼、发音等功能中发挥重要作用,并与头骨共同维持着一定的面型。以往的研究表明,下颌骨的形态特征与食物结构、咀嚼压力、头面部形态、颅中窝大小、演化程度、人群历史、气候等都有一定的关系^[1-5],下颌骨形态的分析可以为食物结构研究、人类演化、迁徙研究、人群关系研究等提供重要信息^[6-8]。

很多研究显示,人类下颌骨的尺寸在全新世仍随时代而变化。欧洲近代以来下颌骨尺寸随时代减小^[9-11],下颌骨在不同时代间的差异显著^[12]。Moore等人^[11]发现从新石器时代到19世纪,英国人下颌骨在缩小,其中下颌支的缩小更明显。Lavelle^[13]也有类似的发现:从罗马时期到19世纪,英国人下颌牙齿尺寸不变,而下颌骨的尺寸减小。日本学者对全新世下颌骨的变化做了很多研究。日本人下颌骨随时代而显著变小、变窄,尺寸变化主要发生在咀嚼肌肉附

着区域,如下颌角、冠突^[14],下颌体侧面厚度也随时代而变薄,这可能是下颌骨变小的伴随结果^[15]。弥生与绳纹两个不同时代的人下颌骨形态上有很多差异^[16],北海道地区的人群下颌骨也随时代而变化^[17]。

有学者研究发现,中国全新世头骨仍在进化。从新石器时代经过青铜铁器时代到现代,脑颅和面颅趋向缩小、鼻型趋向狭化、眶型趋向高窄化、颅型趋向圆隆化^[18]。这段时期中国人群下颌骨形态是否也在变化,很少有学者进行过系统研究。本文对中国全新世北方不同时期的下颌骨标本进行了线性测量及对比研究,对中国全新世下颌骨尺寸的变化及意义进行了探讨。

1 材料与方 法

(i) 材料。为减小性别、年龄和地区因素的影响,本文选用中国北方地区成年男性下颌骨为研究对象(图1),测量时排除有变形、显著病理等变化的标

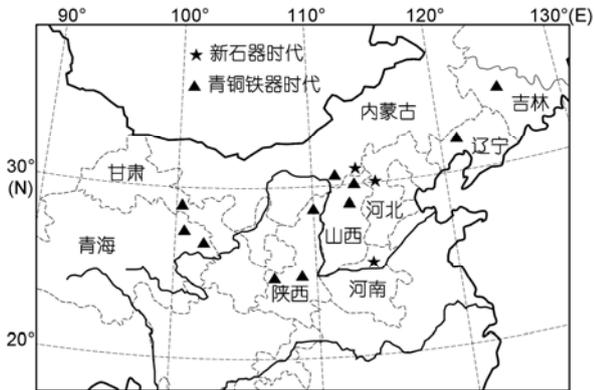


图1 本文新石器、青铜铁器时代下颌骨地理分布图

本. 标本来自中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和吉林大学边疆考古研究中心, 下颌骨总数为 330 例. 前人对下颌骨测量性状的研究较少, 参考数据不多, 同时为减小不同测量者间的误差以及便于显著性检验, 下颌骨都由本文第一作者亲自测量.

研究材料简介:

内蒙古庙子沟: 位于内蒙古自治区乌兰察布盟右前旗境内的黄旗海南岸, 遗址的年代相当于仰韶时代晚期, 约 5500~5000 a BP^[19,20]. 庙子沟遗址出土各种陶器约 700 件, 和大量的农业生产工具, 如石斧、石刀、石铲、大型石磨盘、石磨棒等. 考古资料及人骨中的 C 和 N 同位素比值分析显示: 该组居民是以农业生产方式为主, 还从事饲养业、狩猎业、采集业等^[20,21].

河北阳原姜家梁: 位于河北省泥河湾盆地东部, 张家口市阳原县东城镇西水地村东的山丘顶, 是仰韶时代向龙山时代过渡遗存的代表, 姜家梁新石器时代居民生活的年代不早于 6850±80 a BP(未做树轮校正)^[22]. 出土遗物以石器为主, 还有少量蚌饰品和陶器^[23]. 先民以植物性食物为主^[24].

河南郑州西山: 位于河南省郑州市北郊 23 km 的邙岭余脉上, 属于仰韶文化遗存, 年代约在 5300~4800 a BP^[25]. 遗址出土了大批陶、石、骨、蚌、角器. 以农业为主, 并有饲养、渔猎和采集业^[26]. 以 C₄ 类植物(很可能是小米类)为主食^[27].

内蒙古和林格尔土城子: 位于内蒙古和林格尔县土城子乡上土城北 1.5 km 处. 土城子古城外分布有不同时期的墓葬, 有战国、汉代、唐代、秦. 随葬品的种类有陶器、铜器、铁器、玉器、骨器等^[28]. 本文研究材料主要为战国时期头骨. 顾玉才^[29]认为土

城子战国时期的先民可能为当时屯垦戍边的士兵, 为农业经济生活方式, 至少其中相当一部分人来自邯郸及其以南的赵国所属地区.

辽宁北票喇嘛洞: 喇嘛洞墓地位于辽宁省北票市南八乡四家板村村西. 该遗址为魏晋十六国时期, 年代为公元 3 世纪末~4 世纪中叶, 约 1600~1700 a BP. 自 1993~1998 年, 该遗址历经 5 次发掘, 共发掘墓葬 435 座, 其中三燕文化墓葬 419 座, 出土了大量人骨、陶器、铜、铁器、金、银饰品、成套马具及各种生产工具, 对研究和探讨魏晋十六国时期鲜卑与其他民族的关系具有极其重要的意义^[30]. 人骨中骨胶原 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{15}\text{N}$ 分析显示, 先民主要以 C₄ 类食物为食, 且基本为素食, 这可能与发达的糜子和粟米农业密切相关, 喇嘛洞遗址鲜卑生活方式已受到汉文化的强烈影响, 由游猎为生转变为农业生产为主, 且农业已经相当发达^[31].

吉林关马山: 人骨材料出土于吉林省九台市西营城镇关马山村附近山梁上的古代石棺墓, 墓葬年代大致为战国时期. 1989 年夏季, 吉林省文物考古研究所对该墓葬进行了整理. 该墓是石圪墓, 墓中出土的遗物以陶器为主, 还有少量的铜器、石器、玉器和骨器^[32].

山西忻州游邀: 位于山西忻州市境内. 该遗存在文化面貌上属早期青铜文化, 年代为夏代, 年代测定约 4000 a BP^[33]. 该遗址出土了大量的陶器、石器、骨器、蚌器, 还出土 1 件铜器^[34]. 种植农业、家畜饲养、牧业和渔猎采集, 是当时获取食物的生产活动, 这是一种以种植农业为主, 兼营家畜饲养及牧业和渔猎采集的多种谋食方式的经济形态, 加上房屋建造、制陶与纺织等手工业, 构成了当时社会经济的基本结构^[34].

山西大同: 位于山西省大同市南郊七里村, 北魏时期^[35].

陕西神木寨崆: 位于陕西省神木县店塔乡寨崆村. 约 4800~4100 a BP, 出土遗物有陶器、石器、骨器等^[36].

陕西瓦窑沟: 位于陕西省铜川市. 1991 年陕西省考古研究所为配合基本建设, 对铜川市的瓦窑沟墓地进行了抢救性发掘, 共发掘墓葬 27 座. 从随葬器物及陶鬲的演变特征看, 年代约在先周晚期^[37].

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^[38].

甘肃民乐东灰山: 位于甘肃省民乐县六坝乡. 1987年, 甘肃省文物考古研究所和吉林大学对该遗址进行了发掘. 民乐东灰山遗址属于四坝文化范畴. 遗址采集的木炭标本, ¹⁴C测定, 为 3490±100 a BP, 树轮校正年代为 3770±145 a BP. 碳化小麦标本, 经测定为 4230±250 a BP^[39].

青海民和小旱地和马排: 为青海民和县出土的人骨, 属于青铜时代.

华北: 为北京协和医院 20世纪 20年代初收集的现代华北地区头骨标本.

(ii) 方法. 考虑到一些遗址的标本量很少(如内蒙古庙子沟、甘肃民乐东灰山、吉林关马山等), 一些遗址的具体年代还不清楚, 一些遗址包含不同时代的标本(如陕西陇县、内蒙古和林格尔土城子)等因素, 本文参考相关学者的研究, 将标本按照年代大致划分为新石器时代、青铜铁器时代和现代 3组(表 1).

本文选取了 23 个下颌骨测量性状进行分析(见表 2). 用 SPSS 软件对各时代测量性状数据进行平均值计算和不同时代间差异的显著性检验(independence-samples-*t*-test), 筛选出从新石器-青铜铁器时代、青铜铁器-现代、新石器-青铜铁器-现代, 各时期变化显著($\alpha = 0.05$)的测量性状, 参考相关研究^[18,40], 计算其时代变化率. 计算公式如下:

$$\text{时代变化率}(\%) = 100\% \times (X_2 - X_1) / X_1,$$

X_1 和 X_2 分别代表时代较早和较晚的两个时期组同项测量值的平均值.

在计算下颌支面积、下颌体横截面面积、下颌体

体积时, 采取近似为简单几何形状的方法. 下颌支面积的计算中, 将下颌支形状近似为带三角形缺口的长方形(图 2), 其面积=下颌支高×下颌支平均宽-下颌切迹三角形的面积. 下颌体横截面近似为长方形, 面积=下颌体高×下颌体厚. 下颌体视为一个长方体: 下颌骨弧长、下颌体高、下颌体厚分别为长方体的三边. 这种近似方法在计算下颌支面积时, 下颌支与下颌体在下颌角区域有一小部分重合区, 因为下颌支与下颌体解剖结构上并没有严格的分界线, 重合区面积不大, 所比较的又主要是各部分时代变化率, 这种重合区的影响不大.

2 结果

2.1 从新石器到青铜铁器时代下颌骨测量特征变化

新石器-青铜铁器时代, 有显著时代变化的性状有: 下颌联合高、联合弧、体高(P3)、体高(M1)、体高(颞孔)、体厚(P3)、体厚(M1)、体厚(颞孔)、下颌支最大宽、下颌支最小宽、下颌角. 其中变化幅度较大的有联合高(减小 5.8%)、体厚(P3)(减小 6.7%)、体厚(颞孔)(减小 7.5%)、下颌支最小宽(减小 7.1%).

新石器-青铜铁器时代, 没有显著时代变化的性状有: 髁突间宽、冠突间宽、下颌体长、下颌骨长、下颌角间宽、下颌小舌间宽、下颌骨弧、颞孔间宽、颞孔间弧、下颌支高、切迹宽、切迹深.

2.2 从青铜铁器到现代下颌骨测量特征变化

青铜铁器-现代, 有显著时代变化的性状有: 髁

表 1 本文测量的全新世下颌骨标本(男)

时代	合并组	例数	材料组
新石器时代 (约 7000~4800 a BP)	河北	42	阳原姜家梁
	河南	8	郑州西山
	内蒙古	4	庙子沟
青铜铁器时代 (约 4800~1600 a BP)	辽宁	46	喇嘛洞
	内蒙古	88	土城子
	青海	8	民和小旱地和马排
	甘肃	4	民乐东灰山
	陕西	23	神木寨峁(6), 陇县(13), 铜川瓦窑沟(4)
	山西	14	忻州游邀(7), 大同(7)
	吉林	1	九台关马山
现代(约 100 a BP)	华北	92	华北

表 2 中国全新世北方地区下颌骨测量性状时代比较(成年男性)^{a)}

	新石器		青铜铁器		现代华北		新石器-青铜铁器		青铜铁器-现代		新石器-现代	
	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
髁突间宽	41	123.4	147	124.9	92	119.3	—	0.206	-4.5	0.000*	-3.3	0.001*
冠突间宽	48	97.4	157	98.7	92	94.2	—	0.137	-4.6	0.000*	-3.2	0.003*
下颌体长	51	76.8	164	75.5	92	72.6	—	0.1	-3.9	0.000*	-5.5	0.000*
下颌骨长	45	106.7	157	108.3	92	103.7	—	0.096	-4.3	0.000*	-2.8	0.004*
下颌角间宽	47	104.5	160	104.6	91	99.3	—	0.875	-5.1	0.000*	-5	0.000*
下颌小舌间宽	50	81.5	160	82.5	92	78.7	—	0.118	-4.6	0.000*	-3.4	0.000*
下颌骨弧	47	199.8	158	198.4	92	190.3	—	0.396	-4.1	0.000*	-4.8	0.000*
颊孔间宽	49	48.9	163	49	92	46.5	—	0.731	-5.2	0.000*	-4.9	0.000*
颊孔间弧	48	57.3	159	56.4	92	54.7	—	0.14	-3.1	0.000*	-4.6	0.000*
下颌支高	42	62.4	135	61.7	55	63.9	—	0.366	3.5	0.004*	—	0.142
联合高	50	34.6	168	32.6	90	32.7	-5.8	0.000*	—	0.748	-5.5	0.001*
联合弧	47	37.4	130	35.4	88	34.9	-5.4	0.000*	—	0.318	-6.6	0.000*
体高(P3)	54	33.7	170	32	54	31.3	-5	0.000*	—	0.062	-7.2	0.000*
体高(M1)	53	32.1	160	30.4	90	29.9	-5.5	0.000*	—	0.144	-7	0.000*
体高(颊孔)	54	33.1	174	31.8	92	31	-4	0.001*	-2.4	0.014*	-6.3	0.000*
体厚(P3)	51	13.6	173	12.6	54	12.2	-6.7	0.000*	-3.8	0.01*	-10.3	0.000*
体厚(M1)	53	15.5	169	14.9	91	14.2	-3.9	0.006*	-4.4	0.001*	-8.1	0.000*
体厚(颊孔)	53	13.8	176	12.7	54	12.3	-7.5	0.000*	-3.5	0.033*	-10.7	0.000*
切迹宽	48	36.6	169	36.6	92	34.6	—	0.928	-5.3	0.000*	-5.5	0.001*
切迹深	48	15	166	14.8	92	14.5	—	0.622	—	0.155	—	0.154
下颌支最大宽	49	45.1	164	44.1	92	41.9	-2.3	0.038*	-5	0.000*	-7.2	0.000*
下颌支最小宽	47	36.9	159	34.3	92	33.3	-7.1	0.000*	-2.9	0.007*	-9.8	0.000*
下颌角	46	119.3	163	124.6	92	119.9	4.4	0.000*	-3.7	0.000*	—	0.621

a) 下颌角单位: (°), 测量平均值单位: mm; 显著性检验, 为双尾检验, $\alpha=0.05$, *示 $P \leq 0.05$, “—”表示差异统计检验不显著, 而未计算变化率

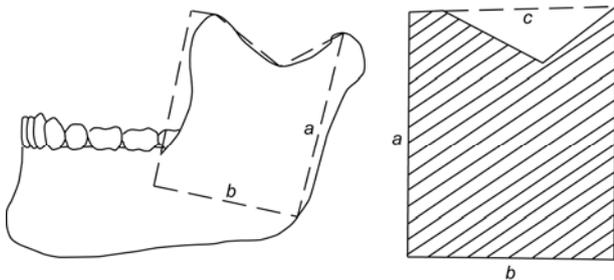


图 2 下颌支面积计算中近似为简单几何形状示意图

下颌骨参考文献[14]. a, 下颌支高; b, 下颌支平均宽; c, 下颌切迹宽

突间宽、冠突间宽、下颌体长、下颌骨长、下颌角间宽、下颌小舌间宽、下颌骨弧、颊孔间宽、颊孔间弧、下颌支高、体高(颊孔)、体厚(P3)、体厚(M1)、体厚(颊孔)、切迹宽、下颌支最大宽、下颌支最小宽、下颌角. 变化幅度都在 5.4%以下.

青铜铁器-现代, 没有明显时代变化的性状有:

联合高、联合弧、体高(P3)、体高(M1)、切迹深.

2.3 从新石器时代经过青铜铁器时代到现代下颌骨测量特征变化

新石器-青铜铁器-现代, 有显著时代变化的性状有: 髁突间宽、冠突间宽、下颌体长、下颌骨长、下颌角间宽、下颌小舌间宽、下颌骨弧、颊孔间宽、颊孔间弧、联合高、联合弧、体高(P3)、体高(M1)、体高(颊孔)、体厚(P3)、体厚(M1)、体厚(颊孔)、切迹宽、下颌支最大宽、下颌支最小宽.

新石器-青铜铁器-现代, 没有显著时代变化的性状有: 下颌支高、切迹深、下颌角.

2.4 下颌支的时代变化

下颌支最大宽、最小宽、切迹宽、切迹深的时代变化率相差较大(表 2), 本文采用下颌支面积来综合反映下颌支的时代变化. 下颌支形状近似为带三角

形缺口的长方形(图2),取下颌支最大宽与最小宽的平均值作为下颌支宽.计算下颌支在各时代的面积及时代变化率(表3).

下颌支面积=下颌支高×下颌支宽-下颌切迹三角形的面积=下颌支高×(支最大宽+支最小宽)×0.5-下颌切迹宽×下颌切迹深×0.5.

下颌支面积的时代变化率在不同时段分别为:-6.0%, 0.2%, -5.8%.

2.5 下颌体的时代变化

选用下颌体横截面积、下颌体体积的变化来反映下颌体的时代变化.横截面积近似为长方形,下颌体高、下颌体厚为其两边,分别计算P3, M1, 颞孔处的横截面积.下颌体近似为一个长方体:下颌骨弧长、下颌体高、下颌体厚分别为长方体的三边.下颌体体积计算中,取下颌体在P3, M1, 颞孔3处高的平均值为下颌体平均高,下颌体在P3, M1, 颞孔3处厚的平均值作为下颌体厚平均值,计算下颌体在各时代的体积及时代变化率(表3).公式如下:

下颌体横截面积=下颌体高×下颌体厚.

下颌体体积=下颌骨弧长×下颌体高平均值×下颌体厚平均值.

相比下颌支面积,下颌体横截面积与下颌体体积的时代变化率都明显较大.

3 讨论和结论

3.1 中国全新世人群下颌骨形态特征演化特点

从新石器-青铜铁器-现代,下颌骨大部分测量性状尺寸减小(图3),显示近7000年来中国全新世人群的下颌骨仍在进化,与国外研究结果相似^[9-11,14,15,17].在不同的时代阶段,下颌骨各个性状的表现特点和

变化幅度有所不同.除下颌支高外,下颌骨大体尺寸(测量值较大,反映下颌骨空间上大小的性状)的缩小(如髁突间宽、冠突间宽、下颌体长、下颌骨长、下颌角间宽、下颌骨弧)主要发生在青铜铁器-现代.下颌支面积、还有下颌体的变化,如下颌体厚、下颌体高(含联合高)、下颌体横截面积、下颌体体积的变化主要发生在新石器-青铜铁器时代.下颌体厚度在青铜铁器-现代也在减小,但减小幅度总的来说比新石器-青铜铁器时代小.下颌骨在不同时期发生变化的性状有所差异,这可能提示各种原因导致的下颌骨的演化首先体现在下颌体上,然后才是下颌骨的大体尺寸.换句话说,下颌骨的演化主要是先变“瘦”(下颌体高度降低、厚度变薄)后变“小”(大体尺寸减小)的.

下颌角在新石器-青铜铁器时代表现为增大,在青铜铁器-现代则变小,是测量项目中唯一在不同时期变化方向完全相反的性状.下颌角的变化与咀嚼功能密切相关^[41],下颌角度大,则咬力小;反之亦然^[42].下颌角在不同时代间的演化差异可能分别反映了食物的变化和颌骨大体尺寸变化的影响.从新石器-青铜铁器时代,生活方式发生了巨大变化,人类生活趋于稳定,食物变软,所需的咀嚼力降低,致使下颌角度变大(下颌角度为钝角,角度变大则更远离直角).青铜铁器-现代,人类生活得到进一步改善,食物也逐渐发生着变化(不如新石器-青铜铁器时代那样明显),但下颌骨尺寸在这个阶段却显著减小,致使下颌骨咬力也明显变小,下颌角度需要代偿性的变小(趋向于直角),以稍增大些明显变小的咬力.

另外,下颌角的变化与下颌骨长、下颌体长、下颌支高的变化可能有密切的关系(在几何形状方面).下颌骨长与下颌体长的差、下颌支高、下颌角度的补角(180°-下颌角),这几项近似构成直角三角形的底

表3 下颌支面积、下颌体横截面积、下颌体体积时代变化的比较^{a)}

	依平均值计算的值			时代变化率(%)		
	新石器	青铜铁器	现代	新石器-青铜	青铜-现代	新石器-现代
下颌支面积	2283.9	2147.8	2151.8	-6.0	0.2	-5.8
下颌体截面积(P3)	458.3	403.2	381.9	-12	-5.3	-16.7
下颌体截面积(M1)	497.6	453.0	424.6	-9	-6.3	-14.7
下颌体截面积(颞孔)	456.8	403.9	381.3	-11.6	-5.6	-16.5
下颌体体积	94190.4	83478.8	75446.3	-11.4	-9.6	-19.9

a) 面积单位: mm²; 体积单位: mm³

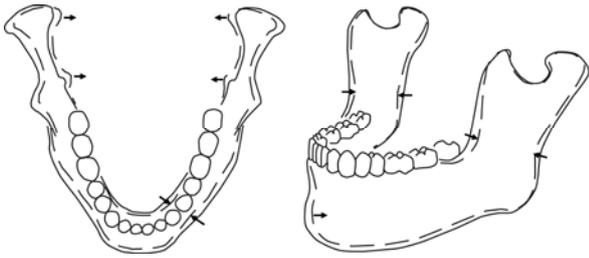


图3 中国全新世人群下颌骨尺寸演化趋势示意图
 下颌骨图参考文献[14]

角及其两边(图4). 设下颌角度的补角为 $\angle A$, 有以下的近似关系: $\cos \angle A = (\text{下颌骨长} - \text{下颌体长}) / \text{下颌支高}$. 将本文中不同时代的下颌骨长、下颌体长、下颌支高的平均值代入这个公式进行计算, 求得 $\cos \angle A$ 的值分别为: 新石器时代, 0.479; 青铜铁器时代, 0.532; 现代华北, 0.487. 大小关系为: 青铜铁器 > 现代华北 > 新石器, 则下颌角度($180^\circ - \angle A$)的大小关系也为青铜铁器 > 现代华北 > 新石器, 这与实际测量的角度关系一致. 由此可以推测下颌角的变化可能与下颌骨长、下颌体长、下颌支高的变化密切相关, 当然, 这些变化可能是相互影响的, 很难区分绝对的因果关系.

下颌支高在青铜铁器-现代增加, 这个时期下颌骨大体测量性状变窄, 头骨上面高^[18]、下颌联合高都稍增大(这两项统计检验不显著), 面宽缩小^[18], 下颌支高的变化可能既反映也适应整个面部的狭长化趋势. 短脸型组的咬力大, 长脸型组的咬力小^[42]. 狭长

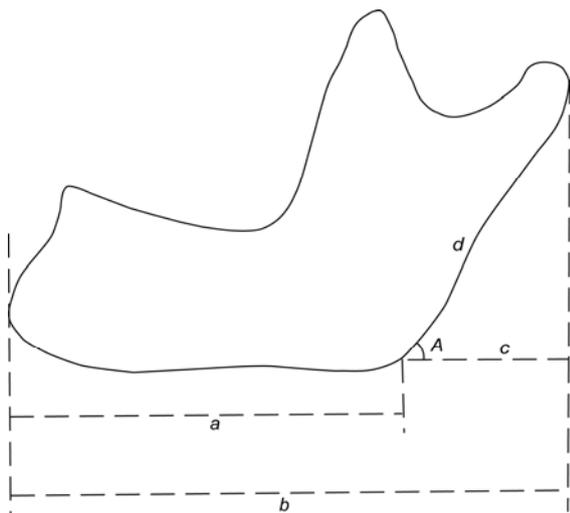


图4 下颌骨几个测量值间的近似几何关系
 a, 下颌体长; b, 下颌骨长; c=b-a; d, 下颌支高; $\angle A$ 为下颌角度度的补角; $\cos \angle A \approx cd = (b-a)d$

化的脸型可能反映了咬力的降低.

下颌支面积的变化主要发生在新石器-青铜铁器时代, 下颌支协助咀嚼肌的运动^[13], 它的变化可能也说明咀嚼力的降低主要发生在新石器-青铜铁器时代.

中国全新世下颌骨在缩小的观点似乎也能得到牙齿错殆畸形研究的支持. 新石器时代宝鸡、华县组错殆畸形的患病率为 26.3%^[43], 青铜铁器时代安阳殷代组错殆畸形的患病率为 28%^[44], 魏晋十六国时期喇嘛洞组的患病率为 42.53%^[45], 现代人错殆畸形的患病率往往还要高些, 陈亚刚等人^[46]对近 1500 个大学生进行了调查, 发现患病率为 69.46%, 陈远萍等人^[47]发现现代人错殆畸形的患病率高达 80.15%. 几千年来, 牙齿尺寸变化很小^[9-11, 48], 而很多错殆畸形表现为牙齿排列拥挤、牙齿与牙槽骨位置不协调, 下颌骨随时代而缩小很可能是错殆畸形患病率增高的重要病因.

3.2 下颌骨微观变化与头骨微观变化的比较

与全新世头骨形态的微观演化^[18]对比显示: 面宽、髁突间宽、冠突间宽在新石器-青铜铁器时代都无显著变化, 从新石器-现代的变化率分别为 -3.2%, -3.3%, -3.2%(表2和4), 变化规律及幅度相似, 可能与其所对应的解剖位置很靠近有关. 颅宽、面宽、下颌角间宽 3 个测量性状在新石器-青铜铁器-现代, 缩小的比例分别为 2%, 3.2%, 5%, 提示头面部下部比上部随时代变窄的比例大.

头骨在青铜铁器-现代的变化幅度比新石器-青铜铁器时代大(表4), 下颌骨大体尺寸的变化也主要集中在青铜铁器-现代. 这种一致可能并不是偶然, 而是有一定的内在联系. 下颌骨位于面部下方, 通过颞下颌关节与头骨相联, 与头骨一起维持着一定的脸型, 并在咀嚼、发音等功能中与头骨协同发挥作用. 解剖位置及功能上的相关可能使得下颌骨与头面部在微观演化上有一定的相互影响: 头骨的显著变化可能一定程度上也加快了下颌骨的变化, 反之亦有可能.

同时, 作者也注意到这样的比较存在些问题: 下颌骨与头骨标本在地区、个体上并不完全对应. 选择来自同一地区不同时代间具有一脉相承关系的人群, 且头骨、下颌骨完全对应的标本进行对比研究应该能更好地揭示演化特点. 拟在今后有条件时进行此项

表4 中国全新世人群头骨测量性状时代变化^{a)}

	新石器-青铜铁器	青铜铁器-现代	新石器-现代
	变化率(%)	变化率(%)	变化率(%)
颅长	1.8	-2.9	-1.1
颅宽	1	-3	-2
颅高	-1.8	-1.5	-3.3
颅底长	-2.3	-2.9	-5.2
面底长	-3	-3.2	-6.1
上面高	-1.8	0.4	-1.4
面宽	0	-3.2	-3.2
眶宽	-3	-3.6	-6.5
眶高	0.6	3.2	3.8
鼻宽	-1.8	-6	-7.7
鼻高	0.2	0.7	0.9

a) 据文献[18]计算得出

研究, 探讨演化关系及可能存在的演化速率不平衡.

3.3 下颌骨微观演化原因探讨

很多学者对全新世下颌骨形态变异的原因进行了探讨. 一些学者认为下颌骨的形态变异主要与食物结构、咀嚼功能有关. 下颌骨线性测量性状的变异主要受个体发育和咀嚼功能的影响^[49,50], 下颌骨变小可能是因为食物变软, 使得其生长发育所必需的咀嚼刺激变小(含动物实验)^[51,52]. 如 Saitou^[53]用模拟实验发现, 现代人吃过去不同时代的食物时, 咀嚼次数、咀嚼时间都随时代而减少. Kaifu^[15]认为咀嚼压力的减小对下颌骨有4方面影响: ① 变窄; ② 主要咀嚼肌肉附着处减弱; ③ 下颌体侧面厚度减小; ④ 下颌骨联合部密质骨厚度减小. 一些学者认为, 下颌骨尺寸随时代减小只是整个头面部长演化趋势的一部分, 与食物变化没有关系^[54,55]. Kaifu^[15]认为基因交流、融合可能在下颌体厚度上有所体现, 如日本关东地区下颌联合高的增大可能是受到外来移民基因的影响^[14]. Nicholson 等人^[56]认为人群历史、气候、功能都可以影响下颌骨的形态.

Lavelle^[13]认为, 如果下颌骨尺寸的减小主要由食物的变化引起, 那么下颌支(协助咀嚼肌运动)的减

小就应该比下颌体(容纳牙齿)的减小更明显. 本文中下颌支的面积与下颌体横截面积、下颌体体积变化率比较显示, 下颌体的变化比下颌支变化明显, 似乎提示下颌骨变化的主要原因是长期的演化趋势. 同时本文作者认为, 全新世下颌骨尺寸的变化究竟是由食物变化引起还是演化趋势引起可能也不一定矛盾, 因为食物变化可能是演化的动力和刺激因素.

本文研究材料中, 内蒙古庙子沟(庙子沟与姜家梁遗址居民有较为相近的头骨形态特征和牙齿形态特征^[57])、河北阳原姜家梁、河南郑州西山、内蒙古和林格尔土城子、辽宁北票喇嘛洞、山西忻州游邀, 这些遗址的先民都主要为农业生产方式或植物性食物为主, 标本量占本文研究的考古遗址(新石器时代和青铜铁器时代)标本总量的81.9%. 其他地点(吉林关马山、山西大同、陕西神木寨峁、陕西瓦窑沟、陕西陇县、甘肃民乐东灰山、青海民和小旱地和马排)占本文研究的考古遗址标本总量的18.1%, 这些遗址先民的食物结构还没有报道, 但根据地理位置, 推测以植物性食物为主. 一般而言, 现代华北人群也是植物性食物为主. 这些相似的经济生活方式(或食物结构)为本文下颌骨尺寸的时代间比较提供了较好的背景. 本文中下颌骨尺寸时代差异的主要原因可能并不在于游牧为主还是农业生产为主的经济方式差异, 而更可能与农业生产方式(植物性食物为主)内食物结构、食物加工方式等的变化有关.

全新世时期的气候变化很大, 5000 a BP左右, 世界各地都发生了一次变化幅度较大的环境恶化事件^[58]. 公元前2000年左右, 黄河流域的气候突发向干旱转变^[59,60]. 气候变化引起生态环境变化, 进而影响人类的食物来源, 史前文化也相应发生变化^[58]. 所有这些变化都可能直接或间接影响人群的体质特征, 全新世时期下颌骨尺寸的变化很可能有这方面的原因. 同时随着生产技术的发展, 金属工具被越来越广泛地使用, 劳动量逐渐减少, 人类的生活方式发生一定变化, 加工食物的方法、技术进一步提高, 食物应该变得更柔软、利于咀嚼, 这些可能间接使得下颌骨缩小和弱化. 迄今对下颌骨变化的原因还没有定论, 还需要今后更多的研究来论证.

参考文献

- 1 Liu W, Jin C Z, Zhang Y Q, et al. Human remains from Zhirendong, South China, and modern human emergence in East Asia. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2010, 107: 19201–19206
- 2 Igarashi Y, Ohzeki S, Uesu K, et al. Frequency of mandibular tori in the present-day Japanese. *Anthropol Sci*, 2008, 116: 17–32
- 3 Fukase H, Suwa G. Growth-related changes in prehistoric Jomon and modern Japanese mandibles with emphasis on cortical bone distribution. *Am J Phys Anthropol*, 2008, 136: 441–454
- 4 Bastir M, Rosas A, Kuroe K. Petrosal orientation and mandibular ramus breadth: Evidence for an integrated petroso-mandibular developmental unit. *Am J Phys Anthropol*, 2004, 123: 340–350
- 5 Puişoru M, Fornă N, Fătu A M. Analysis of mandibular variability in humans of different geographic areas. *Ann Anatomy*, 2006, 188: 547–554
- 6 Mahoney P. Microwear and morphology: Functional relationships between human dental microwear and the mandible. *J Hum Evol*, 2006, 50: 452–459
- 7 Shang H, Tong H W, Zhang S Q, et al. An early modern human from Tianyuan Cave, Zhoukoudian, China. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007, 104: 6573–6578
- 8 Nicholson E, Harvati K. Quantitative analysis of human mandibular shape using three dimensional geometric morphometrics. *Am J Phys Anthropol*, 2006, 131: 368–383
- 9 Lysell L. A biometrical study of occlusion and dental arches in a series of mediaeval skulls from northern Sweden. *Acta Odontol Scand*, 1958, 16: 177–203
- 10 Goose D H. Reduction of palate size in modern population. *Arch Oral Biol*, 1962, 7: 343–350
- 11 Moore W J, Lavelle C L, Spence T F. Changes in the size and shape of the human mandible in Britain. *Br Dent J*, 1968, 125: 163–169
- 12 Humphrey L T, Dean M C, Stringer C B. Morphological variation in great ape and modern human mandibles. *J Anat*, 1999, 195: 491–513
- 13 Lavelle C L. A comparison between the mandibles of Romano-British and nineteenth century periods. *Am J Phys Anthropol*, 1972, 36: 213–220
- 14 Kaifu Y. Changes in mandibular morphology from the Jomon to modern periods in Eastern Japan. *Am J Phys Anthropol*, 1997, 104: 227–243
- 15 Kaifu Y. Temporal changes in corpus thickness of the Japanese mandibles. *Bull Natl Sci Mus Ser D*, 2000, 26: 39–44
- 16 Kaifu Y. Regional variation in mandibular morphology of the Jomon people. *Bull Natl Sci Mus*, 1995, 21: 37–50
- 17 Maeda T. Mandibular ramus morphology of the Jomon people from Hokkaido. *Anthropol Sci*, 2002, 110: 27–40
- 18 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. *科学通报*, 2007, 52: 192–198
- 19 魏坚. 察右前旗庙子沟新石器时代遗址. *中国考古学年鉴(1987)*. 北京: 文物出版社, 1988. 119
- 20 魏坚. 庙子沟与大坝沟有关问题试析. 见: 内蒙古文物考古研究所, 编. 内蒙古中南部原始文化研究文集. 北京: 海洋出版社, 1991. 113–118
- 21 张全超, Jacqueline T, 魏坚, 等. 内蒙古察右前旗庙子沟遗址新石器时代人骨的稳定同位素分析. *人类学学报*, 2010, 29: 270–275
- 22 李法军, 朱泓. 河北阳原姜家梁新石器时代遗址头骨非测量性状的观察与研究. *人类学学报*, 2003, 22: 206–217
- 23 河北省文物研究所. 河北阳原县姜家梁新石器时代遗址的发掘. *考古*, 2001, 2: 113–127
- 24 李法军. 河北阳原姜家梁新石器时代人骨研究. 北京: 科学出版社, 2008
- 25 国家文物局考古领队培训班. 郑州西山仰韶时代城址的发掘. *文物*, 1999, 7: 4–15
- 26 陈全家. 郑州西山遗址出土动物遗存研究. *考古学报*, 2006, 3: 385–418
- 27 张雪莲, 仇士华, 钟建, 等. 中原地区几处仰韶文化时期考古遗址的人类食物状况分析. *人类学学报*, 2010, 29: 197–207
- 28 内蒙古文物考古研究所. 和林格尔县土城子古城考古发掘主要收获. *内蒙古文物考古*, 2006, 1: 9–16
- 29 顾玉才. 内蒙古和林格尔县土城子遗址战国时期人骨研究. 博士学位论文. 长春: 吉林大学, 2007
- 30 张全超. 北票喇嘛洞三燕文化墓地人骨的牙病. *人类学学报*, 2003, 22: 29–36
- 31 董豫, 胡耀武, 张全超, 等. 辽宁北票喇嘛洞遗址出土人骨稳定同位素分析. *人类学学报*, 2007, 26: 77–84
- 32 吉林省文物考古研究所. 吉林九台市石砬山、关马山西团山文化墓地. *考古*, 1991, 4: 337–345
- 33 忻州考古队. 山西忻州市游邀遗址发掘简报. *考古*, 1989, 4: 289–299
- 34 忻州考古队. 忻州游邀考古. 北京: 科学出版社, 2004. 1–220
- 35 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. *人类学学报*, 1993, 12: 103–112
- 36 陕西省考古研究所. 陕西神木县寨崮遗址发掘简报. *考古与文物*, 2002, 3: 3–18
- 37 陈靛. 瓦窑沟青铜时代墓地颅骨的人类学特征. *人类学学报*, 2000, 19: 32–43

- 38 刘武, 曾祥龙. 陕西陇县战国时代人类牙齿形态特征. 人类学学报, 1996, 15: 302-314
- 39 甘肃省文物考古研究所, 吉林大学北方考古研究室. 民乐东灰山考古——四坝文化墓地的揭示与研究. 北京: 科学出版社, 1998
- 40 张振标. 现代中国人起源的实证——颅骨特征的时空变化. 第四纪研究, 1999, 19: 113-124
- 41 柏蕙英. 中国人下颌角的年龄变化. 解剖学报, 1979, 10: 13-20
- 42 Hunt N. Muscle function and the control of facial form. In: Harris M, Edgar M, Meghji S, eds. *Clinical Oral Science*. Oxford: Wright, 1998. 120-133
- 43 曾祥龙, 黄金芳, 林久祥. 宝鸡、华县新石器时代人骨的错殆畸形. 人类学学报, 1983, 2: 352-357
- 44 毛燮均, 颜闾. 安阳辉县殷代人牙的研究报告. 古脊椎动物与古人类, 1959, 1: 81-85
- 45 张全超, 刘政, 朱泓. 北票喇嘛洞墓地魏晋十六国时期人骨的错殆畸形. 人类学学报, 2003, 22: 321-327
- 46 陈亚刚, 邢牧, 余玲, 等. 徐州市大学生错殆畸形的调查研究. 中国美容医学, 2008, 17: 1057-1059
- 47 陈远萍, 董玉杰, 孙新华, 等. 恒牙早期错殆畸形的调查分析. 口腔医学纵横, 2000, 16: 107-109
- 48 Kaifu Y. Changes in alveolar prognathism and anterior teeth protrusion in Japan. *Anthropol Sci*, 1999, 107: 3-24
- 49 Hrdlička A. Mandibular and maxillary hyperostosis. *Am J Phys Anthropol*, 1940, 27: 1-55
- 50 Hrdlička A. Lower jaw. *Am J Phys Anthropol*, 1940, 27: 281-308
- 51 Wallace J S. *Variation in the Form of the Jaws*. London: Baillière, Tindall and Cox, 1927
- 52 Watt D G, Williams C H M. The effects of the physical consistency of the food on the growth and development of the mandible and maxilla of the rat. *Am J Orthodont*, 1951, 37: 895-928
- 53 Saitou S. Mastication and Mechanocitology. In: *Introduction to the Masticatory System*. Tokyo: Fujinsha, 1987. 115-129
- 54 Keith A. *Concerning Certain Structural Changes Which are Taking Place in Our Jaws and Teeth*. London: Dental Board of the United Kingdom, 1924
- 55 Hooton E A. The evolution and devolution of the human face. *Am J Orthodont*, 1946, 32: 657-672
- 56 Nicholson E, Harvati K. Quantitative analysis of human mandibular shape using three-dimensional geometric morphometrics. *Am J Phys Anthropol*, 2006, 131: 368-383
- 57 李法军, 朱泓. 河北阳原姜家梁新石器时代人类牙齿形态特征的观察与研究. 人类学学报, 2006, 25: 87-101
- 58 朱艳, 陈发虎, 张家武, 等. 距今五千年左右环境恶化事件对我国新石器文化的影响及其原因的初步探讨. 地理科学进展, 2001, 20: 111-121
- 59 张兰生, 方修琦, 任国玉, 等. 我国北方农牧交错带的环境演变. 地学前缘, 1997, 1-2: 127-136
- 60 竺可桢. 中国近五千年气候变迁的初步研究. 中国科学 B 辑, 1973, 16: 168-189