

全新世中国北方人群第一臼齿齿冠面积 和齿尖相对面积的测量分析

周亚威^{1,2}, 李海军³, 朱 泓¹

1. 吉林大学边疆考古研究中心, 长春 130012; 2. 吉林大学考古及博物馆学系, 长春 130012;
3. 中央民族大学民族学与社会学学院, 北京 100081

摘 要: 通过对 532 枚中国北方地区新石器时代到青铜时代和铁器时代人类上、下颌骨第一臼齿 (M^1 和 M_1) 齿冠面积和齿尖面积的测量和分析, 得到以下关于中国北方近代人群牙齿尺寸的准确数据和变异情况的结果: 两性 M^1 和 M_1 齿冠面积存在显著性差异, 男性齿冠面积大于女性齿冠面积, 齿尖相对面积不存在性别差异; 从新石器时代到青铜时代男性 M^1 和 M_1 分别缩小了 1.16% 和 4.96%, 女性分别缩小了 5.68% 和 6.11%, 青铜时代到铁器时代齿冠面积无明显变化; M_1 颊侧尖相对基底面积大于舌侧尖, 形成齿尖大小差异的原因很可能是在人类演化过程中, 齿冠面积整体缩小的趋势下, 为使咬合面最大化使用, 各齿尖朝着更利于扩大咬合面基底面积的方式进化的结果; 世界各地近代人群 M^1 和 M_1 各齿尖大小顺序基本一致, 其中 M^1 为原尖 > 前尖 > 后尖 > 次尖, M_1 下原尖最大, 下次小尖最小, 其他三个齿尖面积非常接近, 不存在明显大小变化。

关键词: 臼齿; 齿冠基底面积; 相对齿尖基底面积; 全新世

中图法分类号: Q983⁺.8; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2013)03-0319-11

1 引 言

由于人类牙齿的大小和形态特征具有明显的时代变化和群体间差异, 所以对牙齿的形态学研究一直是学者了解古人类演化和现代人群关系的基础^[1-8]。臼齿齿冠基底面积和相对齿尖基底面积是牙齿形态学研究的重点, 前者代表牙齿的绝对大小, 后者反映了各齿尖比例关系。相对齿尖基底面积的差异在族群间的比较中有重要意义, Wood 等注意到南方古猿等早期人类臼齿相对齿尖基底面积呈现明显的族群差别^[9-11]; Bailey 发现尼安德特人与现代人在 M^1 后尖和次尖在相对面积上具有明显的差别^[12]。齿冠面积的变异性则反映出人类的演化特点, 根据 Brace 等的研究结果, 从南方古猿到现代人, 人类牙齿尺寸呈明

收稿日期: 2012-05-18; 定稿日期: 2012-10-16

基金项目: 国家社科基金重大项目 (11&ZD182); 国家基础科学人才培养基金现代考古学特殊学科点项目 (J0930002); 国家自然科学基金青年科学基金项目 (41102015); 吉林大学博士交叉学科科研资助计划 (450060483097); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目 (11JJD780008) 资助

作者简介: 周亚威 (1987-), 男, 吉林大学边疆考古研究中心博士研究生, 主要从事体质人类学研究。

Email: zhoyawei469@163.com

通讯作者: 朱泓, Email: zhuhong@bjkg.com

显下降趋势^[13]；刘武则通过对中国境内第四纪人类牙齿大小的测量分析，认为从直立人到现代人，中国境内人类的牙齿尺寸呈缩小的变化，但在具体表现特点上，中国古人类牙齿尺寸的演化具有与世界其他地区人类不同的特点，进一步提出中国乃至东亚地区人类及文化发展的独特性^[8]。

以往学者由于测量技术限制，一直难以对齿冠和齿尖面积进行准确测量。近年来，随着现代数字图像技术在牙齿人类学中的应用，为我们精确获取牙齿测量数据提供了新的方法^[14]。国内外学者已有相关研究成果，但整体而言，缺少不同时代和区域中国人群牙齿齿冠面积和齿尖面积数据。本研究采用数字图像技术和形态测量方法，对中国北方地区全新世以来人类 M¹ 和 M₁ 齿冠和齿尖面积进行精确的测量，取得中国北方地区近代人群牙齿尺寸的准确数据，为探讨北方人群牙齿的时代变异状况，提供了详实的证据。

2 材料与方 法

2.1 研究材料

本研究使用的标本来自吉林大学边疆考古研究中心，包括附在上、下颌骨上的与单颗的第一白齿共计 523 枚，均为恒齿。标本采自中国北方地区 27 个考古遗址，按照这些遗址的年代，将其分为新石器时代（5）、青铜时代（16）、铁器时代（6）（图 1；表 1）。为减小测量误差，标本的选取严格限定在齿冠完整、齿间发育沟清晰，无病变、性别明确的成年个体。对上颌白齿五尖型与下颌白齿六尖型和七尖型的个体予以剔除。所有标本的选取、拍摄与测量均由第一作者亲自完成。

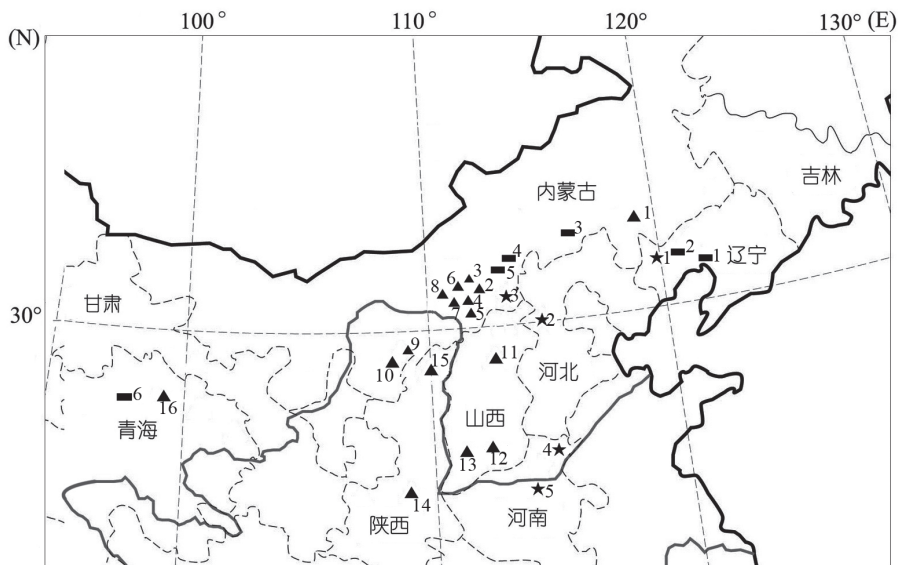


图 1 遗址分布 / Fig.1 Distribution of the sites

新石器时代：1. 牛河梁 2. 姜家梁 3. 庙子沟 4. 西水坡 5. 西山；青铜时代：1. 井沟子 2. 板城 3. 新店子 4. 土城子 5. 饮牛沟 6. 小双古城 7. 将军沟 8. 朱开沟 9. 西岔 10. 西麻清 11. 游邀 12. 桥北 13. 内阳垣 14. 神木寨 15. 瓦窑沟 16. 小旱地；铁器时代：1. 施加墓地 2. 喇嘛洞 3. 砧子山 4. 七郎山 5. 东大井 6. 陶家寨

表 1 上、下颌第一白齿样本统计

Tab.1 Statistics for M¹ and M₁

	遗址	M ¹	M ₁	合计	年代	参考文献		遗址	M ¹	M ₁	合计	年代	参考文献
新石器时代	西水坡	8	8	16	仰韶文化	[15]	青铜时代	新店子	13	11	24	东周青铜时代晚期	[28]
	牛河梁	3	5	8	5500-5000 A.D.	[16]		小旱地	2	2	4	辛店文化	[29]
	姜家梁	6	13	19	6850±80 A.D.	[17]		西岔	2	2	4	商周	[30]
	庙子沟	2	2	4	5500-5000 A.D.	[18]		土城子	24	31	55	战国	[31]
	西山	19	16	35	5300-4800 A.D.	[19]		饮牛沟	10	11	21	战国晚期	[32]
青铜时代	游邀	7	10	17	3770-4230 A.D.	[20]	小双古城	1	2	3	战国早期	[22]	
	朱开沟	3	2	5	青铜时代早期	[21]	将军沟	4	2	6	战国中晚期	[33]	
	西麻清	3	5	8	西周晚 - 春秋初	[22]	铁器时代	砧子山	8	6	14	元	[34]
	瓦窑沟	4	7	11	先周	[23]		陶家寨	36	45	81	东汉 - 魏晋	[35]
	寨卯	7	13	20	4800-4100 A.D.	[24]		喇嘛洞	22	35	57	1600-1700 A.D.	[36]
	井沟子	10	10	20	东周青铜时代晚期	[25]		施家墓地	6	10	16	高句丽晚期	[37]
	内阳垣	7	10	17	青铜时代晚期	[26]		东大井	1	1	2	东汉拓跋鲜卑	[38]
	桥北	9	11	20	青铜时代晚期	[27]		七郎山	2	2	4	魏晋鲜卑	[39]
	板城	14	18	32	春秋晚期	[22]		总计	233	290	523		

2.2 牙齿咬合面拍摄方法

使用宾得 KX 单反相机对每一枚白齿齿冠咬合面拍摄高分辨率的照片。拍照前将相机固定在翻拍架上,用水平尺对镜头和翻拍架的底板进行水平校正,使两者处于水平位置。为统一标准,摄片时移动牙齿标本使牙齿的齿颈线(cervical line)围成的平面尽量与镜头处于水平,由于附在颌骨上牙齿标本较多,拍摄时,移动上下颌骨,使齿冠基底面积处于水平,同时每张照片附以标准的毫米比例尺。

2.3 形态测量学方法:

使用 AuTo CAD 软件沿着齿冠轮廓及各齿尖周界进行描边,通过计算得出齿尖绝对面积(图 2)。将各齿尖面积相加得到该白齿齿冠绝对面积。本研究对以下面积的定义及

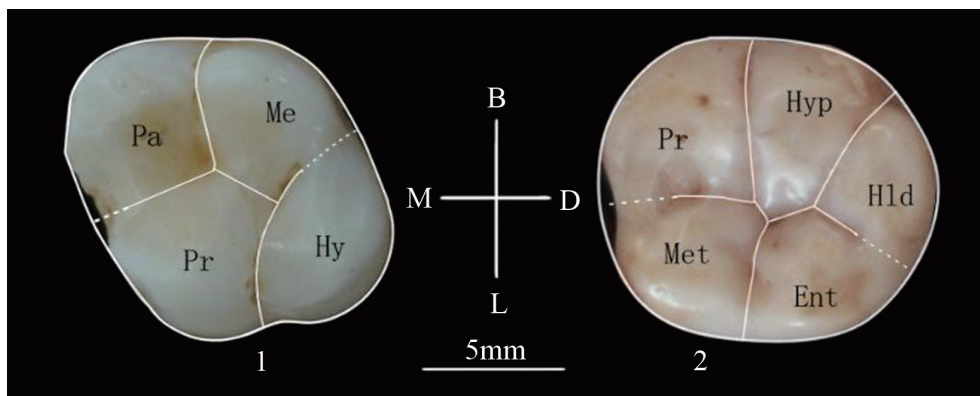


图 2 齿沟分布及齿尖划分情况

Fig.2 Distribution of major grooves and separation of cusps on occlusal surfaces of M¹ and M₁

1. M¹ (Pa: 前尖 Paracone, Me: 后尖 Metacone, Pr: 原尖 Protocone, Hy: 次尖 Hypocone); 2. M₁ (Pr: 下原尖 Protoconid, Hyp: 下次尖 Hypoconid, Hld: 下次小尖 Hypoconulid, Met: 下后尖 Metoconid, Ent: 下内尖 Entoconid, Ent: 下内尖 Entoconid, Ent); B, 颊侧 Buccal; L, 舌侧 Lingual; M, 近中侧 Mesial; D, 远中侧 Distal

测量方法参考文献^[14]。

齿冠基底面积 (Crown base area)：垂直于齿冠纵轴的齿冠平面的最大面积，也被称为齿冠总面积 (Total crown base area)。

齿尖基底面积 (Actual cusp base area)：齿尖基部位于与齿冠纵轴垂直的咬合面底部的面积。齿冠基底面积和齿尖基底面积反映的是与咬合面平行的平面上齿冠或齿尖最大的面积。这一最大面积平面一般都不在齿冠咬合平面，而位于齿冠中部附近。

相对齿尖基底面积 (Relative cusp base area)：齿尖基底面积占齿冠基底面积或齿冠总面积的百分比。相对齿尖基底面积 = (齿尖基底面积 / 齿冠基底面积) × 100%。

2.4 统计学分析

用 SPSS19.0 对所得参数进行描述性统计分析，得出均值 (\bar{x}) 和标准差 (S)，对两性齿冠面积和相对齿尖基底面积进行差异性检验分析，并分别比较 3 个时代组第一白齿齿冠绝对面积和相对齿尖基底面积差异的显著性。为比较各参数变异大小，在标准差的基础上计算变异系数 (Coefficient of variation, $CV=100 \times S/\bar{x}$)。

3 结 果

3.1 齿冠基底面积

表 2 和图 3 显示，三个时段 M^1 和 M_1 男性齿冠面积均要大于女性齿冠面积。通过对男女两性 M^1 和 M_1 齿冠基底面积进行独立样本 T 检验，发现在三个时代组中男女两性 M^1 和 M_1 齿冠基底面积显著性水平 (P 值) 均为 0.000，远小于 0.01，性别差异显著。整合三个时代组样本，统一对男性组和女性组进行独立样本 T 检验，男女两性 M^1 和 M_1 齿冠基底面积显著性水平 (P 值) 仍为 0.000。因此，男女两性在 M^1 和 M_1 齿冠基底面积上，是存在着显著性差异的。合并三个时代组，男性 M_1 齿冠绝对面积均值为 105.02mm^2 ，女性 M_1 齿冠绝对面积为 97.06mm^2 ，男性比女性高出 7.58%，男性 M^1 齿冠绝对面积均值 101mm^2 ，女性 M^1 齿冠绝对面积均值为 96.4mm^2 ，男性比女性高出 4%。

根据表 2 所列的 6 个样本组 M^1 和 M_1 齿冠基底面积数据，男女两组 M_1 齿冠基底面积大于 M^1 ，只是在青铜器组中，女性 M^1 和 M_1 面积接近。 M_1 齿冠基底面积数据在 6 个

表 2 齿冠基底面积 (mm^2)
Tab.2 Crown basal area (mm^2)

		上颌第一白齿 (M^1)			下颌第一白 (M_1)		
		N	Mean	CV	N	Mean	CV
男性 Male	新石器组	21	102.24	7.11	18	108.03	8.68
	青铜器组	51	101.05	11.76	71	102.67	9.76
	铁器组	33	98.44	9.59	49	104.37	10.71
女性 Female	新石器组	17	100.01	11.46	26	100.38	9.93
	青铜器组	69	94.32	10.02	76	94.25	8.99
	铁器组	42	94.81	12.74	50	96.55	9.95

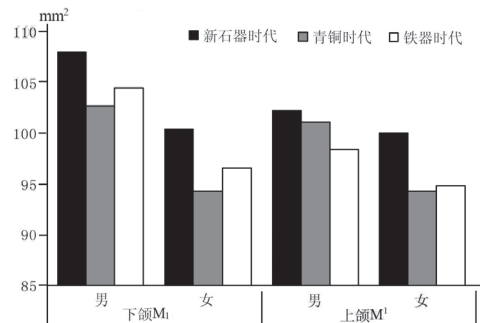


图 3 M^1 和 M_1 齿冠面积的时代变异
Fig.3 Time variation of crown area of M^1 and M_1

样本组的分布和数据变异大致接近。 M^1 男性青铜器组与女性铁器组变异系数较大。

M^1 和 M_1 齿冠面积整体呈缩小趋势。男性新石器组与青铜器组和铁器组 M^1 齿冠面积分别缩小了 1.18mm^2 和 3.8mm^2 ，女性则缩小 5.68mm^2 和 5.19mm^2 ， M_1 则分别缩小了 5.36mm^2 和 3.66mm^2 ，女性缩小了 6.13mm^2 和 3.83mm^2 。通过差异性检验， M^1 男女两性新石器组与青铜器组面积差异水平分别为 0.04 和 0.03，远小于 0.05，差异性显著。 M_1 男女两性新石器组与青铜器组面积差异水平分别为 0.002 和 0.001，差异性水平显著。而青铜器组与铁器组，新石器和铁器组各项在比较中未显示出显著性差异。因此 M^1 和 M_1 齿冠面积的缩小主要发生在新石器—青铜时代，从青铜时代—铁器时代齿冠面积相对稳定。

通过计算样本组齿冠面积数据，得出中国北方地区人类牙齿齿冠面积从新石器时代到青铜时代男性 M^1 和 M_1 分别缩小了 1.16% 和 4.96%，女性 M^1 和 M_1 分别缩小了 5.68% 和 6.11%，青铜时代到铁器时代齿冠面积无明显变化。

3.2 相对齿尖基底面积

对三个时代组两性 M^1 和 M_1 每个齿尖相对基底面积分别进行差异性检验（表 3），在 0.05 显著性水平下，相对齿尖基底面积上不存在显著性差异。

将男性组与女性组合并（表 4），3 个样本组 M^1 各齿尖的大小顺序均为原尖 > 前尖 > 后尖 > 内尖； M_1 齿尖的比较中，新石器组齿尖大小顺序为下原尖 > 后尖 > 下次尖 > 内尖 > 下次小尖，而青铜器组和铁器组齿尖大小顺序为下原尖 > 下次尖 > 后尖 > 内尖 > 下次小尖。从表 4 中可以看出新石器组后尖和下次尖非常接近，分别为 20.75 和 20.88。整合所有 M_1 样本组统计，齿尖顺序为下原尖 > 下次尖 > 后尖 > 内尖 > 下次小尖，总体上讲， M_1 符合下原尖 > 下次尖 > 后尖 > 内尖 > 下次小尖的顺序。

M^1 各齿尖在三个时代组间无明显变化，仅次尖有增大的趋势（新石器 20.82 < 青铜 21.28 < 铁器 21.31）。差异性检验显示，新石器组与青铜器组和铁器组次尖相对面积差异性水平分别为 0.252 和 0.197，均大于 0.05，不存在显著性差异。 M_1 各齿尖在三个时代组间无明显变化。差异性检验显示， M_1 相对齿尖基底面积在各样本组中并未显示出显著性差异。总体上看， M^1 和 M_1 相对齿尖基底面积大小在全新世时期基本保持稳定。

通过观测正常殆位的人类牙齿，当其处于静态殆接触时， M_1 颊侧齿尖基底面积所占比例大小决定了 M_1 的咬合面基底面积尺寸大小（图 4）。本研究表明： M_1 颊侧尖（下原尖和下次尖）相对面积总和在个时代对比组中均大于舌侧尖总和（后尖和内尖），并表现出颊侧尖相对面积总和从新石器到铁器时代呈增加的趋势（46.37-47.7），而舌侧尖相对面积总和从新石器到铁器时代呈减小的趋势（40.33-39.31）。

从直立人到现代人，人类牙齿齿冠面积分别缩小了 26.29% 和 20.81%^[8]。在齿冠面积整体缩小的演化前提下，齿尖的相对面积为适应白齿研磨功能的需要，朝着更简单，更有效的

表 3 男女组相对齿尖基底面积差异性检验
Tab.3 Differences in relative cusp base area of males and females

	新石器组 - 青铜器组	青铜器组 - 铁器组	新石器组 - 铁器组
M^1 pa	0.102	0.242	0.42
M^1 met	0.633	0.432	0.621
M^1 pr	0.961	0.162	0.93
M^1 hy	0.632	0.322	0.134
M_1 pr	0.689	0.326	0.532
M_1 hy	0.745	0.327	0.853
M_1 hld	0.542	0.984	0.554
M_1 met	0.486	0.177	0.865
M_1 ent	0.213	0.169	0.284

均 $P > 0.05$ ，两组差异性不显著

表 4 相对齿尖基底面积 (Tab.4 Relative cusp basal area) (%)

		新石器时代	青铜时代	铁器时代	
上颌第一白齿 (M ₁)	前尖 paracone	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	27.33+1.96 23.26-31.03 1.96	26.46+2.33 20.80-34.94 2.33	27.05+1.86 23.85-32.97 1.86
	后尖 metacone	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	22.19+1.51 19.69-25.86 6.81	21.97+1.83 15.51-28.62 8.32	22.15+2.27 16.25-30.18 10.26
	原尖 protocone	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	29.66+2.05 24.90-33.96 6.91	30.41+1.91 26.13-35.53 6.28	29.54+2.42 20.46-35.68 8.19
	次尖 hypocone	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	20.82+2.35 15.92-25.30 11.29	21.28+2.00 15.58-26.60 9.42	21.31+2.63 14.53-27.71 12.32
	下原尖 protoconid	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	25.62+1.73 21.17-30.10 6.75	26.3+2.07 20.92-32.27 7.91	26.26+2.01 20.81-31.65 7.65
	下次尖 hypoconid	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	20.75+2.02 17.25-25.33 9.78	21.6+2.43 16.33-29.47 11.23	21.44+1.82 16.57-26.82 8.47
	下次小尖 hypoconulid	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	13.3+2.29 8.01-19.05 17.22	12.56+2.74 6.12-21.52 21.78	13.04+2.56 3.34-18.99 19.82
	后尖 metaconid	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	20.88+1.90 17.12-26.01 9.12	20.38+1.80 16.14-24.70 8.83	20.35+1.80 16.38-24.29 8.78
	内尖 entaconid	均值 + 标准差 ($\bar{x}+S$) 范围 (range) 变异系数 (CV)	19.45+1.94 15.02-23.63 9.96	19.53+2.00 14.23-24.36 10.25	18.96+1.90 14.41-24.68 10.04

方式进化。这种进化方式则体现在同等的齿冠面积下，咬合面能得到更大化使用。因此，现代人群下颌第一白齿齿尖相对基底面积大小的形成，很可能是在人类漫长的演化过程中，为更有效的适应臼齿的研磨功能，导致咬合面面积相应增大的结果（图 4）。关于人类牙齿相对齿尖基底面积形成的机制，是遗传因素所决定的，还是为适应功能的需要而接受自然选择的结果，需要扩展到对整个颌骨齿列咬合面面积的研究中去，以及收集更多旧石器时代以前的人类牙齿标本数据与现代人进行比对后，才能做更深入的探讨。

3.3 齿冠与齿尖大小的变异

根据表 1 和表 4 所列的 M¹ 和 M₁ 齿冠绝对面积和各相对齿尖基底面积的标准差和变异系数，可以对各样本组齿冠绝对面积和相对齿尖基底面积数据的变异情况进

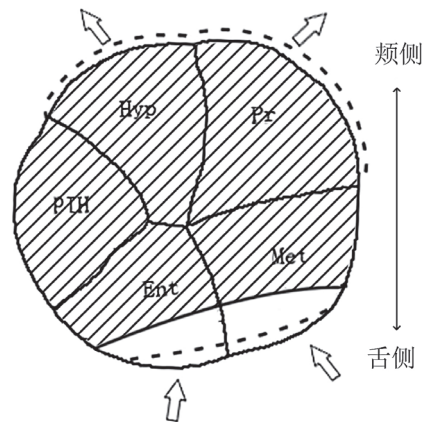


图 4 M₁ 咬合面基底面积扩增示意图
Fig.4 Increased basal area of occlusal surface outside of M₁
阴影部分为咬合面面积 / shadow section indicates outside occlusion

行分析。 M^1 齿冠绝对面积变异系数较高，其中男性分布在 7.11-11.76 之间，女性分布在 10.02-12.74 之间，且随着时代的进步有增加的趋势。与 M^1 相比较， M_1 齿冠面积变异情况相对比较稳定，男女两性的变异情况基本接近。男性下颌齿冠面积变异系数随着时代的进步有增加的趋势 (8.68-10.71)。 M^1 和 M_1 齿冠面积变异随时代的进步而表现出增大的趋势，这可能与人口的不断增长，不同人群间相互混杂有关。

为分析各白齿单个相对齿尖基底面积的时代变异情况，本文通过折线图展示了所有齿尖的变异系数 (图 5)。其中， M^1 前尖变异系数最小，次尖变异最大。后尖和原尖变异系数接近，且两齿尖都显示出随时段增加而递增的趋势 (6.81-10.26, 6.91-8.19)。其他齿尖变异系数在各个时段中，无明显的变化。 M_1 下原尖变异系数最小，下次小尖变异系数最大。下原尖和下次小尖变异系数均有增大的趋势 (6.75-7.65, 17.22-19.82)。其他齿尖变异系数在各个时段中，无明显的变化。通过相对齿尖基底面积变异系数比较发现， M^1 前尖变异情况最小，次尖变异最大， M_1 下原尖、下次尖、后尖、内尖变异系数较小，下次小尖面积变异明显高于其他齿尖，是 M_1 各齿尖中，面积最不稳定的。值得注意的是 M^1 近中尖 (前尖和原尖) 的变异程度明显低于远中尖 (后尖和次尖) 的变异， M_1 远中尖 (下次小尖) 变异程度明显高于近中尖 (下原尖和后尖)，邢松在对河南浙川下王岗齿尖变异情况的分析后也指出：远中侧相对齿尖基底面积的变异大于近中侧齿尖，与本文相符^[14]，所以，全新世人类 M^1 和 M_1 近中端齿尖比远中端齿尖表现出更为稳定的遗传变异性。

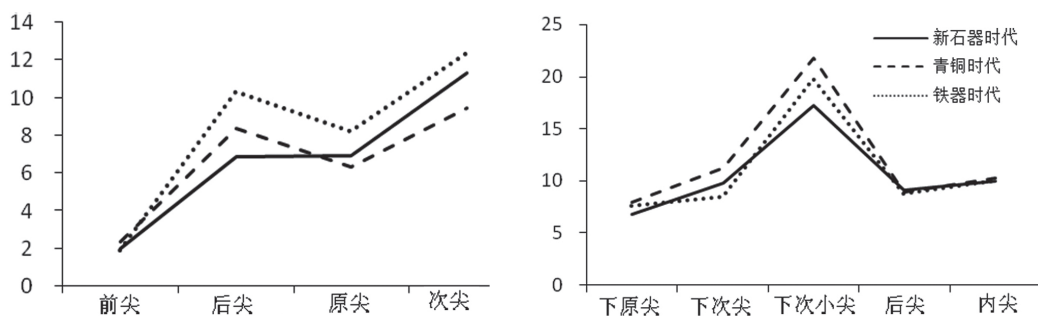


图 5 M^1 和 M_1 各相对齿尖基底面积变异系数的分布
 Fig.5 The CV of relative basal cusp area of M^1 and M_1 cusps
 (左 Left: 上颌第一白齿 M^1 ; 右 Right: 下颌第一白齿 M_1)

4 讨论

4.1 齿冠面积及演化趋势:

Brace 对中国 9 个地区考古遗址中的全新世时期牙齿标本进行测量后认为，长江以北地区人类牙齿齿冠面积从新石器时代到现代无明显变化，而长江以南地区则显示有较为明显的缩小^[5]。周蜜等在测量华中地区近代人群上下颌第一白齿齿冠面积后发现，华中地区人类牙齿在 5000 年前的新石器时代到明清时期，上下颌 M_1 齿冠绝对面积分别缩小了 6.57% 和 6.15%，研究结果与 Brace 相符^[40]。由于样本量的限制，Brace 未能对中国北方

地区全新世各时代进行系统的统计分析，样本收集范围局限在新石器时代和现代，缺少青铜时代和铁器时代标本，Brace 所用的传统测量方法与齿冠面积也有较大的出入。另外，本研究证实两性的齿冠面积是存在着显著性差异的，男性齿冠面积大于女性齿冠面积，Brace 未能将样本按性别区分开，两性的随机差异必然影响到最后的统计结果。

本研究采用数字图像技术对中国全新世时期 27 个遗址出土的 523 枚人类牙齿齿冠面积按性别分开进行统计后发现：从新石器时代到青铜时代，男性 M^1 和 M_1 分别缩小了 1.16% 和 4.96%，女性 M^1 和 M_1 分别缩小了 5.68% 和 6.11%，故全新世北方人群牙齿齿冠面积是随时代的进步呈现缩小的趋势，就具体演化趋势来看， M^1 和 M_1 齿冠面积的缩小主要发生在新石器—青铜时代，从青铜时代—铁器时代齿冠面积相对稳定。

关于齿冠面积缩小的原因大部分学者认为与食物结构、食物制作技术和工具的改变，影响到了人类牙齿的功能，对粗壮、坚硬食物研磨功能的减少，导致牙齿齿冠面积的缩小^[8]。青铜时代较新石器时代生产力和生产工具明显提升，人类生业模式也从渔猎采集转变为农耕经济，食物的加工程度和获取食物的途径的改变，影响到牙齿研磨功能，进而导致了齿冠面积的整体缩小。

考虑到本研究中青铜器组与铁器组时间跨度相对较短，所表现出的演化趋势不明显，在一定程度上限制了研究的深入，故建议在以后的研究中可以把青铜时代组与铁器时代组合并，并加入现代对比组进行分析，这有利于更好地研究和解释人类牙齿的演化规律。

4.2 齿尖相对基底面积

本文收集了已发表的世界各地区相对齿尖基底面积的资料（表 5），包括：Matsumura 等对现代日本人下颌第一和第二臼齿齿尖面积的测量数据^[41]。Bailey 对北非、西非、欧洲、东北亚、印度和澳大利亚现代人群组成的混合样本上颌第一臼齿齿尖面积的测量数据^[42]。Kanazawa 等对现代日本人、荷兰人和澳大利亚土著下颌第一臼齿相对齿尖基底面积的测量数据^[43]。邢松等对华北地区近代人群上下颌臼齿齿尖相对面积的测量数

表 5 本研究以及世界其他地区所测全新世人类上、下颌第一臼齿相对齿尖基底面积对比（%）

Tab.5 Comparison of M^1 and M_1 relative cusp basal area measured in this study with those of previous studies

标本 Sample	N	牙齿 Tooth category				标本来源 Source	
		前尖 paracone	后尖 metacone	原尖 protocone	次尖 hypocone		
上颌第一臼齿 (M^1)							
北非, 西非, 欧洲, 东北亚, 印度, 澳大利亚	62	25.8	22.9	31	20.3	Bailey(2004) ^[42]	
中国华北	63	26.3	22.8	30.2	20.6	邢松, 等 (2009) ^[14]	
中国华中	134	27.0	22.2	30.9	20	周蜜 (2010) ^[40]	
中国北方	188	26.8	22.1	30.0	21.2	本研究	
下颌第一臼齿 (M_1)		下原尖 protoconid	下次尖 hypoconid	下次小尖 hypoconulid	后尖 metoconid	内尖 entoconid	
日本		25.3	20.3	12.5	20.5	21.3	Matsumura(1992) ^[41]
日本	77	25.3	19.9		20.9		Kanazawa(1985) ^[43]
荷兰	43	25.3	20.1	12.9	21.4	20.3	Kanazawa(1985) ^[43]
澳大利亚土著	40	24.7	20.7		20.4		Kanazawa(1985) ^[43]
中国华北	72	24.9	20.7	14.5	19.8	20	邢松, 等 (2009) ^[14]
中国华中	148	25	20.3	13.5	21.7	19.5	周蜜 (2010) ^[40]
中国北方	247	26.2	21.4	12.9	20.5	19.3	本研究

据^[14]，以及周蜜等对华中地区近代人群上下颌第一白齿齿尖相对面积的测量数据^[40]。其中 Kanazawa 将下颌第 6 尖与下次小尖相加作为一个综合齿尖面积，未提供标本在将第 6 尖和下次小尖综合前的数值，故只罗列了该组下原尖，下次尖和后尖的数据。本研究为做到精确齿尖数据，把下颌出现第 6 尖和第 7 尖的样本予以剔除，并没有按 Wood 等^[10]提供的原则，平分第 6 尖。

关于齿尖大小顺序的讨论一致备受学者争议。Whiiler 提出在下颌第一白齿下次小尖小于颊侧的其他两个尖，近中颊侧尖大于舌侧的两个尖，而舌侧的两个尖大小均一^[44]。Jorgensen 表示下颌第一白齿中，近中侧齿尖（下原尖）是五个尖中最大的^[45]，而 Zeisz 和 Nuckolls 却认为下颌五个尖中最大的是远中颊侧尖（下次尖）^[46]。

表 6 显示世界各地近代和现代人群的 M^1 各齿尖大小顺序为原尖 > 前尖 > 后尖 > 次尖， M^1 相对齿尖基底面积数据在各对比组中没有明显差异；本研究得出 M_1 齿尖大小顺序为：下原尖 > 下次尖 > 后尖 > 内尖 > 下次小尖。这与其他研究数据略有不同，齿尖大小顺序差异表现在下次尖、后尖、内尖的大小排列上。各地区组下次尖，后尖和内尖标准差分别为 0.5、0.65、0.79，相对齿尖基底面积变异极小，未能反映出地区性差异。统计各地区下次尖，后尖和内尖均值，分别为：20.46、20.74、20.08，可见下次尖，后尖和内尖不存在明显的大小差异。

因此，作者认为 M^1 四个齿尖的大小在世界各地现代人群中，均表现为原尖 > 前尖 > 后尖 > 次尖。 M_1 五个齿尖中，下原尖最大，下次小尖最小，下次尖、后尖和内尖相对面积非常接近，造成这三个齿尖差异的原因很有可能是不同测量者测量方法的不同所致，另外数字摄片获取齿冠图像的精确度与牙齿能否按照正常的解剖学位置摆放有关。

5 结论

两性 M^1 和 M_1 齿冠面积存在显著性差异，男性 M^1 和 M_1 齿冠面积明显大于女性。 M^1 和 M_1 相对齿尖基底面积在两性中不存在显著性差异。

中国北方地区人类牙齿齿冠面积从新石器时代到青铜时代男性 M^1 和 M_1 分别缩小了 1.16% 和 4.96%，女性 M^1 和 M_1 分别缩小了 5.68% 和 6.11%，青铜时代到铁器时代齿冠面积无明显变化。

全新世时期中国北方地区人类牙齿的相对齿尖基底面积不存在时代变异性。 M^1 和 M_1 齿冠面积的变异随时代的进步有增大的趋势。

现代人 M_1 齿尖相对基底面积大小格局的形成机制（颊侧尖相对面积 > 舌侧尖相对面积），很可能是人类在漫长进化的过程中，在齿冠面积整体缩小的同时，为适应白齿的研磨功能的需求，咬合面基底面积相对增大所致。

世界各地近代人群 M^1 和 M_1 各齿尖大小顺序基本一致，其中 M^1 为原尖 > 前尖 > 后尖 > 次尖， M_1 下原尖最大，下次小尖最小，其他三个齿尖面积非常接近，不存在明显大小变化。

致谢：在样本数据采集过程中，得到吉林大学边疆考古研究中心郭林和王路思同学的帮助，对数据进行多元统计分析过程中，吉林大学商学院数量经济研究中心陈浩东同学给出很多珍贵意见。在此谨致谢意。

参考文献

- [1] Goose DH. Dental measurement: An assessment of its value in anthropological studies[A]. In: Brothwell DR (Eds). *Dental Anthropology*[C]. London: Pergamon Press, 1963, 125-148
- [2] Bailit HL, Friedlaender JS. Tooth size reduction: A hominid trend [J]. *American Anthropologist*, 1966, 68: 665-672
- [3] Wolpoff MH. *Metric Trends in Hominid Dental Evolution* [M]. Cleveland: Case Western Reserve University Press, 1971
- [4] Brace CL, Mahler PE. Post Pleistocene changes in the human dentition [J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1971, 34: 191-204
- [5] Brace CL, Shao XQ, Zhang ZB. Prehistoric and modern tooth size in China [A]. In: Smith FH and Spencer F (Eds). *The Origin of Modern Humans* [?]. New York: Alan R Liss Inc, 1984, 485-516
- [6] Frayer DW. Metric dental change in the European upper Paleolithic and Mesolithic [J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1977, 46: 109-120
- [7] 张银运. 周口店第一地点人类牙齿化石的时序性变异 [J]. *人类学学报*, 1991, 10(2): 85-89
- [8] 刘武. 中国第四纪人类牙齿大小的演化及其意义 [J]. *第四纪研究*, 1999, (2): 127-138
- [9] Wood BA, Abbott SA. Analysis of the dental morphology of Plio-Pleistocene hominids: Mandibular molars: Crown area measurements and morphological traits [J]. *Journal of Anatomy*, 1983, 136: 197-219
- [10] Wood BA, Abbott SA, Graham SH. Analysis of the dental morphology of Plio-Pleistocene hominids: Mandibular molars-study of cusp areas, fissure pattern and cross sectional shape of the crown [J]. *Journal of Anatomy*, 1983, 137: 287-314
- [11] Wood BA, Engleman CA. Analysis of the dental morphology of Plio-Pleistocene hominids: Maxillary post canine tooth morphology [J]. *Journal of Anatomy*, 1988, 161: 1-35
- [12] Bailey SE. Amorphometric analysis of maxillary molar crowns of Middle-Late Pleistocene hominins [J]. *Journal of Human Evolution*, 2004, 47: 183-198
- [13] Brace CL, Smith SL, Hunt KD. Human tooth size past and present .In: Kelley MA, Larsen CS (Eds). *Advances in Dental Anthropology*[J]. New York: Wiley-Liss, 1991. 33-57
- [14] 刑松, 刘武. 中国人牙齿形态测量分析——华北近代人群白齿齿冠面积及齿尖面积 [J]. *人类学学报*, 2009, 28(2): 179-191
- [15] 濮阳市文物管理委员会, 濮阳市博物馆、文物队. 濮阳西水坡遗址发掘简报 [J]. *华夏考古*, 1998, (1): 1-4
- [16] 辽宁省文物考古研究所. 辽宁牛河梁红山文化“女神庙”与积石冢群发掘简报 [J]. *文物*, 1986, (8): 1-17
- [17] 河北省文物研究所. 河北原阳县姜家梁新石器时代遗址的发掘 [J]. *文物*, 2001, (2): 113-127
- [18] 魏坚. 察右前旗旗子沟新石器时代遗址 [A]. *中国考古学年鉴 (1987)* [C]. 北京: 文物出版社, 1988, 119
- [19] 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 [J]. *文物*, 1999, (7): 4-15
- [20] 忻州考古队. 山西忻州市游邀遗址发掘简报 [J]. *考古*, 1989, (4): 289-299
- [21] 内蒙古文物考古研究所. 内蒙古朱开沟遗址 [A]. *考古学报*, 1988, (3): 301-332
- [22] 曹建恩. 内蒙古中南部商周考古的新进展 [J]. *内蒙古文物考古*, 2006, (2): 16-26
- [23] 陈靓. 窑沟青铜时代墓地颅骨的人类学特征 [J]. *人类学学报*, 2000, 19(1): 32-43
- [24] 陕西省考古研究所. 陕西神木县寨崾遗址发掘简报 [J]. *考古与文物*, 2002, (3): 3-18
- [25] 王立新, 塔拉. 林西县井沟子遗址西区青铜时代墓葬 [J]. *中国考古学年鉴*, 2003, 140
- [26] 许文胜, 张红娟, 李林. 乡宁内阳垣清理一批夏、春秋时期墓葬 [J]. *文物世界*, 2004, (1): 3-5
- [27] 田建文. 天上掉下晋文化 [J]. *文物世界*, 2004, (2): 53-60
- [28] 张全超. 内蒙古和林格尔新店子墓地人骨研究 [D]. 吉林大学博士学位论文, 2005
- [29] 青海省文物管理处. 青海民和核桃庄小旱地墓地发掘简报 [J]. *考古与文物*, 1995, (2): 1-12
- [30] 曹建恩. 西岔文化初论 [D]. 吉林大学硕士学位论文, 2003
- [31] 顾玉才. 内蒙古和林格尔县土城子遗址战国时期人骨研究 [D]. 吉林大学博士学位论文, 2007
- [32] 内蒙古自治区工作队. 凉城县饮牛沟墓葬清理简报 [J]. *内蒙古文物考古*, 1984, (3): 26-32
- [33] 张全超, 曹建恩, 朱泓. 内蒙古和林格尔县将军沟墓地人骨研究 [J]. *人类学学报*, 2006, 25(4): 276-284
- [34] 付玉芹, 许雪莲, 王海晶, 等. 内蒙古砧子山墓地古人的线粒体 DNA 多态性分析 [J]. *东北师大学报*, 2006, (2):

122-125

- [35] 青海省文物考古研究所. 青海省西宁市陶家寨汉墓2002年发掘简报[A]. 见: 东亚考古B卷[C]. 南京师范大学文博系编, 北京: 文物出版社, 2007, 311-350
- [36] 张全超. 北票喇嘛洞三燕文化墓地人骨的牙病[J]. 人类学学报, 2003, 22(1): 29-36
- [37] 辽宁省文物考古研究所, 抚顺市博物馆. 辽宁抚顺市施加墓地发掘简报[J]. 考古, 2007, (10): 29-41
- [38] 陈靓, 朱泓, 郑丽慧. 内蒙古东大井东汉时期鲜卑墓葬人骨研究[J]. 内蒙古文物考古, 2003, (1): 77-86
- [39] 郑丽慧, 朱泓, 陈靓. 内蒙古七郎山魏晋时期鲜卑墓葬人骨研究[J]. 内蒙古文物考古, 2003, (1): 87-91
- [40] 周蜜, 邢松. 华中地区近代人群上下颌第一臼齿齿冠及齿尖面积[J]. 解剖学报, 2010, 10(5):737-744
- [41] Matsumura H, Nakatsukasa M, Ishida H. Comparative study of crown cusp areas in the upper and lower molars of African apes [J]. Bulletin of the National Science Museum, 1992, Tokyo Series D, 18: 1-15
- [42] Bailey SE. Amorphometric analysis of maxillary molar crowns of Middle-Late Pleistocene hominins[J]. Journal of Human Evolution, 2004, 47: 183-198
- [43] Kanazawa E, Sekikawa M, Akai J, *et al.* Allometric variation on cuspal areas of the lower first molar in three racial populations [J]. Anthropol Soc Nippon, 1985, 93(4): 425-438
- [44] Wheeler RC. A Textbook of Dental Anatomy and Physiology [M]. Philadelphia: W. B. Saunders Corporation, 1950, 422
- [45] Jorgensen KD. The Deciduous Dentition [M]. Acta Odontologica Scandanavica, 1956, 14(Supple.): 20
- [46] Zeisz RC, Nuckolls J. Dental Anatomy [M]. St. Louis: C. V. Mosby Corporation, 1949, 486

Measurement Analysis of the Crown Base Area and Cusp Base Area of the M1 of Northern Chinese in the Holocene

ZHOU Ya-wei^{1,2}, LI Hai-jun³, ZHU hong^{1,2}

1. Frontier Archeology Research Center of Jilin University, ChangChun 130012; 2. Jilin University Department of Archaeology and museums, ChangChun 130012; 3. Minzu University of China School of Ethnology and Sociology, BeiJing 100081

Abstract: From measurement and analysis of the crown base area and relative cusp base area of M¹ and M₁ of 532 teeth from northern China ranging from Neolithic to the Iron Age, we gain an understanding of northern Chinese dental traits. There are obvious differences in amphiprotic crown base area of M¹ and M₁ with males larger than females. Relative cusp base area shows no sex differences. The male M¹ and M₁ shrank 1.16% and 4.96% respectively, the female 5.68% and 6.11% from the Neolithic to the Bronze Age with no obvious variation from Bronze to Iron Age. When the crown base area shrank, the prongs evolved in a way that the occlusal surface can be enlarged to make the best use of the occlusal surface, and thus the relative cusp base area formed. Throughout the world, the size order of modern prongs is nearly the same. We conclude the order of the area of the prongs in M¹ is protocone > paracone > metacone > myocone. In M₁ the area of the protoconid is the largest while the hypoconulid is the smallest. Areas of the other prongs are almost the same.

Key words: Molar; Crown basal area; Relative basal cusp area; Holocene