

山东古代居民骨化甲状软骨的观测

赵永生^{1,2}, 孙田璐², 杨张翘楚², 王子孟³, 刘文涛³, 曾雯²

1. 中国社会科学院考古研究所, 北京 100710; 2. 山东大学文化遗产研究院, 青岛 266237; 3. 山东省文物考古研究院, 济南 250012

摘要: 本文以山东地区 6 处考古遗址出土的 18 例古代居民的骨化甲状软骨为研究材料, 结合现代医学和法医学的研究, 通过对甲状软骨骨化情况的观察分析以及部分数据测量, 发现古代居民中骨化甲状软骨多保存骨板下缘、下结节以及上下角, 而且骨化甲状软骨对古代居民性别和年龄的判断有一定指示作用。甲状软骨在骨化程度、进展速度以及骨化机制上存在性别差异, 古代居民中男性比女性更容易保存骨化甲状软骨, 且男性多见保存联合部中下段, 女性并无个体保存联合部。另外在本文的骨化甲状软骨的两项测量数据上, 男性明显大于女性。甲状软骨的骨化个体间差异很大, 单独使用甲状软骨骨化规律进行年龄判断并不可取, 但可作为一种参考依据来辅助判断。值得注意的是, 保存有骨化甲状软骨且年龄明确的古代居民皆大于 30 岁。

关键词: 甲状软骨; 骨化; 性别差异; 年龄判断

Observation of the ossified thyroid cartilage in ancient Shandong residents

ZHAO Yongsheng^{1,2}, SUN Tianlu², YANG ZhangQiaochu², WANG Zimeng³,
LIU Wentao³, ZENG Wen²

1. Institute of Archaeology, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100710; 2. Institute of Cultural Heritage, Shandong University, Qingdao 266237; 3. Shandong Provincial Institute of Cultural Relics and Archaeology, Jinan 250012

Abstract: Thyroid cartilage, as the largest laryngeal cartilage, is occasionally found in ancient human bone materials from archaeological sites after ossification, and has a certain indicative role in judging the sex and age of ancient residents. This paper is a study of 18 individual cases of ossified thyroid cartilage discovered from the ancient human bones excavated from six archaeological sites in Shandong province combining with modern medicine and forensic medicine. The 18 individuals spanned four dynasties from the Shang Dynasty to the Qing Dynasty, and 1 case belongs to the Shang Dynasty, 10 cases to the Han Dynasty, 1 case to the Ming Dynasty, and 6 cases to the Qing Dynasty. Among the 18 individuals, 14 cases were males, 3 cases were females, and 1 case could not be identified for sex. Among the 17 cases with certain age, 15 cases were the age range of 35~50 years, 1 case was around 30 years old, and 1 case was

收稿日期: 2022-01-07; 定稿日期: 2022-08-01

基金项目: 山东省社会科学规划研究项目 (19DKGJ03)

作者简介: 赵永生, 副教授, 博士, 主要从事古代人骨研究。E-mail: zhaoyongsheng@sdu.edu.cn

通讯作者: 曾雯, 助理研究员, 主要从事古 DNA 研究。E-mail: zengwen@sdu.edu.cn

Citation: Zhao YS, Sun TL, Yang ZQC, et al. Observation of the ossified thyroid cartilage in ancient Shandong residents[J]. Acta Anthropologica Sinica, 2023, 42(2): 214-224

older than 60 years old.

The ossified thyroid cartilage in ancient human bone material is mostly found in the middle, lower edge, posterior edge, superior and inferior horn. These parts are early and highly ossified and are easier to preserve. Excluding acquired defects, individual ossification of the right and left lateral thyroid cartilage was preserved in a symmetrical pattern. There is a gender difference in the way and the size thyroid cartilage is ossified. In males, the anterior horn of the thyroid cartilage is preserved, most commonly at the lower end of the anterior horn, and the male protruding "laryngeal node" can be observed in the fully ossified anterior horn. In females, the anterior horn was generally absent, with incomplete ossification of the middle part of the bone plate, and the measurement of the inferior margin was significantly smaller than that in males.

Eighteen individuals had only partially ossified thyroid cartilage, and none of them had completely ossified thyroid cartilage. Even the better preserved individual M195 of Xinzhi cemetery still has unossified areas at the posterior edge of the right plate. The ossification pattern of thyroid cartilage varies significantly among individuals. Although the ossification of thyroid cartilage correlates with age, it has a very low accuracy when used for identification. The results of age estimation using thyroid cartilage are older than that using bioarchaeology. It is not advisable to independently use the ossification of thyroid cartilage as a standard for age judgment. Still, it can be used as a reference basis to assist in age estimation. Among the 18 ancient residents, all individuals with a certain age were older than 30 years old.

Keywords: thyroid cartilage; ossification; gender differences; age estimation

喉软骨包括甲状软骨、环状软骨、杓状软骨等,对喉的形态和功能具有支撑和保护作用。随着年龄增长,喉软骨会出现一定规律性的骨化,这对性别判定和年龄推算具有重要作用,历来受到法医学者的重视^[1]。Türkmen 等^[2]依据 300 例个体(男性 139 例,女性 161 例)的 X 线片数据分析,甲状软骨骨化最早出现在 10~19 岁年龄组,最早骨化的位置是在后内侧;男性首次出现甲状软骨完全骨化的年龄为 30~39 岁,女性在 50 岁后才出现完全骨化;40 岁以上个体中,男性甲状软骨前部和环状软骨的骨化现象,明显多于女性。程杰等^[3,4]依据汉族人 X 线片数据,采用多元线性回归分析方法,分别建立根据中国汉族女性和男性甲状软骨推算年龄的数学模型;除年龄外,程杰等^[5,6]根据甲状软骨骨化发生、扩展规律及形态特征进行性别判定,并用 Fisher 判别分析法和 Bayes 逐步判别分析法,建立成人甲状软骨的性别判别函数。

甲状软骨是喉部最大的软骨,其在解剖结构上与第 4、5 节颈椎位于同一水平。相对于环状软骨等,甲状软骨更易骨化,且骨化程度更高,更容易形成骨皮质和骨小梁等成熟骨结构^[7]。骨化的甲状软骨因这些特性在古代人骨材料中偶尔可见,但受制于保存情况等原因,考古工作者并未对其进行分析研究。本文以近年来山东地区考古遗址出土人骨中发现的骨化甲状软骨为主要研究材料,试图分析古代人骨材料中甲状软骨的骨化程度以及其对古代居民性别、年龄鉴定的指示作用。

1 材料与amp;方法

1.1 研究材料

近年来，在对山东地区古代人骨材料整理过程中，我们共发现保存有骨化甲状软骨的古代人骨标本 18 例，分属于 6 处考古遗址，分别为昌邑辛置、济南刘家庄、章丘孙家东、昌乐南申明亭、济阳三官庙与黄岛土山屯遗址，年代涵盖商代、汉代、明代和清代，遗址具体位置示意图 1。18 例个体中，男性 14 例、女性 3 例、1 例无法鉴定性别；年龄明确的个体有 17 例，其中 15 例处于 35~50 岁，1 例 30 岁左右，1 例大于 60 岁，另有 1 例仅能鉴定为成年个体；按时代划分的话，商代 1 例，汉代 10 例，明代 1 例，清代 6 例。

18 例保存有甲状软骨的个体中，昌邑辛置墓地有 12 例。2010~2013 年，为配合旧城改造工作，山东省文物考古研究院与昌邑市博物馆联合对昌邑辛置墓地进行了勘探和抢救性发掘，共清理墓葬 964 座，其中周代墓葬 26 座、汉代墓葬 791 座、明代墓葬 30 座、清代墓葬 117 座；共出土 777 例人骨标本，鉴定出男性 243 例和女性 226 例^[8]。年代最早的个体是济南刘家庄商代遗址 M106 墓主。2010 年 6 月至 2011 年 2 月，为配合济南老城区的棚户改造工程，济南市考古研究院对刘家庄遗址进行了抢救性考古发掘，共发掘商代墓

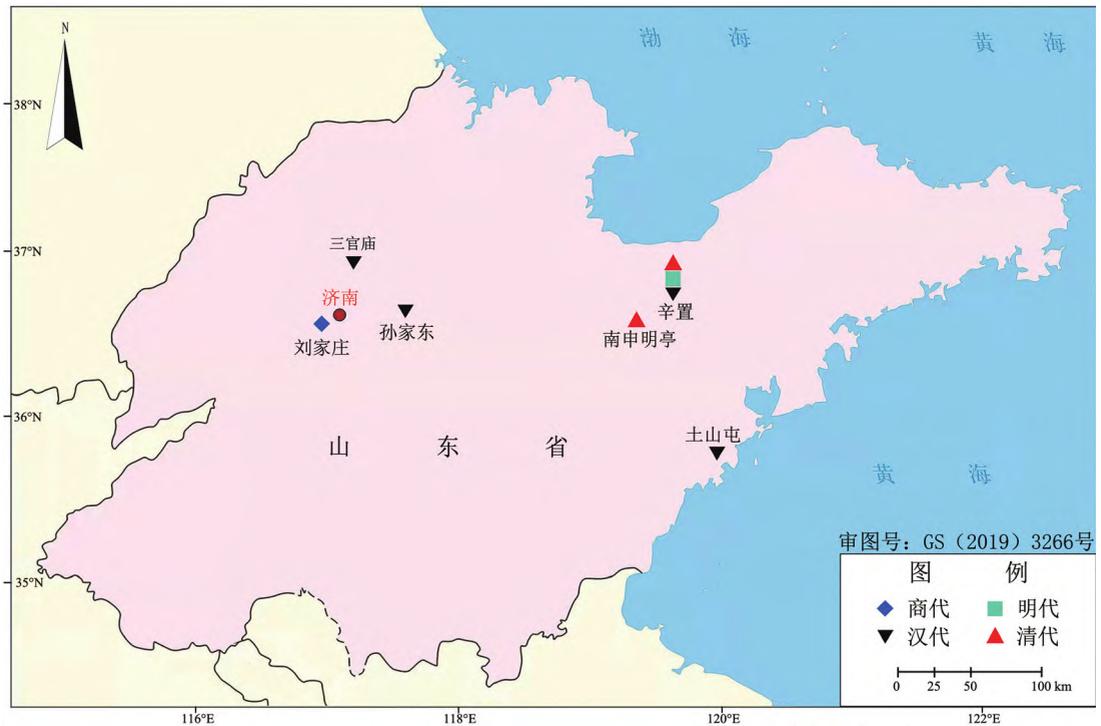


图 1 山东省出土骨化甲状软骨考古遗址位置示意图

Fig.1 Location of the archaeological site of ossified thyroid cartilage unearthed in Shandong Province

葬 77 座, 绝大多数为小型墓, 近半数墓葬未出土随葬品, M106 亦未见随葬品, 24 座墓葬以陶器为主要随葬品, 6 座墓葬随葬有青铜礼器, 从出土器物来看墓葬集中分布于殷墟三期和殷墟四期^[9]。黄岛土山屯遗址 M147 墓内出土有关墓主姓名(刘赐)、官阶的文字材料以及温明、玉席等规格较高的随葬器物, 推测墓主刘赐为刘氏宗亲, 死亡及入葬时间可能在“元寿二年十一月”(公元前 1 年 12 月)之后不久^[10]。山东济阳三官庙遗址汉画像石墓为 2019 年济南市考古研究院发掘, 一号墓为东汉晚期带双墓道的“隔山式”砖石混筑多室画像石墓, 一号墓共出土有 16 例人骨标本^[11]。此外, 章丘孙家东墓地为济南市考古研究院发掘, 发现骨化甲状软骨的二区 M11 和 M18 为西汉墓葬; 昌乐南申明亭墓地为山东省文物考古研究院发掘, 清代墓葬 M13 的东侧墓主发现骨化甲状软骨。

1.2 研究方法

成年个体的性别鉴定主要参照《STANDARDS》^[12]的判断标准, 以骨盆形态作为最重要的判断依据, 其次为头骨形态, 再次为其他骨骼。年龄判断强调综合多处部位的年龄信息, 从而给予一个合理的年龄区间, 成年个体的年龄判断, 以耻骨联合面的年龄变化情况^[13]和耳状关节面的年龄变化情况^[14]为主要依据, 此外还需要结合牙齿磨损的分级^[15]情况。

本文通过观察的方式来判断古代居民是否存在骨化甲状软骨, 对现存的骨化甲状软骨完成形态描述及相关测量, 进行性别、年龄间差异的对比分析。受制于保存情况, 本研究使用游标卡尺测量两项数据, 测量项目 1 为下结节(inferior tubercle)到后缘(posterior edge)的垂线距离(vertical distance, d), 测量项目 2 为下角(inferior horn)的高度(height, h) (图 2)。本文采用程杰等^[3,4]依据法医尸检中提取的汉族个体甲状软骨的数据, 使用多元性回归分析法建立甲状软骨骨化规律推算年龄的数学模型, 依据甲状软骨骨化程度进行年龄判断。推算公式如下:

女性: $y=27.2885+4.9191x_1+3.2724x_2-7.5385x_3-4.9311x_4+4.156x_5$; 式中, y -- 年龄, x_1 -- 左右板后缘观察评级, x_2 -- 左右板下缘观察评级, x_3 -- 左右软骨板观察评级, x_4 -- 左右板外侧骨皮质观察评级, x_5 -- 骨板的骨纹理观察评级;

男性: $y=15.5601-2.6759x_1+1.4499x_2+3.2787x_3+2.2156x_4+1.3209x_5+4.2517x_6+1.8161x_7+4.2653x_8$; 式中, y -- 年龄, x_1 -- 左右下结节, x_2 -- 两下角至上角, x_3 -- 板前联合线, x_4 -- 上切迹, x_5 -- 外侧缘骨皮质, x_6 -- 两侧软骨板, x_7 -- 板外侧缘上中部, x_8 -- 骨板的骨纹理观察评级。

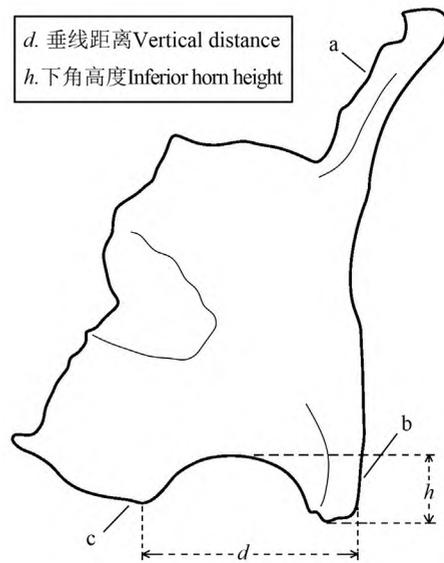


图 2 骨化甲状软骨测量项目示意图
Fig.2 Schematic diagram of measurement items for the ossified thyroid cartilage

a. 上角 superior horn; b. 下角 inferior horn; c. 下结节 inferior tubercle

2 结果

2.1 发现及观察

保存骨化甲状软骨的个体在古代人骨材料中较为罕见。昌邑辛置墓地出土 777 例人骨标本, 仅发现 12 例存在骨化甲状软骨的标本, 占比为 1.54%; 济南刘家庄遗址 59 例商代居民中, 也仅有 M106 这 1 例发现骨化甲状软骨, 占比为 1.69%。即使考虑长时间埋藏的骨骼降解和收集中对细小骨骼的忽略, 保存骨化甲状软骨的个体在古代人骨材料中占比依然较低。

本文所观察的 18 例个体均仅保存部分骨化的甲状软骨, 具体保存情况见附属材料。通过观察, 我们发现其有以下几个特点: 1) 18 例个体均为部分骨化, 即使是保存较好的昌邑辛置 M195 左侧个体, 在右板靠后缘处依旧可见未骨化区域(图 3); 2) 骨化后, 其内、外板表面为光滑致密的骨密质, 中间为骨松质, 破损处可观察到网状的骨小梁结构; 排除后天缺损的情况, 保存左右侧甲状软骨的个体, 骨化呈对称性; 3) 无论男性还是女性, 都多见甲状软骨骨板中部、下缘(下结节)、后缘以及上下角的骨化。此外, 男性还多见板前联合部(前角)下端的骨化保存, 昌邑辛置 M195 左侧个体和黄岛土山屯 M147 个体的联合部上端亦骨化, 保存上切迹; 4) 骨板近联合部或后缘边缘处多见未骨化区域, 呈疏松状, 典型个体如昌邑辛置 M799(图 3), 从前部来看骨板形态呈“山”字形。

现代解剖学的研究中发现, 甲状软骨下缘、下角、后缘、上角和前方的结合部骨化最早, 表层的密质较厚而坚实, 尤其是下缘的中央部分骨化最为完整^[16]。从总体来看, 甲状软骨的骨化顺序是从后向前、由下向上发展的^[17]。结合山东地区 6 处考古遗址出土人骨材料的甲状软骨骨化情况, 古代居民中骨化甲状软骨多见于骨板下缘、下结节以及上下角等, 这些部位骨化时间早且骨化程度高, 比较容易保存。

2.2 测量

18 例个体中, 共有 10 例可进行数据测量(表 1)。总体来看, 男性($n=5$)左侧下结节到后缘的垂线距离的平均值为 18.32 mm、女性(2 例)为 14.20 mm; 垂线距离的右侧男性(4 例)平均值为 16.37 mm、女性(1 例)为 13.67 mm; 男性($n=2$)左侧下角高度的平均值为 7.87 mm、女性(1 例)为 4.76 mm, 下角高度的右侧男性(6 例)平均值为 7.31 mm、女性(1 例)为 3.88 mm。两个测量项目左右侧的数据均值, 皆表现为男性明显大于女性。

2.3 年龄公式推算结果

昌邑辛置 M178 个体(女, 35~45 岁)、M195 左侧个体(男, 35~45 岁)、M842 右侧个体(女, 35~45 岁)和黄岛土山屯 M147 个体(男, 40~45 岁), 骨化甲状软骨保存较好且年龄阶段明确。将本文材料中骨化甲状软骨的观察评级代入程杰等的公式计算可知, 昌邑辛置 M178 个体年龄预估为 48 ± 1.969 岁, M195 左侧个体预估年龄为 51 ± 1.354 岁, M842 右侧个体年龄预估为 57 ± 1.969 岁; 黄岛土山屯 M147 个体预估年龄为 57 ± 1.354 岁; 这些个体都与原判断死亡年龄有着或多或少的差别。

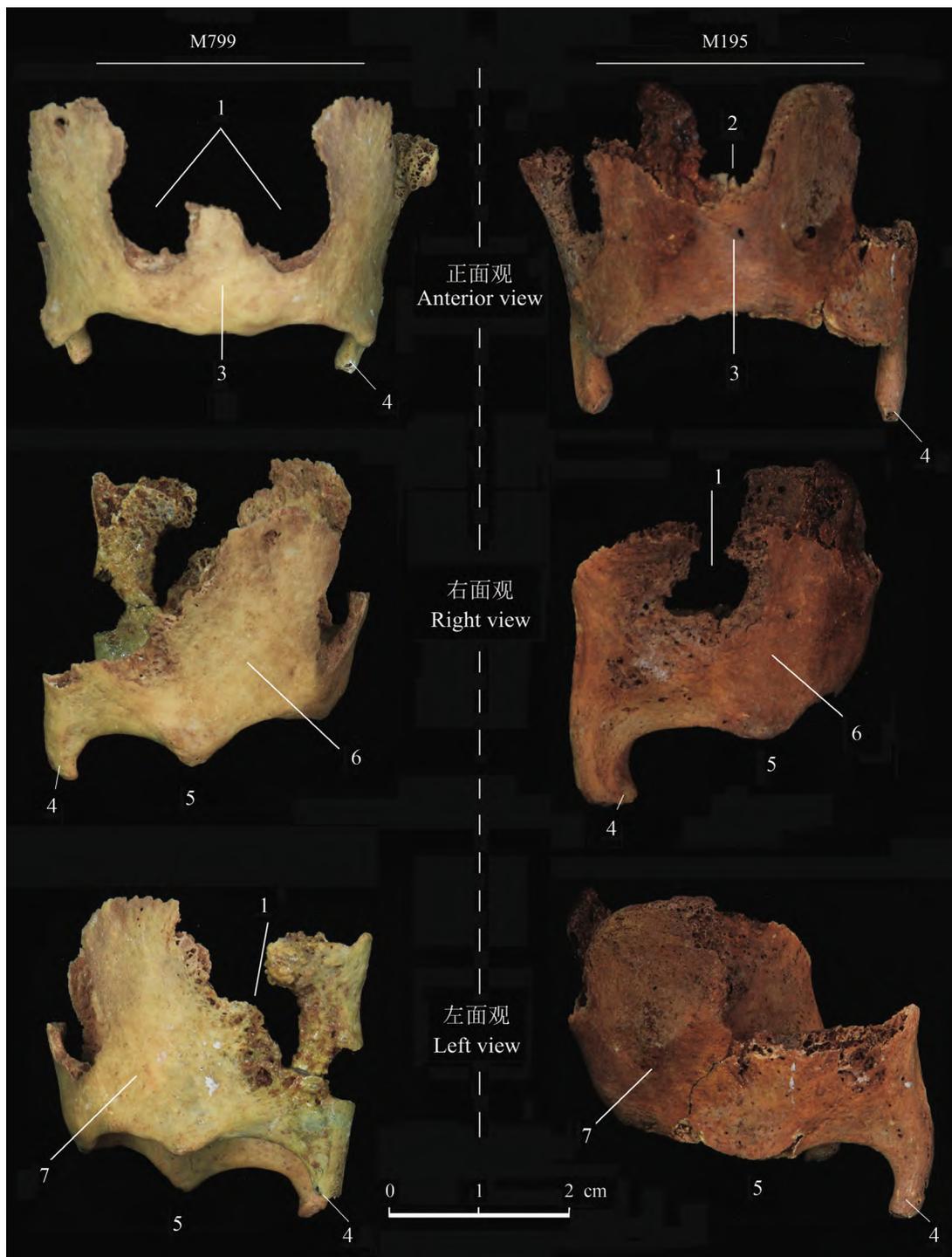


图3 昌邑辛置 M799 和 M195 左侧个体的骨化甲状软骨

Fig.3 Ossified thyroid cartilage of individuals (M799 and M195) in Xinzhi cemetery

1. 未完全骨化区域 incompletely ossified area; 2. 上切迹 superior incisure; 3. 联合部 symphysis; 4. 下角 inferior horn; 5. 下结节 inferior tubercle; 6. 右板 right lamina; 7. 左板 left lamina

表 1 山东省考古遗址出土骨化甲状软骨测量表

Tab.1 Measurement of ossified thyroid cartilage excavated from those Shandong archaeological sites (mm)

个体编号Individual No.	性别Sex	测量项目Item	测量值Measurement	
			左侧L	右侧R
昌邑辛置Changyi Xinzhi M18	男Male	垂线距离 d (Vertical)	17.29	
昌邑辛置Changyi Xinzhi M49	男Male	下角高度 h (infer horn)		8.73
昌邑辛置Changyi Xinzhi M195	男Male	垂线距离 d (Vertical)	20.95	
		下角高度 h (infer horn)	7.58	7.44
昌邑辛置Changyi Xinzhi M304	男Male	垂线距离 d (Vertical)		17.02
		下角高度 h (infer horn)		6.77
昌邑辛置Changyi Xinzhi M639-2	男Male	垂线距离 d (Vertical)	18.76	
昌邑辛置Changyi Xinzhi M799	男Male	垂线距离 d (Vertical)	17.72	16.34
		下角高度 h (infer horn)		5.57
		垂线距离 d (Vertical)		15.42
济阳三官庙 Jiyang Sanguanmiao western grave middle chamber tomb bottom-1	男Male	下角高度 h (infer horn)		6.58
		垂线距离 d (Vertical)		16.68
黄岛土山屯Huangdao Tusantun M147	男Male	垂线距离 d (Vertical)	16.89	16.68
		下角高度 h (infer horn)	8.16	8.74
昌邑辛置Changyi Xinzhi M178	女Female	垂线距离 d (Vertical)	15.28	
		下角高度 h (infer horn)	4.76	
昌邑辛置Changyi Xinzhi M842	女Female	垂线距离 d (Vertical)	13.11	13.67
		下角高度 h (infer horn)		3.88

3 分析与讨论

3.1 古代居民甲状软骨骨化的性别差异

本文的研究材料中男性明显多于女性。从现代医学的 X 线片数据来看, 男女各年龄段甲状软骨发生骨化的比例无明显差别, 即甲状软骨的骨化发生率无性别差异; 不过, 男性较女性甲状软骨骨化速度快、骨化程度高^[16], 因此在骨化程度进展速度上存在性别差异^[18]。由于骨化规律有别, 在考古遗址复杂的埋藏条件下, 男性的骨化甲状软骨更容易保存下来, 因此从骨化甲状软骨的现存数量上来看, 男性明显多于女性。

古代居民中男性和女性的骨化甲状软骨保存情况也有区别, 男性中 6 例保存联合部下端, 其余 7 例则是联合部缺损; 而女性中骨化甲状软骨保存最好的昌邑辛置 M842 右侧个体, 左右板的上缘、下缘、后缘、中部及上下角骨化程度较高且保存完整, 联合部没有保存, 这应该与男女两性甲状软骨骨化发生部位不同有关。图 4 直观地展示了古代居民甲状软骨骨化中男女两性的区别。男性以昌邑辛置 M195 左侧个体 (35~45 岁) 为典型代表, 保存有较完整的骨化甲状软骨, 联合部及上切迹都有骨化, 左右板中部完全骨化, 密质层保存较好; 女性以昌邑辛置 M842 右侧个体 (35~45 岁) 为典型代表, 保存左右板后缘、下缘和上下角, 联合部并未骨化, 骨板中部出现骨化不完全区域, 形状不规则, 该情况也出现在昌邑辛置 M296 墓主中。

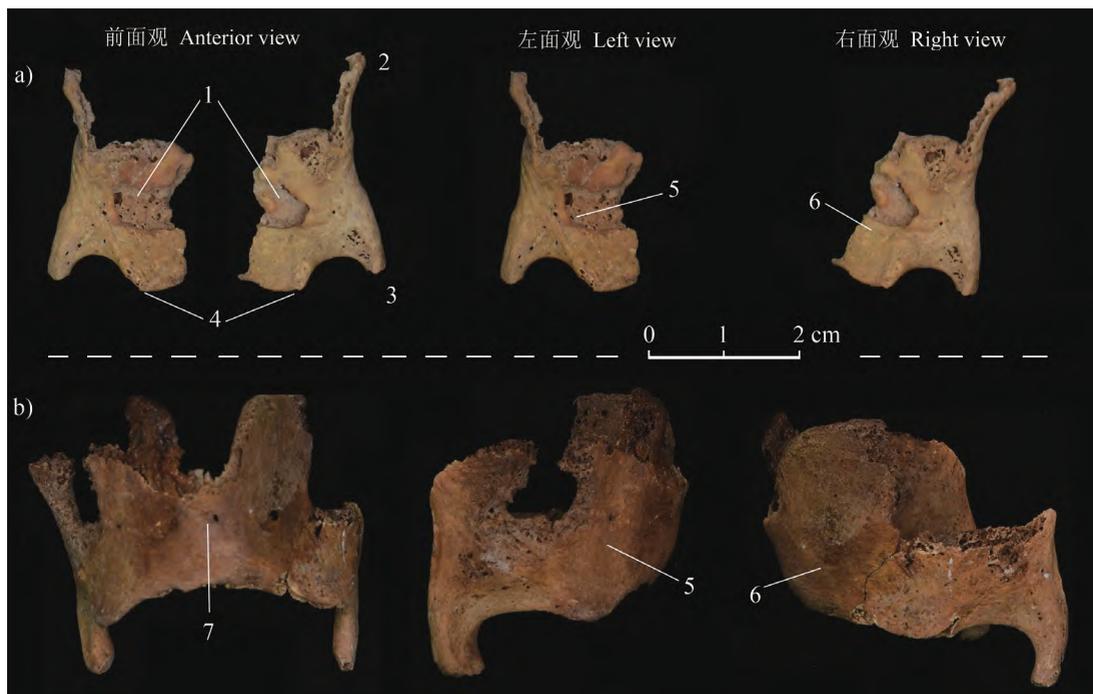


图 4 昌邑辛置古代居民男女性个体骨化甲状软骨骨化部位的对比图

Fig.4 Comparison of ossification sites in thyroid cartilage between males and females in Changyi Xinzhi cemetery
 a. M842 右侧个体 (女性) Changyi Xinzhi M842 right individual (female); b. M195 左侧个体 (男性) Changyi Xinzhi M195 left individual (Male). 1. 未完全骨化区域 incompletely ossified area; 2. 上角 superior horn; 3. 下角 inferior horn; 4. 下结节 inferior tubercle; 5. 右板 right lamina; 6. 左板 left lamina; 7. 联合部 symphysis

滕磊等^[19]分析 300 例 (男性 166 例, 女性 134 例) 患者的 X 线片数据发现, 男性甲状软骨第一个骨化部位是前联合下端, 第二个是下角区; 女性同样是两个骨化部位, 下角和下结节, 前联合部终生不骨化; 骨化程度随着年龄的增长而增长, 男性骨化程度进展较女性迅速, 30 岁及以上的男性骨化程度高于女性。程杰等^[6]观察法医尸检提取的 142 例甲状软骨标本 (男性 73 例, 女性 69 例), 也发现了男女两性骨化部位的不同: 男性第一个骨化部位出现在左右下结节, 向前扩展至联合部, 向后扩展到后缘; 女性第一个骨化发生部位出现于左右板外侧缘中下部, 向下扩展至下角完全骨化, 向上扩展至上角部分骨化, 女性依旧是联合部不骨化; 男性较女性骨化速度较快, 可大部分或完全骨化, 女性老年时仍为部分骨化。任树桥等^[20]分析了 676 例成人 (男性 324 例, 女性 352 例) 喉软骨的骨化情况, 发现男性的前联合的骨化发生率明显高于女性, 而女性的骨板不规则斑点状骨化则明显高于男性。Turk 等^[21]在分析了 48 例个体 (男性 21 例, 女性 27 例) 喉软骨的骨化后, 将男性甲状软骨骨化过程分为 5 个阶段, 女性分为 4 个阶段, 其中女性的第 IV 阶段联合部中部依然未骨化。男性在青春期后, 联合部上方逐渐前突, 形成“喉结” (完整骨化的联合部可观察到), 女性则始终不明显^[22]。丁士海在总结国人包括甲状软骨、环状软骨、杓状软骨等喉软骨的骨化程度分期 (图 5) 中, 也发现了喉软骨骨化过程的明显性别差异^[23]。综上所述, 甲状软骨骨化规律有着较为明显的性别差异, 在古代居民中最为突出的表现就是男性联合部骨化, 而女性不骨化。

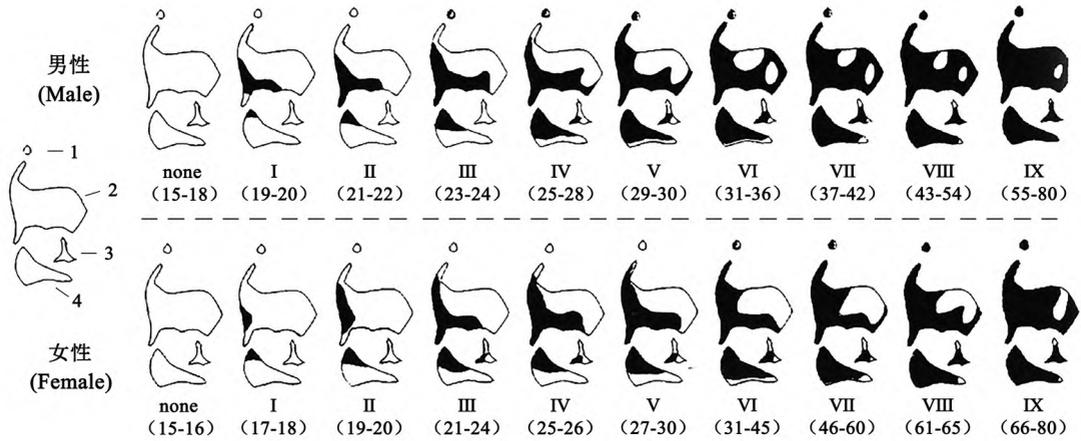


图 5 喉软骨骨化程度的年龄分期 (修改自[23])

Fig.5 Age-related staging of the degree of the Ossifying Laryngeal Cartilages

1. 麦粒软骨triteal cartilage; 2. 甲状软骨thyroid cartilage; 3. 杓状软骨arytenoid cartilage; 4. 环状软骨cricoid cartilage

古代居民骨化甲状软骨的性别差异在测量数据上也有表现，从表 1 的测量数据来看，无论是垂线距离还是下角高度，左右侧的测量数据均值皆表现为男性明显大于女性。杨和钧等^[24]在测量 30 例个体（男性 19 例，1 女性 11 例）的喉软骨标本时，发现甲状软骨的上径线（上切迹中点至左右上结节外缘的连线）、内径线（甲状软骨前联合内面附着点到杓状软骨后缘）以及联合部上夹角等都存在明显的性别差异。Ajmani^[25]在对尼日利亚 17~50 岁的 40 例个体（男性 28 例，女性 12 例）的喉软骨标本进行测量时，发现与甲状软骨相关的 12 项测量数据中，有 7 项性别差异显著。Tabatabaee 等^[26]用 CT 测量了 100 例伊朗个体（男性 60 例，女性 40 例）的甲状软骨各项数值，发现除上切迹的角度外，男性在长、宽、高等多方面都明显大于女性。由此来看，无论是现代居民还是古代居民，骨化甲状软骨在多项测量数据上性别差异显著，主要表现为男性数据明显大于女性。

3.2 古代居民甲状软骨骨化的年龄指示性

根据程杰等的观察标准，将本文材料中部分个体骨化甲状软骨的观察评级代入其公式，推算可知，昌邑辛置 M178 个体接近原判断的死亡年龄上限；M195 左侧个体、M842 右侧个体、黄岛土山屯 M147 个体则大于原判断死亡年龄上限，其中后两者远大于原上限。法医学根据现代个体骨化甲状软骨情况制定的年龄推算公式所得的年龄，与人骨考古学现阶段常用的年龄鉴定方法所得结果有着较大出入。1958 年，Keen 等^[27]研究了 133 例甲状软骨、环状软骨、杓状软骨的骨化规律，发现甲状软骨骨化程度与年龄相关性较差，骨化过程变异性较大。Turk 等^[20]将男性甲状软骨骨化过程分为 5 个阶段，女性分为 4 个阶段，不同个体间甲状软骨骨化规律差异很大，如：甲状软骨骨化第 II 阶段的 M17 是 82 岁，53 岁的 M6 则是甲状软骨骨化的第 IV 阶段。Garvin^[28]选用 Cerny^[29]对甲状软骨骨化程度判断年龄的方法，对 104 例甲状软骨进行了研究，用以判断这种方法在甲状软骨骨化程度鉴定年龄的可行性，最终得出甲状软骨骨化程度的高低虽与年龄有着一定的相关性，但是在用于鉴定时，它的准确率非常低。在前人研究基础上，Dang-Tran 等^[30]应用 CT 技术对

312 名患者进行了扫描和三维重建, 发现不同个体间甲状软骨骨化情况差别较大, 不能单独使用甲状软骨的骨化规律来进行较精确的年龄判断。甲状软骨骨化规律个体差异大, 一是与遗传因素相关, 二是与喉部的运动以及部分疾病相关^[31]。同时, 营养、激素、机械应力等诸多因素也会影响甲状软骨骨化^[29], 这可能也是造成年龄和甲状软骨骨化速率之间关联性低、个体差异大的原因。无论是现代医学、法医学还是此次古代居民的研究, 均发现甲状软骨骨化虽可以用于辅助判断个体死亡年龄, 但由于其骨化程度的进程变化较大, 仅凭推算公式或分期来进行年龄判断并不准确。

此外还需注意的是, 保存骨化甲状软骨且年龄明确的 17 例个体中, 年龄集中分布于 30~50 岁, 未见早于 30 岁的个体, 这可能与甲状软骨的骨化进程相关。虽然甲状软骨最早于 20 岁之前开始骨化, 但在考古遗址复杂的埋藏情况下, 能够保存下来的可能只有完全骨化的部分, 且年龄越大骨化程度越高, 这应该就是未见年轻个体的主要原因。综合来看, 甲状软骨骨化规律在个体间差异很大, 因此单独使用甲状软骨骨化规律进行年龄判断并不可取, 但可以作为一种辅助参考依据, 判断个体所属的年龄段^[32]。特殊情况下如无其他可用于鉴定年龄的部位保存, 或是耻骨联合面、耳状关节面等年龄鉴定的关键部位因关节炎等原因呈现年龄信息不一致时, 甲状软骨骨化程度可以作为次级标准之一来辅助进行年龄判断。

4 结语

山东地区古代居民的甲状软骨骨化程度不一, 个体间存在较大差异。复杂的埋藏环境、轻薄易碎的质地、较高的提取难度等多种因素, 导致骨化甲状软骨在古代人骨材料中出现率偏低。

通过对考古遗址中出土材料的观察与测量, 我们发现山东地区古代居民的骨化甲状软骨多保存骨板中部、下缘、后缘及上下角等部位, 其个体间的差异为性别、年龄的判断提供部分依据。从性别指示角度来看, 最显著的特征就是女性下缘的测量数据明显小于男性; 此外, 男性较女性多见联合部的保存, 且中下段骨化较为致密。从年龄指示角度来看, 本研究未见早于 30 岁的个体, 保存有甲状软骨的古代人骨材料年龄集中在 30~50 岁。本文只是依据少部分个体的骨化甲状软骨进行分析, 可能存在诸多不完善之处。后续随着更多人骨材料的发现, 对骨化甲状软骨的认知也会更加丰富全面。

网上附属材料 (Supplementary Online Material-SOM): 本文网络版附有相关材料, 敬请查阅。

参考文献

- [1] 范飞, 占梦军, 戴鑫华, 等. 影像学方法推断成人年龄研究进展 [J]. 法医学杂志, 2020, 5: 605-613
- [2] Türkmen S, Cansu A, Türedi S, et al. Age-dependent structural and radiological changes in the larynx[J]. Clinical Radiology, 2012, 67: 22-26
- [3] 程杰, 赵晓东, 苏晓清, 等. 根据中国汉族女性甲状软骨推算年龄的研究 [J]. 法医学杂志, 2003, 2: 84-85
- [4] 程杰, 赵晓东, 苏晓清, 等. 根据中国汉族男性甲状软骨推算年龄的研究 [J]. 法医学杂志, 2003, 2: 16-17
- [5] 程杰, 赵晓东, 苏晓清, 等. 根据中国汉族人甲状软骨 X 线片特征判定性别 [J]. 法医学杂志, 2002, 4: 201-203

- [6] 程杰, 赵晓东, 苏晓清, 等. 中国汉族成人甲状软骨的性别判定 [J]. 中国法医学杂志, 2002, 3: 144-146
- [7] Mupparapu M, Vuppapapati A. Ossification of laryngeal cartilages on lateral cephalometric radiographs[J]. *Angle Orthodontist*, 2005, 75: 196-201
- [8] 山东省文物考古研究院, 昌邑市博物馆. 昌邑辛置 2010-2013 年墓葬发掘报告(一)[M]. 北京: 文物出版社, 2021, 11: 4-10
- [9] 郭俊峰, 房振, 李铭, 等. 济南市刘家庄遗址商代墓葬发掘报告 [J], 海岱考古, 2018, 00: 243-332
- [10] 彭峪, 綦高华, 于超, 等. 山东青岛土山屯墓群四号封土与墓葬的发掘 [J], 考古学报, 2019, 3: 405-459
- [11] 房振, 郭俊峰, 李铭, 等山东济阳三官庙汉画像石墓发掘报告 [J], 考古学报, 2022, 2: 225-284
- [12] Buikstra JE, Ubelaker DH. Standards: for data collection from human skeletal remains[M]. Fayetteville: Arkansas Archaeological Survey, 1994: 15-38
- [13] Brooks S, Suchey JM. Skeletal age determination based on the os publis: a comparison of the Acsádi-Nemeskéri and Suchey-Brooks methods[J]. *Human Evolution*. 1990, 5: 227-238
- [14] Lovejoy CO, Meindl RS, Pryzbeck TR, et al. Chronological metamorphosis of the auricular surface of the ilium: a new method for the determination of adult skeletal age at death[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1985, 68(1): 15-28
- [15] Lovejoy CO. Dental wear in the Libben population: its functional pattern and role in the determination of adult skeletal age at death[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 1985, 68(1): 47-56
- [16] 刘祯唐. 对 34 例甲状软骨骨化过程的观察 [J]. 山西医学院学报, 1983, 4: 71
- [17] 王振宇, 宋智敏, 段坤昌. 喉软骨骨化及左侧环甲关节骨性融合 1 例报告 [J]. 中国医科大学学报, 1998, 1: 29-30
- [18] Pufe T, Mentlein R, Tsokos M, et al. VEGF expression in adult permanent thyroid cartilage: Implications for lack of cartilage ossification[J]. *Bone*, 2004, 35: 543-552
- [19] 滕磊, 寻满湘, 葛天明. 甲状软骨骨化性别和年龄差异在 X 线片上的表现观察 [J]. 基层医学论坛, 2010, 1: 73-75
- [20] 任树桥, 高景山, 任蓓蓓. 正常成人喉软骨骨化的 X 线观察(附 676 例分析) [J]. 临床放射学杂志, 1985, 1: 17-20
- [21] Turk LM, Hogg DA. Age changes in the human laryngeal cartilages [J]. *Clin Anat*, 1993, 6(3): 154-162
- [22] 邵象清. 人体测量手册 [M]. 上海: 上海辞书出版社, 1985: 27
- [23] 丁士海. 人体骨学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2021, 125-127
- [24] 杨和钧, 刘永祥, 殷为华. 国人喉软骨测量及其临床意义 [J]. 北京第二医学院学报, 1984, 2: 124-129
- [25] Ajmani M. A metrical study of the laryngeal skeleton in adult Nigerians[J]. *Journal of Anatomy*, 1990, 171: 187-191
- [26] Tabatabaee SM, Farahani MV, Alimohammadi A, et al. Investigating the association between chronological age and thyroid cartilage ossification using CT imaging[J]. *Med J Islam Repub Iran*, 2020, 34: 894-899
- [27] Keen JA, Wainwright J. Ossification of the thyroid, cricoid and arytenoid[J]. *S Afr J Lab Clin Med*, 1958, 4(2):83-108
- [28] Garvin H. Ossification of laryngeal structures as indicators of age[J]. *Journal of Forensic Sciences*, 2008, 53: 1023-1027
- [29] Cerny M. Our experience with estimation of an individual's age from skeletal remains of the degree of thyroid cartilage ossification[J]. *Acta Univ Palacki Olomuc*, 1983, 3: 121-144
- [30] Dang-Tran KD, Dedouit F, Joffre F, et al. Thyroid cartilage ossification and multislice computed tomography examination: a useful tool for age assessment?[J]. *Journal of Forensic Sciences*, 2010, 55(3): 677-683
- [31] Lorin de la Grandmaison G, Banasr A, Durigon M. Age estimation using radiographic analysis of laryngeal cartilage[J]. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 2003, 24(1): 96-99
- [32] Rios L, García-Rubio A, Martínez B, et al. Short review: Field recovery and potential information value of small elements of the skeleton[J]. *Homo-Journal of Comparative Human Biology*, 2011, 62: 270-279