

# 靠几颗牙齿就能知道古人类残骸性别?

本报记者 赵汉斌

在考古学研究中,判断人类遗骸的性别,对于了解古代社会结构具有重要意义。

而在那些遗骸中,牙齿可能是最容易找到并且保存最完好的部分。科学家发现,牙冠表面乳白而坚硬的牙釉质中,含有釉原蛋白,编码

这种蛋白的基因恰好位于性染色体——X染色体和Y染色体上,这将给考古研究带来许多可能的发现。

近日,美国科学家就利用这种方法,来判断人类遗骸性别,结果似乎比之前使用的DNA方法和骨骼解剖技术更加可靠。其原理到底是怎样的?国内有没有相关的研究,又有哪些应用前景?

## 残骸缺损、DNA高度降解影响古人类残骸性别鉴定

人类遗骸的考古研究对了解人类进化具有重要意义,可以揭示很多与人类进化和迁移有关的秘密。而判断残缺不全的遗骸性别,往往是工作的第一步。

在浙江,有两座周围建有壕沟的高规格大墓,其中一座墓主人是允常,他就是越王勾践的父亲;而另一座是位于安吉龙山107号的古墓葬——俗称八亩墩,近年来考古人员历经数年发掘,研究,在墓里发现了大量距今约2500年的绿松石饰物,但由于缺乏完整遗骸,墓主人身份依然成谜,甚至无法判断其性别。

通常,判别人类残骸性别最广泛使用的方法,就是基于男性和女性骨骼的解剖差异,通过测量骨盆结构等某些骨骼特征来判断。但这种方法只能适用于成年人,对于性别特征明显、保存相对完好的骨骼,鉴定并不困难。

“男女骨骼有所不同,其中性别特征最明显的是盆骨,其次为颅骨及下颌骨,有经验的学者通过对颅骨和盆骨外部形态的观察,鉴定成功率可达95%;再结合胸骨、锁骨和肢骨的形态特征,以及人骨的测量,基本可以满足鉴定需求。”中国科学院古脊椎动物与古人类研究所助理研究员饶慧芸向科技日报记者介绍。

但儿童的骨骼没有明显的性别差异。更糟糕的是,考古发现的遗骸往往残缺不全,在处理骨头碎片时,这些解剖方法几乎失灵,做判断时完全无从下手。

## 最易找到且保存完好 牙釉蛋白可解开性别之谜

“由于人体的遗传物质除22对常染色体外,还包括一对决定性别的性染色体,男性为XY,女性为XX。利用分子杂交技术和聚合酶链式反应技术等,可检测人类遗骸中性染色体特异性的DNA标记物,以确定性别。”饶慧芸说。

饶慧芸解释道,在古人类遗骸中,牙齿因其坚硬和耐腐蚀,往往是最容易找到且保存最完好的部分之一。牙釉质中含有釉原蛋白,编码这种蛋白的基因恰好位于性染色体——X染色

体和Y染色体上。性染色体为XX的女性,牙齿只有X型釉原蛋白;性染色体为XY的男性,则同时拥有X型和Y型釉原蛋白。通过具有性别差异的釉原蛋白基因的检测,可以在DNA水平鉴别遗骸的男女性别。釉原蛋白是釉质发育过程中最为丰富的蛋白成分,在釉质矿化的第一阶段占釉基质的60%—90%。

据此,科学家开发出一种用牙齿鉴定遗骸性别的方法:通过高灵敏度的质谱检测,能够检测X型和Y型釉原蛋白的含量,由此能够判断,

在实际工作中,古人类遗骸形态各异,运用传统的方法进行鉴定存在一些局限。”饶慧芸介绍说,一些骨骼的性别特征处在两性变异范围之间,或者由于骨骼上各项性别特征发育程度的不平衡,导致同一个体有些特征偏向男性,有些特征偏向女性,给鉴定带来困难;未成年个体的性别特征则比较模糊,比鉴定成年个体要困难得多。有时,考古发掘出土的人骨遗骸因年代久远,环境变迁、埋藏破坏等原因难以完好保存,零散破碎的骨骼,某些性别鉴定特征可能已经消失,用传统的形态观测方法,无法进行准确的性别鉴定。

此外,理论上古DNA分析可以解决上述传统形态学鉴定方法的一些局限性,但DNA分析相对能准确识别性别,对于形态特征不明显的未成年个体和碎骨也可进行有效鉴定。虽然近年古DNA研究突飞猛进,但要使用聚合酶链反应(PCR)等技术,分析成本比较高,且从古老的遗骸和考古遗址中提取保存完好、未受污染的DNA也并非易事。

古人类遗骸往往由于年代久远,保存环境千差万别,样本的DNA已高度降解,其片段较短,含量极低,这也会影响其作为性别指标的可靠性。此外,样品在埋藏、获取和实验过程中,又很容易受到外源性DNA的污染,尤其是一些现代无关个体的污染通过PCR扩增有效放大,也会对DNA鉴定结果有一定影响。

重生。因此,他们会利用防腐的香油和药物来处理尸体,并用亚麻布包裹尸体制成木乃伊。这个过程实际上十分繁琐、复杂且耗时(至少需要70天),但埃及人不仅会将死去的人类制成木乃伊,还制作了木乃伊。目前已经发现的动物木乃伊已有数百万个,包括猫、蛇、鹰、狗、鳄鱼、驴和狮子等。

这些动物被制成木乃伊和陪葬的理由各不相同,其中一些是死者心爱的宠物,而另一些会作为死者来生的食物,或者作为献祭使用。还有

一些动物在埃及人心中是神圣的动物,当这些动物死亡后,人们也会将它们制成木乃伊。虽然这些动物在死后以不同的目的被埋葬,但在恰当的条件下,它们的身体可以保存相当长的时间。从19世纪开始,科学家开始研究这些动物木乃伊。最初的研究方法往往是侵入式的,即打开亚麻布进行研究。不过,这种手段会对这些动物尸体造成一定损害,因此非侵入式的研究方法开始逐渐占据主流。这一改变无疑升级了研究的难度。

在这项发表于《科学报告》的新研究中,英国斯旺西大学的研究人员采用非侵入的方法,解密了3个存在于2000多年的动物木乃伊,通过研究它们的骨架结构,分析了它们最有可能是哪种动物。为了穿透这些亚麻布层,他们首先使用常规的放射线摄影手段给4个包裹拍摄数万张照片,但这些照片并不能帮助他们重建动物骨架的图谱。实际上,埃及人在处理这些动物木乃伊时,不一定会让它们维持生前的模样。而木乃伊在保存过程中,动物骨架也会出现一定的变形。因此,他们开发出一种微型的X射线计算机断层(CT)扫描,以获得这些亚麻布中包裹的真实三维动物形态、骨架结构以及它们制作成木乃伊的方式。斯旺西大学的材料学家理查德·约翰斯顿说:“使用微型CT,我们可以对这些2000多年前的动物木乃伊进行有效的验尸。这一仪器的分辨率是医学CT的100倍,因此我们能整理这些



视觉中国供图

具有Y型釉原蛋白的牙齿为男性,反之亦然。

美国加州大学戴维斯分校的科学家日前测试了一种根据从牙釉质中提取的蛋白质来确定人类遗骸性别的新方法。在博士后研究员塔米·布奥纳赫拉的带领下,研究小组对从加州苏诺附近的两个祖先欧隆族村庄出土的遗骸展开研究。

基于对55具300至2300年前的美洲原住民遗骸的研究,科学家们从牙釉质中提取出

### 延伸阅读

## 牙釉蛋白基因组信息与动物与人类进化有关

塔米·布奥纳赫拉团队的研究并非首创。近10年来,这项技术在考古学、人类学、法医学和动物遗传研究等领域正逐渐得到深入推广和应用。

河北医科大学法医学系省级法医学重点实验室李淑瑾教授带领的团队,在焦磷酸测序分析短片段牙釉质蛋白基因进行性别鉴定领域已深耕多年。

他们应用blast软件,设计引物,扩增基因片段序列,应用焦磷酸测序技术分析扩增序列,进行性别鉴定,检测100份已知性别的DNA样本,结果均正确无误,检测最低DNA模板量为0.5纳克,具有较好的人类物种特异性。在高度降解DNA分析中,也得到清晰的分型结果,在法医学性别鉴定中有较好的应用价值。

正是由于男女基因上的差异,其表达的釉原蛋白也分为X型和Y型,氨基酸序列上具有差异,这种蛋白质组学方法,其实是从牙釉

质中提取检测釉原蛋白的不同亚型的特异性肽段,来判定遗骸男女性别。

“蛋白质是由DNA转录翻译而来,其中也蕴含丰富的遗传演化等信息。从牙釉质提取的蛋白质组同样可应用于种属鉴定、系统发育和古病理研究等。”饶慧芸介绍,牙釉质是人体中最硬的组织,在古人类遗址中保存较好,其主要成分是羟磷灰石晶体。与晶体结合的蛋白质,尤其是晶体内蛋白质处于相对封闭的体系中,比在牙本质和骨髓中更利于保存,目前报道至少可保存第四纪冰川早期更新世以来的动物牙齿,并已用于研究约177万年前的史蒂芬尼和约190万年前巨猿的系统进化史。

也有学者通过釉原蛋白基因的定量分析,探讨其与疾病的关系,如釉质发育不全等。另外,蛋白定量研究表明,7300年前至今的个体,其釉质中标识性差异蛋白的定量信号并没有太大变化,这也从另一方面验证了牙齿能更好地保存。

动物生活和死亡的新证据,揭示它们所处的条件以及可能的死亡原因。”他们分析的3个动物木乃伊(蛇、猫和红隼)都保存完好。其中,猫的头与身躯被分开包裹制成木乃伊,研究人员认为,这可能是因为它在生前出现脖颈断裂,但也有可能是古埃及人在制作这只猫木乃伊的过程中,才将它的头和身躯分离,因为木乃伊中的猫头通常被要求是直立的。根据猫的骨架推测,他们认为这种猫更有可能是古埃及人养的家猫。牙齿和骨骼显示,这只家猫死亡时的年龄不到5个月。而此前的一些研究发现,古埃及会用没有成年的猫献祭。

形似橄榄球的亚麻布包裹的是一只埃及眼镜蛇。在古埃及的法老时代,眼镜蛇被认为是太阳神的女儿,作为一种装饰物镶嵌在法老的皇冠和法杖上。研究人员发现,这只眼镜蛇被鞭打后死亡,其右侧的骨骼遭受了外力损伤。此外,它缺少鼻、上颌和尖牙,喉咙中被塞入没药(树脂类药材)和碳酸钠,使得整个口腔处于打开状态。它的肾出现严重钙化,显示死前的生活环境缺少水分且十分糟糕。

而亚麻布包裹的另一种动物是猛禽红隼,由于它的喙和左腿遭受了一定的损害,也难以通过肉眼辨别。研究人员认为古代的埃及人可能将它们用来献祭,而这些猛禽和眼镜蛇一样,也被认为是和太阳相关的神灵有关。

【据《环球科学》】

### 新解

## 恐龙撑起庞大身躯 海绵状骨小梁或起关键作用

科技日报讯(记者聂翠蓉)恐龙可以算是地球上有史以来体型最大的动物,曾与生有鳞片和羽毛的动物共同漫步地球。作为长脖子四足食草恐龙,鸭嘴龙骨骼是如何支撑其8000磅(约3500千克)的体重?一项新研究显示这与恐龙的骨骼特质有关。

近日,一个由古生物学家、机械工程师和生物医学工程师组成的多学科团队,在《公共科学图书馆·综合》上发表论文指出:鸭嘴龙和其他恐龙具有与哺乳动物和鸟类完全不同的骨小梁结构,这是能支撑其体重的关键所在。

美国南卫理公会大学古生物学家、论文作者之一托尼·菲奥里略说,骨小梁组织是骨髓腔中不规则网状立体结构,类似于火腿或牛排中的孔洞结构,鸭嘴龙的骨小梁是一种特殊的轻质结构,是存在于股骨等骨头末端的海绵状物质。之前没有科学家研究过恐龙体内的这种骨骼组织的特性。

研究人员详细扫描了骨骼组织,并结合一种名为“有限元分析”的工程技术,首次对恐龙骨骼结构与运动间关系进行了评估,发现恐龙的骨小梁组织结构与哺乳动物不同。“与哺乳动物和鸟类不同,恐龙骨小梁的密度不会随着体型增大而增加。如果没有这种适应性改变,支撑鸭嘴龙所需的骨骼结构将非常沉重,恐龙将很难移动。”菲奥里略说。

为何恐龙能够支撑庞大的体型,而现在的动物没有这个能力?研究人员认为,恐龙为卵生而非胎生,这使恐龙得以摆脱一些决定哺乳动物体型的生物限制。在对质量轻、强度大的桥梁或飞机等进行设计时,科学家们能从恐龙骨骼中获得灵感。



恐龙复原图

图片来源:美国物理学家组织网

## 2亿年前 乌龟竟不会将头缩进龟壳

新华社讯(记者倪瑞捷)阿根廷古生物学家日前复原了距今约2.05亿年前的乌龟化石并制成标本,这一发现为学界研究三叠纪时期动物的进化提供了重要支撑。

在阿根廷西北部的圣胡安省,古生物学家发现了约20种三叠纪物种的化石,其中包括至少4组这种远古乌龟的化石。这些乌龟化石分别于2015年和2018年被发现,阿根廷古生物学家近期才完成复原并制成标本,复原后的龟壳直径在40至50厘米之间。

阿根廷圣胡安国立大学古生物学家里卡多·马丁内斯表示,新发现的远古乌龟可以被认作是现代乌龟进化的最初形态。这种远古乌龟虽然已经形成了龟壳,但不会将头或者四肢缩进龟壳中。古生物学家还不能理解为何乌龟会进化出龟壳。

阿根廷国家科学技术研究委员会研究员、古生物学家塞西莉亚·阿帕尔德蒂告诉记者,现代乌龟最显著的特点就是背部和腹侧拥有龟板构成的龟壳,而这种新发现乌龟的龟板外围存在现代乌龟没有的空洞,研究人员还不知道这些空洞有什么作用。

阿帕尔德蒂说,学界一般认为乌龟最早出现在三叠纪,新发现的乌龟化石是与那个遥远时代的又一个联系,告诉当今人类遥远的物种是如何起源和进化、慢慢演变为现在的样子。



远古乌龟复原图

图片来源:美国菲尔德博物馆官网



眼镜蛇

视觉中国供图