

明显大于美国白人。随着研究的不断深入,众多学者发现牙齿形态存在民族性差异。杜启莲等分别对藏族、壮族、蒙古族正常殆的牙颌模型进行分析,发现因为生活环境和习惯不同,国内各民族人群的正常殆参数标准也存在着巨大的差异性<sup>[5,6]</sup>。牙体测量能够为各民族口腔特征提供详细数据,特别是通过对中国各民族牙齿及牙弓形态的研究,为个性化治疗方案的制定提供科学依据。本文将综述牙颌模型的测量方法及中国不同民族牙齿与牙弓的相关研究。

## 1 牙颌模型测量方法相关研究

牙颌模型能够客观且完整地记录牙齿、牙列、牙弓、咬合关系等重要信息,是一种口腔临床诊断、治疗设计的重要工具。牙颌模型的测量方法主要有手工测量法和数字化测量法两种。手工测量通常使用的工具包括直尺、三角尺、分规、电子数显游标卡尺等。数字化测量方法则包括激光三维扫描技术、数字化口内扫描技术和锥形束 CT(CBCT)。许多学者<sup>[7,8]</sup>发现数字化模型线性测量与手工测量之间的差异无统计学意义,相比于手工模型测量分析,数字模型分析比手工模型分析更可靠,重复测量的变异性较小。

**1.1 手工测量法** 手工测量法主要工具为游标卡尺,特点为成本较低,适用于小面积的牙颌模型测量。王惠芸<sup>[2]</sup>于 1959 年首次制订了利用游标卡尺测量牙体解剖标志点的方法,包括牙长、根长、冠长、冠宽等。在实验中,采用电子数显游标卡尺对上下颌硬石膏标准模型中的牙齿进行精确测量,并通过连续测量取平均值,以减少误差。为确保测量精度,随机抽取 10 副模型进行重复测量,误差控制在 0.1 mm 以内。在测量牙齿冠根比和龈乳头高度时,手工测量能够精准定位牙冠和牙龈边缘,提高操作便捷性。手工测量优点为耗资较少,不受设备条件的限制,适用于临床对个别模型的测量。缺点是必须灌制硬石膏,需要大量的空间储存,尚不能从三维的角度反映牙弓的全貌,难以对牙颌的复杂几何形态给出全面、定量的描述与分析<sup>[9]</sup>。

**1.2 数字化模型测量法** 目前数字化模型的数据来源主要有激光三维扫描技术、数字化口内扫描技术和锥形束 CT(CBCT)等。激光三维扫描技术基于激光三角测距法原理,通过激光束照射待测物体表面,形成反射光斑并由图像传感器接收,最终合成

高质量的三维殆模型图像。国内学者姚森<sup>[9]</sup>等对牙颌模型专用激光三维扫面分析系统进行了研制,可进行角度、距离、面积的测量,还可在成像的计算机上模拟正畸治疗。国外研究<sup>[10,11]</sup>表明,激光三维扫描技术能够提供可靠的石膏模型数据,并作为有效的临床诊断工具。此外,该技术还可用于正畸与正颌外科治疗的模拟与效果预测。然而,该技术仍需人工手绘定点,且设备成本较高、技术要求较为严格,限制了其广泛应用。与传统印模材料(如藻酸盐)相比,数字化口内扫描技术避免了材料流动性带来的不适,减少了传统操作中可能引发的呕吐反射、口水过多等导致的印模不精确等问题<sup>[12]</sup>。数字化口内扫描仪数据获取更直接,用激光扫描仪扫描硅橡胶或者石膏模型变为直接数字化生成和传递,数字化扫描所采集的印模所测量的 Bolton 指数与传统手工制作的模型一样可以取得可靠的结果<sup>[13]</sup>。在口腔正畸中,数字化模型分析可帮助医生更精确地计算牙齿拥挤度、Bolton 比等数据,并模拟牙齿排布和正畸方案<sup>[14]</sup>。CBCT 扫描生成的三维数字化牙颌模型图像分辨率高,重建后的三维数字模型可精确显示某些细微结构,且不改变空间坐标,可以自动计算牙列的拥挤度、Bolton 指数和 Pont 指数,进行牙弓对称性分析、牙齿数据分离、模拟牙齿移动或拔除等<sup>[15]</sup>。

## 2 中国各民族牙冠形态相关研究

牙冠测量包括牙冠宽度(牙冠近远中径)、牙冠高度、牙冠角度与倾斜度、牙冠凸距的测量等。牙冠宽度和牙冠高度是牙齿形态测量的常用重要指标,牙冠宽度是牙量指数研究的基础。临床牙冠中心高度指临床牙冠高度值的 1/2。

**2.1 牙冠宽度** 牙冠宽度是研究牙齿形态最基本且最重要的测量指标。研究表明<sup>[1,8]</sup>,牙冠宽度存在性别差异,男性通常大于女性,而不同人群的同名牙宽度也大体一致,且上下牙冠宽度的大小顺序变化规律相似。中国汉族成人牙冠宽度普遍表现为男性大于女性,且除上颌侧切牙、下颌侧切牙和下颌第二前磨牙外,其他左右同名牙的宽度差异无统计学意义。在不同民族群体的比较中,牙冠宽度差异明显。撒拉族<sup>[16]</sup>青少年上颌牙冠宽度排列顺序与其他民族一致,下颌的顺序为:6>7>4>5>3>2>1,这一排列顺序与保安族<sup>[17]</sup>、藏族<sup>[18]</sup>、蒙古族<sup>[19]</sup>存在差异。保安族的牙冠宽度与藏族、哈萨克族<sup>[20]</sup>及汉族相似,但低于蒙古族,高于维吾尔族<sup>[21]</sup>。与成都地区汉族人相比<sup>[18]</sup>,蒙古族的男女上下牙冠宽度普遍大于汉族,且除上颌尖牙、中切牙、下颌侧切牙和第一磨牙外,男性藏族人<sup>[5]</sup>的牙冠宽度大于汉

【基金项目】四川省科技厅自然科学基金资助项目(编号:2023NSFSC 1998)

△通讯作者

族人。哈萨克族<sup>[20]</sup>男性的上下颌牙冠宽度较大,且与蒙古族相比,哈萨克族的牙冠宽度普遍小于蒙古族<sup>[19]</sup>。朝鲜族<sup>[22]</sup>的牙冠宽度较小,上下颌牙冠的长度短于汉族人<sup>[2]</sup>,这对于全口义齿的设计与修复具有重要参考价值。牙冠宽度是牙齿形态测量中的常用指标,也是牙量指数研究的基础,在临床上使用这些测量值时,应该充分考虑性别和种族差异。

**2.2 牙冠高度** 中国汉族人群的恒牙(不包括第三磨牙)全长范围为 18.72~24.58 mm。上颌尖牙的牙体全长最长,达(24.58±1.77)mm,而上颌第二磨牙的牙体全长最短,为(18.72±2.04)mm。对于汉族成人的临床牙冠高度,男性普遍大于女性,尤其在上颌中切牙、侧切牙及第一磨牙中,男女之间的差异具有显著性<sup>[23]</sup>。在中国的不同民族中,牙冠高度差异明显。撒拉族<sup>[16]</sup>男女性青少年上颌牙冠高度的排列顺序依次为:1>3>2>4>5>6>7,下颌为:3>2>1>4>5>6>7,与保安族<sup>[17]</sup>、藏族<sup>[24]</sup>、蒙古族<sup>[25]</sup>顺序存在差异。壮族人<sup>[26]</sup>的前牙牙冠长、根长和全长略大于汉族人群,而前磨牙接近汉族人群,但磨牙牙冠较短,这些差异可能与壮族地区的饮食习惯有关。随着直丝弓矫治技术的发展,临床中托槽的粘接位置需考虑牙冠宽度和高度的种族和性别差异,应根据这些差异调整矫治设计和托槽定位,提高治疗效果。

**2.3 临床牙冠中心高度** 临床牙冠中心高度是正畸治疗中影响矫治效果的精准性和稳定性的关键参数。杨新海<sup>[23]</sup>等对正常中国人牙齿临床牙冠中心高度进行了测量,其中下中切牙、上下侧切牙和上下第一双尖牙的高度为 4.0 mm 最为常见。中切牙和尖牙的高度最大,达到 4.5 mm。上颌第二磨牙的临床牙冠中心高度最小,为 2.5 mm,这些数据为普遍中国人群体提供了一个参考标准。汉族人<sup>[23, 25]</sup>临床牙冠中心高度与杨新海的测量值较接近。对于撒拉族<sup>[16]</sup>青少年,其临床牙冠中心高度除了上颌侧切牙、尖牙和第一、第二前磨牙略小外,其他牙齿的测量值接近汉族标准。保安族<sup>[17]</sup>的青少年男女牙冠中心高度与藏族群体相似,但女性牙冠高度较壮族、汉族高出 0.3 mm 以上。对于维吾尔族<sup>[21]</sup>,女性上颌前牙段(特别是尖牙)较小,接近汉族标准,而男性牙冠中心高度则普遍大于汉族,尤其在下颌第一磨牙的测量上,大于白种人的标准值 0.5 mm 左右。建议在设计维吾尔族男性患者的直丝弓矫治器时,可以参考白种人数据,而对于女性患者则采用杨新海的汉族标准数据。

### 3 中国各民族牙弓形态相关研究

**3.1 牙弓宽度** 牙弓宽度的影响因素主要有错殆

类型、遗传、口周肌肉、种族等有关,因此了解当地不同人群的牙弓特点对于正畸治疗至关重要。在中国汉族成人中,除牙弓中段宽度外,其余牙弓宽度的测量值男性普遍较女性宽。此外,男性的上颌前段牙弓长度、上颌总牙弓长度、下颌中后段牙弓长度以及下颌总牙弓长度均显著大于女性<sup>[27]</sup>。维吾尔族<sup>[28]</sup>女性上牙弓长度高于男性,汉族、哈萨克族<sup>[20, 29]</sup>和藏族青少年上牙弓长度普遍高于维吾尔族<sup>[21]</sup>。哈萨克族青少年男性的牙弓深度较大,尤其是上牙弓深度,而女性在上牙弓中段宽度上较小<sup>[20]</sup>。与蒙古族、汉族比较,哈萨克族青少年的牙弓宽度和深度显著较大,特别是在上牙弓后段<sup>[19]</sup>。蒙古族的牙弓宽度和长度普遍大于汉族,特别是在前磨牙区<sup>[25]</sup>。壮族人的牙弓形态呈方形,尖牙区和第一磨牙区宽度较小,且牙弓长度较短,Ⅱ类错殆发病率较高<sup>[27]</sup>。不同民族间的牙弓形态差异不仅反映了遗传因素,还受地理环境、饮食习惯和文化背景的影响。在进行正畸治疗时,需要根据患者的民族特征、性别以及牙弓的具体形态进行个性化设计,以确保治疗的美观、功能性和长期稳定性。

**3.2 Bolton 指数** Bolton<sup>[30]</sup>等指出,为了实现最佳的牙弓关系,上下颌牙齿尺寸需保持适当比例。Bolton 指数通过比较上下前牙牙冠宽度总和与上下牙弓所有牙齿牙冠宽度总和的比例来评估牙弓间的协调性。在 1980 年代,中国建立了正常殆 Bolton 指数,前牙比为(78.8%±1.72%),全牙比为(91.5%±1.51%)<sup>[28]</sup>。保安族的 Bolton 前牙比高于藏族、维吾尔族及重庆地区汉族,全牙比高于哈萨克族<sup>[17]</sup>。哈萨克族的 Bolton 指数与维吾尔族、汉族和大理白族相似,前牙指数略低于蒙古族<sup>[20]</sup>。Bolton 指数在不同地区和民族间存在差异,临床应用时应参考本地的正常值。

**3.3 Pont 指数** Pont 指数<sup>[31]</sup>由法国学者 Pont 于 1909 年提出,用于反映牙量与骨量的关系,其理想值为 80% 和 64%。研究发现,藏族女性的 Pont 磨牙指数低于汉族女性<sup>[27]</sup>。哈萨克族的 Pont 指数较高,前磨牙和磨牙指数均大于维吾尔族和白族,而与汉族相似<sup>[20]</sup>。蒙古族的 Bolton 前牙比、Pont 前磨牙指数和磨牙指数都大于汉族人<sup>[25]</sup>。保安族青少年 Pont 磨牙指数接近理想值,但前磨牙指数偏大<sup>[17]</sup>。临床上应根据患者的种族和地区背景,结合个体牙弓的具体情况来参考 Pont 指数,以实现更精确的正畸诊断和治疗。

### 4 总结与展望

中国各民族牙体测量研究揭示了不同民族在牙体和牙弓形态上的独特性及共性。通过激光三

维扫描、数字化口内扫描和 CBCT 等技术,提供了多种精准获取牙体数据的途径。牙体测量不仅有助于了解各民族口腔生理差异,还为临床诊疗提供了参考依据,并推动了民族牙体数据库的建设。建立此数据库能为口腔临床诊疗提供更精确的指导,从而提升治疗效果。未来研究可扩大样本量,进一步探讨牙体形态与遗传、环境等因素的关系,采用更先进的技术以提高测量的准确性与可靠性。综上所述,中国各民族牙体测量研究为口腔医学发展提供了重要参考,促进了口腔临床诊疗水平的提升和民族口腔健康事业的发展。

### 【参考文献】

- [1] Thomas J, Kannan A, Kailasam V. Morphological dimension of the permanent dentition in various malocclusion: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Oral Health*, 2025, 25(1): 857.
- [2] 王惠芸. 我国人牙的测量和统计 [J]. *中华口腔科杂志*, 1959, 7(3): 149-55.
- [3] 饶跃, 罗颂椒. 恒牙列最佳正常(牙合)牙弓外形特征的计算机辅助测量研究 [J]. *华西口腔医学杂志*, 1993, 10(4): 248-251.
- [4] Kook YA, Nojima K, Moon HB, et al. Comparison of arch forms between Korean and North American white populations [J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2004, 126(6): 680-686.
- [5] 杜启莲, 李紫嫣, 袁星, 等. 藏族和汉族上颌第一恒磨牙近中颊根的 CBCT 对比研究 [J]. *口腔医学研究*, 2021, 37(3): 218-221.
- [6] 陈雪凌, 石文娟, 韩春雷, 等. 东乡族正常颌青少年牙颌模型测量研究 [J]. *生命科学仪器*, 2025, 23(4): 101-103.
- [7] Nelwan SC, Karuniadewi AAS, Nowwarote N, et al. Accuracy of digital intraoral scans three-dimensional surface analysis compared with plaster models dental measurement in mixed dentition [J]. *Int J Clin Pediatr Dent*, 2024, 17(12): 1363-1369.
- [8] Abd Rahman ANA, Othman SA, Marya A. Measuring tooth size discrepancies using bolton analysis: a comparative cross-sectional study among major ethnicity in Malaysia [J]. *BMC Oral Health*, 2023, 23(1): 534.
- [9] 姚森, 易亚星, 李忠科, 等. 牙颌模型专用激光三维扫描分析系统的研制及应用 [J]. *口腔医学纵横*, 2000, (4): 285-287.
- [10] Liu J, Liu Y, Wang J, et al. Dental measurements based on a three-dimensional digital technique: a comparative study on reliability and validity [J]. *Arch Oral Biol*, 2021, 124: 105059.
- [11] Yousefi F, Shokri A, Zahedi F, et al. Assessment of the accuracy of laser-scanned models and 3-dimensional rendered cone-beam computed tomographic images compared to digital caliper measurements on plaster casts [J]. *Imaging Sci Dent*, 2021, 51(4): 429-438.
- [12] Cavalcanti HN, Ribeiro De Almeida LázARO V, Da Silva VM, et al. Accuracy and reliability comparison between different intraoral scanning devices in patients with permanent dentition: a prospective clinical study [J]. *Int Orthod*, 2025, 23(2): 100983.
- [13] Loma Salcedo H, Huasco Huarcaya NE. Degree of reliability of the assessment of the bolton analysis in three-dimensional virtual models versus plaster models. a review [J]. *Rev Cient Odontol (Lima)*, 2023, 11(2): e155.
- [14] 刘洋. 基于数字模型的不同拔牙模式对 Bolton 指数影响的实验研究 [D]. 南昌: 南昌大学, 2020.
- [15] 唐仁杰, 田雨婷, 程然, 等. 三维打印技术在口腔诊疗中的应用与研究进展 [J]. *安徽医药*, 2025, 29(9): 1697-702.
- [16] 米振林. 中国撒拉族正常合青少年牙、牙弓、基骨的测量研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2014.
- [17] 雷涛. 中国保安族正常(牙合)青少年牙颌模型测量研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2011.
- [18] 刘睿华, 杜芹. 成都地区藏族汉族前牙区牙体及牙弓形态测量分析 [J]. *成都医学院学报*, 2025, 20(2): 271-274.
- [19] 慕童, 赵守亮, 唐荣银, 等. 部分回族和蒙古族成人恒牙形态测量 [J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2008, 18(5): 281-284.
- [20] 万哲, 詹娟, 刘红. 新疆哈萨克族青少年正常牙 模型分析与牙弓形态建立 [J]. *中外医学研究*, 2018, 16(18): 151-153.
- [21] 徐金瑞. 维吾尔族、汉族不同颌面咬合人群前牙冠根比的研究 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2023.
- [22] 金松杰. 延边地区朝、汉族成人上颌第三磨牙牙根数目及根管形态的锥形束 CT 研究 [D]. 延吉: 延边大学, 2023.
- [23] 杨新海, 曾祥龙. 中国人牙齿临床冠中心高度的研究 [J]. *口腔正畸学*, 1998, 5(4): 3-5.
- [24] 王建国, 傅民魁. 正常藏族入牙、牙弓测量分析 [J]. *口腔正畸学*, 1999, 6(2): 22-25.
- [25] 祝海歌, 乔辉, 杨晨, 等. 中国汉族、回族、蒙古族、苗族和维吾尔族的牙齿形态 [J]. *人类学学报*, 2024, 43(4): 613-628.
- [26] 秦燕玲. 桂西地区壮族不同错(牙合)畸形牙颌指数测量研究 [D]. 百色: 右江民族医学院, 2022.
- [27] 罗浩, 陈颖洁, 杨光睿, 等. 当代中国人群牙齿可观测特征的多源性研究 [J]. *基因组学与应用生物学*, 2024, 43(1): 150-171.
- [28] 祝海歌, 乔辉, 杨晨, 等. 中国 5 个人群的牙齿形态特征对比研究 [J]. *复旦学报(自然科学版)*, 2023, 62(06): 765-774.
- [29] 陈苗苗, 沈玉凤, 缙小蕊, 等. 新疆不同民族青年上颌前牙牙周生物型分布及相关因素分析 [J]. *口腔医学研究*, 2021, 37(11): 999-1003.
- [30] Bolton's Quantitative Analysis [J]. *Science*, 1883, 1(9): 253.
- [31] Mahmood TMA, Noori AJ, Aziz ZH, et al. Scan aided dental arch width prediction via internationally recognized formulas and indices in a sample of Kurdish population/Iraq [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13(11): 1900.

(收稿日期:2024-12-19;修回日期:2025-06-10)

(本文编辑:侯晓林)