

## • 数字化口腔医学 •

## 口内三维扫描结合 CBCT 建立数字化模型的研究

邹晨 邹道星 艾毅龙\*

(佛山科学技术学院附属口腔医院·佛山市口腔医院正畸科,

广东省数字化口腔医学工程技术研究中心, 佛山市口腔医学工程技术研究中心 广东 佛山 528000)

**[摘要]** 目的:通过 CBCT、口内三维扫描获得牙根、牙冠及咬合信息,结合工程软件建立包含牙根的全口牙列数字化模型。方法:选取 1 名志愿者,对全口牙列进行 CBCT 和口内三维扫描分别取得 CT 和牙列数据。再将获取的 DICOM 格式数据在 Mimics 软件中进行数据分割、三维重建,获得包含牙根信息的独立牙齿模型,并采用 Geomagic wrap 逆向工程软件将口扫牙列数据与重建的牙齿模型信息配准拼接,重建包含牙根及咬合关系的全牙列三维模型图。结果:重建的全牙列三维数字化模型能够清晰的显示牙冠、牙根形态和位置、上下牙列的咬合关系。结论:口内三维扫描结合 CBCT 建立包含牙根的全口牙列数字化模型的方法,实现了正畸治疗中直观的对牙冠和牙根解剖形态、位置或位移变化的观察测量以及分析。

**[关键词]** CBCT 口内三维扫描 牙列 数字化模型

**[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671—7651(2019)09—0902—04

**[doi]** 10.13701/j.cnki.kqxyj.2019.09.020

**Study on Three Dimensional Digitized Dental Model Based on Intraoral Scanners and Cone-beam Computed Tomography.** ZOU Chen, ZOU Daoxing, AI Yilong\*. Department of Orthodontics, Foshan Stomatology Hospital, School of Stomatology and Medicine, Foshan University, Guangdong Engineering Research Center of Digital Stomatology, Foshan Engineering Research Center of Stomatology, Foshan 528000, China.

**[Abstract]** **Objective:** To establish digitized dental model with root based on three-dimensional intraoral scanning and CBCT data, and to record the digital information of crown, root, and occlusion. **Methods:** Upper and lower dentitions of a female volunteer were scanned by CBCT and intraoral scanner. The resulting DICOM data was used for 3D reconstruction in Mimics software, and the independent digital teeth models with roots data were established. A dentition model with teeth roots was regrouped with independent teeth models built from CT data, and the intraoral dentition model data in Geomagic wrap software. **Results:** Upper and lower 3D digital full structure dentition models were rebuilt containing details of the morphology and position of the crowns and roots of teeth, and the occlusal relationship of upper and lower dentitions. **Conclusion:** Three-dimensional intraoral scanning combined with CBCT was used to establish a digital model of full dentition including tooth root. It could realize the observation, measurement, and analysis of the changes in the anatomical morphology, position or displacement of the crown, and the tooth root intuitively in orthodontic treatment.

**[Key words]** CBCT three-dimensional intraoral scanning three digital model dentition

随着数字化技术、计算机建模在口腔领域的广泛应用,三维扫描口腔数字印模技术在口腔正畸学领域不断推广<sup>[1]</sup>。在正畸临床中,牙颌模型可记录牙齿的解剖结构、排列位置、牙弓的形态以及牙列的咬合关系,传统的记存牙列法——石膏模型体积大、

易碎且不耐摩擦,准确的咬合记录也不易保持,同时需要由经验丰富的临床医师进行取模,医师的操作、患者的依从性、口内唾液的分泌、印模材料和石膏材料的微小形变,都将影响印模的采集及模型的质量<sup>[2]</sup>。因此,三维扫描重建牙颌模型技术被逐渐引入临床替代传统石膏模型,简化了临床操作流程,数据记录、传输及存储方便。但口内扫描重建的牙列数字化模型仅包含牙冠的结构,未能显示牙根的信息。本研究,将采用 CBCT 拍摄全口牙列,结合 Mimics 软件获取包含牙根信息的独立牙齿模型,采

**基金项目** 佛山市医学类科技攻关项目(编号:2017AB001811)

**作者简介** 邹晨(1989~),女,江西人,硕士,主治医师,研究方向:正畸学。

\* 通信作者 艾毅龙, E-mail: aiyilong@126.com

用 Geomagic wrap 2017 逆向工程软件将口扫牙列数据与重建的牙齿模型信息配准拼接,重建包含牙根及咬合关系的全牙列三维模型图,以获得完整的牙冠、牙根的排列关系以及带有咬合信息的数字化牙颌模型,以帮助正畸临床诊断和分析。

### 1 材料与方法

1.1 研究对象 选取佛山市口腔医院正畸科就诊的 1 例成年女性患者,恒牙列期,全口牙列无缺损、缺失牙,牙周健康、无牙龈红肿、出血,无张口受限。

#### 1.2 研究方法

1.2.1 CBCT 图像及口内牙列扫描模型数据采集  
CBCT 扫描数据获取:被检者坐于 CBCT 椅位上,要求微张口,避免上下颌牙列接触,对全口牙列进行 CBCT(NewTom,意大利)扫描取得数据,扫描条件为:电压 90 kV,电流 15 mA,层厚间距 0.2 mm,得到 535 张尺寸 CT 图像,以 DICOM 格式保存。口内扫描模型数据获取:3-Shape TRIOS (丹麦)对口内上下牙列及双侧后牙咬合关系进行扫描以及数据保存;3-Shape Ortho System 软件将数据转换成 STL(Standard Template Library)格式输出。

1.2.2 CBCT 图像分割、建模 利用 mimics 软件导入 CBCT 图像,根据不同组织对应灰度值的不同,设定阈值下限为 1070,阈值上限为 3047,生成蒙罩,再进行绘制、擦除、局部阈值划分、孔填充和布尔运算编辑蒙罩,剔除周围牙槽骨组织,重建出仅包含有牙齿的上下颌牙列三维数字化模型,以 STL 格式输出。

1.2.3 带有牙根的三维牙列模型及咬合关系建立  
STL 格式文件导入 GeoMagic wrap 2017 中,对口扫获得的牙列数据进行切割(图 1),将利用 CT 重建的牙齿模型分别与之进行配准,以牙冠部分为匹配表面,建立上、下颌牙列全牙三维模型;同样方法,根据扫描的包含牙间交错位的口扫数据信息,建立牙尖交错位的牙列三维模型。观察各个牙冠及牙

根的解剖结构是否清晰,重合及排列关系是否正常。

### 2 结果

通过 Mimics 医学影像三维重建软件成功将牙齿从牙槽骨组织分离出,建立了仅包含有牙齿的牙列三维数字化模型(图 2),牙冠及牙根表面解剖形态均完整、清晰。再通过 GeoMagic wrap 软件配准对齐 CT 数据与口扫牙列数据,最后获得带有牙根信息的上下颌牙列模型(图 3)及牙尖交错位的全牙列三维模型(图 4),从三维方向清楚的显示了牙冠、牙根解剖及牙齿的排列、邻接、咬合信息。

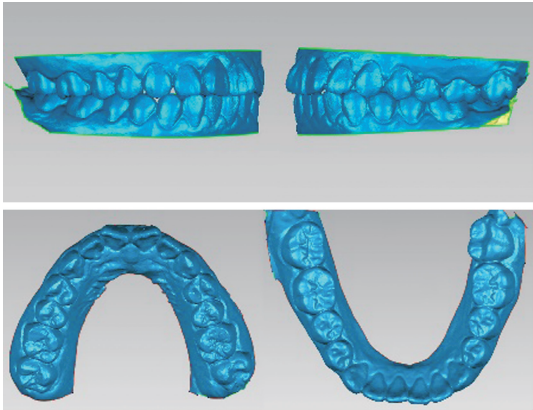


图 1 切割重建后的口内牙列及咬合模型

Fig. 1 Incised and reconstructed intraoral dentition and occlusal model.

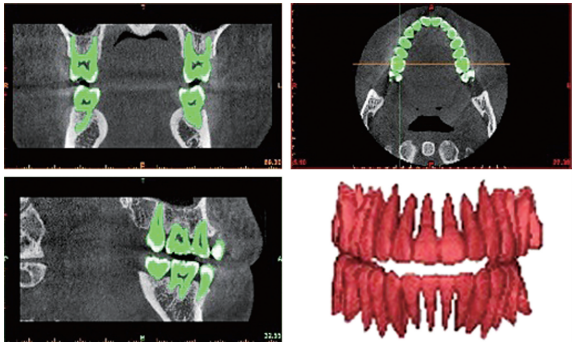


图 2 MIMICS 软件生成仅有牙齿的牙列模型

Fig. 2 Dentition model with only teeth generated by MIMICS software.

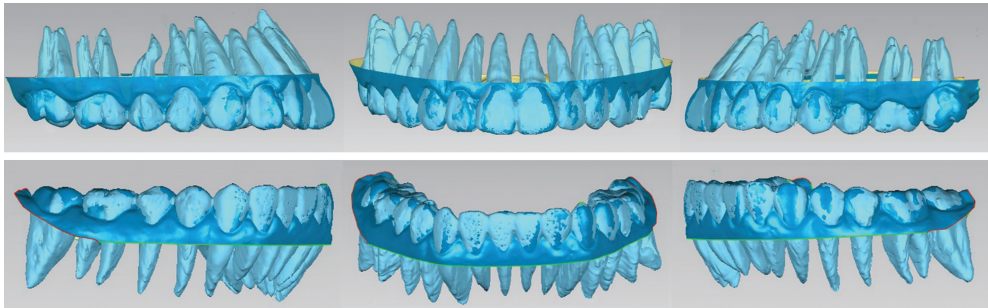


图 3 上、下牙列口扫数据与 CBCT 数据配准

Fig. 3 The upper and lower dentition scan data registered with CBCT data.

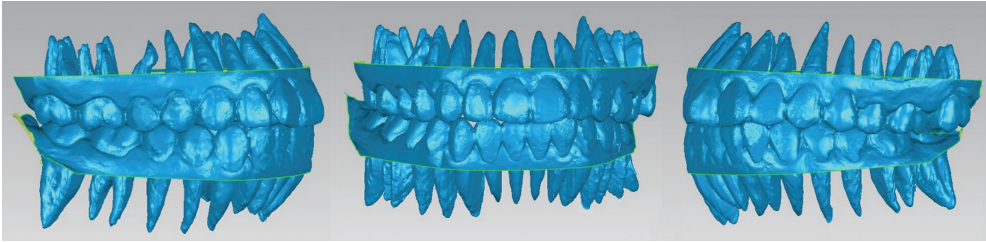


图 4 牙尖交错位的全牙牙列三维模型

Fig. 4 A three-dimensional dentition model with intercusp position.

3 讨论

科学技术和计算机技术的发展和成熟使得数字化三维印模正逐步进入临床应用。目前口腔数字印模技术分为间接法和直接法两类。“间接法”即为牙颌石膏模型及印模扫描技术,该技术经多年临床应用验证,可以较好的满足临床对模型分析、治疗设计的精度需求,是发展至今较为成熟的一项口腔数字化技术<sup>[3]</sup>。“直接法”又称口内扫描,是应用小型探入式光学扫描头直接在患者口腔内获取牙齿、牙龈、黏膜等软硬组织表面三维形貌及彩色纹理信息。临床医生可直接获取数字牙模,简化了临床操作流程,数据记录、传输及存储方便,三维可视化呈现口内软、硬组织及颌间关系,将大大提高工作效率以及改善患者的就诊体验<sup>[4-7]</sup>。因此,近年来口内数字化印模技术已不仅局限于修复 CAD/CAM 加工领域,在正畸获取三维牙列数据方向已被临床广泛运用,如无托槽隐形矫治技术(美国 Invisalign、国内时代天使公司等)、美国卡瓦公司 Insignia™ 数字化矫治系统等。但三维扫描数据模型仅对牙冠等可见部分成像,对于牙根、牙槽骨等硬组织的三维影像只能通过 CT 拍摄获取。国内研究者利用激光三维扫描石膏模型及 CT 数据建立带有牙根的三维数字化牙颌模型,同时显示了牙冠牙根的解剖形态结构<sup>[8]</sup>。但对石膏模型表面进行光学扫描,数据获取过程复杂,且传统取模、翻制石膏模型、咬合关系记录时会产生不可避免的误差。

本研究直接通过口内扫描实时获得牙体和相关软硬组织的数字化印模,以牙冠为配准表面,与 CBCT 重建的全牙三维模型对齐,形成了牙冠和牙根均清晰显示的全牙牙颌模型。研究中采用的丹麦 3-Shape TRIOS 扫描仪运用了超快光学切割(ultra-fast optical sectioning)技术和共焦显微(confocal laser scanning)技术,每秒钟可捕捉超过 3000 幅的二维图形,通过结合数百幅二维数字图像,实时地创建出三维数字化图像。扫描光源为 LED,无辐射且无需对采集区域进行喷粉,避免了患者口内异物感,

对牙面唾液及金属充填修复体反光干扰不敏感,无需辅助吹干。口内扫描对于咬合关系的记录,是在患者咬合状态下局部牙弓扫描记录功能咬合关系,经图像配准将扫描的上下牙列图像进行咬合关系定位,这是传统制取印模无法做到的,解决了由于咬合不稳定或咬合记录变形无法再石膏模型上获得准确的咬合关系的问题<sup>[9-11]</sup>。获取的三维牙列数据清晰、像素高,精度达到临床要求,数据储存方便,可供医生随时查阅和测量。结合 CBCT 数据建立带有牙根、咬合的全牙列三维数字化牙颌模型,实现了正畸治疗中直观的对牙冠和牙根解剖形态、位置或位移变化的观察测量以及分析,利于术前的诊断及方案制定,探寻更佳的牙齿移动方式及顺序;也为后期的个性化托槽定制、间接粘结以及隐形矫治提供一定的数据参考依据;结合 CBCT 重叠术前术后牙齿,探索治疗前后牙齿移动方式。通过三维影像图可与患者共享病例分析、治疗计划、矫治疗效,改善并获得正畸医生与患者之间的良好沟通。目前尽管 Dolphin 等软件能直接同时显示冠根形态,但因价格高昂,对于经济条件有限的基层医院,本研究方法具有可替代性和经济效益。

本研究的不足之处有以下几点:(1)CBCT 扫描精准性影响牙齿的重建结果,比如扫描过程有无晃动,CT 断层扫描的层间距等,最好以较小的层厚进行扫描,增大了放射剂量,不利于病患;(2)口内扫描模型与 CT 全牙模型以共同的牙冠面为对齐基准,容易出现重叠偏差,需要有一定经验的人员来操作;(3)本实验未将牙龈数据完全去除,以用于观察临床冠长度,但牙龈的数据遮盖了部分牙根信息,从而影响牙列整体的观察。后续研究将尝试半透明化牙龈组织而减少信息的干扰。以上这些问题,将在今后的研究中改进克服,逐步建立更加逼近牙齿真实情况的全牙动态牙颌模型的方法。

参考文献

[1] Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, et al. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20



- years of experience [J]. Dent Mater J, 2009, 28(1): 44-56.
- [2] Galhano GA, Pellizzer EP, Mazaro JV. Optical impression systems for CAD-CAM restorations [J]. J Craniofac Surg, 2012, 23(6): e43312.
- [3] Flugge TV, Schlager S, Nelson K, et al. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner [J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2013, 144(3): 471-478.
- [4] Shembesh M, Ali A, Finkelman M, et al. An *in vitro* comparison of the marginal adaptation accuracy of CAD/CAM restorations using different impression systems [J]. J Prosthodont, 2017, 26(7):581-586.
- [5] Goracci C, Franchi L, Vichi A, et al. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence [J]. Eur J Orthod, 2016, 38(4):422-428.
- [6] Yuzbasioglu E, Kurt H, Turunc R, et al. Comparison of digital and conventional impression techniques: evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes [J]. BMC Oral Health, 2014, 14: 10.
- [7] 陆亚倩, 胡建. 数字化印模技术修复应用的研究进展[J]. 口腔生物医学, 2016, 7(4): 211-216.
- [8] 焦培峰, 刘阳, 毕振宇. 基于激光扫描与 CT 建立带牙根的三维数字化牙颌模型[J]. 中国临床解剖学杂志, 2013, 31(4): 389-392.
- [9] 李晶, 王硕, 张达, 等. 口内扫描数字化模型与硅橡胶制取石膏模型测量的对比研究[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2013, 20(3): 163-166.
- [10] 花菲. 三维数字化扫描在口腔临床中应用的研究[J]. 现代口腔医学杂志, 2016, 30(2): 105-108.
- [11] 苏丽, 黄晓峰. 牙颌数字化三维建模的研究进展[J]. 口腔医学研究, 2019, 35(1): 16-19.
- [收稿日期: 2019-04-03] (本文编辑 李四群)

## 欢迎订阅 2020 年《医药导报》杂志

《医药导报》杂志系中国药理学会、华中科技大学同济医学院附属同济医院联合主办的医药专业期刊, 国内外公开发行人。是国家科技部中国科技论文统计源期刊(中国科技核心期刊)。被美国《化学文摘》(CA)、《国际药学文摘》(IPA)、《乌利希期刊指南》和《WHO 西太平洋地区医学索引》收录。还被万方数据库、中国学术期刊网络出版总库、中文科技期刊数据库等国内多家大型数据库收录。设有“特约稿”“药物研究”“药物与临床”“药学进展”“药物制剂与药品质量控制”“用药指南”“新药介绍”“临床药师交流园地”“药物不良反应”“药事管理”“世界新药信息”“作者·编者·读者”等栏目, 每期组编某类药物或某类疾病的药物治疗专栏。读者对象是临床医师、药师、医药院校师生和医药研究所、药品检验所的科技工作者及药品监督管理、医药工商企业经营者。

《医药导报》1982 年创刊, 始终坚持刊物的科学性、实用性、信息性, 以普及、运用、服务为宗旨, 着重报道国内外医药研究新成果、新技术、新方法, 关注药物临床疗效和不良反应, 指导临床合理用药, 重视药品质量控制, 宣传最新医药政策法规, 在医药科研、生产、经营、使用间发挥纽带和桥梁作用。该刊已于 2006 年 7 月开通网站(<http://www.yydbzz.com>), 作者、读者可通过网站首页作者投稿系统和作者查稿系统实现在线投稿、查稿, 通过过刊浏览栏目免费阅读和下载《医药导报》过刊文章, 通过新闻公告栏目了解国内外最新医药动态和编辑部有关信息, 通过编读往来栏目与编者互动交流。2016 年 1 月 1 日, 《医药导报》微信公众服务号正式开通运营, 微信公众号亦可以实现上述功能, 操作更方便快捷。

《医药导报》杂志月刊, 每月 1 日出版, 2019 年每期 25.00 元, 全年 300.00 元(含邮资), 欢迎广大读者积极到当地邮局订阅, 如错过邮局订阅时间, 可随时向该刊编辑部邮订。地址: 武汉市蔡甸区中法生态城同济医院专家社区 C 栋平层《医药导报》编辑部, 邮政编码: 430199, E-mail: [yydbzz@163.com](mailto:yydbzz@163.com)。电话及传真: (027)69378382, 69378383, 69378384。国内总发行: 湖北省邮政报刊发行局。邮发代号 38-173。全国各地邮局均可订阅。国内统一刊号: CN42-1293/R, 国际标准出版物号: ISSN1004-0781。广告发布登记号: 鄂工商广登[2017]28 号。欢迎广大作者、读者踊跃投稿。