案例报告

扫描殆叉咬合印记转移模型至虚拟殆架的技术探索

董　博　杨兴强　任　薇　王鹤云　岳　莉　杨胜涛 *

作者单位：口腔疾病研究国家重点实验室，国家口腔疾病临床医学研究中心，四川大学华西口腔医院口腔修复工艺科

* 通讯作者：杨胜涛，联系方式：86-18328347164，电子邮箱：18328347164@163.com，通讯地址：四川省成都市武侯区人民南路三段 14 号，610041

【摘要】 **目的**：介绍一种通过扫描殆叉上的咬合印记直接将工作模型空间关系转移至虚拟殆架的新技术，从而提高模型相对于铰链轴空间位置关系的转移精度，简化传统的面弓转移及上殆架的流程。**方法**：将万向关节锁定的带有上颌咬合印记硅橡胶记录的殆叉固定于转移台，使用模型扫描仪扫描殆叉上的咬合印记，利用软件匹配咬合印记与上颌模型数据以获得上颌模型在虚拟殆架中的位置关系，再使用含有咬合关系的上下颌模型数据将下颌模型匹配到虚拟殆架中，从而将模型位置关系转移到虚拟殆架。**结果**：成功实现上下颌工作模型的虚拟转移，同时减少了将模型转移到实体殆架的传统操作步骤。**结论**：利用殆叉上的咬合印记将模型空间关系转移至虚拟殆架是一种可行的方式，此技术可以有效减少转移殆架时人为操作的误差，有利于提高虚拟殆架转移的效率与精度。

【关键词】 面弓转移；虚拟殆架；殆叉；虚拟面弓；数字化

A novel technique to directly transfer casts scan to the virtual articulator by scanning maxillary bite registration of the bite fork

Bo Dong, Xingqiang Yang, Wei Ren, Heyun Wang, Li Yue, Shengtao Yang.(State Key Laboratory of Oral Diseases, National Clinical Research Center for Oral Diseases, Department of Dental Technology, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu, P.R. China.)*

Correspondence: Shengtao Yang. Tel: 86-18328347164. Email: 18328347164@163.com. Address: 14 Renmin South Road, 3rd section, Chengdu 610041, P.R. China.

【Abstracts】 **Objective:** To introduce a novel technique to directly transfer casts scan to the virtual articulator by scanning the maxillary bite registration of the bite fork, so as to improve the accuracy of casts transferring, and simplify the conventional facebow transferring and articulator mounting process. **Methods:** Transfer fork with the maxillary bite registration is first obtained and fixed to the transfer platform of a lab scanner, then the bite fork is scanned using the scanner, thus transferring the spatial position of the maxillary bite registration to the matched virtual articulator, and then the maxillary cast scan is transferred through the bite registration by matching the same landmarks. The mandibular cast scan is subsequently transferred by matching the maxillomandibular bite registration scan. **Results:** The casts were successfully transferred to the virtual articulator using the proposed technique, eliminating the conventional transferring and mounting process. **Conclusion:** Casts scan could be directly transferred to the virtual articulator through scanned bite fork with the maxillary bite registration, which improves the efficiency and accuracy of the virtual articulator transferring procedures.

【Key words】 facebow transferring; virtual articulator; bite fork; virtual facebow; digital dentistry

1　引言

殆架是一种模拟上下颌和颞下颌关节，用以固定上下颌模型，并可在一定程度上模拟下颌运动的仪器[1]。在临床中通常需要使用殆架辅助修复体设计，通过在殆架上模拟下颌个性化功能运动进行修

DOI：10.12337/zgkqjxjyzz.2023.02.008

基 金 项 目：四川大学横向技术项目全瓷修复材料美学效果的评价与临床应用研究（项目编号：22H0421）

Supported by：

复体形态和功能的调整，从而达到修复体与患者口颌系统相协调的理想状态，降低临床调殆时间[2-5]。

在使用殆架时，为了获得与患者口内咬合运动情况尽可能一致的模拟效果，通常需要先利用面弓将模型转移到殆架上（图 1~ 图 4）。通过面弓转移，可将上颌牙列相对于颞下颌关节铰链轴的相对位置关系进行转移，使模型相对于殆架关节结构的位置关系与患者实际情况相匹配，从而降低由于铰链轴不同导致的开闭口弧度不一致造成的咬合误差[6-7]。

将面弓转移所获取的上颌与颞下颌关节铰链轴相对位置关系转移至配套殆架时，有三种常用的方式。可直接将面弓复位于殆架（图 2）或者将万向关节与殆叉通过转移配件复位于殆架（图 3），也可先将万向关节与殆叉复位于转移台，后再将上颌模型通过转移台转移至殆架（图 4）。

随着数字化技术的的快速发展与普及，虚拟殆架系统也在口腔数字化设计软件中得到广泛应用[8-13]。为了将实体殆架转移的个性化数据对接到虚拟殆架，通常需要使用配套的殆架扫描转移装置对实体模型进行扫描，从而将实体殆架上石膏模型（图 5）的空间位置关系转移到虚拟殆架中（图 6），以进行修复体的数字化设计与制作。

传统的实体殆架与虚拟殆架的对接流程较为繁琐，同时需要使用咬合记录硅橡胶或者零膨胀石膏等材料对模型进行复位与固定，耗时费力。在这些操作步骤中，因操作人员熟练程度不同，模型没有精准复位于咬合记录硅橡胶等因素均会导致转移误差的产生，对模型在虚拟殆架中相对空间位置的精确转移产生不利影响[2-4]。

为了提高将上颌模型位置关系转移到虚拟殆架上的精度，减少人为因素干扰，本文介绍一种直接扫描殆叉上的咬合印记来转移上颌模型至虚拟殆架上的技术，从而避免了传统的实体殆架转移流程，提升了转移的精度与效率。

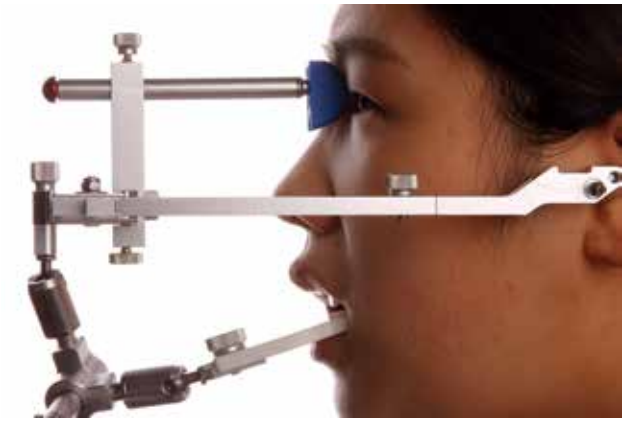

图 1　面弓转移

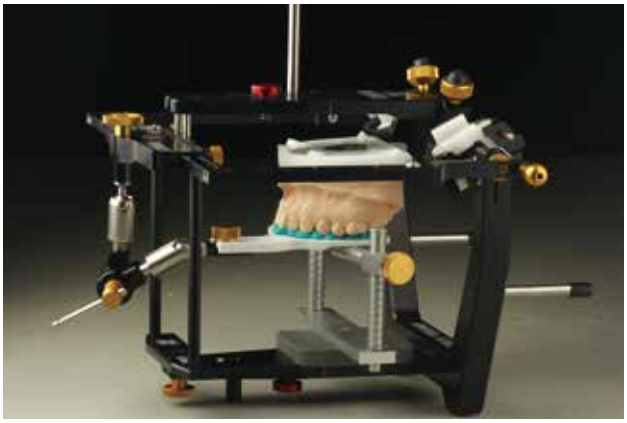

图 2　将面弓直接复位于殆架

图 3　将万向关节与殆叉通过转移配件复位于殆架

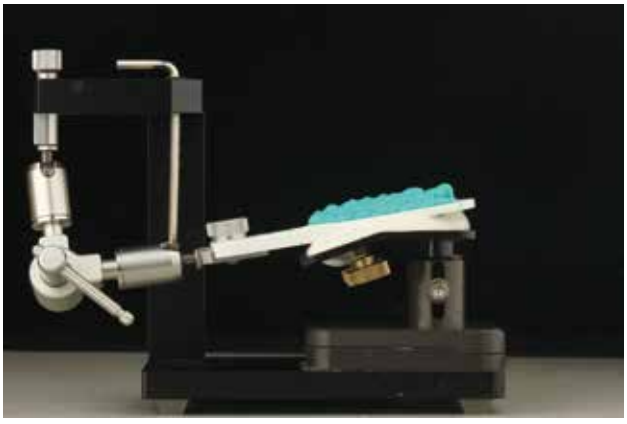

图 4　将万向关节与殆叉复位于转移台

图 5　通过扫描配件转移模型位置

a. 将模型转移至实体殆架；b. 将模型放置于虚拟殆架的扫描配件上

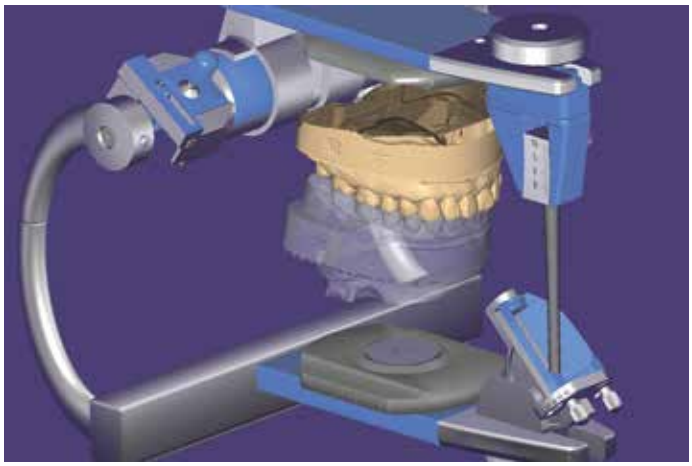

图 6　通过扫描配件实现模型在虚拟殆架中的空间位置转移

2　材料和方法

2.1　面弓转移及模型制备

首先，采用传统的机械面弓对患者进行面弓转移，获得包含有上颌位置关系的万向关节与殆叉（图 7）。使用咬合记录硅橡胶或者零膨胀石膏将殆叉固定于转移台底座上（图 8）。同时制取硅橡胶印模，灌注超硬石膏模型（图 9）。

2.2　获取模型与咬合数据

利用齿科三维模型扫描仪（DS300，先临三维公司，中国）对患者上下颌模型以及咬合关系进行扫描，以获得患者牙列模型的三维表面数据与上下颌相对位置关系（图 10），并将包含有咬合关系数据的上下颌模型数据保存为标准细分曲面语言（standard tessellation language，STL）格式。

2.3　获取殆叉的空间位置

将固定了殆叉的转移台底座放入扫描仪扫描殆架的配套转移装置（图 11）中，使用殆架扫描模式进行扫描（图 12），以获取殆叉相对于虚拟殆架的空间位置关系 (图 13)。

2.4　上颌模型数据与殆叉中咬合印记数据的匹配

将患者上颌模型数据与殆叉咬合印记数据导入 EXOCAD 软件（Exocad 3.0，GmbH 公司，德国）中进行空间匹配。利用“匹配网格”功能，在

图 7　获得的万向关节与殆叉

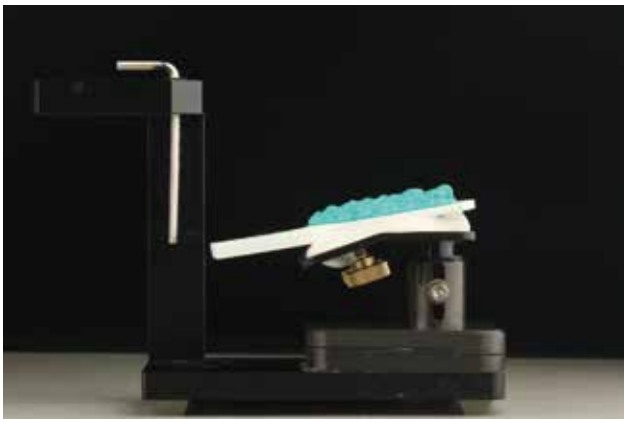

图 8　将殆叉固定于转移台

图 9　获得的石膏模型

a. 上颌模型；b. 下颌模型；c. 上下颌模型咬合关系

图 10　获得的模型扫描数据

a. 上颌模型扫描数据；b. 下颌模型扫描数据；c. 上下颌模型咬合关系扫描数据

图 11　将转移台底座放入扫描殆架配套转移装置

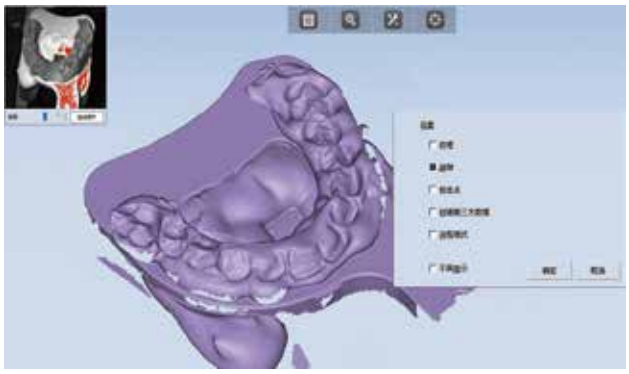

图 12　选择殆架扫描模式扫描殆叉与咬合印记

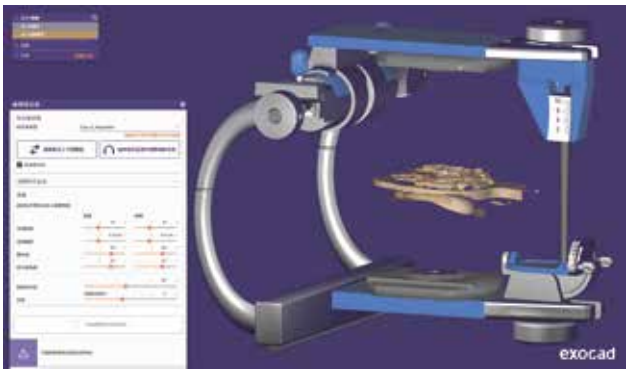

图 13　转移殆叉相对于虚拟殆架的空间位置关系

殆叉咬合印记及上颌模型数据中选择对应的标志点进行匹配，并使用软件计算获取最佳匹配结果（图 14），将上颌模型转移至与殆叉一致的空间坐标系（图 15），从而完成上颌模型数据在虚拟殆架中的相对位置关系的确定（图 16）。

2.5　匹配下颌模型数据至虚拟殆架

将包含有咬合关系数据的上下颌三维数据作为一个整体数据导入 EXOCAD 软件中，与已经完成在虚拟殆架中相对位置关系转移的上颌模型数据进行空间匹配。利用“匹配网格”功能，在整体模型数据中选择与上颌模型对应的标志点进行匹配，并使用软件获取最佳匹配结果（图 17），从而完成整体模型在虚拟殆架中的定位。将完成空间匹配的上下颌模型数据按照调整后的空间位置关系分别导出为 STL 格式，即可获得包含有在虚拟殆架中准确空间位置关系的模型数据（图 18）。

图 14　扫描模型与殆叉咬合印记的匹配

a. 选择对应标志点进行上颌模型与殆叉的匹配；b. 执行匹配；c. 执行最佳匹配

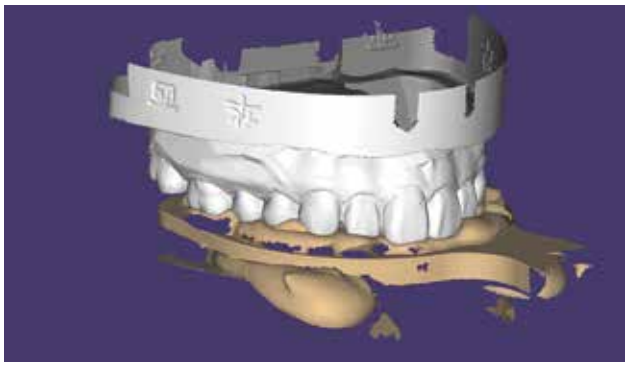

图 15　将上颌模型转移至与殆叉一致的空间坐标系

图 16　上颌模型数据在虚拟殆架中的相对位置关系转移完成

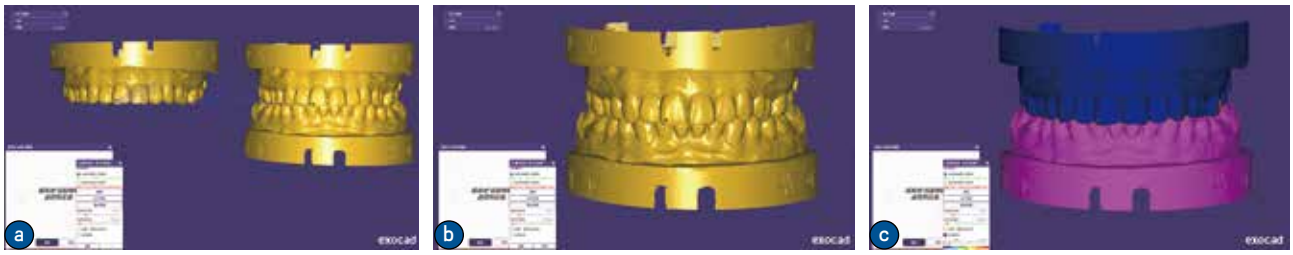

图 17　整体模型与上颌模型的匹配

a. 选择对应标志点进行整体模型与上颌模型的匹配；b. 执行匹配；c. 执行最佳匹配

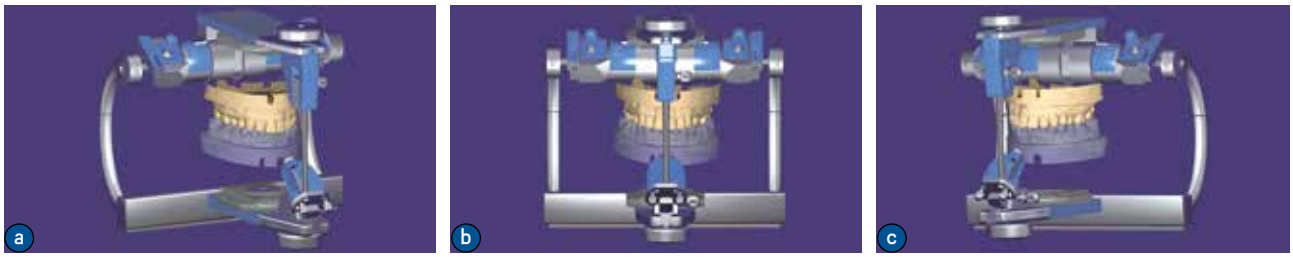

图 18　完成模型在虚拟殆架中的相对位置关系的转移

2.6　其他

当临床应用口内扫描仪进行模型数据获取时，此技术也可以通过如下方式获得良好的整合。

使用口内扫描仪（Trios3，3shape，丹麦）获得上下颌口扫模型数据，再通过扫描的殆叉将口扫模型转移至虚拟殆架上（图 19）。

3　结果

通过扫描含有咬合印记的殆叉获得上颌咬合印记与虚拟殆架的空间位置关系，再经过匹配网格的方式将患者的石膏模型或者口扫模型转移到虚拟殆架中，可取消将模型转移到实体殆架的传统操作步骤，减少转移殆架时人为操作误差的产生，从而更加便捷高效地完成虚拟殆架的转移。

4　讨论

随着数字化技术的普及，借助虚拟颌架进行修复体的精确调殆是目前修复体设计的常用方法，可降低临床的椅旁调殆时间。然而，传统的虚拟殆架转移过程需要先将模型转移至实体殆架，需要经过制取模型、转移面弓、转移上颌模型到实体殆架、转移下颌模型到实体殆架、转移实体殆架中模型的空间位置关系到虚拟殆架这一系列的操作过程。其中，模型与咬合记录的精准复位等流程技术敏感性高，对医师或技师的经验要求较为苛刻，容易造成转移误差 [2-5]。

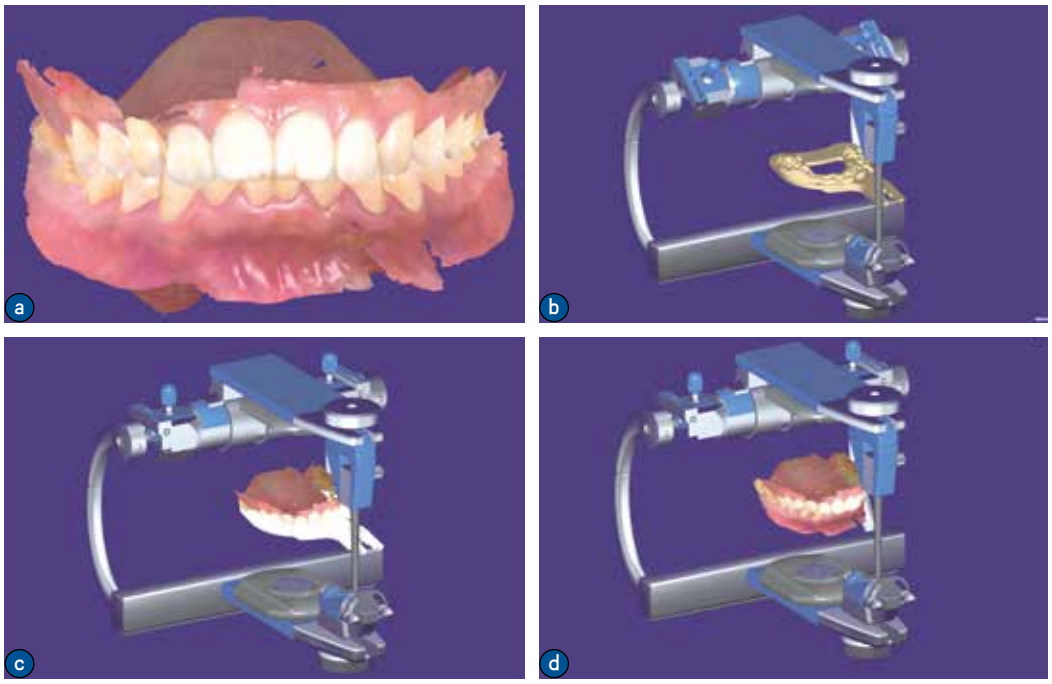

图 19　口扫模型在虚拟殆架中的转移

a. 获得上下颌口扫模型数据；b. 将上颌殆叉转移至虚拟殆架；c. 通过匹配上颌殆叉将上颌口扫模型转移至虚拟殆架；d. 通过上下颌口扫模型咬合关系将下颌口扫模型转移至虚拟殆架

本技术基于扫描殆叉的咬合印记并使用软件对模型进行空间匹配，可免去传统面弓转移的后续操作步骤，避免上述因素可能产生的影响，从而提高模型转移到虚拟殆架的效率与精度。当临床端运用口扫进行模型数据制取时，也可以通过扫描的殆叉将口扫模型个性化地转移至虚拟殆架，提升了临床效率[14]。

本技术目前仍然存在一定不足。首先，技术涉及的数字化设备及成本较高，同时需要医师或技师有较高的软件操作水平。在获取上颌模型与铰链轴的空间位置关系时需要利用传统的实体面弓，同时转移过程也需要利用配套的转移配件，是一种“半数字化”的流程，未来需要结合虚拟面弓等技术进行进一步的优化[2-5,12,13,15-17]。对于一些特定的需要在实体模型和实体殆架上进行操作的病例，如何将虚拟殆架中精确的模型位置逆向转移至实体殆架上需要进一步的研究。同时需要进行进一步的对照实验，对本技术与传统虚拟殆架转移技术的精确性与效率进行对比研究，从而为此技术在临床实际病例中的应用提供更多数据支持[18-21]。

5　结论

利用殆叉上的咬合印记将模型空间关系直接转移至虚拟殆架是一种可行的方式，未来需要进一步开展临床对照实验对其精确性及效率进行研究。

参考文献

[1] 赵铱民 . 口腔修复学 [M]. 第 8 版 . 北京 : 人民卫生出版社 , 2020.

[2] Yang S, Feng N, Li D, et al. A novel technique to align the intraoral scans to the virtual articulator and set the patient-specific sagittal condylar inclination[J]. J Prosthodont. 2022; 31(1):79-84.

[3] Yang S, Dong B, Zhang Q, et al. An indirect digital technique to transfer 3D printed casts to a mechanical articulator with individual sagittal condylar inclination settings using CBCT and intraoral scans[J]. J Prosthodont. 2022; 31(9):822-827.

[4] Lepidi L, Galli M, Mastrangelo F, et al. Virtual articulators and virtual mounting procedures: Where do we stand[J]. J Prosthodont. 2021; 30(1):24-35.

[5] Li J, Chen Z, Dong B, et al. Registering maxillomandibular relation to create a virtual patient integrated

with a virtual articulator for complex implant rehabilitation: A Clinical Report[J]. J Prosthodont. 2020; 29(7):553-557.

[6] Farias-Neto A, Dias AH, de Miranda BF, et al. Face-bow transfer in prosthodontics: a systematic review of the literature[J]. J Oral Rehabil. 2013; 40(9):686-692.

[7] Suman V, Sonnahalli NK, Chowdhary R. Use of Facebow device in prosthodontics: A systematic review on randomized control trials[J]. J Indian Prosthodont Soc. 2021; 21(1):11-18.

[8] 王宇轩 , 杨静文 , 许桐楷 , 等 . 数字化颌位关系转移方法应用于咬合重建的精度研究 [J]. 口腔颌面修复学杂志 , 2022; 23(2):115-123.

[9] 王宇轩 , 许桐楷 , 姜婷 . 数字化颌位关系转移方法的研究进展 [J]. 口腔颌面修复学杂志 , 2021; 22(01):61-65.

[10] Kordass B, Gärtner C, Söhnel A, et al. The virtual articulator in dentistry: concept and development[J]. Dent Clin North Am. 2002; 46(3):493-506.

[11] Koralakunte PR, Aljanakh M. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry[J]. J Clin Diagn Res. 2014; 8(7):ZE25-28.

[12] Lepidi L, Chen Z, Ravida A, et al. A full-digital technique to mount a maxillary arch scan on a virtual articulator[J]. J Prosthodont. 2019; 28(3):335-338.

[13] Lepidi L, Suriano C, Wang HL, et al. Digital fixed complete-arch rehabilitation: From virtual articulator mounting to clinical delivery[J]. J Prosthet Dent. 2022; 127(3):398-403.

[14] Lustig LL, Williams W, Gozalo-Diaz D. Printing and mounting digital casts in the centric relation position for use on an analog articulator: A dental technique[J]. J Prosthet Dent. 2021; 125(4):581-584.

[15] Petre A, Drafta S, Stefanescu C, et al. Virtual facebow technique using standardized background images[J]. J Prosthet Dent. 2019; 121(5):724-728.

[16] Lam WYH, Hsung RTC, Choi WWS, et al. A clinical technique for virtual articulator mounting with natural head position by using calibrated stereophotogrammetry[J]. J Prosthet Dent. 2018; 119(6): 902-908.

[17] Solaberrieta E, Otegi JR, Mínguez R, et al. Improved digital transfer of the maxillary cast to a virtual articulator[J]. J Prosthet Dent. 2014; 112(4):921-924.

[18] Úry E, Fornai C, Weber GW. Accuracy of transferring analog dental casts to a virtual articulator[J]. J Prosthet Dent. 2020; 123(2):305-313.

[19] He M, Ding Q, Li L, et al. The accuracy of transferring casts in maximal intercuspal position to a virtual articulator[J]. J Prosthodont. 2022; 31(4):326-332.

[20] Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, et al. Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator[J]. J Prosthet Dent. 2015; 113(3):191-197.

[21] Li J, Chen Z, Decker AM, et al. Trueness and precision of economical smartphone-based virtual facebow records[J]. J Prosthodont. 2022; 31(1):22-29.

（上接 115 页）

[16] 胡哲文 , 李伟伟 , 张馨月 , 等 . 牙列模型咬合关系三维扫描重建辅助装置的精度评价 [J]. 中华口腔医学杂志 , 2016, 51(8):501-504.

[17] Clark WA, Duqum I, Kowalski BJ. The digitally replicated denture technique: a case report[J]. J Esthet Restor Dent. 2019; 31(1):20-25.

[18] Srinivasan M, Schimmel M, Naharro M, et al. CAD/CAM milled removable complete dentures: time and cost estimation study[J]. J Dent. 2019; 80:75-79.

[19] Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, et al. Comparison of denture base adaptation between CAD/CAM and conventional fabrication techniques[J]. J Prosthet Dent. 2016; 116(2):249-256.

[20] Oh KC, Kim JH, Kim N, et al. Denture-reversing technique forassessing the soft tissue dimensional changes according toartificial tooth position in completely edentulous patients[J]. J Prosthet Dent. 2020; 124(2):157-160.

[21] Tasopoulos T, Kouveliotis G, Karoussis I, et al. A Full Digital Workflow for the Duplication of an Existing Implant Retained Overdenture Prosthesis: A Novel Approach[J]. J Prosthodont. 2021; 30(7):555-560.

[22] Lepidi L, Galli M, Mastrangelo F, et al. Virtual Articulators and Virtual Mounting Procedures: Where Do We Stand[J]? J Prosthodont. 2021; 30(1):24-35.