

肯氏 I、II 类牙列缺损数字化印模及模型在可摘局部义齿中的应用

黄建波 梅子彧 黄罡 郭亚林 孟翔峰

南京大学医学院附属口腔医院 南京市口腔医院修复工艺科

南京大学口腔医学研究所, 南京 210000

[摘要] **目的** 评估肯氏 I、II 类牙列缺损数字化印模及树脂模型技术在可摘局部义齿 (RPD) 中的应用效果。**方法** 选择肯氏 I、II 类牙列缺损患者, 按照义齿制作流程分组: 数字化印模/树脂模型/钴铬合金铸造支架组 (A 组)、数字化印模/树脂模型/激光打印钛支架组 (B 组)、藻酸盐印模/石膏模型/钴铬合金铸造支架组 (C 组)、藻酸盐印模/石膏模型/激光打印钛支架组 (D 组), 每组 40 例。对最终完成的 RPD 在口内就位情况进行检查, 评估指标包括卡环固位力、连接体和基托在口内的密合度、咬合准确度, 各项指标评估分值使用 Kruskal-Wallis 秩和检验进行分析。**结果** 4 组 RPD 各项指标的评分值差异无统计学意义。**结论** 利用数字化印模及树脂模型完成的铸造钴铬合金和激光打印钛支架式 RPD 能够满足肯氏 I、II 类牙列缺损患者的临床修复要求。

[关键词] 牙列缺损; 肯氏 I、II 类; 可摘局部义齿; 数字化印模; 树脂模型

[中图分类号] R783.2 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2024.2024103



本文链接 开放科学标识码

Application of digital impression and model in removable partial dentures for Kennedy class I and II dentition defects

Huang Jianbo, Mei Ziyu, Huang Gang, Guo Yalin, Meng Xiangfeng

Dept. of Prosthodontic Technology, Affiliated Stomatological Hospital of Medical School, Nanjing Stomatological Hospital, Research Institute of Stomatology, Nanjing University, Nanjing 210000, China

Correspondence: Meng Xiangfeng, E-mail: mengsoar@nju.edu.cn

[Abstract] **Objective** This study aimed to evaluate the application of digital impression and resin model technology in removable partial dentures (RPD) for Kennedy class I and II dentition defects. **Methods** Patients with Kennedy class I or II dental defect were selected and grouped in accordance with the following denture production processes: digital impression/resin model/cast cobalt-chromium alloy framework group (group A), digital impression/resin model/laser printed titanium framework group (group B), alginate impression/plaster model/cast cobalt-chromium alloy framework group (group C), and alginate impression/plaster model/laser printed titanium framework group (group D), with 40 cases in each group. The final RPD was examined in place in the mouth, and the evaluation indicators included the retention force of clamp ring, the tightness of connector and base, and the accuracy of occlusion. The evaluation scores of each index were used for analysis on the Kruskal-Wallis rank-sum test. **Results** No statistically significant difference in the score of each index was found among the four groups in RPD. **Conclusion** The cast cobalt-chromium alloy and laser-printed titanium framework RPD using digital impression and resin model can meet the clinical restoration requirements of patients with Kennedy class I and II dentition defects.

[Key words] dental defect; Kennedy class I and II; removable partial dentures; digital impressions; resin model

[收稿日期] 2024-03-22; **[修回日期]** 2024-05-31

[作者简介] 黄建波, 主管技师, 学士, E-mail: 247001061@qq.com

[通信作者] 孟翔峰, 主任医师, 博士, E-mail: mengsoar@nju.edu.cn

cn

随着数字化技术的进步，口内数字化印模和3D打印树脂模型技术已被广泛运用在口腔固定修复领域中，并取得了优良的临床修复效果^[1-3]。张楠等^[4]尝试将口内数字化印模技术应用到肯氏Ⅲ、Ⅳ类牙列缺损的可摘局部义齿（removable partial dentures, RPD）中，获得了满意的临床需求。但对于肯氏Ⅰ、Ⅱ类牙列缺损的口内数字化扫描，普遍认为扫描精度有待提高，因为扫描区域大如跨牙弓扫描，牙弓表面形态复杂如有牙区和无牙区的高低差，硬组织及软组织的识别等，都会导致扫描精度下降^[5-8]。因此口内数字化印模技术在肯氏Ⅰ、Ⅱ类牙列缺损RPD中的应用，鲜有报道。本研究旨在评估肯氏Ⅰ、Ⅱ类牙列缺损口内数字化印模及打印树脂模型能否满足金属支架式RPD的临床制作要求。

1 材料和方法

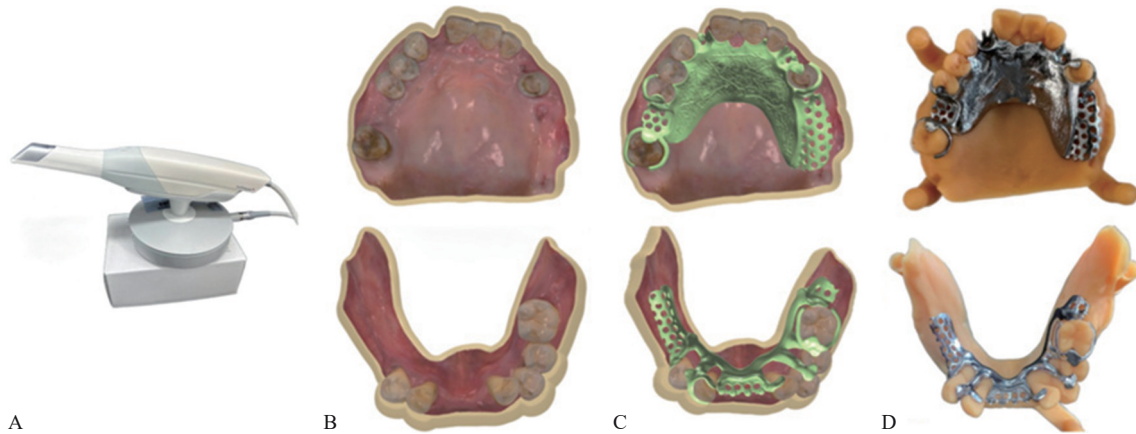
1.1 研究对象

选择2023年1—12月因肯氏Ⅰ、Ⅱ类牙列缺损在南京大学医学院附属口腔医院拟行金属支架式RPD的患者106人，其中男60人，女46人。患者年龄52~88岁，平均年龄（65.6±3.8）岁。54人行上、下颌修复，52人行单颌修复。本研究考虑到牙列缺损区牙槽嵴顶黏膜组织的健康状况，因

此患者的纳入标准为牙列缺损区牙槽嵴顶软组织厚度适中、角化程度高、有韧性者。本研究经南京大学医学院附属口腔医院伦理委员会批准（编号：NJSJH-2024NL-019），所有受试患者均签署知情同意书。

1.2 金属支架式RPD制作流程和分组

按照金属支架式RPD制作流程的不同分为4组，每组40例。各组具体制作流程如下。A组（数字化印模/树脂模型/钴铬合金铸造支架组）：利用口内数字化印模，打印树脂模型，再利用该模型来制作钴铬合金铸造支架；B组（数字化印模/树脂模型/激光打印钛支架组）：利用口内数字化印模，打印树脂模型，同步运用RPD设计软件（3Shape Dental System, 3shape公司，丹麦）完成支架设计，最后采用激光选区熔融技术获得钛支架（图1）；C组（藻酸盐印模/石膏模型/钴铬合金铸造支架组）：通过藻酸盐印模材获取印模，并灌注石膏工作模型，利用该模型制作钴铬合金铸造支架；D组（藻酸盐印模/石膏模型/激光打印钛支架组）：通过藻酸盐印模材获取印模，并灌注石膏工作模型，将石膏模型通过台式光学扫描仪（E3, 3shape公司，丹麦）转化成数字化模型，运用RPD设计软件完成支架设计，最后采用激光选区熔化技术获得钛支架（图2）。所有完成的RPD均进行相对应的模型编号。



A: 口内扫描设备; B: 数字化印模; C: 支架的数字化设计; D: 钛支架在树脂模型上就位。

图1 数字化印模/树脂模型/激光打印钛支架组的制作步骤

Fig 1 Production steps of digital impression/resin model/laser printed titanium framework group

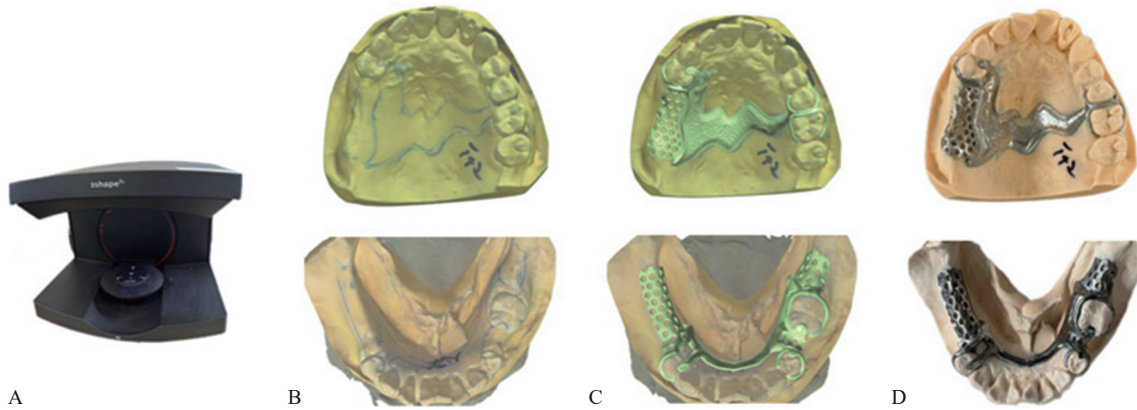
当数字化印模扫描中出现孔洞、软组织边缘扫描不全、扫描件碎屑等缺陷时（图3），需要对扫描数据进行移除扫描件碎屑、闭合孔洞、改善扫描件边界等处理。当牙槽嵴软组织异常松软，或者基托必需的伸展范围无法扫描完整，需要对基托的边缘形态进行功能整塑时，对牙列游离端

缺损的树脂模型区域进行分段打印，利用RPD的局部二次印模来提高印模的准确性（图4）。

1.3 评估方法

RPD在首次试戴时，由南京大学医学院附属口腔医院副主任医师及以上职称的修复医生对RPD卡环固位力、连接体和基托在口内的密合度

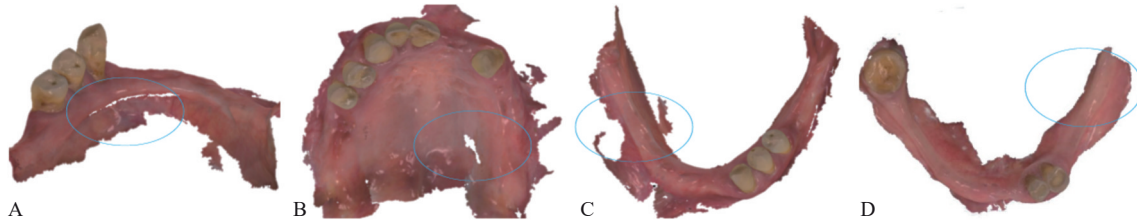
以及咬合准确度进行评估,并记录下检查结果。



A: 口外扫描设备; B: 石膏模型的数字化转换; C: 支架的数字化设计; D: 钛支架在石膏模型上就位。

图 2 藻酸盐印模/石膏模型/激光打印钛支架组的制作步骤

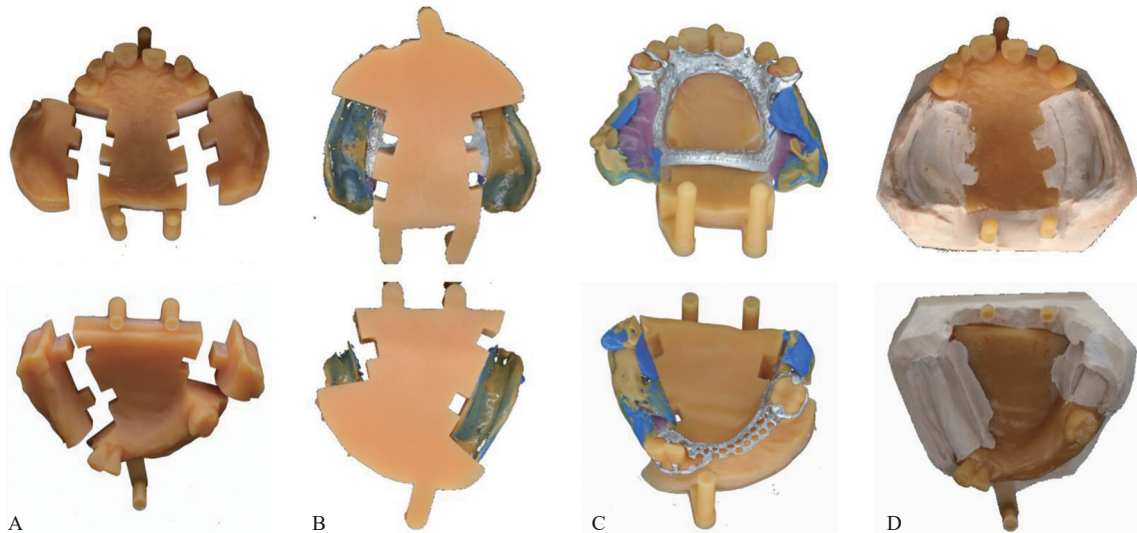
Fig 2 Production steps of alginate impression/plaster model/laser printed titanium framework group



A: 扫描不完整; B: 扫描孔洞; C: 扫描拼接重叠、碎屑; D: 基托边缘扫描不全。圆圈示缺陷。

图 3 数字化印模的缺陷

Fig 3 The defects of digital impression



A: 树脂模型分段打印; B: 利用 RPD 支架制取游离端牙列缺损区域的局部印模; C: 附带二次印模的 RPD 支架在树脂模型上就位; D: 石膏灌注后的工作模型。

图 4 分段打印树脂模型结合局部印模法

Fig 4 Segmented printing resin model combined with local impression method

卡环固位评定: 0分, 卡环位置准确, 就位顺利, 卡环和牙面密合, 固位力适当; 1分, 卡环就位有阻力, 需要临床少量调磨, 就位后卡环和牙面密合, 固位力适当; 2分, 卡环就位困难或者就

位后卡环离开基牙牙面, 临床需要大量研磨, 就位后卡环固位力过大或过小。

连接体和基托评定: 0分, 修复体就位后, 连接体与基托的组织面和黏膜密合, 整体稳定, 无

压迫、无支点翘动；1分，修复体就位后连接体与基托的组织面和黏膜密合度及稳定一般，口内轻微翘动、压迫，组织面临床需少量研磨；2分，修复体就位后连接体与基托的组织面和黏膜不密合，稳定度差，且有明显支点翘动，压迫严重，调改无效。

咬合准确度评定：0分，修复体就位后，人工牙和自然牙在牙尖交错位时，所有牙均咬合接触，前伸运动和侧方运动时需要少量研磨，没有早接触；1分，修复体就位后，需要磨除少量的早接触能达到牙尖交错位，使得所有咬合能均匀接触，前伸运动与侧方运动时需要适当调磨；2分，修复体就位后咬合明显偏高或偏低，需要进行大幅度的调整。

表 1 4组RPD卡环固位力、连接体和基托密合度、咬合准确度评估分值计数及其占比

Tab 1 Counts of evaluation scores for retention force of clamp ring, tightness of connector and base, and accuracy of occlusion, as well as their proportion within the group *n* (%)

组别	卡环固位力			连接体和基托密合度			咬合准确度		
	0分	1分	2分	0分	1分	2分	0分	1分	2分
A组	35 (87.5)	4 (10.0)	1 (2.5)	36 (90.0)	3 (7.5)	1 (2.5)	33 (82.5)	5 (12.5)	2 (5.0)
B组	36 (90.0)	3 (7.5)	1 (2.5)	34 (85.0)	4 (10.0)	2 (5.0)	31 (77.5)	6 (15.0)	3 (7.5)
C组	35 (87.5)	3 (7.5)	2 (5.0)	37 (92.5)	2 (5.0)	1 (2.5)	31 (77.5)	7 (17.5)	2 (5.0)
D组	34 (85.0)	4 (10.0)	2 (5.0)	35 (87.5)	3 (7.5)	2 (5.0)	30 (75.0)	6 (15.0)	4 (10.0)
<i>H</i> 值	0.477			1.260			0.771		
<i>P</i> 值	0.924			0.739			0.856		

3 讨论

国内目前临床获得肯氏 I、II 类牙列缺损患者印模的方法仍然以制式托盘结合藻酸盐印模材料为主流。这种印模制取方法对于缺乏专科训练的年轻医生或者全科医生来说具有一定的难度，容易出现印模误差，导致 RPD 的制作失败。随着扫描仪的更新迭代，口内数字化扫描的精度越来越高，但研究^[5-8]显示牙列扫描区域越大，牙弓表面越复杂，精度越低，因此数字化印模对于游离端牙列缺损剩余牙槽嵴的复制精度仍有待提高。同时游离端牙列缺损的 RPD 大多数采用混合支持式设计，义齿组成部件多，形状复杂，采用纯粹的量化分析及评价指标非常困难，一般通过主观评价指标来评估义齿制作的精度^[9]。而本研究采用了一定的主观评价指标，由南京大学医学院附属口腔医院副主任医师及以上职称的临床人员对传统印模和数字化印模制作的钴铬合金和钛支架 RPD 在工作模型、患者口内的适合性进行评估，

1.4 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件，对各项检查指标的评估分值进行 Kruskal-Wallis 秩和检验，检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

4 组 RPD 的卡环固位力、连接体和基托密合度、咬合准确度评估分值计数及其组内占比见表 1。4 组间 3 项评估指标差异无统计学意义 ($P>0.05$)。3 项评估指标均以 0 分为主，其在各组所占比例：卡环固位力以 B 组最高 (90.0%)，连接体和基托密合度以 C 组最高 (92.5%)，咬合准确度以 A 组最高 (82.5%)。

发现口内数字化印模技术在 RPD 中的应用是非常有临床意义的。

尽管初期临床效果是好的，但在具体制作上也有一些问题需要应对与解决。口内扫描采集的三维数据是通过连续照片依次拼接而成的虚拟影像，拼接的次数越多，数据越不准确，虚拟影像也越容易与实际组织结构存在误差^[10-12]。肯氏 I、II 类牙列缺损的数字化印模容易出现扫描缺陷，主要位于上颌结节区以及磨牙后垫区、上颌腭部、边缘封闭区、舌下区，表现为孔洞、软组织边缘扫描不全、扫描件碎屑等印模缺陷。面对这些缺陷，在义齿设计前，需要对扫描数据进行处理如移除扫描件碎屑、闭合孔洞、改善扫描件边界。

口内数字化印模技术的有效利用，离不开配套使用的打印树脂模型。有研究^[13]报道树脂打印广泛地应用于制作模型以及修复体，精度能够得到保证。而本研究的评估结果进一步证实了打印树脂模型能够满足 RPD 制作的模型要求。同时打印树脂模型还能够规避温度、湿度和消毒处理对藻酸盐印模的影响，石膏的灌注误差、膨胀以及

技师制作义齿过程中对石膏模型损伤的可能性等问题^[14]。

尽管本研究 4 组 RPD 制作流程之间的指标评估差异很小,但也能够发现不同制作流程所带来的微小变化。对于卡环固位来说,B 组 0 分记录比例达到了 90.0%,这提示数字化印模的基牙精度准确,通过设计软件来控制基牙倒凹的深度是可靠的。在连接体与基托密合度方面,A 和 C 组的 0 分记录比例达到了 90%,要高于 B 和 D 组的,这个微小差异的影响因素不仅是印模技术,更可能是支架材料,这提示钴铬合金铸造支架在连接体和基托密合性上还要稍优于钛打印支架。尽管影响 RPD 咬合精度的因素很多,但 A 组在咬合精度获得 0 分记录比例最高,因为在获取数字化印模的同时,患者口内存在的稳定正中咬合关系也能够被记录^[14],打印树脂模型也能够将数字化记录的口内稳定咬合关系完整复制下来。

本研究获得的牙槽嵴顶软组织数字化信息不具有功能状态特征,但 A 组的咬合准确度仍然是最高的,这提示厚度适中、角化程度高、有韧性的牙槽嵴顶软组织对咬合的影响也许可以忽略。但在临床实际中,仍然会遇到一些特殊情况,如肉眼可见的牙槽嵴软组织异常松软,基托必需的伸展范围没有扫描完整,以及需要对基托的边缘形态进行功能整塑等,本研究建议采取一定的措施进行弥补,通过对牙列游离端缺损的树脂模型区域进行分段打印,再利用 RPD 的局部二次印模来提高印模的准确性。

总之,利用数字化印模及树脂模型完成的铸造钴铬合金和激光打印钛支架式 RPD 能够满足肯氏 I、II 类牙列缺损患者的临床修复要求,但仍需要长期的临床观察去验证。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] 奚祺, 吴国锋. 数字化口内扫描技术的发展与应用[J]. 实用口腔医学杂志, 2021, 37(1): 136-140.
Xi Q, Wu GF. The development and application of digital intraoral scanning technology[J]. J Pract Stomatol, 2021, 37(1): 136-140.
- [2] Shimizu S, Shinya A, Kuroda S, et al. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses[J]. Dent Mater J, 2017, 36(4): 402-407.
- [3] Su TS, Sun J. Intraoral digital impression technique: a review[J]. J Prosthodont, 2015, 24(4): 313-321.
- [4] 张楠, 刘庆, 刘娜, 等. 数字化印模对可摘局部义齿临床适合性的影响[J]. 口腔医学研究, 2019, 35(1): 67-70.
Zhang N, Liu Q, Liu N, et al. Influence of digital impression on clinical adaptation of removable partial dentures [J]. J Oral Sci Res, 2019, 35(1): 67-70.
- [5] Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: a literature review[J]. J Prosthodont Res, 2020, 64(2): 109-113.
- [6] Ender A, Mehl A. *In-vitro* evaluation of the accuracy of conventional and digital methods of obtaining full-arch dental impressions[J]. Quintessence Int, 2015, 46(1): 9-17.
- [7] Schmidt A, Klusmann L, Wöstmann B, et al. Accuracy of digital and conventional full-arch impressions in patients: an update[J]. J Clin Med, 2020, 9(3): 688.
- [8] Aswani K, Wankhade S, Khalikar A, et al. Accuracy of an intraoral digital impression: a review[J]. J Indian Prosthodont Soc, 2020, 20(1): 27-37.
- [9] Barsby MJ, Schwarz WD. The qualitative assessment of cobalt-chromium castings for partial dentures[J]. Br Dent J, 1989, 166(6): 211-216.
- [10] Iturrate M, Minguez R, Pradies G, et al. Obtaining reliable intraoral digital scans for an implant-supported complete-arch prosthesis: a dental technique[J]. J Prosthet Dent, 2019, 121(2): 237-241.
- [11] Hack G, Liberman L, Vach K, et al. Computerized optical impression making of edentulous jaws—An *in vivo* feasibility study[J]. J Prosthodont Res, 2020, 64(4): 444-453.
- [12] Pesce P, Pera F, Setti P, et al. Precision and accuracy of a digital impression scanner in full-arch implant rehabilitation[J]. Int J Prosthodont, 2018, 31(2): 171-175.
- [13] 白石柱, 张生睿, 龚旭, 等. 3D 打印及其在口腔医学中的应用(三)——常用材料[J]. 实用口腔医学杂志, 2022, 38(4): 546-552.
Bai SZ, Zhang SR, Gong X, et al. 3D printing and its applications in stomatology (III)—Common materials[J]. J Pract Stomatol, 2022, 38(4): 546-552.
- [14] Park JS, Lim YJ, Kim B, et al. Clinical evaluation of time efficiency and fit accuracy of lithium disilicate single crowns between conventional and digital impression [J]. Materials (Basel), 2020, 13(23): 5467.

(本文编辑 杜冰)