

上前牙区改良数字化印模复制穿龈轮廓的临床研究

梁亮 鄢雷 施斌

东莞健力口腔医院种植科, 东莞 523000

通信作者: 梁亮, Email: 1270347750@qq.com

【摘要】 目的 对比研究改良数字化印模与传统个性化印模在上前牙区种植美学修复中复制穿龈轮廓的临床效果。方法 选取2021年3—12月在东莞健力口腔医院已行美学区种植, 需要继续行美学修复的患者, 进行前瞻性临床研究。经种植临时冠获得理想的软组织塑形后, 采取随机数抽签确定印模方法。改良数字化印模为试验组(数字化组), 传统聚醚橡胶个性化印模为对照组(聚醚橡胶组)。主要评价指标为穿龈轮廓复制精确度, 次要评价指标为印模时间、咬合及邻接精确度、患者VAS印模舒适度。采用两样本的 t 检验分析穿龈轮廓精确度(软件分析)、印模时间及舒适度的组间差异; 采用Wilcoxon秩和检验分析咬合、邻接及穿龈轮廓精确度(主观评价)的组间差异。结果 每组纳入病例20例, 共40例。数字化组穿龈形态误差为 (0.39 ± 0.09) mm, 明显小于聚醚橡胶组 (0.60 ± 0.09) mm, 差异有统计学意义($t = -7.525, P < 0.001$); 数字化组平均印模时间 (19.5 ± 3.1) min, 明显少于聚醚橡胶组 (39.3 ± 6.1) min, 差异有统计学意义($t = -13.017, P < 0.001$)。数字化组的咬合精确度($Z = -1.025, P = 0.305$)及邻接精确度($Z = -1.233, P = 0.218$)与聚醚橡胶组差异均无统计学意义, 在穿龈轮廓复制精确度方面明显优于聚醚橡胶组, 差异有统计学意义($Z = -4.684, P < 0.001$); VAS得分数字化组 (2.45 ± 1.10) 显著低于聚醚橡胶组 (7.00 ± 1.45) , 差异有统计学意义($t = 11.179, P < 0.001$)。结论 前牙美学区改良数字化印模技术与传统个性化印模技术两种方法的临床结果均较好, 数字化印模技术在临床效率、精确性及舒适性上更具优势。

【关键词】 口腔美学; 牙种植体; 数字化印模; 穿龈轮廓

引用著录格式: 梁亮, 鄢雷, 施斌. 上前牙区改良数字化印模复制穿龈轮廓的临床研究[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2024, 18(2): 103-110.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.02.005

Evaluation of implant impression methods in patients with digital custom workflow in upper anterior region

Liang Liang, Yan Lei, Shi Bin

Department of Implantology, Jianli Stomatological Hospital of Dongguan, Dongguan 523000, China

Corresponding author: Liang Liang, Email: 1270347750@qq.com

【Abstract】 Objective To compare the clinical outcomes of modified digital custom implant impression and conventional custom implant impression method in the upper anterior region. **Methods** A prospective randomized clinical trial was conducted on patients who had received dental implants in upper anterior region in Jianli Stomatological Hospital of Dongguan from March 2021 to December 2021, and needed implant-supported prostheses. After provisional crowns were used to obtain ideal emergence profile, a random number lottery method was used to determine the groups. Patients with modified digital custom impression method were included in the experimental group, and those with conventional custom impression method were included in the control group. The primary evaluation criteria were the accuracy of replication of the emergence profile, and the secondary evaluation criteria were impression-taking time, accuracy of occlusal and adjacent relationships, and VAS score of comfort. Two-sample t -test was used to analyze group differences in accuracy of emergence profile (software assessment), time to take impression and VAS score. Wilcoxon rank-sum test was used to analyze group differences in accuracy of occlusion,

interdental relationships and emergence profile (subjective assessment), and patients VAS score after final restoration. **Results** A total of 40 patients were included in the study with 20 patients in each group. Accuracy of emergence profile (software assessment) of the digital group was (0.39 ± 0.09) mm, which was significantly less than that of the conventional group (0.60 ± 0.09) mm ($t = -7.525, P < 0.001$). There was no significant difference in the accuracy of occlusion ($Z = -1.025, P = 0.305$) and interdental relationships ($Z = -1.233, P = 0.218$). The accuracy of emergence profile (subjective assessment) of the experimental group was significantly better than that of the conventional group ($Z = -4.684, P < 0.001$). The VAS score of the digital group (2.45 ± 1.10) was significantly lower than that of the conventional group (7.00 ± 1.45) ($t = 11.179, P < 0.001$). **Conclusions** The modified digital custom impression and conventional custom impression method could both get satisfying clinical outcomes. Moreover, the modified digital custom impression is more effective, precise and comforting than the conventional custom impression method.

【Key words】 Esthetics, dental; Dental implantation; Digital impression technique; Emergence profile

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.02.005

伴随美学区种植技术的发展与临床程序的规范化,越来越多的美学区缺牙患者能够接受种植治疗^[1]。传统的修复方法无法最大程度模拟天然牙在口腔内行使美学与咀嚼功能^[2],美学区种植修复已经成为更多患者的首要治疗选择。在美学区种植后经种植体临时冠牙龈成型,并在正式修复时行个性化印模、个性化全瓷基台修复,可以同时满足患者美学与功能需求,利于长期临床效果的维持^[3]。传统的个性化印模方法耗时长、技术敏感性高^[4]、模型穿龈形态可能存在较大误差,修复体穿龈形态可能需多次医技沟通调改,这是目前临床需要解决的问题。

数字化技术的快速发展和数字化设备的广泛普及让数字化种植技术成为当代最热门、最受欢迎的技术之一。数字化印模技术与计算机辅助设计与制造(computer-aided design and computer-aided manufacture, CAD/CAM)技术使种植更加贴近“以修复为导向”和“以患者体验为中心”,在传递更优品质修复体的同时,也减轻了医技的工作量,让患者在就诊时更加舒适、方便与医师沟通修复方案^[5]。目前国内临床治疗中,后牙的种植修复已经可以实现数字化流程印模修复。然而在美学区,取出种植临时冠后袖口在几秒钟内迅速塌陷变形^[6],导致无法完全获取最准确的穿龈形态,也就无法准确制作个性化全瓷基台^[7]。有学者提出一些数字化印模方法,但因为无法解决扫描穿龈轮廓的误差问题并未临床广泛推广^[8-9]。本课题组基于已有的数字化印模技术,结合种植临时冠的传统穿龈复制与特殊穿龈轮廓扫描方法,提出了改良的数字化印模流程。同

传统个性化印模技术相比,本研究对患者印模时间、修复体咬合及邻接密合度、穿龈轮廓复制精确度、患者印模视觉模拟量表评分(visual analogue scale, VAS)舒适度等指标进行评价,以研究这一改良方法的可行性、准确性及有效性。

资料与方法

本研究是在已有文献研究的基础上对种植数字化印模进行改良,进而设计的前瞻性临床研究,该研究已通过东莞健力口腔医院伦理委员会审批[审批号:莞口医伦审(2021)03101号]。

一、样本量预估

本项研究的主要评价指标为穿龈轮廓复制精确度;次要评价指标为印模时间、修复体咬合及邻接密合度、患者印模VAS舒适度。参考Duran等^[10]研究中数字化个性印模样本量,设定 $\alpha = 0.05, \beta = 0.20$,考虑至多5%的失访率,每组至少需要15例患者。

二、研究对象

本研究选择2021年3—12月在东莞健力口腔医院进行美学区种植,种植体已完成骨结合的病例。在患者完成种植临时冠牙龈成型后,个性化印模的方法分为试验组(数字化组)和对照组(聚醚橡胶组)。归纳整理后按照一定的纳入与排除标准确认研究对象,所有研究对象知情同意并签署知情同意书。

1. 纳入标准:(1)患者年龄18~60岁;(2)患者有美学诉求且依从性良好;(3)口腔卫生良好,无未控制的牙周疾病;(4)种植位点为13-23,种植体已完成骨结合;(5)咬合基本正常;(6)未发生生物学

并发症。

2. 排除标准:(1)有未治疗的全身系统疾病;(2)有缺乏自主判断能力的精神疾病;(3)女性处于妊娠期或哺乳期;(4)中重度吸烟患者(>10支/天);(5)种植位点邻牙有需要同期修复的患者。

按照纳入与排除标准,数字化组与聚醚橡胶组各20例,纳入患者的病例基本资料见表1。

表1 纳入病例基本资料

组别	例数	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(例)		修复类型(例)	
			男	女	单牙缺失	连续缺失
数字化组	20	34.1±13.1	4	16	18	2
聚醚橡胶组	20	38.8±14.7	6	14	16	4

三、临床程序

在患者进行最终印模之前,采取随机数抽签确定印模方法。数字0代表传统个性化印模,数字1代表改良数字化印模。不同印模方法具体操作步骤如下。

1. 数字化组:种植体植入术后3~6个月后完成骨结合,二期手术前拍摄口内照,采用口内扫描仪(Trios, 3shape, 丹麦)扫描工作模牙列、对殆牙列,并在二期手术时插入数字化扫描杆[第三方扫描杆,洋紫荆牙科器材(深圳)有限公司]扫描种植体三维位置信息,获取初印模。在种植临时冠初戴、1个月、3个月复查时,酌情调整穿龈轮廓形态,直至达到患者及医师的预期效果。最终印模时扫描:戴种植临时冠的口内模型(口内戴牙扫描),不戴种植临时冠的口内模型(口内穿龈形态扫描),及单独扫描种植临时冠(口外修复体扫描)。同时,医师将种植临时冠放置于无牙龈硅胶的树脂模型上,标记龈上及龈下区域的分界线即龈缘线,重新制作牙龈硅胶,提供给义齿加工中心以制作正式修复体。

2. 聚醚橡胶组:种植体植入术后3~6个月后,常规行二期手术、术后拆线等程序,并于二期手术后2周行传统聚醚橡胶印模制作种植临时冠。在种植临时冠初戴、1个月、3个月复查时,酌情调整穿龈轮廓形态,直至达到患者及医师的预期效果。个性化印模时利用种植临时冠制作个性化印模杆,完成制作后将个性化印模杆放置口内进一步精细调整后采用一步法制取聚醚橡胶印模,常规连接种植替代体。聚醚模型放置30 min后,注射牙龈硅胶,灌注超硬石膏模型,提供给义齿加工中心以制作正式修复体。

所有临床程序均由同一名医师完成,所有义齿均由同一义齿加工中心完成[洋紫荆牙科器材(深圳)有限公司]。

四、数据采集

本研究主要评价指标为穿龈轮廓复制精确度,次要评价指标为印模时间、咬合及邻接精确度、患者VAS印模舒适度。

1. 印模时间:计算方法为从开始口内操作至印模后重新佩戴种植临时冠完成。

2. 咬合精确度、邻接精确度和穿龈轮廓精确度:参考世界牙医联盟(World Dental Federation, FDI)修复体评价标准^[11],将正式修复体的咬合精确度及邻接精确度评级(表2)。穿龈轮廓精确度评价分为模型分析测量和医师口内直接评价。(1)模型分析测量的方法:将正式修复体与临时修复体的模型数据导入软件比较两者差值大小,见图1;(2)口内直接评价的方法:龈缘曲线是否发生变化,患者是否有胀痛感或软组织受压变白,龈乳头或唇侧轮廓是否塌陷。上述3条均无为理想,仅有1条为良好,2条或以上为不佳。

表2 世界牙医联盟修复体咬合及邻接评价标准^[11]

等级	咬合精确度	邻接精确度
理想	咬合适当,无需调磨	邻接密合,无需调磨
良好	需要少量调磨达到合适或咬合空开不大于两层蓝色咬合纸	需要少量调磨达到合适或牙线通过力量阻力较小
不佳	需要大量调磨或咬合完全空开即正中及前伸均无法达到咬合接触	需要大量调磨或牙线通过无阻力

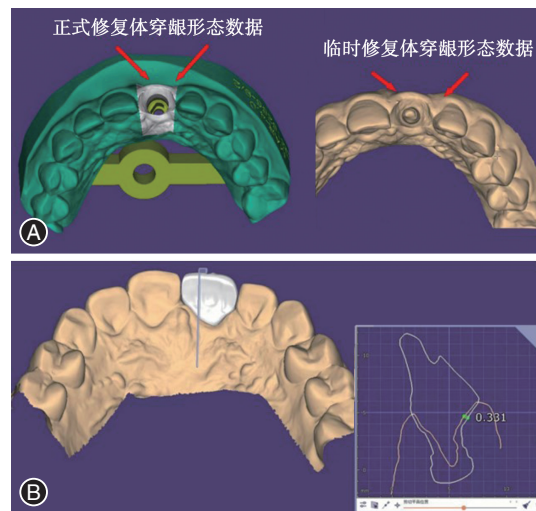


图1 穿龈形态复制精确度的测量 A:分别导入正式、临时修复体的穿龈形态数据;B:由软件拟合二者数据计算出唇侧正中最大误差(mm)。

3. 患者印模舒适度:采用VAS让患者自我评价印模舒适度,将10 cm长的线段表示0~10分的不舒适度,患者依据自我感觉如是否恶心、异物感、张口不适及气味敏感等综合感受打分,得分越低表示舒适度越高。见图2。

请您依据自我感觉如是否恶心、异物感、张口不适及气味敏感等综合感受打分,得分越低表示舒适度越高。



图2 视觉模拟量表(VAS)评估印模舒适度

五、统计学处理方法

采用SPSS 26.0进行统计学分析。采用K-S正态性检验和Levene方差齐性检验分析计量资料的正态性和方差齐性,如符合正态分布且方差齐,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,并使用两样本的 t 检验进行组间数据分析。采用Wilcoxon秩和检验(Mann-Whitney)对等级计数资料进行组间数据分析。检验水准双侧 $\alpha = 0.05$ 。

结 果

一、穿龈形态精确度(软件分析)与印模时间

数字化组穿龈形态误差为 (0.39 ± 0.09) mm,显著小于聚醚橡胶组 (0.60 ± 0.09) mm,差异有统计学意义($P < 0.001$,表3)。数字化组平均印模时间 (19.5 ± 3.1) min,显著少于聚醚橡胶组 (39.3 ± 6.1) min,平均少约20 min即减少了制作和调磨个性化印模杆的时间,差异有统计学意义($P < 0.001$,表3)。

表3 两组穿龈形态精确度(软件分析)与印模时间的比较
($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	穿龈形态误差(mm)	印模时间(min)
数字化组	20	0.39 ± 0.09	19.5 ± 3.1
聚醚橡胶组	20	0.60 ± 0.09	39.3 ± 6.1
t 值		-7.525	-13.017
P 值		<0.001	<0.001

二、咬合精确度、邻接精确度和穿龈形态精确度(口内评价)

数字化组在咬合精确度及邻接精确度方面与聚醚橡胶组差异无统计学意义($P > 0.05$,表4)。数字化组在穿龈形态精确度方面显著优于聚醚橡胶组,差异有统计学意义($P < 0.001$,表4)。在主要评价目标即更精确的复制穿龈轮廓方面,数字化印模组显著优于传统方法。

三、视觉模拟量表印模舒适度自评

数字化组VAS得分 (2.45 ± 1.10) ,显著低于聚醚橡胶组得分 (7.00 ± 1.45) ,差异有统计学意义($t = 11.179, P < 0.001$)。

四、临床流程

医师和技师通过即时可视化的数字化印模及椅旁义龈的即刻成型的双重保障,最大程度保证穿龈形态复制的精确度。还可以通过种植临时冠在口内的咬合情况、邻接情况即时在打印模型上验证以进行调整,有利于邻面形态复制和咬合调整,更好地避免早接触、咬合干扰和邻接误差。改良数字化印模和聚醚橡胶印模的典型临床流程见图3~4。

讨 论

前牙美学区种植一直以来都是种植的前沿与热点话题,良好的红白美学效果建立在理想的种植体三维位置、稳定充足的骨组织、厚度宽度均宜的软组织及加工精密的修复体上。加工精密的修复体基于精准的印模技术,特别是穿龈轮廓(emergence profile)能否准确复制,这是种植美学修复的重点^[12]。美学区种植修复依赖种植临时冠行牙龈成型,医师可以通过树脂的增加或调磨来改变穿龈轮廓的形态,并可在椅旁获得即时反馈观察成形效果^[13]。在获得医患双方均满意的结果后,最终制作正式修复体。从本文的结果可以看出,传统的印模方法椅旁操作时间较长,制作个性化转移杆的过程繁琐且效率低下,这与de Oliveira等^[14]的研究结果一致。传统印模技术过程中,自凝树脂的单体

表4 两组咬合精确度、邻接精确度及穿龈形态精确度(口内评价)的比较(例)

组别	咬合精确度			邻接精确度			穿龈形态精确度		
	理想	良好	不佳	理想	良好	不佳	理想	良好	不佳
数字化组	5	15	0	18	2	0	17	3	0
聚醚橡胶组	3	16	1	15	5	0	2	13	5
Z 值		-1.025			-1.233			-4.684	
P 值		0.305			0.218			<0.001	

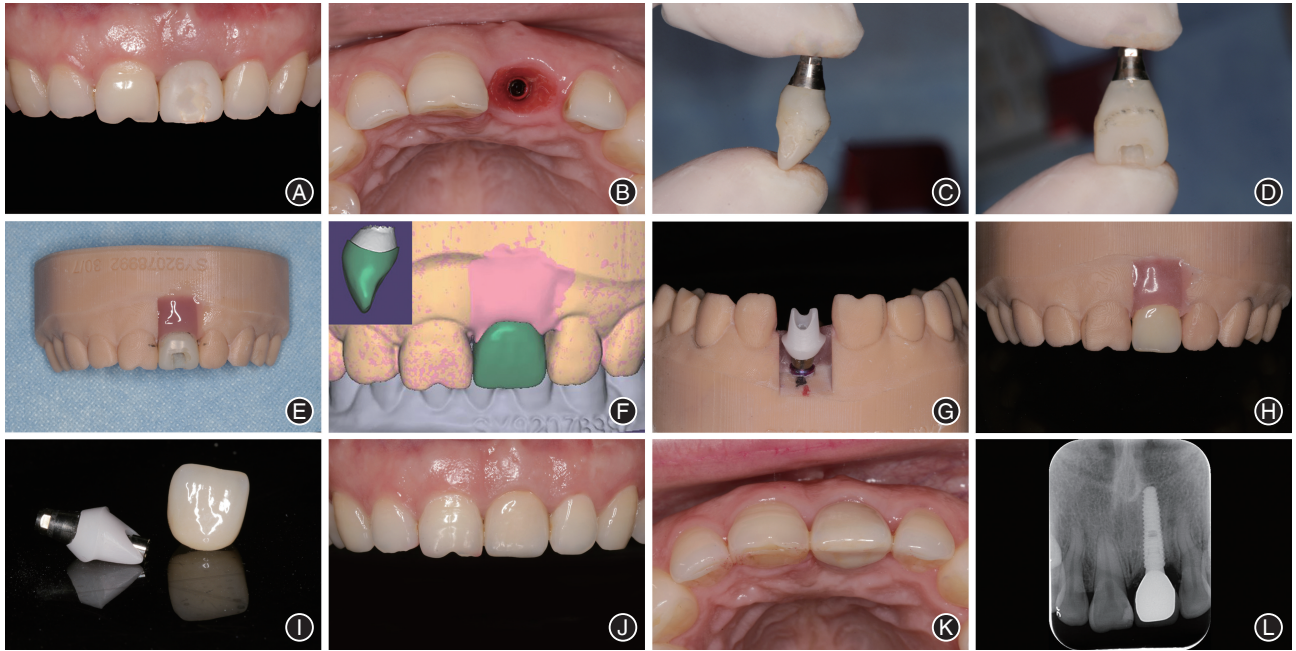


图3 改良数字化印模的临床流程(21牙位) A:已经过种植临时冠牙龈成型后的正面口内相;B:已经过种植临时冠牙龈成型后的穿龈相;C:理想的临时修复体侧面观应有理想的S形曲线,龈上龈下位置分界线应位于曲线顶点处,描记线应在此位置;D:种植临时冠取出来后可见结合上皮附着处与龈上部分存在明显颜色分界,可以此参考进一步描记分界线;E:注射牙龈硅胶,在未完全凝固时用树脂雕刻刀修整曲线;F:正式修复体的设计效果图,可见未拟合牙龈硅胶时临时牙牙龈与实际临时牙形态差异较大;G:拟合过临时牙牙龈硅胶的个性化氧化锆基台;H:拟合过牙龈硅胶后,修复体应在无螺丝的情况下顺利就位;I:正式修复体冠与基台的模型;J:正式修复体的正面口内相;K:正式修复体的殆面相;L:戴牙后的根尖片示基台与冠完全就位。

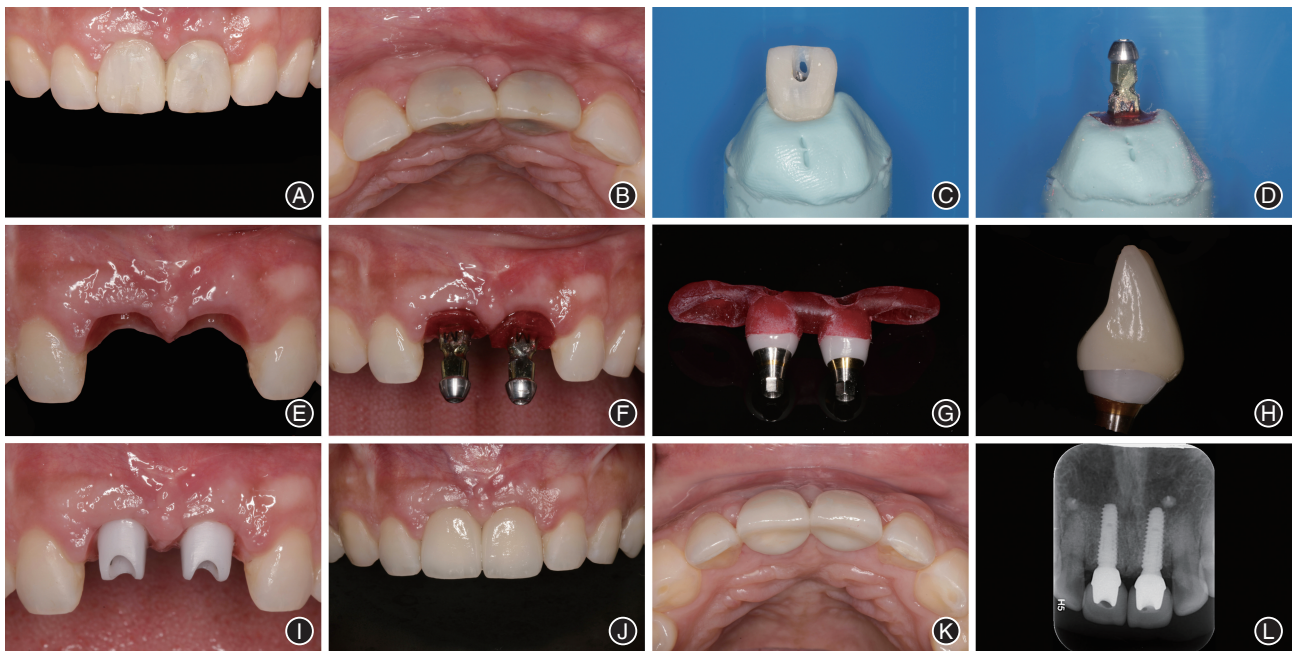


图4 传统聚醚橡胶个性化印模的临床流程(11、21牙位) A:已经过种植临时冠牙龈成型后的正面口内相;B:已经过种植临时冠牙龈成型后的殆面相;C:将种植临时冠置于替代体上后放置于重体硅胶内;D:待重体硅胶完全硬化后取下种植临时冠,放置转移杆并在穿龈轮廓的间隙内加入流动性好的聚甲基丙烯酸甲酯;E:已经过种植临时冠牙龈成型后的穿龈轮廓正面相;F:调磨合适的个性化转移杆戴入口内;G:正式修复体的个性化全瓷基台及其基台定位器;H:正式修复体的穿龈轮廓;I:个性化全瓷基台的口内正面相;J:正式修复体的正面口内相;K:正式修复体的殆面相;L:戴牙后的根尖片示基台与冠完全就位。

和聚醚橡胶存在气味等问题,导致患者体验感不佳,对于咽喉炎的患者会造成强烈的咽反应^[15]。在穿龈轮廓复制的精确度上,如果种植临时冠为凹形穿龈轮廓,义齿加工厂常因无明确参考线而无法制作出高精确度的最终修复体。或改变了龈缘高度,或改变了牙龈乳头高度,或导致唇侧轮廓塌陷等现象返工,造成医技沟通效率低下。因此,有了数字化直接扫描结合明确的龈缘线参考可以更好地解决该问题。在本文的研究结果中可以看到改良的数字化技术在精确度上显著优于传统技术。

近年来,随着数字化技术的不断发展及扫描设备的普及,国内主流医疗机构都可以使用口腔扫描设备常规进行传统修复体及种植体的数字化印模。因为,目前绝大多数的瓷修复体主体都使用CAD/CAM技术制作,所以在诊室就扫描取得stl数据既是最高效的治疗方法,也是必然的发展趋势^[16]。现在的医疗技术评价指标,更加重视以患者为中心的主观评价(patient-reported outcome measures, PROM)^[17]。因此,对于传统的流动性印模材料可能会引起咽部不适甚至严重呛咳反应的患者及牙周条件比较差、牙列倒凹较大或松动度高的患者,传统印模材料凝固后硬度较大脱位时会给患者带来较大痛苦甚至使松动牙脱落。应用数字化印模技术,能让患者获得更舒适的就诊体验^[18]。对于医生而言,数字化种植印模省去了托盘选择(包括部分病例个性化托盘的制作)、印模材料的调拌、石膏模型的灌注与修整、模型的消毒与寄送等步骤,节省了时间,大大提高了工作效率^[19]。本文仅研究了上前牙区,发现数字化印模与传统印模的咬合精确度及邻接精确度相似,与已有文献结果并不一致,已有的一些国内外研究认为数字化印模精确度高于传统印模^[20]。但笔者在实践中发现结果可能并非如此,需要区分具体临床场景,例如在后牙邻接精确度方面传统方法优于数字化印模。可能原因有:(1)光学设备的精确度,已有文献证明不同的设备精确度差别较大,有学者建议使用3shape的设备^[21];(2)隔湿处理未做好,或龋齿色素存在造成牙面的不正常光反射影响成像;(3)医师熟练度的影响,建议由熟练的医师操作在短小时内快速获得连续稳定的主体图像;(4)倒凹过大或张口度过小无法扫描到倒凹区,或者异常的扫描角度、扫描距离增大了误差。

传统个性化印模需要制作个性化转移杆,一方面需要耗费大量椅旁时间,另一方面受树脂材料理

化性质及医师的个人经验限制,个性化印模杆的精确度不易控制^[22]。数字化印模技术的发展给个性化印模带来了新方法和新思路,Crockett总结了3次扫描获取穿龈轮廓的方法^[23]:第一次口内扫描佩戴种植支持临时冠的牙列;第二次口内扫描穿龈及安装数字化扫描杆的牙列;第三次口外扫描种植临时冠。该方法为纯数字化的方法,已在临床与研究中广泛使用。笔者在临床实践过程中发现有如下缺点:(1)依赖操作者熟练度及光学设备灵敏度,不当操作会增加扫描误差;(2)光学扫描设备扫描外侧轮廓可以清晰成像,但扫描内侧轮廓即袖口时成像不佳尤其是穿龈深或有倒凹;(3)第二次扫描的数据获取依赖健康的牙龈组织,如果临时修复体取出时牙龈肿胀有较多出血将影响数据获取;(4)光学扫描设备扫描临时牙时无法准确判断龈上及龈下材料的分界线,导致技师制作时改变了龈缘曲线或直接在龈下部分上釉上瓷增大修复体误差。本文在此基础上结合传统方法对这一临床流程进行了一定的改良,弥补了纯数字化技术的缺点,大大提高了数字化印模技术的实用性、可行性、可重复性及精确性。

笔者在应用该方法时总结注意事项如下:(1)龈缘线的描记与确认,理想的龈缘线应在侧面曲线的顶点处,临时修复体龈沟上皮的交界线以及与同名牙对称。因此,送递模型之前结合这三者确认。(2)技师在计算机拟合最终数据制作个性化基台时应仔细与牙龈硅胶拟合,因为纯数字化扫描临时牙的数据真实性有误。(3)CAD/CAM制作时龈下部分时不应回切,设计为高度抛光的氧化锆面,不应上釉或上瓷,否则会增加误差。(4)修复体制作后医师应检查——将个性化基台放置在牙龈硅胶上确认,不拧螺丝完全无阻力就位且无间隙说明误差很小;不拧螺丝有少许阻力但可就位说明误差可以接受;不拧螺丝无法就位或基台与牙龈硅胶间有间隙应返工重做。同时,笔者在整理结果时发现以上方法对于前牙区连续多颗牙缺失的个性化印模,有更显著的优势。传统的个性化印模在制作多个个性化转移杆时误差更大,而桥体区的存在更是增加了制作难度,数字化技术可以很好弥补这方面的缺陷。然而本研究在治疗前设计上,并未将单颗牙修复、连续多颗牙的单冠修复和连续多颗牙的联冠修复进行分组。这是本研究较大的一个缺陷,未来在有充足样本量的基础上应进行更深入的研究。

数字化技术是未来种植修复的必然趋势,随着未来更多的临床实践,临床路径及修复工艺将会有更多进展,数字化技术也会逐步取代原有的传统技术。未来的研究重点将在以下几点:(1)直接扫描技术,直接扫描种植临时冠即可精确复模。(2)个性化愈合基台,术前锥形束CT检查时即获取stl数据参考天然同名牙做出个性化愈合基台^[24],且在个性化愈合基台上做出可口内扫描配准的标志点,后期修复第一次印模即个性化印模。(3)快速精度识别,在取出临时修复体后1s内即在牙龈塌陷前通过更高精度更快速的光学设备获取袖口形态。(4)多颗种植体存在时设计扫描杆之间的硬性连接以利于设计螺丝固位修复体。种植修复体的穿龈轮廓是种植美学表达的重点,因此个性化印模技术的可重复性、可操作性、高效性和高精度是该技术的首要要求,未来的新技术评价也应主要评价这些指标。

综上所述,本研究将改良数字化印模技术与传统个性化印模技术进行对比,两种方法的结果均较好,数字化印模技术在临床效率、精确性及舒适性上更具优势。但长期临床效果尚待进一步观察,也需要更多样本数据的支持。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 梁亮、鄢雷、施斌:临床治疗操作;梁亮:论文撰写;梁亮:数据整理、统计学分析;施斌:研究指导

参 考 文 献

- [1] Srivastava G, Panda S, Panda S, et al. Reproducibility and validity of anterior implant esthetic indices: A review[J]. J Indian Soc Periodontol, 2020, 24(4): 301-308. DOI: 10.4103/jisp.jisp_528_19.
- [2] Zierden K, Grau LS, Wöstmann B, et al. Clinical outcomes of implant-supported dental prostheses: A retrospective analysis considering patient-related factors [J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2021, 36(5): 985-991. DOI: 10.11607/jomi.8784.
- [3] Morton D, Chen S, Martin W, et al. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding optimizing esthetic outcomes in implant dentistry [J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2014, 29(Suppl): 216-220. DOI: 10.11607/jomi.2013.g3.
- [4] 刘晓强, 谭建国. 一步一步做好美学区种植修复软组织印模 [J]. 中华口腔医学杂志, 2021, 56(6): 608-612. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20210413-00170.
- [5] Tanveer W, Ridwan - Pramana A, Molinero - Mourelle PFT. Systematic review of clinical applications of CAD/CAM technology for craniofacial implants placement and manufacturing of orbital prostheses [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(21): 11349. DOI: 10.3390/ijerph182111349.
- [6] Li J, Chen Z, Wang M, et al. Dynamic changes of peri-implant soft tissue after interim restoration removal during a digital intraoral scan [J]. J Prosthet Dent, 2019, 122(3): 288-294. DOI: 10.1016/j.prosdent.2018.07.020.
- [7] Wei D, Di P, Tian J, et al. Evaluation of intraoral digital impressions for obtaining gingival contour in the esthetic zone: Accuracy outcomes [J]. Clin Oral Investig, 2020, 24(Suppl 15): 1401-1410. DOI: 10.1007/s00784-019-03105-6.
- [8] Joda T, Gintaute A, Brägger U, et al. Time-efficiency and cost-analysis comparing three digital workflows for treatment with monolithic zirconia implant fixed dental prostheses: A double-blinded RCT [J]. J Dent, 2021, 113: 103779. DOI: 10.1016/j.jdent.2021.103779.
- [9] Doliveux S, Jamjoom FZ, Nadra M, et al. Fabrication technique for a custom implant emergence profile on 3D printed casts [J]. J Prosthet Dent, 2020, 123(4): 571-575. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.03.016.
- [10] Duran JC, Aguirre F, Pino R et al. Dimensional variations in the soft tissue profile after removal of implant-supported fixed interim restorations: A pilot clinical study [J]. Implant Dent, 2018, 27(1): 28-32. DOI: 10.1097/ID.0000000000000720.
- [11] Hickel R, Roulet JF, Bayne S, et al. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. Science Committee Project 2/98 -- FDI World Dental Federation study design (Part I) and criteria for evaluation (Part II) of direct and indirect restorations including onlays and partial crowns [J]. J Adhes Dent, 2007, 9(Suppl 1): 121-147.
- [12] 陈江. 数字化技术在种植修复体穿龈轮廓塑造中的应用 [J]. 中华口腔医学杂志, 2022, 57(4): 334-339. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20220119-00026.
- [13] Chu SJ, Kan JY, Lee EA, et al. Restorative emergence profile for single-tooth implants in healthy periodontal patients: Clinical guidelines and decision-making strategies [J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2019, 40(1): 19-29. DOI: 10.11607/prd.3697.
- [14] de Oliveira NRC, Pigozzo MN, Sesma N, et al. Clinical efficiency and patient preference of digital and conventional workflow for single implant crowns using immediate and regular digital impression: A meta-analysis [J]. Clin Oral Implants Res, 2020, 31(8): 669-686. DOI: 10.1111/clr.13604.
- [15] 韩欣欣, 李雅瑾, 刘晓强. 口腔种植个性化软组织印模的改良方法与应用评价 [J]. 中国口腔种植学杂志, 2021, 26(3): 159-163. DOI: 10.12337/zgkqzxxz.2021.06.003.
- [16] Watanabe H, Fellows C, An H. Digital technologies for restorative dentistry [J]. Dent Clin North Am, 2022, 66(4): 567-590. DOI: 10.1016/j.cden.2022.05.006.
- [17] Vavrickova L, Kapitan M, Schmidt J. Patient-reported outcome measures (PROMs) of digital and conventional impression methods for fixed dentures [J]. Technol Health Care, 2023. DOI: 10.3233/THC-230277.
- [18] Joda T, Brägger U. Patient-centered outcomes comparing digital and conventional implant impression procedures: A randomized

- crossover trial[J]. Clin Oral Implants Res, 2016,27(12):e185-e189. DOI:10.1111/clr.12600.
- [19] Papaspyridakos P, Vazouras K, Chen YW, et al. Digital vs conventional implant impressions: A systematic review and meta-analysis[J]. J Prosthodont, 2020,29(8):660-678. DOI:10.1111/jopr.13211.
- [20] Alikhasi M, Siadat H, Nasirpour A, et al. Three-dimensional accuracy of digital impression versus conventional method: Effect of implant angulation and connection type[J]. Int J Dent, 2018;3761750. DOI:10.1155/2018/3761750.
- [21] González de Villaumbrosia P, Martínez-Rus F, García-Orejas A, et al. *In vitro* comparison of the accuracy(trueness and precision) of six extraoral dental scanners with different scanning technologies [J]. J Prosthet Dent, 2016, 116(4): 543-550.e1. DOI:10.1016/j.prosdent.2016.01.025.
- [22] Hsieh YL, Aronovich S, Munz S, et al. A technique to simultaneously fabricate multiple custom impression posts for implant-supported restorations in the esthetic zone [J]. J Prosthodont, 2019,28(3):339-342. DOI:10.1111/jopr.13031.
- [23] Crockett R, Benko J, Chao D, et al. Digital custom implant impression technique for capturing the acquired emergence profile [J]. J Prosthet Dent, 2019, 122(4): 348-350. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.01.017.
- [24] Joda T, Ferrari M, Braegger U. A digital approach for one-step formation of the supra-implant emergence profile with an individualized CAD/CAM healing abutment [J]. J Prosthodont Res, 2016,60(3):220-223. DOI:10.1016/j.jpor.2016.01.005.

(收稿日期:2024-01-10)

(本文编辑:王嫚)