

- [6]孙守福,张莹,赵昊明,等.数字化导板辅助下左上根折中切牙不翻瓣即刻种植即刻自体冠修复1例报告[J].中国口腔颌面外科杂志,2023,21(2):197-202.
- [7]Srimaneeekarn N, Arayapisit T, Booncharoensombat S, et al. Establishing a clinically acceptable PES/WES threshold for single-tooth implant restorations[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2024,39(6):904-910.
- [8]Omara M, Salzberger T, Boecker M, et al. Improving the measurement of oral health-related quality of life: Rasch model of the oral health impact profile-14[J]. J Dent, 2021,114:103819.
- [9]田思睿,赵宝红.前牙美学区种植时机的选择[J].中国实用口腔科杂志,2023,16(1):1-7.
- [10]王燕,陈超.基于数字化手术导板引导下前牙美学区种植修复效果分析[J].中国美容医学,2023,32(11):139-142.
- [11]王红,张亚军,薛陆峰,等.III类和IV类骨质前牙单牙缺失患者即刻种植的修复效果及对美学指数的影响[J].中国美容医学,2022,31(8):138-141.
- [12]徐伟成,张志军,王聃.微创拔牙联合富血小板纤维蛋白在即刻种植中效果及预后影响因素[J].临床口腔医学杂志,2022,38(9):541-545.
- [13]赵彦霞.微创拔牙术后即刻种植修复与延时种植修复对美学效果及预后的影响[J].中国美容医学,2021,30(2):136-139.
- [14]徐浩杰,连世存,戴鹏秀,等.即刻种植技术修复犬白齿缺损应用研究[J].畜牧兽医学报,2023,54(11):4798-4804.
- [15]于雯惠,刘璐,杨建军,等.上颌磨牙即刻种植的可行性分析[J].中华口腔医学杂志,2022,57(3):251-257.
- [16]万浩元,董天贞,邓蔓菁.数字化即刻种植修复与角度螺丝通道植台在美学区的应用1例并文献回顾[J].口腔疾病防治,2020,28(7):443-448.
- [17]苏勤,田立华,金松,等.微创拔牙即刻种植技术在前牙修复中的应用效果观察[J].中国美容医学,2023,32(3):147-150.

[收稿日期]2025-04-22

本文引用格式:陈洁,李学智,朵海芬,等.前牙区微创即刻种植即刻修复对患者美学效果及咬合功能的影响研究[J].中国美容医学,2026,35(5):158-162.

· 论 著 ·

基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型设计及临床应用效果分析

王玉,黄敏,周万里

(南京明基医院口腔科 江苏南京 210019)

[摘要]目的:基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型设计及临床应用效果分析。方法:选取2022年6月-2023年12月南京明基医院收治的98例正畸患者,依据制模设计方式的不同分为对照组(采用传统印模制取后石膏灌注设计,47例)和研究组(采用三维打印技术的个性化口腔正畸模型设计,51例)。对比两组患者治疗时间、临床疗效、牙拥挤度、Bolton值、美学效果及并发症发生情况。结果:研究组单次治疗时间、治疗总时间短于对照组($P < 0.05$),研究组总有效率高于对照组($\chi^2=5.692, P=0.017$)。治疗后,研究组上、下牙列拥挤度,前牙Bolton指数及全牙Bolton指数均小于对照组($P < 0.05$);研究组上唇长、颞沟倾角、鼻唇角均大于对照组($P < 0.05$)。研究组并发症总发生率低于对照组($\chi^2=4.006, P=0.045$)。结论:基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型治疗错颌畸形可缩短患者治疗时间,提高临床疗效,改善牙列、提高美学效果,且安全性较好。

[关键词] 错颌畸形; 口腔正畸; 三维打印技术; 模型设计; 美学效果

[中图分类号] R783.5 [文献标志码] A [文章编号] 1008-6455(2026)05-0162-04

Personalized Orthodontic Model Design and Clinical Application Effect Analysis Based on 3D Printing Technology

WANG Yu, HUANG Min, ZHOU Wanli

(Department of Stomatology, Nanjing BenQ Hospital, Nanjing 210019, Jiangsu, China)

Abstract: Objective To design a personalized orthodontic model based on three-dimensional printing technology and analyze its clinical application effect. **Methods** A total of 98 patients treated at Naning BenQ Hospital from June 2022 to December

2023 were selected and divided into a control group (using traditional impression making and plaster infusion design, 47 cases) and a study group (using personalized orthodontic model design with 3D printing technology, 51 cases) based on different modeling design methods. Compare the treatment time, clinical efficacy, degree of tooth crowding and Bolton ratio, aesthetic effect, and incidence of complications between two groups of patients. **Results** The results showed that the study group had shorter single treatment time and total treatment time ($P < 0.05$). The total effective rate of the research group was higher ($\chi^2 = 5.692, P = 0.017$). After treatment, the crowding degree of the upper teeth, the crowding degree of the lower teeth, the Bolton ratio of the front teeth, and the Bolton ratio of the entire teeth in the study group were all lower ($P < 0.05$). The length of the upper lip, angle of the chin groove, and nasolabial angle in the research group were greater ($P < 0.05$). The total incidence of complications in the study group was lower ($\chi^2 = 4.006, P = 0.045$). **Conclusion** Personalized orthodontic models based on 3D printing technology can shorten the treatment time of patients with malocclusion, improve clinical efficacy, improve dental alignment, enhance aesthetic effects, and have good safety.

Key words: malocclusion; orthodontics; 3D printing technology; model design; aesthetic effect

错颌畸形是口腔科常见疾病，主要表现为牙齿排列不齐、颌骨大小形态及位置异常等，若不及时纠正可能会影响颜面美观，并在一定程度上影响患者的咀嚼功能^[1-2]。口腔正畸模型是研究分析错颌畸形的重要手段。传统石膏模型制作易使患者产生恶心、呕吐等不适症状，部分解剖异常患者难以获取完整的组织结构^[3-4]。同时，石膏模型本身存在存储困难、易损坏等难题^[5]。数字化印模技术利用数字化扫描设备对患者牙体、周围软硬组织状况进行扫描，进而得到数字化印模，之后利用三维打印技术制作实体模型，其用时较短，效率较高，已广泛应用于临床牙颌正畸的治疗^[6]。三维打印技术的个性化口腔正畸模型在错颌畸形患者中的应用效果仍有待进一步研究。鉴于此，本研究基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型设计及临床应用效果进行分析，现将结果报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料：选取2022年6月-2023年12月在南京明基医院收治就诊的98例正畸患者，依据制模设计方式的不同分为对照组（47例）和研究组（51例）。两组患者一般资料比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。见表1。本研究经南京明基医院医学伦理委员会审批通过。

1.1.1 纳入标准：符合错颌畸形的诊断标准^[7]；牙列完整；无多生牙；首次接受正畸治疗；年龄 > 18 岁；患者知情同意。

1.1.2 排除标准：重要脏器功能不全者；治疗依从性差；颞下颌关节异常或紊乱；合并牙周病等口腔疾病；合并精神疾病；有唇腭裂史；牙冠高度不足；认知功能障碍；妊娠或哺乳期女性。

1.2 方法：所有患者均进行全面口腔检查，使用的矫治器均出自同一生产厂家，且操作均由同一位医师完成。对照组：采用传统印模制取后石膏灌注进行矫正，首先让患者坐于椅位，调整牙椅角度，依据颌弓形状、大小及牙槽嵴高度，选择尺寸合适的托盘放入患者口内试戴，用藻酸盐印模材料制作解剖式印模，待印模硬固后从口内取出，检查印模的准确性，印模取出后流水下淋洗10 s后气枪吹干喷洒消毒液，15 min内用超硬石膏灌注，40 min后脱模；以模型锯对石膏牙冠进行分割，并对其进行重新排列、定位；整

个治疗期间定期对复诊患者进行石膏取模，对不同阶段数据进行对比分析，协助医师进行正畸治疗。研究组：采用三维打印技术的个性化口腔正畸模型进行矫正，将CBCT扫描所采集的数据DICOM文件导入Mimics10.01软件中，分离硬组织，保留上下颌骨及牙列，设置软、硬组织阈值，对牙列、牙槽骨进行分离处理，获得上、下颌数字化模型；并将所获得的数字化模型以STL格式导出，并导入Geomagic studio逆向工程软件中，修复模型；将数字化模型的三维数据转化为STL格式，导入3D打印机中，制作实体模型（打印厚度0.15 mm）；治疗期间定期对复诊患者进行三维数字化取模，通过对比不同阶段数据，灵活调整正畸治疗。

1.3 观察指标

1.3.1 治疗时间：统计两组患者单次治疗时间和治疗总时间。

1.3.2 临床疗效评估：依据《口腔正畸学》中的标准^[8]评估患者正畸效果。显效：牙颌畸形明显改善，咬合功能恢复，覆盖恢复正常；有效：牙颌畸形有所缓解，咬合功能，覆盖基本正常；无效：牙颌畸形无改善，咬合功能，覆盖无明显改善。总有效率=（显效+有效）例数/总例数 $\times 100\%$ 。

1.3.3 牙拥挤度和Bolton指数：治疗前后，采用华正投影测量系统检测上、下牙列拥挤度，前牙Bolton指数及全牙Bolton指数。

1.3.4 美学效果评估：治疗前后于Winceph8.0软件定点X线头颅定位侧位片上，电脑几何尺测定上唇长、下唇长、H角、面型角、颞沟倾角及鼻唇角。

1.3.5 并发症：统计两组患者并发症发生情况，主要包括牙龈发炎、牙龈肿痛等。

1.4 统计学分析：采用SPSS 22.0统计软件对数据进行分析，计量资料以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示，组内均采用配对样本 t 检验，组间采用独立样本 t 检验；计数资料以“例（%）”表示，组间比较采用 χ^2 检验，以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 治疗时间：研究组单次治疗时间、治疗总时间均短于对照组（ $P < 0.05$ ）。见表2。

表1 两组一般资料比较

[例 (%), $\bar{x} \pm s$]

组别	性别		年龄/岁	安氏分类		
	男	女		I类	II类	III类
研究组 (n=51)	19 (37.25)	32 (62.75)	30.67±5.81	30 (58.82)	16 (31.37)	5 (9.80)
对照组 (n=47)	16 (34.04)	31 (65.96)	31.29±5.23	26 (55.32)	18 (38.30)	3 (6.38)
χ^2/t 值	0.110		0.554	0.741		
P值	0.740		0.581	0.690		

表2 两组治疗时间比较 ($\bar{x} \pm s, h$)

组别	单次治疗时间	治疗总时间
研究组 (n=51)	1.45±0.37	26.17±2.43
对照组 (n=47)	2.28±0.49	41.82±5.16
t值	9.509	19.451
P值	<0.001	<0.001

2.2 临床疗效: 研究组总有效率96.08%, 高于对照组的80.85% ($P < 0.05$)。见表3。

表3 两组临床疗效比较 [例 (%)]

组别	疗效			总有效
	显效	有效	无效	
研究组 (n=51)	38 (74.51)	11 (21.57)	2 (3.92)	49 (96.08)
对照组 (n=47)	14 (29.27)	24 (51.06)	9 (19.15)	38 (80.85)
χ^2 值				5.692
P值				0.017

2.3 牙拥挤度和Bolton指数: 治疗后, 两组上、下牙拥挤度, 前牙Bolton指数及全牙Bolton指数均低于治疗前, 且研究组低于对照组 ($P < 0.05$)。见表4。

2.4 美学效果: 与治疗前相比, 两组患者治疗后上唇长、颞沟倾角、鼻唇角均增加, 且研究组上唇长、颞沟倾角、鼻唇角均大于对照组 (均 $P < 0.05$)。见表5。

2.5 并发症: 研究组并发症总发生率5.88%, 低于对照组的19.15% ($P < 0.05$)。见表6。

表6 两组并发症发生情况比较 [例 (%)]

组别	牙龈发炎	牙龈肿痛	牙咬合接触不良	总并发症
研究组 (n=51)	1 (1.96)	2 (3.92)	0 (0.00)	3 (5.88)
对照组 (n=47)	3 (6.38)	4 (8.51)	2 (4.26)	9 (19.15)
χ^2 值				4.006
P值				0.045

表4 两组治疗前后牙拥挤度和Bolton指数比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	上列牙拥挤度/mm		下列牙拥挤度/mm		前牙Bolton指数/%		全牙Bolton指数/%	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
	研究组 (n=51)	3.96±0.72	0.93±0.21 [‡]	3.47±0.76	0.37±0.11 [‡]	105.16±7.29	74.26±5.27 [‡]	97.83±5.76
对照组 (n=47)	4.02±0.85	1.42±0.29 [‡]	3.53±0.81	0.84±0.19 [‡]	104.82±7.35	79.18±5.34 [‡]	98.02±5.81	94.07±4.83 [‡]
t值	0.378	9.635	0.378	15.131	0.230	4.588	0.162	3.553
P值	0.706	<0.001	0.706	<0.001	0.819	<0.001	0.871	0.001

注: [‡]表示与同组治疗前比较, $P < 0.05$ 。

表5 两组治疗前后美学效果比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	上唇长/mm		下唇长/mm		H角/°	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
研究组 (n=51)	21.65±3.19	26.21±1.68 [‡]	46.87±7.26	47.05±4.23	21.74±3.46	17.63±2.87
对照组 (n=47)	21.76±3.24	24.35±1.73 [‡]	46.93±7.24	47.11±4.15	21.85±3.51	18.24±2.91
t值	0.169	5.398	0.041	0.071	0.156	1.044
P值	0.866	<0.001	0.967	0.944	0.876	0.299

组别	面型角/°		颞沟倾角/°		鼻唇角/°	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
研究组 (n=51)	160.27±5.31	163.45±5.18	62.91±8.54	79.41±9.07 [‡]	76.24±13.65	98.02±15.43 [‡]
对照组 (n=47)	160.34±5.28	163.32±5.24	62.85±8.63	71.28±8.95 [‡]	76.32±13.78	88.15±14.86 [‡]
t值	0.065	0.123	0.035	4.461	0.029	3.220
P值	0.948	0.902	0.972	<0.001	0.977	0.002

注: [‡]表示与同组治疗前比较, $P < 0.05$ 。

3 讨论

在临床正畸治疗中,患者首先需进行病史采集、影像学检查,进而进行诊断、治疗^[9]。随着数字化技术的发展,众多学者开始探索利用仪器对牙颌进行扫描、获取数字化信息构建数字化模型的可行性^[10]。三维打印技术可进行复杂内部结构的精确制备,具有成型速度快、准确等特点,已广泛应用于正畸、口腔颌面修复等领域^[11-12]。本研究通过三维打印技术的个性化口腔正畸模型对错殆畸形患者的临床效果进行分析,旨在为临床该类患者的治疗提供一定的理论指导。

本研究中,研究组单次治疗时间、治疗总时间短于对照组,提示基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型治疗错殆畸形可缩短患者治疗时间。分析原因为,本研究应用CBCT获取患者口腔数字化信息,建立数字化模型,并通过3D打印机完成实体模型的制作,简化了的操作流程,避免了印模制取对患者所造成的不适感。宁姗姗^[13]研究也发现,三维数字化牙颌模型可缩短治疗时间,本研究结果与其研究结果一致。本研究结果表明,研究组总有效率高于对照组,提示基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型治疗错殆畸形可提高临床疗效。三维打印技术作为一种快速成型技术,可制作出个体化的模型,并可精密控制其规格^[14],进而有助于提高临床疗效。本研究结果显示,治疗后研究组上、下牙拥挤度、前牙Bolton指数、全牙Bolton指数均小于对照组,提示基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型治疗错殆畸形可改善患者牙列。分析原因可能为,三维打印口腔正畸模型,使用计算机进行辅助设计、制造,通过数字化过程,可根据患者自身牙齿形态和咬合情况精确的设计、制造个性化托槽,可更好的控制牙齿的移动、定位^[15],进而有助于改善上、下牙列拥挤度、前牙Bolton指数、全牙Bolton指数。本研究发现,研究组上唇长、颞沟倾角、鼻唇角大于对照组,提示基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型治疗错殆畸形可提高美学效果。分析原因可能为三维打印技术的个性化口腔正畸模型有助于临床医生灵活地观察患者牙颌畸形情况;此外,计算机辅助所设计的模型牙齿排列位置更理想,正畸治疗效果更好^[16],可使软组织侧貌发生改变,对面貌改善具有一定的积极作用。本研究还发现,研究组并发症总发生率低于对照组,提示基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型治疗错殆畸形患者安全性较好。

综上,三维打印技术的个性化口腔正畸模型治疗错殆畸形可缩短治疗时间,提高临床疗效,改善牙列、提高美学效果,且安全性较好,值得在临床中进行推广应用。

[参考文献]

[1]Alhammadi M S, Almashaqri A A, Khadhi A H, et al. Orthodontic camouflage versus orthodontic-orthognathic surgical treatment in borderline Class III malocclusion: A systematic review[J]. Clin Oral

Investig, 2022,26(11):6443-6455.

- [2]姚海,王道荣,胡娟,等.锥形束CT对安氏I~III类错颌畸形正畸治疗患者牙根吸收的诊断效果研究[J].临床误诊误治, 2024,37(1):89-92.
- [3]Warnecki M, Nahajowski M, Papadopoulos M A, et al. Assessment of the reliability of measurements taken on digital orthodontic models obtained from scans of plaster models in laboratory scanners. A systematic review and Meta-analysis[J]. Eur J Orthod, 2022,44(5):522-529.
- [4]孙玉洁,马博文,岳新新,等.摄影测量与传统印模技术制取牙列缺失种植修复印模精度的比较研究[J].中华口腔医学杂志, 2022,57(2):167-171.
- [5]李恺,张燕,艾林,等.数字化与传统制作流程对下颌全口义齿组织面精度的影响[J].实用口腔医学杂志,2023,39(5):625-629.
- [6]Alhabshi M O, Aldhohayan H, BaEissa O S, et al. Role of three-dimensional printing in treatment planning for orthognathic surgery: A systematic review[J]. Cureus, 2023,15(10):979-981.
- [7]Bae J, Son W S, Kim S S, et al. Comparison of masticatory efficiency according to Angle's classification of malocclusion[J]. Korean J Orthod, 2017,47(3):151-157.
- [8]赵高峰.口腔正畸学[M].北京:高等教育出版社, 2005:81-83.
- [9]李杨,石晶,郭月明.错颌畸形治疗中微型种植体支抗与常规矫正的临床疗效及安全性观察[J].山西医药杂志, 2023,52(19):1456-1459.
- [10]温玉洁,于世德,汪竹红,等.数字化与传统印模应用于瓷贴面修复的随机对照临床研究[J].中华口腔医学研究杂志(电子版), 2021,15(3):148-154.
- [11]Olejnik A, Verstraete L, Croonenborghs T M, et al. The accuracy of three-dimensional soft tissue simulation in orthognathic surgery-A systematic review[J]. J Imaging, 2024,10(5):119.
- [12]Diaconu A, Holte M B, Berg-Beckhoff G, et al. Three-dimensional accuracy and stability of personalized implants in orthognathic surgery: A systematic review and a Meta-analysis[J]. J Pers Med, 2023,13(1):125-128.
- [13]宁姗姗.三维数字化牙颌模型在口腔正畸学中的价值[J].全科口腔医学电子杂志,2023,10(15):9-11.
- [14]Starch-Jensen T, Hernández-Alfaro F, Kesmez Ö, et al. Accuracy of orthognathic surgical planning using three-dimensional virtual techniques compared with conventional two-dimensional techniques: a systematic review[J]. J Oral Maxillofac Res, 2023,14(1):e1-e5.
- [15]薛鑫,王静,黄银莉,等.3D数字化正畸在成人正畸治疗中的应用效果[J].宁夏医学杂志,2024,46(3):210-214.
- [16]Dipalma G, Inchingolo A D, Inchingolo A M, et al. Artificial intelligence and its clinical applications in orthodontics: A systematic review[J]. Diagnostics, 2023,13(24):3677.

[收稿日期]2024-11-28

本文引用格式:王玉,黄敏,周万里.基于三维打印技术的个性化口腔正畸模型设计及临床应用效果分析[J].中国美容医学,2026,35(5):162-165.