

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.15.023

数字化外科导板在上前牙即刻种植中的应用及对患者种植体植入精度与美学效果的影响

姜贵杰, 唐兴东

(白城市兴东齿科门诊部, 吉林 白城 137202)

[摘要]目的 探讨数字化外科导板在上前牙即刻种植中的应用及对患者种植体植入精度与美学效果的影响。方法 选取2023年1月-2025年12月白城市兴东齿科门诊部接受上前牙即刻种植修复的80例患者(患牙80颗)作为研究对象,依据随机数字表法将其分为A组和B组,每组40例(患牙40颗)。A组采用常规即刻种植技术,B组采用数字化外科导板技术,比较两组种植体植入精度、美学效果、种植体稳定系数(ISQ)、边缘骨吸收量(MBL)。结果 B组术后即刻颈部距离偏差、根尖距离偏差、深度偏差及角度偏差均小于A组($P<0.05$);B组术后6个月PES、WES评分均高于A组($P<0.05$);B组种植体植入后即刻ISQ值高于A组($P<0.05$);B组术后6个月MBL小于A组($P<0.05$)。结论 数字化外科导板应用于上前牙即刻种植,可提高种植体植入的三维空间精度,改善美学效果,增强种植体初期稳定性,减少术后MBL。

[关键词] 数字化外科导板;即刻种植;上前牙;植入精度;美学效果

[中图分类号] R783.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2026)15-0097-04

Application of Digital Surgical Guide in Immediate Implantation of Maxillary Anterior Teeth and its Influence on Implant Placement Accuracy and Aesthetic Effect

JIANG Guijie, TANG Xingdong

(Baicheng Xingdong Dental Clinic, Baicheng 137202, Jilin, China)

[Abstract]**Objective** To explore the application of digital surgical guide in immediate implantation of maxillary anterior teeth and its influence on implant placement accuracy and aesthetic effect. **Methods** A total of 80 patients (80 affected teeth) receiving immediate implantation of maxillary anterior teeth at Baicheng Xingdong Dental Clinic from January 2023 to December 2025 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into group A and group B, with 40 patients (40 affected teeth) in each group. Group A adopted conventional immediate implantation technique, and group B adopted digital surgical guide technique. The implant placement accuracy, aesthetic effect, implant stability quotient (ISQ) and marginal bone loss (MBL) were compared between the two groups. **Results** The neck distance deviation, apical distance deviation, depth deviation and angle deviation in group B immediately after operation were less than those in group A ($P<0.05$). At 6 months after operation, the scores of PES and WES in group B were higher than those in group A ($P<0.05$). The immediate postoperative ISQ value in group B was higher than that in group A ($P<0.05$). At 6 months after operation, the MBL of group B was less than that of group A ($P<0.05$). **Conclusion** For immediate implantation of maxillary anterior teeth, the application of digital surgical guide can improve three-dimensional implant placement accuracy, optimize aesthetic effect, enhance primary implant stability, and reduce postoperative MBL.

[Key words] Digital surgical guide; Immediate implantation; Maxillary anterior teeth; Placement accuracy; Aesthetic effect

第一作者: 姜贵杰(1982.4-),女,黑龙江鸡西人,本科,主治医师,主要从事口腔种植相关研究

通讯作者: 唐兴东(1977.5-),男,吉林扶余人,本科,主任医师,主要从事口腔种植相关研究

上前牙区即刻种植(immediate implantation of maxillary anterior teeth)对种植体的三维空间位置要求极高,植入轴向与深度的微小偏差均可能影响最终美学效果。传统即刻种植技术主要依赖术者经验,难以精确控制植入参数。数字化外科导板技术则通过术前锥形束CT影像规划最佳植入路径,理论上可提升植入精度^[1, 2]。基于此,本研究旨在探讨数字化外科导板在上前牙即刻种植中的应用效果及对患者种植体植入精度与美学效果的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月-2025年12月白城市兴东齿科门诊部接受上前牙即刻种植修复的80例患者(患牙80颗)作为研究对象,依据随机数字表法将其分为A组和B组,每组40例(患牙40颗)。A组男21例,女19例;年龄24~63岁,平均年龄(43.10 ± 9.87)岁;缺牙位分布:中切牙19例,侧切牙13例,尖牙8例。B组男22例,女18例;年龄22~65岁,平均年龄(42.35 ± 10.28)岁;缺牙位分布:中切牙20例,侧切牙12例,尖牙8例。两组性别、年龄及缺牙位分布比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),研究可比。患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:年龄 ≥ 18 周岁;单颗上前牙因外伤、龋坏或根尖周病变等需行拔除后即刻种植;拔牙窝唇侧骨板完整,根尖区及腭侧有 ≥ 3 mm骨量,种植区牙槽骨高度充足;口腔卫生状况良好,邻牙及对颌牙无明显牙周或根尖病变。排除标准:重度牙周炎未经系统治疗或急性根尖周感染未控制;种植区存在多发性根尖囊肿、颌骨囊肿或肿瘤等病变。

1.3 方法 两组手术均由同一位高年资医师主刀。术前均常规行口腔局部消毒,并以阿替卡因肾上腺素注射液(PRODUITS DENTAIRE PIERRE ROLLAND, 国药准字HJ20140732,规格:1.7 ml:盐酸阿替卡因68 mg与酒石酸肾上腺素17 μ g)行局部浸润麻醉。于拔牙后即刻植入种植体。

1.3.1 A组 采用常规即刻种植技术:患者取仰卧位,常规消毒铺巾后,于缺牙区牙槽嵴顶做偏腭侧弧形切口,全层翻瓣,暴露拔牙窝及周围牙槽骨。使用口腔种植机及配套种植弯手机,参照邻牙及对颌牙的咬合关系,依据术者临床

经验逐级备洞。钻针序列依次为直径2.0 mm先锋钻、2.8 mm扩孔钻、3.5 mm扩孔钻及最终直径扩孔钻,每级更换钻针后均用生理盐水冲洗窝洞并清理骨屑。备洞完成后,植入相应直径的骨水平种植体(士卓曼研究院股份公司,国械注进20203170106,型号规格:Straumann®骨水平锥柱状种植体),旋入封闭螺丝,严密缝合创口。

1.3.2 B组 采用数字化外科导板技术:术前所有患者均接受锥形束CT(CBCT)(Sirona Dental Systems GmbH,国械注进20163304733)扫描,同时使用口内扫描仪(3Shape TRIOS A/S,国械注进20172552401,型号:T12P)获取口内数字模型。将CBCT数据导入种植规划软件,模拟植入种植体的三维位置、轴向及深度,并设计种植数字化外科导板。导板数据以STL格式导出后,采用光固化3D打印设备及医用级导板树脂材料(登士柏艾尔嘉,国械注进20253170394)打印制作导板,经环氧乙烷灭菌后备用。术中患者取仰卧位,常规消毒铺巾后,将灭菌后的导板就位与缺牙区,确认导板与牙槽嵴及邻牙完全贴合、无晃动后,以固定钉固定。在导板金属套筒的引导下,使用配套的引导型先锋钻沿导板预成通道预备种植窝至预定深度,随后依次更换引导型扩孔钻逐级扩大窝洞。每级钻针均严格沿导板套筒方向进入,确保备洞轴向与术前设计一致。备洞完成后取下导板,植入与A组同型号的Straumann®骨水平锥柱状种植体,旋入封闭螺丝,严密缝合创口。

1.4 观察指标

1.4.1 检测两组种植体植入精度 术后即刻拍摄CBCT,将术后CT数据以DICOM格式导入种植规划软件,与术前设计方案进行三维重叠配准。测量两组种植体实际植入位置与术前规划位置之间的颈部距离偏差、根尖距离偏差、深度偏差及角度偏差。

1.4.2 评估两组美学效果 术后6个月,采用红色美学评分(PES)对种植体周围软组织美学效果进行独立评估,采用白色美学评分(WES)对种植体上部修复体的美学效果进行独立评估。PES量表包含近中龈乳头、远中龈乳头、唇侧龈缘弧度、唇侧龈缘高度、软组织颜色、软组织质地及牙槽嵴缺损程度7个维度。每个维度按0~2分计分,0分为最差,2分为最佳,总分范围为0~14分,得分越高表示软组织美学效果越佳^[3]。WES量表包含修复体形

态、修复体颜色、表面质地、透明度及基底颜色匹配度5个维度。每个维度同样按0~2分计分，总分范围为0~10分，得分越高表示修复体美学效果越佳^[4]。

1.4.3检测两组种植体稳定系数（ISQ）于种植体植入后即刻，使用无线共振频率分析仪测量ISQ，以评估种植体初期稳定性。ISQ数值范围为1~100，通常认为ISQ>65提示具备良好的初期稳定性。

1.4.4检测两组边缘骨吸收量（MBL）于术后即刻及术后6个月，分别拍摄CBCT，将两次CT数据导入种植规划软件进行三维重叠配准，测量种植体颈部骨水平至平台的距离变化，计算术后6个月较术后即刻的MBL。每枚种植体在近中、远中、颊侧、腭侧4个位点分别测量，取平均值。通常认为，种植体负载后第1年内MBL应小于1.5 mm，之后每年应小于0.2 mm。

1.5 统计学方法 采用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析，计数资料采用 $[n(\%)]$ 表示，行 χ^2 检验；计量资料采用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，行 t 检验。以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组种植体植入精度比较 B组术后即刻颈部距离偏差、根尖距离偏差、深度偏差及角度偏差均小于A组（ $P<0.05$ ），见表1。

2.2 两组美学效果比较 B组术后6个月PES、WES评分均高于A组（ $P<0.05$ ），见表2。

2.3 两组ISQ比较 B组种植体植入后即刻ISQ值为 (72.34 ± 5.67) ，高于A组的 (68.51 ± 6.23) （ $t=4.879$ ， $P=0.001$ ）。

2.4 两组MBL比较 B组术后6个月MBL为 (0.38 ± 0.21) mm，小于A组的 (0.67 ± 0.29) mm（ $t=5.124$ ， $P=0.001$ ）。

表1 两组种植体植入精度比较（ $\bar{x} \pm s$ ）

组别	<i>n</i>	颈部距离偏差（mm）	根尖距离偏差（mm）	深度偏差（mm）	角度偏差（°）
B组	40	0.52 ± 0.18	0.71 ± 0.22	0.43 ± 0.15	1.87 ± 0.54
A组	40	1.08 ± 0.31	1.42 ± 0.38	0.91 ± 0.27	4.23 ± 1.06
<i>t</i>		9.874	10.265	9.714	12.411
<i>P</i>		0.001	0.001	0.001	0.001

表2 两组美学效果比较（ $\bar{x} \pm s$ ，分）

组别	<i>n</i>	PES	WES
B组	40	12.48 ± 1.21	8.72 ± 0.89
A组	40	10.15 ± 1.43	7.14 ± 1.02
<i>t</i>		7.894	7.433
<i>P</i>		0.001	0.001

3 讨论

上前牙区骨板薄、血供单一，拔牙后骨壁塌陷风险高，且牙槽嵴宽度有限，对种植体植入精度要求极高。常规种植依赖术者手感，拔牙后参照体系消失，难以满足美学区精度要求。数字化外科导板通过刚性约束，将术前方案精准转移至术中，排除手部抖动与骨密度差异的干扰，为即刻种植提供可靠保障^[5, 6]。

本研究结果显示，B组术后即刻颈部距离偏

差、根尖距离偏差、深度偏差及角度偏差均小于A组（ $P<0.05$ ）。究其原因，数字化外科导板的核心作用在于将术前设计方案精确转移至术中操作环节^[7, 8]。术前CBCT与口内扫描数据的融合不仅提供了牙槽骨三维形态的完整信息，更重要的是在规划软件中确定了种植体的理想长轴与植入深度——这一理想位置是以未来修复体的唇面外形和邻接关系为参照反向推导出来的。术中导板固定后，其金属套筒内径与配套钻针之间的间隙极小，钻针的进给方向被严格限定，从而排除了术者手部抖动及骨密度差异对钻针轨迹的干扰^[9, 10]。值得注意的是，两组根尖偏差均大于颈部偏差，提示即便在导板辅助下，钻针在深部骨组织中的细微摆动仍难以完全消除，这可能与引导钻针的刚性及长径比有关^[11, 12]。B组术后6个月PES、WES评分

均高于A组 ($P < 0.05$)。从PES来看,种植体颈部在唇舌向的位置偏差直接影响龈缘支撑点的高度——每向唇侧偏移1 mm,龈缘退缩0.5~0.8 mm;而近远中向偏差则影响龈乳头充盈邻间隙的程度。数字化外科导板通过术前精确规划邻牙接触点与种植体肩台的相对位置,最大限度地保留了龈乳头的支撑基础^[13, 14]。从WES来看,修复体的颜色匹配和半透明感取决于其唇面厚度及与邻牙的角度衔接,角度偏差每增加1°,修复体切端与邻牙的错位感即增强^[15]。B组角度偏差控制在2°以内,这为修复体加工提供了理想的基台轴向。B组种植体植入后即刻ISQ值高于A组,术后6个月MBL小于A组 ($P < 0.05$),提示数字化外科导板引导下预备的种植窝与种植体之间具有更优的匹配度。其原因在于,导板引导下备洞的轴向一致性更好,窝洞形态规整,减少了因反复调整钻针方向造成的窝洞扩大,从而提高了种植体与周围骨组织的初始接触面积和摩擦固位力,也减轻了种植体周围炎性骨吸收。

综上所述,数字化外科导板应用于上前牙即刻种植,可提高种植体植入的三维空间精度,改善美学效果,增强种植体初期稳定性,减少术后MBL。

[参考文献]

- [1]任英华,倪宇昕,谢安琪,等.数字化导板技术在中老年牙列缺失患者种植固定义齿修复中的应用[J].中国美容医学,2022,31(11):165-167.
- [2]陈方明,孙恒祥,代春华,等.数字化导板的应用对口腔种植精确性及美学效果的影响[J].中国美容医学,2026,35(2):133-138.
- [3]段丽云,张楠,明佳利,等.上颌前牙区即刻种植修复技术对种植体软组织变化、PES的影响及经济价值[J].临床误诊误治,2026,39(11):72-77.
- [4]冯爱菊,孙兴坤,周玉,等.计算机辅助的国产六维数字化导板在上颌前牙区种植手术中的应用研究[J].口腔材料器械杂志,2026,35(2):74-78.
- [5]阮慧,张昊,庞杰.数字化导板在美学区即刻种植中的应用效果研究[J].陕西医学杂志,2026,55(2):225-229,234.
- [6]孙士家,王伟,陈苗苗.口腔种植修复中使用数字化导板技术的效果观察[J].现代仪器与医疗,2026,32(2):63-67.
- [7]林勇,刘卿,张军华,等.数字化导板引导种植修复的美学效果及疗效影响因素分析[J].上海口腔医学,2025,34(1):48-53.
- [8]王鑫,徐燕山.数字化技术配合模型制作种植导板种植修复治疗牙列缺损的临床观察[J].实用中西医结合临床,2025,25(6):68-70,74.
- [9]郭滨,许曼,马江敏.3D打印种植导板修复美学区缺失的临床效果观察[J].医学理论与实践,2025,38(16):2783-2785.
- [10]郝平,张舒,王子剑,等.锥形束CT辅助下改良式手术导板用于微创不翻瓣种植6年临床效果研究[J].中国实用口腔科杂志,2022,15(5):558-563.
- [11]张丽丽,唐尤超,汤梅蓉,等.半程数字化导板引导口腔种植修复治疗无牙颌患者的3年存留率分析[J].临床口腔医学杂志,2024,40(2):84-89.
- [12]王庆福,李笑班,孙晓迪,等.数字化外科导板在复杂无牙颌种植修复中的个性化应用[J].中国实用口腔科杂志,2022,15(1):7-13.
- [13]柳麟翔,唐丽琴,于美娜,等.数字化导板引导下全口种植即刻负重可行性与精准度的研究[J].口腔医学,2022,42(4):345-348.
- [14]刘伯彦,曾维,尹华强,等.数字化定位导板在上颌完全骨埋伏多生牙拔除术中的应用[J].口腔疾病防治,2023,31(11):801-806.
- [15]张天禹,庄海,张继生,等.个性化导板辅助小切口在上颌腭侧埋伏多生牙拔除中的应用[J].北京口腔医学,2025,33(5):359-363.

收稿日期: 2026-7-14 编辑: 张蕊