

上颌中切牙即刻种植术后骨量变化的影响因素探讨

杨虎 史芮雯 刘月 史一林 张圣铨 兰晶

山东大学齐鲁医学院口腔医学院·口腔医院种植科 山东省口腔组织再生重点实验室
口腔生物材料与组织再生山东省工程研究中心 山东省口腔疾病临床医学研究中心, 济南 250012

[摘要] **目的** 探讨单颗上颌中切牙即刻种植的临床效果及术后种植体周骨量的影响因素。**方法** 选取接受单颗上颌中切牙即刻种植治疗的100例患者(100枚种植体)为研究对象,收集患者临床资料及术前、术后当天和术后6个月影像学资料。测量术后即刻和术后6个月的种植体唇腭侧颈部、中部和根部的骨板厚度,观察骨量变化的规律,并通过回归分析模型评估唇腭侧骨板厚度的预测因素。**结果** 术后6个月,种植体颈部、中部和根部唇侧骨厚度分别为2.35、2.29和3.28 mm,腭侧分别为0.00、2.40和6.05 mm;颈部骨吸收率最高,唇侧和腭侧分别为32.87%和62.20%;回归分析模型显示,种植体颈部唇侧骨厚度的影响因素为种植体颈部唇侧初始骨厚度、横断面上种植体中心与两邻牙中心连线夹角、种植体直径和愈合方式($P<0.05$),而种植体腭侧初始骨厚度为种植体腭侧骨厚度的唯一预测因素($P<0.05$)。**结论** 单颗上颌中切牙即刻种植临床效果良好,种植体周新生骨厚度受多种因素共同影响,在制定即刻种植方案时,需综合考虑这些因素以达到最佳治疗效果。

[关键词] 即刻种植; 上颌中切牙; 锥体束CT; 回归分析

[中图分类号] R783.4 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/hxkq.2024.2024127



本文链接 开放科学标识码

Analysis of factors affecting bone volume changes after immediate implantation in the maxillary central incisor

Yang Hu, Shi Ruiwen, Liu Yue, Shi Yilin, Zhang Shengben, Lan Jing

Dept. of Implantology, School and Hospital of Stomatology, Cheeloo College of Medicine, Shandong University & Shandong Key Laboratory of Oral Tissue Regeneration & Shandong Engineering Research Center of Dental Materials and Oral Tissue Regeneration & Shandong Provincial Clinical Research Center for Oral Diseases, Jinan 250012, China

Correspondence: Lan Jing, E-mail: kqlj@sdu.edu.cn

[Abstract] **Objective** This study aimed to evaluate the clinical outcomes of immediate implantation of single maxillary central incisor and explore factors affecting post-implant bone volume. **Methods** Clinical data and imaging records from pre-surgery, the day of surgery, and 6 months post-surgery of 100 patients (100 implants) with non-salvageable maxillary central incisors who underwent immediate implantation were collected. Bone thickness at the cervical, middle, and apical regions of the implant's labial and palatal sides were measured immediately post-surgery and at 6 months, and bone volume changes were observed. A regression analysis model was used to assess predictive factors for labial and palatal bone plate thickness. **Results** At 6 months post-surgery, the labial bone thicknesses at the cervical, middle, and apical regions were 2.35, 2.29, and 3.28 mm, respectively, and those of the palatal side were 0.00, 2.40, and 6.05 mm, respectively. The cervical region had the highest alveolar crest collapse rates, with 32.87% on the labial side and 62.20% on the palatal side. The regression model indicated that factors influencing the thickness of bone at the cervical labial side of the implant included initial bone thickness, the implant center to adjacent tooth center angle, implant diameter, and the type of implant closure ($P<0.05$). The initial bone thickness on the palatal side was the sole predictor for bone thickness on the palatal side ($P<0.05$). **Conclusion** Immediate implantation of single maxillary central incisors yields

effective clinical results. The thickness of new bone around the implant is influenced by multiple factors. A comprehensive consideration of these factors in the plan-

[收稿日期] 2024-04-07; **[修回日期]** 2024-06-11

[作者简介] 杨虎, 住院医师, 硕士, E-mail: yhdentist@163.com

[通信作者] 兰晶, 主任医师, 博士, E-mail: kqlj@sdu.edu.cn

ning of immediate implantation is necessary to achieve optimal therapeutic outcomes.

[Key words] immediate implantation; maxillary central incisor; cone beam computed tomography; regression analysis

即刻种植能够缩短治疗疗程,减少手术次数,从而减少患者痛苦^[1]。研究^[2]表明,即刻种植并不能阻止牙槽骨的吸收。上颌中切牙区种植体骨吸收可能导致美学并发症,增加种植体周围炎症风险^[3]。既往文献表明,即刻种植术后新骨形成由多重因素决定,包括唇侧骨板缺损情况^[4]、唇侧骨板初始厚度^[5]、牙槽嵴形态^[6]、种植体三维位置^[7]、跳跃间隙^[8]、牙根矢状向位置^[9]和即刻修复^[10]等。然而,目前少有研究系统地揭示这些因素间的相互作用关系,以及如何共同影响即刻种植术后的骨量。本文旨在研究上颌中切牙即刻种植术后种植体周骨量变化的规律,并建立回归分析模型,以探讨影响种植体周新生骨的主要因素,并揭示其相互作用关系,以期最大程度减少种植体周骨吸收,为临床提供参考。

1 材料和方法

1.1 一般资料

选取2018年1月—2023年8月在山东大学口腔医院种植科接受单颗上颌中切牙即刻种植治疗的100例患者为研究对象。100例患者中,男性47例,女性53例;平均年龄(36.54±1.39)岁;共植入100枚种植体,79个种植位点唇侧骨板完整,21个种植位点唇侧骨板缺损。所有病例均进行植骨,封闭类型包括愈合基台(72例)、覆盖螺丝(17例)和即刻修复(11例)。

纳入标准:1)健康成人,具有良好的口腔卫生;2)单颗上颌中切牙无法保留;3)锥形束CT(cone beam computed tomography, CBCT)数据完整;4)病历资料完整。排除标准:1)未控制的牙周病;2)吸烟>10支/天;3)未进行骨增量或采用了骨挤压、onlay植骨手术;4)垂直骨缺损者。

收集纳入研究患者的临床信息,包括:年龄、性别、植入深度、缺牙间隙、种植体直径、种植体长度、封闭类型、唇侧骨板完整与否、骨粉类型、患牙既往治疗情况。

1.2 手术方法

在局部浸润麻醉下,微创拔除患牙,探查唇侧骨板的完整性,偏腭侧植入种植体,并在跳跃

间隙内植骨,最后使用愈合基台、临时修复体或覆盖螺丝联合胶原蛋白海绵封闭软组织创口。对于唇侧骨板缺损的病例,常规拔除患牙并翻瓣,偏腭侧植入种植体后,于跳跃间隙及唇侧骨板外植骨,屏障膜覆盖植骨区并使用膜钉固定,无张力缝合创口。

1.3 影像学检查和测量分析

使用NewTom 3G CBCT(NewTom公司,意大利),对每例患者进行术前(T₀)、术后当天(T₁)和术后6个月(T₂)CBCT检查。使用Minics 20.0软件(Materialise公司,比利时)进行数据测量。所有测量均由一名校准检查者完成。

将术前和术后CBCT导入Mimics中,图像重建后,确定以下标志点和标志线。1)在患牙矢状面确定9个标志点,并确定牙体长轴和牙槽骨长轴。9个标志点中,a点:唇侧骨板最前最上点;b点:唇侧牙槽嵴顶点;c点:腭侧牙槽嵴顶点;d点:牙体中心点;e点:根尖点;f、g点:在e点与牙体长轴作一垂线,这条垂线与唇腭侧骨板边缘的交点;h点:唇侧骨板上a、b之间最凹点;i点:g、f点连线中点。牙体长轴:d、e点连线;牙槽骨长轴:d、i点连线(图1A)。2)在种植体矢状面沿种植体长轴将种植体二等分,在种植体颈部、中部和根部水平,唇腭侧分别标记3个点(唇侧L₀、L₁、L₂,腭侧P₀、P₁、P₂),测量3个水平的骨厚度(图1B);3)在种植体横断面确定5个标志点,j、l点:邻牙中心点;k点:种植体中心点;m、n点:邻牙唇侧最凸点(图1C)。

根据上述标志点和标志线进行以下测量。1)上颌中切牙矢状向角度(maxillary central incisor sagittal position, CIS):牙体长轴与牙槽骨长轴所形成的角;2)牙槽骨凹面角度(concavity angulation, CA):ah连线与bh连线形成的角;3)唇腭侧骨板夹角(sagittal labial-palatal bone plate angle, SLPBA):fc连线与gb连线所形成的夹角;4)唇侧骨板厚度(labial bone horizontal thickness, BHT-L):分别在种植体颈部(L₀)、中部(L₁)和根部(L₂),垂直于种植体长轴,唇侧骨板外表面与种植体表面的距离;5)腭侧骨板厚度(palatal bone horizontal thickness, BHT-P):分别在种植体颈部(P₀)、中部(P₁)和根部(P₂),垂直于种植体长

轴，腭侧骨板外表面与种植体表面的距离；6) 种植体矢状向角度 (implant sagittal position, ISP): 种植体长轴与牙槽骨长轴夹角；7) 种植体中心与两相邻牙中心连线所形成的角 (implant center to adjacent tooth center angle, ICAA): j、k、l 三点形成的夹角；8) 种植体唇侧与两邻牙最凸点连线的垂直距离 (vertical distance from implant labial side to adjacent tooth's labial apex line, VDIAL)。

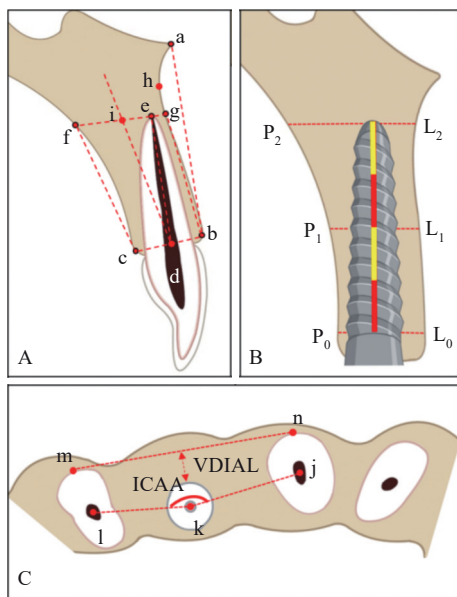


图 1 CBCT重建测量

Fig 1 CBCT reconstruction and measurement

根据测量的骨板厚度，计算骨吸收量 (alveolar crest collapse, ACC)、骨吸收率 (alveolar crest collapse rate, ACCR)。ACC为T2-BHT与T1-BHT的差值；ACCR为ACC与T1-BHT的比值。

1.4 统计分析

所有统计分析均在R语言 (R version 4.3.0) 中进行，显著性水平设置为5%。数据进行Shapiro-Wilk正态性检验，连续性变量的统计描述采用中位数和四分位间距，分类变量采用频率描述。

组间差异使用Kruskal-Wallis检验分析，并进行多重比较。

以年龄、ISP/CIS、CA、SLPBA、ICAA、VDIAL、T₁-BHT-L₀、植入深度、缺牙间隙、性别、种植体直径、种植体长度、封闭类型、唇侧骨板完整与否、骨粉类型、患牙既往治疗情况为备选预测变量，其中种植体直径、种植体长度、封闭类型、骨粉类型、患牙既往治疗情况为无序多分类变量，设置为哑变量。以T₂-BHT-L₀为结局变量，建立多因素线性回归分析模型，预测术后种植体唇侧骨厚度，残差分析评价模型拟合度；根据种植体腭侧骨板是否完全被吸收，将T₂-BHT-P₀设置为二分类变量 (定义T₂-BHT-P₀=0 mm为阳性事件)，并作为结局变量建立多因素二元Logistic回归分析模型，预测腭侧骨板是否完全吸收，Hosmer-Lemeshow检验评价模型拟合度，接收者操作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC) 及曲线下面积 (area under the curve, AUC) 评估模型区分度。

2 结果

本研究共纳入100例患者100枚种植体。在术后6个月内，未发现种植体松动或者脱落，种植体存留率为100%，CBCT显示所有种植体均骨结合良好。

2.1 唇腭侧骨板厚度的变化

术后6个月，种植体唇侧发生不同程度的骨吸收，但颈部、中部、根部3个水平的BHT-L均大于2 mm；L₀与L₁骨板厚度差异无统计学意义 (P>0.05)，L₂骨板厚度最大，与L₀、L₁骨板厚度差异有统计学意义 (P<0.05)；L₀处ACCR最高 (32.87%)，种植体唇侧颈部至根方的ACC和ACCR逐渐降低 (表1)。

表 1 唇侧骨板变化

Tab 1 Labial alveolar plate changes

项目	L ₀	L ₁	L ₂	H值	P值			
					整体	L ₀ -L ₁	L ₀ -L ₂	L ₁ -L ₂
T ₁ -BHT/mm	3.46 (2.91, 4.02)	2.98 (2.16, 3.86)	3.58 (2.46, 4.61)	11.73	0.003	0.015	>0.999	0.006
T ₂ -BHT/mm	2.35 (1.51, 2.89)	2.29 (1.52, 3.25)	3.28 (2.23, 4.37)	38.76	<0.001	>0.999	<0.001	<0.001
ACC/mm	1.11 (0.49, 1.99)	0.64 (0.18, 1.07)	0.21 (-0.02, 0.53)	71.74	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ACCR/%	32.87 (14.48, 52.94)	20.08 (8.62, 37.35)	6.86 (-0.66, 14.28)	69.69	<0.001	0.008	<0.001	<0.001

术后6个月，P₀、P₁、P₂处骨板厚度分别为0.00、2.40、6.05 mm，逐渐增厚。种植体颈部ACCR最高，P₀处ACCR高达62.20%，与P₁、P₂差异

有统计学意义 (P<0.05)，而P₁与P₂间差异无统计学意义 (P>0.05) (表2)。

表 2 腭侧骨板变化
Tab 2 Palatal alveolar plate changes

项目	P ₀	P ₁	P ₂	H值	P值			
					整体	P ₀ -P ₁	P ₀ -P ₂	P ₁ -P ₂
T ₁ -BHT/mm	0.90 (0.00, 1.36)	2.65 (1.82, 3.75)	6.09 (3.96, 7.68)	164.94	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
T ₂ -BHT/mm	0.00 (0.00, 0.77)	2.40 (1.72, 3.77)	6.05 (4.10, 8.05)	183.71	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ACC/mm	0.28 (0.00, 0.77)	0.07 (-0.11, 0.26)	0.03 (-0.15, 0.22)	32.50	<0.001	<0.001	<0.001	>0.999
ACCR/%	62.20 (16.90, 100.00)	2.32 (-3.62, 10.65)	0.68 (-2.71, 4.35)	81.29	<0.001	<0.001	<0.001	0.592

2.2 回归分析

多因素线性回归分析模型显示, ICAA、T₁-BHT-L₀、种植体直径和封闭类型为T₂-BHT-L₀的影响因素(表3)。残差分析显示, 残差近似正态分布(图2A), 模型的预测与实际值相差不大(图2B), 也没有数据点对模型有过度的影响(图2C)。

回归模型拟合良好, 表明其结果可信。基于线性回归分析原理, 构建模型方程: $Y = -0.04 \times X_1 + 0.27 \times X_2 - 0.86 \times X_3 - 0.55 \times X_4 + 7.53$ (公式1)。其中, Y: 预测T₂-BHT-L₀; X₁: ICAA; X₂: T₁-BHT-L₀; X₃: 种植体直径; X₄: 封闭类型。

表 3 多因素线性回归分析结果
Tab 3 Results of multiple linear regression

预测因素	单因素				多因素			
	b值(95%CI)	标准差	t值	P值	b值(95%CI)	标准差	t值	P值
常数项					7.53 (3.52~11.54)	2.05	3.68	<0.001
ICAA	-0.05 (-0.07~0.03)	0.01	-5.50	<0.001	-0.04 (-0.06~0.02)	0.01	-3.45	<0.001
T ₁ -BHT-L ₀	0.55 (0.33~0.78)	0.11	4.85	<0.001	0.27 (0.02~0.52)	0.13	2.11	0.038
种植体直径/mm								
3.3~3.5	对照组				对照组			
3.6~3.8	-0.75 (-1.64~0.13)	0.45	-1.67	0.099	-0.86 (-1.62~0.09)	0.39	-2.20	0.030
4.0~4.3	-0.29 (-0.79~0.20)	0.25	-1.16	0.250	-0.21 (-0.64~0.21)	0.22	-0.99	0.327
封闭类型								
愈合基台	对照组				对照组			
覆盖螺丝	-0.73 (-1.32~0.14)	0.30	-2.43	0.017	-0.55 (-1.07~0.04)	0.26	-2.10	0.039
即刻修复	0.16 (-0.55~0.87)	0.36	0.44	0.664	-0.03 (-0.66~0.59)	0.32	-0.11	0.913
唇侧骨板								
完整	对照组							
缺损	0.04 (-0.46~0.54)	0.25	0.15	0.879				
骨粉类型								
小牛骨	对照组							
胶原骨	-0.34 (-0.91~0.22)	0.29	-1.19	0.236				
同种异体骨	-0.65 (-1.97~0.67)	0.67	0.96	0.339				

注: 单因素回归分析后, 纳入P<0.1的变量进行多因素回归分析。

多因素二元Logistic回归显示, T₁-BHT-P₀是T₂-BHT-P₀的唯一预测因素(P<0.05)。OR值小于1, 表明T₁-BHT-P₀越大, 种植体腭侧颈部骨板被完全吸收的可能性越小(表4)。Hosmer-Lemeshow检验显示, $\chi^2=2.39$, $P=0.967$, 模型拟合良好。ROC曲线见图3, 截断值为0.626, AUC为0.821(95%CI: 0.740~0.902), 表明此模型具有较好的区分度。根据回归分析结果及Logistic回归原理, 建立逻辑回归方程: $P = \frac{1}{1 + e^{-(2.33 - 1.60 \times X)}}$ (公式

2)。其中, P: 发生阳性事件的概率; X: T₁-BHT-P₀; e: 常数。

3 讨论

本研究评估了即刻种植术后6个月的骨量变化, 发现不管是唇侧还是腭侧, 种植体颈部骨变化量最大。这与多种因素有关。首先, 由于种植体颈部的骨替代材料突出, 上唇对于种植体颈部区域有压力, 导致更多的骨吸收^[11]。其次, 上颌切

牙区牙槽骨呈现为蝶形^[12]，牙槽窝冠方骨板薄，但根方骨量充足，骨板越薄，骨吸收越多^[13]。三是种植体颈部为皮质骨，具有高弹性模量，容易应力集中，进一步导致骨吸收^[14]。种植体颈部骨

量对于其长期稳定性至关重要，因此本文通过回归分析模型探索种植体颈部新生骨的影响因素，以期减少此区域的骨吸收。

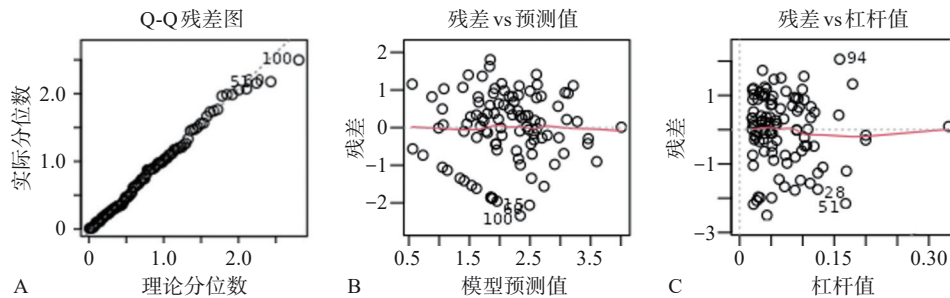


图 2 残差分析

Fig 2 Residual analysis

表 4 多因素二元 Logistic 回归结果

Tab 4 Results of multiple binary Logistic regression

项目	单因素					多因素				
	OR (95%CI)	β 值	SE	Z值	P值	OR (95%CI)	β 值	SE	Z值	P值
常数项						10.29 (3.71~28.56)	2.33	0.52	4.48	<0.001
T ₁ -BHT-P ₀	0.18 (0.09~0.38)	-1.71	0.37	-4.57	<0.001	0.20 (0.10~0.42)	-1.60	0.37	-4.28	<0.001
唇侧骨板										
完整	对照组									
缺损	1.10 (0.46~2.63)	0.09	0.45	0.21	0.834					
骨粉类型										
小牛骨	对照组									
胶原骨	0.71 (0.27~1.91)	-0.34	0.50	-0.68	0.498					
同种异体骨	1.42 (0.12~16.36)	0.35	1.25	0.28	0.777					

注：单因素回归分析后，纳入P<0.1的变量进行多因素回归分析。OR为比值比， β 为回归系数，SE为标准误差。

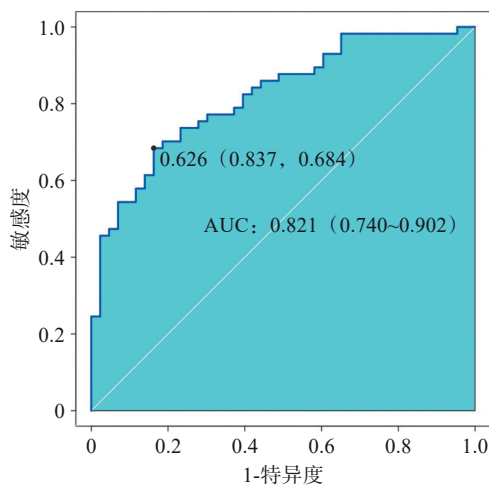


图 3 ROC 曲线

Fig 3 ROC curve

本研究中采用双向逐步回归分析的方法，以种植体颈部唇腭侧骨厚度为结局变量，通过逐步添加和删除自变量来优化模型，以找到最佳的自变量组合，探索影响即刻种植术后骨量变化的影

响因素。多因素线性回归模型提示，T₁-BHT-L₀对T₂-BHT-L₀具有正向的影响，即T₂-BHT-L₀随T₁-BHT-L₀的增长而增加。纳入的病例中，T₁-BHT-L₀的中位数为3.46 mm，根据公式1，当ICAA取平均值166.58°，种植体直径为3.3~3.5 mm，并使用愈合基台时，T₂-BHT-L₀的预测值为1.80 mm。为了使上颌中切牙区即刻种植后功能和美观达到最佳，种植体应在理想的三维位置植入^[7]。目前主流的观点是偏腭侧种植，唇侧保留至少2 mm骨厚度^[5]，最大程度降低术后唇侧骨板吸收的风险。当术后6个月种植体唇侧至少有2 mm骨厚度时，从公式1反推，T₁-BHT-L₀的值至少应为4.20 mm。这与Capelli等^[15]的研究结果一致。对应到临床实际操作中，当T₁-BHT-L₀不足4 mm时，可以通过2种方式来增加其厚度，一是唇侧骨板外植骨，直接增加骨厚度；二是调整ICAA，ICAA代表种植体唇腭向位置，回归分析显示T₂-BHT-L₀随ICAA的增大而减小，在执行手术程序时，可适当减小

ICAA, 以达到增加唇侧骨厚度的目的。

Tarnow 等^[16]将即刻种植的治疗方式分为4类, 分别是: 1) 不植骨, 放置直愈合基台; 2) 不植骨, 即刻修复; 3) 植骨, 放置个性化愈合基台; 4) 植骨, 即刻修复。他们的研究指出, 即刻植入种植体后放置骨替代材料并使用愈合基台或临时修复体可显著减少唇侧骨厚度的吸收。与之类似, 本研究发现, 与愈合基台相比, 放置覆盖螺丝是种植体唇侧新生骨厚度的负向影响因素, 而即刻修复与放置愈合基台差异无统计学意义。这与三者的作用有关, 愈合基台和临时修复体可引导周围软组织的生长, 并支撑种植体颈部植骨空间, 保护骨替代材料, 有助于维持或增加唇侧骨板的厚度^[16-18], 而覆盖螺丝通常不具备这些作用, 因此可能不会对唇侧骨板的厚度产生积极影响。应注意的是, 本研究中样本量较小, 且愈合基台与即刻修复的样本量差距大, 还需要进一步的大样本、前瞻性临床研究来证实这一结论。此外, 尽管有学者^[2]认为即刻种植当跳跃间隙小于2 mm 时可不进行植骨, 但本研究中涉及唇侧骨板缺损病例, 必须行骨增量手术, 为了结果的一致性, 所有纳入的病例均进行植骨。既往研究^[19]指出, 即刻种植并进行跳跃间隙植骨可减少拔牙后牙槽骨重塑, 其生物学原理与牙槽嵴保存术类似。

临床上通常将直径3.5 mm 及以下的植体称为窄直径种植体 (narrow-diameter implant, NDI)^[20]。在本研究中, 以种植体直径为3.3~3.5 mm 为对照, 结果显示直径3.6~3.8 mm 对种植体唇侧新生骨厚度有负向影响, 而直径4.0~4.3 mm 不会对新生骨厚度产生影响, 这可能是样本量的限制导致的。但从结果来看, NDI在上颌中切牙区具有良好的临床效果。相较于大直径种植体, NDI具有减少出血、术后不适和降低手术复杂性的优点^[21]。但是, NDI的初期稳定性及抗断裂性能可能低于常规径种植体^[20], 选择种植体的材料则显得尤为重要^[22]。临床医生应根据患者的具体情况, 如牙槽嵴宽度、骨质、咬合力等因素来决定是否适用。同时也应考虑种植体的材质、设计和制造商的技术支持, 以期达到最佳的治疗效果。

上颌中切牙种植的美观要求高, 因此, 大多数研究都集中在唇侧, 关于种植体腭侧骨组织的研究却较少。本研究结果显示, T_2 -BHT- P_0 为0.00 (0.00, 0.77) mm, 临床上腭侧骨板缺损可能会导致腭侧严重的牙龈退缩, 种植体暴露, 患者会有不适感, 而厚龈生物型则会形成较深的牙周袋,

容易引起种植体周炎^[23]。本研究中, 二元 Logistic 回归分析发现, T_1 -BHT- P_0 为 T_2 -BHT- P_0 的唯一预测因素, 根据公式2, 当 T_2 -BHT- P_0 为0 mm 时, T_1 -BHT- P_0 约为1.14 mm, 即种植体颈部腭侧骨板初始厚度要在1.14 mm 以上, T_2 腭侧骨板才不会被完全吸收, 但测量结果显示, T_1 -BHT- P_0 的中位数为0.90 mm, 这表明仅有少部分病例腭侧骨板初始厚度符合上述条件。因此, 在即刻种植手术过程中, 若腭侧骨板厚度不足, 应同样进行骨增量, 避免造成种植体周生物学并发症。

总而言之, 即刻种植并不能阻止牙槽骨的吸收, 且主要集中在种植体颈部。根据回归分析的结果, T_1 -BHT- L_0 、 T_1 -BHT- P_0 、ICAA、种植体直径及封闭类型量化了种植体具体的植入位点以及植骨量的要求, 在种植术前模拟植入阶段具有重要的临床意义, 也可数字化导板、种植导航以及种植机器人的术前设计做参考。但受限于样本量, 在未来还可通过多中心、大样本以及长时间随访的临床研究, 提高本研究结论的普遍性和可靠性, 同时更好地评估即刻种植在不同地区、不同人群中的应用效果。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

[参考文献]

- [1] Blanco J, Carral C, Argibay O, et al. Implant placement in fresh extraction sockets[J]. *Periodontol* 2000, 2019, 79 (1): 151-167.
- [2] Yang X, Zhou T, Zhou N, et al. The thickness of labial bone affects the esthetics of immediate implant placement and provisionalization in the esthetic zone: a prospective cohort study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2019, 21(3): 482-491.
- [3] Arora H, Ivanovski S. Correlation between pre-operative buccal bone thickness and soft tissue changes around immediately placed and restored implants in the maxillary anterior region: a 2-year prospective study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017, 28(10): 1188-1194.
- [4] Buser D, Chappuis V, Belser UC, et al. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late[J]. *Periodontol* 2000, 2017, 73(1): 84-102.
- [5] Zekry A, Wang R, Chau AC, et al. Facial alveolar bone wall width-a cone-beam computed tomography study in Asians[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2014, 25(2): 194-206.

- [6] Chang CC, Kim SK, Lee CT. A novel approach to assess volumetric bone loss at immediate implant sites and comparison to linear measurements: a pilot study[J]. *J Dent*, 2022, 120: 104083.
- [7] Seyssens L, Eghbali A, Cosyn J. A 10-year prospective study on single immediate implants[J]. *J Clin Periodontol*, 2020, 47(10): 1248-1258.
- [8] Levine RA, Dias DR, Wang P, et al. Effect of the buccal gap width following immediate implant placement on the buccal bone wall: a retrospective cone-beam computed tomography analysis[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2022, 24(4): 403-413.
- [9] Xu D, Xie C, Yu H, et al. Evaluation of factors affecting alveolar ridge height and facial bone thickness in Chinese maxillary central incisors by cone beam CT[J]. *J Dent Sci*, 2021, 16(1): 229-235.
- [10] Mao Z, Lee CT, He SM, et al. Buccal bone dimensional changes at immediate implant sites in the maxillary esthetic zone within a 4-12-month follow-up period: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2021, 23(6): 883-903.
- [11] Ye GH, Duan DH, Wang EB. Ridge volume stability of maxillary anterior implants placed with simultaneous lateral guided bone regeneration during healing: a radiographic analysis[J]. *Chin J Dent Res*, 2021, 24(4): 251-256.
- [12] Zhang W, Skrypczak A, Weltman R. Anterior maxilla alveolar ridge dimension and morphology measurement by cone beam computerized tomography (CBCT) for immediate implant treatment planning[J]. *BMC Oral Health*, 2015, 15: 65.
- [13] Chappuis V, Engel O, Shahim K, et al. Soft tissue alterations in esthetic postextraction sites: a 3-dimensional analysis[J]. *J Dent Res*, 2015, 94(9 suppl): 187S-193S.
- [14] 王钧正, 王屹博, 丁超, 等. 不同形状种植体支持单端固定桥的三维有限元分析[J]. *中国组织工程研究*, 2017, 21(30): 4830-4835.
Wang JZ, Wang YB, Ding C, et al. Three-dimensional finite element analysis of the cantilever fixed bridge supported by implants with different shapes[J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2017, 21(30): 4830-4835.
- [15] Capelli M, Testori T, Galli F, et al. Implant-buccal plate distance as diagnostic parameter: a prospective cohort study on implant placement in fresh extraction sockets [J]. *J Periodontol*, 2013, 84(12): 1768-1774.
- [16] Tarnow DP, Chu SJ, Salama MA, et al. Flapless postextraction socket implant placement in the esthetic zone: part 1. The effect of bone grafting and/or provisional restoration on facial-palatal ridge dimensional change—a retrospective cohort study[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2014, 34(3): 323-331.
- [17] 宋占庆, 史敬勋, 张慧. 上前牙即刻种植后即刻修复与使用愈合基台修复对患者治疗效果及牙龈红色美学效果的影响[J]. *临床和实验医学杂志*, 2022, 21(7): 752-755.
Song ZQ, Shi JX, Zhang H. A comparative study on the aesthetic effects of immediate restoration and the use of healing abutments after immediate implantation of upper anterior teeth and the bone resorption of the implant neck [J]. *J Clin Exp Med*, 2022, 21(7): 752-755.
- [18] 张宾, 孙丽华, 张俊花, 等. 改良翻瓣即刻种植有利于上颌前牙区的软硬组织重建 [J]. *中国组织工程研究*, 2021, 25(5): 707-712.
Zhang B, Sun LH, Zhang JH, et al. A modified flap immediate implant is beneficial to soft tissue reconstruction in maxillary aesthetic area[J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2021, 25(5): 707-712.
- [19] Sanz M, Lindhe J, Alcaraz J, et al. The effect of placing a bone replacement graft in the gap at immediately placed implants: a randomized clinical trial[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017, 28(8): 902-910.
- [20] Jung RE, Al-Nawas B, Araujo M, et al. Group 1 ITI Consensus Report: the influence of implant length and design and medications on clinical and patient-reported outcomes[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2018, 29(Suppl 16): 69-77.
- [21] Storelli S, Caputo A, Palandrani G, et al. Use of narrow-diameter implants in completely edentulous patients as a prosthetic option: a systematic review of the literature [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 5571793.
- [22] Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M, et al. Titanium-zirconium alloy narrow-diameter implants (Straumann Roxolid®) for the rehabilitation of horizontally deficient edentulous ridges: prospective study on 18 consecutive patients[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23(10): 1136-1141.
- [23] Bister D. The SAC classification in implant dentistry (2009)[J]. *Eur J Orthod*, 2009, 31(5): 564.

(本文编辑 李彩)