

[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2022.09.005

· 临床研究 ·

1 001 颗 3.3 mm 窄直径种植体早期失败分析

郭丽¹, 吴国锋², 石安源¹, 顾春宁¹, 姜小维¹, 秦海燕¹

1. 南京大学医学院附属口腔医院, 南京市口腔医院种植科, 江苏 南京(210008); 2. 南京大学医学院附属口腔医院, 南京市口腔医院修复科, 江苏 南京(210008)

【摘要】 目的 探讨窄直径种植体植入后早期失败情况, 为临床牙种植修复提供参考。**方法** 对2017年4月至2020年4月于某口腔医院种植科因牙列缺损行Straumann 3.3 mm窄直径种植体种植修复的725例患者(男性353例, 女性372例)植入的1 001颗窄直径种植体的早期失败进行回顾性分析。采用单因素和多因素广义估计方程分析年龄、性别、种植位点、植体材料、表面处理、长度、骨增量与否、愈合方式等因素与窄直径种植体早期失败的相关性。**结果** 725例患者中早期失败34例, 共计38颗窄直径种植体, 窄直径种植体的早期失败率在患者水平为4.69%, 种植体水平为3.80%。不同年龄、性别、植体材料、表面处理、长度、愈合方式之间的窄直径种植体早期失败率差异无统计学意义($P > 0.05$)。单因素分析结果显示: 种植体水平, 上颌前牙区失败率为2.16%, 显著低于下颌前牙区的失败率8.64% ($P < 0.001$); 上颌前牙区失败率与后牙区失败率3.35%差异无统计学意义($P > 0.05$)。此外, 在前牙区, 窄直径种植体植入同期行骨增量组的早期失败率显著低于未进行骨增量组($P < 0.05$)。然而, 多因素广义估计方程分析结果表明窄直径种植体早期失败率仅与下颌前牙区呈显著正相关($P < 0.01$)。**结论** Straumann 3.3 mm窄直径种植体早期总体存活率大于95%, 在下颌前牙区的早期失败率显著高于上颌前牙区及后牙区。

【关键词】 牙列缺损; 上颌前牙; 下颌前牙; 后牙; 牙种植; 窄直径种植体; 骨整合; 早期失败; 危险因素; 回顾性研究; 广义估计方程

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2022)09-0644-07

【引用著录格式】 郭丽, 吴国锋, 石安源, 等. 1 001 颗 3.3 mm 窄直径种植体早期失败分析[J]. 口腔疾病防治, 2022, 30(9): 644-650. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2022.09.005.

Analysis of factors related to early failure of 1 001 implants with 3.3 mm narrow-diameter GUO Li¹, WU Guofeng², SHI Anyuan¹, GU Chunling¹, JIANG Xiaowei¹, QIN Haiyan¹. 1. Department of Dental Implantology, Nanjing Stomatological Hospital, Medical School of Nanjing University, Nanjing 210008, China; 2. Department of Prosthodontics, Nanjing Stomatological Hospital, Medical School of Nanjing University, Nanjing 210008, China
Corresponding author: QIN Haiyan, Email: haiyanandrew@163.com, Tel: 86-25-83620236

【Abstract】 Objective To explore the early failure of narrow-diameter implants (NDIs) and to provide a reference for clinical implant restoration. **Methods** From April 2017 to April 2020, data from a total of 725 patients (with 1 001 NDIs) who accepted implant restoration due to dentition defects were collected from the department of dental implantology in a stomatological hospital; 353 males and 372 females were included. The early failure rate of 1 001 NDIs was retrospectively analyzed. Univariate generalized estimated equation (GEE) and multivariate GEE were used to explore risk factors, including age, sex, implant location, materials, surface modification, length, bone augmentation and healing procedure, associated with early failure of NDIs. **Results** There were 34 cases of early failure among 725 patients, including 38 NDIs. The early failure rate of NDIs was 4.69% at the patient level and 3.80% at the implant level. There was no significant difference in the early failure rate of NDIs among different age groups, sexes, implant materials, surface modifications, lengths, and healing procedures ($P > 0.05$). Univariate analysis showed that there was a significant difference

【收稿日期】 2021-12-22; **【修回日期】** 2022-03-17

【基金项目】 江苏省重点研发计划(社会发展)项目(BE2019622); 南京市卫生科技发展专项基金(YKK18122)

【作者简介】 郭丽, 医师, 硕士, Email: 1260065954@qq.com

【通信作者】 秦海燕, 副主任医师, 博士, Email: haiyanandrew@163.com, Tel: 86-25-83620236



微信公众号

between the early failure rate of NDIs in the anterior maxilla group (2.16%) and the anterior mandible group (8.64%) at the implant level ($P < 0.001$). However, there was no significant difference in the early failure rate between the anterior maxilla group and the posterior group (3.35%) ($P > 0.05$). In addition, in the anterior region, the early failure rate of NDIs in the group with simultaneous bone augmentation was significantly lower than that of the group without bone augmentation ($P < 0.05$). However, multivariate GEE analysis showed that the early failure rate of NDIs was only significantly positively correlated with implants in the mandibular anterior region ($P < 0.01$). **Conclusion** The overall early survival rate of Straumann 3.3 mm NDIs is greater than 95%. The early failure of NDIs in the anterior mandible region is much higher than that in the anterior maxilla region and posterior region.

【Key words】 dentition defect; maxillary anterior region; mandibular anterior region; posterior teeth; implantation; narrow diameter implants; osseointegration; early failure; risk factors; retrospective study; generalized estimated equation

J Prev Treat Stomatol Dis, 2022, 30(9): 644-650.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from Primary Research & Development Plan of Jiangsu Province (Social Development)(No. BE2019622) and Nanjing Municipal Health Technology Development Special Fund (No. YKK18122).

随着人们生活水平的提高,种植牙已经成为修复缺失牙的首选治疗方式。但是,当牙槽骨宽度不足或缺牙间隙过小时,放置标准直径种植体(standard-diameter implants, SDIs)往往会造成种植体周围骨板过薄或者损伤邻牙牙根,增加了并发症和失败的风险^[1]。面对以上临床情况时,有学者建议使用窄直径种植体(narrow-diameter implants, NDIs),这可以在一定程度上避免骨增量手术,减少患者痛苦,缩短治疗时间^[2]。通常文献中将直径在 3.5 mm 以下的种植体定义为 NDIs^[3],随着种植体材料的发展,NDIs 的应用也越来越广泛。已经有大量研究报道了种植体失败的可能风险因素,种植体失败可被划分为早期失败和晚期失败,且早期失败更为常见^[4]。种植体早期失败通常和骨愈合受损有关,种植体和骨之间发生了纤维性愈合,而没有完成骨结合,通常发生在基台连接前或基台连接时,可能受到局部因素和全身因素的影响^[5]。目前对于 NDIs 的早期失败率及其可能的影响因素却少有研究。本研究回顾分析了 2017 年 4 月至 2020 年 4 月于南京大学医学院附属口腔医院种植科因牙列缺损行 Straumann 3.3 mm NDIs 种植修复的患者资料,从年龄、性别、种植位点、植体材料、表面处理、长度、骨增量与否、愈合方式这 8 个变量来分析影响 NDIs 早期失败的相关因素,旨在为临床医师预防 NDIs 早期失败提供一定的参考。

1 资料和方法

1.1 一般资料

本研究回顾了自 2017 年 4 月至 2020 年 4 月在南京大学医学院附属口腔医院种植科因牙列缺损接受 NDIs 修复的患者资料。制定严格的纳入排除标准,筛选满足条件的病例。纳入该研究的患者在手术前均已签署知情同意书,该研究已通过南京大学医学院附属口腔医院伦理委员会审查(伦理审批号: NJSJH-2021NL-111)。

纳入标准: 患者年龄 ≥ 18 周岁;接受 Straumann 3.3 mm 窄直径种植体(NDIs)种植修复的牙列缺损患者;无活动期牙周炎。

排除标准: 重度吸烟患者(≥ 10 支/天);不能控制的糖尿病患者;种植位点既往进行过种植体植入和(或)骨增量手术者;上颌和(或)下颌牙列缺失者;有双磷酸盐类药物治疗史者;有头颈部放疗或化疗病史者;磨牙症患者;牙周炎控制不佳者;临床资料不完整者。

1.2 主要材料

种植体: 纯钛和 Roxolid® 钛锆合金种植体(Straumann, 瑞士);**种植机:** NSK 种植机(日本);植骨材料主要有 Bio-Oss®、Bio-Gide (Geistlich Pharma AG, 瑞士)。

1.3 种植外科手术流程

每例患者在种植术前均进行完善的术前检查,包括临床检查、影像学检查和血液检查,用于评估患者是否适合行口腔种植修复。符合口腔种植适应证的患者,还需要在术前进行完善的牙周

治疗。手术前医师向患者详细介绍种植手术流程及费用,术中术后可能出现的风险和并发症,患者同意后签署知情同意书。

由3名经验丰富的种植医生(均有五年以上的种植外科经验)严格按照种植标准流程完成种植外科手术,均为自由手植入。当种植体植入后颊侧骨量不足时(上前牙区小于1.5 mm,其它位置小于1.0 mm),将按照引导性骨组织再生术(guided bone regeneration, GBR)技术操作规范进行颊侧骨增量,滋养孔制备,人工骨粉混合自体血液置于骨缺损处,盖可吸收胶原膜。无张力严密缝合,术后当天拍摄影像片。术后常规抗感染3~5 d,1 d后使用复方氯己定含漱液漱口,保持口腔卫生,7~10 d后拆线。种植术后3~6个月进行复诊,由种植修复医生进行上部修复。

1.4 定义

种植体早期失败:种植体在基台连接前或基台连接时发生失败,种植体和骨发生了纤维性愈合,而没有完成骨结合。

1.5 统计学分析

收集患者临床资料,绘制数据收集表格,包括年龄、性别、种植位点、植体材料、表面处理、长度、骨增量与否、愈合方式、是否早期失败、失败位点、失败时间及原因。研究数据采用SPSS 22.0软件进行分析。由于个体数据的不独立性,利用单因素广义估计方程(generalized estimating equations, GEE)和多因素广义估计方程分别进行单因素和多因素分析,相关作业矩阵结构选择等相关。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者及种植体基本信息

通过病例资料回顾,2017年4月至2020年4月共计筛选出725例研究对象,其中女性372例(51.3%),男性353例(48.7%),年龄18~86岁,平均年龄(41.7±15.3)岁。共植入NDIs 1 001颗,Roxolid®直径3.3 mm钛锆种植体403颗(均为SLActive表面),直径3.3 mm纯钛种植体598颗(489颗为SLA表面、109颗为SLActive表面)。种植体长度为8 mm的9颗,长度为10 mm的180颗,长度为12 mm的757颗,长度为14 mm的52颗,长度为16 mm的3颗。骨水平种植体947颗,软组织水平54颗。

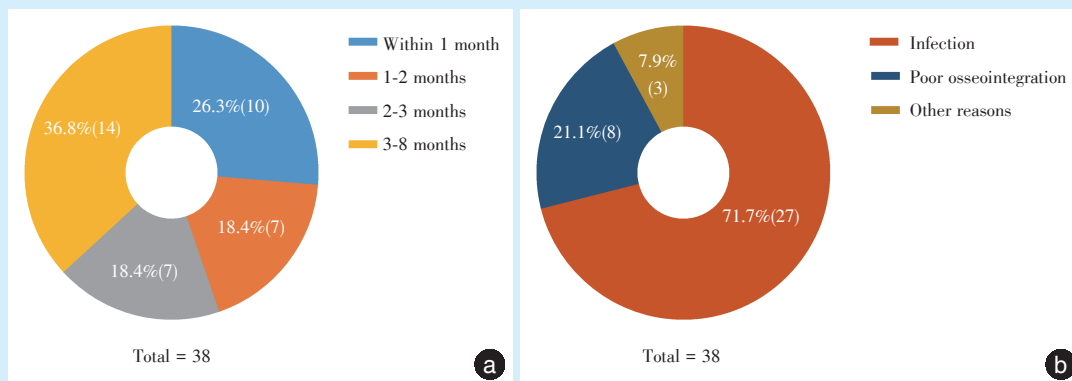
2.2 早期失败率

725例患者中早期失败患者34例,共38颗NDIs,NDIs的早期失败率患者水平为4.69%,种植体水平为3.80%。NDIs早期失败的时间分布见图1a,10颗种植体(26.3%)是在术后1个月内失败脱落的,14颗种植体(36.8%)是在术后3~8个月内失败,多发生于二期手术或安装修复基台时。NDIs早期失败的原因见图1b,最常见的原因因为感染(图2),其次为骨结合不良。

2.3 早期失败相关因素的单因素分析

共纳入8个因素进行单因素分析,包括:年龄、性别、种植位点、植体材料、长度、表面处理、骨增量与否、愈合方式与窄直径种植体早期失败率的关系。

结果(表1)表明:①不同年龄层人群间NDIs的早期失败率差异无统计学意义($P > 0.05$);②男性患者NDIs早期失败率略高于女性患者,但差异无统计学意义($P = 0.124$);③上颌前牙区早期失败



a: distribution of failed NDIs at different periods; b: distribution of NDIs failed reasons. NDIs: narrow-diameter implants

Figure 1 Time distribution and reasons for 38 early failed NDIs

图1 38颗NDIs早期失败的时间和原因

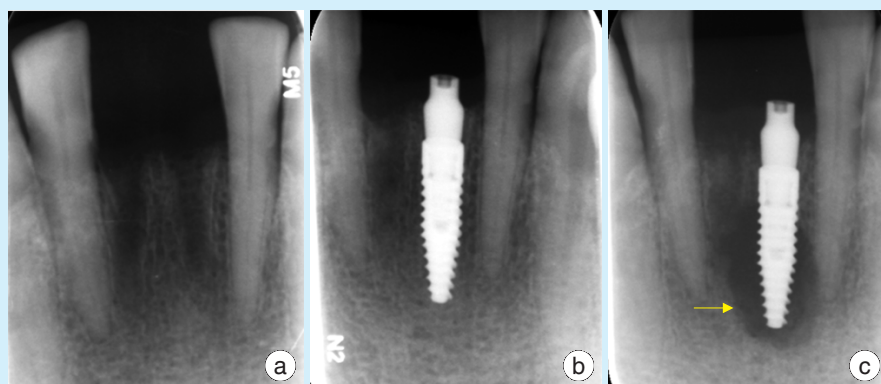


Figure 2 Early failed NDI due to infection

图2 窄直径种植体因感染发生早期失败

表1 窄直径种植体早期失败率相关因素的单因素广义估计方程分析
Table 1 Univariate GEE analysis of factors associated with early failure rate of NDIs

Variables	Groups	Number of implants	Number of early failed implants (%)	OR(95%CI)	χ^2	P
Age(year)	18-40	472	18(3.81)	1		
	41-60	397	15(3.78)	0.910(0.421,1.963)	0.058	0.809
	≥ 61	132	5(3.79)	1.014(0.363,2.830)	0.001	0.979
Gender	Female	509	14(2.75)	1		
	Male	492	24(4.89)	1.764(0.856,3.635)	2.368	0.124
Implant location	Anterior maxilla	602	13(2.16)	1		
	Anterior mandible	220	19(8.64)	4.143(1.936,8.868)	13.406	< 0.001
	Posterior	179	6(3.35)	1.622(0.607,4.332)	0.931	0.335
Implant materials	Titanium-zirconium	403	17(4.22)	1		
	Pure titanium	598	21(3.51)	0.793(0.396,1.586)	0.430	0.512
Surface modification	SLActive	512	21(4.10)	1		
	SLA	489	17(3.48)	0.789(0.390,1.598)	0.432	0.511
Implant length/mm	Short(≤ 10 mm)	189	10(5.30)	1		
	Standard(> 10 mm)	812	28(3.45)	0.572(0.271,1.206)	2.153	0.142
Healing procedure	Submerged	794	26(3.27)	1		
	Nonsubmerged	207	12(5.80)	1.965(0.939,4.111)	3.213	0.073
Bone augmentation	No	514	28(5.45)	1		
	Yes	487	10(2.05)	0.425(0.196,0.923)	4.680	0.031

OR: odds ratio; CI: confidence interval; GEE: generalized estimating equations; NDIs: narrow-diameter implants; SLA: sand-blasted, large grit, acid-etched

率为2.16%;后牙区早期失败率为3.35%,下颌前牙区早期失败率为8.64%;两两比较时,下颌前牙区与上颌前牙区的早期失败率有统计学差异($P < 0.001$),后牙区与上颌前牙区早期失败率差异无统计学意义($P = 0.335$);④植体材料($P = 0.512$)和表面处理因素($P = 0.511$)的早期失败率差异均无统计学意义;⑤不同植体长度因素早期失败率差异无统计学意义($P = 0.142$);⑥采取埋入式愈合方式与非埋入式愈合方式早期失败率差异无统计学意义($P = 0.073$);⑦同期进行骨增量手术的种植体早期失败率明显低于未进行骨增量组,且差异

具有统计学意义($P = 0.031$)。

进一步分析发现(表2),前牙区同期进行骨增量组的早期失败率明显低于非骨增量组,且具有统计学差异($P = 0.019$),但后牙区骨增量组与非骨增量组间的早期失败率,差异无统计学意义($P = 0.497$)。

2.4 窄直径种植体早期失败相关因素多因素广义估计方程分析

多因素广义估计方程分析以种植体早期失败率作为结局事件,从整体上提供了一定的参考意义,将单因素分析中有统计学意义的变量(种植位

表2 不同种植位点窄直径种植体是否同期骨增量的早期失败率

Table 2 Early failure rate of NDIs with or without bone augmentation at different implant locations

Implant location	Bone augmentation	Number of Implants	Number of early failure implants	Early failure rate (%)	OR (95%CI)	χ^2	P
Anterior	No	388	23	5.93	1	5.509	0.019
	Yes	434	9	2.07	0.374(0.165,0.850)		
Posterior	No	126	5	3.97	1	0.462	0.497
	Yes	53	1	1.89	0.469(0.053,4.162)		

OR: odds ratio; CI: confidence interval; NDIs: narrow-diameter implants

点和骨增量)纳入回归方程进行多因素分析,由表3所示,种植位点因素中下颌前牙区($P = 0.001$)具有统计学意义。在调整了骨增量因素之后,下颌前牙区NDIs植入后早期失败的风险是上颌前牙区的3.583(1.696, 7.570)倍,后牙区与上颌前牙区

的失败率相比差异无统计学意义($P = 0.597$)。而在调整了种植位点之后,NDIs植入同期是否进行骨增量手术早期失败风险的差异无统计学意义($OR: 0.474, P = 0.055$)。

表3 窄直径种植体早期失败风险因素的多因素广义估计方程分析

Table 3 Multivariate GEE analysis of risk factors for early failure of NDIs

Variables		OR (95%CI)	χ^2	P
Implant location	Anterior maxilla	1	11.178	0.001
	Anterior mandible	3.583(1.696,7.570)		
	Posterior	1.307(0.484,3.525)		
Bone augmentation	No	1	3.676	0.055
	Yes	0.474(0.221, 1.017)		

OR: odds ratio; CI: confidence interval; GEE: generalized estimating equations; NDIs: narrow-diameter implants

3 讨论

近年来,随着种植体材料的发展,钛合金种植体的出现提高了NDIs的机械性能^[6],扩大了NDIs的适应证。甚至有学者开始尝试在后牙区与全口种植修复中应用NDIs,将其作为骨增量的一种替代方式,可缩短愈合时间、减轻患者痛苦,使手术更加微创^[7-8]。Al-Nawas等^[9]的一项前瞻性多中心临床研究中,357例患者共植入了603颗NDIs,结果发现使用直径为3.3 mm的种植体,可使研究人群中54%的患者避免骨增量手术。Schiegnitz等^[10]的一项回顾性研究对比了在水平骨量不足时使用NDIs(直径=3.3 mm)不植骨和植入SDIs(直径=4.1 mm)同期进行骨增量的临床效果,随访3年以上时间发现,两组可以达到相似的临床效果,NDIs可能是治疗水平骨量不足时的一种合理选择。NDIs应用越来越广泛,但却少有文献关注影响NDIs早期失败的因素。本研究回顾性分析了接受种植手术的725例牙列缺损患者,共植入NDIs 1 001颗,其中女性372例(51.3%),男性353例(48.7%),725例患者中早期失败病例34例,

共38颗NDIs,NDIs的早期失败率在患者水平为4.69%,种植体水平为3.80%,这与近期文献报道的种植体水平早期失败率1.2%~6.36%相似^[11-13]。本研究选取了患者自身因素(年龄、性别、种植位点),种植体因素(植体材料、表面处理、长度),骨增量与否及愈合方式进行分析;结果显示在前牙区下颌NDIs的早期失败风险更高。

患者自身因素方面,年龄对于种植体早期失败的影响是存在争议的。有学者认为 ≥ 40 岁是种植体早期失败的危险因素^[14],但是Sendyk等^[15]最近的一项系统评价和meta分析结果显示,与年轻的患者相比,老年患者种植体丢失的风险并无显著性差异($RR=0.92; 95\%CI: 0.43 \sim 1.96, P = 0.83$),表明年龄可能不是种植体丢失的关键因素;Bertl等^[16]回顾性研究结果也表明, ≥ 65 岁的老人组与35~55岁年轻组相比具有相似的早期失败率,即使 ≥ 80 岁的老年患者也比年轻组有轻微的早期失败率增加的趋势,作者认为年龄可能不是影响骨愈合的关键因素,而应该关注到老年人群中系统性疾病发病率通常较高,以及他们可能会服用

一些影响软组织和骨组织愈合的药物^[17],这可能是老年人早期失败率较高的合理解释。本研究中没有发现不同年龄人群间NDIs的早期失败率存在差异。在性别因素方面,本研究结果中虽然发现男性患者NDIs早期失败率要高于女性,但差异并没有统计学意义,这与大多数研究报道^[5,13]的结果相似,但也有研究结果表明,男性患者早期失败率要高于女性,这可能与男性患者中吸烟人数较多有关^[18]。

对于不同区域的种植体早期失败率,一直以来都是存在争议的。Wu等^[11]在2021年回顾性研究中共纳入3 785例患者的6 113颗种植体,结果发现上颌后牙区相较于其他位置有着更高的早期失败率,且具有统计学差异。Staedt等^[4]在2020年报道了下颌比上颌有着更高的早期失败率,尤其是下颌后牙区;而上颌主要与种植体的晚期失败相关。Geckili等^[19]在2014年报道了上颌前牙区有着更高的早期失败风险,考虑的原因主要有以下几点:外伤通常会导致上颌前牙区颊侧骨板的吸收、美学区技术敏感性较高、前牙区通常会为了美观需求制作临时冠,进而可能容易造成植体的过早负荷。本研究中发现下颌前牙区具有更高的早期失败率,这与之前的研究报道^[14]结果相似,下颌前牙区牙槽骨多为致密的I类骨,皮质层较厚,血液供应较差,备洞扩孔过程中冷却不充分或扭矩过大极易造成热损伤,并且下颌前牙区牙槽骨颊舌向宽度多不足,操作难度大,种植体周围骨量不足容易造成早期失败。

本研究只纳入单一品牌种植体,减少了种植系统可能对种植体早期失败造成的影响^[11]。Lotz等^[20]体外研究结果表明,相同表面处理(亲水表面处理)的钛合金和纯钛具有相似的生物相容性。本研究结果与之一致,钛合金和纯钛种植体在骨愈合过程中表现相当,均具有相似的早期失败率。尽管Buser等^[21]动物研究结果表明,与大颗粒喷砂酸蚀(sand-blasted, large grit, acid-etched, SLA)表面的种植体相比,SLActive表面的种植体可以明显缩短骨愈合过程,加快了关键的愈合进程进而可以提高种植体的安全性。但是在之前的临床研究中并没有发现上述两种表面处理的种植体在早期失败率上有差异^[11],本研究结果与其一致。未来需要更大样本量的研究来探究化学活性亲水表面的种植体在种植体植入的早期是否具有更为优越的临床表现。

很多研究报道了骨增量手术是种植体早期失败的风险因素,因为骨增量术后感染及各种并发症的发生^[22-24]。但是在本研究的单因素分析结果中,NDIs植入同期进行骨增量组的早期失败率反而低于未进行骨增量组,NDIs多用于骨宽度不足的位点,进行骨增量可能改变了原有的骨缺损形态,保证了颊侧骨板足够的厚度,而且本研究中绝大多数骨增量均为种植同期进行颊侧GBR,排除了先植骨后种植、上颌窦提升等文献中报道的失败率较高的骨增量方式^[11]。在多因素分析结果中,全面考虑了其他因素后,是否同期进行骨增量NDIs早期失败率的差异无统计学意义。在种植术后的愈合方式方面,2018年Troiano等^[25]的一篇系统综述和meta分析共纳入了11篇研究结果,报道了与埋入式愈合相比,非埋入式愈合方式有着更高的早期失败率。本研究中非埋入式愈合早期失败率也较高,但是两者相比差异无统计学意义。

综上,NDIs虽然骨结合面积减小,但是可以获得较为满意的早期临床效果。NDIs常被用在缺牙间隙较小或骨宽度不足的区域,临床医生更应该谨慎小心,严格把握适应证,尤其在下颌前牙区更应该注意备洞扩孔时应充分冷却,植体植入时扭矩不应过大,以免造成热损伤。其次,虽然NDIs可以在一定程度上避免骨增量手术,但是在骨宽度不足时,特别是在前牙区,应积极采取骨增量手术来保证颊侧骨板足够的厚度,以获得长期稳定的种植效果。种植体周围有足够的三维骨量对于保证种植体临床效果是至关重要的。当然,当牙槽骨水平宽度不足时,也可以选择更高强度的钛合金超窄直径种植体来应用于咬合力较弱的缺牙区域,来避免进行骨增量手术,但是它们的长期临床疗效是未来研究的重点。本研究为回顾性研究,存在一定混杂因素的影响,这是本研究的局限性,另外只关注了NDIs在负载之前的临床表现,未来也需要更为长期的临床研究来观察负载后的NDIs能否获得长期稳定的效果。

【Author contributions】 Guo L, Shi AY collected, analyzed the data and wrote the article. Gu CN, Jiang XW revised the article. Wu GF, Qin HY designed the research and reviewed the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

【Acknowledgments】 We were truly grateful to Dr. XU Biyun, director of Biostatistical Analysis Center, the Affiliated Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, for her help in statistical methods of this study.

参考文献

- [1] Teughels W, Merheb J, Quirynen M. Critical horizontal dimensions of interproximal and buccal bone around implants for optimal aesthetic outcomes: a systematic review[J]. Clin Oral Implants Res, 2009, 20(4): 134-145. doi: 10.1111/j.1600-0501.2009.01782.x.
- [2] Shi JY, Xu FY, Zhuang LF, et al. Long-term outcomes of narrow diameter implants in posterior jaws: a retrospective study with at least 8-year follow-up[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29(1): 76-81. doi: 10.1111/clr.13046.
- [3] Schiegnitz E, Al-Nawas B. Narrow-diameter implants: a systematic review and meta-analysis[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29(16): 21-40. doi: 10.1111/clr.13272.
- [4] Staedt H, Rossa M, Lehmann KM, et al. Potential risk factors for early and late dental implant failure: a retrospective clinical study on 9080 implants[J]. Int J Implant Dent, 2020, 6(1): 81. doi: 10.1186/s40729-020-00276-w.
- [5] Alsaadi G, Quirynen M, Komarek A, et al. Impact of local and systemic factors on the incidence of oral implant failures, up to abutment connection[J]. J Clin Periodontol, 2007, 34(7): 610-617. doi: 10.1111/j.1600-051X.2007.01077.x.
- [6] Sharma A, Waddell JN, Li KC, et al. Is titanium-zirconium alloy a better alternative to pure titanium for oral implant? Composition, mechanical properties, and microstructure analysis[J]. Saudi Dent J, 2021, 33(7): 546-553. doi: 10.1016/j.sdentj.2020.08.009.
- [7] Coskunses FM, Tak Ö. Clinical performance of narrow-diameter titanium-zirconium implants in immediately loaded fixed full-arch prostheses: a 2-year clinical study[J]. Int J Implant Dent, 2021, 7(1): 30. doi: 10.1186/s40729-021-00312-3.
- [8] Friedmann A, Winkler M, Diehl D, et al. One-year performance of posterior narrow diameter implants in hyperglycemic and normoglycemic patients - a pilot study[J]. Clin Oral Investig, 2021, 25(12): 6707-6715. doi: 10.1007/s00784-021-03957-x.
- [9] Al-Nawas B, Domagala P, Fragola G, et al. A prospective noninterventional study to evaluate survival and success of reduced diameter implants made from titanium-zirconium alloy[J]. J Oral Implantol, 2015, 41(4): e118-e125. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-13-00149.
- [10] Schiegnitz E, Kammerer PW, Hellwich P, et al. Treatment concepts of horizontally deficient ridges-a retrospective study comparing narrow-diameter implants in pristine bone with standard-diameter implants in augmented bone[J]. Clin Oral Implants Res, 2021, 32(10): 1159-1167. doi: 10.1111/clr.13807.
- [11] Wu XY, Chen S, Ji W, et al. The risk factors of early implant failure: a retrospective study of 6113 implants[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2021, 23(3): 280-288. doi: 10.1111/cid.12992.
- [12] Kang DY, Kim M, Lee SJ, et al. Early implant failure: a retrospective analysis of contributing factors[J]. J Periodontal Implant Sci, 2019, 49(5): 287-298. doi: 10.5051/jpis.2019.49.5.287.
- [13] Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, et al. Factors influencing early dental implant failures[J]. J Dent Res, 2016, 95(9): 995-1002. doi: 10.1177/0022034516646098.
- [14] Lin GF, Ye SH, Liu FJ, et al. A retrospective study of 30, 959 implants: risk factors associated with early and late implant loss[J]. J Clin Periodontol, 2018, 45(6): 733-743. doi: 10.1111/jcpe.12898.
- [15] Sendyk DI, Rovai ES, Pannuti CM, et al. Dental implant loss in older *versus* younger patients: a systematic review and meta-analysis of prospective studies[J]. J Oral Rehabil, 2017, 44(3): 229-236. doi: 10.1111/joor.12465.
- [16] Bertl K, Ebner M, Knibbe M, et al. How old is old for implant therapy in terms of early implant losses?[J]. J Clin Periodontol, 2019, 46(12): 1282-1293. doi: 10.1111/jcpe.13199.
- [17] Bartold PM, Ivanovski S, Darby I. Implants for the aged patient: biological, clinical and sociological considerations[J]. Periodontol 2000, 2016, 72(1): 120-134. doi: 10.1111/prd.12133.
- [18] Olmedo-Gaya MV, Manzano-Moreno FJ, Canaveral-Cavero E, et al. Risk factors associated with early implant failure: a 5-year retrospective clinical study[J]. J Prosthet Dent, 2016, 115(2): 150-155. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.07.020.
- [19] Geckili O, Bilhan H, Geckili E, et al. Evaluation of possible prognostic factors for the success, survival, and failure of dental implants[J]. Implant Dent, 2014, 23(1): 44-50. doi: 10.1097/ID.0b013e3182a5d430.
- [20] Lotz EM, Olivares-Navarrete R, Hyzy SL, et al. Comparable responses of osteoblast lineage cells to microstructured hydrophilic titanium-zirconium and microstructured hydrophilic titanium[J]. Clin Oral Implants Res, 2017, 28(7): e51-e59. doi: 10.1111/clr.12855.
- [21] Buser D, Broggini N, Wieland M, et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface[J]. J Dent Res, 2004, 83(7): 529-533. doi: 10.1177/154405910408300704.
- [22] Moy PK, Aghaloo T. Risk factors in bone augmentation procedures[J]. Periodontol 2000, 2019, 81(1): 76-90. doi: 10.1111/prd.12285.
- [23] Feher B, Lettner S, Heinze G, et al. An advanced prediction model for postoperative complications and early implant failure[J]. Clin Oral Implants Res, 2020, 31(10): 928-935. doi: 10.1111/clr.13636.
- [24] 张富贵, 宿玉成, 邱立新, 等. 牙槽骨缺损骨增量手术方案的专家共识[J]. 口腔疾病防治, 2022, 30(4): 229-236. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2022.04.001.
- Zhang FG, Su YC, Qiu LX, et al. Expert consensus on the bone augmentation surgery for alveolar bone defects[J]. J Prev Treat Stomatol Dis, 2022, 30(4): 229-236. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2022.04.001.
- [25] Troiano G, LoRusso L, Canullo L, et al. Early and late implant failure of submerged *versus* non-submerged implant healing: a systematic review, meta-analysis and trial sequential analysis[J]. J Clin Periodontol, 2018, 45(5): 613-623. doi: 10.1111/jcpe.12890.

(编辑 张琳, 曾曙光)



官网