

# 种植体结构设计与种植体边缘的骨吸收：现状与争议

李平<sup>1,2</sup>, 戴静桃<sup>1,2</sup>, 李安<sup>2</sup>, 唐尤超<sup>1</sup> (<sup>1</sup>暨南大学附属惠州口腔医院·惠州市口腔医院, 广东省惠州市 516000; <sup>2</sup>暨南大学医学院, 广东省广州市 510000)

## 文章亮点:

- 1 此问题已知的信息: 种植义齿功能负载1年内, 种植体周围垂直方向骨吸收大1.5-2.0 mm, 其后每年种植体边缘骨吸收应小于0.2 mm。其中过度负荷及病理性炎症两大主要因素直接影响着种植体边缘骨吸收。
- 2 文章增加的新信息: 概括并整理了种植体设计与种植体边缘骨吸收的关系, 包括一体式种植体, 种植体颈部, 种植体-基台连接, 种植体的尺寸等设计。
- 3 临床应用的意义: 通过优化种植体设计能够降低种植体周围骨吸收, 根据临床不同病例必须选择合理地种植体设计, 这既说明种植治疗的临床需求各异, 也说明种植体结构设计仍处研发阶段。不断优化种植体设计这一基本理念已成为后续研究的目标所在。

## 关键词:

生物材料; 口腔生物材料; 种植体设计; 边缘骨吸收; 骨吸收; 骨缺损; 平台转移

## 主题词:

生物相容性材料; 牙种植体; 牙槽骨质丢失

## 基金资助:

惠州科技计划项目(2013Y115)资助

## 摘要

**背景:** 种植体边缘骨吸收直接影响着种植义齿的长期稳定及美观, 除了过度负荷及病理性炎症两大因素外, 种植体结构设计也是至关重要的因素

**目的:** 综述种植体结构设计与种植体边缘骨吸收的关系。

**方法:** 应用计算机检索 PubMed 数据、SCI 数据库、中国知网数据库有关种植体结构设计与种植体边缘骨吸收的文献。英文检索词为“implant design, marginal bone loss, bone loss, bone defect”, 中文检索词为“种植体设计; 边缘骨吸收; 骨吸收; 骨缺损”。排除本综述无关及重复性研究的文献, 最后按纳入标准筛选 43 篇文献进行综述。

**结果与结论:** 在口腔种植治疗中, 避免种植体边缘骨是能确保种植体周围软硬组织健康及美学修复效果基本要求, 优化种植体形态结构设计对种植体周围骨吸收有极大的影响。故种植修复时应尽量考虑到以下因素: 合理匹配种植体的尺寸, 不同种植体选择合理的颈部设计, 一体式种植体, 基台设计及种植体-基台连接等。

李平, 戴静桃, 李安, 唐尤超. 种植体结构设计与种植体边缘的骨吸收: 现状与争议[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(21):3406-3411.

## Relationship between implant design and marginal bone loss around oral implants: current situation and controversy

Li Ping<sup>1,2</sup>, Dai Jing-tao<sup>1,2</sup>, Li An<sup>2</sup>, Tang You-chao<sup>1</sup> (<sup>1</sup>Huizhou Stomatological Hospital of Jinan University, Huizhou 516000, Guangdong Province, China; <sup>2</sup>Jinan University Medical School, Guangzhou 510000, Guangdong Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** Marginal bone loss around oral implants may represent a threat to implant stability and aesthetics. In addition to two major factors (overloading and infection), implant design play a role of critical factor.

**OBJECTIVE:** To review the relationship between implant design and marginal bone loss around oral implants

**METHODS:** PubMed, SCI database and CNKI (2000-01/2013-12) were retrieved for articles about the relationship between implant design and marginal bone loss around oral implants, with the key words of “implant design, marginal bone loss, bone loss, bone defect” in English and Chinese, respectively. Independent literatures and repetition research with this review were excluded. According to the inclusive and exclusion criteria, 43 articles were included in result analysis.

**RESULTS AND CONCLUSION:** Avoiding bone loss is to ensure the health of soft and hard tissue around implant and it is the basic requirement of aesthetic restoration. Optimizing implant design has a great impact on marginal bone loss around oral implants. We should try to consider the following factors during implant restoration: the size of the implant, a reasonable choice of different implant neck design, one-piece implant, abutment and implant design-abutment connections.

李平, 男, 1988 年生, 浙江省宁波市人, 汉族, 暨南大学医学院在读硕士, 医师, 主要从事口腔种植学研究。

共同第一作者: 戴静桃, 女, 1988 年生, 广东省佛山市人, 汉族, 暨南大学医学院在读硕士, 医师, 主要从事口腔临床医学研究。

通讯作者: 唐尤超, 主任医师, 暨南大学附属惠州口腔医院·惠州市口腔医院, 广东省惠州市 516000

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.21.022  
[http://www.crter.org]

中图分类号:R318  
文献标识码:A  
文章编号:2095-4344  
(2014)21-03406-06  
稿件接受: 2014-03-29

Li Ping, Studying for master's degree, Physician, Huizhou Stomatological Hospital of Jinan University, Huizhou 516000, Guangdong Province, China

Dai Jing-tao, Studying for master's degree, Physician, Huizhou Stomatological Hospital of Jinan University, Huizhou 516000, Guangdong Province, China; Jinan University Medical School, Guangzhou 510000, Guangdong Province, China

Li Ping and Dai Jing-tao contributed equally to this work.

Corresponding author: Tang You-chao, Chief physician, Huizhou Stomatological Hospital of Jinan University, Huizhou 516000, Guangdong Province, China

Accepted: 2014-03-29

**Subject headings:** biocompatible materials; dental implants; alveolar bone loss

**Funding:** the Science and Technology Plan Project of Huizhou City, No. 2013Y115

Li P, Dai JT, Li A, Tang YC. Relationship between implant design and marginal bone loss around oral implants: current situation and controversy. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2014;18(21):3406-3411.

## 0 引言 Introduction

口腔种植治疗是建立在种植材料基础上的牙缺失修复手段。Albrektsson和Zarb等<sup>[1]</sup>提出评判种植义齿成功标准中: 种植义齿功能负载1年内, 种植体周围垂直方向骨吸收1.5-2.0 mm, 其后每年种植体边缘骨吸收应小于0.2 mm。研究表明种植体骨吸收与时间因素有密切联系, 其中种植体植入3个月内种植体周围骨吸收最显著<sup>[2]</sup>。单因素或多因素直接影响着该过程, 主要总结如下: 感染; 过度负荷; 种植体-基台微间隙的位置、形状和尺寸, 以及其内细菌定植; 生物学宽度及种植体表面粗糙度; 种植体周围炎性浸润; 种植体与修复部件之间的微动; 反复旋松与旋紧基台; 种植体颈部; 外科技术<sup>[3]</sup>。由此可见, 种植体结构设计与种植体边缘骨吸收存在着必然联系, 而种植体边缘骨吸收直接影响着种植体长期的功能性、稳定性及美观性, 故此种植体结构设计是种植修复成功的关键因素之一。在长期的基础与临床研究中, 种植体经历了一个漫长曲折的发展及其结构设计不断演化。虽然目前总体设计理念与结构等方面已逐渐明确并日趋统一, 但文章将种植体结构设计与种植体边缘骨吸收关系的研究现状及争议作一综述。

## 1 资料和方法 Data and methods

### 1.1 文献检索

**检索文献时限:** 英文文献1975年1月至2013年12月, 中文文献2000年1月至2013年12月。

**检索数据库:** PubMed 数据库、SCI 数据库、中国知网数据库。

**检索文献类型:** 综述, 研究原著。

**检索文献数量:** 共检索到文献212篇。其中英文182篇, 中文43篇。

### 1.2 检索方法

**纳入标准:** ①文章所述内容需与种植体结构设计, 种植体边缘骨吸收, 骨缺损等方面的研究密切相关。②选择近期发表在权威杂志上发表的文章。

**排除标准:** 与本研究目的无关的文献及重复性研究。

**1.3 文献评估** 通过阅读标题和摘要进行初筛, 初检得到212篇文献。根据纳入标准以及排除标准, 共保留43篇文献做进一步分析。其中, 文献[1-3]探讨了种植体边缘性骨吸收, 文献[4-5]探讨了一体式种植体的临床选择及应用, 文献[6-11]探讨了种植体颈部, 文献[12-22]总结了种植体-基台连接研究现状及进展, 文献[23-43]讨论了种植体尺寸与骨吸收的关系。

## 2 结果 Results

**2.1 一体式种植体** 种植体穿黏膜颈部与种植体位于骨内的体部合为一体, 为一体式种植体(图1)。种植体颈部位于软组织之内, 平台可以位于牙槽嵴表面的软组织之内或软组织之外, 故也称为软组织水平种植体。

临床发现, 一体式种植体不存在微间隙及二期手术引起的上皮连接顶端的微动, 故更有利于保存种植体颈部骨组织。Finne等<sup>[4]</sup>通过对82个一体式种植体周围边缘骨重建及软组织健康进行3年临床观察, 种植体3年存留率为98.8%。一体式种植体具有保持边缘骨水平稳定、软组织健康及高生存率等优点, 故认为一体式种植体第1年骨重建后能较好地维持种植体周围软硬组织。Huang等<sup>[5]</sup>在36例患者的36个5.0-6.0 mm缺牙间隙处植入直径2.5 mm或3.0 mm的一体式小直径种植体36颗, 种植义齿龈缘与邻牙龈缘曲线协调, 龈乳头充盈, 美学效果理想, 因此对间隙小于6 mm的缺牙间隙采用一体式小直径种植体可以取得满意的临床效果。

**2.2 种植体颈部** 种植体颈部是指种植体的冠方部分, 骨水平和软组织水平两种种植体的颈部设计是两种不同理念。

**2.2.1 骨水平种植体颈部设计** 骨水平种植体的设计理念是种植体平台与牙槽嵴顶齐平或位于根方(图2)。种植体颈部设计采用光滑表面, 其主要基于菌斑易于附着在粗糙表面的假说。事实上, 有学者对于光滑颈部设计与微螺纹颈部设计的骨水平种植体的临床研究发现, 二者在探诊深度上存在显著性差异, 粗糙表面更加有利于结缔组织和上皮组织附着, 能有效减少边缘骨吸收<sup>[6]</sup>。

种植体颈部采用微螺纹设计与传统光滑颈部设计相比较, 更有利于种植体颈部骨量的长期维持。Meriç等<sup>[7]</sup>利用三维有限元应力分析, 研究表明微螺纹种植体颈部设计能有效改变种植体颈部的应力分布, 将种植体传递给骨-种植体界面的剪切力转变为压应力或拉应力, 从而减少了基台连接部和种植体周围骨密质的应力。Abrahamsson等<sup>[8]</sup>通过动物实验研究还发现微螺纹颈部结构能为骨结合提供更好的条件, 减少种植体颈部骨吸收。同样, Lee等<sup>[9]</sup>临床前瞻性研究证实了在种植负载后, 微螺纹颈部设计有利于种植体边缘骨水平维持。

**2.2.2 软组织水平种植体颈部设计** 软组织水平种植体是指种植体颈部位于软组织之内, 平台可以位于牙槽嵴表面的软组织之内或软组织之外。软组织水平种植体存在光滑颈部, 其部分植入牙槽嵴, 或完全位于软组织内, 则光滑颈部发生软组织愈合(即软组织封闭)。与骨

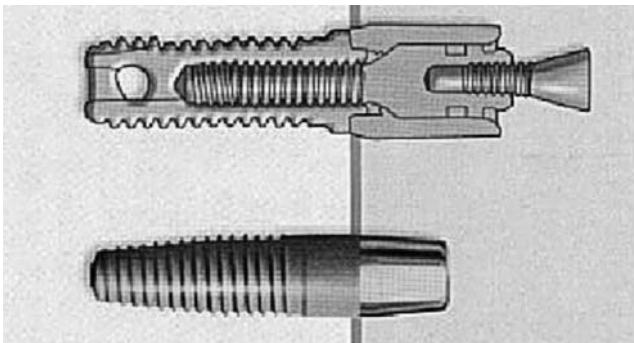


图1 分体式种植体(上)与一体式种植体(下)

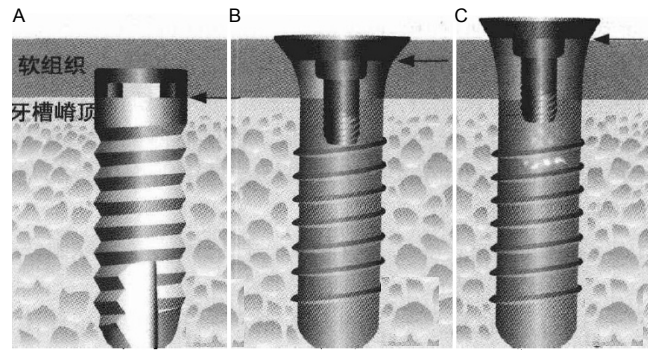


图2 骨水平种植体(A)与软组织种植体(B、C)

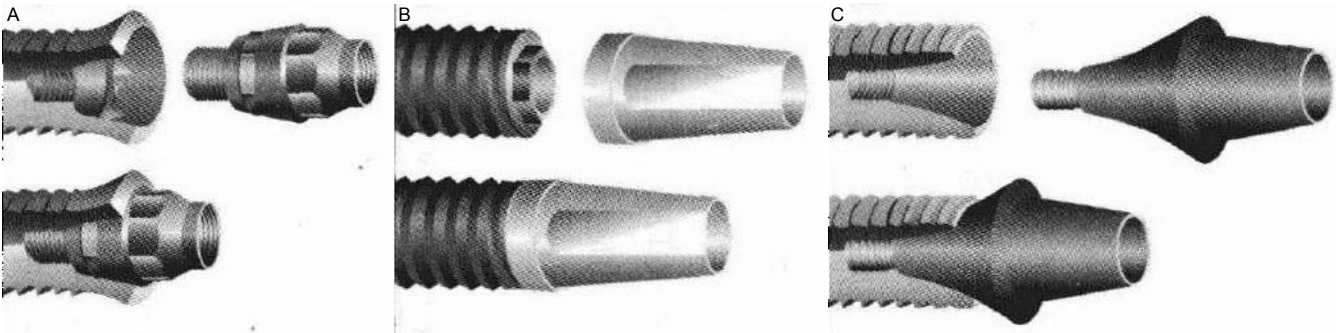


图3 种植体基台连接示意图

注: 图中 A 为外基台连接(外六角连接); B 为内基台连接(内八角连接); C 为内基台连接(莫氏锥度连接)。

组织种植体相比, 软组织水平种植体平台的垂直向位置向冠方转移, 使种植体平台与基台的微间隙向冠方移位, 避免连接处的微动和微间隙处的病原微生物对种植体周围骨组织的刺激, 将有利于保持种植体周围软组织结合与骨结合的长期稳定<sup>[10]</sup>。但是, 刘健等<sup>[11]</sup>研究发现, 在排除了负重条件和表面处理技术等影响因素下, 就种植体边缘骨吸收而言, 骨水平种植体肯定会明显优于软组织水平种植体。

**2.3 种植体-基台连接** 基台与种植体的连接方式称为基台连接, 种植体平台中心存在向冠方凸起或凹陷到种植体内部的结构设计, 分别称为外基台连接和内基台连接。基台与种植体的接触边界称为种植体-基台界面, 其所形成的间隙称为微间隙。该处有处有明显的炎症细胞聚集, 并且在微间隙上下0.5-0.75 mm 范围构成炎性结缔组织渗漏带<sup>[12]</sup>。故种植体-基台连接处微间隙内的微生物聚集及渗透, 引起种植体周围炎症, 并最终导致炎症细胞趋化聚集、促进破骨细胞形成和生长, 引起种植体周围骨吸收。若种植体-基台连接处远离牙槽嵴骨, 则能减少种植体周围边缘骨吸收<sup>[13]</sup>。

**2.3.1 外基台连接** 外基台连接是指基台与种植体顶部表面接触, 根据几何形状分类为: 外六角连接, 外八角连接, 花键连接等等(图3A)。与内基台连接相比, 外连接存在抗侧向能力不足和螺丝易松动的缺陷, 但目前仍然在临床上应用, 尤其在小直径种植体设计内连接结构受到种植体颈部直径限制时。Weng等<sup>[14]</sup>研究显示不同的基台连接将引起不同的种植体周围骨组织缺损, 其中外基

台连接的种植体引起骨缺损量尤为显著。高奎英<sup>[15]</sup>通过动物研究发现在相同负荷且种植体直径相同情况下, 外六角形连接种植体周围骨组织所受应力大于内六角形种植体周围骨组织所受应力。

**2.3.2 内基台连接** 内基台连接是指种植体平台冠方没有凸起的固位结构, 为深入种植体的内凹设计。基台深入种植体内依靠相应的设计实现抗自身旋转, 达到基台固位, 抗剪切, 定位等作用(图3B)。莫氏锥度连接是基台内连接的一种方式, 种植体-基台连接只有锥度结构, 没有螺丝, 完全依靠锥度壁产生的机械摩擦固位力(图3C)。其主要特点在于: 第一, 莫氏锥度连接微生物封闭性良好, 能够消除种植体-基台界面存在的微间隙, 因此避免了微生物在种植体-基台界面处聚集。第二, 莫氏锥度连接具有较强的机械稳定性, 降低基台的微动, 从而避免螺丝、基台松动等<sup>[16]</sup>。种植体-基台连接采用莫氏锥度设计, 能够有效减少微间隙和微动, 从而减少种植体周围边缘骨吸收。

**2.3.3 平台转移** 近年来, Baumgarten<sup>[17]</sup>和Porter等<sup>[18]</sup>相继提出平台转移概念: 在骨水平种植体平台上, 基台直径小于平台直径, 使基台连接位置向种植体平台中心内移(图4)。

大部分临床试验及动物实验表明, 平台转移技术可以有效减少种植体周围的垂直向骨吸收。Calvo-Guirado等<sup>[19]</sup>进行前瞻性临床研究, 评估64颗前牙美学区的平台转移种植体的骨吸收情况, 观察5年后发现种植体边缘骨水平稳定且美学效果良好, 平均骨吸

收为 $(0.97 \pm 0.39)$  mm, 同时发现仅少数患者唇侧牙龈退缩。同样, 有研究表明平台转移种植体在功能负重12个月后, 平台转移设计可以有效减少种植体颈部骨吸收, 维持种植体周围骨组织的稳定性<sup>[20]</sup>。Farronato等<sup>[21]</sup>通过动物实验证实, 在种植体平台与牙槽嵴顶齐平下, 平台转移种植体结合上皮宽度较窄, 而其对结缔组织影响不大。此外, 平台转移导致牙槽嵴顶吸收平均为0.58 mm。Çimen等<sup>[22]</sup>利用三维有限元分析发现, 平台转移能够将骨-种植体界面应力有效转移, 降低种植体颈部周围骨组织应力, 从而维持种植体周围边缘骨稳定, 但也存在基台和基台螺丝折断的风险。

**2.4 种植体的尺寸** 种植体的尺寸包括种植体的直径与长度。

#### 2.4.1 种植体直径

**种植体体部直径:** 对螺纹种植体而言, 种植体体部直径分为不包含螺纹的内径和包含螺纹的外径, 习惯上将种植体外径称为种植体体部直径, 临床上简称为“种植体直径”。早期种植体设计, 常规使用直径3.75 mm的螺纹状种植体, 壁厚度为0.4 mm, 通常被称为标准直径种植体。大直径种植体(粗种植体)直径大于4.5 mm, 而小直径种植体(细种植体)直径小于3.5 mm<sup>[23]</sup>。

种植体直径增加, 表面积显著增加, 直径每增加1 mm表面积约增加25%。根据三维有限元分析, 增加种植体表面积可以减少骨结合界面应力集中<sup>[24]</sup>。Jang等<sup>[25]</sup>进行影响种植体存留率的回顾性研究发现, 粗种植体可以增加骨-种植体接触界面的面积, 相应减少单位面积内应力分布, 从而更有利于减少种植体周围蝶形骨吸收。有学者认为, 在长期负载情况下, 种植体周围骨皮质会出现应力峰值, 而骨界面应力值与种植体直径与长度均呈负相关。在保证种植体周围足够骨量的前提下, 大直径种植体明显增加了骨-种植体接触面积, 以最大限度地减小单位面积内的应力, 从而能减少种植体周围骨的丧失, 发挥种植体的支持和固位作用<sup>[26]</sup>。

**种植体平台直径:** 种植体颈部为种植体的冠方部分, 最冠方称为种植体平台。种植体平台直径小于体部直径。种植体平台直径小于体部直径, 为一种新的种植

体颈部形态设计(如Bicon, NobelActive)。其设计理念为尽可能地增加种植体平台周围的骨量, 并改善软组织附着质量。

斜肩式平台设计种植体(如Bicon种植系统)将种植体平台种植体与体部螺纹设计成一个冠方小根方大的圆台状(图5)。连接修复基台后, 与种植体平台外径形成平台转换的效果, 增加种植体平台周围骨量附着, 从而减小种植体颈部周围骨组织应力<sup>[27]</sup>。程亚楠等<sup>[28]</sup>利用影像学方法评估平齐对接种植体、小平台转换种植体及斜肩式平台种植体的边缘骨吸收的差别, 修复负载3个月后, 平台转换种植体近、远中边缘骨吸收量明显优于平齐对接种植体; 其中斜肩式平台种植体在种植体周围边缘骨吸收量最少, 部分种植体周围边缘骨骨量略有增加。

**2.4.2 种植体长度** 种植体长度是指种植体植入骨内部分的长度。目前骨水平种植体是指整个种植体长度, 软组织水平种植体是指种植体粗糙表面的体部长度, 不包括光滑颈部高度。多数种植体系统中, 种植体长度在6-16 mm之间。

增加种植体长度的优点在于增加骨-种植体界面的表面积, 增强抗侧向负荷的能力。de Carvalho<sup>[29]</sup>通过三维有限元应力分析表明, 种植体越长其周围骨组织的应力值越小, 尤其是平台转移设计的种植体。Himmlová等<sup>[30]</sup>认为增加种植体直径对与分散骨组织应力影响最显著。在其他相关因素相同的情况下, 为了分散骨组织的应力, 增加种植体长度并不如改变种植体直径的效果显著<sup>[31-42]</sup>。但尚未有研究证明种植体成功率与种植体长度之间存在线性关系。

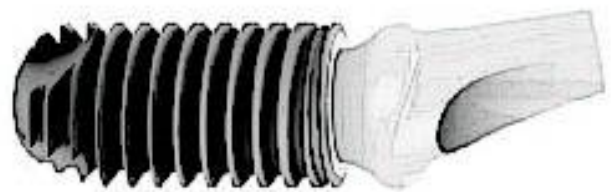


图4 平台转移种植体

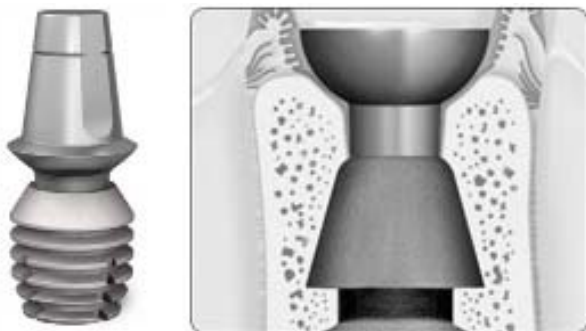


图5 斜肩式平台设计种植体

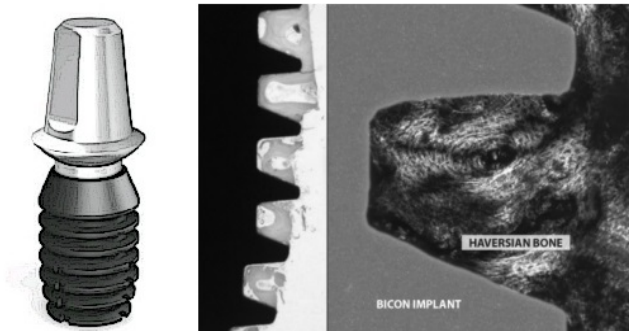


图6 鳍状种植体示意图

在特殊解剖部位, 条件受限时, 可以使用较短种植体, 但应该考虑增加种植体的数量或直径。某些特殊几何形状设计的超短种植体, 例如Bicon鳍状种植体最短者只有4.8 mm, 以适应上颌与下颌磨牙区的可用骨高度不足, 其临床效果得到肯定<sup>[43]</sup>(图6)。

### 3 讨论 Discussion

在长期基础与临床研究中, 种植体系统的材料和结构设计不断演化, 在不同的历史阶段, 其设计理念、形状和表面处理各不相同。20世纪70年代, Branemark偶尔发现钛和骨发生了非常坚固的结合并提出“骨结合”的理论: 在光镜下, 活骨和种植体表面直接接触。自此, 产出了Branemark种植体系统: 纯钛螺纹状种植体、光滑表面形态和潜入式愈合方式。在同一时期, Schroeder首次采用一种新的切片技术, 直接制作未脱钙的骨和种植体的联合磨片, 清楚地证实了骨结合在组织片上的存在。

由此, 产生Sraumann种植体系统: 纯钛中空柱状种植体、光滑表面形态和非潜入式愈合方式。此后, 新的种植体系统不断涌现, 但基本上延续Branemark和Schroeder的设计思路。虽总体设计理念与结构等方面已逐渐明确并日趋统一, 但对优化种植体设计与种植体边缘骨吸收两者关系仍存在分歧。

在口腔种植治疗中, 避免种植体边缘骨是能确保种植体周围软硬组织健康以及美学修复效果基本要求, 优化种植体形态结构设计对种植体周围骨吸收有极大的影响。目前研究表明种植修复时应尽量考虑到以下因素: 合理匹配种植体的尺寸, 不同种植体选择合理的颈部设计, 一体式种植体, 基台设计及种植体-基台连接等。种植体设计的标准尚未完全统一, 这既说明种植治疗的临床需求各异, 也说明种植体结构设计仍处研发阶段。通过优化种植体设计从而降低种植体周围骨吸收, 这一基本理念已成为后续研究的目标所在。

**致谢:** 感谢恩师唐尤超对该文章在写作过程中给予悉心指导, 以及攻读硕士期间的传道、授业、解惑。

**作者贡献:** 第一作者和通讯作者构思并设计本综述, 分析并解析数据, 所有作者共同起草, 经通讯作者审校, 第一作者对本文负责。

**利益冲突:** 文章及内容不涉及相关利益冲突。

**伦理要求:** 未涉及伦理冲突的内容。

**学术术语:** 一体式种植体-种植体穿黏膜颈部与种植体位于骨内的体部合为一体。

**作者声明:** 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

### 4 参考文献 References

- [1] Albrektsson T,Zarb G,Worthington P,et al.The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria of success.Int J Oral Maxillofac Implants. 1986;1(1):11-25.
- [2] 郁雪松,赵黎,潘世源.种植体周围骨吸收的时间因素[J].中国组织工程研究与临床康复, 2012,15(48):9093-9095.
- [3] Qian J,Wennerberg A,Albrektsson T.Reasons for marginal bone loss around oral implants.Clin Implant Dent Relat Res. 2012;14(6):792-807.
- [4] Finne K,Rompen E,Toljanic J.Three-year prospective multicenter study evaluating marginal bone levels and soft tissue health around a one-piece implant system.Int J Oral Maxillofac Implants.2012;27(2):458.
- [5] Huang J,Zhao J,Liu Q,et al.Clinical research of immediate restoration implant with mini-implants in edentulous space. Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.2010;28(4):412.
- [6] Eraslan O,Inan Ö.The effect of thread design on stress distribution in a solid screw implant: A 3d finite element analysis.Clin Oral Investig.2010; 14(4):411-416.
- [7] Meriç G,Erkmen E,Kurt A,et al.Biomechanical comparison of two different collar structured implants supporting 3-unit fixed partial denture: A 3-d fem study.Acta Odontol Scand. 2012; 70(1):61-71.
- [8] Abrahamsson I,Berglundh T.Tissue characteristics at microthreaded implants: an experimental study in dogs.Clin Impl Dent Rel Res.2006;8(3):107-113.
- [9] Lee DW,Choi YS,Park KH,et al.Effect of microthread on the maintenance of marginal bone level: A 3 - year prospective study.Clin Oral Impl Res.2007;18(4):465-470.
- [10] Prasad DK,Shetty M,Bansal N,et al.Crestal bone preservation: A review of different approaches for successful implant therapy. Indian J Dent Res.2011;22(2):317.
- [11] 刘健,葛自力,惠建华,等.骨水平种植体与软组织水平种植体的临床疗效比较[J]. 苏州大学学报:医学版,2012,32(3):414-416.
- [12] Harder S,Dimaczek B,Açil Y,et al.Molecular leakage at implant-abutment connection—in vitro investigation of tightness of internal conical implant-abutment connections against endotoxin penetration.Clin Oral Invest. 2010;14(4): 427-432.
- [13] Rack A,Rack T,Stiller M,et al.In vitro synchrotron-based radiography of micro-gap formation at the implant-abutment interface of two-piece dental implants.J Synchrotron Radiat. 2010;17(2):289-294.
- [14] Weng D,Nagata MJH,Bell M,et al.Influence of microgap location and configuration on the periimplant bone morphology in submerged implants. An experimental study in dogs.Clin Oral Impl Res.2008;19(11):1141-1147.
- [15] 高奎英.内外连接对不同直径种植体周围骨组织的应力影响[D]. 吉林大学,2006.http://www.docin.com/p-333357579.html
- [16] Mangano C,Mangano F,Piattelli A,et al.Pro prospective clinical evaluation of 1920 morse taper connection implants: Results after 4 years of functional loading. Clin Oral Impl Res. 2009; 20(3):254-261.
- [17] Baumgarten H,Cocchetto R,Testori T,et al.A new implant design for crestal bone preservation: Initial observations and case report.Pract Proced Aesthet Dent.2005;17(10):735.
- [18] Porter SS.Platform switching: A new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. Dent.2006;26:9-17.

- [19] Calvo - Guirado JL, Gómez - Moreno G, López - Marí L, et al. Crestal bone loss evaluation in osseotite expanded platform implants: A 5 - year study. *Clin Oral Impl Res.* 2011; 22(12):1409-1414.
- [20] 冯爱菊, 王维英, 肖菲, 等. 平台转移设计种植体植入1年后下颌后牙区的骨丧失[J]. *中国组织工程研究*, 2011, 15(22): 4160-4164.
- [21] Farronato D, Santoro G, Canullo L, et al. Establishment of the epithelial attachment and connective tissue adaptation to implants installed under the concept of "platform switching": A histologic study in minipigs. *Clin Oral Impl Res.* 2012; 23(1):90-94.
- [22] Çimen H, Yengin E. Analyzing the effects of the platform-switching procedure on stresses in the bone and implant-abutment complex by 3-dimensional fem analysis. *J Oral Implantol.* 2012; 38(1):21-26.
- [23] Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clinical Oral Implants Research*, 2006; 17(S2):35-51.
- [24] Baggi L, Cappelloni I, Di Girolamo M, et al. The influence of implant diameter and length on stress distribution of osseointegrated implants related to crestal bone geometry: A three-dimensional finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2008; 100(6):422-431.
- [25] Jang HW, Kang JK, Lee K, et al. A retrospective study on related factors affecting the survival rate of dental implants. *J Adv Prosthodont.* 2011; 3(4):204-215.
- [26] Hsu JT, Fuh LJ, Lin DJ, et al. Bone strain and interfacial sliding analyses of platform switching and implant diameter on an immediately loaded implant: Experimental and three-dimensional finite element analyses. *J Periodontol.* 2009; 80(7):1125-1132.
- [27] Marincola M, Coelho P, Morgan V, et al. The importance of crestal bone preservation in the use of short implants. *J Adv Dent Res Voll: Issue I: October*, 2010:15.
- [28] 程亚楠, 徐普, 朱亚丽, 等. 三种种植系统周边骨质吸收的对比研究[J]. *临床口腔医学杂志*, 2011, 27(12):742-745.
- [29] de Carvalho NA, de Almeida EO, Rocha EP, et al. Short implant to support maxillary restorations: Bone stress analysis using regular and switching platform. *J Craniofac Surg.* 2012; 23(3): 678-681.
- [30] Himmlová L, Dostálová T, Kácovský A, et al. Influence of implant length and diameter on stress distribution: A finite element analysis. *J Prosthet Dent.* 2004; 91(1):20-25.
- [31] Noharet R, Pettersson A, Bourgeois D. Accuracy of implant placement in the posterior maxilla as related to 2 types of surgical guides: A pilot study in the human cadaver. *J Prosthet Dent.* 2014 Apr 7. pii: S0022-3913(14)00087-0. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.12.013. [Epub ahead of print]
- [32] Liang R, Guo W, Qiao X, et al. Biomechanical analysis and comparison of 12 dental implant systems using 3D finite element study. *Comput Methods Biomech Biomed Engin.* 2014 Apr 8. [Epub ahead of print]
- [33] Han HJ, Kim S, Han DH. Multifactorial Evaluation of Implant Failure: A 19-year Retrospective Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014; 29(2):303-310.
- [34] Petropoulos VC, Balshi TJ, Wolfinger GJ, et al. Treatment of a Patient with Implant Failure and Jaw Osteonecrosis: Successful Retreatment Using Implants. *J Oral Implantol.* 2014 Mar 25. [Epub ahead of print]
- [35] Lu Y, Chang S, Wu H, et al. Selection of optimal length and diameter of mini implant in two different forces: a three-dimensional finite element analysis. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2014; 32(1):85-90.
- [36] Schrott A, Riggi-Heiniger M, Maruo K, et al. Implant loading protocols for partially edentulous patients with extended edentulous sites—a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014; 29 Suppl:239-255.
- [37] Cundy TP, Cundy WJ, Antoniou G, et al. Serum titanium, niobium and aluminium levels two years following instrumented spinal fusion in children: does implant surface area predict serum metal ion levels? *Eur Spine J.* 2014 Mar 23. [Epub ahead of print]
- [38] Baba NZ, Goodacre CJ, Kattadiyil MT. Tooth retention through root canal treatment or tooth extraction and implant placement: A prosthodontic perspective. *Quintessence Int.* 2014; 45(5):405-416.
- [39] González-García R, Monje A, Fernández-Calderón MC, et al. Three-dimensional and chemical changes on the surface of a 3-year clinically retrieved oxidized titanium dental implant. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014; 34C:273-282.
- [40] Al-Hashedi AA, Ali TB, Yunus N. Short dental implants: An emerging concept in implant treatment. *Quintessence Int.* 2014; 45(6):499-514.
- [41] Nejatidanesh F, Savabi O, Ebrahimi M, et al. Retentive strength of implant-supported base metal copings over short metal abutments using different luting agents and surface treatments. *Implant Dent.* 2014; 23(2):162-167.
- [42] Caruso R, Botta L, Verde A, et al. Relationship between pre-implant interleukin-6 levels, inflammatory response, and early outcome in patients supported by left ventricular assist device: a prospective study. *PLoS One.* 2014; 9(3):e90802.
- [43] 王春先, 周磊, 徐世同, 等. Bicon短种植体在上颌后牙区骨量不足病例中的临床应用[J]. *中国口腔种植学杂志*, 2011, 16(1):056.