

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2016.08.001

· 专家论坛 ·

种植体颈部设计的研究现状

陈江, 周麟

福建医科大学附属口腔医院种植科, 福建 福州(350002)



【作者简介】 陈江,教授,主任医师,博士生导师。1986年7月毕业于福建医科大学获学士学位,1992年7月毕业于华西医科大学并获硕士学位,1999年7月毕业于华西医科大学并获医学博士学位。2000年10月国家留学基金委员会公派赴美国哈佛大学牙学院和塔夫茨大学新英格兰医学中心访问研究。现任福建医科大学口腔医学院及附属口腔医院院长,兼任中华口腔医学会常务理事、中华口腔医学会口腔种植专业委员会副主任委员、中华口腔医学会口腔肿瘤学组成员、福建省口腔医学会会长、《口腔疾病防治》杂志副主编。国务院政府特殊津贴享受者,福建省百千万人才工程人选,福建医科大学学科带头人。主持国家自然科学基金、福建省发改委产业技术开发项目、福建省科技重大科研项目、福建省教育厅重点项目、福建省自然科学基金项目等科研课题共10余项,获福建省科技进步二等奖1项、福建省医学科技三等奖1项、实用新型与发明专利3项。主编、主译、参编学术专著6部。

【摘要】 口腔种植修复已成为缺失牙的首选治疗方案,种植体的成功不仅需要良好的骨结合,良好的软组织封闭也尤为重要。目前,种植体骨结合方面的研究已趋于成熟,而种植体颈部设计对软硬组织的影响还有待研究。笔者将本课题组对种植体颈部结构设计的研究情况结合国际上的前沿研究进行探讨,按照种植体颈部设计与边缘骨吸收、软组织封闭的形成和菌斑粘附形成的关系进行评述。

【关键词】 种植体颈部; 边缘骨吸收; 软组织封闭; 抗菌性能; 口腔种植修复

【中图分类号】 R783.4 【文献标志码】 A 【文章编号】 2096-1456(2016)08-441-07

【引用著录格式】 陈江,周麟. 种植体颈部设计的研究现状[J]. 口腔疾病防治, 2016, 24(8): 441-444.

Advances in the design of the transmucosal part of dental implant CHEN Jiang, ZHOU Lin. Department of Implantology, Affiliated Stomatological Hospital of Fujian Medical University, Fuzhou 350002, China

Corresponding author: CHEN Jiang, Email: dentistjiang@126.com, Tel: 0086-591-83754882

【Abstract】 Nowadays, dental implant is the first therapeutic choice of the edentulous patients. A firm functional soft tissue seal between the transmucosal part of implants and the surrounding soft tissues is significant to the long-term survival of the implant as well as the stable osseointegration. There are many research on the osseointegration, but less in the transmucosal part of the implant. In this review, we combined the implant neck design of our own with the international study in this field, in order to discuss the relationship between the implant neck design and the marginal bone loss, interact with the soft tissue, the antibacterial activity.

【Key words】 Implant neck; Marginal bone loss; Transmucosal seal; Antibacterial activity

随着口腔种植技术和生物材料的发展,口腔

种植修复已成为牙列缺损和牙列缺失患者的首选治疗方案。种植体穿过牙龈的上皮层及结缔组织层植入颌骨内与骨组织形成“骨结合”,为上部结构提供支持,进而发挥其固定和支持作用;与周围软组织形成“软组织结合”,建立起了一个联系机体内部与外部环境的穿黏膜的结构,进而发挥其

【收稿日期】 2016-02-19; 【修回日期】 2016-03-18

【基金项目】 福建省科技厅重点项目(2013Y0039);福建省临床重点专科建设项目

【通讯作者】 陈江,教授,博士, E-mail: dentistjiang@126.com

软组织封闭作用。迄今为至,种植牙的10~15年成功率高达90%以上^[1],这得益于种植技术的全面发展和成熟,同样要归功于良好的种植体设计和表面处理技术以形成稳固的种植体骨结合。因此,过去的几十年种植体界面研究的重点主要集中在如何提高种植体骨界面,以形成良好的骨结合,而种植体软组织界面的研究相对较少。但种植体的成功不仅需要良好的骨结合,良好的软组织封闭也尤为重要。种植体周围的软组织封闭提供了一个对外界环境必要的生物和生理屏障,保护骨结合,阻止口腔微生物的入侵^[2]。一个紧密的种植体颈圈封闭能够很好地预防细菌炎症和软组织退缩,进而增加种植体长期的成功率^[3]。因此,本文就种植体颈部的设计与研究进行以下论述。

1 种植体颈部设计与种植体植入后边缘骨吸收的关系

目前市面上主要存在两大类种植体:具有颈部穿龈设计的种植体,称之为软组织水平种植体;另一类种植体不具备穿龈部分的设计,种植体植入平面与骨水平平行或位于骨水平以下,称之为骨水平种植体。在两段式的种植体设计中,种植体与基台之间的连接处必然产生所谓的微间隙,在应力作用下会产生微动。骨水平种植体植入颌骨后,基台种植体界面将位于软组织中,而这两者之间的微间隙容易导致口腔致病菌的聚集滋生,进而导致种植体周围黏膜炎或种植体周围炎;而二者间的微动,形成的应力集中将导致种植体颈部边缘骨的吸收^[4]。Sánchez-Siles等^[5]对以上2种植体进行10年的临床观察研究,发现具有光滑颈圈设计的软组织水平种植体其边缘骨的吸收远远少于骨水平种植体,而且其种植体周围炎的发病率为2.92%,少于骨水平种植体的14.41%,并认为当种植体颈部设计的光滑部分高度为2.5 mm时,种植体能获得理想的短、中、长期效果。因此,有必要将种植体周围的软硬组织封闭都建立在种植体颈部,形成一个保护屏障,维持组织稳定健康。而相对于端端相接的种植体基台连接而言,Meta分析结果提示具有平台转移设计的种植体颈部也能够减少颈部的边缘骨吸收^[6]。

具有光滑颈部设计的种植体固然维持了骨水平,减少了种植体周围炎的发生,但从美学效果来看,种植体基台界面位于软组织之上,将导致

修复体的穿龈轮廓的不协调、临床牙冠的缩短、黑三角的出现等美学问题^[7]。因此,近年来又出现了具有螺纹设计的种植体颈部结构。研究认为种植体颈部螺纹设计有利于保存种植体颈部骨水平和软组织水平,因为这种螺纹设计能够将种植体所承受的垂直压力转化为对种植体骨界面的非垂直压力,从而减少对种植体骨界面的剪切应力,将其转化为对种植体颈部周围骨组织有利的机械应力刺激^[8]。种植体颈部螺纹结构有利于保存骨组织,而光滑的颈部表面不利于骨组织生长^[9]。种植体颈部设计时,光滑颈圈的高度是多少、螺纹设计开始的位置在哪里,对保存种植体颈部骨水平极为关键,而螺距的大小、螺纹的深度角度对边缘骨的稳定有何影响,仍有待进一步研究。

2 种植体颈部设计与软组织附着成形的关系

种植体周围的软组织与天然牙的软组织结构具有显著的差异,其中牙龈成纤维细胞的排列方向平行于种植体表面,胶原纤维的排列方向也平行于种植体,并不像天然牙插入牙槽骨内。在种植体植入后牙龈的愈合过程中,牙龈成纤维细胞爬行到种植体表面,形成新的生物学宽度;上皮细胞通过半桥粒和基板构成的附着复合体与种植体表面相连接,类似于天然牙的结合上皮结构。而稳定的软组织封闭对减少种植体周围炎的发生和维持种植体长期稳定起到极其重要的作用。因此,目前对种植体穿龈部分的研究主要集中在如何加强种植体材料与软组织的结合、如何改善颈圈周围牙龈软组织的美观等。

近年来研究认为,具有一定微米级粗糙度的种植体颈部结构不但不会促进细菌的粘附和边缘骨的丧失,反而有利于牙龈软组织颈圈封闭的形成,但光滑颈圈还是微米级粗糙度的颈圈更适合种植体颈部设计仍有争议^[10]。有研究显示各向异性结构(如微沟槽),通过材料表面形貌的大小和形式能导致所谓的“接触诱导”,即平行排列的沟槽诱导细胞沿着沟纹规则生长^[11]。Lai等^[12]研究表明:种植体穿龈部分设计成60 μm宽,10 μm深的微沟槽形式有利于人牙龈成纤维细胞的粘附和增殖,这种微沟槽设计与传统的光滑表面相比能阻止上皮细胞的向下生长。亦有动物实验发现,具有微型貌的种植体表面软组织胶原纤维与之结合成垂直嵌入,类似于天然牙周围的 Sharpey's 纤

维^[2]。同样的也有研究表明,激光蚀刻的微沟槽能够减少种植体周围骨的丧失^[13]。因此,具有三维结构的表面形貌能为细胞提供更多的生长空间,改善细胞功能状态,有利于结缔组织的愈合,能减少牙槽骨的吸收,阻止上皮细胞的向下生长,然而具体何种形态、何种尺寸的表面有利于结缔组织愈合目前仍无定论。

随着纳米技术的成熟,种植体表面纳米管的应用已被证实能够促进骨组织的生长,因此,近年来有学者将它运用于种植体穿龈部分,认为其不但能有效阻止边缘骨的吸收,而且能有效地促进牙龈成纤维细胞的粘附增殖^[14]。纳米管同时还具有载药功能,有学者在光滑的种植体颈部表面通过阳极氧化的方法形成纳米管,并在纳米管内沉积胎牛血清,认为这不但有利于牙龈成纤维细胞的粘附增殖,还有利于I型胶原纤维的分泌^[15]。与此同时,纳米级别粗糙度的种植体颈部表面设计也随之诞生,研究发现当平均粗糙度值在2.75~30.34 nm时,钛材料表面的牙龈成纤维细胞粘附力更强,细胞更为伸展,具有较强的粘附增殖能力^[16]。对于上皮细胞而言,大多数学者认为:光滑的钛表面是上皮细胞粘附、扩展的理想表面^[17];然而动物实验却证实上皮组织在粗糙表面($R_a = 0.25 \mu\text{m}$)向根方迁移少,更有利于上皮组织的愈合^[18],因此粗糙度对其影响仍存在争议。

生长因子通过许多方面影响细胞的生长和功能,在伤口愈合组织再生方面起到极其重要的作用^[19]。其中血小板源性生长因子和釉质形成基质蛋白是其中研究最多的生长因子,有学者将其修饰到种植体表面,能够促进细胞的粘附增殖、细胞外基质的形成,进而促进软组织封闭的形成^[20]。

3 种植体颈部设计与细菌粘附增殖的关系

有研究认为,表面微形貌在促进牙龈软组织生长的同时,沟槽或凹槽的存在为细菌提供一个庇护的场所,减少水流力学等外力冲击而致的细菌粘附减少,同时随着沟槽或凹槽的尺寸增大而对细菌粘附的庇护效果越好,细菌粘附越多^[21]。因此在种植体植入后,牙龈愈合过程中,如果能够减少细菌的吸附、菌斑的形成,那么将更有利于种植体颈部软组织封闭的形成。而且具有抗菌性能的种植体颈部结构有能够阻止口腔致病微生物入侵、长期稳定周围软组织的封闭作用。因此,在加强穿龈部分材料与牙龈成纤维细胞之间的相互反

应的同时,材料的抗菌作用仍有待提高。

国内外学者进行了大量的种植体表面抗菌涂层的相关研究,其中包括:抗生素涂层(如万古霉素共价修饰到种植体表面)、银离子沉积到种植体表面、卤化呋喃酮物理吸附到种植体表面、三甲基硅烷等离子纳米涂层等^[22]。而Zhou等^[23]在种植体颈部微沟槽结构设计的基础上运用硅烷化的方法将抗菌肽生物修饰到其表面,既提高了材料表面对牙龈成纤维细胞的粘附增殖作用,又具有较强的抗菌性能,从两方面提高了种植体颈部结构的性能。除了抗菌涂层的研究外,材料表面的粗糙度对细菌的粘附也极为重要,目前大部分观点认为表面自由能较低和粗糙度较小的材料能够限制菌斑生物膜的形成,其中材料表面粗糙度对菌斑堆积的影响大于材料表面自由能的影响^[24]。而当材料表面平均粗糙度小于200 nm后,再减小其粗糙度则细菌的粘附将不会减少^[25]。氧化锆作为一种新的种植体植入材料,其研究也成为近年来的热点,研究表明氧化锆银(或)铜涂层表现出明显的疏水性,能明显地减少细菌的粘附和增殖^[26]。而氧化钇稳定氧化锆(yttria-stabilized zirconia)本身不具备抗菌性能。此外,锥度连接可以达到冷焊样效果,减少微动,以确保基台接口处无细菌,是目前较为有效的减少细菌粘附的种植体—基台连接方式。

4 小结

目前大部分对于种植体颈部结构的研究仍处于体外研究阶段。总结起来,穿龈部分结构研究的总体趋势如下:①光滑颈部经过较长时间临床病例积累,到目前为止还未发现对软组织结合有明显的不良反应,粗糙面颈部设计是新近研究,发现其并未增加种植体周围炎,有部分种植系统已将其颈部设计为粗糙面,但目前后者的循证医学方面的研究较少;②颈部设计为纳米表面、载药表面、微沟槽结构、生物分子涂层修饰等的研究目前多限于实验室研究,有待临床方面的研究证实;③许多种植体颈部已采用平台转移、微螺纹设计等,也取得了较好的临床效果;④各种抗菌性能涂层的研究也处于体外研究阶段,要运用于临床尚需进一步的研究证实。相信随着研究的不断深入和成熟,未来的种植体设计将进一步减少种植体颈部边缘骨的吸收、种植体周围炎等问题的发生。

参考文献

- [1] Albrektsson T, Donos N. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference 2012[J]. Clin Oral Implants Res, 2012, 23(Suppl 6): 63-65.
- [2] Yamano S, Al-Sowaygh ZH, Gallucci GO, et al. Early peri-implant tissue reactions on different titanium surface topographies[J]. Clin Oral Implants Res, 2011, 22(8): 815-819.
- [3] An N, Rausch-fan X, Wieland M, et al. Initial attachment, subsequent cell proliferation/viability and gene expression of epithelial cells related to attachment and wound healing in response to different titanium surfaces[J]. Dental Materials, 2012, 28(12): 1207-1214.
- [4] Schwarz F, Hegewald A, Becker J. Impact of implant-abutment connection and positioning of the machined collar/microgap on crestal bone level changes: a systematic review[J]. Clin Oral Implants Res, 2014, 25(4): 417-425.
- [5] Sánchez-Siles M, Munoz-Camara D, Salazar-Sanchez N, et al. Incidence of peri-implantitis and oral quality of life in patients rehabilitated with implants with different neck designs: A 10-year retrospective study[J]. J Craniomaxillofac Surg, 2015, 43(10): 2168-2174.
- [6] Strietzel FP, Neumann K, Hertel M. Impact of platform switching on marginal peri-implant bone-level changes. A systematic review and meta-analysis[J]. Clin Oral Implants Res, 2015, 26(3): 342-358.
- [7] den Hartog L, Raghoobar GM, Slater JJ, et al. Single-tooth implants with different neck designs: a randomized clinical trial evaluating the aesthetic outcome[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2013, 15(3): 311-321.
- [8] Choi JY, Moon IS, Yun JH, et al. Effects of thread size in the implant neck area on peri-implant hard and soft tissues: an animal study[J/OL]. Clin Oral Implants Res, 2015: 1-6[2016-02-19]. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/clr.12720/full>.
- [9] Bateli M, Att W, Strub JR. Implant neck configurations for preservation of marginal bone level: a systematic review[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2011, 26(2): 290-303.
- [10] Yamano S, Al-Sowaygh ZH, Gallucci GO, et al. Early peri-implant tissue reactions on different titanium surface topographies[J]. Clin Oral Implants Res, 2011, 22(8): 815-819.
- [11] Botos S, Yousef H, Zweig B, et al. The effects of laser microtexturing of the dental implant collar on crestal bone levels and peri-implant health[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2011, 26(3): 492-498.
- [12] Lai Y, Chen J, Zhang T, et al. Effect of 3D microgroove surface topography on plasma and cellular fibronectin of human gingival fibroblasts[J]. J Dent, 2013, 41(11): 1109-1121.
- [13] Ketabi M, Deporter D. The effects of laser microgrooves on hard and soft tissue attachment to implant collar surfaces: a literature review and interpretation[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2013, 33(6): e145-152.
- [14] Anselme K, Davidson P, Popa AM, et al. The interaction of cells and bacteria with surfaces structured at the nanometre scale[J]. Acta biomaterialia, 2010, 6(10): 3824-3846.
- [15] Liu X, Zhou X, Li S, et al. Effects of titania nanotubes with or without bovine serum albumin loaded on human gingival fibroblasts[J]. Int J Nanomedicine, 2014, 9(2): 1185-1198.
- [16] Wang RC, Hsieh MC, Lee TM. Effects of nanometric roughness on surface properties and fibroblast's initial cytocompatibilities of Ti6Al4V[J]. Biointerphases, 2011, 6(3): 87-97.
- [17] Baharloo B, Textor M, Brunette DM. Substratum roughness alters the growth, area, and focal adhesions of epithelial cells, and their proximity to titanium surfaces[J]. J Biomed Mater Res A, 2004, 74(1): 12-22.
- [18] Atsuta I, Ayukwa Y, Furuhashi A, et al. In vivo and in vitro studies of epithelial cell behavior around titanium implants with machined and rough surfaces[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2014, 16(5): 772-781.
- [19] 张鹏, 管红雨, 钟小君. 钛种植体羟基磷灰石和神经生长因子复合涂层的制备及缓释性能研究[J]. 广东牙病防治, 2014, 22(5): 238-240.
- [20] Bates C, Marino V, Fazzalari NL, et al. Soft tissue attachment to titanium implants coated with growth factors[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2013, 15(1): 53-63.
- [21] Whitehead KA, Colligon J, Verran J. Retention of microbial cells in substratum surface features of micrometer and sub-micrometer dimensions[J]. Colloids Surf B Biointerfaces, 2005, 41(S2/3): 129-138.
- [22] Chen M, Yu Q, Sun H. Novel Strategies for the Prevention and Treatment of Biofilm Related Infections[J]. Int J Mol Sci, 2013, 14(9): 18488-18501.
- [23] Zhou L, Lai Y, Huang W, et al. Biofunctionalization of micro-groove titanium surfaces with an antimicrobial peptide to enhance their bactericidal activity and cytocompatibility[J]. Colloids Surf B Biointerfaces 2015, 128: 552-560.
- [24] Al-Ahmad A, Wiedmann-Al-Ahmad M, Fackler A, et al. In vivo study of the initial bacterial adhesion on different implant materials[J]. Arch Oral Biol, 2013, 58(9): 1139-1147.
- [25] Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature[J]. Dent Mater, 1997, 13(4): 258-269.
- [26] Huang HL, Chang YY, Weng JC, et al. Anti-bacterial performance of zirconia coatings on titanium implants[J]. Thin Solid Films, 2013, 528(3): 151-156.

(编辑 李少冰, 张琳)