

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2018.07.002

· 专家论坛 ·

种植修复体机械并发症的原因、预防及处理

施斌, 吴涛

武汉大学口腔医院种植科, 湖北 武汉 (430079)



【作者简介】 施斌, 教授、博士生导师, 武汉大学口腔医院种植科主任。主要研究方向为生物力学、骨再生材料、种植体周围炎相关致病机制等。在国内外专业杂志上发表种植领域相关文章60余篇, 其中SCI 20余篇。培养博士、硕士研究生60余名。担任《Clinical Implant Dentistry and Related Research》中文版副主编, 《Clinical Oral Implant Research》中文版副主编, 《临床口腔医学精粹》副主编, 《口腔疾病防治》、《口腔医学研究》杂志编委。

【摘要】 种植修复体常见的机械并发症有基台或螺丝松动、基台或螺丝折断、支架或种植体折断、修复体崩瓷、修复体固位丧失(失粘接)等。本文将种植修复体分为: 种植体支持的单冠、种植体支持的多单位桥、种植体支持的全口固定义齿三类, 并对2000年后发表有关种植机械并发症的临床文献进行总结归纳。分别对基台或螺丝松动、基台或螺丝折断、种植体折断、修复体崩瓷、修复体固位丧失(失粘接)等各种机械并发症的原因、预防及临床处理进行详细的分析, 旨在减少临床种植修复机械并发症的发生, 为种植修复治疗提供临床指导。

【关键词】 种植修复; 机械并发症; 发生率; 基台; 崩瓷

【中图分类号】 R783.4 【文献标志码】 A 【文章编号】 2096-1456(2018)07-0415-07

【引用著录格式】 施斌, 吴涛. 种植修复体机械并发症的原因、预防及处理[J]. 口腔疾病防治, 2018, 26(7): 415-421.

Technical complications associated with implant prostheses in terms of reason, prevention, and management
SHI Bin, WU Tao. Department of Implantology, School & Hospital of Stomatology, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Corresponding author: SHI Bin, Email: shibin_dentist@whu.edu.cn, Tel: 0086-27-87686222

【Abstract】 Technical complications associated with implant prostheses include abutment or screw loosening, abutment or screw fractures, implant fractures, fracture of the veneering material and loss or misfitting of retention equipment. In this review, implant prostheses are classified as implant-supported single crowns (SCs), implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) or implant-supported fixed complete dentures (FCDs). We evaluated the incidence of technical complications based on the clinical literature published after 2000. Then, we analyzed the reason, prevention and clinical management of abutment or screw loosening, abutment or screw fractures, implant fractures, fracture of the veneering material and loss or misfitting of retention, to reduce the incidence of complications and provide guidance for future oral implant treatment.

【Key words】 Implant prosthesis; Technical complication; Incidence; Abutment; Fracture of the veneering material

【收稿日期】2018-01-31; 【修回日期】2018-04-01

【基金项目】武汉大学自主科研项目青年教师资助项目(2042018k0108)

【通信作者】施斌, 教授, 博士生导师, Email: shibin_dentist@whu.edu.cn

随着种植体表面处理技术的不断进步,种植的存活率不再是难题,最新的文献报道种植体的5年存活率高达98.1%,而上部修复体的5年存活率也高达97.1%^[1]。但是种植修复体存在各种并发症,如机械并发症、生物并发症、美学并发症等。种植修复体机械并发症是指发生于种植体、相关部件(基台、螺丝等)及(或)修复体的损坏,多由机械力量导致。种植修复体常见的机械并发症有:基台或螺丝松动、基台或螺丝折断、支架或种植体折断、修复体崩瓷、修复体固位丧失(失粘接)等。

1 种植机械并发症的发生率

2013年在瑞士召开的第五届ITI共识会议上对于种植体机械并发症的发生率进行的归纳总结,其中Pjetursson等^[1]对2000年后发表的108篇临床研究进行了统计分析,分别对种植体支持的单冠(implant-supported single crowns, SCs)、种植体支持的多单位桥(implant-supported fixed dental prostheses, FDPs)及种植体支持的全口义齿(implant-supported fixed complete dentures, FCDs)的常见种植修复体机械并发症发生率进行统计,其具体统计结果如表1所示。

表1 种植修复体机械并发症发生率
Table 1 Incidence of technical complications in implant prostheses

并发症	SCs		FDPs		FCDs	
	每年发生率 (95%CI)	5年发生率 (95%CI)	每年发生率 (95%CI)	5年发生率 (95%CI)	每年发生率 (95%CI)	5年发生率 (95%CI)
基台或螺丝松动	1.16%(0.66~2.03)	5.6%(3.2~9.6)	0.81%(0.45~1.46)	4.0%(2.2~7.0)	1.88%(0.63~5.61)	9.0%(3.1~24.4)
基台或螺丝折断	0.07%(0.02~0.20)	0.3%(0.1~1.0)	0.16%(0.08~0.32)	0.8%(0.4~1.6)	1.20%(0.31~4.68)	5.8%(1.5~20.9)
种植体折断	0.02%(0.004~0.070)	0.08%(0.2~1.5)	0.11%(0.40~0.30)	0.5%(0.2~1.5)		
支架折断			0.04%(0.005~0.27)	0.2%(0.02~1.4)		
修复体崩瓷	0.64%(0.43~0.96)	3.2%(2.1~4.7)	1.60%(0.77~3.30)	7.7%(3.8~15.2)	5.82%(3.77~9.00)	25.3%(17.2~36.2)
修复体固位丧失	0.63%(0.30~1.29)	3.1%(1.5~6.3)				

注 该表总结源于2015年ITI共识会议的文献综述回顾。SCs:种植体支持的单冠;FDPs:种植体支持的多单位桥;FCDs:种植体支持的全口义齿;CI:置信区间。

以上种植修复体机械并发症中,崩瓷是发生率最高的,其次是螺丝或基台松动。种植体或支架折断发生率较小,但却是较为严重的种植修复体机械并发症。另外统计结果发现上部修复体越大,崩瓷概率越高。如种植体支持的全口义齿的崩瓷发生率远远高于单冠。

2 种植体机械并发症的原因分析

2.1 基台或螺丝松动、折断

螺丝或基台松动临床表现通常为牙冠松动。若松动明显,则可出现种植体周围软组织红肿、出血、异味明显、牙冠方向转动等。究其原因,主要可归纳为螺丝材质、基台连接方式、悬臂过长、冠根比过大、基台与种植体界面微间隙过大等。

金质螺丝较钛螺丝有更高的弹性模量,可以允许更大的微动传递到种植体上,因此,金涂层或者金质的螺丝与钛螺丝相比可以降低螺丝松动的发生^[2]。钛合金的抗弯强度是纯钛的4倍,因此钛合金的螺丝也可减少螺丝松动的概率。相对于金

质螺丝,钛合金的强度更大,但是却更容易发生界面磨损^[2-3]。

基台连接类型有外六方、内六方、摩氏锥度、十字锁合等连接方式。研究表明外六方的基台连接在抵抗非轴向力时有局限,较容易发生螺丝松动或折断;内六方连接较外六方连接有更好的机械性能^[4-5]。在内六方连接基础上,又有莫氏锥度的连接方式,莫氏锥度在负重情况下可减少微动^[6]。有研究报道莫氏锥度连接的种植修复体螺丝松动概率较低^[7-8]。是否使用角度基台对于螺丝松动或折断没有明显影响^[9]。

悬臂包括单冠的冠内悬臂(intracoronar cantilever)和多单位修复体的冠外悬臂(extracoronar cantilever)。冠内悬臂经常发生在后牙区的种植单冠^[10]。理想的种植体颈部离邻牙的水平距离(图1)为3~4 mm^[11],而Lee等^[12]认为,若此距离 ≥ 3.7 mm,种植修复体机械并发症的发生概率会增加。

研究发现冠根比大于2会引起种植体承受过大非轴向力,从而导致边缘骨吸收;或者边缘骨吸

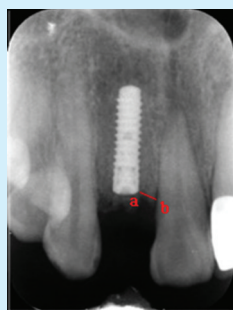


图1 种植体颈部离邻牙水平距离

Figure 1 Horizontal distance between the implant cervical platform and adjacent teeth

收后导致的冠根比大于2同样会引起种植体承受过大非轴向力^[13](图2)。也有研究将修复体垂直高度(restoration vertical height, RVH)作为评价指标,表明当修复体垂直距离 ≥ 14 mm时,机械并发症发生的概率明显增加^[14](图3)。

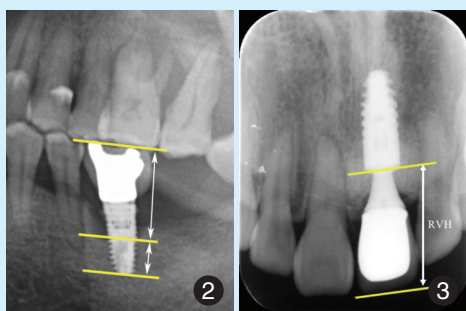


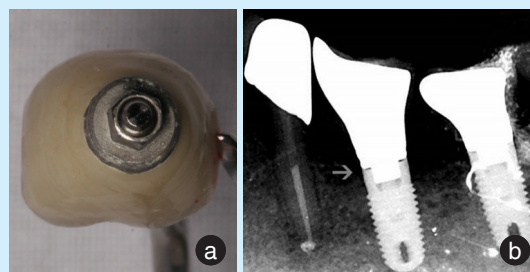
图2 种植体周围边缘骨吸收后冠根比

图3 种植修复体临床牙冠长度

Figure 2 Crown/root ratio after bone resorption around the implant

Figure 3 Restoration of vertical height

基台与种植体之间连接的不规则和微小间隙也是造成螺丝松动和折断的一个原因,同时还会造成细菌在种植体与基台连接处聚集,导致种植体颈部骨吸收^[15]。文献报道基台被动就位且与种植体之间微间隙应小于 $10\text{ }\mu\text{m}$ ^[16]。当基台与种植体界面的微间隙大于 $100\text{ }\mu\text{m}$ 时,中央螺丝会不稳定^[17]。此外,使用第三方基台或对基台进行不合理铸造也会造成基台与种植体界面微间隙过大(图4)。



a: 基台界面粗糙; b: 基台与种植体界面不密合。

图4 基台不当铸造导致的最终修复体与种植体界面微间隙过大

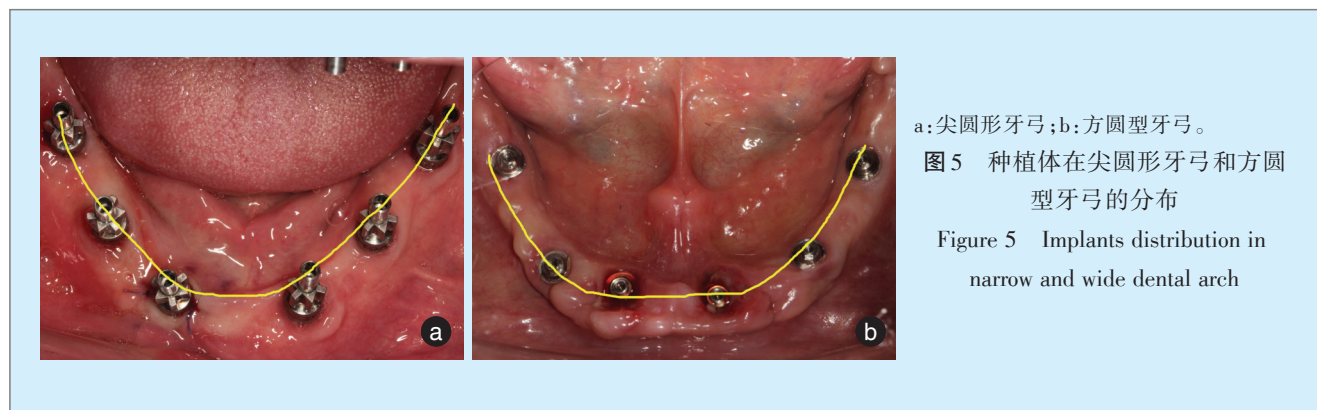
Figure 4 Improper cast resulting in microgaps between the final implant and implant prostheses

2.2 支架或种植体折断

种植体折断是比较少见且严重的机械并发症,折断的种植体多与悬臂有关。原因包括:种植体数量、分布、直径不合理,悬臂过大,咬合力过大^[18];上部修复体与种植体未完全被动就位等^[19]。

若植入种植体的数目不足、分布不合适,就可能发生种植体折断。在后牙区种植多单位桥支持固定修复体,相邻的2颗种植体间桥体数目应当不大于2。而对于牙列缺失患者,上颌通常由4~8颗种植体支持种植固定修复体,下颌通常为4~6颗种植体支持种植固定修复体。若为种植覆盖义齿,可适当减少植入种植体数目^[20]。研究发现小直径种植体相对于大直径种植体较容易折断,直径3.75 mm的种植体折断率是直径5 mm种植体折断率的3倍,是直径6 mm种植体的6倍^[2, 21]。小直径种植体壁薄,自身厚度不足及颈部薄弱部位应力集中加速了金属的疲劳。但最近出现的钛锆种植体,由于锆(Zr)元素的加入增加了合金的拉伸强度和屈服强度,其在机械性能、抗腐蚀性、骨亲和性和生物相容性等方面表现良好,因此,小直径的钛锆种植体可用在后牙区,但其边缘骨吸收仍需要长期追踪观察^[22]。

牙列缺失的种植修复,远中悬臂越长,末端种植体承受的破坏应力就越大。牙列缺失患者种植修复体远中悬臂的长度,在下颌应 ≤ 15 mm,上颌悬臂应 ≤ 10 mm。另外,尖圆形的牙弓种植体排列成弧形,而方圆形的牙弓种植体分布更趋近于线性,因此方圆型牙弓的远中悬臂若过长,种植体受力也会过大(图5)。



通常磨牙区咬合力最大可达到446~1 220 N,而磨牙症患者的咬合力更大^[23]。正常咬合上下牙列咬合时间大约为几分钟,但磨牙症患者咀嚼频率也远远高于正常咬合的患者。磨牙症导致金属疲惫,种植体周垂直向骨吸收导致冠根比增加^[2]。支架折断是较为少见的种植修复体机械并发症。导致支架折断的原因有铸件内存在气泡、杂质或者焊接的缺陷;过大的悬臂;铸件的强度和抗力型不足等。研究表明种植多单位桥体内部瓷支架为凸形设计承受的极限力量较双面凸形、直形和凹形设计的桥体更大^[24-25]。

2.3 修复体崩瓷

崩瓷是发生概率最高的种植机械并发症。种植固定桥崩瓷的概率又大于种植单冠^[26]。崩瓷的具体原因是多方面的,现在还没有具体明确。修复体材料(如材料、瓷层厚度不足、瓷材料较差等)、修复体形态、咬合因素(夜磨牙、紧咬牙、反颌)等都会引起崩瓷。另外,修复体未完全就位会增加瓷体微小裂隙或崩瓷的概率^[1, 27-29]。

有研究对比了种植体支持的全口固定义齿的修复材料(包括金属-丙烯酸树脂、整体切割氧化锆、瓷贴面氧化锆材料)发生机械并发症的差异。结果表明整体切割氧化锆修复材料的机械并发症最少;金属-丙烯酸树脂修复材料最常发生的机械并发症是后牙区修复体磨耗及牙齿折断;整体切割氧化锆修复材料最大的机械并发症是对颌牙的磨耗;瓷贴面氧化锆材料最常见的机械并发症是崩瓷^[30]。丙烯酸树脂较金属支架烤瓷修复体崩瓷发生率高^[1]。瓷体脆性很大,对抗拉应力的能力差。Kamio等^[31]研究了全瓷冠底冠的形态对于崩瓷的影响,发现底冠形态为解剖式相对于底冠无特定形态的组别能承受更大的咬合力。每年大约会发生800 000次的咀嚼循环,而牙周膜可以起缓

冲作用。天然牙的轴向运动范围为20~100 μm ,能感受到20 μm 的咬合干扰。种植牙轴向运动范围只有3~5 μm ,缺乏牙周膜的神经感受器,无法感受到种植牙传导的力量^[1],只能感受到48~64 μm 的咬合干扰^[32-33]。因此种植修复体在咀嚼力过大时无法控制,在存在细小咬合干扰时不能及时发现,容易造成崩瓷。另外,上下牙列修复体材质不一样,材质弹性模量小的会出现崩瓷的现象。

2.4 修复体固位丧失

修复体固位丧失分为两种:一种是就位不良,另一种是固位不良。就位不良通常是由于骨组织阻挡、软组织阻挡、粘接剂阻挡、无共同就位道导致无法被动就位或修复体制作精度不高引起边缘密封性差等原因导致。种植固定桥因为种植体植入方向不一致,因基台选择不当而导致的上部修复体就位不良(基台与种植体之间微间隙大于150 μm)会增加上部修复体崩瓷的概率^[29]。而固位不良则是由于殆龈高度不足、冠与基台密合度不足、粘接剂强度不足、粘接时未清洁粘接面或未隔湿、咬合干扰等原因导致。

3 种植体机械并发症的预防及处理

3.1 基台或螺丝松动

基台机械并发症发生部位通常位于中央螺丝末端螺纹和基台与种植体交接处。施加在基台螺丝上预负荷不足是患者行使功能时出现螺丝松动的主要原因,但是预负荷过大又会造成基台螺丝在承担叠加外部负荷时超出屈服极限而变形。

螺丝或基台松动的处理方法相对于折断简单。如果是螺丝固位的修复体,可打开螺丝开孔完全去除螺丝孔内暂封材料(棉捻、氧化锌、牙胶、聚四氟乙烯膜等)后用原厂螺丝刀拧下即可。若螺丝松动的次数不多,清洗后重新加扭力即可;若

多次松动,保证基台与种植体完好的情况下,可更换修复螺丝^[10]。若为粘接固位,为保证不伤及基台、种植体与基台连接界面等结构,临床医生必须结合X线及戴牙前基台口内就位照片,判断螺丝开孔的准确位置,在修复体上开一个通道,然后按照螺丝固位的方法进行处理^[10]。

为了预防出现螺丝松动和折断,应做到尽量使用原厂基台和修复螺丝且按照厂家推荐的扭矩进行预加力;后牙区尽量采用螺丝固位的修复方式;修复体应被动就位;避免出现过大的咬合应力集中。若不得不采用粘接固位,应当留存患者基台就位后的口内照片,方便后期种植修复体维护。种植体位置应尽量位于咬合面正中,且平行于未来咬合力方向;种植修复体应当减小咬合面,降低牙尖斜度,减少非轴向负重,减少悬臂长度,调整至轻咬合^[34-35]。

3.2 基台或螺丝折断

若基台折断,则临床处理相对简单,将螺丝开孔暴露之后,用配套的扭矩扳手将螺丝拧下,重新取模制作上部修复体即可。但若基台断裂端较深,或基台连接设计为莫氏锥度时,断端也较难取出。此时可用到的方法有超声震动、专用工具箱(如Zimmer、Osstem、Straumann)、磨出残留的基台断端等方法^[36]。

若螺丝折断,临床处理就比较麻烦。可以选择取出折断的螺丝或者直接取出旧种植体然后再重新植入一颗新种植体^[2]。取出折断的螺丝的方法有:①超声震动折断的螺丝断端,待其松动后逐渐逆时针旋出;②在螺丝断端用裂钻开“一字型螺纹”,用合适的一字起逐渐旋出;③直接磨出断裂的螺丝,小心勿伤到种植体内部螺纹;④若断端较深,可考虑不取出断裂螺丝,改用较短的基台螺丝进行固位;⑤有的种植系统配套有取出断裂螺丝的工具盒(如Nobel Biocare、Zimmer Dental)^[2]。如果以上方法都试过都无法取出断裂的螺丝,Karnik等^[37]报道了一种在种植体上用激光焊接的方法将原厂基台与种植体连接部分改变形态,通过类似于传统桩核的粘接固位方式与种植体进行粘接固位。

在给上部修复体预加扭矩前,应当确认修复体完全被动就位;使用厂家推荐的扭矩对螺丝进行拧紧;减小种植体轴向与咬合力方向的角度偏差(图6);若多次出现螺丝松动,则应更换螺丝;调整咬合避免修复体承受过大咬合力^[38]。



图6 种植体长轴方向与牙冠长轴方向不一致

Figure 6 Different axial direction of implant and prosthesis

3.3 种植体折断

种植体折断是比较少见的机械并发症,为了避免种植体发生折断,应选择文献报道发生折断较少的种植体品牌。种植体折断在临床上处理相对比较棘手。通常有以下几个方法进行处理:①球钻或裂钻将种植体唇侧骨磨除,保留腭侧及近远中骨将种植体取出;②类似拔牙技术采用牙挺将断裂的种植体挺出;③采用环钻取出,若直径合适可同期种入一枚直径较大的种植体;④用扭力扳手对种植体施加过大扭矩,使其旋出;⑤让断裂的种植体保留在骨内让其休眠^[39]。

为避免出现种植体折断的严重并发症,应当限制修复体过大的悬臂。通常对于单颗牙冠内悬臂不应超过种植体直径的2倍,牙列缺失种植固定义齿修复的悬臂不应该大于A-P距离的1.5倍^[40]。采用合理的种植体数目和分布,磨牙区尽可能采用大直径种植体,若颊舌向骨量不足,也可考虑使用小直径钛锆种植体。

3.4 修复体崩瓷

临床上对于崩瓷的处理,若崩瓷区域位于非咬合接触区,且崩瓷区域较小,可将崩瓷边缘打磨抛光后即可。若崩瓷区域位于咬合接触区,则必须重新取模制作修复体。

在制作修复体时,瓷层底冠设计为解剖式形态,避免过厚的无支撑瓷层^[31]。仔细检查咬合,避免阶梯状牙列、对颌过大的牙尖(图7、图8)。若为阶梯状牙列,在种植修复前应当进行正畸或修复的治疗,纠正咬合曲线。而对于对颌过大的牙尖,在进行最终修复前也应当进行适当调磨。若有夜磨牙,则应当佩戴殆垫。

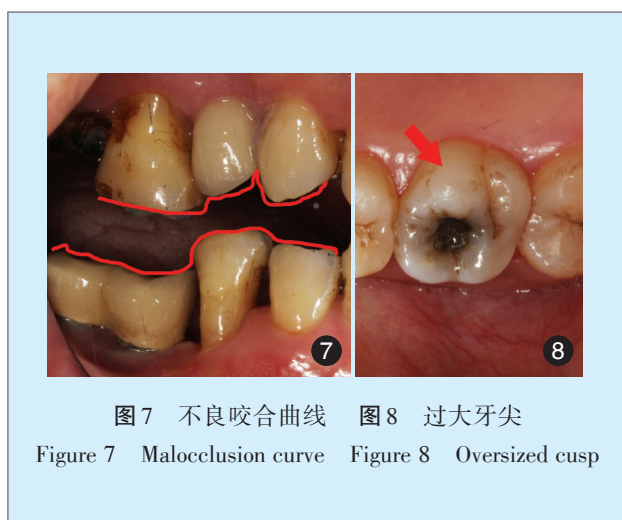


图7 不良咬合曲线 图8 过大牙尖

Figure 7 Malocclusion curve Figure 8 Oversized cusp

3.5 修复体固位丧失

针对修复体就位不良的情况,若为软硬组织阻挡,则应当在二期手术时去除种植体平台上多余的骨组织,选取合适的愈合基台进行牙龈成型。粘接剂阻挡时,可考虑排龈或制作基台代型排出多余粘接剂。而若是因为共同就位道不一致导致的就位不良,可选用桥基台来得到共同就位道。

针对修复体固位不良的情况,在进行种植之前应当检查口内咬合情况,若咬合间距过低,则考虑正畸、根管治疗后冠修复的方式或一期手术中磨除一些骨组织的方法来获取修复空间。粘接时应当清理粘接面,严密隔湿后再行粘接。

4 总结

种植的机械并发症总体来说是源于咬合不当、或咬合力过大引起的。其来源主要分为产品设计、医生、技工、患者四方面。在进行种植修复治疗之前,应该针对患者的情况控制可能引起并发症的风险因素,制定相应的手术方案和修复方案,尽量避免后期并发症的发生。

参考文献

- [1] Pjetursson BE, Asgeirsson AG, Zwahlen M, et al. Improvements in implant dentistry over the last decade: comparison of survival and complication rates in older and newer publications[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2014, 29(Suppl): 308-324.
- [2] Swati G, Hemant G, Amrit T. Technical complications of implant-causes and management: a comprehensive review[J]. Natl J Maxillofac Surg, 2015, 6(1): 3-8.
- [3] Shetty MK, Shetty NH, Jaiman R. Implant abutment connection: biomechanical perspectives[J]. Nitte Univ J Health Sci, 2014, 4

(2): 47-53.

- [4] Gracis S, Michalakakis K, Vigolo P, et al. Internal vs. external connections for abutments/reconstructions: a systematic review[J]. Clin Oral Implants Res, 2012, 23(Suppl 6): 202-216.
- [5] Tsuge T, Hagiwara Y. Influence of lateral-oblique cyclic loading on abutment screw loosening of internal and external hexagon implants[J]. Dent Mater J, 2009, 28(28): 373-381.
- [6] Schmitt C, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, et al. Performance of conical abutment(Morse Taper)connection implants: a systematic review[J]. J Biomed Mater Res A, 2014, 102(2): 552-574.
- [7] Romanos GE, Nentwig GH. Single molar replacement with a progressive thread design implant system:a retrospective clinical report[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2000, 15(6): 831-836.
- [8] Mangano C, Mangano F, Piattelli A, et al. Prospective clinical evaluation of 1920 Morse taper connection implants:results after 4 years of functional loading[J]. Clin Oral Implants Res, 2009, 20(3): 254 - 261.
- [9] Araújo PM, Filho GS, Ferreira CF, et al. Mechanical complications related to the retention screws of prefabricated metal abutments with different angulations: a retrospective study with 916 implants [J]. Implant Dent, 2018, doi: 10.1097/ID.0000000000000742. [Epub ahead of print].
- [10] Kourtis S, Damanaki M, Kaitatzidou S, et al. Loosening of the fixing screw in single implant crowns: predisposing factors, prevention and treatment options[J]. J Esthet Restor Dent, 2017, 29(4): 233-246.
- [11] Gastaldo JF, Cury PR, Sendyk WR. Effect of the vertical and horizontal distances between adjacent implants and between a tooth and an implant on the incidence of interproximal papilla[J]. J Periodontol, 2004, 75(9): 1242-1246.
- [12] Lee JH, Lee JB, Park JI, et al. Mechanical complication rates and optimal horizontal distance of the most distally positioned implant-supported single crowns in the posterior region: a study with a mean follow-up of 3 years[J]. J Prosthodont, 2015, 24(7): 517-524.
- [13] Rangert BR, Sullivan RM, Jemt TM. Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 1997, 12(3): 360-370.
- [14] Fabbri G, Zarone F, Dellificorelli G, et al. Clinical evaluation of 860 anterior and posterior Lithium disilicate restorations: retrospective study with a mean follow-up of 3 years and a maximum observational period of 6 years[J]. Int J Periodont Restor Dent, 2014, 34(2): 165-177.
- [15] Sasada Y, Cochran DL. Implant - Abutment connections: a review of biologic Consequences and peri-implantitis implications[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2017, 32(6): 1296-1307.
- [16] de Torres EM, Rodrigues RC, de Mattos Mda G, et al. The effect of commercially pure Titanium and alternative dental alloys on the marginal fit of one-piece cast implant frameworks[J]. J Dent, 2007, 35(10): 800-805.
- [17] al-Turki LE, Chai J, Lautenschlager EP, et al. Changes in prosthetic screw stability because of misfit of implant-supported prostheses [J]. Int J Prosthodont, 2002, 15(1): 38-42.

- [18] Virdee P, Bishop K. A review of the aetiology and management of fractured dental implants and a case report[J]. Br Dent J, 2007, 203(8): 461-466.
- [19] Heitz-Mayfield L, Needleman I, Salvi G, et al. Consensus statements and clinical recommendations for prevention and management of biologic and technical implant complications[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2014, 29(Suppl): 346-350.
- [20] Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, et al. Implant loading protocols for edentulous patients with fixed prostheses: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2014, 29(Suppl): 256.
- [21] Tagger Green N, Machtei EE, Horwitz J, et al. Fracture of dental implants: literature review and report of a case[J]. Implant Dent, 2002, 11(2): 137-143.
- [22] 张晓珍, 汤春波. 钛合金种植体的研究进展[J]. 中国口腔种植学杂志, 2014, 19(4): 200-204.
- [23] Lujan-Climent MM. Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults[J]. Eur J Oral Sci, 2008, 116(3): 229-236.
- [24] Inan O, Secilmis A, Eraslan O. Effect of pontic framework design on the fracture resistance of implant-supported all-ceramic fixed partial dentures[J]. J Appl Oral Sci, 2009, 17(5): 533-538.
- [25] Tsumita M, Kokubo Y, Vult von Steyern P, et al. Effect of framework shape on the fracture strength of implant-supported all-ceramic fixed partial dentures in the molar region[J]. J Prosthodont, 2008, 17(4): 274-285.
- [26] Wittneben JG, Buser D, Salvi GE, et al. Complication and failure rates with implant-supported fixed dental prostheses and single crowns: a 10-year retrospective study[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2014, 16(3): 356-364.
- [27] Pang Z, Chughtai A, Sailer I, et al. A fractographic study of clinically retrieved zirconia-ceramic and metal-ceramic fixed dental prostheses[J]. Dent Mater, 2015, 31(10): 1198-1206.
- [28] Rosentritt M, Behr M, Gebhard R, et al. Influence of stress simulation parameters on the fracture strength of all-ceramic fixed-partial dentures[J]. Dent Mater, 2006, 22(2): 176-182.
- [29] Löfgren N, Larsson C, Mattheos N, et al. Influence of misfit on the occurrence of veneering porcelain fractures (chipping) in implant-supported metal-ceramic fixed dental prostheses: an *in vitro* pilot trial[J]. Clin Oral Implants Res, 2016, 2017, 28(11): 1381-1387.
- [30] Box VH, Sukotjo C, Knoernschild KL, et al. Patient-reported and clinical outcomes of implant-supported fixed complete dental prostheses: a comparison of metal-acrylic, milled zirconia, and retrievable crown prostheses[J]. J Oral Implantol, 2018, 44(1): 51-61.
- [31] Kamio S, Komine F, Taguchi K, et al. Effects of framework design and layering material on fracture strength of implant-supported zirconia-based molar crowns[J]. Clin Oral Implants Res, 2014, 26(12): 1407-1413.
- [32] Brägger U, Aeschlimann S, Bürgin W, et al. Biological and technical complications and failures with fixed partial dentures (FPD) on implants and teeth after four to five years of function[J]. Clin Oral Implants Res, 2001, 12(1): 26-34.
- [33] Poyser NJ, Porter RW, Briggs PF, et al. The Dahl concept: past, present and future[J]. Br Dent J, 2005, 198(11): 669-676.
- [34] Löfgren N, Larsson C, Mattheos N, et al. Influence of misfit on the occurrence of veneering porcelain fractures (chipping) in implant-supported metal-ceramic fixed dental prostheses: an *in vitro* pilot trial[J]. Clin Oral Implants Res, 2016, 28(11): 1381-1387.
- [34] Koyano K, Esaki D. Occlusion on oral implants: current clinical guidelines[J]. J Oral Rehabil, 2015, 42(2): 153-161.
- [35] Sheridan RA, Decker AM, Plonka AB, et al. The role of occlusion in implant therapy: a comprehensive updated review[J]. Implant Dent, 2016, 25(6): 829-838.
- [36] Lee JH, Park JH, Park CJ, et al. Technique to retrieve implant abutment fragments[J]. J Prost Dent, 2015, 114(4): 486-489.
- [37] Shah K, Lee DJ. An alternative approach for the management of fractured implant abutment screws on a mandibular implant-retained overdenture: a clinical report[J]. J Prost Dent, 2015, 115(4): 402-405.
- [38] Williamson RT, Robinson FG. Retrieval technique for fractured implant screws[J]. J Prost Dent, 2001, 86(5): 549-550.
- [39] Stajčić Z, Stojčev Stajčić LJ, Kalanović M, et al. Removal of dental implants: review of five different techniques[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2016, 45(5): 641-648.
- [40] Rangert B, Jemt T, Jörneus L. Forces and moments on bränemark implants[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 1989, 4(3): 241-247.

(编辑 张琳, 曾曙光)