

• Meta 分析 •

一体式和分体式氧化锆基台长期存留率及机械并发症的 Meta 分析

梁亮¹ 伍昕宇² 晏奇² 施斌^{1,2}

¹东莞健力口腔医院种植科 523003; ²武汉大学口腔医院种植科 430079

通信作者:施斌, Email: shibin_dentist@whu.edu.cn

【摘要】 目的 评价一体式和分体式氧化锆基台种植修复5年以后在基台存留率、螺丝松动发生率和上部修复体崩瓷率方面的差异。**方法** 通过PubMed、Medline、EMBASE、Cochrane Library及中国期刊网全文数据库(CJFD)检索2010年1月至2020年3月已发表的中英文文献,收集关于氧化锆基台的随机对照试验、前瞻性研究和回顾性研究。建立相应的纳入和排除标准,如随访时间至少为5年、需评价氧化锆基台存留率、螺丝松动发生率和上部修复体崩瓷率。由两位研究者分别独立地对文献进行检索、筛选、质量评价和数据提取。**结果** 共纳入英文文献9篇,无符合要求的中文文献,所有文献均经过非随机干预性试验的偏倚风险评估(ROBINS-I)量表评价。内连接一体式氧化锆基台5年存留率95.9% [95%可信区间(CI): 94.1%, 97.6%], 机械并发症发生率7.6% (95% CI: 5.3%, 10.0%); 内连接分体式氧化锆基台5年存留率99.8% (95% CI: 99.4%, 100%), 机械并发症发生率4.6% (95% CI: 2.7%, 6.4%)。Meta分析结果显示,分体式氧化锆基台长期存留率更高,机械并发症更少,结果有统计学意义。**结论** 氧化锆全瓷基台长期存留率高,临床效果好,但仍存在一些机械并发症如基台折断和螺丝松动。在机械力学性能上,分体式氧化锆基台优于一体式氧化锆基台。但结合具体临床情况,建议临床医师谨慎选择合适的全瓷基台。

【关键词】 氧化锆; 牙基台; 循证口腔医学; Meta分析; 计算机辅助设计与制作; 机械并发症

引用著录格式: 梁亮,伍昕宇,晏奇,等. 一体式和分体式氧化锆基台长期存留率及机械并发症的Meta分析[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2021, 15(2): 103-109.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2021.02.007

Clinical evaluation of the long-term survival rate and mechanical complications of different zirconia abutments: An up-to-date Meta-analysis

Liang Liang¹, Wu Xinyu², Yan Qi², Shi Bin^{1,2}

¹Department of Oral Implantology, Jianli Stomatology Hospital of Dongguan, Dongguan 523003, China;

²Department of Oral Implantology, School & Hospital of Stomatology, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Corresponding author: Shi Bin, Email: shibin_dentist@whu.edu.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the long-term (more than 5 years) survival rate and the difference in fracture, screw loosening and chipping between different zirconia abutments. **Methods** The electronic databases included PubMed, Medline, EMBASE, Cochrane library and China National Infrastructure. English and Chinese literature from 2010 to present limited to randomized clinical trials, prospective studies, and retrospective studies on zirconia abutments were collected. According to certain inclusion criteria, such as follow-up time of at least 5 years, mentioning survival rates of zirconia abutment, the rates of screw loosening and the rates of chipping. Two researchers searched, screened and extracted data from the literature independently. **Results** A total of 9 English articles were included. No Chinese literature met the requirements. All literature was evaluated by ROBINS-I scale. The overall survival rate of internal full zirconia abutment was estimated to 95.9% (95% CI: 94.1%, 97.6%), and the mechanical complication rate was estimated to 7.6% (95% CI: 5.3%, 10.0%); whereas the survival rate of internal

zirconia abutments with titanium base was estimated to 99.8%(95% CI:99.4%,100%), and the mechanical complication rate was estimated to 4.6%(95% CI:2.7%,6.4%). **Conclusions** Zirconia abutments had a good performance on implant prosthesis. However, there were still some mechanical complications such as fracture and screw loosening. In addition, the internal zirconia abutments with titanium base had a little higher survival rate and lower mechanical complication rate than the internal full zirconia abutment.

【Key words】 Zirconia; Dental abutment; Evidence-based dentistry; Meta-analysis; Computer aided design/computer assisted manufacture(CAD/CAM); Mechanical complications

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2021.02.007

随着国内种植水平的不断提高,医生和患者对种植修复体的美学要求也越来越高。在薄龈型的种植位点,传统钛基台可能会使周围软组织透色。为了种植体周的软组织美学能够最大程度和相邻天然牙协调一致,同时也为了模拟天然牙穿龈的袖口形态,个性化全瓷基台的出现满足了这一临床需求^[1]。

第一代全瓷基台由 Prestipino 和 Ingber^[2]于1993年提出,用一体的氧化铝基陶瓷在技工室手工加工制作。手工调磨耗时较长,而且加工精度较差,通常需要临床医生戴入口内后二次调磨再行基台水平印模制作牙冠。随着材料学的进步,有学者提出用一体的氧化锆基陶瓷来制作全瓷基台,因为在体外机械实验研究氧化锆的抗力性能是氧化铝陶瓷的2.5倍^[3],因此临床研究都开始转向使用氧化锆材料。最初氧化锆基台的制作也是人工调磨,效率非常低,精度也不高,后来计算机辅助设计与制作(CAD/CAM)技术的出现使其有了质的飞跃,这也就是第二代全瓷基台^[4]。有学者担心氧化锆材料与钛种植体界面的直接接触,可能无法达到完全的密合,因此而产生应力集中可能会导致基台接口折断或螺丝松动,甚至种植体-基台界面的磨损^[5-6]。所以第三代全瓷基台——分体式氧化锆基台也出现了。CAM/CAM 切削的氧化锆基台与预成的钛基底先于技工室粘接好再交于临床医生。这样就避免了氧化锆材料与钛种植体界面的直接接触,但是加工程序更加复杂,加工时间也增加了。

一体式氧化锆基台比分体式氧化锆基台弯矩更小,抗折强度更低。类似的比较在各体外机械试验中均得到一致结论^[7-9]。然而,在临床研究中,不同学者得出的结论却不一致。Fabbris等^[1]对601例患者965个不同类型的基台做的回顾性研究之处内连接一体式氧化锆基台更易折断。Passos等^[10]的回顾性研虽然也认为一体式氧化锆基台更易折断,但是其12年的存活率很高并无明显的统计学差异。此外,其他一些前瞻性研究和随机对照试验却

认为一体式氧化锆基台并不会导致更高的折断风险^[11-12]。因此,本文将在机械并发症的发生率上面对现有所有关于内连接一体式和分体式氧化锆基台长期(5年以上)临床结果做定量分析并对临床上基台的使用提供一定的参考。

资料与方法

本文纳入的临床研究中,包含内连接一体式氧化锆基台和内连接分体式氧化锆基台,部分研究还将钛基台纳入作为对照组。因为外连接基台在与一体式和分体式基台比较时增加了一个连接方式的混杂因素,与研究目的有冲突,因此在纳入条件中去掉了外连接基台,以增加一体式和分体式基台的可比性。评价指标为不同氧化锆基台的长期(5年以上)存留率(未发生折断,仍可在口内行使功能即为存留)及机械并发症(主要为折断、螺丝松动和崩瓷)的发生率。包含的研究类型有随机对照试验,前瞻性研究和回顾性研究。文献检索、文献筛选以及信息摘录由两名研究人员相互独立完成,出现疑问或信息不一致时,与第三方讨论解决。

一、文献检索

在PubMed、Medline、EMBASE、Cochrane Library及中国期刊网全文数据库(CJFD)中检索已发表的文献,检索时间从2010年1月至2020年3月。英文检索策略为“(dental implants [Mesh] OR dental abutments [Mesh] OR abutment.mp.) AND (zirconia.mp. OR zirconium.mp. OR ceramic.mp.)”;中文检索采用主题词和自由词结合的方法,检索策略如下:“种植体基台 OR 基台 AND 氧化锆 OR 个性化 OR CAD/CAM”。

二、文献筛选

1. 文献的纳入标准:(1)2010年1月至2020年3月已发表的国内外氧化锆基台临床研究的文献;(2)研究类型可以为严格的随机对照试验,也可以是队列研究;(3)在评价指标中需包含基台存留率以及相关机械并发症;(4)平均随访时间为5年及以上;(5)文

献中使用的氧化锆基台需注明基台类型、制作方法以及基台供应商;(6)对照组可以为钛基台对照,或者是不同类型的氧化锆基台相互对照。

2. 排除标准:排除外连接氧化锆基台及不符合上述标准的体外机械试验、重复的病例报告及综述。

三、信息摘录

建立信息摘录表,从文献中获取以下信息:作者、发表时间、国家、研究类型、牙位、基台类型、修复体类型、随访时间、种植体品牌、样本量、并发症类型及例数。

四、质量评价及统计分析

所有纳入的文献使用非随机干预性试验的偏倚风险评估量表(risk of bias in nonrandomized studies of interventions, ROBINS-I)^[13]进行质量评价,主要对样本病例的代表性、是否有明确的干预措施、评价指标的客观性以及随访时间的准确性进行偏倚风险评估。用SPSS 20.0统计不同类型氧化锆基台存留率及机械并发症发生率95%可信区间(CI),并使用STATA 14.0绘制森林图进行结果比较。

结 果

一、纳入研究的情况

检索数据库后去除重复后获得文献783篇。在

阅读题目和摘要后,按照纳入和排除标准进行初筛获得文献25篇。最终查阅全文进行确认,排除基台类型不明确、综述以及无符合评价指标的文献后获得文献9篇。检索流程图见图1。

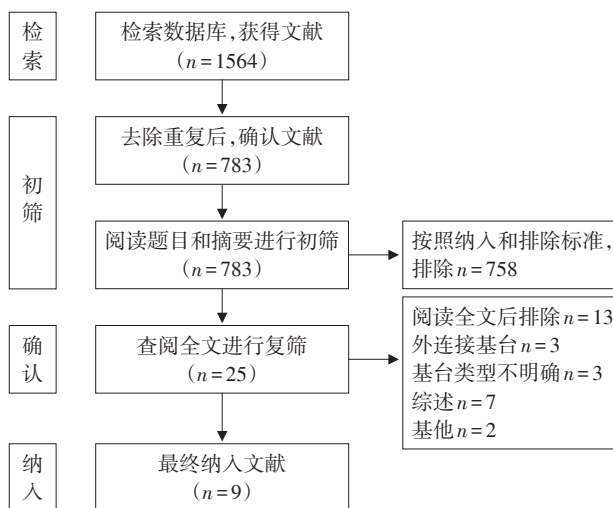


图1 文献检索流程图

9篇文献中随机对照试验1篇(是针对一种基台不同部位的对照研究,并非针对不同基台的研究,所以在本文中视为前瞻性队列研究),前瞻性队列研究5篇,回顾性队列研究5篇。信息摘录结果见表1。9篇文献中研究的氧化锆基台共有1042例,

表1 不同研究中氧化锆基台的机械并发症结果比较

研究者及年份	国家	研究设计类型	基台位置	修复体类型	随访时间(年)	基台类型	种植体品牌	基台数	并发症
Fabbris(2017) ^[1]	意大利	回顾性研究	前牙区、	单冠+短	4~10(6)	In1	Nobel CC	131	9例折断
			后牙区	固定桥		In2	Replace+ITI STL+3i	491	1例折断、19例崩瓷、2例螺丝松动
Rinke(2015) ^[14]	德国	回顾性研究	前牙区	单冠	7	In1	Ankylos	42	1例折断、5例崩瓷、2例螺丝松动
Passos(2014) ^[10]	加拿大	回顾性研究	前牙区	单冠	12	In1	Replace+ITI bl+Active+Astra	137	4例折断、1例螺丝松动
Lops(2013) ^[11]	意大利	前瞻性研究	后牙区	单冠	5	In	Astra	44	2例崩瓷、4例螺丝松动
Ekfeldt(2016) ^[15]	挪威	回顾性研究	前牙区、	单冠	10.5	In1	Astra	37	3例崩瓷
			后牙区			In1	Replace	14	无
Nothdurft(2019) ^[12]	德国	前瞻性研究	后牙区	单冠	5	In1	Xive	34	4例螺丝松动
Nilsson(2017) ^[16]	瑞典	前瞻性研究	前牙区	单冠	5	In1	ITI bl	69	5例折断
Vanlioglu(2012) ^[17]	土耳其	前瞻性研究	前牙区	单冠	5	In2	ITI bl+Astra	11	1例螺丝松动
Laass(2019) ^[18]	美国	前瞻性研究	前牙区、前	单冠	5	In	ITI bl+Astra	12	无
			磨牙区			In1	Astra	20	1例折断、2例螺丝松动

注:In为内连接钛基台;In1为内连接一体式氧化锆基台;In2为内连接分体式氧化锆基台

表2 不同类型氧化锆基台存留率及机械并发症发生率

基台类型	折断发生率	崩瓷发生率	螺丝松动率	存留率	机械并发症发生率
In1	4.13%(n=20)	1.65%(n=8)	1.86%(n=9)	95.9%(n=464)	7.6%(n=37)
In2	0.2%(n=1)	3.78%(n=19)	0.6%(n=3)	99.8%(n=501)	4.6%(n=23)
合计	2.13%(n=21)	2.74%(n=27)	1.22%(n=12)	97.9%(n=965)	6.09%(n=60)

注:In1为内连接一体式氧化锆基台;In2为内连接分体式氧化锆基台

其存留率及机械并发症发生率的统计详见表2。

二、Meta分析结果

所有的研究中,不同类型的氧化锆基台长期存留率均达到90%以上,见图2。内连接分体式氧化锆基台长期存留率较高[99.8%(95% CI: 99.4%, 100%)],内连接一体式氧化锆基台长期存留率偏低[95.9%(95% CI: 94.1%, 97.6%)],两者差异有统计学意义($F=42.8\%$, $P=0.002$)。

以修复牙位(前牙区、后牙区以及混合组)进行亚组分析,结果见图3。在仅前牙区和后牙区修复的亚组分析中,因仅使用分体式氧化锆基台的样本量过小,无法进行有效分析;在前后牙均有的混合组分析中,可见一体式氧化锆长期存留率更低($F=39.9\%$, $P=0.007$)。

以修复方式牙位(单冠以及单冠及固定桥均有)进行亚组分析,结果见图4。在仅单冠修复的亚组分析中,两者差异无统计学意义($P>0.05$);在单冠及固定桥均有的混合组分析中,可见一体式氧化锆长期存留率更低($P=0.003$)。

根据ROBINS-I分析结果,纳入文献有3篇高偏倚风险、6篇中等偏倚风险,结果见图5。

讨 论

氧化锆个性化基台自临床应用以来,其优异的美学效果获得了越来越多临床医师和患者的青睐。在种植修复的红白美学评估中,红色美学往往比白色美学更难以达到^[19]。厚的牙龈生物型比薄的牙龈生物型更有利于红色美学的重建,不仅仅是因为唇侧正中边缘退缩的风险更低^[20],利于抵御外界细菌微生物的刺激,而且有利于完全遮盖基台的颜色,使其牙龈的色形质和周围天然牙更加协调一致。有体外试验证明,当种植体周软组织厚度小于3 mm时,钛基台的颜色会透出来^[21]。而氧化锆基台只需2 mm的软组织厚度,即可得到和天然组织完全一致的颜色。如果种植位点为厚龈型,那么氧化锆基台和钛基台之间则无明显美学差异。除此之外,CAD/CAM技术的应用,可以个性化切削氧化锆基台,最大程度模拟种植修复体的穿龈轮廓,这在前牙美学中至关重要^[22]。因此,对于美学期望值高、牙龈又属于薄龈型的美学区种植修复病例,更建议使用CAD/CAM个性化的氧化锆基台。

种植基台周围有着重要的穿黏膜附着,形成生

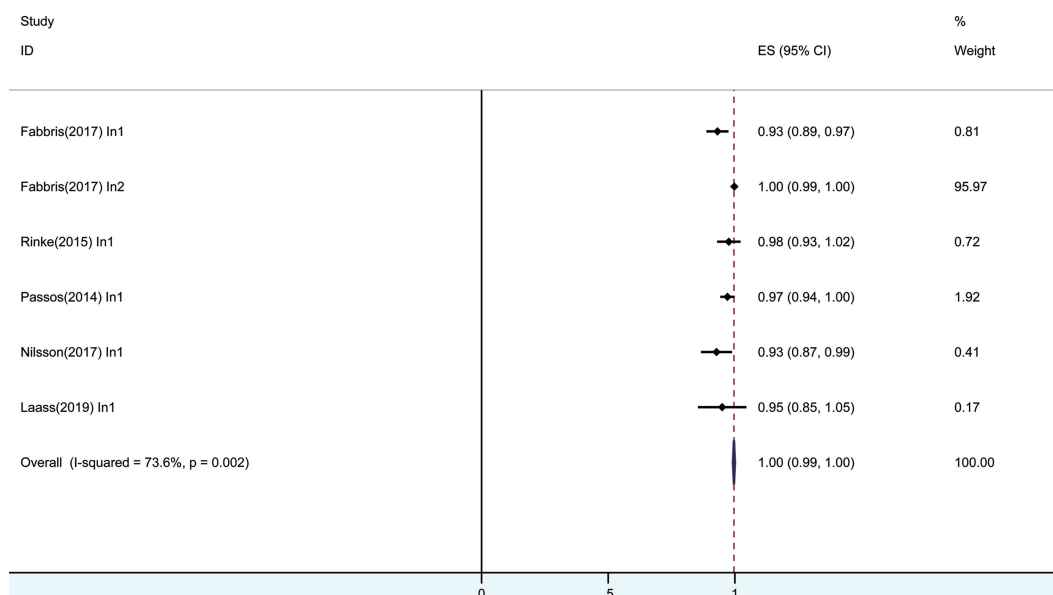


图2 不同研究中氧化锆基台长期存留率的森林图

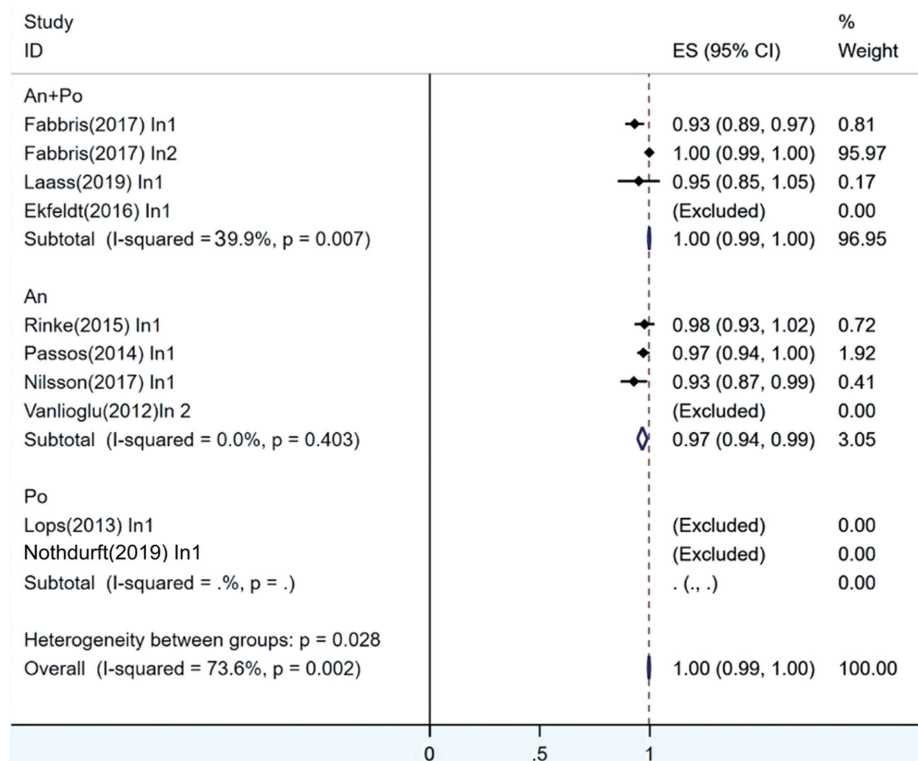


图3 不同类型氧化锆基台长期存留率的牙位亚组分析

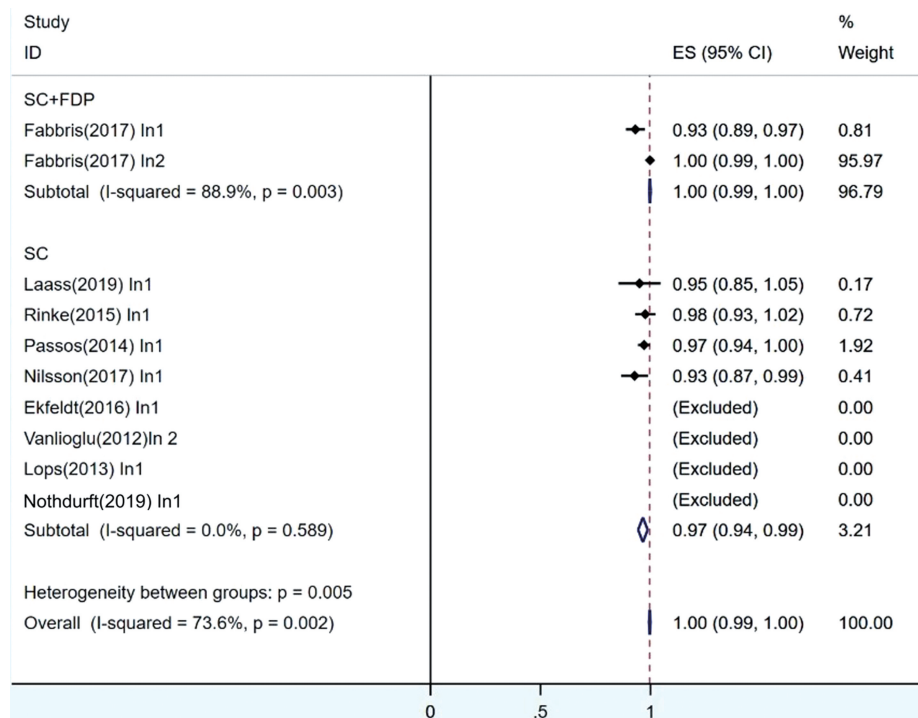


图4 不同类型氧化锆基台长期存留率的修复类型亚组分析

物学封闭,对种植长期的成功有非常重要的作用。因此,氧化锆和钛对周围组织的生物学相容性也常常拿来作比较。体外实验可以证明氧化锆周围的上皮细胞黏附和分化与钛基台类似,甚至更优^[23]。狗和猴的动物实验也证明氧化锆中周围的组织学

指标和钛相似,对厌氧菌的附着方面占优^[24-25]。不仅如此,最新的Meta分析^[26]定性评价了一系列随机对照试验和前瞻性研究,比较了MBL和PPD这两个临床指标。该Meta分析并没有按照氧化锆基台的类型进行分组,同时分析的各组结果也没有得出差

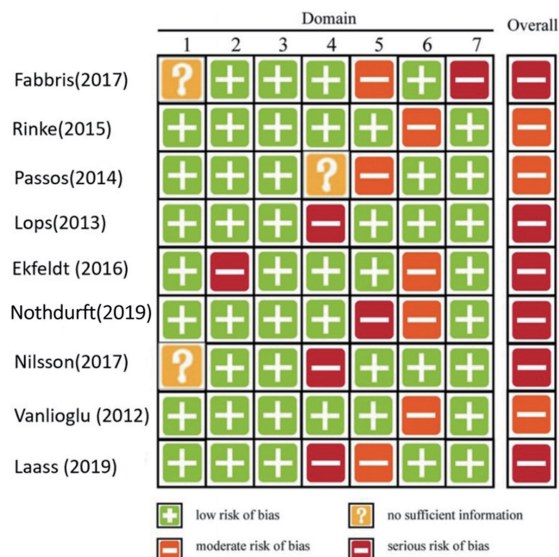


图5 纳入文献的质量评价和偏倚风险分析

异有统计学意义的结论。

从现有的研究来看,不同类型的氧化锆基台在美学方面和生物学指标方面没有显著差异。尽管研究不多,但各学者的论点比较一致^[27]。有学术争论的地方存在于机械力学的性能比较上,主流的学术观点^[20,28]认为分体式氧化锆基台存在以下优点:(1)金属螺丝与氧化锆材料不直接接触,可以降低种植体-基台界面材料折断或螺丝松动的风险(本文中内连接氧化锆基台的结果差异有统计学意义,但外连接氧化锆基台的结果差异无统计学意义);(2)不同的种植体品牌均可以做分体式氧化锆基台,不依赖原厂提供预成的自带种植体-基台界面的一体式氧化锆切削基材;(3)保护种植体平台的种植体-基台界面(理论推测,目前尚无一体式氧化锆基台对种植体平台表面产生破坏的报道)。一体式氧化锆基台存在以下优点:(1)更加简单快捷的技工室加工流程,制作加工的技术敏感性更低;(2)完全无金属材料,需要的修复体空间更少(特别是深覆殆病例),理论上在美学区的美学效果更优;(3)一体的设计不存在金属基底与上部氧化锆脱粘接的可能性;(4)分体式设计粘接边缘可能不光滑连续,可能会造成种植体周生物学并发症,一体式设计完全无此风险。

2013年,在瑞士举行的ITI第五届种植修复体机械并发症的共识会议上,Pjetursson等^[29]学者得出种植修复长期(5年以上)螺丝松动发生率为5.6%、基台折断发生率为0.3%这一结论。在螺丝松动发生率上,氧化锆基台与其相似甚至更低,但基台折断

发生率更高,尤其是内连接一体式氧化锆基台。在Meta分析中笔者发现如下问题及不足:(1)目前临床研究中氧化锆基台的研究大多随访时间较短,而少部分随访时间长的均为回顾性研究,缺乏高质量的随机对照试验;(2)氧化锆基台的并发症可能与种植体品牌及基台直径相关,如Passo等^[10]发现折断的氧化锆基台均为Astra 3.0 mm的种植体;(3)氧化锆基台的折断与发生牙位相关,折断的病例大多数发生于磨牙区,所以建议谨慎选择在磨牙区使用;(4)一体式氧化锆基台的机械并发症与是否由原厂提供基台相关;(5)部分临床医师对自己病例中使用的氧化锆基台类型不明,而且尚未意识到之间的区别,导致研究受限,结论的不可靠性增加。

综上所述,氧化锆全瓷基台长期存留率高,临床效果好,但仍存在一些机械并发症如基台折断和螺丝松动。不同类型的氧化锆全瓷基台之间,其长期存留率及机械并发症发生率均可接受。其中一体式氧化锆基台5年存留率较低,而分体式氧化锆基台机械并发症发生率较高。临床医生在选择氧化锆全瓷基台时,应谨慎根据临床情况作出选择。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Fabbri G, Fradeani M, Dellificorelli G, et al. Clinical Evaluation of the Influence of Connection Type and Restoration Height on the Reliability of Zirconia Abutments: A Retrospective Study on 965 Abutments with a Mean 6-Year Follow-Up [J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2017, 37(1): 19-31. DOI: 10.11607/prd.2974.
- [2] Prestipino V, Ingber A. Esthetic high-strength implant abutments. Part II [J]. J Esthet Dent, 1993, 5(2): 63-68. DOI: 10.1111/j.1708-8240.1993.tb00750.x.
- [3] Alsahhaf A, Spies BC, Vach K, et al. Fracture resistance of zirconia-based implant abutments after artificial long-term aging [J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2017, 66: 224-232. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2016.11.018.
- [4] Edelhoff D, Beuer F, Schweiger J, et al. CAD/CAM-generated high-density polymer restorations for the pretreatment of complex cases: a case report [J]. Quintessence Int, 2012, 43(6): 457-467. DOI: 10.2106/JBJS.K.00330.
- [5] Kim S, Kim HI, Brewer JD, et al. Comparison of fracture resistance of pressable metal ceramic custom implant abutments with CAD/CAM commercially fabricated zirconia implant abutments [J]. J Prosthet Dent, 2009, 101(4): 226-230. DOI: 10.1016/S0022-3913(09)60043-3.
- [6] Martínez-Rus F, Ferreira A, Özcan M, et al. Fracture resistance of crowns cemented on titanium and zirconia implant abutments:

- a comparison of monolithic versus manually veneered all-ceramic systems[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2012, 27(6): 1448-1455. DOI:10.1001/archpsyc.1992.01820080023004.
- [7] Truninger TC, Stawarczyk B, Leutert CR, et al. Bending moments of zirconia and titanium abutments with internal and external implant-abutment connections after aging and chewing simulation[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2011, 23(1): 12-18. DOI:10.1111/j.1600-0501.2010.02141.x.
- [8] Kim JS, Raigrodski AJ, Flinn BD, et al. In vitro assessment of three types of zirconia implant abutments under static load[J]. *J Prosthetic Dent*, 2013, 109(4): 255-263. DOI: 10.1016/S0022-3913(13)60054-2.
- [9] Rosentritt M, Rembs A, Behr M, et al. In vitro performance of implant-supported monolithic zirconia crowns: Influence of patient-specific tooth-coloured abutments with titanium adhesive bases[J]. *J Dent*, 2015, 43(7): 839-845. DOI: 10.1016/j.jdent.2015.04.011.
- [10] Passos SP, Linke B, Larjava H, et al. Performance of zirconia abutments for implant-supported single-tooth crowns in esthetic areas: A retrospective study up to 12-year follow-up[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2014, 27(1): 47-54. DOI: 10.1111/clr.12504.
- [11] Lops D, Bressan E, Chiapasco M, et al. Zirconia and titanium implant abutments for single-tooth implant prostheses after 5 years of function in posterior regions[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2013, 28(1): 281-287. DOI: 10.11607/jomi.2668.
- [12] Nothdurft FP. All-Ceramic Zirconium Dioxide Implant Abutments for Single-Tooth Replacement in the Posterior Region: A 5-Year Outcome Report[J]. *Int J Prosthodont*, 2019, 32(2): 177-181. DOI: 10.11607/ijp.6115.
- [13] Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions[J]. *BMJ*, 2016, 355:i4919. DOI: 10.1136/bmj.i4919.
- [14] Rinke S, Lattke A, Eickholz P, et al. Practice-based clinical evaluation of zirconia abutments for anterior single-tooth restorations[J]. *Quintessence Int*, 2015, 46(1): 19-29. DOI: 10.3290/j.qi.a32818.
- [15] Ekfeldt A, Fürst B, Carlsson GE. Zirconia abutments for single-tooth implant restorations: a 10- to 11-year follow-up study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017, 28(10): 1303-1308. DOI: 10.1111/clr.12975.
- [16] Nilsson A, Johansson LÅ, Lindh C, et al. One-piece internal zirconia abutments for single-tooth restorations on narrow and regular diameter implants: A 5-year prospective follow-up study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2017, 19(5): 916-925. DOI: 10.1111/cid.12515.
- [17] Vanliloglu BA, Özkan Y, Evren B, et al. Experimental custom-made zirconia abutments for narrow implants in esthetically demanding regions: a 5-year follow-up[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2012, 27(5): 1239-1242. DOI: 10.1053/j.otsm.2012.09.002.
- [18] Laass A, Sailer I, Hüsler J, et al. Randomized Controlled Clinical Trial of All-Ceramic Single-Tooth Implant Reconstructions Using Modified Zirconia Abutments: Results at 5 Years After Loading[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2019, 39(1): 17-27. DOI: 10.11607/prd.3792.
- [19] Guaracilei V, Mario G, Victor C, et al. Evaluation of Pink and White Esthetic Scores for Immediately Placed and Provisionally Restored Implants in the Anterior Maxilla[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2017, 32(3): 625-632. DOI: 10.11607/jomi.5149.
- [20] Morton D, Chen ST, Martin WC, et al. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding optimizing esthetic outcomes in implant dentistry[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2014, 29(Suppl): 216-220. DOI: 10.11607/jomi.2013.g3.
- [21] Lops D, Stellini E, Sbricoli L, et al. Influence of abutment material on peri-implant soft tissues in anterior areas with thin gingival biotype: a multicentric prospective study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2017, 28(10): 1263-1268. DOI: 10.1111/clr.12952.
- [22] Edelhoff D, Schweiger J, Prandtner O, et al. Metal-free implant-supported single-tooth restorations. Part I: Abutments and cemented crowns[J]. *Quintessence Int*, 2019, 50(3): 176-184. DOI: 10.3290/j.qi.a41906.
- [23] Okabe E, Ishihara Y, Kikuchi T, et al. Adhesion Properties of Human Oral Epithelial-Derived Cells to Zirconia[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015, 18(5): 906-916. DOI: 10.1111/cid.12369.
- [24] Kohal RJ, Weng D, Bächle M, et al. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment[J]. *J Periodontol*, 2004, 75(9): 1262-1268. DOI: 10.1902/jop.2004.75.9.1262.
- [25] Welander M, Abrahamsson I, Berglundh T. The mucosal barrier at implant abutments of different materials[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2015, 19(7): 635-641. DOI: 10.1111/j.1600-0501.2008.01543.x.
- [26] Cao Y, Yu C, Wu Y, et al. Long-Term Survival and Peri-Implant Health of Titanium Implants with Zirconia Abutments: A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. *J Prosthodont*, 2019, 28(8): 883-892. DOI: 10.1111/jopr.13097.
- [27] Chen YW, Moussi J, Drury JL, et al. Zirconia in biomedical applications[J]. *Expert Rev Med Devices*, 2016, 13(10): 945-963. DOI: 10.1080/17434440.2016.1230017.
- [28] Silva NR, Teixeira HS, Silveira LM, et al. Reliability and Failure Modes of a Hybrid Ceramic Abutment Prototype[J]. *J Prosthodont*, 2018, 27(1): 83-87. DOI: 10.1111/jopr.12461.
- [29] 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. DOI: 10.11607/jomi.2014suppl.g5.2.

(收稿日期:2020-09-29)

(本文编辑:王嫚)