

# 放置在新鲜拔牙槽中的定制牙根模拟氧化锆种植体周围牙槽骨丢失的放射学评估

阿莫德·帕坦卡 拉杰什·克希尔萨加尔 斯瓦普纳·帕坦卡\* 拉基·普卡亚斯塔 苏迪尔·帕瓦尔 克里希那努尼·奈尔

口腔颌面外科和口腔病理学和微生物学系 Bharati Vidyapeeth 牙科学院和 医院 浦那 马哈拉施特拉邦 印度

**【摘要】：**目的： 本研究的目的是使用锥形束计算机断层扫描以预定时间间隔评估放置在新鲜拔牙槽中的定制牙根模拟氧化锆植入物周围牙槽骨丢失的放射学评估。**对象和方法：** 本研究包括 20 名年龄在 18 岁以上且至少有一颗牙齿需要拔除的人。20 名参与者被视为一个小组，他们接受单颗牙齿拔除，然后在 7 天后植入牙根模拟氧化锆植入物，该植入物是使用计算机辅助设计和计算机辅助制造技术制造的。参与者在预定的时间间隔使用锥形束计算机断层扫描（CBCT）进行放射学评估：**•**种植体植入后 48 小时内（CBCT I）**•**植入 4 个月后氧化锆种植体复合冠粘接时（CBCT II）**•**之后 4 个月的复合冠粘接（CBCT III）。在种植体的所有四个表面上测量牙槽骨丢失。CBCT 仅用于所需区域，以避免对患者的总辐射暴露。使用的统计分析：使用 Kaplan-Meier 方法计算牙种植体的存活率。使用重复测量方差分析分析了 3 个不同时间间隔的近中、远中、颊侧和舌侧骨高度的比较。**结果：** 使用锥形束计算机断层扫描（CBCT）在预定时间间隔内放置在新鲜拔牙槽中的定制牙根模拟氧化锆植入物周围牙槽骨丢失的放射学评估被认为具有统计学意义（ $P \leq 0.05$ ）。**结论：** 介绍了一种使用定制的氧化锆根模拟种植体立即更换拔牙的创新技术。将来，需要更多样本量的长期评估来评估使用这种技术放置的种植体的成功和存活率。

**【关键词】：** 定制植入物；立即植入；根部模拟种植体；氧化锆植入物

## Radiographic Assessment of Alveolar Bone Loss Around Customized Root Analog Zirconia Implants Placed in Fresh Extraction Sockets

Amod Patankar Rajesh Kshirsagar Swapna Patankar\* Rakhi S Purkayastha Sudhir Pawar Krishnanunni Nair  
Departments of Oral and Maxillofacial Surgery and 1 Oral Pathology and Microbiology, Bharati Vidyapeeth Dental College and Hospital, Pune, Maharashtra, India

**Abstract:** Aim: The aim of this study is to evaluate the radiographic assessment of alveolar bone loss around customized root analog zirconia implants placed in fresh extraction sockets using the cone-beam computed tomography at predetermined intervals. Subjects and Methods: The present study comprised twenty individuals all above 18 years with at least one tooth indicated for extraction. The twenty participants were considered in a single group who underwent single tooth extraction followed by the placement of root analog zirconia implant after 7 days which was fabricated using computer-aided design and computer-aided manufacturing technology. The participants were evaluated radiographically using Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) at predetermined intervals: **•** Within 48 h of implant placement (CBCT I) **•** At the time of composite crown cementation on zirconia implant after 4 months of placement (CBCT II) **•** After 4 months of composite crown cementation (CBCT III). The alveolar bone loss was measured on all the four surfaces of the implant. CBCT was used only for the required area so to avoid total radiation exposure to the patient. Statistical Analysis Used: The survival of dental implants was computed using the Kaplan-Meier method. The comparison of the mesial, distal, buccal, and lingual bone height at 3 different time intervals was analyzed using the repeated-measures analysis of variance. Results: Radiographic assessment of alveolar bone loss around customized root analog zirconia implants placed in fresh extraction sockets in predetermined time interval using the cone-beam computed tomography (CBCT) was taken to be statistically significant ( $P \leq 0.05$ ). Conclusions: An innovative technique for immediate replacement of extracted tooth using customized Zirconia root analog implant was introduced. In future, long-term evaluation with more sample size is necessary to assess the success and survival of implant placed using this technique.

**Keywords:** Custom-made implants; Immediate implantation; Root analog implants; Zirconia implant

## 引言

自 1960 年代初 P.I. Branemark 发现骨整合以来, 用种植牙替换失效或生病的天然牙齿已成为一种替代治疗选择。<sup>[1]</sup> 牙种植体为牙齿置换提供了可预测的、功能性的和安全的方法。<sup>[2]</sup>

融合锥形束计算机断层扫描 (CBCT)、计算机辅助设计 (CAD) 和计算机辅助制造 (CAM) 技术导致种植牙领域的进步。一项非凡的进步是生产定制的氧化锆牙根模拟植入物, 以替代传统的螺纹、直或锥形标准牙科植入系统。这种种植体将具有与原始牙根相似的尺寸, 并且与牙根槽相协调。可能的好处包括简单的即刻种植体植入、减少手术次数和增加患者舒适度。此外, 相同的牙根特征可能会带来更高的美学效果。<sup>[3]</sup>

氧化锆以其卓越的生物相容性、减少牙菌斑积聚和增强美学效果而闻名 (通过减少牙龈的深色变色并在牙龈退缩的情况下露出钛根)。它具有高抗压强度和弯曲力、断裂韧性和高电阻。<sup>[4]</sup> 牙根表面通过两种方式得到改善, 通过在整个牙根表面增加微固位和将宏观固位高度限制在齿间空间。种植体直径在薄皮质骨旁边变窄, 以避免骨折和压力引起的骨丢失。使用单阶段植入, 导致立即减少功能负荷。<sup>[5]</sup> 到目前为止, 关于根部模拟种植技术的临床数据仍然很少。本研究的目的是使用锥形束计算机断层扫描 (CBCT) 以预定时间间隔放置在新鲜拔牙槽中的定制牙根模拟氧化锆植入物周围的牙槽骨丢失的放射学评估。

## 1 对象和方法

所有患者都获得了一份信息表, 并在获得程序之前详细解释了研究、书面知情同意书。该研究得到了研究所审查委员会和伦理委员会的批准。

研究人群包括 20 名患者 (11 名男性和 09 名女性), 平均年龄 38.25 岁 (标准差 [SD]=9.00), 范围从 24 到 40 岁, 需要单颗拔牙, 然后在 7 使用 CAD/CAM 技术制造的天数。

### 1.1 纳入标准

(i) 需要拔除单根牙并愿意参与研究的患者 (ii) 愿意植入种植体的患者 (iii) 18 岁以上的患者 (iv) 没有局部或全身禁忌症的患者用于种植牙。

排除标准:

(i) 18 岁以下的患者 (ii) 不适合植入的局部条件-拔牙前后 (iii) 未准备自愿参加研究的患者、积极性低下或无法继续随访的患者。

本前瞻性研究纳入了 20 名就诊于口腔颌面外科、需要拔除单根牙并愿意参与的患者。

对参与研究的所有患者进行了详细的病史和常规所需

调查。在整个研究过程中遵循严格的灭菌方案, 并使用无菌设备。

二十名参与者被认为是一个接受单颗拔牙的小组。

细致、仔细地拔牙后, 用刮除器清洁拔牙窝, 将浸有碘仿的棉纱布放入拔牙窝内。

患者每天服用两次阿莫西林 500 毫克 (mg) 和每天两次 500 毫克 (mg) 的扑热息痛, 每次 5 天。

使用厚度为 0.5 mm 的光固化复合树脂对拔出的牙齿的根部进行修改, 以在近端表面 (近中和远端) 上结合宏观固位。靠近颊侧和舌侧/腭侧的根部直径减小了 0.1-0.3 毫米 (mm), 以防止在插入氧化锆植入物的时间点薄皮质板断裂。此外, 设计了一种模拟为冠状修复体准备的牙冠的制备方法, 与种植体连续 (一个/单件)。

然后使用 CAD CAM 技术制造氧化锆植入物。

然后在牙科实验室中, 将植入物从二氧化锆块中研磨出来, 并通过喷砂使表面变粗糙并烧结 8 小时以达到所需的机械性能。

使用 96% 乙醇在超声波浴中清洗定制的氧化锆根模拟植入物 10 分钟。随后, 植入物被装入无菌袋中, 并在 B 类高压灭菌器中进行蒸汽灭菌。

患者在拔牙后第 7 天被召回。

在适当的局部麻醉后, 将浸泡在碘仿中的棉纱布从插座中取出并用无菌生理盐水冲洗。

然后将定制的个性化根模拟植入物在手指压力下放入插座中, 然后用锤子和木槌轻轻敲击。

通过触诊和叩诊检查所有患者的初步稳定性。

在预定的时间间隔使用 CBCT 进行 X 线评估:

- 种植体植入后 48 小时内 (CBCT I)
- 植入 4 个月后进行氧化锆种植体上进行复合冠粘时 (CBCT II)
- 复合冠粘时 4 个月 (CBCT III)

在种植体的所有四个表面上测量牙槽骨丢失。CBCT 仅用于所需区域, 以避免对患者的总辐射暴露。

## 2 结果

描述性统计表示为平均值和 SD。使用 Kaplan-Meier 方法计算牙种植体的存活率。使用重复测量方差分析分析了三个不同时间间隔的近中、远端、颊侧和舌侧骨高度的比较。在上述检验中, P 值小于或等于 0.05 ( $P \leq 0.05$ ) 被认为具有统计学意义。使用 SPSS 软件版本 20 (Shivam Laboratory, Pune, Maharashtra, India) 进行分析。

研究人群包括 20 名患者 (11 名男性和 09 名女性), 平均年龄 38.25 岁 (SD=9.00), 范围从 24 到 40 岁, 需要单颗

拔牙，然后在 7 天后放置使用 CAD 制造的牙根模拟氧化锆植入物/CAM 技术。

所有患者均实现了初级种植体稳定性，在随访期间未观察到肿胀、炎症、出血和疼痛等并发症。

种植体存活率见表 1；种植体在 29-210 天内丢失。平均，即植入物的平均生存期为 3.75 个月。此外，上下置信区间意味着如果重复研究，95% 的时间平均生存时间为 2.5 个月至 4.98 个月。在一段时间内，所有侧面的骨高度都有统计学意义的降低[图 1]，即近中、远中、颊侧和舌侧。这可能是由于以下原因：与螺纹设计相比，种植体表面积较小，患者在不知不觉中从同一侧开始进食，种植体未完全被牙龈覆盖以不受干扰地愈合，消毒方案可能不充分，这归因于牙种植体骨整合失败。

该图显示，随着时间的推移，种植体存活率下降（种植体丢失）。根据 Kaplan-Meier 方法计算的种植体存活率如图 2 所示。20 颗种植体中共有 5 颗幸存下来。与初次拔牙后的临床情况相比，25% 的种植体在未改变拔牙槽的情况下幸存下来。

植入物松动并突然丢失，没有先前的疼痛或感染。有一次，患者发生意外，被诊断为下颌骨骨折。临床上没有牙冠的种植体在第 203 天被轻松移除，阻力轻微，表明粘附松动。由于早期丢失，没有一个种植体用牙冠修复。

由于结果较差，基于缺乏骨整合，仅 20 名患者就停止了患者入组。

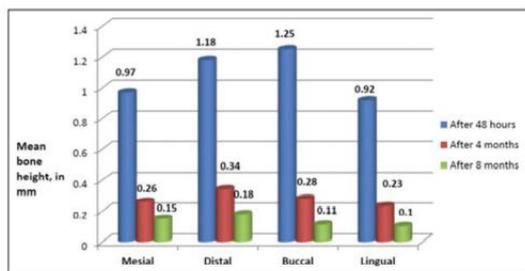


图 1

放置在新鲜拔牙槽中的定制牙根模拟氧化锆种植体周围牙槽骨丢失的放射学评估。不同时间间隔骨近中、远中、颊侧和舌侧高度的比较

4-5 个月后，5 名患者使用了复合牙冠。对患者进行了 8-24 个月的随访。在最近的随访中，有 5 颗种植体被评估为稳定且成功，未发现并发症。每次随访都显示临床上健康的边缘区域，并且没有报告肿胀或疼痛。探测深度范围为 1 至 4 毫米。临床上，植入物周围的黏膜没有炎症。没有伤口感染，没有牙周炎迹象，也没有种植体活动性。在功能负荷期间没有植入物丢失，并且在随访期间没有患者需要治疗。图

3 和图 4 显示了拔牙前的 X 光片、定制氧化锆牙根模拟物的放置、复合冠放置和术后 X 光片。

### 3 讨论

本研究描述了一种使用定制的氧化锆牙根替代物进行人类牙根置换的新方法，并评估了前瞻性地患者在新鲜拔牙槽中的定制牙根模拟氧化锆植入物周围牙槽骨丢失的放射学评估。

通过结合 CBCT 和 CAD CAM 技术，可以准确地制造定制的氧化锆根模拟物。由于 20 名患者中有 15 名患者抱怨植入物松动，因此停止招募。

表 1 Kaplan Meier 生存估计

Estimate	Std. Error	Mean	
		95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
3.750	.632	2.511	4.989

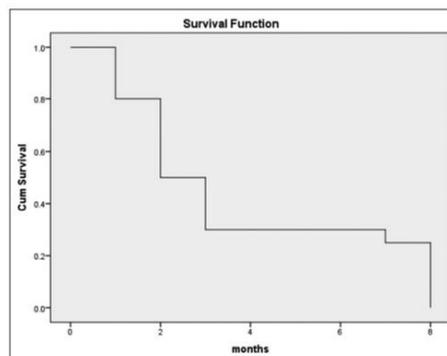


图 2 Kalpan-Meier 生存分析

1969 年初颁布了仿牙种植体，但聚甲基丙烯酸酯牙仿体被软组织包围而不是骨整合。<sup>[6]</sup>

Koha 等人报道了一项在 12 只猴子的上颌骨中定制的带有金属牙冠的喷砂氧化锆植入物的研究。所有种植体均稳定，无机械并发症。相反，在人体试验中，所有植入物都失败了，尽管受到部分负荷。这表明在临床情况下，仅具有微保留的根部模拟设计不会导致骨整合。无固位的理想牙根模拟贴合会带来良好的初始稳定性，但可能会在恒压诱导整个牙槽表面再吸收后导致中期失败，从而导致种植体和生长骨之间的互锁松动。这禁止了锥形根模拟种植体的二次稳定性。<sup>[7]</sup>

微地形学导致成骨细胞分泌增强分化的因子并改变它们对成骨因子的反应，同时减少破骨细胞的形成和活性。<sup>[8]</sup>在我们的研究中，存在水平脊以增强宏观保持力，并且对植入物表面进行喷砂以增强微观保持力。然而，由于锆的高刚性，喷砂可能无效。

在本研究中，15 颗仿生氧化锆种植体未成功，随访 2 年

仅 5 颗仍完好无损。可能的原因可能是：

- 患者在不知情的情况下从同一侧开始进食
- 与种植体的螺纹设计相比表面积较小
- 种植体未完全被牙龈覆盖以实现不受干扰的愈合
- 消毒方案可能不充分

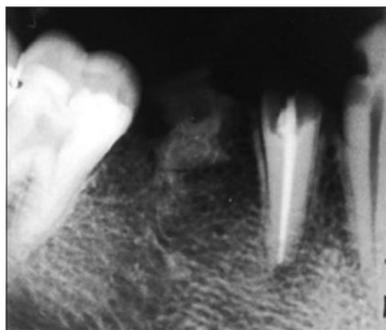


图 3 提取前的射线照片



图 4 (a) 定制氧化锆根模拟物的放置。(b) 复合冠放置。  
(c) 术后 X 光片

本研究报告说，仅通过喷砂使表面粗糙的根部相同的氧化锆复制品的成功率为 25%，这是不令人满意的。建议对更大的人群进行进一步研究，以获得更大的真实性和积极的结果。

**致谢：**作者要感谢 Khushboo Thakkar 博士（统计学家）。

**财政支持和赞助：**无。

**利益冲突：**没有利益冲突。

### 参考文献：

- [1] Tagliareni JM, Clarkson E. Basic concepts and techniques of dental implants. *Dent Clin North Am* 2015;59:255-64.
- [2] Tolstunov L. Surgical algorithm for alveolar bone augmentation in implant dentistry. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2019;31:155-61.
- [3] Moin DA, Hassan B, Wismeijer D. Immediate nonsubmerged custom root analog implants: A prospective pilot clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2018;33:e37-44.
- [4] Kohal RJ, Att W, Bächle M, Butz F. Ceramic abutments and ceramic oral implants. An update. *Periodontol 2000* 2008;47:224-43.
- [5] Pirker W, Kocher A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implant in single tooth replacement. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:293-5.
- [6] Kohal RJ, Weng D, Bächle M, Strub JR. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: An animal experiment. *J Dent* 2004;32:153-9.
- [7] Pirker W, Kocher A. Immediate, non-submerged, root-analogue zirconia implants placed into single-rooted extraction sockets: 2-year follow-up of a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2009;38:1127-32.
- [8] Puleo DA, Thomas MV. Implant surfaces. *Dent Clin North Am* 2006;50:323-38, v.