

# 三颗种植体支持不同附着体设计的 下颌覆盖义齿的载荷传递特性

**目的:** 许多不同的附着体系统 (例如, 杆、栓、磁性附着体、套筒冠) 可以用来固定覆盖义齿。本研究旨在探讨通过四种不同的附着体固位于一个下颌中部种植体与两个倾斜远端种植体上的下颌覆盖义齿的载荷传递特性, 并比较其应力水平。**材料与方法:** 将三个种植体 (锥形螺旋孔, 3.75×13mm) 植入于光弹性下颌模型 C 的颞孔近中区。中线处植体垂直植入, 其他植体植入于尖牙区, 与中心植体呈 20° 角。在该模型基础上制作了四个不同附着体设计的覆盖义齿 (杆、杆/球、杆/远端放置 Rk-1 和 Locator)。垂直载荷 (100N) 施加在每个覆盖义齿右侧第一磨牙区的中央窝。对义齿承托区和种植体周围产生的应力水平进行光弹性记录和视觉评估。**结果:** 所研究的附着体设计均显示较低和中等的应力水平。杆/球设计的应力最大, Locator 的应力最小。**结论:** 参试覆盖义齿的应力集中区均为加载侧。后部无牙颌区承受中等应力。所有的覆盖义齿设计都没有超过中等应力。Locator 所受应力最低, 其传递到种植体周围的应力也很小。

**关键词:** 种植义齿、光弹性应力分析、精密附着体

无牙颌患者的适当修复已经证明对身体健康、提高生活质量是有益的。<sup>1</sup> 种植体固位的覆盖义齿被推荐为无牙颌, 尤其是下颌的首选治疗方法。为了满足患者的需要, 下颌覆盖义齿要有良好的功能、美学、设计、固位和稳定, 并且义齿承托区要有良好受力。<sup>2-4</sup> 此外, 患者的个性和期望也对种植体固位式覆盖义齿的疗效有影响。<sup>5</sup>

有 2 到 4 个颞孔间种植体支持的下颌覆盖义齿已被证明是无牙颌患者成功的治疗方式之一。<sup>6-8</sup> 一些研究人员报告, 使用 2 个种植体足以支持和固定覆盖义齿, 是一种性价比较高的方法。<sup>9-11</sup> 然而, 使用 2 个以上的种植体增加了下颌覆盖义齿的固位力, 可以用于肌肉附着高、下颌舌骨嵴突出或呕吐反射极为明显的患者。<sup>12</sup> 此外, 仅在颞孔间区域放置 2 个种植体形成一条直线关系, 而使用三个或更多的种植体形成三角形的面式关系。最靠前的种植体防止覆盖义齿在矢状面上的前后旋转, 确保了由 3 个或更多种植体支持的覆盖义齿的间接固位。<sup>12,13</sup> 然而, 通常不建议使用 4 个颞孔间种植体支持的下颌覆盖义齿, 因为固定杆可能会太短, 从而导致覆盖义齿容易松动。<sup>12</sup>

按扣式 (Myriad) 附着体系统可以用于固位种植覆盖义齿。<sup>14,15</sup> 种植体可以通过杆连接在一起, 也可以用球帽、Locator 或磁性附着体等 stud 类型的附着体来固位义齿, 或者采用套筒冠的形式。<sup>7, 16-23</sup> 杆卡和杆兼顾了弹性和刚性两方面的要求, 已使得其得到了广泛的接受。<sup>5,17,23</sup> 然而, 在设计种植体支持式覆盖义齿时, 固位不应该是唯一需要考虑的因素。<sup>7</sup> 咀嚼力是另一个重要因素, 载荷通过覆盖义齿传递到种植体周围的牙槽骨和无牙牙槽嵴。<sup>2</sup> 过大的载荷可能导致骨的微损伤, 从而导致种植体周围的骨吸收。<sup>24, 25</sup> 因此, 防止过度负荷分布到种植体上是很重要的。<sup>15</sup>

治疗前必须考虑种植体固位式覆盖义齿的设计, 包括种植体的数量<sup>6, 8, 19</sup> 直径<sup>26, 27</sup> 长度<sup>27, 28</sup> 倾斜度<sup>7, 29</sup> 位置<sup>30, 31</sup> 类型<sup>14, 17, 32-35</sup> 以及附件的固位方式<sup>8, 30, 31, 36</sup>。这些因素也可能影响转移到种植体和义齿承载区的负荷。

---

Emre Tokar 博士  
土耳其安卡拉加齐大学口腔修  
复学系研究助理

Bulent Uludag 教授  
土耳其安卡拉大学口腔修复学  
系

联系地址:  
Dr Bulent Uludag  
Ankara Universitesi Dis  
Hekimligi Fakültesi  
Protetik Dis Tedavisi AD 06500  
Konyayolu, Besevler  
Ankara / 土耳其  
bculudag@gmail.com

---

口腔是一个复杂的生物力学系统，可以使用各种体外方法（如光弹性应力分析、二维建模、三维和准三维建模）来研究，以评估义齿的机械力学行为，从而确定材料内的应力分布<sup>37-39</sup>。尽管下颌骨由松质骨和皮质骨组成，光弹性下颌骨模型仅由单一类型的树脂构建<sup>21</sup>；我们还是可以用它来研究牙科种植体和义齿的应力集中区、生物力学和物理特性。<sup>7,11,20,21,40</sup>

本研究的目的是评估使用四种不同附着体系统的3个种植体固位的下颌覆盖义齿的应力传导。

## 材料与方法

以一位62岁女性患者的中度牙槽嵴吸收的下颌无牙颌骨为原型。用光弹性树脂（PL-2，测量组，Vishay Intertechnology）制作带种植体的光弹性下颌骨模型。按牙槽骨形态调改患者的下颌石膏模型。下颌骨模型翻制蜡模（模型蜡，Dentsply），印模是用弹性印模材料（Zetaplus，Zhermack）制取的。

使用平行杆测量器（Ney Surveyor，Dentsply）将3个种植体（Tapered Screw-Vent，3.75×13mm；Zimmer Dental）植入在蜡型的颏孔间区域。中心种植体垂直植入，远端种植体置于尖牙区域。中心和远端种植体之间的间距设置为11mm，远端种植体与中心种植体成20度角。<sup>7</sup>使用预制的20°角度基台（Tapered Screw-Vent，Zimmer Dental）验证倾斜种植体的方向。两个远端种植体之间所成角度 $\leq 40^\circ$ ，这是Locator允许的最大值。Locator的阳性结构有多种选择（绿色、橙色、红色和灰色）可以根据种植体之间的角度偏差来选择，以提供足够的覆盖义齿固位力。<sup>41</sup>

种植体的肩台与牙槽嵴顶齐平。将带有种植体的下颌蜡模包埋在硅橡胶（Zetaplus，Zhermack）模具中，并根据制造商的说明将光弹性树脂（PL-2）注入硅橡胶模具中。

在模型上比较了四种附着体设计：（1）Hader杆（bredent）；（2）带两个远端放置的球形附件（bredent）的Hader杆（bredent）；（3）带两个远端放置的Rk-1附件（Kargi Sağlık Hiz）的Hader杆（bredent）；（4）Locator（Zest Anchors LLC）附着体，阳性结构（中央种植体透明帽，远中种植体绿色帽）（图1）。

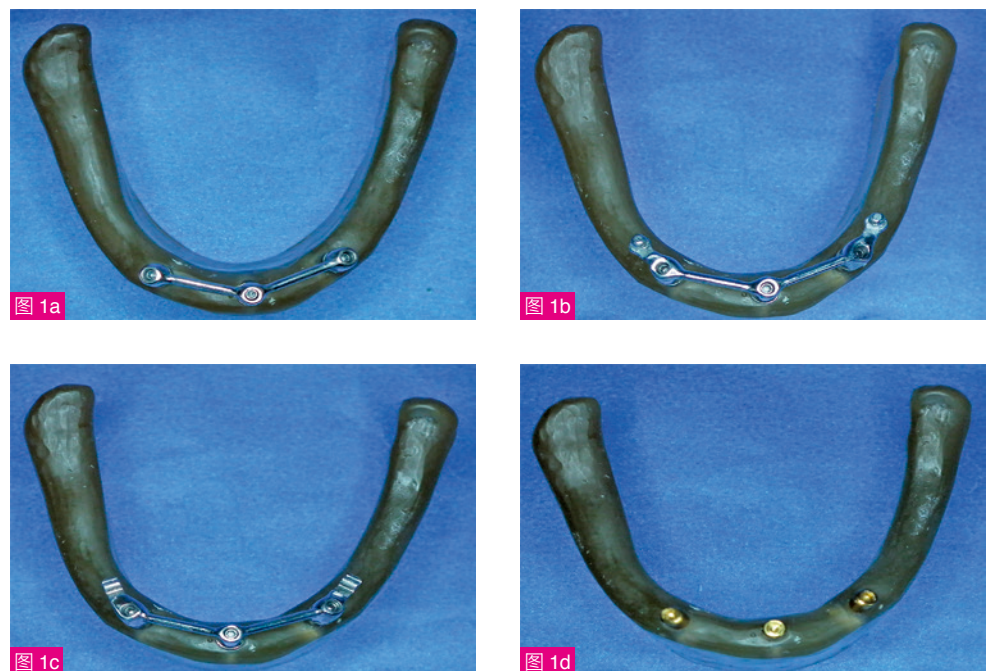


图1：  
光弹性模型上测试的附着体设计。  
(a) 杆。  
(b) 杆/球。  
(c) 带有远端 Rk-1 的杆式附着体。  
(d) Locator。

目前对于3个或更少的种植体无牙颌修复，还没有关于闭口式印模或开放式托盘精确性的共识。<sup>42</sup> 因此，在本研究中，使用单托盘闭口式印模技术制取下颌光弹性模型印模，用于制作工作模型。<sup>43</sup> 印模杆插入种植体中，用成品托盘（Teknik Diş），弹性印模材料（Optosil、Xantopren、Heraeus Kulzer）制取光弹模型的印模。印模聚合后，去除印模杆。印模杆和替代体连接后，插入印模中。工作模型用IV型牙科石膏（BEGOStone，BEGO Dental）灌注。将一层基板蜡（Cavex牙科基板，Cavex Holland）铺在工作模型的后牙无牙区，以模拟软组织厚度。<sup>11, 21, 22</sup> 该层厚度约3mm，其形态和将来注射于义齿后部双侧组织面的轻体弹性印模材料（Xantopren，Heraeus Kulzer）形态一致。

杆的制作，将有肩基台（TAC2，Tapered Screw-Vent）和塑料铸造帽（Tapered Screw-Vent）旋入种植体，并用六角扳手（Tapered Screw-Vent）上紧螺丝。Hader塑料铸造杆（bredent）放置于塑料铸造帽之间，并用蜡固定。对于带有远端附件的杆件（杆件/球件和杆件/Rk-1），用平行观测仪（Paraskop M，BEGO）将球件（bredent）和Rk-1（Kargı Sağlık Hiz）附件固定在远端种植体上方塑料铸造帽的远中面上。杆、杆/球和杆/Rk-1代型均采用铸造支架合金（Biosil-F，DeguDent）铸造。通过拧紧一个基台螺丝，观察其他2个种植体-基台界面处的完全就位情况，来确定铸件是否达到被动就位。<sup>40</sup> 如果未达到被动就位，则将杆件切断、定位，焊接以获得被动就位。所有的杆件均通过螺丝固定到有肩基台上，用扭矩扳手（Tapered Screw-Vent）上紧到20Ncm。Locator（Zest Anchors LLC）基台直接用Locator基台螺丝刀（Zest Anchors LLC）上到种植体替代体上。每种设计（杆、杆/球、杆/Rk-1和Locator）均采用铸造支架合金（Biosil-F）制造义齿的金属支架。

上颌和下颌的石膏模型被安装到颌架上，并依据和殆平面相关的骨标志物完成排牙。<sup>21</sup> 用解剖人工牙（Major，Major Prodotti Dentari）排牙。将排好牙的下颌模型放入型盒的下半部（SR-Ivocap，Ivoclar Vivadent），将重体弹性体印模材料（Optosil）放入型盒的上部，制备硅胶阴模。这个硅胶模具用于为每个设计复制义齿排牙蜡型。然后对各个附着体设计的覆盖义齿进行冲蜡灌胶，通过注入式型盒的入口将透明自聚丙烯酸树脂（Futura Self，Schütz Dental Group）注入到硅树脂模具和工作模型之间的空间。<sup>7</sup> 四个覆盖义齿均用相同的方法制作完成（图2）。透明丙烯酸树脂可以允许光线通过光弹性模型以评估应力（图3）<sup>40</sup>。

双侧远端牙槽嵴部的软组织用一层3mm的轻体弹性印模材料（Xantopren，Heraeus

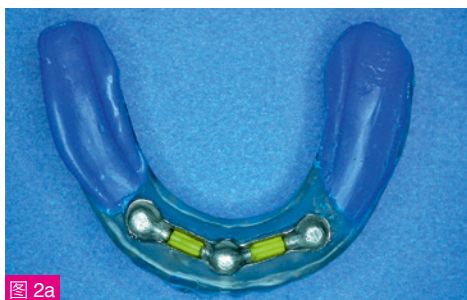


图 2a



图 2b



图 2c



图 2d

图 2:  
带有软组织模拟内衬的种植体固位式的覆盖义齿的组织面观。  
(a) 杆式附着体覆盖义齿。  
(b) 杆/球附着体覆盖义齿。  
(c) 杆/Rk-1附着体覆盖义齿。  
(d) Locator附着体覆盖义齿。