

可打印混合陶瓷——制作单冠修复体的新材料类别

牙科增材制造技术的进一步发展，使得 3D 打印混合陶瓷单冠成为可能，进而实现了以节省资源的方式快速加工美观且具成本效益的单牙修复体。本病例报告介绍了这一技术的全数字化治疗过程。

关键词：增材制造，3D 打印，数字化流程，口内扫描，可打印混合陶瓷，单冠修复，新混合陶瓷材料

引言

计算机辅助减材制造流程已经达到了非常高的水平，现已成为牙科技工室制作冠修复体和高质量义齿的标准。而采用立体光固化成型（SLA）和数字光处理（DLP）技术的增材制造工艺台式 3D 打印机，则主要用于模型、印模托盘或导板等辅助工具的加工。与切削（减材）技术相比，3D 打印的一个显著优势是节省资源。大多数情况下，铣削形成工件，其所耗材料块远超工件本身，而打印则相反。这既节省了时间，也能减少机器的磨损。然而，到目前为止，只有少数可打印材料被批准能够在口内长期使用。

全瓷，尤其是氧化锆，帮助铣削技术在牙科技工室的修复体制作中取得了突破性的进展。虽然也有可应用于增材制造技术的陶瓷材料，但要在牙科技工室推广还需要一段时间。

目前市场上可用的打印技术，是在室温下通过光聚合使树脂结合在一起。基于这些条件限制，混合陶瓷比全瓷材料更适合于打印技术。这种用于正式冠修复的材料已经上市两年多了（VarseoSmile Crown^{plus}，BEGO 公司，德国）。下文将通过一个病例报告，来展示使用陶瓷填充的混合材料结合 3D 打印技术制作单冠的整个治疗过程。

病例介绍

患者，男，74 岁，就诊接受例行检查。患者总体的口腔卫生状况良好。他每半年做一次专业洁牙。牙周情况稳定、无异常。他希望能够花很少的费用和精力，来尽可能地保持牙列的稳定与美观。患者 35 号牙齿上的多面洞在几年前被重新充填过，但现在已显示出明显的磨损。此外，舌侧还有一小块牙体组织崩脱（图 1a 和 b）。



图 1a



图 1b

图 1a 和 b: (a) 左侧下颌后牙颊侧观。35 牙齿颈部、颊面和远中均被大面积充填。(b) 35 牙齿颊面观：可见 35 牙齿近中舌侧有牙体组织崩脱。为了保护牙冠，计划做冠修复。

Robert Nicic, 口腔高级技师（德）
柏林夏里特医科大学口腔颌面学院口腔修复、老年牙科和口腔机能学系

Elisabeth Prause 博士（德）
（地址同上）

Jeremias Hey 博士，教授（德）
哈勒大学医院口腔颌面门诊修复科和技工室

通讯作者：
Robert Nicic
robert.nicic@charite.de

为了稳定牙齿，考虑进行单冠修复。十几年来，这颗牙齿的根管充填物在 X 线片上虽然显示不完整，但根尖没有明显异常，临床叩诊不敏感。根据法定医疗保险的指导方针，这种情况只有对牙齿做根管再治疗后才能进行冠修复。但是在向患者解释了该治疗的好处、成本和风险后，患者因为没有任何自觉症状和异常而拒绝重新做根管治疗。因此，无法向保险公司申请按比例承担治疗费用。最后，建议其使用可由打印的陶瓷填充混合材料制成的牙冠作为治疗选择。

临床操作

按氧化锆全瓷冠要求进行牙体预备。由于牙齿近远中（指数）条件很差，因此选择了微创预备设计。同时，预备体边缘一周至少有 1 mm 的牙体组织，以确保牙冠具有箍效应，但也形成一个明显弧形的预备体边缘。3D 打印技术能够接受这种幅度明显的预备体边缘。经过验证的修复体打印流程没有单独的温度处理过程。因此，预计不会产生收缩或烧结相关的应力。一般来说，修复体形状，尤其是内部的几何形状，可以做到绝对的精确适合，而在减材加工中，通过铣刀半径校正来实现这一点则比较困难。

预备后，使用口内扫描仪（Primescan，登士柏西诺德公司，美国）对预备体、周围牙齿和咬合关系进行光学扫描，然后将采集的数据以（标准三角语言）（STL）格式发送到牙科技工室（图 2a 至 c）。牙齿比色后选择 D3。



图 2a

技工室的工作步骤

创建技工单后，将 STL 扫描数据导入 Dental Designer（3Shape Dental System 2020，3Shape 公司，丹麦）软件内，只需点击几下鼠标即可对虚拟模型进行修剪和细化（图 3a 和 b）。修剪后的虚拟模型可以提高修复体设计时的工作速度。

在下一步，确定预备体边缘和冠修复体的就位道。尽管这些步骤是由软件系统自动执行的，但仍建议手动进行细微的纠正，诸如放大镜功能之类的小工具有助于更准确地确定修复体边缘（图 4a 和 b）。

可以根据加工类型来调整或采用用于修复体适合度的预设参数。在这个病例中，可以省去铣刀半径校正这一步，因为选择了增材制造技术来制作单冠（图 5）。

事实证明，CAD 软件的人工智能在下一步操作中显示出强大的优势。软件自动设计的牙冠解剖形态近乎完美，并且非常出色地融入剩余牙列中。为了使其个性化特征和形态也完全符合动态功能的要求（图 6a 和 b），软件提供了大量数字化形式的工具，例如各种蜡刀。

虚拟牙冠的 STL 设计数据被嵌套在打印平台（CAMcreator Print，BEGO 公司）上，然后传输至 DLP 打印机（Varseo XS，BEGO 公司）（图 7）。

打印耗时 34 分钟。除这个单冠外，还可以同时制作其他 20 个单牙修复体。然后对打印件进行后处理。



图 2b



图 2c

图 2a 至 c：针对打印混合陶瓷冠的牙体预备要求同氧化锆全瓷冠的要求。在这个病例中，预备体边缘的制备明显以缺损为导向。