

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.09.018

数字化设计与3D打印技术在嵌体贴面微创修复中的应用 及对美观度的影响

齐 铭

(黑龙江省口腔病防治院牙体牙髓病科, 黑龙江 哈尔滨 150001)

[摘要]目的 探讨数字化设计与3D打印技术在嵌体贴面微创修复中的应用及对美观度的影响。方法 选取2022年3月-2024年7月于我院接受嵌体贴面微创修复的70例患者为研究对象,按照随机数字表法分为对照组和观察组,每组35例。对照组采用传统修复方法,观察组采用数字化设计与3D打印技术进行修复,比较两组修复效果、光洁度、修复体颜色匹配度、美观度及邻接关系。结果 观察组适合性、边缘密合度优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);两组修复后光洁度优于修复前,且观察组优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);观察组修复体颜色匹配度(94.29%)高于对照组(77.14%),差异有统计学意义($P<0.05$);两组修复后美观度评分高于修复前,且观察组高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);观察组邻接关系优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)。结论 数字化设计与3D打印技术在嵌体贴面微创修复中具有良好的应用效果,可提高修复体的适合性、边缘密合度和颜色匹配度,提高美观度,改善邻接关系,值得临床应用。

[关键词] 嵌体贴面微创修复; 数字化设计; 3D打印技术; 美观度

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)09-0071-05

Application of Digital Design and 3D Printing Technology in Minimally Invasive Restoration with Inlay Veneers and its Influence on Aesthetics

QI Ming

(Department of Endodontics, Heilongjiang Stomatological Disease Center, Harbin 150001, Heilongjiang, China)

[Abstract]Objective To explore the application of digital design and 3D printing technology in minimally invasive restoration with inlay veneers and its influence on aesthetics. **Methods** A total of 70 patients who underwent minimally invasive restoration with inlay veneers in our hospital from March 2022 to July 2024 were selected as the research subjects. According to the random number table method, they were divided into the control group and the observation group, with 35 patients in each group. The control group was treated with the traditional restoration method, and the observation group was treated with digital design and 3D printing technology. The restoration effect, smoothness, color matching degree, aesthetics and adjacent relationship were compared between the two groups. **Results** The suitability and marginal adaptation of the observation group were better than those of the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The smoothness of the restoration in the two groups was better than that before restoration, and that in the observation group was better than that in the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The color matching degree of the restoration in the observation group (94.29%) was higher than that in the control group (77.14%), and the difference was statistically significant ($P<0.05$). After restoration, the aesthetic score in the two groups was higher than that before restoration, and that in the observation group was higher than that in the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). The adjacent relationship of the observation group was better than that of the control group, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** Digital design and 3D printing technology have a good application effect in minimally invasive restoration with inlay veneers, which can improve the suitability, marginal

adaptation and color matching degree of restoration, enhance aesthetics, and improve the adjacent relationship. It is worthy of clinical application.

[Key words] Minimally invasive restoration with inlay veneers; Digital design; 3D printing technology; Aesthetics

口腔嵌体贴面微创修复 (minimally invasive restoration with inlay veneers) 作为一种重要的牙体修复手段, 旨在磨除尽可能少的牙体组织, 恢复牙齿外形、功能和美观^[1-2]。传统嵌体贴面修复技术在临床上广泛应用, 其优势在于操作相对简便、磨除牙体组织较少, 但其在修复体的制作过程中, 从牙体预备、取模、灌模到修复体的加工制作, 每个环节都可能引入人为误差, 导致修复体与牙体组织的适合性不佳、边缘密合度不足等问题, 进而影响修复效果和长期稳定性^[3]。此外, 传统修复技术在颜色匹配和美学效果的实现上也存在一定的难度, 难以满足患者对牙齿美观的高要求^[4]。随着数字化技术和3D打印技术的飞速发展, 其在口腔医学领域的应用越来越广泛。数字化设计能够精确获取牙体的三维信息, 通过计算机辅助设计软件进行个性化的修复体设计, 提高设计的准确性和精度^[5]。3D打印技术则可以根据设计数据快速、精准地制造出修复体, 避免了传统工艺中的繁琐步骤和人为误差^[6]。本研究旨在评估数字化设计与3D打印技术在嵌体贴面微创修复中的应用效果及美学表现, 为临床应用提供参考依据, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年3月-2024年7月在黑龙江省口腔防治院口腔科就诊, 需要进行嵌体贴面微创修复的70例患者作为研究对象, 按照随机数字表法分为对照组和观察组, 每组35例。对照组男16例, 女19例; 年龄20~53岁, 平均年龄 (33.32 ± 3.41) 岁; 牙位分布: 前牙14颗, 前磨牙13颗, 磨牙8颗。观察组男18例, 女17例; 年龄18~55岁, 平均年龄 (32.53 ± 2.38) 岁; 牙位分布: 前牙15颗, 前磨牙12颗, 磨牙8颗。两组性别、年龄、牙位分布比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 具有可比性。患者自愿参与本研究, 并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准: ①单颗牙牙体缺损, 缺损范围未累及牙髓; ②患者对修复后的牙齿美观有较高要求; ③口腔卫生状况良好, 无严

重牙周疾病。排除标准: ①患有全身性疾病, 如糖尿病、心血管疾病等, 影响口腔修复治疗; ②牙体组织存在急性炎症; ③对修复材料过敏者。

1.3 方法

1.3.1 对照组 采用传统修复方法, 包括: ①牙体预备: 采用高速涡轮手机配合金刚砂车针, 根据患牙的缺损情况及修复要求进行牙体预备, 嵌体贴面修复, 需制备出合适的洞型或牙体表面形态, 保证修复体有足够的固位形和抗力形; ②取模: 牙体预备完成后, 选用藻酸盐印模材料进行取模, 先将适量的藻酸盐印模粉与水按照产品说明书的比例调和均匀, 置于托盘内, 迅速准确地放入患者口中, 取得患牙及周围组织的印模; ③灌制石膏模型: 将取好的印模用清水冲洗干净, 去除表面的唾液和杂质, 然后选用超硬石膏进行灌模; ④制作蜡型: 在灌制好的石膏模型上, 使用铸造蜡制作修复体的蜡型, 根据患牙的解剖形态和邻牙的情况, 用雕刻刀精细雕刻蜡型, 使其在外形、邻接关系和咬合关系等方面与天然牙相似; 雕刻完成后, 仔细检查蜡型的边缘、邻接面和咬合面, 确保其符合修复要求; ⑤铸造或切削修复体: 若采用铸造法, 将制作好的蜡型包埋在铸造包埋材料中, 经过高温焙烧使蜡型熔化挥发, 形成铸型空腔, 然后选用合适的合金材料, 如钴铬合金等, 在铸造机中进行铸造, 使合金液填充铸型空腔, 冷却后形成修复体毛坯; 若采用切削法, 则使用CAD/CAM系统, 将石膏模型的数字化数据输入计算机, 通过软件设计修复体的外形, 再由切削设备按照设计数据对预成的合金块或瓷块进行切削加工, 制成修复体; ⑥试戴与调整: 将制作好的修复体在患者口内进行试戴, 检查修复体的适合性、边缘密合度、邻接关系和咬合情况; ⑦粘固: 试戴合适后, 对修复体和牙体组织进行清洁、酸蚀、冲洗、干燥等处理, 选用合适的树脂粘接剂, 如聚羧酸锌粘接剂或树脂水门汀等, 按照产品使用说明进行调和, 将粘接剂均匀涂布在修复体的组织面和牙体预备面上, 迅速将修复体就位, 使用棉卷或橡皮障隔湿, 待粘接剂固化后, 去除多余的粘接剂, 完成修复。

1.3.2 观察组 运用数字化设计与3D打印技术:

①牙体预备:与对照组类似,采用高速涡轮手机配合金刚砂车针进行牙体预备,遵循微创原则,制备出适合数字化修复的牙体形态,确保有足够的空间容纳修复体且不影响修复体的强度和美观;②牙体预备:获取三维数据:牙体预备完成后,使用口腔扫描仪对患牙及周围组织进行扫描,快速、准确地获取牙体的三维数字化模型,该模型能精确反映牙体的形态、颜色、纹理等信息;③数字化设计修复体:将获取的三维数据导入计算机辅助设计(CAD)软件中,口腔医生利用软件的各种工具和功能,根据患者的牙体情况、邻牙形态以及美学要求,进行个性化的修复体设计;在设计过程中,可以对修复体的外形、边缘、邻接关系、咬合面等进行精确调整;④3D打印修复体:设计完成后,将修复体的设计数据传输至3D打印机;选用合适的树脂材料,如具有良好生物相容性、机械性能和美学性能的牙科专用树脂;⑤修复体后处理:对打印好的修复体进行后处理,包括打磨、抛光等,使用不同粒度的砂纸、打磨头对修复体表面进行打磨,去除表面的粗糙部分,使其达到合适的表面光洁度;⑥试戴与粘固:将后处理完成的修复体在患者口内试戴,检查修复体的各项指标是否符合要求;若存在微小问题,可进行适当的调磨;试戴合适后,按照与对照组相同的粘固步骤,使用合适的树脂粘接剂将修复体粘固在患牙上,完成修复。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组修复效果 包括适合性、边缘密合度^[7, 8]:

①适合性:采用直接测量法评估修复体的适合性,测量修复体与牙体组织之间的间隙,间隙越小,适合性越好;②边缘密合度:采用染料渗透法评估修复体的边缘密合度,将修复体粘固后,在亚甲蓝溶液中浸泡24 h,然后沿牙体长轴切开,观察染料渗透情况,渗透深度越小,边缘密合度越好。

1.4.2 评估两组光洁度^[9] 使用表面粗糙度仪测量修复体表面的粗糙度以评估光洁度,在修复体的颊面、舌面和咬合面各测量一次,取平均值作为评估指标。

1.4.3 评估两组修复体颜色匹配度^[10] 由3名经过专业培训的口腔医生采用视觉比色法进行评估。使用VITA比色板,将修复体与邻牙的颜色进行

对比,分为完全匹配(修复体与邻牙在色调、明度和彩度上几乎完全一致,在自然光或标准光源下近距离观察,难以区分修复体与邻牙的颜色差异)、基本匹配(修复体与邻牙在色调、明度和彩度上存在一定程度的相似性,但仔细观察仍能发现细微差异,不过这种差异不明显影响整体美观)和不匹配(修复体与邻牙在色调、明度或彩度上存在明显差异,在正常观察距离下即可轻易察觉)3个等级。匹配度=(完全匹配+基本匹配)/总例数 \times 100%。

1.4.4 评估两组美观度^[11] 应用美观度评分量表对患者治疗前和治疗6个月后的牙列美观度进行评价,该量表主要包括颜色协调性、外形完整性与自然度、邻接关系、牙龈健康与协调性、牙列排列与对称性等方面,总分100分,分数越高证明美观度越高。

1.4.5 评估两组邻接关系 通过牙线检查和患者主观感受,评估修复体与邻牙的邻接关系,分为1~4级,1级表示邻接过松,牙线可轻松通过且患者有明显食物嵌塞感;2级表示邻接较松,牙线通过时有一定阻力;3级表示邻接正常,牙线可顺利通过且无明显食物嵌塞;4级表示邻接过紧,牙线难以通过^[12]。

1.5 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析,计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验或秩和检验;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组修复效果比较 观察组适合性、边缘密合度优于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表1。

2.2 两组光洁度比较 两组修复后光洁度优于修复前,且观察组优于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表2。

2.3 两组修复体颜色匹配度比较 观察组修复体颜色匹配度高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表3。

2.4 两组美观度比较 两组修复后美观度评分高于修复前,且观察组高于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表4。

2.5 两组邻接关系比较 观察组邻接关系优于对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表5。



表1 两组修复效果比较 ($\bar{x} \pm s$, mm)

组别	n	适合性 (间隙)	边缘密合度
观察组	35	0.08 ± 0.02	0.12 ± 0.03
对照组	35	0.15 ± 0.03	0.20 ± 0.04
t		10.232	9.873
P		0.000	0.000

表2 两组光洁度比较 ($\bar{x} \pm s$, μm)

组别	n	修复前	修复后
观察组	35	0.46 ± 0.03	0.12 ± 0.03
对照组	35	0.45 ± 0.06	0.25 ± 0.06
t		0.882	9.212
P		0.381	0.000

表3 两组修复体颜色匹配度比较 [n (%)]

组别	n	完全匹配	基本匹配	不匹配	匹配度
观察组	35	23 (65.71)	10 (28.57)	2 (5.71)	33 (94.29)*
对照组	35	12 (34.29)	15 (42.86)	8 (22.86)	27 (77.14)

注: *与对照组比较, $\chi^2=9.343, P=0.000$ 。

表4 两组美观度比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	修复前	修复后
观察组	35	68.38 ± 5.45	90.44 ± 5.79*
对照组	35	67.56 ± 5.28	82.36 ± 6.62*
t		0.639	5.435
P		0.525	0.000

注: 与同组修复前比较, * $P < 0.05$ 。

表5 两组邻接关系比较 [n (%)]

组别	n	1级	2级	3级	4级
观察组	35	0	3 (8.57)	18 (51.43)	14 (40.00)
对照组	35	7 (20.00)	10 (28.57)	13 (37.14)	5 (14.29)
Z				3.763	
P				0.000	

3 讨论

在口腔修复领域, 嵌体贴面微创修复一直是重要的治疗手段, 旨在以最小的牙体组织损伤恢复牙齿的外形、功能和美观。随着人们生活水平的提高以及对口腔健康和美观的重视程度不断增加, 对嵌体贴面修复的要求也日益提升。传统的嵌体贴面修复技术虽然应用广泛, 在一定程度上能够满足临床需求, 但其存在的局限性也不容忽视。与此同时, 数字化技术和3D打印技术在口腔医学领域的快速发展为嵌体贴面微创修复带来了新的契机。数字化设计能够通过口腔扫描仪精确获取牙体的三维信息, 这些信息可以直接导入计算机辅助设计软件进行修复体的设计, 大大提高

了设计的准确性和精度。3D打印技术则能够依据设计数据, 快速、精准地制造出修复体, 减少了传统工艺中繁琐的步骤和可能出现的人为误差, 这两种技术的结合, 为提高嵌体贴面微创修复的效果提供了新的途径^[13]。

本研究结果显示, 观察组适合性、边缘密合度优于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 这与数字化设计与3D打印技术的特点有关。数字化设计可以精确地获取牙体组织的形态和数据, 通过计算机辅助设计软件进行修复体的设计, 可以根据牙体的实际情况进行个性化设计, 提高修复体的适合性, 3D打印技术可以快速、准确地制作出修复体, 避免了传统铸造或切削方法中可能

出现的误差,保证了修复体的精度和边缘密合度。两组修复后光洁度优于修复前,且观察组优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),这是因为3D打印技术能精确构建修复体的三维模型,确保每个细节符合要求,减少手工误差,为高光洁度奠定基础,且可以实现精细的分层打印,更好地控制材料沉积过程,减少微观缺陷和表面粗糙度,使修复体表面达到较高的光洁度。光滑的表面不仅有利于口腔卫生的维护,减少菌斑的附着,还能提高修复体的美观度^[14]。观察组修复体颜色匹配度(94.29%)高于对照组(77.14%),差异有统计学意义($P<0.05$),这可能是因为数字化设计可以在计算机上进行颜色模拟和调整,医生可以根据患者邻牙的颜色进行精确匹配,提高修复体的颜色匹配度。此外,3D打印技术可以使用多种颜色的树脂材料进行打印,进一步提高了修复体的颜色仿真度。两组修复后美观度评分高于治疗前,且观察组高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$);观察组邻接关系优于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$),数字化设计与3D打印技术可以根据每位患者的具体情况设计出最符合美学要求的修复体,确保修复体的设计更加贴合患者的牙齿结构,所以能够提升美观度。数字化设计与3D打印技术允许在虚拟环境中精确控制修复体与邻牙之间的接触点位置、大小和形态。通过调整这些参数,可以确保修复体与邻牙之间形成理想的邻接关系^[15]。

综上所述,数字化设计与3D打印技术在嵌体贴面微创修复中具有良好的应用效果,可提高修复体的适合性、边缘密合度和颜色匹配度,提升美观度,改善邻接关系,值得临床应用。但本研究样本量较小,观察时间较短,需要进一步扩大样本量,延长观察时间,以更全面地评估数字化设计与3D打印技术在嵌体贴面微创修复中的长期效果。

【参考文献】

- [1]侯玮玮,郑绪红,陈晓玲,等.数字化技术在酸蚀症伴重度磨耗患者功能美学缺陷修复中的应用1例[J].华西口腔医学杂志,2024,42(1):111-120.
- [2]高鸿宇.Ceramage聚合瓷嵌体/高嵌体修复无髓后牙牙体缺损的临床效果观察[D].大连:大连医科大学,2023.
- [3]崔玉兰,赵琛,张钊,等.改良型颊牙合高嵌体修复深度楔状缺损抗折性能的体外研究[J].北京口腔医学,2023,31(4):247-250.
- [4]安民,任丹.Panavia F树脂水门汀在牙体缺损修复中的应用价值及美学效果研究[J].陕西医学杂志,2023,52(5):579-582.
- [5]孙千月,梁倩,李倩倩,等.利用全程数字化设计技术复制牙冠形态制作修复体1例报告及文献复习[J].吉林大学学报(医学版),2017,43(6):1253-1255,17.
- [6]王宁,李杰,王晓龙,等.应用3D打印熔融沉积技术制作个性化种植修复体的精确度研究[J].华西口腔医学杂志,2015,33(5):509-512.
- [7]陈莹晖,于皓.肩台及凹槽边缘对全瓷冠边缘密合度和强度影响的研究进展[J].口腔颌面修复学杂志,2018,19(1):55-58.
- [8]骆树怡,高翔.数字化椅旁制作髓腔固位冠修复根管治疗后第二磨牙的短期临床评价[J].内蒙古医学杂志,2024,56(1):25-30.
- [9]于淼,田爱峰,吴璞,等.CAD/CAM全瓷高嵌体微创修复根管治疗后牙体缺损的效果评价[J].口腔疾病防治,2016,24(8):469-472.
- [10]黄诗琪,崔海亮,王川.龈上微创粘接高嵌体和全冠修复后牙根管治疗牙体缺损的临床分析[J].武警后勤学院学报(医学版),2020,29(6):15-19.
- [11]安灵利,包雪梅.三维有限元法在牙体缺损固定修复应力研究中的应用[J].口腔颌面修复学杂志,2024,25(1):68-74.
- [12]高愉淇,储顺礼,赵爽,等.平面对接式边缘全瓷修复体修复后牙大面积缺损的短期临床修复效果[J].吉林大学学报(医学版),2021,47(3):740-746.
- [13]丁立,王亚飞.3D打印瓷嵌体修复技术修复飞行人员牙体缺损的临床效果[J].中华航空航天医学杂志,2021,32(1):30-32.
- [14]王爱平,王秋平.两种不同切削材料的高嵌体修复临床效果观察[J].中国药物与临床,2021,21(7):1105-1106.
- [15]柴勇,刘芳,张婉君,等.椅旁数字化技术用于后牙种植单冠修复效果观察[J].临床军医杂志,2024,52(5):526-528.

收稿日期:2025-2-25 编辑:张孟丽