

3D 打印技术制作可摘局部义齿支架的临床应用

黄丽娟^{1*}, 景双林², 聂蓉蓉¹, 黄建波³, 孙方方¹

(¹ 南京大学医学院附属口腔医院修复科, 江苏 南京 210008; ² 南京医科大学附属口腔医院牙体牙髓科, 江苏 南京 210029; ³ 南京大学医学院附属口腔医院修复工艺科, 江苏 南京 210008)

[摘要] 目的:运用计算机辅助设计与制作(computer aided design and computer aided manufacture, CAD/CAM)和 3D 打印技术制作可摘局部义齿支架,并对其临床应用效果进行观察和评价。方法:通过光学扫描仪扫描牙列缺损工作模型获得数字化模型,计算机软件设计可摘局部义齿支架后通过 3D 打印技术制作树脂铸型,最终通过常规包埋铸造完成修复体 10 件,在患者口内试戴,检查义齿就位情况以及与软、硬组织的适合性。结果:制作完成的修复体外观完整,大部分义齿就位顺利,有 5 件义齿就位时稍困难,局部调磨后顺利就位,义齿就位后无翘动,卡环、殆支托与基牙密合,金属连接体与软组织贴合度良好。结论:CAD/CAM 和 3D 打印技术可用于可摘局部义齿支架制作,临床应用效果良好。

[关键词] 3D 打印;可摘局部义齿;临床效果

[中图分类号] R783.6

[文献标志码] B

[文章编号] 1007-4368(2016)10-1259-04

doi: 10.7655/NYDXBNS20161025

随着世界范围内人口老龄化的进展,牙列缺损的发生率及修复治疗的需求不断上升。尽管目前种植修复处于高速发展阶段,但仍有很大一部分无法选择种植修复,必须进行可摘局部义齿修复,发展快速、精确制作可摘局部义齿的新技术仍十分必要。近年来,计算机辅助设计与制作(computer aided design and computer aided manufacture, CAD/CAM)和快速成型(rapid prototyping, RP)技术在口腔医学领域的应用得到了飞速发展,广泛应用于固定义齿修复及颌面部手术治疗^[1-4],但在可摘局部义齿支架制作方面尚处于起步阶段,有学者^[5]研究完成了牙列缺损模型的三维扫描和数字化分析,并通过 RP 技术成功制作环氧树脂铸型,指出该方法的优势在于可以在计算机上对三维模型进行快速和半自动化分析,简化操作步骤,节约时间,保证精确性。但由于可摘局部义齿构造复杂,制作难度大,且缺少高效自动化的专用设计软件,限制了其在临床实践的应用。本院引进 3D 打印设备用于部分可摘局部义齿的制作,成功应用于临床,取得了良好的修复效果,现报道如下。

1 对象和方法

1.1 对象

2015 年 6 月—2016 年 3 月南京大学医学院附

[基金项目] 江苏省自然科学基金项目(BK20140091);南京市医学科技发展项目(YKK14110)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: hlj1291@163.com

属口腔医院修复科就诊的牙列缺损患者 10 例,均行铸造支架式可摘局部义齿修复,制作修复体 10 件。其中男 6 例,女 4 例。年龄 42~76 岁,平均年龄 62 岁。病例纳入标准:①患者有较高的舒适、美观要求;②余留牙齿健康或已做治疗,余留牙中无Ⅲ度松动、无牙槽骨吸收到根尖 1/3 以内者;③口腔卫生良好,无进行性牙周疾病,能进行常规口腔卫生维护,能够配合治疗、定期复查的患者。

1.2 方法

1.2.1 工作模型三维扫描

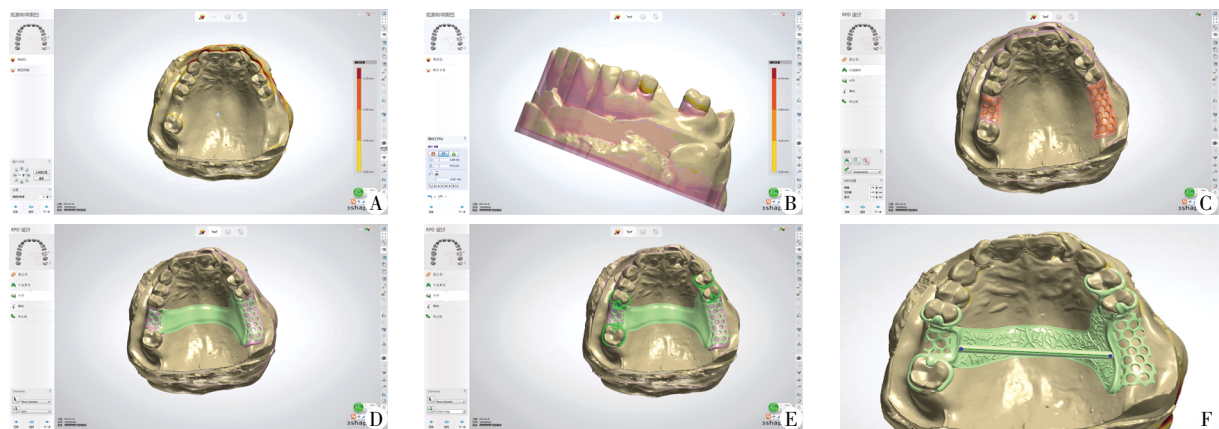
按可摘局部义齿的设计原则设计义齿,选择基牙,进行基牙预备。藻酸盐印模材料取印模,灌制硬石膏模型,用 3shape D810 光学扫描仪(3shape 公司,丹麦)对工作模型进行扫描,3shape D810 扫描仪配备独特的 3 轴运动系统和两个摄像头,3 轴运动系统使目标倾斜、旋转和直线平移,配合两个摄像头可以从任何视点进行扫描,可用于高精度、高效率的快速扫描,扫描最高精度达 16 μm。被扫描的各个部分在 3shape Dental System 2014 系统中可自动拼合,创建 3D 曲面数字化模型(图 1A),以备在 CAD 软件中使用。

1.2.2 可摘局部义齿支架的 CAD

①模型观测:3shape Dental System 2014 系统可对工作模型进行自动观测分析,确定最佳就位道,必要时可通过改变模型倾斜角度调整就位道,就位道确定后,系统自动利用不同于工作模型颜色的垂

直面覆盖观测线以下的倒凹区,通过鼠标点击暴露需要放置卡环的有利倒凹区(图 1B);②固位网设计:在缺牙区通过描点、连线的方式确定固位网放置的范围,点击“固位网”选择按钮后系统自动在所选区域形成固位网,再通过拖动及旋转的方法调整其至合适的方向和位置(图 1C);③大连接体设计:遵循可摘局部义齿大连接体的设计原则,用类似的方法,通过“大连接体”选择按钮可简便快速地自动形成腭板、舌杆等大连接体(图 1D);④𧀘支托及小连接体设计:按照基牙上𧀘支托凹的位置及外形绘制支托,设计相应部位的小连接体,通过选择按钮可以调整支托厚度及宽

度至合适,设计大、小连接体时,可在材料设置区选择蜡的种类(如铸蜡、花纹蜡)和厚度,需要缓冲的部位设置缓冲量(图 1E);⑤卡环设计:“卡环”选项的下拉菜单中可选择卡环类型(如圆环形卡环、I 杆等),然后在基牙上绘制卡环,即时调整卡环的宽度及厚度以保证最佳的固位效果(图 1E);⑥终止线、加强杆设计:支架主体结构设计完成后可再通过“雕刻”工具对各部分进行“增、减”的细微调整。最后在支架相应位置添加终止线、固位钉、加强杆等,至此可摘局部义齿支架即设计完成(图 1F),保存为“STL”文件后可用于 3D 打印制作阶段。



A:扫描完成的数字化模型;B:模型观测和填倒凹;C:固位网设计;D:大连接体设计;E:支托、卡环设计;F:设计完成的支架。

图 1 可摘局部义齿支架的 CAD

1.2.3 可摘局部义齿支架树脂铸型制作

将保存为 STL 格式的三维支架实体数据模型导入 3D 打印设备 Projet 3510 DP (3D Systems 公司,美国)中进行树脂铸型制作。为了保证义齿支架组织面的精确性,在支架的非组织面构建支架成型过程中的支撑体,最后用高温油脂去除支撑结构,得到环氧树脂支架铸型。常规对 3D 打印环氧树脂支架铸型进行包埋、铸造形成钴铬合金支架。最后对合金支架进行常规打磨抛光。

1.2.4 义齿试戴和临床修复效果评价

将钴铬合金可摘局部义齿铸造支架在患者口内试戴,进行必要的调整。义齿支架完成后检查义齿表面有无裂纹、缺损等缺陷,义齿在口内试戴时由有经验的临床医生检查义齿就位情况,就位后评估义齿有无翘动、𧀘支托有无移位,卡环与基牙的贴合程度,义齿的固位情况,用压力指示剂检查金属连接体与软组织的密合性。

2 结果

应用 3shape Dental System 2014 系统设计和

3D 打印技术制作完成的环氧树脂可摘局部义齿支架铸型,表面光洁、完整并具有一定的强度和硬度。脱模铸造后获得钴铬合金支架铸件外观完整,无明显裂纹、缺损等缺陷,口内试戴大部分义齿就位顺利,有 5 件义齿就位时稍困难,局部调磨后,顺利就位,义齿就位后,稳定性良好、无翘动,卡环、𧀘支托与基牙密合,义齿固位及支持作用好,压力指示剂显示金属连接体与软组织贴合度良好。

3 讨论

CAD/CAM 技术于上世纪 80 年代开始应用于牙科制造业,近年来随着数字化技术的发展,其在口腔领域的使用越来越广泛,为临床医生带来了更多的治疗选择^[6]。所有的 CAD/CAM 系统都由数字化扫描工具、处理软件、制造工艺三大功能部分组成^[7]。就制造工艺而言,分“减法”和“加法”两种,早期的 CAD/CAM 系统几乎全部采用的是减法,通过传统的数控机器控制钻头或金刚石磨盘对原材料进行切削得到需要的修复体,但这种方法会造成大量原材料的浪费,打磨工具的磨耗会影响设备的使

使用寿命,而且受制作工具尺寸所限,难以加工形状复杂、结构精细的修复体,不能用于可摘局部义齿支架的制作。

从上世纪 90 年代开始,RP 技术被引入医学领域用于制作复杂的 3D 模型,其基本原理是“加法”成型,通过逐层堆积制造,能够快速简便地制作带有倒凹、空隙及内部空腔的任意复杂形状的实体,弥补了传统的“减法”成型技术的不足。基于此,国内外许多学者研究利用 CAD/CAM 和 RP 技术制作结构精细、复杂多变的可摘局部义齿支架的可行性。Williams^[5]和 Wu 等^[8]等先后用 CAD 软件和 RP 技术设计可摘局部义齿支架,制作树脂铸型,常规包埋铸造得到钴铬合金金属支架,结果发现支架在工作模型上的适合性良好,精确度与传统蜡型铸造支架相似,可达到临床应用要求。

应用于牙科的 RP 技术有很多种,常用的有选择性激光烧结、光固化成型、熔融沉积制造和立体喷墨印刷或 3D 打印等。其中 3D 打印原理类似于 2D 喷墨打印,通过计算机软件将三维实体变为若干个二维平面数据,3D 打印机连续地将粉末材料打印形成的二维薄型层面堆叠起来,直到三维物体成型,该工艺的的优点在于速度快、材料成本低、可选用材料相对广泛等^[9]。本研究利用 CAD 软件设计完成 10 例可摘局部义齿支架,并通过 3D 打印技术成功制作树脂铸型,铸型表面光洁并具有一定的强度和硬度,最终铸造得到的钴铬合金金属支架铸件外观完整,无明显裂纹、缺损,提示 3D 打印技术可用于可摘局部义齿支架树脂铸型的制作。专用计算机设计软件的开发一直是制约 RP 技术在可摘局部义齿制作方面广泛应用的重要因素之一^[10],本研究所用的 3shape Dental System 2014 系统能对扫描得到的数字模型进行快速观测分析、确定就位道及填倒凹处理,建立了可摘局部义齿各组成部件的数据库,通过随机点击选择按钮(如固位网、大连接体、卡环、终止线等)即可方便地进行义齿支架设计,而且可以即时调整各部件的形状、尺寸及位置,从而使整个义齿设计过程更加简便、易于操作,大大节约了操作时间,提高了工作效率。

可摘局部义齿会因每个患者的口腔情况不同而设计各异,且义齿组成部件繁多,形状复杂,因此要对义齿制作过程中产生的误差进行量化分析非常困难,一般通过主观评价义齿在工作模型及患者口内的适合性来评估义齿制作的精度^[11]。本研究制作完成的义齿由有经验的临床医生检查和在患者

口内试戴,结果发现钴铬合金支架铸件外观完整,口内试戴大部分义齿就位顺利,义齿就位后,稳定性良好、无翘动,卡环、殆支托与基牙密合,义齿固位及支持作用好,压力指示剂显示金属连接体与软组织贴合度良好,证实在本研究条件下制作的可摘局部义齿支架的精度、适合性和功能均与传统方法相当,可取得满意的临床效果。

以往研究多是通过石膏模型三维扫描构建用于 CAD/CAM 的数字化模型,近来有学者研究利用口内直接扫描成像制作可摘局部义齿,以此来减少印模制取、模型灌注和扫描环节产生的误差^[12]。作者指出口内扫描仪可即时整合扫描图像,临床医生对扫描不全的位置可立即进行补充扫描,从而获得完整的解剖式印模,避免出现缺陷印模。该研究亦采用 3D 打印技术制作树脂铸型,最终完成的可摘局部义齿在患者口内试戴合适,患者对义齿的使用效果满意,结果与本研究结果一致。

与传统蜡型带模铸造不同的是 3D 打印形成的树脂铸型可以不用翻制耐火模型,直接脱模铸造,节省了时间和成本^[13],但可摘局部义齿金属板、杆或卡环等部件菲薄,包埋操作过程或包埋料固化产热可能会导致义齿部件的轻微移位或变形,影响义齿精度,对形状复杂、制作难度较大的树脂支架铸型也可通过耐火模型带模铸造来帮助抵抗包埋铸造过程中的变形和移位,保证义齿质量^[14]。Han 等^[15]研究报道通过 RP 技术直接用钴铬合金成型制作可摘局部义齿支架,不需要制作铸型和包埋铸造的中间环节,从而减少由此带来的误差,但该方法制作成本和费用很高,相关报道亦较少见,仍需进一步研究。

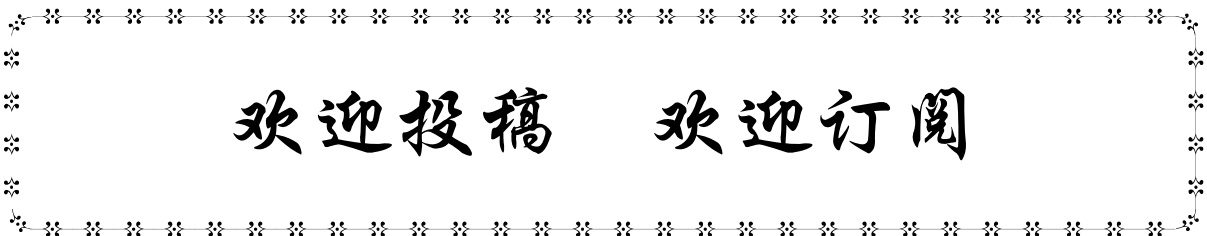
相信随着 CAD 软件的不断优化、口内扫描和快速金属直接成型等技术的发展,CAD/CAM/RP 技术的优势和潜能会更加显著,在可摘局部义齿制作方面具有广阔的应用前景。

[参考文献]

- [1] Patzelt SB,Emmanouilidi A,Stampf S,et al. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners[J]. Clin Oral Investig,2014,18(6):1687-1694
- [2] Mously HA,Finkelman M,Zandparsa R,et al. Marginal and internal adaptation of ceramic crown restorations fabricated with CAD/CAM technology and the heat-press technique[J]. J Prosthet Dent,2014,112(2):249-256
- [3] Aboul-Hosn Centenero S,Hernández-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery:CAD/CAM surgical splints

- and prediction of the soft and hard tissues results-our experience in 16 cases[J]. J Craniomaxillofac Surg, 2012, 40(2): 162-168
- [4] Zinser MJ, Mischkowski RA, Sailer HF, et al. Computer-assisted orthognathic surgery: feasibility study using multiple CAD/CAM surgical splints [J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol, 2012, 113(5): 673-687
- [5] Williams RJ, Bibb R, Rafik T. A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying[J]. J Prosthet Dent, 2004, 91(1): 85-88
- [6] Torabi K, Farjood E, Hamedani S. Rapid prototyping technologies and their applications in prosthodontics, a review of literature[J]. J Dent, 2015, 16(1): 1-9
- [7] Strub JR, Rekow ED, Witkowski S. Computer-aided design and fabrication of dental restorations: current systems and future possibilities[J]. J Am Dent Assoc, 2006, 137(9): 1289-1296
- [8] Wu F, Wang X, Zhao X. A study on the fabrication method of removable partial denture framework by computer-aided design and rapid prototyping[J]. Rapid Protot J, 2012, 18(8): 318-323
- [9] Derby B. Printing and prototyping of tissues and scaffolds [J]. Science, 2012, 338(619): 921-926
- [10] Lima JM, Anami LC, Araujo RM, et al. Removable partial dentures: use of rapid prototyping[J]. J Prosthodont, 2014, 23(7): 588-591
- [11] Barsby MJ, Schwarz WD. The qualitative assessment of cobalt-chromium castings for partial dentures[J]. Br Dent J, 1989, 166(6): 211-216
- [12] Kattadiyil MT, Mursic Z, Alrumaih H, et al. Intraoral scanning of hard and soft tissues for partial removable dental prosthesis fabrication[J]. J Prosthet Dent, 2014, 112(3): 444-448
- [13] Bortun C, Sandu L, Porojan S. Wax up failures in the removable partial dentures technology using light curing materials[J]. Eur Cell Mater, 2006, 11(2): 17
- [14] Swelem AA, Abdelnabi MH, Al-Dharrab AA, et al. Surface roughness and internal porosity of partial removable dental prosthesis frameworks fabricated from conventional wax and light-polymerized patterns: a comparative study [J]. J Prosthet Dent, 2014, 111(4): 335-341
- [15] Han J, Wang Y, Lü P. A preliminary report of designing removable partial denture frameworks using a specifically developed software package[J]. Int J Prosthodont, 2010, 23(4): 370-375

[收稿日期] 2016-04-18



欢迎投稿 欢迎订閱