

不同加工方法及材料制作部分贴面的边缘形貌分析

王睿捷¹ 刘 敏¹ 宋丹阳¹ 杨 随¹ 王 乔² 王 磊^{1△} 冯海兰^{1△}

(北京大学口腔医学院·口腔医院, 1. 修复科, 2. 义齿加工中心 国家口腔疾病临床医学研究中心 口腔数字化医疗技术和材料国家工程实验室 口腔数字医学北京市重点实验室国家工程实验室, 北京 100081)

[摘 要] 目的: 比较采用粉浆堆塑工艺、热压铸造工艺及计算机辅助设计/计算机辅助制造(computer aided design/ computer aided manufacturing ,CAD/CAM) 技术制作的不同材料部分贴面的边缘形貌。方法: 选择无明显磨损、龋坏, 表面釉质光滑完整的人前磨牙 30 颗, 随机分为 5 组, 每组 6 颗, 分别采用耐火代型粉浆堆塑工艺制作 Noritake[®] 长石质烤瓷部分贴面, 热压铸造工艺制作 IPS E. max Press 部分贴面, CAD/CAM 技术制作 VITA Mark II、VITA Suprinity、VITA Enamic 部分贴面。部分贴面试件粘接完成后, 按照临床步骤进行边缘修整及抛光, 获得在离体牙上粘接完成的部分贴面。通过肉眼观察、扫描电镜及色散能谱, 记录并分析部分贴面边缘微观形貌及粘接剂暴露宽度。结果: 不同加工方式及材料的部分贴面在粘接后经过修整、抛光, 可获得肉眼可见的较光滑的材料表面及菲薄的刃状边缘。Noritake 烤瓷组边缘较粗糙, 粘接剂带状暴露量为(106.00 ± 9.17) μm; E. max Press 组边缘较平整, 粘接剂暴露量为(138.33 ± 20.59) μm; Enamic 组边缘平滑, 粘接剂暴露宽度较大, 为(186.00 ± 5.66) μm; Mark II 组与 Suprinity 组边缘虽有粗糙不平, 但粘接剂暴露较少, 分别为(50.67 ± 7.51) μm 及(65.67 ± 17.90) μm; 除 Mark II 组与 Suprinity 组外, 其余各组间差异均有统计学意义。结论: 不同加工方法及材料制作的部分贴面, 经过粘接、修整及抛光后, 均可获得刃状边缘, 但各组粘接剂有不同程度暴露, 暴露量大小为 Mark II 组/Suprinity 组 < Noritake 组 < E. max Press 组 < Enamic 组, 可见不同加工方式和材料制作的部分贴面边缘形貌存在差异。

[关键词] 部分贴面; 边缘形貌; 粉浆堆塑; 热压铸造; 计算机辅助设计

[中图分类号] R783.3 [文献标志码] A [文章编号] 1671-167X(2019)01-0093-07

doi: 10.19723/j.issn.1671-167X.2019.01.017

Analysis of edge morphology of partial veneers made by different processing techniques and materials

WANG Rui-jie¹, LIU Min¹, SONG Dan-yang¹, YANG Sui¹, WANG Qiao², WANG Lei^{1△}, FENG Hai-lan^{1△}

(1. Department of Prosthodontics, 2. Dental Laboratory, Peking University School and Hospital of Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & National Engineering Laboratory for Digital and Material Technology of Stomatology & Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology, Beijing 100081, China)

ABSTRACT Objective: To compare the edge morphology of partial veneers made of different materials by slurry molding, heat-pressed and computer aided design/computer aided manufacturing (CAD/CAM) techniques. **Methods:** Thirty premolars with smooth surface and intact enamel were selected and randomly divided into five groups, 6 specimens for each group. Group A were made from feldspathic porcelain (Noritake[®]) by slurry molding, while Group B were made from lithium disilicate glass ceramic (IPS E. max[®] Press) by heat-pressed. Group C/D/E were respectively made from feldspar porcelain block (VITA Mark II[®]), zirconia-reinforced glass ceramic (VITA Suprinity[®]) and hybrid ceramic with a ceramic-polymer network (VITA Enamic[®]) by CAD/CAM techniques. All the partial veneers luted with light-cured composite resin. Then the partial veneers were trimmed and polished to achieve the smooth finishing margin, clinical polishing sets were used according to the product descriptions. Scanning electron microscope (SEM) was used to observe the edge morphology of prostheses and the exposure of resin cements. **Results:** The smooth surface and knife-like edge of the partial veneers could be obtained after bonding, trimming and polishing. The edges of Group A were slightly rough and the width of the exposed adhesive was (106.00 ± 9.17) μm. In Group B, the edges were smoother than Group A, and the exposed wide adhesive strip was visible, which was (138.33 ± 20.59) μm. In Group E, the edges were

基金项目: 国家自然科学基金(81470770)和北京大学口腔医院临床新技术新疗法项目(PKUSSNCT-13B04) Supported by the National Natural Science Foundation of China (81470770) and the New Clinical Techniques and Therapies of Peking University School and Hospital of Stomatology (PKUSSNCT-13B04)

△ Corresponding author's e-mail, wanglei_dentist@163.com, kqfenghl@bjmu.edu.cn

网络出版时间: 2019-4-9 9:14:52 网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4691.R.20190108.1030.005.html>

smooth too , and the width of exposed adhesive strip was (186.00 ± 5.66) μm. The edges of Group C and Group D were rough and uneven , and the adhesive was rarely exposed , they were (50.67 ± 7.51) μm and (65.67 ± 17.90) μm. There were all significant differences between two groups , except Group C and Group D. **Conclusion:** After trimming and polishing in accordance with clinical procedures , the expected knife-like edge can be obtained in all groups. The width of the exposed resin adhesive of each group is different , the order: Mark II /Suprinity < Noritake < E. max Press < Enamic. The edge morphology of partial veneers in different processing technic and materials are different.

KEY WORDS Partial veneer; Edge morphology; Slurry molding; Heat-pressed; Computer aided design

瓷贴面修复是牙体缺损及美学修复的重要手段 ,具有良好的美学性能及生物相容性。近年来 ,由于材料科学的发展及临床技术的进步 ,更多医生强调在设计修复体时应尽量减少对健康牙体组织的预备^[1] ,微创修复越来越受关注 ,其中包括部分贴面修复技术。部分贴面常被运用于牙体颜色及牙髓活力正常、牙体组织因外伤或龋损等造成小范围缺损的患牙 ,或用于关闭牙间隙等病例^[2] ,现有关部分贴面的病例报道均获得较好的临床效果^[3-5]。部分贴面可进一步减小牙体预备量 ,以尽量少的牙体硬组织损伤和治疗痛苦满足修复的生物学原则^[1]。

有很多不同的材料及加工方法可用于瓷贴面修复。长石质瓷由于出色的透明性成为瓷贴面修复重要材料 ,尤其是部分贴面 ,但长石质瓷的主要缺点是挠曲强度仅有 70 ~ 90 MPa^[6] ,在加工制作及临床操作中易发生破坏;硅酸锂基玻璃陶瓷因具有更高的挠曲强度而被广泛应用;树脂陶瓷复合材料也由于具备良好的挠曲强度和美学性能而被逐渐开发和应用。近年来 ,修复体的加工方式也随修复材料的发展而改变 ,计算机辅助设计/计算机辅助制造(computer aided design/computer aided manufacturing , CAD/CAM)加工方法较传统的粉浆堆塑及热压铸加工方法可以获得更精确的加工精度 ,并可使用更多性能更优的材料。

由于不需要去除过多的健康牙体组织 ,部分贴面与天然牙体组织的交界线由隐蔽区域转移到唇面等相对可视区域 ,这就要求部分贴面边缘能够被隐藏起来。临床上一般通过将修复体边缘加工及抛光成极薄的厚度^[7-8] ,利用材料的透明性及粘接剂的

合理选择来实现这一目的。一个良好、密合、自然过渡的粘接边缘形貌对部分贴面临床上达到优良的美学效果及长期稳定的修复效果有着重要作用^[9] ,目前并未见文献对于部分贴面粘接后边缘形貌结构的观察报道。

为了解不同加工方法及材料制作的部分贴面的边缘结构、微观形貌及粘接剂暴露情况 ,本研究进行了体外肉眼观察及电子显微镜观察分析 ,希望更深入了解部分贴面边缘形貌 ,为探究不同加工方法及材料制作部分贴面提供参考信息。

1 材料与方法

1.1 实验材料

采用北京大学口腔医院牙槽外科门诊因正畸减数拔除 1 个月内的无龋坏、无明显磨损的前磨牙标本 30 颗 ,贮存于室温下 0.02% (质量分数)叠氮化钠中。随机分为 A、B、C、D、E 共 5 组 ,每组 6 颗离体牙标本(A ,粉浆堆塑-长石质瓷; B ,热压铸-E. max Press; C ,CAD/CAM-Mark II ; D ,CAD/CAM-Suprinity; E ,CAD/CAM-Enamic) ,详见表 1。

1.2 试件制作

1.2.1 牙体预备 由同一临床医师使用金刚砂车针(Dia-Burs ,MANI ,Vietnam)进行部分贴面牙体预备。在离体牙近中颊面预备部分贴面 ,修复体由中央向四周逐渐变薄 ,中央最厚厚度为 0.5 mm。预备体边缘采用无肩台设计(刃状)在备牙区域可形成较平滑的斜面 ,与未预备区域的牙体自然弧面形成肉眼可见的清晰边缘。在贴面中央位置制备长 2 mm、宽 1 mm、深 0.5 mm 的凹槽(图 1) ,辅助贴面准确就位。

表 1 部分贴面材料特征和产品信息

Table 1 Characteristics and information of materials for partial veneer

Group	Material	Manufacturer	Color/size	Class/terminology
A	Feldspathic porcelain	Noritake Dental Inc. , Japan	A2	High-temperature feldspathic porcelain powder
B	IPS E. max Press	Voclar Vivadent , Liechtenstein	A2	Lithium disilicate ceramic
C	Mark II	VITA Zahnfabrik , Germany	A2/C14	Feldspathic porcelain
D	Suprinity	VITA Zahnfabrik , Germany	A2/C14	Zirconia reinforced glass-ceramic
E	Enamic	VITA Zahnfabrik , Germany	2M2/C14	Polymer-infiltrated ceramics

1.2.2 贴面制作 A组利用技工用硅橡胶(Elite Double 22,Zhermack,Italy)制取印模,灌制耐火代型,采用长石质瓷粉按说明书推荐比例混合瓷粉专用液,粉浆分层堆塑制作长石质烤瓷部分贴面。贴面烧结完成后,磨除多余耐火代型材料,利用0.1%(体积分数)盐酸洗去剩余耐火代型材料。B组利用硅橡胶制取印模,灌制V型石膏(Royal Rock,Pemaco,USA)模型,在预备体模型终止线0.5 mm内均匀涂布薄层间隙剂,制作蜡型,包埋,利用预热的瓷块在915℃下压铸(EP 5000,Ivoclar Vivadent),热压铸完成后,利用50 μm玻璃珠喷砂去除包埋材料。C、D、E组预备体使用Cerec3系统口内扫描仪扫描试件,将扫描后3D光学图像转移至CAD软件(Cerec inLab 3D Software,Sirona,Bensheim,Germany)中,在数字模型上自动检测预备终止线并标记,将粘接剂厚度设置为80 μm,最小厚度为0.3 mm,软件自动匹配形成单个贴面形态,用CAM系统(Cerec inLab 3D Software)分别切削Mark II、Suprinity、Enamic三种瓷块材料的部分贴面修复体,Suprinity组切削结束后烧结制作完成。

1.2.3 贴面粘接 所有贴面制作完成后试戴并确认就位准确无误后,贴面粘接面用4.5%(体积分数)氢氟酸(IPS Ceramic Etching Gel,Ivoclar Vivadent,Liechtenstein)处理1 min,清水冲洗20 s,吹干后涂布硅烷偶联剂30 s,再次吹干,重复1~2次,涂布粘接剂(RelyX™ Veneer,3M ESPE,USA);牙体粘接面用35%(体积分数)磷酸(Etch35 Gel,GLUMA,Germany)酸蚀30 s,清水冲洗20 s,吹干,涂布2次,吹干后使用透明色树脂水门汀(RelyX™ Veneer,3M ESPE,USA)粘接。贴面粘接后,核对贴面准确就位,去除边缘多余粘接剂,彻底光照固化。

1.2.4 贴面修整及抛光 各组样本在粘接完成后均采用金刚砂车针进行部分贴面边缘修整,至贴面边缘与牙体组织形态过渡自然,获得最终刃状边缘形态。A、B、C组试件采用临床专用瓷抛光套装(Porcelain Adjustment Kit,松风,日本;CeraMaster,松风,日本)(图2A)按推荐顺序及转速进行贴面边缘抛光,D组试件采用Suprinity配套抛光套装(Vita Suprinity Polishing Set Clinical,VITA Zahnfabrik,Germany)(图2B)顺序抛光,E组试件采用混合树脂类通用抛光套装(GC06 Intraoral Twist Polisher Kit for Poly Ceramics,Meisinger,Germany)(图2C)进行抛光,所有抛光步骤由同一临床医师操作,抛光轮旋转方向与边缘线平行。

1.3 边缘形貌观察及测量

完成部分贴面试件的制作、粘接、修整及抛光后,首先对试件进行观察,查看边缘线是否可辨认,是否存在肉眼可见的台阶等。

将所有试件进行充分干燥、喷金处理,利用电子显微镜(EVO 18,Zeiss,Oberkochen,Germany)在低倍镜下观察部分贴面整体边缘区域,高倍镜下观察边缘的微观形貌,对比分析不同加工方法及材料制作的部分贴面修复体边缘形貌异同。采用电子显微镜色散能谱(energy dispersive spectrometer,EDS)进行边缘不同区域扫描能谱分析,明确边缘各区域元素组成,进一步明确及验证材料边界及粘接剂暴露情况。于部分贴面唇面边缘中央取3点,各点相距3 mm,测量该区域边缘暴露的粘接剂条带宽度,每个区域测量3次,取平均值,得出部分贴面边缘区域粘接剂暴露条带宽度大小,测量由同一实验人员操作。

1.4 统计学分析

各组实验数据具有方差齐性(Levene's test, $P < 0.05$),使用SPSS 20.0软件对5组实验数据进行单因素方差分析,结果以均数±标准差表示。组间两两比较使用S-N-K法,当 $P < 0.05$ 时认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肉眼观察

各组部分贴面粘接并经过临床修整及抛光程序,贴面边缘逐渐移行变薄,呈菲薄刃状形态,最终止于预备体原定预备终止线周围(图3)。Noritake组边缘平整,与牙面无明显台阶,牙面湿润状态下较难分辨出贴面边缘位置,充分干燥后可见边缘部分瓷材料因抛光损失,边缘线不光滑(图3A)。E.max Press组边缘线平滑连续,未探及与牙面形成台阶,牙面湿润状态下难以分辨贴面边缘线(图3B)。Mark II及Suprinity组边缘较平滑,探针划过牙面可探及微小转角,牙体干燥状态下可分辨贴面边缘(图3C)。Enamic组边缘光滑连续,未探及台阶,部分贴面表面经抛光后呈哑光感,肉眼可由光泽度差异分辨贴面边缘(图3D)。

2.2 EDS扫描结果

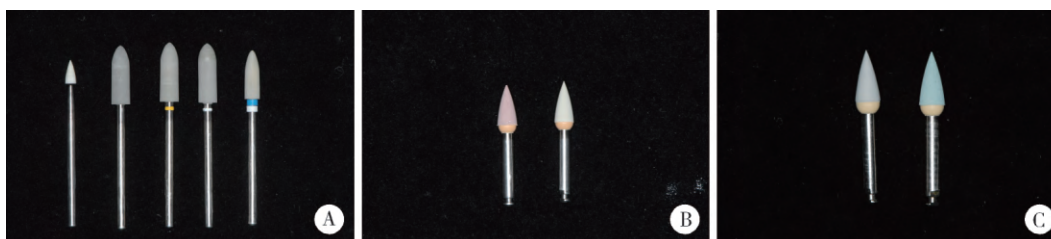
部分贴面试件边缘选取牙釉质、粘接剂、贴面材料区域进行能谱分析(图4左),以验证边缘判断的准确性。牙釉质峰值图中位于0.30、0.55、2.00、3.70 keV附近谱峰分别对应碳(C)、氧(O)、磷(P)、钙(Ca)的结合能,该点主要组成元素及原子百分比为:C 24.75%、O 49.09%、P 8.82%、Ca 17.33% 符

合牙釉质组成基本元素(图4A)。粘接剂峰值图中位于0.30、0.55、1.20、1.75 keV附近谱峰分别对应C、O、钕(Nd)、硅(Si)的结合能,该点主要组成元素及原子百分比为:C 52.45%、O 29.46%、Si 17.62%、Nd 17.33%,反映出贴面粘接前处理剂组分及树脂粘接剂主要组分(图4B)。贴面峰值图中位于0.55、1.50、1.75及3.35 keV附近谱峰分别对应O、铝(Al)、Si、钾(K)的结合能,该点主要组成元素及原子百分比为:K 2.25%、Al 1.02%、O 68.09%、Si 28.64%,符合E.max 硅酸锂增强玻璃陶瓷基本元素组成(图4C)。综合色散能谱结果,明

确部分贴面边缘条带状即为粘接剂暴露。



图1 部分贴面牙体预备后照片
Figure 1 Photograph of tooth after preparation



A, Porcelain Adjustment Kit, CeraMaster; B, Vita Suprinity Polishing Set Clinical; C, GC06 Intraoral Twist Polisher Kit for Poly Ceramics.

图2 抛光套装
Figure 2 Polishing tools

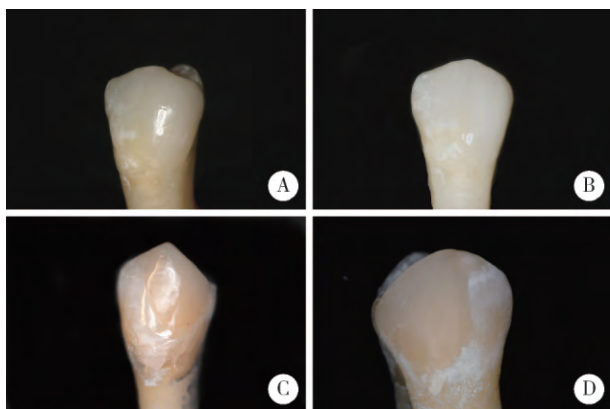


图3 Noritake 烤瓷(A)、E.max 热压铸瓷(B)、Mark II(C)及 Enamic(D)部分贴面照片
Figure 3 Photographs of the partial veneers of Noritake (A), E.max (B), Mark II (C) and Enamic (D)

2.3 扫描电镜结果

各种材料表面在电子显微镜下可观察到不同的表面微观形态(图5)。Noritake 组瓷材料表面经过抛光后较为光滑,仅见散在烧结孔隙存在于瓷材料表面,刃状边缘菲薄、较平滑,向牙体表面延伸可见带状粘接剂层(图5A)。E.max Press 组接近边缘处瓷表面光滑连续,边缘外侧可见暴露的宽大不规则条带状粘接剂层(图5B)。Mark II 组瓷表面可见空隙结构,边缘形态粗糙,未见条带形粘接剂(图5C)。Suprinity 组瓷表面光滑,在接近边缘处逐渐出现孔

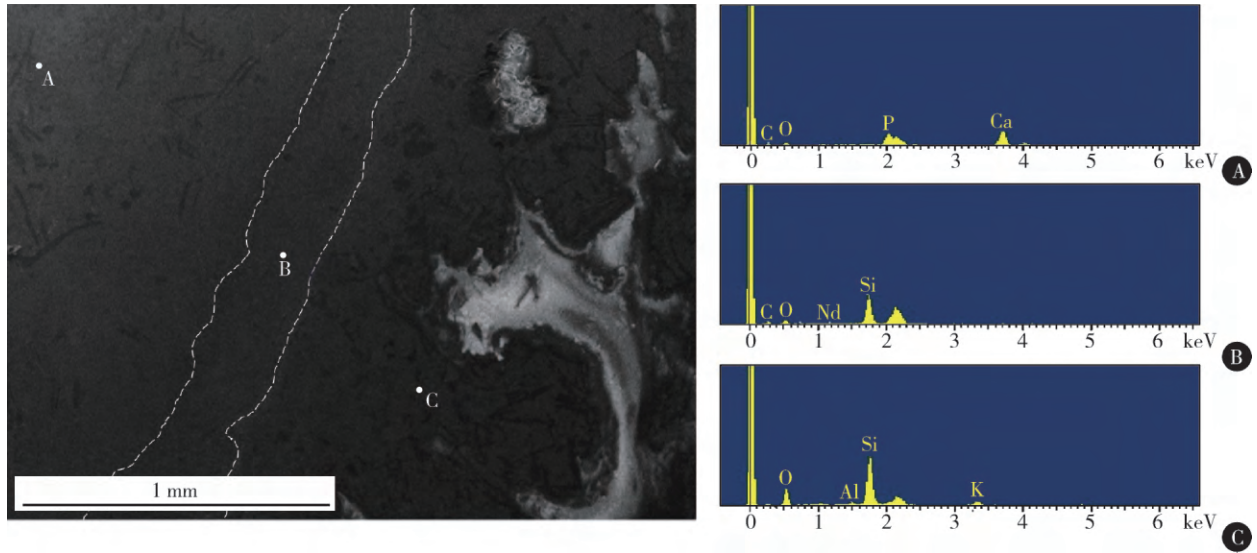
隙,边缘锯齿状,粘接剂残留较少(图5D)。Enamic 组相较于前4组瓷材料表面较为粗糙,可见密集细小孔隙及凸起,边缘平滑连续,可见宽大带状粘接剂层(图5E)。

2.4 边缘暴露粘接剂条带宽度测量结果

Noritake、E.max Press 以及 CAD/CAM 制作的 Mark II、Suprinity、Enamic 部分贴面边缘暴露的粘接剂宽度测量结果见表2。组内两两比较显示,除 Mark II 组与 Suprinity 组的边缘暴露粘接剂条带宽度差异无统计学意义外,其他各组任意两组比较其粘接剂条带宽度差异均有统计学意义($P < 0.05$)。各组边缘暴露的粘接剂条带宽度由小到大变化为:Mark II 组/Suprinity 组 < Noritake 组 < E.max Press 组 < Enamic 组。

3 讨论

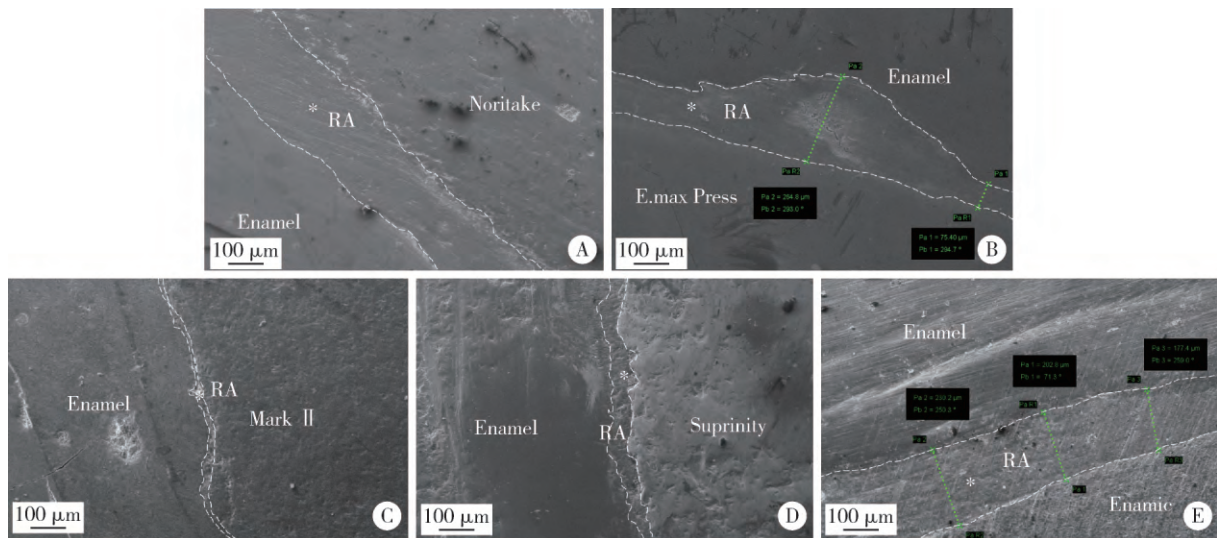
部分贴面的边缘一般处于唇面等可视区域,对最终修复体的临床效果影响很大。因而,部分贴面的边缘往往需要菲薄成刃状,与牙体移行,过渡自然^[10],其临床操作过程与全覆盖贴面有所不同。本实验中,除粉浆堆塑制作的烤瓷部分贴面能在加工阶段获得较为菲薄的边缘外,热压铸及 CAD/CAM 加工方式无法直接制作刃状边缘,需要通过粘接后的修整及抛光获得。



A , enamel; B , resin adhesive; C , veneer.

图4 部分贴面边缘能谱分析区域(左)及其扫描能谱照片(右)

Figure 4 The micrographs of the energy spectrum analysis area of partial veneers (left) and the scanning spectrums (right)



A , Noritake; B , E. max Press; C , Mark II; D , Suprinity; E , Enamic. * RA , resin adhesive.

图5 各种材料部分贴面边缘区域电子显微镜扫描照片

Figure 5 Scanning electron micrographs of the edge of partial veneers

表2 不同加工方法及材料的部分贴面的边缘粘接剂宽度 (n = 3)

Table 2 Width of adhesive of partial veneers made by different processing technic and materials (n = 3)

Group	Processing technic	Material	Width of adhesive/ μm , $\bar{x} \pm s$
A	Slurry molding	Noritake	106.00 \pm 9.17 ^a
B	Heat-pressed	E. max Press	138.33 \pm 20.59 ^b
C	CAD/CAM	Mark II	50.67 \pm 7.51 ^c
D	CAD/CAM	Suprinity	65.67 \pm 17.90 ^c
E	CAD/CAM	Enamic	186.00 \pm 5.66 ^d

Different superscript letters indicate statistically difference between groups ($P < 0.05$) . The groups with the same superscript letter indicate no statistical difference with other groups.

瓷贴面边缘因修整、抛光会产生不同程度的材料及粘接剂体积损失^[11-12],改变粘接后的微观边缘形貌,粘接剂会出现不同程度暴露。本实验肉眼观察及扫描电镜结果显示,E. max Press 组和 Enamic 组在抛光后仍保持较为平滑的边缘形态,向牙面移行可见宽大的粘接剂暴露,提示材料边缘及粘接剂在抛光过程中能保持完整性;Noritake 组边缘在抛光后稍有粗糙,但仍能保持基本的光滑连续;值得注意的是,Mark II 组和 Suprinity 组边缘肉眼较易分辨,边缘与牙面过渡形成微小转角,边缘粘接剂层暴露少,提示粘接剂经抛光后基本丢失。在 E. max Press 组中可见边缘暴露的粘接剂条带较其他组宽窄变化最大,推测可能由于牙体组织表面凹陷导致粘接剂存留造成。

各组部分贴面的边缘粘接剂暴露程度与部分贴面的边缘适合性^[13-14]、瓷材料与粘接剂的硬度及强度^[15-16]以及抛光等有关。边缘适合性、瓷材料与牙釉质硬度大小差异、抛光手段及过程均可能影响部分贴面边缘粘接剂的暴露情况。影响边缘形貌可能

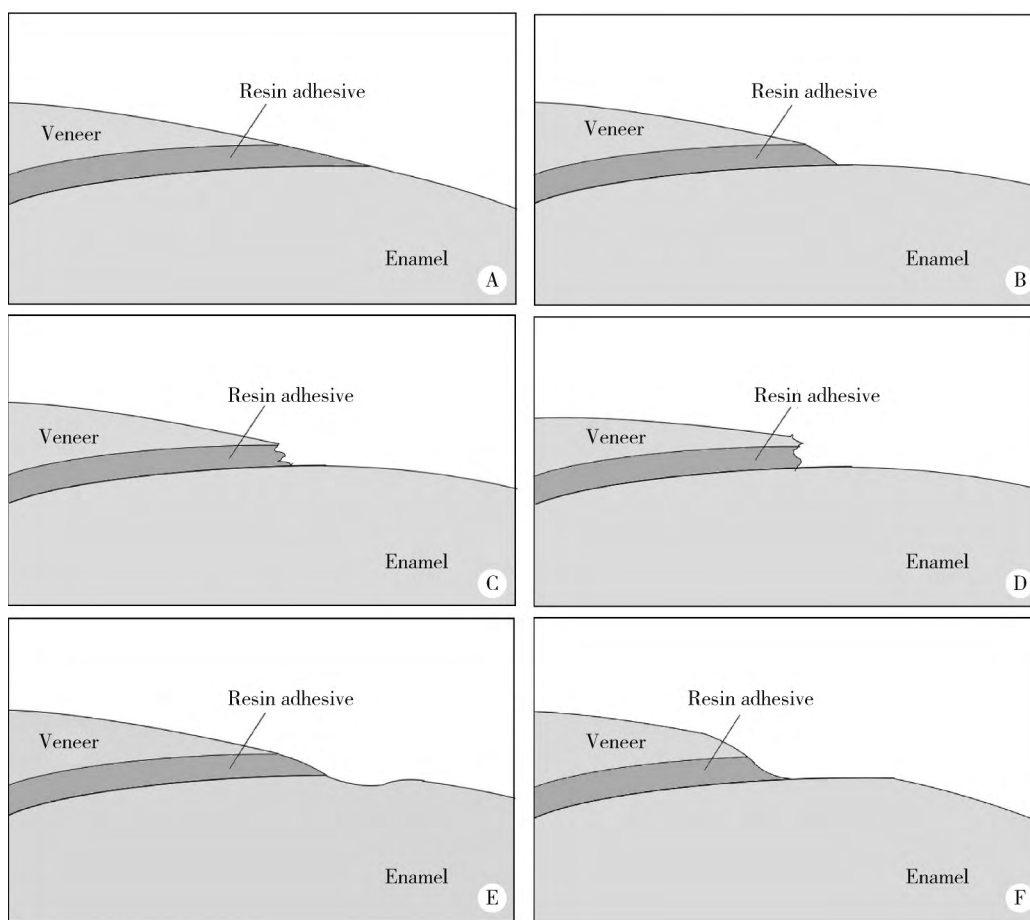
的原因分析如下。

3.1 边缘适合性

部分贴面的边缘适合性决定贴面边缘与牙体之间粘接剂充填的体积大小,若贴面边缘适合性较差,则导致贴面与牙体组织间充填的粘接剂体积增加,在经过边缘修整抛光后,暴露的粘接剂面积增加,导致微渗漏的风险增加^[17],所以部分贴面应保证良好的边缘适合性,以减少粘接剂暴露。

3.2 材料硬度与强度

部分贴面边缘微观形貌表现模式推测见图 6。若材料与釉质硬度相近、粘接剂强度大,修整抛光过程不发生断裂,将获得过渡自然的边缘形态(图 6A);若瓷材料与粘接剂的强度不同^[12],粘接剂磨损或断裂,修复体与牙体组织表面将形成微小的转角或台阶(图 6B、C);若在抛光过程中瓷材料及粘接剂受力发生断裂^[16],则出现明显台阶(图 6D);若瓷材料的硬度较牙釉质大,边缘抛光会造成釉质被过度打磨形成凹坑(图 6E);若瓷材料及粘接剂硬度明显小于牙釉质,则贴面边缘会被过度打磨损失(图 6F)。



A ,the expected knife-like edge; B ,abrasion of resin adhesive; C ,fracture of resin adhesive; D ,fracture of resin adhesive and veneer; E ,abrasion of enamel; F ,abrasion of veneer and resin adhesive.

图 6 部分贴面边缘纵断面示意图

Figure 6 Edge of vertical section schematic diagram of the partial veneer

3.3 抛光过程

部分贴面抛光过程中,若抛光不足则出现图 6C、D 的情况,抛光过度则出现图 6B、E、F 的情况,图 6B 提示粘接剂抛光过度,图 6E 提示牙釉质抛光过度,图 6F 为修复体抛光过度。所以,临床操作过程应根据瓷材料种类及其硬度正确选择配套的抛光材料,根据使用指南所推荐的顺序、转速、压力及旋转方向进行抛光,抛光操作规范、手法轻柔,最终才可形成过渡自然的边缘。

综上所述,使用不同加工方法及材料制作的部分贴面虽然都能获得肉眼不可见边缘,但是微观形貌不同。各组部分贴面边缘在经过抛光后呈现不规则形态并伴有不同程度的粘接剂暴露,粘接剂暴露可能会增加色素沉着、微渗漏发生概率,修复体边缘可能会在不同时间内出现台阶及染色,降低修复体美观及稳定性,影响牙周组织健康。因此,提示临床医师在选择部分贴面修复时,需要关注修复体材料,边缘抛光手段及粘接剂的选择。

参考文献

- [1] Gurel G. Porcelain laminate veneers: minimal tooth preparation by design [J]. Dent Clin North Am, 2007, 51(2): 419-431.
- [2] 刘峰. 微创和无创瓷贴面修复的适应范围[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2016, 17(6): 321-324.
- [3] D' Arcangelo C, Vadini M, D' Amario M, et al. Protocol for a new concept of no-prep ultrathin ceramic veneers [J]. J Esthet Restor Dent, 2018, 30(3): 173-179.
- [4] Farias-Neto A, Gomes EM, Sánchez-Ayala A, et al. Esthetic rehabilitation of the smile with no-prep porcelain laminates and partial veneers [J]. Case Rep Dent, 2015, 2015: 452765.
- [5] Vadini M, D' Amario M, De Angelis F, et al. No-prep rehabilitation of fractured maxillary incisors with partial veneers [J]. J Esthet Restor Dent, 2016, 28(6): 351-358.
- [6] 周玉. 陶瓷材料学[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2004.
- [7] Vanlioglu BA, Kulak-Ozkan Y. Minimally invasive veneers: current state of the art [J]. Clin Cosmet Investig Dent, 2014(6): 101-107.
- [8] 刘峰, 师晓蕊, 李祎, 等. 微创全瓷贴面修复临床应用初探[J]. 中华口腔医学杂志, 2012, 47(10): 614-617.
- [9] Gresnigt M, Ozcan M. Esthetic rehabilitation of anterior teeth with porcelain laminates and sectional veneers [J]. J Can Dent Assoc, 2011, 77: b143.
- [10] Sulik WD, Plekavich EJ. Surface finishing of dental porcelain [J]. J Prosthet Dent, 1981, 46(2): 217-221.
- [11] Stappert CF, Ozden U, Gerds T, et al. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation [J]. J Prosthet Dent, 2005, 94(2): 132-139.
- [12] Magne P, Versluis A, Douglas WH. Effect of luting composite shrinkage and thermal loads on the stress distribution in porcelain laminate veneers [J]. J Prosthet Dent, 1999, 81(3): 335-344.
- [13] Ghaffari T, Hamed-Rad F, Fakhrazadeh V. Marginal adaptation of Spinell InCeram and feldspathic porcelain laminate veneers [J]. Dent Res J (Isfahan), 2016, 13(3): 239-244.
- [14] Karagozoglu I, Toksavul S, Toman M. 3D quantification of clinical marginal and internal gap of porcelain laminate veneers with minimal and without tooth preparation and 2-year clinical evaluation [J]. Quintessence Int, 2016, 47(6): 461-471.
- [15] Zhi L, Bortolotto T, Krejci I. Comparative *in vitro* wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials [J]. J Prosthet Dent, 2016, 115(2): 199-202.
- [16] Pfeilschifter M, Preis V, Behr M, et al. Edge strength of CAD/CAM materials [J]. J Dent, 2018, 74: 95-100.
- [17] Ganapathy D, Sathyamoorthy A, Ranganathan H, et al. Effect of resin bonded luting agents influencing marginal discrepancy in all ceramic complete veneer crowns [J]. J Clin Diagn Res, 2016, 10(12): C67-C70.

(2018-10-11 收稿)
(本文编辑: 赵 波)