

## 两种正畸黏结剂黏结后牙颊面管的临床实用性比较

王发生<sup>1</sup>, 李东<sup>2</sup> (<sup>1</sup>北华大学附属医院口腔科, 吉林省吉林市 132011; <sup>2</sup>北华大学口腔医学院, 吉林省吉林市 132000)

### 文章亮点:

实验创新性地以体内实验比较 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂与 3M 化学固化黏结剂黏结后 4 个月内颊面管的脱落率, 结合体外实验比较两种黏结剂的黏结强度, 结果提示 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂较 3M 化学固化黏结剂更适合磨牙颊面管的黏结。

### 关键词:

生物材料; 口腔生物材料; 颊面管; 脱落率; 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂; 3M Unitek 化学固化黏结剂

### 主题词:

生物相容性材料; 树脂粘固剂; 牙科粘固剂; 正畸学, 矫正

### 摘要

**背景:** 目前正畸后牙多以黏结颊面管来替代黏结带环来控制牙齿位置和方向, 但磨牙位置靠后, 磨牙颊面管的黏结相对困难; 同时, 后牙咀嚼受力相对较大, 造成颊面管更易脱落。

**目的:** 探讨两种不同正畸黏结剂黏结牙颊面管的效果。

**方法:** 随机选择 60 例正畸治疗患者, 每例患者右侧上下第一磨牙均采用 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂黏结, 左侧上下第一磨牙均采用 3M Unitek 化学固化黏结剂黏结。详细记录 4 个月内颊面管黏结后的脱落情况。同时分别以 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂、3M Unitek 化学固化黏结剂黏结人离体第一磨牙, 模拟口腔正常环境和温度, 冷热循环 10 000 次后测定黏结抗剪切强度。

**结果与结论:** 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂组和 3M Unitek 化学固化黏结剂组的脱落率分别为 10.80% 和 24.10%, 两组间比较差异有显著性意义 ( $P < 0.05$ )。体外实验结果进一步证实两种黏结剂均能满足临床要求, 但 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂黏结强度高于 3M 化学固化黏结剂。提示 3M Transbond™ 光固化树脂黏结剂较 3M 化学固化黏结剂更适合磨牙颊面管的黏结。

王发生, 李东. 两种正畸黏结剂黏结后牙颊面管的临床实用性比较[J]. 中国组织工程研究, 2014, 18(16):2538-2543.

## Clinical comparison of two kinds of orthodontic adhesives bonding buccal tubes of posterior teeth

Wang Fa-sheng<sup>1</sup>, Li Dong<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Department of Stomatology, Hospital of Beihua University, Jilin 132011, Jilin Province, China; <sup>2</sup>Beihua University College of Oral Medicine, Jilin 132011, Jilin Province, China)

### Abstract

**BACKGROUND:** Currently, buccal tubes are mostly preferred rather than molar bands to control posterior tooth movement. However, the buccal tube is difficult to bind the molar because of its position. Meanwhile, due to the relatively large masticatory forces on the posterior tooth, the buccal tube is easier to drop off.

**OBJECTIVE:** To investigate the clinical effects of two kinds of adhesives bonding the buccal tube.

**METHODS:** Sixty orthodontic patients were selected randomly. The right side of the upper and lower first molars of each patient was bonded by 3M Transbond™ light-cured resin binder, and the left side of the upper and lower first molar of each patient was bonded by 3M chemical curing adhesive. Cases of buccal tube shedding were recorded within 4 months. Meanwhile, 3M Transbond™ light-cured resin binder and 3M chemical curing adhesive were used to bond the isolated human first molar, respectively. The normal oral environment and temperature were stimulated, and the shear bonding strength was measured after measured after 10 000 thermal cycles.

**RESULTS AND CONCLUSION:** The dropout rate of 3M Transbond™ light-cured resin binder and 3M chemical curing adhesive groups was 10.80% and 24.10% respectively, and there was a significant difference ( $P < 0.05$ ).

*In vitro* experiments confirmed that two kinds of adhesives could meet the clinical requirements, but 3M Transbond™ light-cured resin binder was better than 3M chemical curing adhesive. These findings indicate that compared with 3M chemical curing adhesive, 3M Transbond™ light-cured resin binder is more suitable for the binding between the molar and buccal tubes.

**Subject headings:** biocompatible materials; resin cements; dental cements; orthodontics, corrective

Wang FS, Li D. Clinical comparison of two kinds of orthodontic adhesives bonding buccal tubes of posterior teeth. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2014;18(16):2538-2543.

王发生, 男, 1977 年生, 辽宁省宽甸县人, 汉族, 2007 年佳木斯大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事口腔临床医学研究。

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2014.16.013  
[http://www.crter.org]

中图分类号:R318

文献标识码 A

文章编号:2095-4344

(2014)16-02538-06

稿件接受: 2014-02-23

Wang Fa-sheng, Master, Attending physician, Department of Stomatology, Hospital of Beihua University, Jilin 132011, Jilin Province, China

Accepted: 2014-02-23

## 0 引言 Introduction

正畸矫正过程中磨牙通常黏结带环, 通过带环和弓丝控制牙齿位置和方向。随着材料的发展进步, 磨牙矫正开始应用颊面管来替代带环, 既减少就诊次数, 又提高了矫正效率并保证矫正效果。同时, 后牙颊面管的体积较小, 与带环相比较减少了对牙周组织的刺激。因此, 保证颊面管的黏结效果十分重要。由于口腔空间有限, 磨牙位置靠后, 磨牙颊面管的黏结相对困难。同时, 后牙咀嚼受力相对较大, 造成颊面管更易脱落<sup>[1]</sup>, 因此, 对后牙颊面管的黏结效果有较高要求<sup>[2-3]</sup>。

3M黏结剂目前临床应用比较普遍, 化学固化型和光固化型都普遍用于黏结正畸附件。3M光固化黏结剂可以将金属和陶瓷托槽及后牙颊面管黏结到牙齿表面, 分为注射器型及胶囊型。该黏合剂采用光固化技术, 在减少工作时间的同时确保准确的托槽定位。光固化黏结剂的黏度设计, 旨在防止黏结剂出现不黏合, 以及托槽漂移等现象, 从而节省材料成本, 减少黏结剂的浪费, 并增加控制和便利性。注射器型光固化黏结剂还有可更换系统可以选择。3M光固化黏结剂(3M Transbond™)最大的优点在于其固化速度快, 可即刻进行弓丝结扎, 从而使医生能够在更短时间内完成黏结过程, 同时由于光固化之前有充足时间进行托槽及颊面管的定位, 保证黏结位置的准确性, 初学者也可在专业老师的指导下进行操作。3M Unite™化学固化黏结剂在粘接强度、黏结可靠性、操作便利和定位快速等方面有优势。为获得较高的粘接强度, 3M Unite™化学固化黏结剂允许充足的工作时间, 能快速固定, 允许弓丝在仅4 min内加载。Unite黏结剂具有流动性, 可顺利渗入网状底板或带倒凹黏结底板内, 形成牢固的底板-釉质间黏结, 并以预填注射器的形式供应, 便于使用的注射器装, 可用于黏结聚碳酸酯底板。

杜晓岩等<sup>[1]</sup>比较3M自酸蚀封闭剂+3M光固化黏结剂与GC光固化正畸黏结剂在唾液污染条件下黏结颊面管的性能, 发现两种黏结剂的抗剪切强度及抗拉伸强度差异均有显著性意义( $P < 0.05$ ), GC光固化正畸黏结剂黏结强度大于3M自酸蚀黏结剂; 在剪切力和拉伸力作用下, GC光固化正畸黏结剂的黏结剂残留指数(ARI)小于3M自酸蚀黏结剂, 二者差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 表明GC光固化正畸黏结剂性能较佳, 对釉质损伤小, 适合用于隔湿效果差的磨牙黏结颊面管。有研究评价不同黏结剂用于光固化复合树脂充填体表面托槽黏结的效果, 试验制作10个自凝树脂长方体试件, 在其4个表面制备窝洞并行光固化复合树脂充填, 将40个树脂充填体随机分为A、B、C、D组(每组10个), 分别用京津釉质黏结剂、3M Unite™化学固化黏结剂、3M Transbond™光固化黏结剂和可乐丽菲露AP-X光固化复合树脂黏结金属托槽, 进行抗剪切强度测试, 并测评光固化树脂面黏结剂残留指数(ARI积分)。结果显示A-D组黏结剂的抗剪切强度分别为(7.763±1.240), (8.231±0.338),

(8.654±0.916), (8.349±0.820)MPa, 4种黏结剂的抗剪切强度均达到临床要求, 其中C组与A组的抗剪切强度差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 其余各组间的抗剪切强度差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 各组的ARI积分差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 表明在经过打磨粗糙表面处理后的光固化复合树脂表面黏结托槽时, 4种黏结剂均能满足临床要求, 其中3M Transbond™光固化黏结剂产生的抗剪切强度最大。本文通过临床操作比较了3M光固化树脂黏结剂与3M化学固化黏结剂黏结后4个月内颊面管的脱落率, 并结合体外实验测试进一步验证两种黏结剂效果。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

**设计:** 自体对照临床观察+体外实验。

**时间及地点:** 于2011年2月至2013年10月在北华大学附属医院口腔正畸科完成。

**对象:** 从2011年2月至2013年10月就诊于北华大学附属医院口腔正畸科的患者中, 随机选择安氏I类(中性错殆)错殆畸形患者共60例, 其中女42例, 男18例; 年龄19-35岁, 平均26.6岁。选择的患者都采用标准直丝弓矫正技术进行正畸治疗。

**纳入标准:** 黏结颊面管的磨牙牙齿表面无釉质发育不全者; 上下颌咬合关系正常并无锁殆、反殆等问题者。

**临床观察分组:** 每位患者的右侧上、下第一磨牙颊面均采用3M Transbond™光固化树脂黏结剂黏结(右侧光固化组); 每位患者的左侧上、下第一磨牙颊面均采用3M化学固化黏结剂黏结(左侧化学固化组)。采用自身对照, 60例患者以左右侧对照分组。黏结过程中, 严格按照相关黏结标准操作规范, 并由同一名医生完成。同时结合体外离体牙实验测试, 进一步验证两种黏结剂效果。选择口腔颌面外科拔除的牙齿(均为第一磨牙)20颗, 要求选择牙齿颊面完好, 可以进行离体牙颊面黏结颊面管实验操作。供者对实验知情同意。A组随机选择10颗离体牙进行3M Transbond™光固化树脂黏结剂黏结, B组利用其余10颗进行3M化学固化黏结剂黏结颊面管。

**材料:** 3M Transbond™光固化树脂黏结剂(美国3M Unitek Orthodontic Products), 3M Unitek化学固化黏结剂(美国3M Unitek Orthodontic Products), 单管网底直丝弓后牙颊面管(3M公司), 37%磷酸酸蚀剂(美国3M)。

**方法:**

**体内实验:** 黏结前常规清洁牙齿表面, 统一采用37%磷酸酸蚀60 s后冲洗, 吹干, 常规隔湿<sup>[4-5]</sup>。

**右侧光固化组:** 3M Transbond™光固化树脂黏结剂黏结牙齿表面经37%磷酸酸蚀冲洗吹干后, 用3M光固化树脂黏结剂黏结颊面管, 先用小毛刷配合医师将黏结液涂于牙面后光照20 s, 在将3M光固化树脂黏结剂均匀涂布在颊面管的网底背板上, 颊面管就位后, 去除颊面管网底背板四周边缘多余的黏结剂, 在颊面管的近中、远中、龈向和

殆面方向各光照40 s。

左侧化学固化组: 3M化学固化黏结剂黏结牙齿表面经37%磷酸酸蚀并吹干后, 先用相同规格的正畸小毛刷将黏结液均匀地涂于牙齿表面和颊面管网底部, 再涂适量3M化学固化黏结剂于颊面管网底背板上, 并将颊面管正确黏结在牙齿的颊面部位, 除去颊面管背板周围溢出的多余黏结剂<sup>[6]</sup>。

对于每位患者初戴矫治器后, 医生应对每位患者进行初戴后的口腔卫生护理方面进行指导, 确保初戴后的患者饭后都能按照要求认真刷牙, 防止龋坏并保护好矫治器, 勿用牙齿咀嚼过硬食物, 防止非正常力量造成脱落。患者应每4周复诊1次, 记录每次复诊颊面管脱落的情况<sup>[7]</sup>。

**体外实验:** 利用体外实验进一步比较两种黏结剂黏结强度。选择北华大学附属医院口腔颌面外科拔除的牙齿, 要求选择牙齿颊面完好, 可以进行离体牙颊面黏结颊面管实验操作, 供者对实验知情同意。A组随机选择10颗离体牙进行3M Transbond™光固化树脂黏结剂黏结, B组利用其余10颗进行3M化学固化黏结剂黏结颊面管。体外实验是将两种黏结剂分别黏结被测的离体牙牙面上, 常规进行离体牙牙面的酸蚀, 吹干, 涂布黏结剂后, 进行冷热循环的相应处理, 采用4℃ 30 s, 50℃ 30 s循环, 模仿口腔正常环境和温度, 进行循环10 000次后测定粘接抗剪切强度<sup>[8-10]</sup>。测试方法为将离体牙试件取出后用万能测试机进行抗剪切强度的测定。固定样本时, 用夹具夹紧离体牙试件的下半部分, 实验机的运动臂固定一剪切刀刃, 使剪切刀刃能够通过颊面管管翼, 并且剪切方向和托槽底面平行。测试前, 用游标卡尺计算托槽底板面积, 输入底面积, 刀具以1 mm/min的速度匀速向下剪切, 直到颊面管被剪下。当颊面管脱落时仪器自动记录此时对每个样本施加的剪切力值, 并换算成抗剪切强度(MPa)。测试机见图1。



图1 检测抗剪切强度的万能测试机

Figure 1 Universal testing machine for measurement of shear bonding strength

**主要观察指标:** 两种不同正畸黏结剂黏结牙颊面管的效果。

**统计学分析:** 用统计学软件SPSS 13.0对数据进行分析, 研究数据采用百分率表示, 进行临床观察组间率的比

较采用 $\chi^2$ 检验,  $P < 0.05$ 表明差异有显著性意义。体外实验测试的组间率的比较采用 $\chi^2$ 检验,  $P < 0.05$ 表明差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

**2.1 参与者数量分析** 60例患者与20颗离体牙均进入结果分析。

**2.2 记录颊面管的脱落情况** 对患者在正畸治疗4个月内颊面管脱落率进行比较, 右侧3M光固化组颊面管脱落率为10.80%(13/120), 左侧3M化学固化组颊面管脱落率为24.10%(29/120), 临床观察两组颊面管脱落率差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。

**2.3 体外实验情况** 由于正畸治疗过程中颊面管与牙齿表面的粘接为半永久性粘接, 黏结的力量需要既可以承受正常的正畸矫治力, 而且颊面管需要在口内维持较长的时间(正畸需要的时间), 又要在正畸治疗结束后易于去除它。已有研究证明有效正畸粘接强度为6-8 MPa<sup>[11]</sup>, 因此, 颊面管的黏结力不需要特别大又要保证治疗过程中不易脱落。体外实验是将两种黏结剂分别黏结被测的离体牙牙面后, 将粘接样本置于36.8℃的恒温水浴箱中水浴24 h, 然后取出在人工唾液中进行冷热循环处理, 4℃ 30 s, 50℃ 30 s, 模仿口腔正常环境和温度<sup>[12]</sup>, 进行循环10 000次后测定粘接抗剪切强度。比较二者的黏结强度, 3M Transbond™光固化组抗剪切强度为(8.306±0.120) MPa, 3M化学固化组抗剪切强度为(6.881±0.310) MPa。两者抗剪切强度均已到达临床操作要求。

## 3 讨论 Discussion

随着材料的发展进步, 后牙开始黏结颊面管来替代黏结带环, 既减少就诊次数, 又提高了矫正效率并保证矫正效果。同时, 后牙颊面管的体积较小, 与带环相比较减少对牙周组织刺激。因此, 保证颊面管的黏结效果十分重要。然而口腔空间狭小, 磨牙位置靠后并且咀嚼受力较大, 给颊面管的黏结带来极大不便。

化学固化黏结剂和光固化复合树脂黏结剂都是目前口腔正畸科临床上常用的正畸黏结剂, 化学固化和光固化黏结剂的黏结强度都可以到达正畸要求<sup>[13-14]</sup>。但是由于用于后牙颊面管的黏结操作相对复杂, 位置靠后, 要求严格隔湿。3M Transbond™光固化复合树脂黏结剂与牙齿颊面的黏结能力强, 固化时间充足, 可操作时间长, 更有利于医生将颊面管黏结于牙齿颊面的正确位置上<sup>[15]</sup>。3M化学固化黏结剂与牙面黏结迅速, 黏结强度可以达到临床要求, 但医生操作时间相对减少, 需要医生经验丰富, 短时间内完成黏结操作<sup>[16]</sup>。实验结果显示, 3M Transbond™光固化树脂黏结剂和3M化学固化黏结剂的脱落率分别为10.80%和24.10%, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。3M Transbond™光固化树脂黏结剂较3M化学固化黏结剂更适合于后牙颊面管的黏结, 黏结过程中

## 口腔正畸附件带环和颊面管的区别:

正畸附件	简介	优点	缺点
带环	是比较早的用在磨牙上的附件, 由于早期黏结剂技术不过关, 单纯在磨牙牙面上黏结颊管, 会比较容易脱落, 因此将颊管焊接在一个带环上, 然后将带环再黏结在磨牙上。现在有很多厂家生产成品的大小型号不同的带环(一般称尚没有焊接颊管的带环叫光面带环)。由于带环本身是一个具有一定厚度的不锈钢的铁片, 因此在使用带环前, 需要将磨牙的两个邻面创造出一定的间隙, 这个过程叫分牙, 分牙常用的工具一般有分牙圈、分牙簧、铜丝等, 一般是分牙圈患者会感觉比较舒服。	从牙齿上脱落的概率较小。	由于带环是环绕牙齿一圈黏结的, 因此对牙齿的牙龈会有一定的刺激, 一定的压迫; 不容易清洁卫生; 由于带环本身的厚度, 一般在正畸结束拆掉带环后牙齿之间会留有一定的间隙, 这个间隙往往称为带环间隙, 带环间隙不是很容易关闭, 那么在正畸治疗结束后患者就容易出现塞牙的问题。
颊面管	当正畸黏结剂的技术慢慢发展成熟后, 就逐渐出现了黏结型的颊管, 它不需要焊接在带环上而是直接黏结在磨牙的牙面上, 因而也就不需要分牙这一步了。	颊管的优点就是消除了带环的那些缺点。	从牙齿上脱落的概率较高, 但如果黏结的位置正确、黏结过程正确、患者饮食时能够注意, 那么颊管一般也会在治疗初期可能会经常脱落, 一般患者适应个一两个月脱落的情况就很少出现了。

固化时间充足, 医生可操作的时间长, 黏结颊面管的黏结力满足口腔正畸临床要求。

3M化学固化黏结剂使用方便, 无需光照固化, 但凝固较快, 医师可操作时间短, 要求操作者十分熟练掌握颊面管黏固的正确位置, 否则定位不准确, 容易引起上下颌的咬合障碍, 更易造成颊面管脱落<sup>[17-18]</sup>。而3M Transbond™光固化树脂黏结剂固化时间充足, 医生可操作时间长, 有利于操作者参考上下颌的咬牙合关系、牙齿轴向精准定位颊面管的正确位置, 减少其脱落率<sup>[19]</sup>。

3M Transbond™光固化树脂黏结剂黏结强度大于3M化学黏结剂, 二者都能满足临床要求<sup>[20]</sup>。当然, 黏结强度无限增强也是不正确的, Cook等<sup>[8, 21-24]</sup>报道, 如果正畸黏结剂与牙齿釉质表面的黏结强度过高, 可能造成一定程度的不可复性牙釉质剥脱, 也可能继发引起龋坏。因此, 黏结剂的黏结力并不是越强越好, 黏结力过强, 正畸结束后去颊面管时将造成牙齿疼痛和牙齿表面釉质的损害<sup>[25-26]</sup>。因此, 只要达到临床要求, 满足临床需要的黏结剂都是可以选择的<sup>[27]</sup>。考虑临床操作时间, 有利于医生调整正确黏结位置, 减少脱落率, 可以根据情况进行选择<sup>[28-29]</sup>。

正畸治疗过程中颊面管与牙齿表面的粘接为半永久性粘接, 黏结的力量需要既可以承受正常的正畸矫治力, 而且颊面管需要在口内维持较长的时间(正畸需要的时间), 又要在正畸治疗结束后易于去除它。已有研究表明有效正畸粘接强度为6-8 MPa<sup>[30-33]</sup>。因此, 实验结果表明两者黏结剂均已达到临床要求, 3M Transbond™光固化树脂黏结剂较3M化学固化黏结剂抗剪切强度更高。

正畸临床工作中经常进行后牙颊面管的黏结<sup>[34-36]</sup>, 颊面管黏结成功与否直接影响到正畸矫治的疗效<sup>[37]</sup>。黏结后牙颊面管时, 需要操作医生和护士良好的配合, 还有患者黏结操作时及后期咀嚼食物时的良好配合, 才能保证黏结成功, 减少脱落率<sup>[38]</sup>。整个黏结过程中, 医生操作要轻巧、迅速、准确, 保证黏结强度的同时还要保证精确的位置, 减少脱落, 使矫治达到预期效果<sup>[39-43]</sup>。因此, 3M Transbond™光固化树脂黏结剂较3M化学固化黏结剂更适合于后牙颊

面管的黏结, 黏结过程中固化时间充足, 医生可操作的时间长, 黏结颊面管的黏结力满足口腔正畸临床要求。

对后牙颊面管的黏结效果有较高要求<sup>[44-73]</sup>。通过临床操作比较了3M Transbond™光固化树脂黏结剂与3M化学固化黏结剂黏结后4个月内颊面管的脱落率, 并通过体外实验测试获得两种黏结剂效果的评价。3M Transbond™光固化树脂黏结剂和3M Unitek化学固化黏结剂的脱落率分别为10.80%和24.10%, 差异有显著性意义( $P < 0.05$ )。体外实验结果进一步证实两种黏结剂均能满足临床要求, 但3M Transbond™光固化树脂黏结剂黏结强度高于3M化学固化黏结剂。3M Transbond™光固化树脂黏结剂较3M化学固化黏结剂更适合于后牙颊面管的黏结, 黏结过程中固化时间充足, 医生可操作的时间长, 黏结颊面管的黏结力满足口腔正畸临床要求。

**致谢:** 十分感谢北华大学附属医院和北华大学口腔医学院, 在这两机构的大力帮助下, 完成了本课题研究, 并得到相应的结论。

**作者贡献:** 王发生进行实验设计, 实验实施为王发生, 实验评估为王发生, 资料收集为王发生和李东, 王发生成文, 梁玉伏教授审校, 王发生对文章负责。

**利益冲突:** 文章及内容不涉及相关利益冲突。

**伦理要求:** 患者对治疗知情同意。

**学术术语:** 树脂黏结剂-是热塑性线性高分子, 它与环氧树脂的混溶性好。由于其分子中存在羟基, 可与环氧树脂中的羟基和环氧基进行醚化反应, 从而起到增韧的效果。

**作者声明:** 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

#### 4 参考文献 References

- [1] 杜晓岩, 尹艳春. 3M自酸蚀黏结剂与GC光固化正畸黏结剂黏结颊面管性能比较研究[J]. 中国实用口腔杂志, 2010, 3(3): 155-157.
- [2] 蒋丽, 王海雪, 王鑫. 两种正畸粘剂粘结颊面管临床效果评价及护理配合[J]. 西南国防医药, 2012, 22(12): 1339-1341.

- [3] Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod.* 1982; 81(2):93-98.
- [4] Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent.* 1994; 72(4): 355-359.
- [5] Nebbe B, Stein E. Orthodontic brackets bonded to glazed and deglazed porcelain surfaces. *Am J Orthod.* 1996; 109(4): 431-436.
- [6] Chunhacheevachaloke E, Tyas MJ. Shear bond strength of ceramic brackets to resin-composite surfaces. *Aust Orthod J.* 1997; 15(1):10-15.
- [7] Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res.* 1995; 34:849.
- [8] Cook PA, Ymmgon C. An in vitro study of the bond strength of a glass ionomer cement in the direct bonding of orthodontic brackets. *Br J Orthod.* 1988; 15:247-253.
- [9] 段娇红, 宋九余. 三种正畸粘剂剂的粘强度及残留指数比较[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2008, 12(19):3671-3673.
- [10] 陈治清, 管利民. 口腔粘接学[M]. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1993:90.
- [11] Graber TM. 口腔正畸学现代原理与技术[M]. 徐芸译. 天津: 天津科技翻译出版公司, 1996:562.
- [12] 历松. 不同拖槽与弓丝之间动态摩擦力的研究[D]. 成都: 华西医科大学, 2001.
- [13] Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments progress report. *Am J Orthod.* 1965; 51(12):901-912.
- [14] 徐宝华. 现代临床口腔正畸学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996:272.
- [15] Liobell A, Nichols JI, Kois JC, et al. Fatigue life of porcelain repair systems. *Int J Prosthodont.* 1992; 5(2):205-213.
- [16] Reynolds IR, Fraunhofer JA. Direct bonding in orthodontic attachments to teeth: the relation of adhesive bond strength to gauze mesh size. *Br J Orthod.* 1975; 3(1):91-95.
- [17] 高晓辉, 吴晶, 杨圣辉, 等. 不同材质拖槽对菌斑附着的研究[J]. 首都医科大学学报, 2002, 23(9):3.
- [18] Roulet JF, Soderholm KJM, Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. *J Dent Res.* 1995; 74(1):381-387.
- [19] Ozden AN, Akaltan F, Can G. Effect of surface treatments of porcelain on the shear bond strength of applied dual-cured cement. *J Prosthet Dent.* 1994; 72(1):85-88.
- [20] Cochran D, Okeefe KL, Turner DT, et al. Bond strength of orthodontic composite cement to treated porcelain. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997; 111(3):297-300.
- [21] Thurmond JW, Barkmeier WW, Wilwerding TM. Effect of porcelain surface treatments on bond strengths of composite resin bonded to porcelain. *J Prosthet Dent.* 1994; 72(4):355-359.
- [22] Plueddemann EP. *Shane coupling agents.* New York: Plenum Press, 1982.
- [23] 纪昌蓉, 王邦康, 张晋宏, 等. 京津釉质粘合剂在口腔正畸临床应用的评价[J]. 中华口腔医学杂志, 1990, 25(2):76-78.
- [24] Barbosa VL, Almeida MA, Chevitaese O, et al. Direct bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995; 107(2): 159-164.
- [25] Zachrisson VO, Zachrisson BU, Buyukyilmaz T. Surface preparation for Orthodontic bonding to porcelain. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1996; 109(4):420-430.
- [26] Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont.* 2002; 15(3):299-302.
- [27] Sant'Anna EF, Monnerat ME, Chevitaese O, et al. Bonding brackets to porcelain--in vitro study. *Braz Dent J.* 2002; 13(3): 191-196.
- [28] Kato H, Matsumura H, Tanaka T, et al. Bond strength and durability of porcelain bonding systems. *J Prosthet Dent.* 1996; 75(2):163-168.
- [29] Ozcan M, Vallittu PK, Peltomaki T, et al. Bonding polycarbonate brackets to ceramic: effects of substrate treatment on bond strength. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004; 126(2):220-227.
- [30] Brantley WA, Eliades T. *Orthodontics Materials.* New York: Thieme, 2011:256-258.
- [31] Hegarty DJ, Macfarlane TV. In vivo bracket retention comparison of a resin-modified glass ionomer cement and a resin-based bracket adhesive system after a year. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002; 121(5):496-501.
- [32] Dominey JC, Dunn W J, Taloum is LJ. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a modified 1-step etchant-and-primer technique. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003; 124(4):410.
- [33] Summers A, Kao E, Gimore J, et al. Comparison of bond strength between a conventional resin adhesive and a resin-modified glass ionomer adhesive an in vitro and in vivo study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004; 126(2):200.
- [34] Aschcraft DB, Staley RN, Jakobsen J R. Fluoride release and shear bond strengths of there light-cured glass-ionomer cements. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997; 111(3):260-265.
- [35] Sorensen JA, Engelman MJ, Torres TJ, et al. Shear bond strength of composite resin to porcelain. *Int J Prosthodont.* 1991; 4(1):17-23.
- [36] Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res.* 1995; 74(9): 1591-1596.
- [37] Guan G, Takano-Yamamoto T, Miyamoto M, et al. An approach to enhance the interface adhesion between an orthodontic plastic bracket and adhesive. *Eur J Orthod.* 2001; 23(4):425.
- [38] Caccioiafesta V, Sfondrini MF, Ricciardi A, et al. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003; 124(4):395.
- [39] 刘筱琳, 辜岷, 白丁. 陶瓷托槽的去黏结方法及其对牙釉质表面的影响[J]. 国外医学: 口腔医学分册, 2010, 125(3):329.
- [40] Schmage P, Nergiz I, Herrmann W, et al. Influence of various surface conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2003; 123(6):540-546.
- [41] Gillis I, Redlich M. The effect of different porcelain conditioning techniques on shear bond strength of stainless steel brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1998; 114(4):387-392.
- [42] Guan G, Takano-Yamamoto T, Miyamoto M, et al. Shear bond strengths of orthodontic plastic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000; 117(4):438.
- [43] Chung KH, Huang YC. Bonding strengths of porcelain repair systems with various surface treatments. *J Prosthet Dent.* 1997; 78(3):267-274.
- [44] 林珠, 段银钟. 口腔正畸治疗学[M]. 西安: 世界图书出版公司, 2000:550.
- [45] Theodorakopoulou LP, Sadowsky PL, Jacobson A, et al. Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2004; 125(3):329.

- [46] Whitlock BO 3rd, Eick WJ, Ackerman RJ Jr, et al. Shear bond strength of ceramic brackets bonded to porcelain. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1994;106(4):358-364.
- [47] Iliadi A, Baumgartner S, Athanasiou AE, et al. Effect of intraoral aging on the setting status of resin composite and glass ionomer orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;145(4):425-433.
- [48] Yaman BC, Ozer F, Takeichi T, et al. Effect of thermomechanical aging on bond strength and interface morphology of glass fiber and zirconia posts bonded with a self-etch adhesive and a self-adhesive resin cement to natural teeth. *J Prosthet Dent.* 2014. pii: S0022-3913(14)00031-6.
- [49] Buruiana T, Nechifor M, Melinte V, et al. Synthesis of poly(alkenoic acid) with L-leucine residue and methacrylate photopolymerizable groups useful in formulating dental restorative materials. *J Biomater Sci Polym Ed.* 2014. [Epub ahead of print]
- [50] Keul C, Müller-Hahl M, Eichberger M, et al. Impact of different adhesives on work of adhesion between CAD/CAM polymers and resin composite cements. *J Dent.* 2014. pii: S0300-5712(14)00071-2.
- [51] Hussein AS, Ghanim AM, Abu-Hassan MI, et al. Knowledge, management and perceived barriers to treatment of molar-incisor hypomineralisation in general dental practitioners and dental nurses in Malaysia. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2014. [Epub ahead of print]
- [52] Pawlus B, Dyszkiewicz A, Spidlen M. A tensometric and planimetric evaluation of the durability of the bond between an orthodontic bracket and enamel. *Acta Bioeng Biomech.* 2013;15(4):33-42.
- [53] Purmal K, Alam MK, Sukumaran P. Shear bond strength of orthodontic buccal tubes to porcelain. *Dent Res J (Isfahan).* 2013;10(1):81-86.
- [54] Al-Kawari HM, Al-Jobair AM. Effect of different preventive agents on bracket shear bond strength: in vitro study. *BMC Oral Health.* 2014;14(1):28.
- [55] Nee A, Chan K, Kang H, et al. Longitudinal monitoring of demineralization peripheral to orthodontic brackets using cross polarization optical coherence tomography. *J Dent.* 2014. pii: S0300-5712(14)00061-X. doi: 10.1016/j.jdent.2014.02.011. [Epub ahead of print]
- [56] Singh C, Dua V, Vyas M, et al. Evaluation of the antimicrobial and physical properties of an orthodontic photo-activated adhesive modified with an antiplaque agent: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013;24(6):694-700.
- [57] Bahnasi FI, Abd-Rahman AN, Abu-Hassan MI. Effects of recycling and bonding agent application on bond strength of stainless steel orthodontic brackets. *J Clin Exp Dent.* 2013;5(4): e197-202.
- [58] Sharma P, Valiathan A, Arora A, et al. A comparative evaluation of the retention of metallic brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement under different enamel preparations: A pilot study. *Contemp Clin Dent.* 2013;4(2):140-146.
- [59] Dubernard C, Raynal P, Tramini P. Comparative study of enamel adhesion between RelyX™ Unicem® (3M), a self-adhesive bonding agent, and the combination of MIP® (3M), a hydrophilic adhesive, and Transbond Supreme Low Viscosity® (3M), a traditional hydrophobic adhesive. *Int Orthod.* 2013;11(3):247-261.
- [60] Güngör AY, Alkis H, Turkkahraman H. Effects of contamination by either blood or a hemostatic agent on the shear bond strength of orthodontic buttons. *Korean J Orthod.* 2013;43(2):96-100.
- [61] Wang Y, Liu S, Pei D, et al. Effect of an 8.0% arginine and calcium carbonate in-office desensitizing paste on the microtensile bond strength of self-etching dental adhesives to human dentin. *Am J Dent.* 2012;25(5):281-286.
- [62] Manfred L, Covell DA, Crowe JJ, et al. A novel biomimetic orthodontic bonding agent helps prevent white spot lesions adjacent to brackets. *Angle Orthod.* 2013;83(1):97-103.
- [63] Fleming PS, Johal A, Pandis N. Self-etch primers and conventional acid-etch technique for orthodontic bonding: a systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(1):83-94.
- [64] Banerjee S, Banerjee R. A comparative evaluation of the shear bond strength of five different orthodontic bonding agents polymerized using halogen and light-emitting diode curing lights: an in vitro investigation. *Indian J Dent Res.* 2011;22(5):731-732.
- [65] Brown ML, Davis HB, Tufekci E, et al. Ion release from a novel orthodontic resin bonding agent for the reduction and/or prevention of white spot lesions. An in vitro study. *Angle Orthod.* 2011;81(6):1014-1020.
- [66] Neelagiri K, Kundabala M, Shashi RA, et al. Effects of saliva contamination and decontamination procedures on shear bond strength of self-etch dentine bonding systems: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2010;13(2):71-75.
- [67] Tabrizi A, Cakirer B. A comparative evaluation of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate and fluoride on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 2011;33(3):282-287.
- [68] Pithon MM, dos Santos RL, Ruellas AC, et al. One-component self-etching primer: a seventh generation of orthodontic bonding system? *Eur J Orthod.* 2010;32(5):567-570.
- [69] Foek DL, Ozcan M, Krebs E, et al. Adhesive properties of bonded orthodontic retainers to enamel: stainless steel wire vs fiber-reinforced composites. *J Adhes Dent.* 2009;11(5):381-390.
- [70] Saito K, Hayakawa T, Kawabata R, et al. In vitro antibacterial and cytotoxicity assessments of an orthodontic bonding agent containing benzalkonium chloride. *Angle Orthod.* 2009;79(2):331-337.
- [71] Keçik D, Cehreli SB, Sar C, et al. Effect of acidulated phosphate fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate application on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2008;78(1):129-133.
- [72] Armstrong D, Shen G, Petocz P, et al. Excess adhesive flash upon bracket placement. A typodont study comparing APC PLUS and Transbond XT. *Angle Orthod.* 2007;77(6):1101-1108.
- [73] Saito K, Hayakawa T, Kawabata R, et al. Antibacterial activity and shear bond strength of 4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride/methyl methacrylate-tri-n-butyl borane resin containing an antibacterial agent. *Angle Orthod.* 2007;77(3):532-536.