

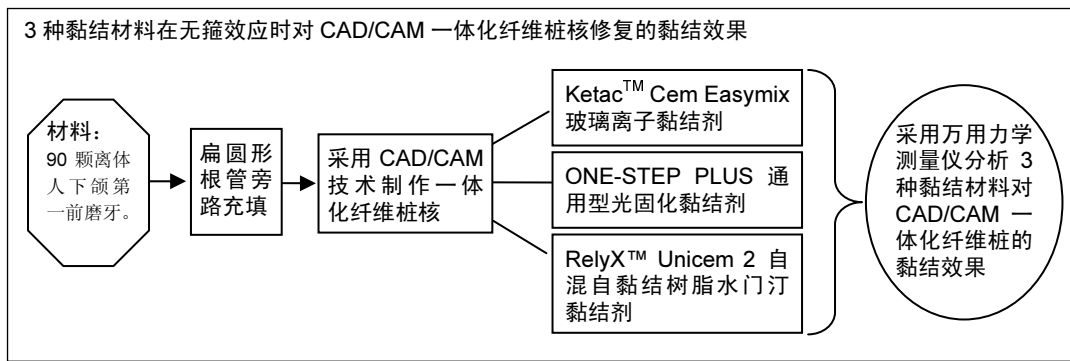
无箍效应时不同黏结材料对扁圆形根管旁路充填后采用CAD/CAM一体化纤维桩核修复的黏结效果

齐鲁¹, 王星², 吴佩玲¹ (¹新疆医科大学第二附属医院口腔科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830063; ²新疆医科大学第一附属医院口腔科修复科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830054)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.0841

ORCID: 0000-0002-7510-3712(吴佩玲)

文章快速阅读:



齐鲁, 男, 1981年生, 山东省淄博市人, 汉族, 2010年新疆医科大学毕业, 硕士, 主治医师, 主要从事口腔牙体牙髓病研究。

通讯作者: 吴佩玲, 主任医师, 新疆医科大学第二附属医院口腔科, 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市 830063

中图分类号:R318

文献标识码:A

稿件接受: 2018-01-06



文题释义:

桩核修复的箍效应: 指的是由箍包绕所产生的抗力效应, 桩核技术中的箍是指最终修复体全冠边缘包绕至少2 mm的牙体, 这种包绕会产生箍的效应, 一直都被认为是桩冠修复成功的可靠保证。

一体化玻璃纤维桩核: 是一种利用CAD/CAM技术切削而成的新型修复体, 它兼顾了铸造桩核良好的密合性和玻璃纤维材料适宜的弹性模量。因此如何为CAD/CAM一体化纤维桩核选择一种在无箍效应作用下合理的黏结系统, 就成为今天临床工作的重点。

树脂突: 牙釉质经酸处理后, 由光滑表面变为具有高表面自由能的蜂窝状, 黏结剂通过毛细作用渗入微孔中, 形成树脂突, 树脂突与牙釉质之间形成微机械嵌合。

摘要

背景: 一体化玻璃纤维桩核兼顾了铸造桩核良好的密合性和玻璃纤维材料适宜的弹性模量, 如何为CAD/CAM一体化纤维桩核选择一种在无箍效应作用下合理的黏结系统, 成为临床工作的重点。

目的: 比较3种黏结材料在无箍效应时, 对扁圆形根管旁路充填后采用CAD/CAM一体化纤维桩核修复的黏结效果。

方法: 将90颗离体人下颌第一前磨牙随机分为3组, 截冠后统一工作长度为14 mm, 每组30颗, 在根管手术显微镜下运用ProTaper Next镍钛系统进行根管旁路预备, 统一采用热垂直加压充填技术进行根管旁路充填; 使用1-4#Pesso 钻去除根管内牙胶预备桩道, 预备深度为9 mm, 均不预备牙本质肩领, 采用CAD/CAM技术制作一体化纤维桩核, 3组分别运用Ketac™ Cem Easymix 玻璃离子、ONE-STEP PLUS 通用型光固化黏结剂及RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀将CAD/CAM一体化纤维桩核黏结于桩道内, 采用万力学测量仪分析3种黏结材料对CAD/CAM一体化纤维桩核的黏结效果。

结果与结论: ONE-STEP PLUS 通用型光固化黏结剂组、RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀组修复体的脱位力、微拉伸强度强于Ketac™ Cem Easymix 玻璃离子组($P < 0.05$); RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀组修复体的脱位力、微拉伸强度略高于ONE-STEP PLUS 通用型光固化黏结剂组, 但差异无显著性意义。结果表明在无箍效应时, 应用CAD/CAM一体化纤维桩进行扁圆形根管旁路充填后的牙体修复, 以RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂进行修复能获得较为良好的黏结效果。

关键词:

口腔材料; 箍效应; 扁圆形根管; 旁路充填; CAD/CAM一体化纤维桩核; 黏结效果; 生物材料

主题词:

桩核技术; 根管充填; 牙科粘固剂; 组织工程

基金资助:

新疆维吾尔自治区青年自然科学基金自助项目(2015211C111): 无箍效应时不同桩核在扁根管旁路充填后牙体修复的实验研究

Qi Lu, Master, Attending physician, Department of Stomatology, the Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830063, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Corresponding author: Wu Pei-ling, Chief physician, Department of Stomatology, the Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830063, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

Bonding effects of different adhesive materials with no ferrule effect in the dental restoration with CAD/CAM-fabricated one-piece fiber post-and-core after bypass obturation of oval root canals

Qi Lu¹, Wang Xing², Wu Pei-ling¹ (¹Department of Stomatology, the Second Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830063, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China; ²Department of Prosthodontics, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi 830054, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China)

Abstract

BACKGROUND: One-piece glass fiber post-and-core achieves a good sealing between cast-post and core and provides a suitable elastic modulus of the glass fiber material. Therefore, selecting a reasonable bonding system for the CAD/CAM-fabricated fiber post-and-core with no ferrule effect has become an important issue in clinical practice.

OBJECTIVE: To compare the bonding effects of three kinds of adhesive materials without ferrule effect in the CAD/CAM-fabricated dental restoration after bypass obturation of oval root canals.

METHODS: Ninety extracted first mandibular premolars with the working length set to 14 mm were randomized into three groups ($n=30$ per group). The root canal was prepared with the ProTaper next nickel titanium system under a dental operating microscope. The bypass obturation with oval root canals was achieved using the warm gutta-percha vertical condensation technique. 1-4 # Pessso drills were used to remove the gum in the root canal, with the preparatory depth of 9 mm, but with no shoulder collar. CAD/CAM technology was used to prepare one-piece fiber post-and-cores which were bonded using the KetacTM Cem Easymix glass ion, ONE-STEP PLUS universal UV-curable adhesive and RelyXTM Unicem 2 self-adhesive resin cement in different groups. The bonding effect of three kinds of adhesive materials was analyzed by using a universal mechanical measuring instrument.

RESULTS AND CONCLUSION: Compared with the KetacTM Cem Easymix glass ion group, the debonding force and micro-tensile strength were significantly stronger in the other two groups ($P < 0.05$), while compared with the ONE-STEP PLUS universal UV-curable adhesive group, the debonding force and micro-tensile strength were slightly higher in the RelyXTM Unicem 2 self-adhesive resin cement group, but there was no significant difference between the two groups. To conclude, RelyXTM Unicem 2 self-adhesive resin cement in the absence of ferrule effect can achieve better bonding effect on the CAD/CAM-fabricated one-piece fiber post-and-core after bypass obturation of oval root canals.

Subject headings: Post and Core Technique; Root Canal Obturation; Dental Cements; Tissue Engineering

Funding: the Natural Science Foundation for the Youth in Xinjiang Uygur Autonomous Region, No. 2015211C111

0 引言 Introduction

残根残冠是口腔科常见的疾病^[1], 临床上残根残冠的根管类型多为扁圆形根管^[2]。桩核是口腔修复残根残冠的重要组成部分, 它的基本原理是将桩插入根管内以获得固位, 进而为核及最终的牙体全冠修复提供固位的一种修复体^[3]。桩核技术中的箍是指最终修复体全冠边缘包绕至少 2 mm 的牙体, 这种包绕会产生箍的效应, 箍效应一直都被认为是桩冠修复成功的可靠保证^[3]。通过临床工作与查阅文献发现, 临床上大部分的残根残冠其残壁边缘都位于牙龈以下, 很难制备出箍效应结构^[4]。因此如何在无箍效应作用下实现残根残冠的桩核修复, 就成为今天临床工作的重点。

实验拟通过比较 3 种黏结材料即 KetacTM Cem Easymix 玻璃离子、ONE-STEP PLUS 通用型光固化黏结剂及 RelyXTM Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀, 在无箍效应时对扁圆形根管旁路充填后采用 CAD/CAM 一体化纤维桩核修复的黏结效果, 为临床选择合理的桩核修复系统提供理论依据。

1 材料和方法 Materials and methods

1.1 设计 随机对照观察实验。

1.2 时间及地点 实验于 2016 年 1 至 12 月在新疆医科大学第二附属医院口腔科完成。

1.3 材料 选取门诊因正畸减数、牙周病而拔除的根尖发育完成的废弃下颌第一前磨牙。将 90 颗单根管扁圆形离体

下颌第一前磨牙随机分为 3 组, 截冠后统一工作长度为 14 mm, 每组 30 颗。要求所有离体牙为直根, 且根尖孔发育完全, 根尖孔开口于根尖, 牙根长度大致相等, 牙齿无隐裂、无根折。对离体牙经颊舌向及近远中向摄 X 射线片, 用 X 射线数字成像技术测量距根尖 5 mm 处根管的颊舌径和近远中径, 凡符合颊舌径: 近远中径 > 2 mm 的单根管牙入选(Wu 等^[5]推荐的扁根管界定标准)。使用前去除牙体表面的结石及软组织, 置于 4 °C 生理盐水中备用。

实验设备与材料: KetacTM Cem Easymix 玻璃离子、RelyXTM Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀(3M, 美国); ONE-STEP PLUS 通用型光固化黏结剂(BISCO, 美国); G 钻(Mani, 日本); P5 多功能超声治疗仪、超声根管工作尖 ED40、ED20、超声根管锉 K10 #、K15#(塞特力, 法国); 5.25% 次氯酸钠液、17% EDTA、B-L 热牙胶充填系统(Mets, 韩国); DG16 探针(Hu-Friedy, 美国); 不锈钢 K 锉、侧方加压器(Mani, 日本); X-SMART 机用马达、Protaper Next 镍钛锉、垂直加压器、AH-PLUS 糊剂、5 牙胶尖、根管长度测量尺(Dentsply, 瑞士); 硅橡胶(Heraeus, 德国); 玻璃纤维桩块(Anthogyr, 法国); RVG 数字影像系统(Siemens, 德国); CAD/CAM 系统(Sirona Dental, 德国); 全自动微拉伸测试仪 MTT680(英国 Dia-Stron 公司)。

1.4 实验方法

器械折断模型的建立: 取 90 颗第一前磨牙, 常规开髓、拔髓后, 将 15# 不锈钢 K 锉插入根管中至锉尖端刚好在根尖孔水平处被看见, 取出 K 锉后测量其长度, 将数值减去

黏结剂材料:

黏结剂	组成成分	性能
Ketac™ Cem Easymix 玻璃离子	由粉、液 2 部分组成, 粉为钙-铝-氟-硅玻璃粉、聚羧酸、染色剂, 液为酒石酸、水	极易调和; 可持续释放氟离子; 成膜厚度小, 可确保修复体准确就位; 溶解度低, 可确保修复体边缘封闭好
ONE-STEP PLUS 通用型光固化黏结剂	联苯二甲基丙烯酸、甲基丙烯酸羟乙酯、丙酮及玻璃填料	渗透性好, 黏结强度高, 膜厚度薄而均匀; 其专利独特的BPDM 单体化学组成可与任何不同固化形态的材料兼容
RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀	双键树脂、惰性无机填料	出色的粘接力, 高力学强度, 低线性膨胀, 优越的边缘密合性, 同时对于全瓷与树脂修复体粘结, 可提供出色的美学性能

1 mm作为该牙的操作长度。将15#K锉(25 mm)螺纹松解, 分离在距根尖3 mm处, 长度为3 mm, 以手术显微镜下超声技术不易取出作为标准。

旁路根管预备: 使用马达在转速300 r/min, 扭矩2.8 cm/N下按照X1、X2、X3顺序预备根管, 至X3到达工作长度。

旁路热牙胶充填: ①选择加压器: 选3根垂直加压器, 最小一根能自由到达距工作长度3.0-4.0 mm; ②试尖: 将选定的主牙胶尖插入至距工作长度0.5 mm; ③放置主尖: 涂少量封闭剂于根管壁上, 主尖涂根管封闭剂后插入根管; ④充填根管上部侧支根管: 用携热器齐根管口切除多余主尖, 并将根管上段牙胶软化, 用最粗的垂直加压器对根管上段进行垂直加压; ⑤充填根管中部侧支根管: 将加热后的携热器插入牙胶中并保持5 s, 取出携热器同时带走部分牙胶, 迅速将中号垂直加压器放入根管内加压; ⑥充填根尖部主根管及侧支根管: 将加热后的携热器插至根尖部分, 并带走部分牙胶, 迅速用最小号垂直加压器加压; ⑦充填中上段主根管: 用注射式充填方法完成, 注射二三次, 每次用合适的垂直加压器压紧^[6]。

桩道预备: 采用热垂直加压充填技术进行根管旁路充填, 使用1-4#Pesso根管预备钻去除根管内牙胶, 预备深度为9 mm, 均不预备牙本质肩领。运用超声荡洗配合蒸馏水、5.25%NaClO溶液、17%EDTA凝胶去除桩道预备产生的玷污层, 纸尖拭干根管。

CAD/CAM一体化纤维桩制作: 用硅橡胶制取桩核预备体印模, 并灌制超硬石膏模型。在模型上制取桩核蜡型, 使用五轴三维激光扫描仪扫描蜡型, 获得桩核外形数据, 并使用Dentalmill(Delcam, UnitedKingdom)软件进行数据处理。使用四轴高速加工中心(Smart CNC, Italy)将玻璃纤维树脂脂块切割成一体化玻璃纤维桩核, 使用高点指示剂将制得的纤维桩核在模型上进行试戴, 缓冲障碍点, 使桩核完全就位^[7]。

桩核黏结: 采用喷砂方法处理玻璃纤维桩表面, 3组分别用Ketac™ Cem Easymix玻璃离子、ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂及RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂

水门汀, 严格按照说明书在无箍效应时对扁圆形根管旁路充填后的CAD/CAM一体化纤维桩核进行黏结。

修复体脱落实验: 将测试样本包裹4层聚四氟乙烯膜, 厚度约为0.12 mm, 模拟牙周膜。将黏结好的试件分别在生理盐水中浸泡24 h后, 在INS TRON-4302万能测试机上加载进行拉伸测试, 拉伸速度10 mm/min。至桩核脱出或松动停止拉伸, 记录下最大载荷(N)。

1.5 主要观察指标 各组试样的最大载荷。

1.6 统计学分析 运用CAD/CAM与Dentalmill软件进行数据处理。

2 结果 Results

两种树脂黏结材料黏结后的修复体脱位力高于Ketac™ Cem Easymix玻璃离子($P < 0.05$), RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀黏结后的修复体脱位力略强于ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂, 但差异无显著性意义($P > 0.05$); 两种树脂黏结材料黏结后的修复体微拉伸强度强于Ketac™ Cem Easymix玻璃离子($P < 0.05$), RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀黏结后的修复体微拉伸强度略强于ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂, 但差异无显著性意义($P > 0.05$), 见表1。

表1 不同黏结材料黏结后CAD/CAM一体化纤维桩的脱位力与微拉伸强度比较 ($\bar{x} \pm s, n=30$)
Table 1 Debonding force and micro-tensile strength of the CAD/CAM one-piece fiber post-and-cores bonded using different adhesive materials

组别	脱位力(N)	微拉伸强度(Pa)
Ketac™ Cem Easymix 玻璃离子组	333.15±58.21	12.11±3.21
ONE-STEP PLUS 通用型光固化黏结剂组	415.33±43.21 ^a	17.87±2.21 ^a
RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀组	521.33±23.21 ^a	19.33±1.33 ^a

表注: 与Ketac™ Cem Easymix 玻璃离子组比较, ^a $P < 0.05$ 。

3 讨论 Discussion

桩核修复是口腔中修复残根残冠的重要组成部分^[8]。桩核修复的成功, 离不开完善的根管治疗。近几年来, 随着根管治疗的发展, 越来越多的残根残冠得以保留, 但治疗中器械分离的意外也在逐渐增加。课题组通过研究与查阅文献后发现若将根管长径 \geq 短径2倍以上的根管定义为扁根管, 那么大部分残根残冠的根管类型都属于扁根管^[9], 残根残冠中扁根管的发生率超过了50%。由于扁根管的结构特殊, 形态复杂临床上大部分器械分离的病例都发生在扁根管内^[10]。若器械分离在这扁根管内, 为了取出分离的器械常常要过度切削根管, 这样做的结果往往会使根管的抗力与固位下降, 甚至造成牙体的侧穿。课题组通过研究发现当器械分离在扁根管内, 可采用旁路热牙胶充填的方法来获得完善的根管充填效果。

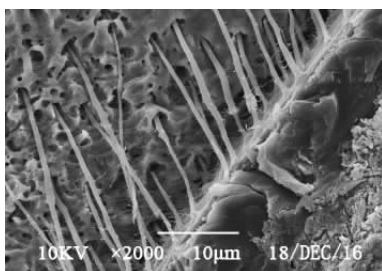


图1 RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀黏结CAD/CAM一体化纤维桩核(扫描电镜)

Figure 1 CAD/CAM one-piece fiber post-and-cores bonded using RelyX™ Unicem 2 self-adhesive resin cement under scanning electron microscope

图注: RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀渗透入牙本质, 形成树脂突。

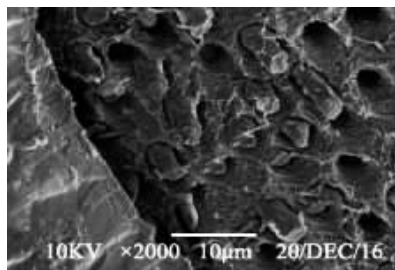


图3 Ketac™ Cem Easymix玻璃离子黏结剂黏结CAD/CAM一体化纤维桩核(扫描电镜)

Figure 3 CAD/CAM one-piece fiber post-and-cores bonded using Ketac™ Cem Easymix glass ion under scanning electron microscope

图注: 未形成树脂突。



图2 ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂黏结CAD/CAM一体化纤维桩核(扫描电镜)

Figure 2 CAD/CAM one-piece fiber post-and-cores bonded using ONE-STEP PLUS universal UV-curable adhesive under scanning electron microscope

图注: ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂渗透入牙本质, 形成树脂突。

所谓桩核修复的箍效应指的是由箍包绕所产生的抗力效应^[11]。桩核技术中的箍是指最终修复体全冠边缘包绕至少2 mm的牙体, 这种包绕会产生箍的效应, 一直都被认为是桩冠修复成功的可靠保证。通过临床工作与查阅文献发现, 临床上大部分的残根残冠其残壁边缘都位于牙龈以下, 很难制备出箍效应结构^[12-13]。虽然当牙体缺损太多不能在颈缘提供环抱作用时, 许多医学者采用外科手术延长牙冠或正畸牵引的方法人为地创造所谓的“箍效应”, 但随之而来的很多缺点就暴露出来, 如进行冠延长或者正畸牵引后, 许多牙齿在牙槽骨内的根长就会减少, 还会导致无法满足桩核冠修复时桩的固位要求, 甚至由于上述操作导致桩根尖离牙槽顶的距离变小^[14-15], 致使桩无足够的牙槽骨来固位, 引起根折, 还有其他一些缺点如修复延迟、不舒服和费用上涨和对手术的恐惧可能让很多人望而却步。从生物学角度看, 由此引起的冠根比例上升、根尖再定位会使一些组织丧失。有研究结果显示, 冠延长明显削弱了牙体抵抗折裂的能力。无冠延长无箍作用抵抗咬合力的能力比冠延长有箍作用时高得多, 那么为提供箍效应而做的牙体预备必然要失去同等高度的支持骨, 才能保证足够的生物学宽度和边缘到龈附着距离。同时旁路建立过程中要去除

相当一部分牙体组织, 这样势必削弱根管的抗力与固位, 从而影响到后期的牙体桩核冠修复^[16]。

桩核修复修复体失败的主要类型包括牙根折裂和桩核脱位^[17-18], 对根管结构特殊的扁圆型根管尤为如此^[19]。通过临床研究与查阅文献发现, 一体化玻璃纤维桩核是一种利用CAD/CAM技术切削而成的新型修复体, 它兼顾了铸造桩核良好的密合性和玻璃纤维材料适宜的弹性模量^[20-21]。因此如何为CAD/CAM一体化纤维桩核选择一种在无箍效应作用下合理的黏结系统, 就成为今天临床工作的重点。

实验中发现, 两种树脂黏结剂在牙体内对CAD/CAM一体化纤维桩核的黏结效果远远优于玻璃离子类充填材料(Ketac™ Cem Easymix), 而RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀优于ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂, 后期作者进行了电镜学分析, 发现树脂黏结剂能有效进入牙本质小管, 形成树脂突, 而玻璃离子不能形成这种结构。牙本质-树脂黏固剂之间的粘接力主要来自树脂与牙本质之间形成的混合层及树脂突^[22], 而玻璃离子的黏结只是靠化学粘接, 其作用机制为因为在凝固反应早期, 液剂中未完全反应的羧基集团(-COOH)与牙齿组织羟基磷灰石上的钙离子, 结合而形成黏结力, 因而其年结力要弱于形成树脂突的树脂黏结^[23-24]。在实际临床工作中, 由于牙本质小管中存在牙本质液^[25], 牙本质处于相对潮湿的状态, 而玻璃锂离子在凝固初期具有水溶性^[26-27], 因此其临床黏结效果远远低于离体实验。同时RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀渗透入牙本质的树脂突长度为 $(18.66 \pm 4.33) \mu\text{m}$, 而ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂为 $(14.66 \pm 7.33) \mu\text{m}$, 见图1-3。分析原因发现, ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂采用一步法进行粘接虽然省时省力^[28], 但黏结剂与处理剂不容易调匀, 使得牙本质小管不能充分打开^[29]; 而RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀先用处理剂有效处理了牙本质界面, 让牙本质小管充分开放, 从而为第二部树脂的有效进入打开了通道^[30-31], 因此其黏结效果要优于ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂。

同时在旁路根管治疗过程中, 由于经旁路充填后根管分离的器械会占据根管壁的一定面积^[32], 即粘接面积, 同时根管的不规则间隙被牙胶占据, 因此单位面积的粘接力就显得尤为重要。实验中课题组发现, RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀的微拉伸强度为(19.33±1.33) Pa, ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂的微拉伸强度为(17.87±2.21) Pa, 而Ketac™ Cem Easymix玻璃离子的微拉伸强度为(12.11±3.21) Pa。因此玻璃离子对CAD/CAM一体化纤维桩核形成的黏结力弱于树脂基质的黏结剂, 而RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀对CAD/CAM一体化纤维桩核的黏结强度略强于ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂, 但二者无差异, 分析原因可能是RelyX™ Unicem 2在固化时除了光固作用完成主要粘接作用之外, 还进一步自固化, 故而粘接效果略强于ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂^[33-34]。

通过后期的电镜分析发现树脂类树脂黏结剂较为细腻, 流动性较好^[35-36], 较玻璃离子能更加有效均匀地渗透到为CAD/CAM一体化玻璃纤维桩核周围的间隙, 特别是经硼砂处理后形成于纤维桩表面的细小间隙; 而玻璃离子颗粒相对较大, 同时在粘接过程中不断凝固, 流动性下降, 因此很难进入这些细小的间隙^[37-38], 因此树脂类的粘接剂粘接效果优于玻璃离子。同时RelyX™ Unicem 2自混自黏结树脂水门汀为混合黏结剂对纤维桩的黏结效果除了光固化之外还有自固化的反应^[39], 因此RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂水门汀对牙体和纤维桩的黏结效果均优于ONE-STEP PLUS通用型光固化黏结剂和Ketac™ Cem Easymix玻璃离子黏结剂。

综上所述, 在无箍效应时, 采用CAD/CAM一体化纤维桩进行扁圆形根管旁路充填后的牙体修复, 以RelyX™ Unicem 2 自混自黏结树脂进行修复能获得较为良好的粘接效果。

作者贡献: 齐鲁进行实验设计, 实验实施为齐鲁、王星, 实验评估为齐鲁, 资料收集为齐鲁王星, 齐鲁成文, 吴佩玲审核。

经费支持: 该文章接受了“新疆维吾尔自治区青年自然科学基金自助项目(2015211C111): 无箍效应时不同桩核在扁根管旁路充填后牙体修复的实验研究”的资助。所有作者声明, 经费支持没有影响文章观点和对研究数据客观结果的统计分析及其报道。

利益冲突: 所有作者共同认可文章无相关利益冲突。

伦理问题: 研究用人体组织的实验方案符合相关伦理学要求, 文章的撰写与编辑修改后文章遵守了国际医学期刊编辑委员会《学术研究实验与报告和医学期刊编辑与发表的推荐规范》。

文章查重: 文章出版前已经过CNKI反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经国内小同行外审专家双盲外审, 符合本刊发稿宗旨。

作者声明: 齐鲁对研究和撰写的论文中出现的不良行为承担责任。论文中涉及的原始图片、数据(包括计算机数据库)记录及样本已按照有关规定保存、分享和销毁, 可接受核查。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享3.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] Mizuno Y, Gonda T, Takahashi T, et al. Root Fracture of Abutment Teeth for Partial Removable Dental Prostheses. *Int J Prosthodont*. 2016;29(5):461-466.
- [2] Souza EM, do Nascimento LM, Maia Filho EM. The impact of post preparation on the residual dentin thickness of maxillary molars. *J Prosthet Dent*. 2011;106(3):184-190.
- [3] 马轩祥, 赵敏民. 口腔修复学[M]. 5版. 北京: 人民卫生出版社, 2007:95.
- [4] Paes da Silva Ramos Fernandes LM, Rice D, Ordinola-Zapata R, et al. Detection of Various Anatomic Patterns of Root Canals in Mandibular Incisors Using Digital Periapical Radiography, 3 Cone-beam Computed Tomographic Scanners, and Micro-Computed Tomographic Imaging. *J Endod*. 2014;40(1):42-45.
- [5] Wu MK, Roris A, Barkis D, et al. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;89(6):739-743.
- [6] Zogheib C, Hanna M, Pasqualini D, et al. Quantitative volumetric analysis of cross-linked gutta-percha obturators. *Ann Stomatol(Roma)*. 2017;7(3):46-51.
- [7] 刘鹏, 李亚南, 姜慧, 等. CAD/CAM一体化玻璃纤维桩核抗折力的体外实验研究[J]. 北京口腔医学, 2010, 18(2):90-93.
- [8] Robson H, Specht K, Beaumont H, et al. Influence of different luting protocols on shear bond strength of computer aided design/computer aided manufacturing resin nanoceramic material to dentin. *Dent Res J(Isfahan)*. 2016;13(2):91-97.
- [9] Wu MK, Roris A, Barkis D, et al. Prevalence and extent of long oval canals in apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;89(6):739-743.
- [10] Paes da Silva Ramos Fernandes LM, Rice D, Ordinola-Zapata R, et al. Detection of various anatomic patterns of root canals in mandibular incisors using digital periapical radiography, 3 cone-beam computed tomographic scanners, and micro-computed tomographic imaging. *J Endod*. 2014;40(1):42-45.
- [11] Hegde J, Ramakrishna, Bashetty K, et al. An in vitro evaluation of fracture strength of endodontically treated teeth with simulated flared root canals restored with different post and core systems. *Conserv Dent*. 2012;15(3):223-227.
- [12] Dua N, Kumar B, Arunagiri D, et al. Comparative evaluation of the effect of different crown ferrule designs on the fracture resistance of endodontically treated mandibular premolars restored with fiber posts, composite cores, and crowns: An ex-vivo study. *J Conserv Dent*. 2016;19(3):264-269.
- [13] Gaikwad A, Pal KS, Ranganath LM, et al. Fracture Resistance of Teeth Restored with Various Post Designs and Cemented with Different Cements: An In-vitro Study. *J Int Oral Health*. 2015;7(Suppl 1):33-37.
- [14] Manor Y, Bader A, Chaushu G, et al. How Patients Percept Their Recovery Following Impacted Mandibular Third Molar Coronectomy. *J Craniofac Surg*. 2016;27(3):671-674.

- [15] Magne P,Carvalho AO,Bruzi G,et al.Influence of no-ferrule and no-post buildup design on the fatigue resistance of endodontically treated molars restored with resin nanoceramic CAD/CAM crowns.*Oper Dent*. 2014;39(6): 595-602.
- [16] Kontogiorgos ED,Gharpure P,Iheanacho EO,et al.Preclinical Evaluation of a Crown-Splinted Custom Root-Shaped Implant. *Int J Oral Maxillofac Implants*.2017;32(5):1023-1032.
- [17] Panitiwat P,Salimee P.Effect of different composite core materials on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with FRC posts.*J Appl Oral Sci*. 2017;25(2): 203-210.
- [18] Gloria A,Maietta S,Martorelli M,et al. FE analysis of conceptual hybrid composite endodontic post designs in anterior teeth.*Dent Mater*.2018;4(18):30284-30287.
- [19] Scotti N,Forniglia A,Bergantin E,et al.Fibre post adaptation and bond strength in oval canals.*Int Endod J*. 2014;47(4): 366-372.
- [20] 冯昌芬,逢键梁,刘冰,等. CAD/CAM一体化纤维桩核修复薄弱根管的冠向微渗漏研究[J].*实用口腔医学杂志*, 2016,32(3): 321-324.
- [21] Wendler M,Belli R,Valladares D,et al.Chairside CAD/CAM materials. Part 3: Cyclic fatigue parameters and lifetime predictions.*Dent Mater*. 2018;4(17):31313-31311.
- [22] Manicardi CA,Versiani MA,Saquet PC,et al.Influence of filling materials on the bonding interface of thin-walled roots reinforced with resin and quartz fiber posts.*J Endod*. 2011; 37(4):531-537.
- [23] Debnath A,Kesavappa SB,Singh GP,et al.Comparative Evaluation of Antibacterial and Adhesive Properties of Chitosan Modified Glass Ionomer Cement and Conventional Glass Ionomer Cement: an In vitro Study.*J Clin Diagn Res*. 2017;11(3):75-78.
- [24] Dittmer R,Schaefer CM,Fischer JF, et al. Advanced CerMet ceramic composites for medical applications. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2017;11(75):206-211.
- [25] Ingle JI,Bakland LK.*Endodontic6[M]*.PMPH-USA,2002:1032.
- [26] Ulusoy AT,Tunc ES,Bayrak S.Clinical performance of a glass ionomer sealant protected with two different resin-based agents over a 2-year follow-up period.*Eur J Paediatr Dent*. 2017;8(1):10-14.
- [27] Kuhn E,Reis A,Chibinski AC,et al.The influence of the lining material on the repair of the infected dentin in young permanent molars after restoration: A randomized clinical trial. *J Conserv Dent*.2016;19(6):516-521.
- [28] Kasraei S,Yarmohammadi E,Ghazizadeh MV.Microshear Bond Strength of OptiBond All-in-One Self-adhesive Agent to Er:YAG Laser Treated Enamel After Thermocycling and Water Storage.*J Lasers Med Sci*.2016;7(3):152-158.
- [29] Sato T,Takagaki T,Matsui N,et al.Morphological Evaluation of the Adhesive/Enamel interfaces of Two-step Self-etching Adhesives and Multimode One-bottle Self-etching Adhesives. *J Adhes Dent*. 2016;18(3):223-229.
- [30] Mensi C,Ciullo F,Barbieri GP,et al.Pleural malignant mesothelioma in dental laboratory technicians: A case series. *Am J Ind Med*.2017;60(5):443-448.
- [31] Ozel E,Cildir A,Ozel Y,et al. Re-attachment of anterior tooth fragment using a self-etching adhesive: a case report. *J Contemp Dent Pract*.2008;9(1):77-83.
- [32] Chauhan R,Tikku A,Chandra A.Detection of residual obturation material after root canal retreatment with three different techniques using a dental operating microscope and a stereomicroscope: An in vitro comparative evaluation.*J Conserv Dent*.2012;15(3):218-222.
- [33] Celerino de Moraes Porto IC,de Sousa Gomes Costa JL,Nascimento da Silva Lopes MR,et al.Effect of dentin pretreatment with potassium oxalate: A 6-year follow-up. *Microsc Res Tech*. 2017;12(10):1002-1010.
- [34] Muhsin SA.Bond Strength of Repaired Acrylic Denture Teeth Using Visible Light Cure Composite Resin.*Open Dent J*. 2017;31(11):57-64.
- [35] Neelakantan P,Subbarao C,Subbarao CV,et al.The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer.*Int Endod J*. 2011; 44(6):491-498.
- [36] Kim YK,Mai S,Mazzoni A,et al.Biomimetic remineralization as a progressive dehydration mechanism of collagen matrices--implications in the aging of resin-dentin bonds.*Acta Biomater*. 2010;6(9):3729-3739.
- [37] Menezes-Silva R,Pereira FV,Santos MH,et al.Biocompatibility of a New Dental Glass Ionomer Cement with Cellulose Microfibers and Cellulose Nanocrystals.*Braz Dent J*. 2017; 28(2):172-178.
- [38] Medeiros Serpa EB,Clementino MA,Granville-Garcia AF,et al.The effect of atraumatic restorative treatment on adhesive restorations for dental caries in deciduous molars.*J Indian Soc Pedod Prev Dent*.2017;35(2):167-173.
- [39] Boing TF,Gomes GM,Gomes JC,et al.Is the bonding of self-adhesive cement sensitive to root region and curing mode? *J Appl Oral Sci*.2017;25(1):2-9.