临床研究

DOI:10.3969/j.issn.0253-3626.2011.12.020

不同牙体预备时机对纤维桩粘结强度的影响

胡 娜,徐 凌,王 璐
(重庆医科大学附属口腔医院修复科,重庆 400015)

【摘 要】目的:研究不同牙体预备时机对纤维桩粘结强度的影响,为临床纤维桩粘结后何时进行牙体预备提供理论依据。方法:收集新鲜下颌单根前磨牙 35 颗,截冠,完善根管治疗并进行桩道预备,使用 ParaPost® ParaCore™ 双固化桩核-复合树脂水门汀粘结玻璃纤维桩(Tenax fiber white)并形成桩核。将形成桩核后的 35 颗下颌单根前磨牙随机分为 5 组,其中 4 组在粘结结束后分别即刻、15、30 min、24 h 时间点进行牙体预备,余下 1 组为空白组,不进行牙体预备。室温下贮存 24 h 后,将所有 5 组下颌单根前磨牙的牙根部切割为 1 mm 厚的试件,按照根管的深度分为上部、中部和下部,测试纤维桩推出强度。最后在光学显微镜下观察每组试件纤维桩的断裂方式。结果:纤维桩粘结后不同时机进行牙体预备,其粘结强度差异有统计学意义。粘结后即刻、15、30 min 组与空白组比较差异有统计学意义($P<0.05$),随牙体预备时机延后,牙体预备对纤维桩的粘结强度影响逐渐减小,24 h 组与空白组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。同一组内不同粘结部位进行比较,显示根管冠 1/3 部的粘结强度显著高于根尖 1/3($P<0.05$)。结论:为了获得最大的粘结强度,应尽量在纤维桩粘结结束后 24 h 后进行牙体预备,尤其要注意根冠 1/3 处的粘结质量。

【关键词】纤维桩;预备时机;粘结强度
【中国图书分类法分类号】R783.1 【文献标志码】A 【收稿日期】2011-03-24

Effect of different timing of coronal preparation on bond strength of fiber post

HU Na, XU Ling, WANG Lu
(*Department of Prosthodontics, the Affiliated Stomatological Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: To evaluate the effect of different timing of coronal preparation on the bond strength of fiber post after cementation and provide theoretical basis for clinical practice. *Methods*: A total of thirty-five freshly extracted mandibular premolars with single-root canal were collected, sectioned and endodontically treated. Following post space preparation, high-strength glass fiber posts (tenax fiber white) were luted by dual-curing core and resin cement (ParaPost® ParaCore™) and the cores were formed. Then the roots were divided into five groups randomly ($n=7$) and the tooth preparation was performed immediately, and at the 15th min, 30th min and 24th hours after splicing in four groups respectively. The other group without tooth preparation served as control. Twenty-four hours later, the roots with cemented posts were sectioned into slices with 1mm thickness and the slices were classified as coronal, middle and apical section. The push-out strength was tested and the fiber post fracture modes were observed under an optical microscope. *Results*: The push-out strength of fiber posts significantly increased as the time to prepare increased. The push-out strength in the 24th h group was significantly higher than in the other three prepared groups ($P<0.05$), and not significantly higher than in the control group ($P>0.05$). In the same tooth, the push-out strength at crown 1/3 was significantly higher than that of the apical 1/3 ($P<0.05$). *Conclusion*: In order to obtain better retention, it is suggested to perform tooth preparation 24 hours after cementation, and pay more attention to crown 1/3.

【Key words】fiber post; timing of preparation; bond strength

随着口腔医学的发展、修复技术的提高,患者及医生对患牙的保存意识日益提高,残冠残根的保存修复方法得到发展。残根残冠的保存修复则主要是利用根管内桩核固位。纤维桩与传统的金属桩相比,力学性能与牙本质更加匹配,从而减少根折的可能性,耐腐蚀、配着全瓷修复美学效果更佳,对核磁共振无影响,容易去除,临床操作简便等,因此纤维桩在临床中应用日趋广泛[1]。临床研究显示,纤维桩修复失败的类型主要是粘结失败,少见牙体根部及纤维桩折裂,这提示纤维桩修复成功关键在于增强纤维桩的粘结固位[2]。桩核形成后必须牙体预备。然而目前临床上桩核粘结后牙体预备的时机非常随意,大多在粘结剂初凝时立即进行,也有少数在取完对颌印模或者更长时间行牙体预备。以往有研究发现,牙体预备时高速涡轮机的震动和水雾可降低金属桩,瓷桩的

作者介绍:胡 娜(1983-),女,硕士,
研究方向:口腔修复材料与临床相关方面。
通信作者:徐 凌,男,副教授,Email:xh1201@163.com。

粘结强度，而对纤维桩粘结强度是否有影响目前尚无定论。本实验采用薄片推出实验法，在纤维桩粘固后不同时机使用高速涡轮机进行牙体预备，分析不同牙体预备时机对纤维桩核粘结强度的影响，为临床上纤维桩粘结后何时进行牙体预备提供参考，从而提高桩核冠修复体的质量。

1　材料与方法

1.1　材料与仪器

（1）收集新鲜下颌单根前磨牙 35 颗（由重庆医科大学附属口腔医院颌面外科门诊提供），要求无龋，未曾充填治疗且未曾行根管治疗，根尖完整，牙根长度不少于 13 mm（根尖到釉牙骨质界），X 线检查为单根管，根管无弯曲，根尖闭合。牙齿拔出后贮存于 4℃下 1%的氯胺溶液里，最长贮存 3 个月。（2）高强度玻璃纤维复合树脂预成桩玻璃纤维桩，双固化高强度复合树脂水门汀-桩核材料（ParaPost® ParaCore™），均为瑞士 Coltène/Whaledent，金刚石车针（日本松风），口腔高速涡轮手机（日本 NSK 高速手机）。（3）慢速金刚石刀片切割机，电子万能材料实验机，光学显微镜（均由重庆大学材料学院提供）

1.2　试件的制备

在离体牙釉牙骨质界处用慢速金刚石刀片沿垂直于牙长轴的方向截断，截冠后的牙根用 Protaper 机用钻（Dentsply maillefer）F1 到达工作长度，依次扩大至 F3（严格按照器械使用说明操作），2.5%次氯酸钠溶液 2 ml 冲洗，纸尖干燥，常规根管充填，暂封料 Fu ji Ⅶ Capsule（GC）封闭根管口，常温下保存于生理盐水中 1 周。

1.3　试件的分组与处理

选用根管长度和直径相匹配的专用扩孔钻头进行根管预备，最终预备的桩道深度为 9 mm（从釉牙骨质界开始），直径为根径的 1/3。2.5%次氯酸钠溶液与生理盐水交替冲洗，纸尖干燥根管，并使用 75%酒精消毒，干燥与根管直径相匹配的玻璃纤维桩。向根管内及核材料所接触的表面擦拭免冲洗的 ParaBond 预处理剂 30 s，用纸尖将多余吸出，用气枪吹干，干燥。再各挤出粘结剂 ParaBond A 和 B 在调合皿混匀，用小毛刷将混匀的粘结剂擦拭根管内及核材料所接触的表面，将混合好的粘结剂留置在根管内 30 s，用纸尖将多余吸出，再次吹干，干燥整个粘层。最后用螺旋输送器将 ParaCore 桩核材料-树脂水门汀导入根管内，Tenax fiber white 就位于根管后稍加压 60 s，使多余的粘结剂溢出，LED 紫外灯每一面光照 20 s，并用该材料在其上堆筑形成核的外形，再每一面光照 20 s。随机将牙根分为 1、2、3、4、5 5 个组，前 4 个组分别在纤维桩核完成后即刻、15、30 min、24 h 后由同一个人进行常规牙体预备（轴向 3 min，牙合面 1 min），以保证技术的一致性，每个桩核用新的金刚砂针进行，最终形成高 6 mm，聚合度为 5°，肩台宽为 1 mm 的树脂核，空白组桩核形成后不进行牙体预备，所有粘结过程都在粘结剂厂商推荐使用的室温 23℃下进行。最后将所有样本包埋在 4 cm×5 cm×4 cm 圆柱体的自凝树脂内，贮存于室温下的生理盐水中。

1.4　薄片推出试验

贮存 24 h 后将所有试件固定在慢速金刚石刀片切割机的载物台上，在持续的水流降温下，沿垂直于桩长轴从根管口到根尖的方向，将牙根切为厚 1 mm 的薄片，薄片的厚度通过调整切割机的刻度旋钮（精确到 0.01 mm）来控制，每个牙根切取 6 片（根管上中下 1/3 各 2 片），薄片的牙齿来源同时做好记录。如图 1 为推出测试前后的薄片。



图 1　推出测试前后的薄片

按照图 2 所示的方法进行推出实验，靠近根尖方向的薄片截面正对加载头，测试时根据桩直径的大小更换不同型号的加载头，确保加载头加载时只与纤维桩接触，加载速度为 0.5 mm/min。将应力/时间曲线上波形陡降处的值计为试件的最大破坏载荷，推出强度 σ(MPa)=推出纤维桩最大载荷 F(N)/粘结面积 S(mm²)。粘结面积 $S=\pi(R+r)\sqrt{h^2+(R-r)^2}$，r，R 分别为薄片纤维桩的上，下半径（单位：mm），h 为薄片的厚度（单位：mm），π 取 3.14。

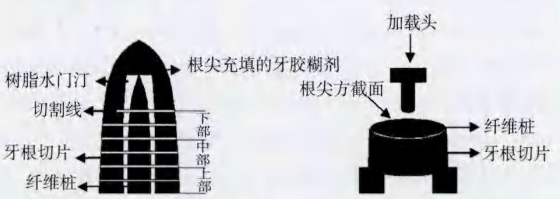


图 2　薄片推出实验方法示意图

测试后的试件置于光学显微镜下放大 40 倍观察，其破坏方式分为以下几类：①粘结材料与牙本质间的粘结破坏；②粘结材料与纤维桩之间的粘结破坏；③粘结材料的内聚破坏；④混合型破坏，表面部分被粘结材料覆盖。

1.5　统计学分析

所测数据采用 SPSS11.5 软件包进行统计学分析。不同时机牙体预备后纤维桩的粘结强度值用方差分析，两两比较用 *SNK* 法检验，牙体预备时机与破坏方式之间的关联性采用 χ^2_{CMH} 检验。

2　结　果

2.1　不同牙体预备时机推出强度比较

不同时机牙体预备后纤维桩粘结强度结果见表 1。在相同根管部位，各组经方差分析差异有统计学意义（F=28.97、23.60、8.67，P<0.05），经 *SNK* 法检验显示第 1、2、3 组粘结强

度与空白组粘结强度值差异有统计学意义($P<0.05$)，第 1、2、3 组粘结强度随牙体预备时机延迟对纤维桩粘结强度影响逐渐减小（$P<0.05$）；24 h 后进行牙体预备粘结强度达到最大，第 4 组与空白组差异无统计学意义($P>0.05$)。同组内根管不同部位粘结强度也不同，根管冠 1/3 粘结强度显著高于根尖 1/3($P<0.05$)。

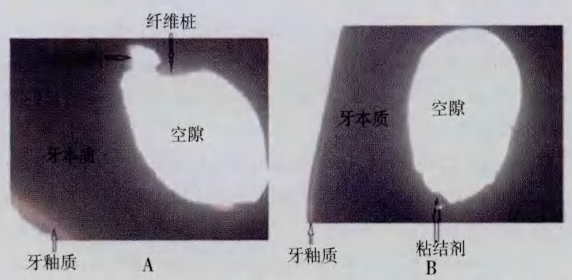
表 1　不同时机牙体预备后纤维桩的粘结强度值（Mpa，$\bar{x}\pm s$）

组别	不同部位粘结强度值		
	冠部	中部	根尖部
空白组	20.11 ± 3.23	17.10 ± 2.58	14.15 ± 3.47[b]
第 1 组（即刻）	10.89 ± 2.37[a]	7.87 ± 1.65[a]	5.48 ± 2.34[ab]
第 2 组（15 min）	12.20 ± 1.86[a]	10.03 ± 2.05[a]	8.48 ± 1.32[ab]
第 3 组（30 min）	15.25 ± 1.38[a]	12.38 ± 1.99[a]	9.97 ± 2.23[ab]
第 4 组（24 h）	19.98 ± 1.97	16.95 ± 2.05	12.12 ± 2.75[b]

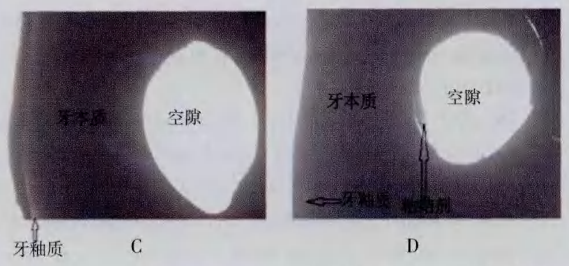
注：a，$P<0.05$ 与同部位空白组比较；b，$P<0.05$ 与同组冠部组比较

2.2　纤维桩推出后的破坏方式

2.2.1　光学显微镜下观察实验各组的破坏方式，破坏方式如图 3 的 A、B、C、D。



A. 混合型破坏，表面部分被粘结剂覆盖　　B. 粘结剂的内聚破坏；粘结剂与牙本质间的粘结破坏



C. 牙本质与粘结剂间的粘结破坏　　D. 纤维桩与粘结剂之间的粘结破坏；粘结剂与牙本质间的粘结破坏；粘结剂的内聚破坏

图 3　光学显微镜下纤维桩推出后的破坏方式

2.2.2　不同破坏方式在各实验组试件中的分布　不同破坏方式在各实验组中分布结果见表 2，经 χ^2_{CMH} 检验（$\chi^2_{CMH}=8.600\ 8$，$P=0.736\ 6$，$P>0.05$）可认为牙体预备时机与破坏方式之间无关联性。另外从表 2 不同破坏方式在各实验组中分布结果来看，各实验组中均以牙本质-粘结剂界面型为最主要的破坏方式。

表 2　不同破坏方式在各实验组试件中的分布

[个数（n），构成比（%）]

组别	桩-粘结剂界面型	牙本质-粘结剂界面型	粘结剂内聚型	混合型
空白组	10（23.81）	28（66.67）	2（4.76）	2（4.76）
第 1 组（即刻）	7（16.67）	25（59.52）	5（11.9）	5（11.9）
第 2 组（15 min）	8（19.05）	27（64.29）	3（7.14）	4（9.52）
第 3 组（30 min）	9（21.43）	24（57.14）	3（7.14）	6（14.29）
第 4 组（24 h）	8（19.05）	30（71.43）	0（0.00）	4（9.52）

3　讨　论

3.1　纤维桩粘结强度研究方法

近几年，纤维桩的研究方向逐渐由其力学性能转变到粘结固位。纤维桩在根管内的固位并不是单纯由粘结力形成，Goracci C 等[3]证实纤维桩在根管内固位主要是由桩与牙本质之间的机械固位力和化学粘结力构成。目前对纤维桩粘结强度的研究主要是通过体外实验的方法进行，包括剪切和拉伸实验，微拉伸实验，薄片推出实验等。Goracci C[4]比较了这几种实验方法，认为剪切和拉伸实验研究界面较大，会引起剪切力摩擦面增大，界面上的力量分布不均，导致粘结强度不准确，且其失败模式主要为粘结材料的内聚失败，不再适用于界面粘结强度的研究。薄片推出实验法先沿垂直于牙体长轴的方向将粘结了纤维桩的牙根切割成厚度约 1 mm 小粘结面试件，它与微拉伸实验法相比，每一个试件界面的应力分布更均匀，并且用一个牙根可同时获得 6 个试件，制作相对简单，试件的统一性好，降低了预失败率，所得数据为正态分布，避免出现数据结果离散性太大的现象，另外还可以评价根管不同部位粘结强度的大小。Sudsangiam 等[5]也认为薄片推出实验法测得的推出力更接近于摩擦力、机械锁结力及化学粘结力等各项力值的总和，其破坏的发生与牙本质粘结界面平行，该方法更接近临床实际情况，真实地模拟了剪切，从而获得更多的粘结层破坏，更少的内聚性破坏，更相对适用于纤维桩与根管的粘结强度测试。本实验中各组内纤维桩的断裂方式均主要为牙本质-粘结剂界面型也证实了这一特点。因此，本实验采用薄片推出实验法，主要检测了牙本质-粘结剂界面的粘结强度，能确切反映纤维桩在根管内的固位效果。

3.2　不同时机牙体预备对纤维桩粘结强度的影响

曾有学者研究发现牙体预备时高速涡轮手机的震动和水雾可对桩核粘结产生不利影响。周敏等[6]用玻璃离子水门汀，磷酸锌水门汀，聚羧酸锌水门汀粘结金属桩，并在粘结后 10、30 min、24 h 对其进行牙体预备，发现这 3 种粘结剂的 24 h 组粘结强度显著高于 10 min 组和 30 min 组。Khalil 等[7]对玻璃离子水门汀，双固化树脂粘结剂粘固的金属桩和铸瓷桩的不同牙体预备时机进行研究，也证实了牙体预备时高速手机的震动对桩粘结强度有消极影响，且 15 min 组牙体预备的影响较 24 h 组更大。在此基础上，本实验采用薄片推出实验

法比较了不同间隔时间牙体预备对纤维桩粘结强度的影响，结果显示，随牙体预备时间延后，纤维桩的粘结强度呈显著性增加，24 h 后达到最大。粘结剂产生粘固作用的机制包括机械性嵌合，化学性结合及分子间作用，而产生粘固的关键是粘结剂充分润湿被粘物表面，只有这样两者之间的距离才能达到形成有效价键力的范围。金属桩、铸瓷桩的固位主要是粘结剂对桩核与根管壁之间间隙的封闭作用及一定程度的机械嵌合，而纤维桩粘固后固位力来源于混合层的形成，树脂突，侧支铰链的机械摩擦固位和化学性粘结[8]，虽然它们的粘结原理不尽相同，但桩核粘结后都会形成有效润湿的牙本质-粘结剂界面和粘结剂-桩两个界面，粘结力在这两个界面产生。纤维桩粘结完成后，在沿着桩核进行牙体预备过程中，高速涡轮机的震动会导致粘结剂产生持续的拉应力和压应力：磨切侧粘结剂受到以根尖处为支点与牙根表面呈一定角度拉应力，磨切对侧粘结剂受到以根尖处为支点与桩表面呈一定角度的压应力，从而破坏粘结剂、牙根、纤维桩三者之间粘结界面的连续性和有效表面润湿性，引起纤维桩粘结强度的下降。可能金属桩，瓷桩受到的影响较纤维桩更大。Alster 等[9]发现有限空间内薄层树脂粘结剂聚合产生的聚合收缩应力可以达到 20 MPa，已接近于一些树脂粘结材料的粘结强度，证明树脂材料聚合收缩会对粘结过程引起较大破坏。有人研究表明混合层弹性模量低于树脂，当树脂聚合时它作为内在的弹性应力缓冲层，可吸收聚合收缩应力，消除粘结界面细小的缝隙，避免因水和微生物渗入粘结界面而造成未受到羟基磷灰石和树脂保护的胶原纤维中的多肽降解，从而保护粘结界面的完整性[10,11]。粘结后立即牙体预备，混合层未形成，使用高速手机时的震动必然会影响混合层的质量，同时引起树脂突移位断裂，再加上牙体预备时水雾引起粘结剂吸湿膨胀，在其内部产生拉应力，进一步降低了粘结剂的粘结强度。而随时间延后混合层逐步形成，粘结强度逐渐稳定。24 h 后树脂粘结剂已经完全发生聚合反应，混合层稳定形成，此时进行牙体预备与不进行牙体预备对纤维桩粘结强度已无显著影响。

本实验选用的瑞士 Coltène/Whaledent ParaPost® ParaCore™ 属于复合树脂水门汀-桩核材料一体的双固化自酸蚀粘结剂。其牙本质处理剂能有效去除玷污层，使牙本质小管充分开放，有利于树脂粘结剂渗入牙本质小管聚合形成高质量的混合层，高强度桩核材料与树脂水门汀融为一体，流动性高，与桩表面适应性好，粘结纤维桩的同时可形成树脂核，简化了临床操作，玻璃纤维桩预成桩头部圆钝，减少了内部应力，纤维桩表面的沟槽更有利于桩核材料的固位，目前在临床上应用广泛[12]。研究表明，根管部位不同，根管壁的牙本质小管也不同，根尖 1/3 根管壁牙本质小管密度分布较根管冠 1/3 小[13]，再加上根尖 1/3 不规则的继发性牙本质造成部分牙本质小管矿化封闭，因此根尖 1/3 牙本质小管数量显著少于冠 1/3，有效粘结面积也相应减少。此外，涂布粘结剂时不同部位涂布压力不同，所产生的树脂突和侧支连接的深度大小也不同，根尖部内壁相对不易得到理想的表面处理，根管深部接受的光能有限，容易导致聚合不充分，这些都会降低根尖区的最终粘结效果。虽本实验粘结剂为双固化型，但化学固化全部完成需要较长的时间。因此，本实验结果也出现根管冠 1/3，根管中 1/3 粘结强度显著高于根尖 1/3。

综上所述，本实验使用瑞士 Coltène/Whaledent ParaPost® ParaCore™ 复合树脂水门汀-桩核材料及配套的玻璃纤维桩，采用薄片推出实验法证实随牙体预备时机延后，纤维桩粘结强度呈显著性增加，24 h 达到最大，这为临床上桩核形成后尽可能延迟进行牙体预备提供理论参考，且断裂方式主要为牙本质-粘结界面型，也为纤维桩脱落后行二次修复的可能性提供理论依据。但因该实验在体外进行模拟操作，与口内实际情况有一定的差别：从根管预备，纤维桩粘结到牙体预备操作视野较口内更清楚；测试的粘结强度未行冷热循环和咀嚼力学加载疲劳测试对临床情况加以模拟，这些问题还需要进一步深入研究。

参 考 文 献

[1] 俞长路.纤维桩研究进展[J].国外医学：生物医学工程分册，2005，28(3)：172-174.

[2] Cagidiaco M C，Goracci C，Ferrari M，et al.Clinical studies of fiber posts：a literature review[J].Int J Prosthet，2008，21(4)：328-336.

[3] Goracci C，Fabianelli A，Ferrari M，et al.The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts[J].J Endod，2005，31(8)：608-612.

[4] Cecilia G，Simone G，Maurizio B，et al.Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts：A review[J].J Dent，2007，35(11)：827-835.

[5] Sudsangiam S，Noort R.Do dentin bond strength tests serve a useful purpose[J].J Adhes Dent，1999，1(1)：57-67.

[6] 周 敏.粘固剂种类及粘固后不同时机牙体预备对铸造桩核固位力的影响[D].济南：山东大学，2006.

[7] Khalil A，Yousef T，Tariq A，et al.Influence of timing of coronal preparation on retention of cemented cast posts and cores[J].Int J Prosthet，2003，16(3)：576-579.

[8] Meng Q F，Kevin H K，Yipb R J，et al.Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test[J].Dent Mater，2008，24(3)：372-377.

[9] Alster D，Feilizer A J，Davidson G L，et al.Polymerization contraction stress in thin resin composite layers as a function of layer thickness[J].Dent Mater，1997，13(3)：146-150.

[10] Saygili G，Sahmali S，Demirel F.Influence of timing of coronal preparation on retention of two types of post cores[J].Am J Dent，2008，21(2)：105-107.

[11] Fernanda T S，Cecilia G，Francesca M.et al.Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts[J].Basic Res Tech，2006，32(12)：1174-1176.

[12] Caicedo R，Castellon P.Using parapost tenax fiber glass and paraCore build-up material to restore severely damaged teeth[J].Gen Dent，2005，53(3)：200-203.

[13] 樊明文.牙体牙髓病学[M].北京：人民卫生出版社，2006.231-234.

（责任编辑：张学颖）