硅烷偶联剂对瓷面及金属托槽粘接强度的影响

杨 航
(贵阳市口腔医院, 贵州 贵阳 550002)

[摘 要] **目的**: 研究硅烷偶联剂(CP)对瓷面及金属托槽黏接强度的影响。**方法**: 将 100 个表面光滑的烤瓷试件按照不同的瓷面处理(喷砂、打磨、氢氟酸酸蚀、磷酸酸蚀、未处理)分为 5 组,再根据是否使用 CP 再将各组分为两组,每个小组 10 个试件,采用 3M UniteTM 黏接剂粘接托槽,进行冷热水温度循环试验,采用材料试验机测量抗剪切强度,并记录瓷破裂指数。**结果**: 甲、乙、丙三组剪切强度高于丁组合戊组,差异有统计学意义($P < 0.05$);甲 2、乙 2 和丙 2 瓷面抗剪切强度高于甲 1、乙 1 和丙 1,差异有统计学意义($P < 0.05$);瓷破裂指数最高、最低的组别分别为丙 2 组及丁 1 组;甲 1 和甲 2 组、乙 1 和乙 2 组以及丙 1 和丙 2 组比较,瓷破裂指数的差异有统计学意义($P < 0.05$)。**结论**: 对采用车针打磨、喷砂处理后的瓷面使用 CP 可有效的提高托槽与瓷面的粘结强度。

[关键词] 正畸矫正器; 硅烷偶联剂; 瓷面; 金属托槽; 黏接强度
[中图分类号] R783.1 [文献标识码] A [文章编号] 1000-2707(2015)10-1103-03

Effects of Silane Coupling Agent on Bonding Strength of Metal Brackets to Ceramic Surfaces

YANG Hang
(*Stomatology Hospital of Guiyang City, Guiyang 550002, Guizhou, china*)

[**Abstract**] **Objective**: To observe the effects of silane coupling agent (CP) on bonding strength of metal brackets to ceramic surfaces. **Methods**: One hundred smooth ceramic specimens were divided into 5 groups according to different preparation methods (group A: sandblasting, group B: polishing, group C: hydrofluoric acid pickling, group D: phosphoric acid pickling, group E: untreated). Each group was divided into two groups: with (group 2) or without (group 1) the use of CP (10 specimens in each group). Brackets were bonded to specimens in each group by using 3M Unite TM adhesives. After that, the temperature cycle of cooling bath (5°) and hot bath (55°) was carried out. Shear bond strength (SBS) was tested and compared among different groups. The porcelain fracture rate was recorded. **Results**: SBS in group A, B and C was higher than that in group D and E ($P < 0.05$). With the use of CP, SBS were greatly enhanced, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Porcelain fracture rate of group C 2 was the highest, and Porcelain fracture rate of group D 1 was the lowest. **Conclusions**: The bonding strength of brackets to ceramic surfaces can be improved effectively with the use of CP.

[**Key words**] onthodontio appliances; silane coupling agent; ceramic surface; metal brackets; shear bond strength

伴随着烤瓷修复体在临床上的普遍使用,成年人中正畸患者的比例不断增加[1]。正畸固定矫治器的重要组成部分就是粘接托槽,矫正的效果与粘接的强度存在着紧密的关系。硅烷偶联剂(CP)已广泛应用于瓷表面以及对硅酸盐系全瓷材料的粘接面处理上,可增加瓷面与树脂粘接剂的结合强度[2]。本实验旨在对硅烷偶联剂(CP)对瓷面及金属托槽黏接强度的影响进行研究,现报告如下。

网络出版时间:2015 - 09 - 11 网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/52.5012.R.20150911.2317.056.html

1 资料与方法

1.1 一般材料与设备

VMK95 瓷粉、VITA Algent 釉粉、釉液、将军双笔式精密喷砂机、9.6% 氢氟酸、松风金刚砂车针 F16R[3]、CP、3M Unite™ 黏接剂[4]、电热恒温水浴锅、万能材料实验机。

1.2 实验步骤

1.2.1 制备烤瓷试件 将 Vita VMK95 瓷粉以及蒸馏水进行有效搅拌之后,将其在 VB 烤瓷钢一端进行后置,瓷面制成平面后,按照相关的流程进行烧烤,同时上釉。选取 100 个表面比较光滑的试件进行备用,全部的试件由同一技术人员制作完成。

1.2.2 分组 按照瓷面处理方式的不同,将烤瓷试件随机分成 5 组,甲组为 50 mL 的氧化铝微粒在 2.5 磅压力下进行喷砂处理 3 s,乙组为金刚砂车针打磨直到釉质没有光泽,丙组为 9.6% 氢氟酸(HF)进行酸蚀 3 min,丁组为 37% 磷酸进行酸蚀 1 min,戊组为未处理组。按照是否使用 CP,再将各组分为两组,每个小组 10 个试件,见表 1。

表 1 100 个烤瓷试件分组及处理

Tab. 1 Grouping and processing method of 100 specimens

分组	瓷面处理方法
甲 1	喷砂 + 3M
甲 2	喷砂 + CP + 3M
乙 1	打磨 + 3M
乙 2	打磨 + CP + 3M
丙 1	HF 酸蚀 + 3M
丙 2	HF 酸蚀 + CP + 3M
丁 1	磷酸酸蚀 + 3M
丁 2	磷酸酸蚀 + CP + 3M
戊 1	未处理 + 3M
戊 2	未处理 + CP + 3M

1.2.3 托槽粘接 每个烤瓷试件的烤瓷面在进行处理以后,都需要采用无油水气冲洗 15 s,压缩空气吹干 20 s。CP 组在瓷面上需均匀的涂布一层 CP 之后,采用压缩空气将其吹成薄层,在 30 s 后进行托槽的粘接。托槽的粘接过程中,严格的按照要求进行黏接剂的调拌,粘接后轻轻的按压,直到槽底板与烤瓷的表面均匀接触,对托槽附近溢出的粘接材料进行有效清除。以上操作均由同一个医师在室温下进行。在进行粘接后 10 min 内,烤瓷试件放置在 37 ℃恒温水箱中,水浴 24 h,在进行冷热水温度循环实验时,须在 5 ℃和 55 ℃水浴箱中进行,各个水浴箱中停留 30 s,1 min 为 1 个循环周期,循环 1 000 次。

1.2.4 金属托槽与瓷面粘接抗剪切强度 试件被取出后,采用材料实验机对其进行抗剪切强度的检测,采用夹具对试件进行固定,使托槽的槽沟与桌面保持平行。实验机的运动臂将剪切刀刃进行固定,确保剪切刀刃根据托槽翼[4],剪切方向与托槽的槽沟保持垂直。以 1 mm/min 速度匀速向下进行剪切,直至托槽被剪下。托槽在脱落的过程中,剪切力值/托底板面积 = 抗剪切强度。

1.2.5 瓷破裂指数 试件被破坏以后,要采用 10 倍放大镜对瓷面的破坏程度进行认真的观察,并对瓷破裂指数进行有效的记录。瓷破裂指数为 0 时,瓷面的完整性或者是与粘接前进行比较没有明显的变化;当瓷破裂指数为 1 时,瓷面的破坏主要集中在釉质表层[5]以及瓷表面上;当破裂指数为 2 时,瓷面的外形存在明显的破坏程度,需要采用复合树脂修复、重新更换修复体进行修复;当破裂指数为 3 时,瓷面被破坏程度更明显,且金属冠会直接暴露出来。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 17.0 软件进行有效的统计分析,采用 SNK 进行检验,$P < 0.05$ 表明差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 金属托槽与瓷面粘接抗剪切强度

丁 1 组与戊 1 组在进行冷热循环实验的过程中托槽会马上脱落,甲、乙、丙组瓷面处理方法剪切强度高于丁、戊组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。甲 2、乙 2 和丙 2 瓷面抗剪切强度高于甲 1、乙 1 和丙 1,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 托槽脱落后瓷破裂指数

瓷破裂指数最高、最低的组别分别为丙 2 组及丁 1 组;甲 1 和甲 2 组、乙 1 和乙 2 组、丙 1 和丙 2 组比较,瓷破裂指数的差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

3 讨论

在对托槽进行临床粘接的过程中,瓷表面的处理要经过打磨、酸蚀以及CP处理等方式。本研究

表 2　金属托槽与瓷面粘接抗剪切强度

Tab. 2　Shear bond strength of metal brackets to ceramic surfaces

分组	剪切强度(MPa)
甲 1	2.43 ~ 3.68　(2.842 ± 0.426)
甲 2	3.78 ~ 11.32　(6.956 ± 2.702)(1)
乙 1	0.31 ~ 2.87　(1.192 ± 1.005)
乙 2	3.76 ~ 12.17　(6.998 ± 2.056)(2)
丙 1	3.83 ~ 6.88　(4.206 ± 1.452)
丙 2	7.63 ~ 12.05(10.084 ± 2.240)(3)
丁 1	0
丁 2	0.80 ~ 4.44　(4.040 ± 2.183)
戊 1	0
戊 2	0.45 ~ 4.15　(2.581 ± 1.435)

(1) 与甲 1 比较，$P < 0.05$；(2) 与乙 1 比较，$P < 0.05$；(3) 与丙 1 比较，$P < 0.05$

表 3　各组托槽脱落后瓷破裂指数

Tab. 3　Porcelain fracture rate after brackets falling off in each group

分组	瓷破裂指数(分)				
	0 分	1 分	2 分	3 分	合计(分)
甲 1	7	2	1	0	4
甲 2	1	3	2	4	17
乙 1	6	3	1	0	5
乙 2	0	3	3	4	21
丙 1	5	3	2	0	7
丙 2	0	2	3	5	23
丁 1	10	0	0	0	0
丁 2	9	0	1	0	2
戊 1	10	0	0	0	0
戊 2	9	1	0	0	1

通过 CP 作为纽带作用，使无机陶瓷与有机树脂之间形成化学结合。CP 为预水解型，其化学稳定性存在局限性[6]，必须要将水解反应的速度与效率进行很好的控制，才能延长其使用期限；此种偶联剂活性中的单体成分的浓度相对比较低，单一的化学连接不能满足临床的相关要求。有研究显示，将偶联剂与 HF 酸蚀联合使用，可有效弥补偶联剂在化学连接中存在的不足。有研究发现，CP 对磷酸处理的瓷表面的效果不显著，而其与 HF 酸蚀进行结合使用后，可使瓷与树脂粘接的表面密合度得到有效的提高[7]。本研究中，HF 进行酸蚀以后，瓷面的均匀程度比较一致，机械固位力也是最大的，CP 使用后，其粘结强度达到最大，但是因为托槽在进行粘接的过程中，瓷面的处理必须在口内进行，而 HF 毒性较大，如若处理的不当，就会发生医源性损伤，因此在口内进行使用的过程中必须要小心谨慎。

瓷表面的处理是对树脂与瓷面粘结强度的关键性因素。本研究丁 1 组与戊 1 组的样本在进行冷热循环试验的过程中，出现全部脱落的现象，磷酸处理的瓷表面与瓷面没有处理的粘结强度过小，所以要必须要对瓷面进行相关形式的预处理。过去的研究中显示，足够的正畸力会产生剪切应力 6 ~ 8 MPa，通过采用 CP 进行瓷面的处理以后，磷酸处理与没有处理的剪切强度都有着明显的提高，但是还没有达到临床标准的粘结强度，CP 与瓷面、树脂之间产生的化学固位力显示不足。

磨除瓷釉质表面与喷砂处理瓷面有利于表面粗糙度的增加，从而形成微孔，与树脂粘结剂之间形成有效的机械内锁作用，促进粘接强度的不断增加。本研究中喷砂组的抗剪切强度要明显高于金刚砂车针组，与没有使用 CP 组进行比较，存在明显差异，但是只依靠微机械固位则不能达到临床要求。本研究中，在 CP 使用以后，金刚砂车针打磨处理组与喷砂处理组中的粘接强度能够有效的满足临床中的相关要求，与没有使用 CP 组进行比较存在差异。临床中，金刚砂车针打磨与喷砂处理瓷面的方法比较简单，再将 CP 的使用有效结合，可实现粘结强度达到满意的程度。

综上所述，对瓷面采用车针打磨与喷砂处理后，再使用 CP，可有效的提高托槽与瓷面粘结强度。

4　参考文献

[1] 余涛. 不同表面处理方法对金属托槽与不同瓷修复体黏结强度影响的研究[D]. 西安：第四军医大学，2010.

[2] 米宇菁. 不同表面处理方式对金属托槽与瓷面粘结效果的影响[D]. 山西：山西医科大学，2011.

[3] 米宇菁，冯云霞，鲍萍萍，等. 不同表面处理方式对金属托槽与瓷面黏结效果的影响[J]. 山西医药杂志，2013(13)：750 - 751.

[4] 余涛，王瑾，曹军，等. 联合偶联剂表面处理对金属托槽与不同瓷修复体黏结强度影响的研究[J]. 中国美容医学，2012(4)：609 - 611.

[5] 关玲，彭惠，柳宏志，等. 金属托槽与复合树脂修复材料黏结抗剪切强度的实验研究[J]. 山西：黑龙江医药科学，2010(4)：3 - 4.

[6] 王春华. 瓷修复体与金属托槽粘接强度的实验研究[D]. 山西：哈尔滨医科大学，2011.

[7] 王春晔，邵珪，赵媛，等. 瓷修复体与金属托槽粘接强度的实验研究[J]. 中国美容医学，2012(2)：257 - 260.

(2015-04-03 收稿，2015-08-17 修回)

中文编辑：文箐颖；英文编辑：周　凌