

• 循证医学 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2022.13.027

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220316.1441.014.html\(2022-03-17\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20220316.1441.014.html(2022-03-17))

不同清洁方式对氧化锆粘接强度影响的 meta 分析\*

张昕雨,付苗苗,尚卫华,赵苑苑,王 桃<sup>△</sup>  
(郑州大学第一附属医院口腔修复科,郑州 450052)

[摘要] 目的 系统评价水冲洗、喷砂处理、磷酸酸蚀、次氯酸钠清洁、Ivoclean 清洁对唾液污染的氧化锆与树脂之间粘接强度的影响。方法 计算机检索 Pubmed、Cochrane 图书馆、Embase、中国知网(CNKI)、万方医学网、维普资讯中文期刊服务平台(VIP)等数据库从建库至 2020 年 12 月发表的相关文献,手工检索作为补充。由 2 名研究人员独立筛选文献、提取资料并评价纳入研究的偏倚风险,采用 RevMan5.3 软件进行 meta 分析。结果 共纳入 10 篇文献,均为随机对照试验。对照组无唾液污染,水冲洗组、次氯酸钠组、磷酸组剪切强度(SBS)均低于对照组,差异均有统计学意义[加权均数差(WMD)=6.61、3.76、6.75,95%可信区间(95%CI):2.37~10.85、0.27~7.26、1.88~11.63, $P=0.002、0.030、0.007$ ];喷砂组、Ivoclean 组 SBS 与对照组比较,差异均无统计学意义(WMD=0.14、0.73,95%CI:-1.13~1.40、-0.19~1.65, $P=0.830、0.120$ )。结论 唾液污染的氧化锆经水、次氯酸钠、磷酸清洁后与树脂之间粘接强度低于无污染水平;喷砂、Ivoclean 能提高唾液污染后氧化锆与树脂之间的粘接强度,达到无唾液污染水平。

[关键词] 氧化锆;唾液污染;清洁方式;剪切强度;meta 分析  
[中图法分类号] R783.1 [文献标识码] A [文章编号] 1671-8348(2022)13-2288-06

Effect of different cleaning methods on bonding strength of zirconia: a meta-analysis\*

ZHANG Xinyu, FU Miaomiao, SHANG Weihua, ZHAO Yuanyuan, WANG Tao<sup>△</sup>  
(Department of Prosthodontics, First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan 450052, China)

[Abstract] Objective To systematically evaluate the influence of five cleaning methods (water washing, sandblasting, phosphoric acid corrosion, sodium hypochlorite clean and Ivoclean clean) on the bonding strength of zirconia contaminated by saliva and resin. Methods The related literatures published in the databases of PubMed, Cochrane Library, Embase, CNKI, Wanfang and VIP were retrieved from the date of establishment to December 2020. The manual retrieval served as a supplement. Two reviewers independently screened the literatures, extracted the data and assessed the risk of bias of included studies. Then the meta-analysis was performed by using the RevMan 5.3 software. Results A total of 10 randomized controlled trials were included. The control group had no saliva contamination. The shearing strength(SBS) of the water washing group, sodium hypochlorite solution group and phosphoric acid group were significantly lower than that of the control group, and the differences were statistically significant(WMD=6.61, 3.76, 6.75, 95%CI: 2.37-10.85, 0.27-7.26, 1.88-11.63,  $P=0.002, 0.030, 0.007$ ). There were no statistically significant differences in SBS between the sandblasting group and Ivoclean group with the control group (WMD=0.14, 0.73, 95%CI: -1.13-1.40, -0.19-1.65,  $P=0.830, 0.120$ ). Conclusion The bonding strength between zirconia contaminated by saliva and resin after cleaning with water, sodium hypochlorite solution and phosphoric acid is lower than that without pollution; sandblasting and Ivoclean could improve the bonding strength between zirconia and resin to reach the level of saliva free contamination.

[Key words] zirconia; saliva contamination; cleaning methods; shear bond strength; meta analysis

\* 基金项目:河南省科技攻关计划项目(201702059)。 作者简介:张昕雨(1996-),住院医师,在读硕士研究生,主要从事口腔修复学方面的研究。 △ 通信作者, E-mail: fccwangt1@ zzu. edu. cn.

钇氧稳定性氧化锆 (yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal, Y-TZP) 由于具有良好的美学性能和机械性能而被广泛用于桥基底冠和全瓷单冠的固定<sup>[1]</sup>。在临床试戴的过程中唾液、血液等污染会降低氧化锆的粘接强度<sup>[2]</sup>。唾液污染所形成的蛋白膜是阻碍氧化锆与粘接树脂结合的主要因素<sup>[3]</sup>,但采用何种方法进行清洁学界尚未获得共识<sup>[4-8]</sup>。本研究采用 meta 分析方法评价了水冲洗、喷砂处理、磷酸酸蚀、次氯酸钠清洁、表面清洁剂——Ivoclean 清洁 5 种常用氧化锆表面清洁方式对粘接强度的影响,以期为临床应用提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 文献检索

计算机检索 Pubmed、Cochrane 图书馆、Embase、中国知网(CNKI)、万方医学网、维普资讯中文期刊服务平台(VIP)等数据库从建库至 2020 年 12 月发表的相关文献,手工检索纳入文献的参考文献作为补充。英文检索词为 zirconium oxide、zirconium dioxide、zirconia、Y-TZP、shear bond strength、clean 等;中文检索词为氧化锆、陶瓷、清洁、剪切强度 (shear bond strength, SBS) 等。

### 1.2 纳入与排除标准

纳入标准:(1)研究类型为随机对照试验 (randomized controlled trial, RCT);(2)研究对象为预烧结、预喷砂后的 Y-TZP 瓷块;(3)对照组为无唾液污染;研究组干预措施为唾液污染后分别采用水冲洗、喷砂处理、磷酸酸蚀、次氯酸钠清洁、Ivoclean 清洁 5 种方式,对 Y-TZP 瓷块进行清洁;(4)结局指标为 SBS。排除标准:(1)与主题不符、综述和系统评价;(2)未包含至少 2 种清洁方式的研究;(3)清洁方式非限定的 5 种;(4)未设置对照组或未进行喷砂预处理;(5)粘接系统中不含 10-甲基丙烯酰氧癸二氢磷酸酯 (10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate, MDP);(6)结局指标不是 SBS。

### 1.3 文献筛选与数据提取

由 2 名研究人员独立进行文献筛选和数据提取,并交叉核对,如遇分歧则与第 3 名研究人员协商解决。数据提取内容:(1)文献基本信息(作者、出版年限等);(2)研究对象;(3)样本量;(4)干预措施;(5)结局指标。

### 1.4 文献质量评价

采用 Cochrane 手册 5.1.0 推荐的 RCT 偏倚风险评估工具,由 2 名研究人员独立对纳入文献进行方法学质量评价。

### 1.5 统计学处理

采用 Revman5.3 统计软件进行 meta 分析,计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示,采用加权均数差 (weighted mean difference, WMD) 和 95% 可信区间 (95% confidence interval, 95% CI) 作为效应分析统计量,以  $P <$

0.05 为差异有统计学意义。各纳入研究异质性检验采用 Cochrane Q 检验,计算  $I^2$  值。若各研究无统计学异质性 ( $I^2 \leq 50\%$ ,  $P \geq 0.10$ ),选择固定效应模型进行 meta 分析;若存在统计学异质性 ( $I^2 > 50\%$ ,  $P < 0.10$ ) 则采用随机效应模型进行 meta 分析,并分析异质性来源。若各研究结果存在明显异质性采用敏感性分析方法进行处理。发表偏倚根据 Egger's 定量检验结果进行判断,  $P > 0.05$  则存在发表偏倚的可能性小。

## 2 结果

### 2.1 检索结果

共检索出相关文献 207 篇 (PubMed 检出 43 篇、Embase 检出 37 篇、Cochrane 图书馆检出 5 篇、CNKI 检出 91 篇、万方医学网检出 27 篇、VIP 检出 4 篇),经逐层筛选最终纳入文献 10 篇<sup>[6,9-17]</sup>,其中英文 8 篇,中文 2 篇。文献筛选流程及结果见图 1。

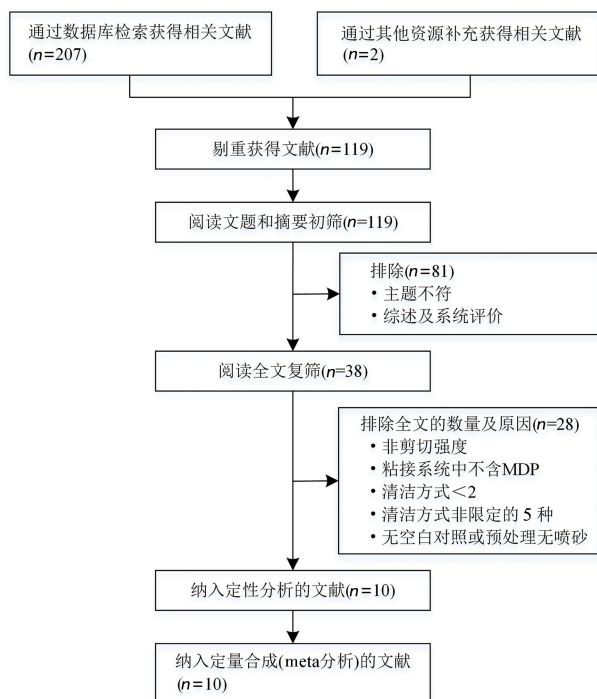


图 1 文献筛选流程及结果

### 2.2 纳入文献基本特征与偏倚风险评价结果

纳入文献基本特征见表 1。纳入文献质量评价结果见图 2。

### 2.3 meta 分析结果

#### 2.3.1 水冲洗组与对照组比较

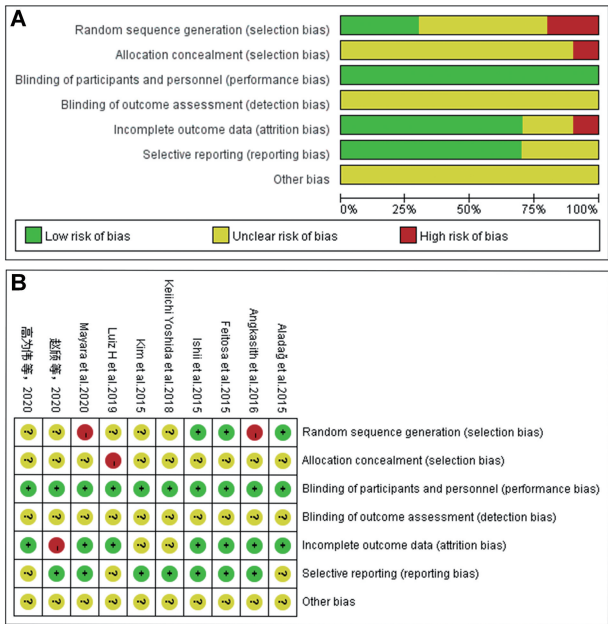
10 篇文献中涉及水冲洗组与对照组比较的文献 8 篇<sup>[6,9-15]</sup>,共 77 例样本。各研究间存在统计学异质性 ( $I^2 = 94\%$ ,  $P = 0.000\ 01$ ),选择随机效应模型进行 meta 分析。水冲洗组 SBS 明显低于对照组,差异有统计学意义 ( $WMD = 6.61$ , 95% CI: 2.37 ~ 10.85,  $P = 0.002$ )。分析异质性可能来源于样本储存时间的差异。

#### 2.3.2 喷砂组与对照组比较

10 篇文献中涉及喷砂组与对照组比较的文献 5 篇<sup>[6,11-13,16]</sup>,共 45 例样本。各研究间无统计学异质性( $I^2=19\%$ , $P=0.29$ ),选择固定效应模型进行 meta 分析。喷砂组 SBS 与对照组比较,差异无统计学意义 $[WMD=0.14,95\%CI:-1.13\sim1.40,P=0.83]$ 。

表 1 纳入文献基本特征

文献来源	研究对象	干预措施	样本量 (n)	SBS ( $\bar{x}\pm s$ ,MPa)	
				研究组	对照组
ALADAG 等 <sup>[9]</sup>	IPS e. max ZirCAD	水冲洗、干燥;	12	16.0±4.9	17.5±8.8
		0.5%次氯酸钠+水冲洗、干燥;		17.6±5.8	
		Ivoclean+水冲洗、干燥。		16.6±7.5	
KIM 等 <sup>[6]</sup>	LAVA	水冲洗、干燥;	5	5.7±1.2	10.4±2.1
		50 $\mu\text{m}$ 氧化铝颗粒在 10 mm 的距离 0.25 MPa 的压力下 喷砂 15 s+水冲洗、干燥;		9.5±2.4	
		Ivoclean+水冲洗、干燥;		9.1±1.3	
		1%次氯酸钠+水冲洗、干燥。		9.9±1.7	
FEITOSA 等 <sup>[10]</sup>	Ivoclar-Vivadent	水冲洗、干燥;	12	16.40±4.33	20.5±8.84
		37%磷酸+水冲洗、干燥;		10.10±2.92	
		Ivoclean+水冲洗、干燥。		21.50±4.86	
ISHII 等 <sup>[11]</sup>	IPS e. max ZirCAD	水冲洗、干燥;	10	5.7±0.5	16.4±2.9
		37%磷酸+水冲洗、干燥;		11.4±2.5	
		Ivoclean+水冲洗、干燥;		14.9±2.2	
		50 $\mu\text{m}$ 氧化铝颗粒在 10 mm 的距离 0.2 MPa 的压力下 喷砂 20 s。		16.4±1.9	
ANGKASITH 等 <sup>[12]</sup>	Ivoclar-Vivadent	50 $\mu\text{m}$ 氧化铝颗粒在 50 mm 的距离 0.3 MPa 的压力下 喷砂 20 s;	10	23.1±1.7	25.8±6.1
		水冲洗、干燥;		10.4±3.6	
		35%磷酸+水冲洗、干燥;		9.9±2.0	
		Ivoclean+水冲洗、干燥。		22.7±3.8	
YOSHIDA <sup>[13]</sup>	TosoCorp	水冲洗、干燥;	8	9.1±2.5	24.3±1.9
		40%磷酸+水冲洗、干燥;		22.2±3.1	
		Ivoclean+水冲洗、干燥;		23.1±2.1	
		50 $\mu\text{m}$ 氧化铝颗粒在 10 mm 的距离 0.3 MPa 的压力下 喷砂 15 s。		24.1±3.4	
GONZAGA 等 <sup>[14]</sup>	IPS e. max ZirCAD	水冲洗、干燥;	10	9.96±6.62	7.36±6.48
		35%磷酸+水冲洗、干燥;		12.95±7.96	
		Ivoclean+水冲洗、干燥。		9.10±5.30	
NORONHA 等 <sup>[15]</sup>	Kuraray	水冲洗、干燥;	10	15.6±3.0	17.3±3.2
		Ivoclean+水冲洗、干燥。		18.4±3.1	
高为伟等 <sup>[16]</sup>	Vita	Ivoclean+水冲洗、干燥;	12	19.50±3.65	20.05±2.92
		50 $\mu\text{m}$ 氧化铝颗粒在 10 mm 的距离 0.25 MPa 的压力下 喷砂 20 s;		23.11±5.69	
		1%次氯酸钠+水冲洗、干燥。		17.34±3.39	
赵颀 <sup>[17]</sup>	LAVA	1%次氯酸钠+水冲洗、干燥;	5	15.97±3.25	24.94±2.08
		37%磷酸+水冲洗+干燥;		13.57±2.45	
		Ivoclean+水冲洗、干燥。		22.82±2.93	



A: 各项偏倚风险百分比; B: 各项偏倚风险评估情况。

图 2 纳入文献偏倚风险评估图

### 2.3.3 次氯酸钠组与对照组比较

10 篇文献中涉及次氯酸钠组与对照组比较的文献 4 篇<sup>[6,9,16-17]</sup>, 共 34 例样本。各研究间存在统计学异质性( $I^2=79\%$ ,  $P=0.003$ ), 选择随机效应模型进行 meta 分析。次氯酸钠组 SBS 明显低于对照组, 差异有统计学意义( $WMD=3.76$ ,  $95\%CI: 0.27\sim7.26$ ,  $P=0.03$ )。分析异质性原因为次氯酸钠溶液浓度及冲洗时间的差异。

### 2.3.4 磷酸组与对照组比较

10 篇文献中涉及磷酸组与对照组比较的文献 6 篇<sup>[10-14,17]</sup>, 共 55 例样本。各研究间存在统计学异质性( $I^2=92\%$ ,  $P=0.00001$ ), 选择随机效应模型进行 meta 分析。磷酸组 SBS 明显低于对照组, 差异有统计学意义( $WMD=6.75$ ,  $95\%CI: 1.88\sim11.63$ ,  $P=0.007$ )。分析异质性原因为磷酸酸蚀剂浓度的差异。

### 2.3.5 Ivoclean 组与对照组比较

10 篇文献均涉及 Ivoclean 组与对照组比较<sup>[6,9-17]</sup>, 共 94 例样本。各研究间无统计学异质性( $I^2=0\%$ ,  $P=0.70$ ), 选择固定效应模型进行 meta 分析。Ivoclean 组 SBS 与对照组比较, 差异无统计学意义( $WMD=0.73$ ,  $95\%CI: -0.19\sim1.65$ ,  $P=0.12$ )。

### 2.4 敏感性分析

水冲洗组、次氯酸钠组、磷酸组 meta 分析结果存在较大异质性, 采用逐个去除单项研究的方法进行敏感性分析, 发现剔除任一研究对合并结果影响不大, 说明 meta 分析结果较为稳定。

### 2.5 发表偏倚分析

水冲洗组 Egger's 检验结果显示可能存在发表偏倚( $P=0.001$ ); 喷砂组、次氯酸钠组、磷酸酸蚀组、Ivoclean 组 Egger's 检验结果表明存在发表偏倚的可能

性小( $P=0.170, 0.263, 0.109, 0.061$ )。

## 3 讨论

氧化锆材料由于弯曲强度高、断裂韧性强、摩擦系数低且化学性能稳定而被广泛用于桥基底冠和全瓷单冠的固定<sup>[1]</sup>。良好的粘接能保证长久、稳定的修复效果。然而在临床试戴的过程中, 口内唾液、血液等污染会对氧化锆的粘接效果形成负面影响。唾液污染是影响粘接强度的主要因素之一, 唾液中含的有机物质, 如糖蛋白、葡萄糖等可在修复体表面形成一层  $10\sim20\text{ nm}$  的蛋白膜<sup>[18]</sup>, 降低氧化锆的表面自由能<sup>[11]</sup>, 阻碍氧化锆与粘接树脂的结合<sup>[3]</sup>。目前, 常用的表面清洁方式有水冲洗、喷砂处理、磷酸酸蚀、次氯酸钠清洁和 Ivoclean 清洁等, 但清洁后对氧化锆与树脂间粘接强度的影响未达成一致。因此, 本研究对以上 5 种清洁方式对唾液污染的氧化锆与树脂之间粘接强度的影响进行了 meta 分析。

氧化锆属生物惰性材料, 表面与粘接树脂水门汀较难形成良好、稳定的结合<sup>[19]</sup>。因此, 在粘接前需采用特殊的方法对氧化锆进行表面处理。目前, 多数研究所推荐的粘接方式为先进行预喷砂处理再使用含 MDP 的底涂剂或粘接剂<sup>[20-22]</sup>。喷砂能增加氧化锆表面粗糙程度<sup>[23]</sup>, 产生微机械锁合, 增加粘接面积, 提升粘接效果。MDP 是一种磷酸酯类功能单体, 添加于树脂水门汀中可与氧化锆形成稳定的“P-O-Zr”键<sup>[24]</sup>, 增加氧化锆的粘接强度及耐久性<sup>[25]</sup>。所以, 本研究纳入标准要求氧化锆样本进行预喷砂处理, 且使用含 MDP 的粘接系统。SBS 是指在平行于粘接界面的载荷作用下导致该界面断裂的瞬间强度。由于修复体在口内行使功能时受到的多为剪切应力, 所以, SBS 测试是被选用最多的粘接强度测试方法<sup>[26]</sup>。本研究纳入标准同样选择了 SBS 作为主要结局指标对氧化锆的粘接强度进行评价。

本研究结果显示, 水冲洗后氧化锆 SBS 明显低于对照组, 表明单纯水冲洗不能去除唾液污染对粘接强度造成的不利影响。有研究表明, X 射线光电子能谱(X-ray photo electron spectroscopy, XPS)检查显示, 唾液所形成的蛋白膜会使氧化锆表面 C、O、N 元素含量增加, 且经水冲洗未发生变化<sup>[5,10]</sup>, 说明水冲洗不能去除氧化锆表面的唾液污染。

本研究有 5 项关于喷砂处理对唾液污染的氧化锆与树脂间 SBS 的 meta 分析结果显示, 唾液污染的氧化锆经喷砂后 SBS 与对照组相当, 表明喷砂有效地清除了唾液污染的影响。KIM 等<sup>[6]</sup>将唾液污染的氧化锆经氧化铝颗粒喷砂后进行 XPS 检测表明 C、O、N 元素含量降低至无污染组水平, 且扫描电子显微镜可见到粗糙的氧化锆表面, 说明喷砂能机械地去除表面的唾液蛋白层。有研究认为,  $50\text{ }\mu\text{m}$  的氧化铝颗粒在



0.1~0.25 MPa 的压力下进行喷砂既不会明显破坏氧化锆材料本身,又能获得足够的粘接强度<sup>[27]</sup>。

次氯酸钠是一种非特异性的蛋白水解剂,具有高效的抗菌和组织溶解作用<sup>[28]</sup>,能有效地清洁氧化锆表面的唾液污染<sup>[6]</sup>。但本研究结果显示,次氯酸钠清洁后氧化锆的 SBS 低于对照组,分析原因认为,修复体表面残留的次氯酸钠会产生氧气,在树脂聚合的过程中氧气扩散至树脂中与自由基发生反应,阻止聚合链增长<sup>[29]</sup>,影响树脂聚合,从而降低了氧化锆与树脂之间的粘接强度。

目前,临床应用的商品型磷酸酸蚀剂浓度为 35%~40%。YANG 等<sup>[5]</sup>使用 37%磷酸对氧化锆表面进行清洁,XPS 检测表明,唾液污染后显著增加的 C/O 含量几乎降低到无污染组水平,表明磷酸能去除氧化锆表面的唾液污染。但本研究结果显示,磷酸酸蚀后唾液污染的氧化锆与树脂间的 SBS 低于对照组,这是因为氧化锆对磷酸基团具有很强的亲和力,当磷酸盐被用作清洁剂作用于氧化锆表面时会出现钝化并形成磷酸锆,阻止 MDP 与氧化锆相结合<sup>[30]</sup>,降低了树脂水门汀与氧化锆的粘接强度。

Ivoclean 是一种碱性悬浮液,主要含有二氧化锆、氢氧化钠、聚乙烯乙二醇、水、色素等成分<sup>[7]</sup>。其中所含的氢氧化钠能形成碱性环境,促进修复体表面唾液蛋白成分的分解<sup>[17]</sup>。此外,Ivoclean 中二氧化锆颗粒与磷酸盐结合能力较强,当氧化锆颗粒与被唾液污染的氧化锆表面接触时磷蛋白被吸附到具有较大表面积氧化锆颗粒一侧,留下干净的氧化锆表面<sup>[31]</sup>。本研究结果显示,Ivoclean 处理唾液污染的氧化锆是有效的,清洁后 SBS 恢复至无污染水平。

综上所述,唾液污染的氧化锆经水、次氯酸钠、磷酸清洁后与树脂之间粘接强度低于无污染水平;喷砂、Ivoclean 能提高唾液污染后氧化锆与树脂之间的粘接强度,达到无唾液污染水平。本研究纳入文献均为 RCT,但仍存在不足,由于纳入标准限制本研究只选择了 SBS 值,且各文献的研究方案、制作方法均不相同,这些差异可能与 SBS 高变异性有关。此外,水冲洗组 Egger's 检验结果显示可能存在发表偏倚( $P=0.001$ ),因此,仍需更多的研究对本研究结论进行验证。希望未来能有更多相关的高质量随机对照研究能提供大样本实验数据,为临床处理氧化锆表面唾液污染提供更准确的理论依据。

## 参考文献

- [1] 杜桥,牛光良.氧化锆的表面粗化和改性[J].国际口腔医学杂志,2015,42(1):97-101.
- [2] GÜERS P, WILLE S, STRUNSKUS T, et al.

- Durability of resin bonding to zirconia ceramic after contamination and the use of various cleaning methods [J]. Dent Mater, 2019, 35 (10):1388-1396.
- [3] ZHANG S, KOCJAN A, LEHMANN F, et al. Influence of contamination on resin bond strength to nano-structured alumina-coated zirconia ceramic[J]. Eur J Oral Sci, 2010, 118(4): 396-403.
  - [4] IRMAK Ö, YAMAN B C, ORHAN E O, et al. Influence of cleaning methods on bond strength to saliva-contaminated zirconia[J]. J Esthet Restor Dent, 2018, 30(6):551-556.
  - [5] YANG B, WOLFART S, SCHARNBERG M, et al. Influence of contamination on zirconia ceramic bonding[J]. J Dent Res, 2007, 86(8):749-753.
  - [6] KIM D H, SON J S, JEONG S H, et al. Efficacy of various cleaning solutions on saliva-contaminated zirconia for improved resin bonding [J]. J Adv Prosthodont, 2015, 7(2):85-92.
  - [7] 林天赐,雷凤翔,李弘正.表面粗化处理及 Ivoclean 对唾液浸泡后氧化锆粘接性能的影响[J].口腔颌面修复学杂志,2018,19(4):218-222.
  - [8] TAKAHASHI A, TAKAGAKI T, WADA T, et al. The effect of different cleaning agents on saliva contamination for bonding performance of zirconia ceramics[J]. Dent Mater J, 2018, 37 (5):734-739.
  - [9] ALADAG A, ELTER B, ÇÖMLEKOĞLU E, et al. Effect of different cleaning regimens on the adhesion of resin to saliva-contaminated ceramics[J]. J Prosthodont, 2015, 24(2):136-145.
  - [10] FEITOSA S A, PATEL D, BORGES A L, et al. Effect of cleansing methods on saliva-contaminated zirconia—an evaluation of resin bond durability [J]. Oper Dent, 2015, 40(2):163-171.
  - [11] ISHII R, TSUJIMOTO A, TAKAMIZAWA T, et al. Influence of surface treatment of contaminated zirconia on surface free energy and resin cement bonding[J]. Dent Mater J, 2015, 34(1):91-97.
  - [12] ANGKASITH P, BURGESS J O, BOTTINO M C, et al. Cleaning methods for zirconia following salivary contamination[J]. J Prosthodont, 2016, 25 (5):375-379.
  - [13] YOSHIDA K. Influence of cleaning methods on resin bonding to saliva-contaminated zirconia[J]. J

- Esthet Restor Dent, 2018, 30(3):259-264.
- [14] GONZAGA L H, ARORA H, MARTIN W C. The effect of cleaning procedures on the bond strength of ceramic surfaces contaminated with saliva and try-in paste [J]. Stomatol Edu J, 2019, 6(1):18-23.
- [15] NORONHA M D S, FRONZA B M, ANDRÉ C B, et al. Effect of zirconia decontamination protocols on bond strength and surface wettability [J]. J Esthet Restor Dent, 2020, 32(5):521-529.
- [16] 高为伟, 丁虹, 张红, 等. 不同清洁方法对二氧化锆陶瓷粘接强度的影响[J]. 实用口腔医学杂志, 2020, 36(6):861-864.
- [17] 赵顺. 去除氧化锆唾液污染的表面处理方法对树脂粘接剂粘接强度的影响[D]. 吉林: 吉林大学, 2020.
- [18] FURUSE A Y, DA CUNHA L F, BENETTI A R, et al. Bond strength of resin-resin interfaces contaminated with saliva and submitted to different surface treatments[J]. J Appl Oral Sci, 2007, 15(6):501-505.
- [19] STRUB J R, MALAMENT K A. Do zirconia ceramics have a future in restorative dentistry? [J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2013, 33(3):259.
- [20] WOLFART M, LEHMANN F, WOLFART S, et al. Durability of the resin bond strength to zirconia ceramic after using different surface conditioning methods[J]. Dent Mater, 2007, 23(1):45-50.
- [21] TZANAKAKIS E G, TZOUTZAS I G, KOIDIS P T. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review[J]. J Prosthet Dent, 2016, 115(1):9-19.
- [22] PITTA J, BRANCO T C, PORTUGAL J. Effect of saliva contamination and artificial aging on different primer/cement systems bonded to zirconia[J]. J Prosthet Dent, 2018, 119(5):833-839.
- [23] AZIMIAN F, KLOSA K, KERN M. Evaluation of a new universal primer for ceramics and alloys[J]. J Adhes Dent, 2012, 14(3):275-282.
- [24] CHEN L, SUH B I, BROWN D, et al. Bonding of primed zirconia ceramics: evidence of chemical bonding and improved bond strengths[J]. Am J Dent, 2012, 25(2):103-108.
- [25] KERN M, STRUB J R. Bonding to alumina ceramic in restorative dentistry: clinical results over up to 5 years[J]. J Dent, 1998, 26(3):245-249.
- [26] BURKE F J, HUSSAIN A, NOLAN L, et al. Methods used in dentine bonding tests: an analysis of 102 investigations on bond strength[J]. Eur J Prosthodont Restor Dent, 2008, 16(4):158-165.
- [27] KERN M. Bonding to oxide ceramics——Laboratory testing versus clinical outcome[J]. Dent Mater, 2015, 31(1):8-14.
- [28] INABA D, RUBEN J, TAKAGI O. Effect of sodium hypochlorite treatment on remineralization of human root dentine in vitro[J]. Caries Res, 1996, 30(3):218-2124.
- [29] DEL CARPIO-PEROCHENA A E, BRAMANTE C M, DUARTE M A, et al. Biofilm dissolution and cleaning ability of different irrigant solutions on intraorally infected dentin[J]. J Endod, 2011, 37(8):1134-1138.
- [30] ELISABETTA M, MUTLU Ö. Adhesion of resin cements to contaminated zirconia resin cements on zirconia: effect saliva-contamination and surface conditioning[J]. J Adhesion Sci Technol, 2019, 33(14):1572-1583.
- [31] ALFARO M J, MEYERS E J, ASHCRAFT-OLMSCHIEG D, et al. Effect of a new salivary-contaminant removal method on bond strength[J]. General Dentistry, 2016, 64(3):51-54.

(收稿日期:2021-09-15 修回日期:2022-03-06)