

## 激光辅助陶瓷托槽去粘接对牙釉质及牙髓不良影响的Meta分析

孙立众<sup>1,2</sup>, 王若帆<sup>1,2</sup>, 王琳璇<sup>1,2</sup>, 王琦<sup>1,2</sup>, 马文强<sup>1,2</sup>, 韩梅<sup>2</sup>, 米方林<sup>1,2</sup>  
1. 川北医学院附属医院, 四川 南充 637000; 2. 川北医学院, 四川 南充 637000

**【摘要】目的:**对激光辅助陶瓷托槽去粘接后牙釉质及牙髓不良反应进行Meta分析。**方法:**计算机检索The Cochrane Library(2017年12期)、PubMed、CBM、CNKI、万方数据库,搜集激光辅助陶瓷托槽去粘接后牙齿表面粘接剂残余指数及牙髓温度变化的相关研究,检索年限均从建库至2017年12月。由两位研究者独立筛选文献,提取资料并评价纳入研究的偏倚风险后,采用Stata 12.0进行统计分析及Revman 5.3进行亚组分析。**结果:**激光辅助陶瓷托槽去粘接影响牙面粘接剂残余指数纳入7个研究,激光影响牙髓温度纳入6个研究。Meta分析结果显示:陶瓷托槽去粘接前使用激光进行照射与否对于去粘接后牙面粘接剂残余指数的大小无显著作用[MD=0.074, 95%CI(-0.472~0.619),  $P=0.791$ ];相反,激光照射可以显著提高牙髓温度[MD=3.69, 95%CI(2.71~4.66),  $P=0.000$ ],且合适的激光参数设定对牙髓无不可逆性的损伤。**结论:**激光应用于陶瓷托槽去粘接对于牙面上的粘接剂残余指数无明显影响,但会导致牙髓温度升高。

**【关键词】**激光;陶瓷托槽;粘接剂残余指数;牙髓温度

**【中图分类号】**R783.5

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2018)04-0478-07

## Adverse effects of laser-aided ceramic brackets debonding on enamel and dental pulp: a Meta analysis

SUN Lizhong<sup>1,2</sup>, WANG Ruofan<sup>1,2</sup>, WANG Linxuan<sup>1,2</sup>, WANG Qi<sup>1,2</sup>, MA Wenqiang<sup>1,2</sup>, HAN Mei<sup>2</sup>, MI Fanglin<sup>1,2</sup>

1. Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, China; 2. North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, China

**Abstract: Objective** To perform a Meta analysis for evaluating the adverse effects of laser-aided ceramic brackets debonding on enamel and dental pulp. **Methods** We searched The Cochrane Library (2017, No.12), PubMed, CBM, CNKI, WanFang Database from inception to December, 2017 for collecting relative studies about the adhesive remnant index and pulp temperature after laser-aided ceramic brackets debonding. Two reviewers independently screened literatures, extracted data and assessed the risk of bias of included studies. Stata 12.0 was applied for statistical analysis and Revman5.3 for subgroup analysis. **Results** The effect of laser irradiation on adhesive remnant index was searched in 7 studies while pulp temperature in 6 studies. The results of Meta analysis revealed that the pooled-mean difference (MD) and 95% confidence interval (95%CI) for continuous variables of adhesive remnant index with or without being affected by laser before ceramic brackets debonding were [MD=0.074, 95%CI(-0.472-0.619),  $P=0.791$ ], and that laser irradiation significantly improved the pulp temperature [MD=3.69, 95%CI(2.71-4.66),  $P=0.000$ ]. Moreover, the laser irradiation with appropriate parameters didn't cause any irreversible injuries to pulp. **Conclusion** The laser applied in ceramic brackets debonding has no significant effects on the adhesive remnant index but leads to an increase of pulp temperature.

**Keywords:** laser; ceramic brackets; adhesive remnant index; pulp temperature

### 前言

**【收稿日期】**2018-01-22

**【基金项目】**四川省教育厅科研项目(15ZA0210);南充市研发资金项目(16YFZJ0123)

**【作者简介】**孙立众,硕士研究生,研究方向:口腔正畸学, E-mail: 617087030@qq.com

**【通信作者】**米方林,硕士,教授,研究方向:各类错颌畸形的矫治, E-mail: mfl126@126.com

陶瓷托槽以其优良的美学性能在临床上广泛使用<sup>[1]</sup>,但在应用陶瓷托槽的过程中,其较强的粘接力使得正畸矫治后去粘接困难,且去粘接的过程中导致牙体组织的损伤严重、疼痛明显<sup>[2]</sup>。近年来,激光越来越多地在口腔临床工作中使用,例如软硬组织切割、龋齿治疗、疼痛缓解以及组织的生物活化等<sup>[3]</sup>。另外,激光可应用于正畸后托槽尤其是陶瓷托槽的去粘接。根据激光介质不同可分为:气态、固

态、液态、半导体<sup>[4]</sup>。激光的使用使陶瓷托槽去粘接困难的问题基本得以解决。学者们的研究发现,激光可以显著降低陶瓷托槽的抗剪切强度<sup>[5-9]</sup>。但托槽去粘接后,激光是否会对牙体组织产生不良影响,即激光照射对牙体组织(主要包括牙釉质及牙髓)是否会产生损伤,本研究基于此进行Meta分析。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

研究类型:Meta分析。

研究对象:纳入经拔牙术获得的离体牙。

处理措施:实验组采用激光辅助陶瓷托槽去粘接。对照组采用传统方法进行陶瓷托槽去粘接。其中,实验组中采用的激光类型不限。另外,激光对牙髓温度影响的相关研究允许进行使用激光前后的自身对照。

结局指标:陶瓷托槽去粘接后牙齿表面粘接剂残余指数(Adhesive Remnant Index, ARI)及牙髓温度。

排除标准:①结局指标非ARI或牙髓温度;②同人群的重复研究和报道;③无法提取有效数据的文献;④研究对象非人类离体牙或口内牙的研究。

### 1.2 检索策略

计算机检索The Cochrane Library(2017年12期)、PubMed、CBM、CNKI、万方数据库,搜集激光影响陶瓷托槽去粘接后ARI及牙髓温度的相关研究,检索年限均从建库至2017年12月。同时,追溯纳入研究的参考文献以补充相关文献。中文检索词包括:激光、陶瓷托槽、陶瓷、托槽、去粘接、粘接剂残余指数、牙髓温度;英文检索词包括:laser、ceramic brackets、ceramic、brackets、debonding、adhesive remnant index、pulp temperature、pulp chamber temperature、thermal effect、intrapulp temperature。以PubMed为例,其具体的检索策略为laser AND [(ceramic brackets) OR brackets OR ceramic] AND debonding AND [(adhesive remnant index) OR (pulp temperature OR pulp chamber temperature OR thermal effect OR intrapulp temperature)]。

### 1.3 文献筛选和资料提取

由两位研究者独立进行文献筛选和资料提取,并交叉核对。如遇分歧,则讨论解决或咨询第三方协助判断。文献筛选时首先阅读文题和摘要,排除明显不相关文献及研究对象为非人类离体牙或口内牙的研究及同一人群进行的研究。继续阅读全文,按照数据是否有效等标准进行排除或纳入。资料提

取内容包括:①纳入研究的基本信息,包括第一作者、国家及发表时间等;②研究的基线资料,包括激光的种类、牙位等;③结局指标及相关数据。

### 1.4 纳入研究的偏倚风险评价

由两位研究者按照Newcastle-Ottawa Scale(NOS)评价纳入研究的偏倚风险<sup>[10-11]</sup>。

### 1.5 统计学方法

采用Stata 12.0软件进行统计分析,如需亚组分析则使用Revman 5.3软件进行。因本Meta分析纳入研究结局指标的数据为连续性变量,因此采用均数差(Mean Difference, MD)及其95%可信区间(Confidence Interval, CI)。采用 $\chi^2$ 检验评价研究结果之间是否存在异质性(用 $I^2$ 表示),当 $I^2 > 50\%$ , $P < 0.1$ 认为存在异质性,反之不存在或异质性小。当不存在异质性或异质性较小时,采用固定效应模型进行分析;若研究间存在异质性,则使用Stata 12.0软件通过敏感性分析、Revman 5.3软件通过亚组分析等方式识别和分析异质性来源。 $P < 0.05$ 认为有统计学差异。

## 2 结果

### 2.1 文献检索

初检共获得相关文献143篇,经逐层筛选后,最终纳入文献共11篇,其中以ARI为结局指标7篇<sup>[5-6, 9, 12-15]</sup>,以牙髓温度变化为结局指标6篇<sup>[7, 14-18]</sup>。文献筛选流程见图1。

### 2.2 纳入研究的基本特征与偏倚风险评价

激光辅助陶瓷托槽去粘接对牙面ARI影响的Meta分析中,纳入研究的基本特征包括:纳入研究者及其国籍、研究时间、样本量、牙位、干预措施及结果(表1)。激光辅助陶瓷托槽去粘接影响牙髓温度的Meta分析中,纳入研究的基本特征则包括纳入研究者及其国籍、研究时间、样本量、牙位、激光类型及参数,结局指标(表2)。两个研究均采用NOS评价纳入研究的偏倚风险。

### 2.3 Meta分析结果

**2.3.1 应用激光去陶瓷托槽后牙面ARI** 共纳入7个研究<sup>[5-6, 9, 12-15]</sup>,采用Stata 12.0对纳入研究进行异质性检测,结果显示研究间陶瓷托槽去粘接后ARI表现出明显的异质性( $I^2=79.6\%$ ,  $P=0.00$ ),因此采用随机效应模型。合并的MD为0.074(95%CI:-0.472~0.619),总体效应检验 $Z=0.26$ , $P=0.791$ ,尚不能认为差异有统计学意义(图2)。因研究之间有很大的异质性,故对纳入研究按激光种类采用Revman 5.3软件进行亚组分析。亚组间异质性依然很大( $I^2=99.8$ ,  $P<0.000\ 01$ )(图3)。

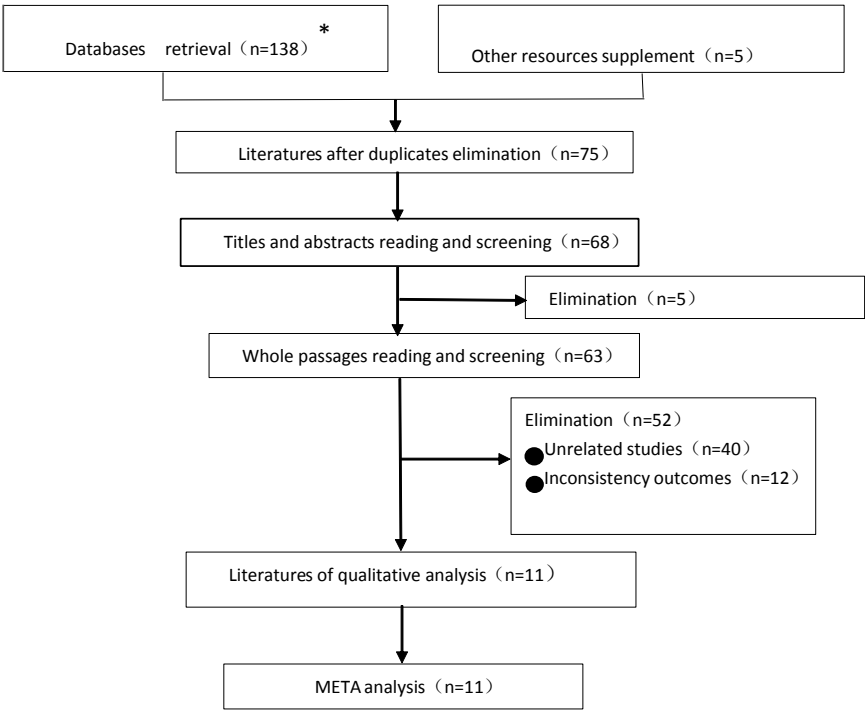


图 1 文献筛选流程及结果

Fig.1 Process and results of literature screening

The databases retrieved and the numbers of documents screened are as follows: The Cochrane Library ( $n=0$ ), Pubmed ( $n=117$ ), CNKI ( $n=6$ ), CBM ( $n=8$ ) and WanFang Database ( $n=7$ )

表 1 纳入研究基本特征与偏倚风险评价(ARI)

Tab.1 Basic features of the included studies and the bias risk assessment (ARI)

Included studies	Country	Samples T/C	Tooth	Interventions		Outcome indicator	NOS score
				T	C		
Han, 2008 <sup>[5]</sup>	China	10/10	Premolar	Nd: YAG Laser-aided debonding	Conventional brackets debonding	ARI	8
Lijima, 2010 <sup>[6]</sup>	Japan	5/5	Premolar	CO <sub>2</sub> Laser-aided debonding	Conventional brackets debonding	ARI	8
Tozlu, 2012 <sup>[9]</sup>	Turkey	20/20	Premolar	Er: YAG Laser-aided debonding	Conventional brackets debonding	ARI	6
Alakus, 2016 <sup>[12]</sup>	Turkey	10/10	Incisor	Er: YAG Laser-aided debonding	Conventional brackets debonding	ARI	7
Ahraai, 2012 <sup>[15]</sup>	Iran	20/16	Premolar	CO <sub>2</sub> Laser-aided debonding	Conventional brackets debonding	ARI	7
Yassaei, 2015 <sup>[14]</sup>	Iran	15/15	Premolar	Diode Laser-aided debonding	Conventional brackets debonding	ARI	6
Stein, 2017 <sup>[13]</sup>	Germany	15/15	Molar	Diode Laser-aided debonding	Conventional brackets debonding	ARI	7

ARI: Adhesive remnant index; NOS: Newcastle-Ottawa scale; T: Treatment group; C: Control group

表2 纳入研究基本特征与偏倚风险评价(牙髓温度)

Tab.2 Basic features of the included studies and the bias risk assessment (pulp temperature)

Included studies	Country	Samples T/C	Tooth	Interventions Laser type	Parameter	Outcome indicator	NOS score
Yassaei, 2015 <sup>[14]</sup>	Iran	15/15	Premolar	Diode Laser-aided debonding	2.5 W/10 s	Pulp temperature	6
Macri, 201 <sup>[16]</sup>	Brazil	30/30	Premolar	CO <sub>2</sub> Laser-aided debonding	10 W/3 s	Pulp temperature	7
Nalbantgil, 2014 <sup>[7]</sup>	Turkey	20/20	Premolar	Er:YAG Laser-aided debonding	5 W/9 s	Pulp temperature	7
Ahraai, 2012 <sup>[15]</sup>	Iran	5/5	Premolar	CO <sub>2</sub> Laser-aided debonding	188 W/5 s	Pulp temperature	7
Bai, 2004 <sup>[17]</sup>	China	10/10	Premolar	Nd:YAG Laser-aided debonding	3 W/3 s	Pulp temperature	7
Li, 2007 <sup>[18]</sup>	China	8/8	Premolar	Nd:YAG Laser-aided debonding	3 W/2 s	Pulp temperature	6

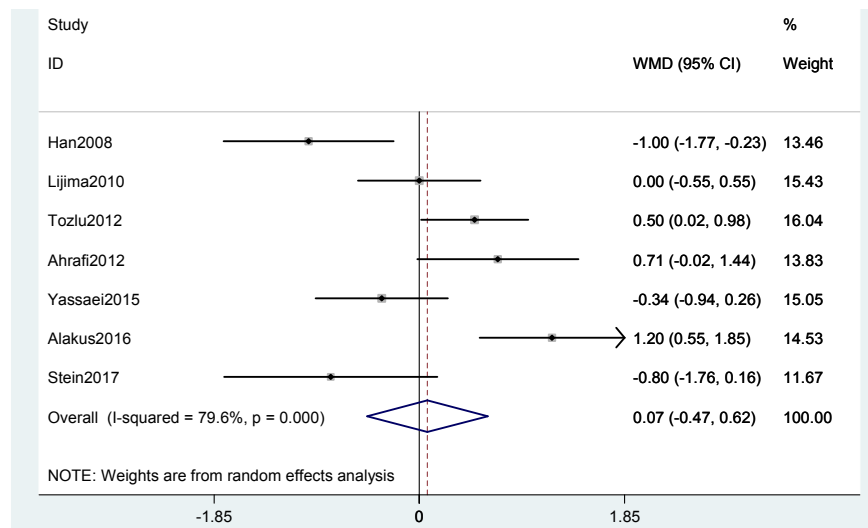


图2 激光辅助与传统法陶瓷托槽去粘接牙面ARI比较的Meta分析

Fig.2 Meta analysis of ARI comparison between laser-assisted and traditional ceramic brackets debondings

**2.3.2 应用激光去陶瓷托槽后牙髓温度的变化** 共纳入6个研究<sup>[7,14-18]</sup>,采用Stata 12.0对纳入研究进行异质性检测,结果显示应用激光进行陶瓷托槽去粘接影响牙髓温度的研究间表现出明显的异质性( $P=98.4\%$ ,  $P=0.000$ ),

因此采用随机效应模型。合并的MD为3.69(95%CI: 2.71~4.66),总体效应检验 $Z=7.43$ ,  $P=0.000$ ,即应用激光进行陶瓷托槽去粘接可以升高牙髓温度(图4)。因研究之间有很大的异质性,故对纳入研究按激光种类采

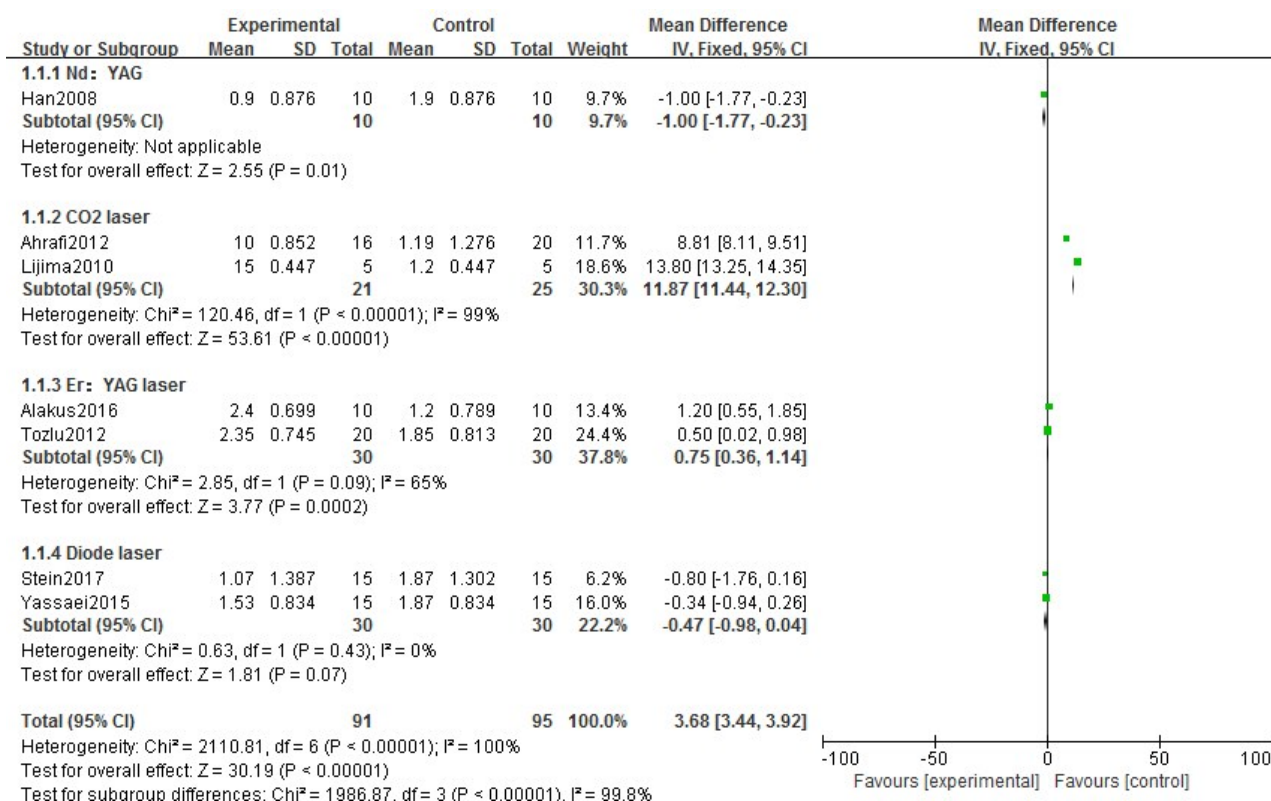


图3 激光辅助与传统法陶瓷托槽去粘接牙面ARI比较的Meta分析(亚组分析)

Fig.3 Meta analysis of ARI comparison between laser-assisted and traditional ceramic brackets debondings (subgroup analysis)

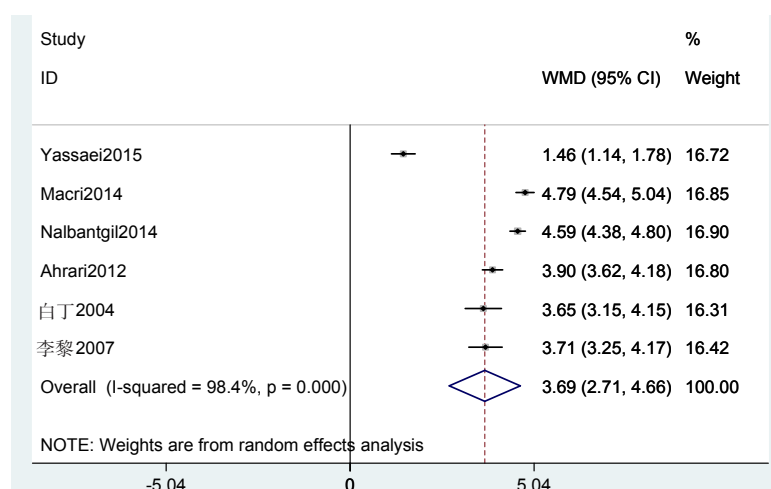


图4 激光辅助陶瓷托槽去粘接对牙髓温度影响的Meta分析

Fig.4 Meta analysis of the comparison of pulp temperature between laser-assisted and traditional ceramic brackets debondings

用Revman 5.3软件进行亚组分析,结果显示亚组间异质性依然很大( $P=99.0\%$ ,  $P<0.000\ 01$ )(图5)。

**2.3.3 敏感性分析** 应用激光进行陶瓷托槽去粘接后对牙面ARI及牙髓温度变化进行敏感性分析时,逐一剔除每一个研究,异质性并未有明显的减少,结果不反转,故可认为结果稳定。

**2.3.4 发表偏倚** 在Stata 12.0中采用Begg's漏斗图和Egger's线性回归模型进行发表偏倚分析。激光去陶

瓷托槽后ARI相关研究无明显发表偏倚( $P=0.379$ )(图6),牙髓温度改变相关研究亦无明显发表偏倚。

### 3 讨论

激光的应用可以显著降低佩戴陶瓷托槽患者矫治完成后去除矫治器的难度,原因在于激光可以软化陶瓷托槽与牙齿之间的树脂粘接剂,从而使粘接力大大降低<sup>[7]</sup>。但是,激光的使用是否会对牙体组织



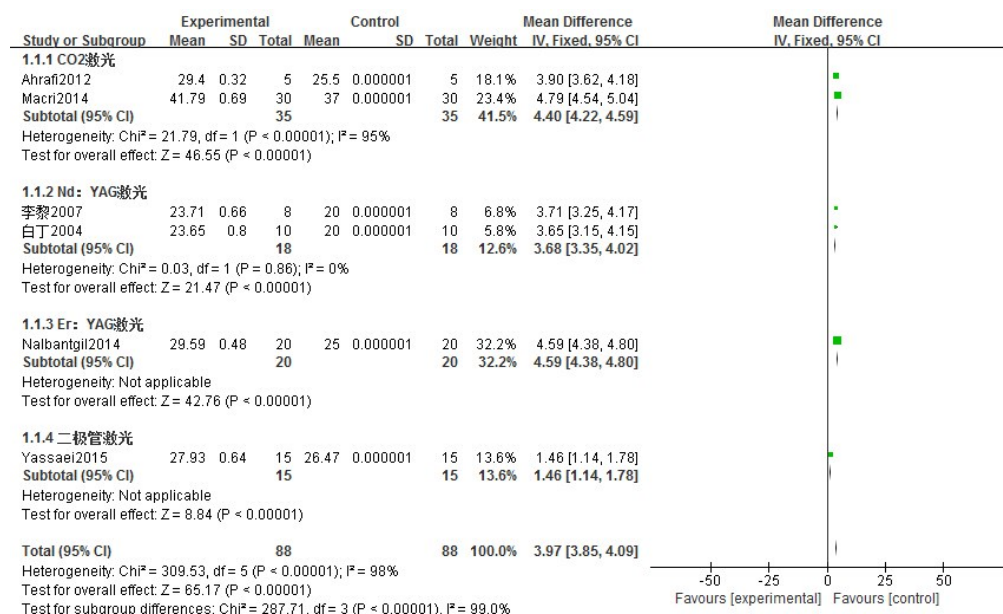


图5 激光辅助陶瓷托槽去粘接对牙髓温度影响的Meta分析(亚组分析)

Fig.5 Meta analysis of the comparison of pulp temperature between laser-assisted and traditional ceramic brackets debondings (subgroup analysis)

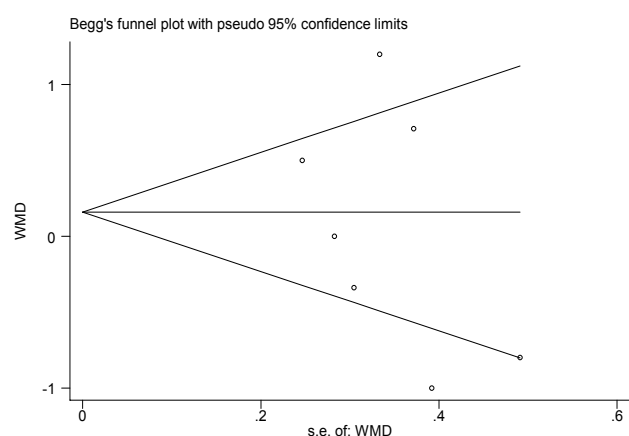


图6 牙面ARI发表偏倚漏斗图

Fig.6 Publication bias funnel plot of ARI

造成损伤,何种参数的激光会对于牙体组织安全性更佳,均是激光去陶瓷托槽中的重要考虑因素。

ARI可以评价正畸托槽去粘接后牙釉质的损伤程度<sup>[19]</sup>。而牙髓温度的改变在激光去陶瓷托槽的过程中则更加重要,因激光的光能转化成热能,其是否会使牙髓产生不可逆的损伤将成为激光使用的重要参考。故在该Meta分析中以正畸陶瓷托槽去粘接后牙面ARI及牙髓温度改变作为结局指标,以此评价激光应用陶瓷托槽去粘接后对牙体组织的不良影响。

本Meta分析纳入7个陶瓷托槽去粘接后ARI相关的研究以及6个激光运用陶瓷托槽去粘接后牙髓温度变化的研究。研究发现,与传统陶瓷托槽的去粘接相比,激光的使用对于牙面的ARI无显著改变;相反,激光的使用可以显著升高牙髓温度。但纳入

文献之间的异质性大,异质性可能的来源:①纳入研究的质量存在差异,可能成为异质性的来源之一;②陶瓷托槽去粘接的过程中应用的激光种类不同,尽管亚组分析不能完全证实其是引起异质性的来源,但与激光相关处理因素的不同(包括种类、功率、波长、照射时间、照射与去粘接之间的间隔时间等)可能是引起异质性的主要原因;③陶瓷托槽的类型不同:在研究中单晶体陶瓷正畸托槽与多晶体陶瓷正畸托槽不同可能加剧了组内及组间异质性;④在托槽粘接的过程中,不同的粘接剂使用(树脂类粘接剂及玻璃离子类粘接剂)可能引起异质性;⑤牙位的不同,在各个体外研究中,学者们选择离体牙的牙位不同,包括切牙、前磨牙及磨牙,因牙面的解剖结构有差异,故对于实验的研究可能产生影响从而导致异质性;⑥其他:如实验处理因素及操作不同、统计方法的差异等。

值得一提,尽管激光在陶瓷托槽去粘接的过程中可以导致牙髓温度的升高,但以上研究均证实这种温度的升高均低于5.5℃的安全临界值。实验证实,85%的牙齿在牙髓温度升高5.5℃以内可以保持良好的活力<sup>[7,20]</sup>。

综上所述,激光辅助陶瓷托槽去粘接与传统陶瓷托槽去粘接相比,对于牙釉质的保护方面无明显的影响。另外,激光的使用尽管可以使得牙髓温度升高,但通常不会引起牙髓不可逆的损伤。受原始研究辨证标准不统一、原始研究质量等因素的影响,本研究结果存在一定局限性,需谨慎应用于临床,并期待开展更多大样本高质量的临床研究加以验证。

## 【参考文献】

- [1] SARP A S, GULSOY M. Ceramic bracket debonding with ytterbium fiber laser[J]. *Lasers Med Sci*, 2011, 26(5): 577-584.
- [2] GHAZANFARI R, NOKHBATOLFOGHAEI H, ALIKHASI M. Laser-aided ceramic bracket debonding: a comprehensive review[J]. *J Lasers Med Sci*, 2016, 7(1): 2-11.
- [3] SAITO A, NAMURA Y, ISOKAWA K, et al. CO<sub>2</sub> laser debonding of a ceramic bracket bonded with orthodontic adhesive containing thermal expansion microcapsules[J]. *Lasers Med Sci*, 2015, 30(2): 869-874.
- [4] FELDON P J, MURRAY P E, BURCH J G, et al. Diode laser debonding of ceramic brackets[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2010, 138(4): 458-462.
- [5] HAN X, LIU X, BAI D, et al. Nd: YAG laser-aided ceramic brackets debonding: effects on shear bond strength and enamel surface[J]. *Appl Surf Sci*, 2008, 255(2): 613-615.
- [6] LIJIMA M, YASUDA Y, MUGURUMA T, et al. Effects of CO<sub>2</sub> laser debonding of a ceramic bracket on the mechanical properties of enamel[J]. *Angle Orthod*, 2010, 80(6): 1029-1035.
- [7] NALBANTGIL D, TOZLU M, OZTOPRAK M O. Pulpal thermal changes following Er-YAG laser debonding of ceramic brackets[J]. *Sci World J*, 2014: 912429. doi: 10.1155/2014/912429.
- [8] TEHRANCHI A, FEKRAZAD R, ZAFAR M, et al. Evaluation of the effects of CO<sub>2</sub> laser on debonding of orthodontics porcelain brackets vs the conventional method[J]. *Lasers Med Sci*, 2011, 26(5): 563-567.
- [9] TOZLU M, OZTOPRAK M O, ARUN T. Comparison of shear bond strengths of ceramic brackets after different time lags between lasing and debonding[J]. *Lasers Med Sci*, 2012, 27(6): 1151-1155.
- [10] OFEK S N, RAO S, PATOLE S. Efficacy of interventions to improve hand hygiene compliance in neonatal units: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 2015, 34(5): 887-897.
- [11] LIBERATI A, AITMAN D G, TETZLAFF J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration[J]. *J Clin Epidemiol*, 2009, 62(10): e1-e34.
- [12] ALAKUS SABUNCUOGLU F, ERSAHAN S, ERTURK E. Debonding of ceramic brackets by Er:YAG laser[J]. *J Istanb Univ Fac Dent*, 2016, 50(2): 24-30.
- [13] STEIN S, KLEYE A, SCHAUSEIL M, et al. 445-nm diode laser-assisted debonding of self-ligating ceramic brackets[J]. *Biomed Tech (Berl)*, 2017, 62(5): 513-520.
- [14] YASSAEI S, SOLEIMANIAN A, NIK Z E. Effects of diode laser debonding of ceramic brackets on enamel surface and pulpal temperature[J]. *J Contemp Dent Pract*, 2015, 16(4): 270-274.
- [15] AHRARI F, HERAVI F, FEKRAZAD R, et al. Does ultra-pulse CO<sub>2</sub> laser reduce the risk of enamel damage during debonding of ceramic brackets?[J]. *Lasers Med Sci*, 2012, 27(3): 567-574.
- [16] MACRI R T, DE LIMA F A, BACHMANN L, et al. CO<sub>2</sub> laser as auxiliary in the debonding of ceramic brackets[J]. *Lasers Med Sci*, 2015, 30(7): 1835-1841.
- [17] 白丁, 刘筱琳. Nd: YAG激光辅助去除陶瓷托槽对托槽的粘接强度及髓腔温度影响的研究[J]. *华西口腔医学杂志*, 2004, 24(4): 287-289.
- BAI D, LIU X L. The effects of Nd:YAG laser-aided debracket on the bonding strength of brackets and the temperature of pulp cavity[J]. *West China Journal of Stomatology*, 2004, 24(4): 287-289.
- [18] 李黎, 刘鲁川. Nd: YAG激光辅助去除陶瓷托槽的实验研究[J]. *第三军医大学学报*, 2007, 29(21): 2060-2063.
- LI L, LIU L C. Nd: YAG glaser-aided debonding for ceramic bracket [J]. *Acta Academiae Medicinae Militaris Tertiae*, 2007, 29(21): 2060-2063.
- [19] NASEH R, FALLAHZADEH F, ATAI M, et al. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate effects on brackets shear bond strength and enamel damage [J]. *J Clin Exp Dent*, 2017, 9(8): e1002-e1007.
- [20] ZACH L, COHEN G. Pulp response to externally applied heat[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1965, 19(4): 515-530.

(编辑:陈丽霞)