

· 口腔科专栏 ·

Nd:YAG 激光联合氟保护漆预防乳切牙 牙本质龋再脱矿的体外研究

韩宁, 平雅坤, 张润, 冯一帆, 范伟笑, 周永川*

(河北医科大学口腔医学院, 口腔医院儿童口腔科, 河北省口腔医学重点实验室,
河北省口腔疾病临床医学研究中心, 河北石家庄 050017)

[摘要] 目的 使用激光扫描共聚焦显微镜评估 Nd:YAG 激光联合氟保护漆预防乳切牙牙本质龋再脱矿的效果。方法 收集 30 颗乳切牙, 按不同治疗方式随机分为 A、B、C 3 组 ($n=10$), 每颗牙分成近、远中两部分, 分别作为试验组和对照组, 进行自身对照研究, A 组为 Nd:YAG 激光组 (A1 组为试验组, A2 组为对照组), B 组为氟保护漆组 (B1 组为试验组, B2 组为对照组), C 组为 Nd:YAG 激光联合氟保护漆组 (C1 组为试验组, C2 组为对照组)。人工制造牙本质浅龋模型, 经过不同方式处理后再次脱矿, 使用含荧光素钠的乙醇溶液染色, 并制备成磨片, 用激光扫描共聚焦显微镜观察样本牙纵剖面的脱矿深度。结果 3 个组的试验组 (A1 组、B1 组、C1 组) 脱矿带宽度均小于对照组 (A2 组、B2 组、C2 组), 差异有统计学意义 ($P<0.01$); 3 个组的对照组 (A2 组、B2 组、C2 组) 脱矿深度差异无统计学意义 ($P>0.05$); 3 个组的试验组 (A1 组、B1 组、C1 组) 脱矿带宽度差异有统计学意义 ($P<0.01$), C1 组脱矿带宽度明显小于 A1 组、B1 组, 差异有统计学意义 ($P<0.01$)。结论 Nd:YAG 激光和氟保护漆单独应用, 均能达到减缓乳切牙牙本质龋再脱矿的目的, 两者联合应用效果更佳。

[关键词] 龋齿; 牙; 乳; Nd:YAG 激光; 氟保护漆 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2024.04.009

[中图分类号] R781.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2024)04-0418-06

Effect of Nd:YAG laser combined with fluorine varnish on preventing remineralization of dentine caries in deciduous incisors in vitro

HAN Ning, PING Ya-kun, ZHANG Run, FENG Yi-fan,
FAN Wei-xiao, ZHOU Yong-chuan*

(Department of Pediatric Dentistry, Hebei Key Laboratory of Stomatology, Hebei Clinical
Research Center for Oral Diseases, School and Hospital of Stomatology,
Hebei Medical University, Shijiazhuang 050017, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the combined effect of Nd:YAG laser treatment and fluorine varnish on the prevention of remineralization of dentine caries in deciduous incisors using confocal laser scanning microscope (CLSM). **Methods** Thirty deciduous incisors were collected and randomly divided into three groups, group A ($n=10$), group B ($n=10$), and group C ($n=10$), according to the different treatment methods. Each tooth was divided into mesial and distal parts, which were used as the experimental group and the control group, respectively, in the self-controlled study. Group A received only Nd:YAG laser treatment, including group A1 as the experimental group and group A2 as the control group. Group B was

[收稿日期] 2023-07-25

[基金项目] 河北省政府资助临床医学优秀人才培养和基础课题研究项目 (MXZB00135)

[作者简介] 韩宁 (1995-), 女, 河北邯郸人, 河北医科大学口腔医院医学硕士研究生, 从事儿童口腔疾病诊治研究。

* 通信作者。E-mail: 1275089613@qq.com

treated with fluorine varnish only, including group B1 as the experimental group and group B2 as the control group, while group C received the combined Nd:YAG laser and fluorine varnish treatment, including group C1 as the experimental group and group C2 as the control group. The artificial superficial dentine caries models were remineralized after treatment, stained with a solution of fluorescein sodium in ethanol, and ground using grinding plates. The depth of demineralization in longitudinal sections of the teeth was evaluated by CLSM. **Results** The depth of demineralization differed significantly between groups A1 and A2, between groups B1 and B2, and between groups C1 and C2 ($P < 0.01$). No significant differences in the demineralization depths were found among groups A2, B2, and C2 ($P > 0.05$). The depth of demineralization differed significantly between groups A1 and C1, and between groups B1 and C1 ($P < 0.01$), which was smaller in group C1 than in groups A1 and B1 ($P < 0.01$). **Conclusion** While individual administration of the Nd:YAG laser treatment and fluorine varnish are effective in alleviating the remineralization of dentine caries in deciduous incisors, the combined treatment is significantly more effective.

[Key words] dental caries; tooth, deciduous; Nd:YAG lasers; fluorine varnish

龋病是低龄儿童常见病和多发病之一,《全国第四次口腔健康流行病学调查》结果显示,我国儿童龋病仍处于高发状态,3、4、5岁年龄组儿童的患龋率分别为50.8%、63.6%、71.9%^[1],并且重度低龄儿童龋是威胁中国儿童口腔健康的主要疾病。1~2岁儿童龋病好发于上颌乳切牙的唇面和邻面,与恒牙相比,乳牙牙本质矿化程度低,厚度薄,仅约为恒牙的1/2,故乳牙牙本质龋进展快。乳切牙唇面牙本质厚度不及舌面,因此乳切牙唇面更易患龋甚至导致牙髓感染^[2]。另外,乳切牙牙本质龋发病年龄低,患儿在治疗中配合度差,龋发部位通常广泛且表浅,充填修复脱落率较高。因此,乳切牙龋的早期预防及控制其发展至关重要。乳切牙在口内存留时间较短,且不是承担主要咀嚼功能的牙齿,临床传统充填治疗成功率低,目前专业领域将乳切牙龋的治疗思路,由通过机械手段去除龋坏组织的外科模式,转变为以预防为主的微创模式^[3]。因此探索一种简便、快捷、创伤小的操作方式,延缓或终止龋病的发展,使牙齿在口内存留至正常替换,将是努力的方向。目前临床上在控制乳切牙牙本质龋进展方面,在氟化物的应用中氟保护漆较为普遍。氟保护漆的临床应用简单、快捷、易于操作,儿童接受度高。但有研究表明,氟保护漆需要每3个月涂布一次^[4],2年一次的涂布频率不能减少乳牙龋病的发生发展^[5]。Nd:YAG激光作为医学领域的一种新兴技术,已广泛应用于牙本质敏感、龋病、牙髓病、根尖周病、种植体周围炎等诸多口腔疾病的治疗。目前国内已有较多文献证明,激光和氟保护漆等制剂联合应用在预防恒牙釉质龋和治疗恒牙牙本质敏感方

面取得良好效果,但在控制乳切牙牙本质龋的发展方面未见报道。本研究目的是通过体外实验研究Nd:YAG激光联合氟保护漆对乳切牙牙本质龋抵御再脱矿的能力,为临床医生在乳切牙牙本质龋的预防和控制方面提供新思路。报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集河北医科大学口腔医院儿童口腔科拔除的滞留乳切牙30颗,要求未进行过任何充填及牙髓治疗,体视显微镜20倍下进行观察,排除牙冠变色、不完整、有裂纹或畸形的样本牙。刮净根面软组织,0.9%生理盐水室温保存。样本牙自收集到实验不超过3个月。

1.2 设备 氟保护漆(Enamelast)、抗酸指甲油(美宝莲,美国)、荧光素钠染料(Solarbio)、脱矿液[2.2 mmol/L $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 、2.2 mol/L KH_2PO_4 、50 mmol/L 醋酸、5 mmol/L NaN_3 、0.5 g/L NaF, pH值调至4.5]、碳化硅砂纸、Fotona激光仪、慢速切锯(BUEHLER公司,美国)、体式显微镜(奥林巴斯公司, SZX16)、激光扫描共聚焦显微镜(奥林巴斯公司,日本)。

1.3 方法

1.3.1 人工牙本质浅龋模型的制备 石蜡封闭根管口,于牙冠唇侧存留3 mm×3 mm开窗区,其余部分用抗酸指甲油进行双层封闭。粗砂及细砂车针去除开窗区釉质层,暴露牙本质,置于脱矿液中脱矿4 h,制备成乳切牙牙本质浅龋模型。

1.3.2 分组 将样本牙从脱矿液中取出、冲洗、吹干,并随机分成3组,每组10颗。每颗样本牙沿唇

舌向垂直于牙面开窗区一分为二,分别作为试验组和对照组,共计60例,作自身对照研究。

A1组(Nd:YAG激光试验组, n=10):2B铅笔均匀涂抹于牙面开窗区,湿润状态下, Nd:YAG激光工作端距牙面5mm垂直缓慢移动照射7s,擦去牙面剩余色素。重复上述步骤2次,共计操作3次。激光参数:SP模式,频率10Hz,功率1.00W,光纤直径0.32mm; A2组(Nd:YAG激光对照组, n=10):不作任何处理。B1组(氟保护漆试验组, n=10):将5%氟保护漆均匀涂布于牙面开窗区; B2组(氟保护漆对照组, n=10):不作任何处理。C1组(Nd:YAG激光联合氟保护漆试验组, n=10): Nd:YAG激光照射牙面开窗区(步骤同A1组)后吹干,涂布5%氟保护漆(步骤同B1组); C2组(Nd:YAG激光联合氟保护漆对照组, n=10):不作任何处理。

将所有样本牙置于清水中4h后取出、吹干,再次置于脱矿液中10h,取出、吹干。

1.3.3 染色及磨片的制备 将样本牙置于100 μmmol/L荧光素钠的50%乙醇溶液中30min,使脱矿区被荧光染料标记为绿色。去除样本牙表面指甲油,用慢速切割机在流水状态下将样本牙唇舌向切割成1mm厚度,并依次在粗、细砂纸上(600#、800#、1000#、1500#)打磨平整至透光,厚度约0.1mm。

1.3.4 激光扫描共聚焦显微镜的观察 观察磨片纵剖面唇侧脱矿深度。荧光素钠激发波长为488nm。在每个图像上随机选取5个位点测量绿

色荧光带宽度,求平均值,即为脱矿深度。

1.4 统计学方法 应用SPSS 26.0统计软件分析数据。计量资料比较采用配对t检验、单因素方差分析、SNK-q检验。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

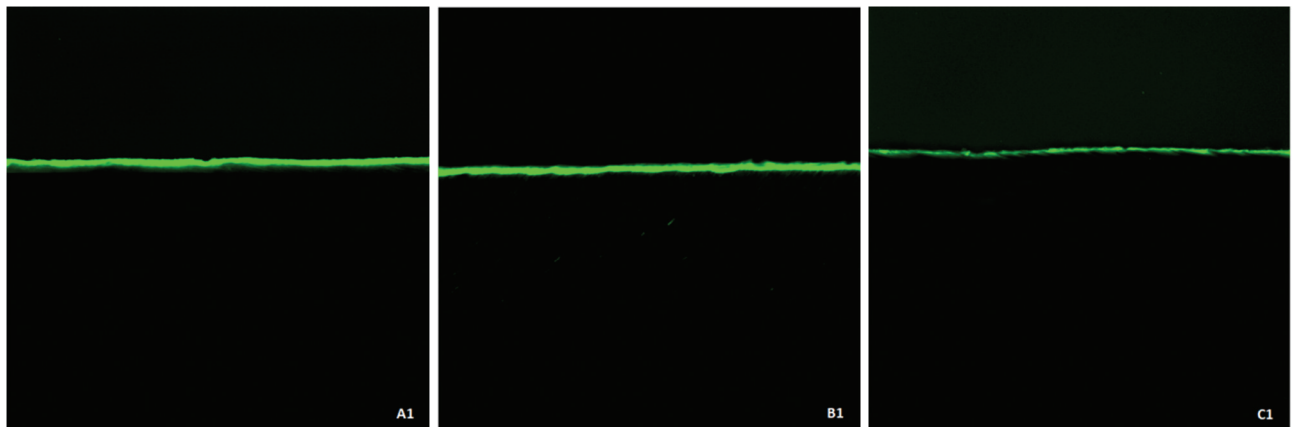
激光扫描共聚焦显微镜结果显示,脱矿牙本质被荧光素钠染成绿色,健康牙本质呈现黑色(图1)。3个组的试验组(A1组、B1组、C1组)脱矿深度均小于对照组(A2组、B2组、C2组),差异有统计学意义(P<0.01);3个组的对照组(A2组、B2组、C2组)脱矿深度差异无统计学意义(P>0.05);3个组的试验组(A1组、B1组、C1组)脱矿深度差异有统计学意义(P<0.01),C1组脱矿深度明显小于A1组、B1组,差异有统计学意义(P<0.01)。见表1。

表1 各组乳切牙牙本质脱矿深度比较

Table 1 Depth of dentine demineralization of deciduous incisors in each group

(n=10, $\bar{x} \pm s, \mu\text{m}$)			
组别	脱矿深度	组别	脱矿深度
A1组	14.349±1.349	A2组	24.560±0.796*
B1组	14.059±2.476	B2组	24.234±1.205*
C1组	9.337±1.106 ^{#△}	C2组	23.453±2.528*
F值	25.896	F值	1.146
P值	<0.001	P值	0.333

*P值<0.05与1组比较(配对t检验) #P值<0.05与A1组比较 △P值<0.05与B1组比较(SNK-q检验)



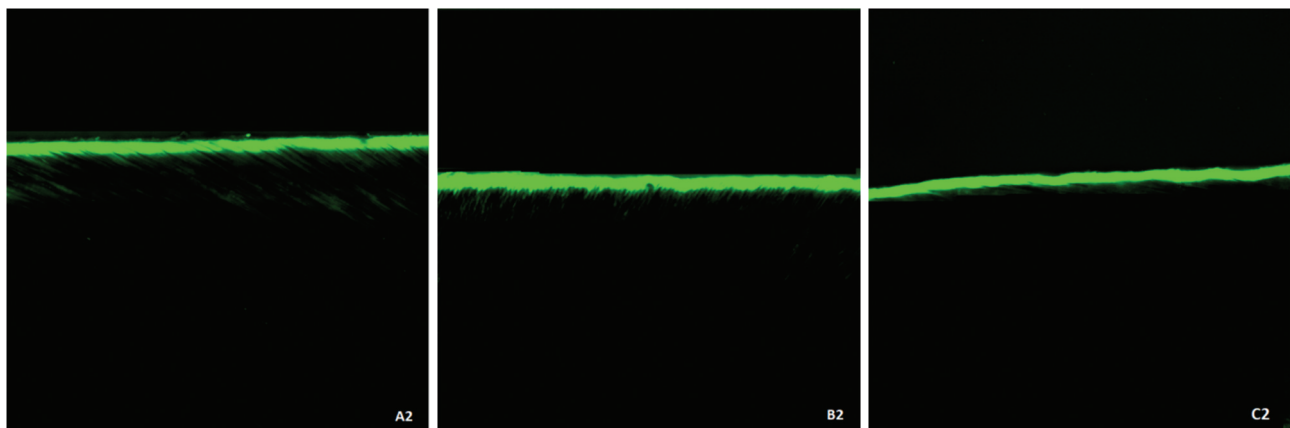


图1 激光扫描共聚焦显微镜下观察各组乳切牙牙本质脱矿深度(×20)

Figure 1 Depth of dentine demineralization of deciduous incisors in each group by confocal laser scanning microscope (×20)

3 讨 论

目前,龋病仍是危害我国儿童口腔健康的第一大口腔疾病。龋病分为釉质龋、牙本质龋和牙骨质龋。牙本质龋多是由牙釉质龋进一步向深层发展所致,部分也可由牙根部牙骨质龋发展而来。牙本质全层均存在牙本质小管,内含成牙本质细胞突起,龋蚀沿牙本质小管进展,因此牙本质龋较釉质龋病程更快。但在一定情况下,微环境中矿物质重新沉积,可使小管内矿化。这种小管内的再矿化现象发生于龋病进展较慢时,其形成有助于阻止外来有害物质的进入,达到减缓或终止牙本质龋病程的目的^[2]。

乳牙患龋率高且发病时间早^[6],乳切牙在婴儿出生6个月即开始萌出,含奶瓶入睡、喂夜奶等不良喂养习惯会导致乳切牙龋^[7]。乳切牙唇侧釉质厚度薄,仅为0.23~0.27 mm^[2],龋损很快突破釉质全层达牙本质。临床乳切牙牙本质浅龋多见,该部位龋损表浅且面积广泛,患儿幼小,治疗时配合度差,临床充填治疗成功率低^[8]。健康的乳牙有助于儿童的生长发育、引导恒牙的萌出及恒牙列的形成、辅助发音及有利于美观和心理健康等^[2],尤其乳切牙的大面积龋或过早丧失,会严重影响患儿的发音学语和心理发育健康^[9]。因此,乳切牙牙本质龋是临床医生面临的一大难题,选择简便易行、创伤小的处理方法延缓或终止疾病的发展是当务之急。本研究对比了Nd:YAG激光、氟保护漆单独及两者联合应用,在乳切牙牙本质龋抵御再脱矿的能力,为延缓或终止龋病的发展提供了新思路。为了避免个体差异对实验结果的影响,采取了自身对照的研究方法。结果显示Nd:YAG激光对照组、氟保护漆对照组和联合对照组之间的脱矿带宽度差异无统计学意义,即个体差异对本研究结果无明显影响,研究结果发现Nd:YAG激光和氟保护漆单独应用均能提高乳切

牙牙本质龋抵御再脱矿的能力,且两者联合应用效果更佳。氟保护漆在儿童口腔科的应用十分广泛,根据《婴幼儿龋防治指南》^[10],自第一颗乳牙萌出起,可由专业人员进行个性化的婴幼儿牙齿局部涂氟。研究表明,每3个月应用一次氟保护漆可以降低儿童乳牙龋病的发病率^[4]。另有研究表明,正畸治疗过程中,氟保护漆对于预防白斑有效^[11]。其作用机制是氟离子取代牙齿中羟磷灰石的羟基,生成氟磷灰石晶体,可增强牙齿的抗酸能力,其晶体亦可封闭牙本质小管;此外,氟离子可进入牙本质小管,通过机械堵塞作用减小牙本质小管的直径^[12]。学者指出,使用氟保护漆对儿童是相对安全的^[13]。本研究结果也发现,与对照组相比,氟保护漆试验组的脱矿带宽度更小,即氟保护漆的应用可以增强乳牙牙本质龋抵御再脱矿的能力。但有研究指出,单独使用氟保护漆,2年一次的应用并不能减缓乳牙龋病的发展。这可能是因为仅在牙齿表面涂布氟保护漆后,能够进入牙本质小管的氟离子有限,形成的结晶颗粒较小,无法完全封闭牙本质小管;并且由于仅在牙齿表面形成一薄层封闭物,其抵抗咬合、机械刷牙等能力均较差,维持疗效时间较短,需每隔3个月重复涂布^[5]。

Nd:YAG激光波长为1 064 nm,是一种高能量激光,穿透力强,不易被水分吸收,可利用其热效应在短时间内迅速升温,使暴露的牙本质小管中的蛋白质发生变性凝固,并使牙本质表面发生熔融、再结晶,部分或全部阻塞牙本质小管,降低牙本质的通透性和小管内液体的流动性^[14]。因此,Nd:YAG激光已被广泛应用于恒牙牙本质敏感的治疗中,且成为激光治疗恒牙牙本质敏感的首选^[14]。殷凌云等^[15]研究表明,恒牙牙本质敏感的治疗中,高功率Nd:YAG激光在即刻和第6个月时的效果优于高功率Er:YAG激光。Gholami等^[16]通过扫描电镜

观察,发现 Nd:YAG 激光可封闭 53% 恒牙牙本质小管直径,效果分别优于 Er:Cr:YSGG 激光、CO₂ 激光和 810 nm 二极管激光。多项研究^[14,16-17] 证明,Nd:YAG 激光在阻塞封闭恒牙牙本质小管方面效果显著,且与其他类型的激光相比,Nd:YAG 激光阻塞封闭恒牙牙本质小管效果最佳。本研究结果发现,与对照组相比,Nd:YAG 激光试验组的脱矿带宽度更小,即 Nd:YAG 激光的应用可以增强乳切牙牙本质龋抵御再脱矿的能力。但 Lopes 等^[18] 通过临床研究发现,牙本质敏感的恒牙经 Nd:YAG 激光照射后,疼痛程度虽然明显减轻,但未完全消除。或许是由于 Nd:YAG 激光照射后,牙本质表面形成非均匀的熔化和可能存在未经处理的区域^[19]。因此,Nd:YAG 激光照射的治疗方案存在局限性,不能保证所有牙本质小管都被阻塞。

本研究通过对比 Nd:YAG 激光与氟保护漆联合应用与两者单独使用的效果,结果发现,Nd:YAG 激光联合氟保护漆试验组的脱矿带宽度,明显小于 Nd:YAG 激光试验组和氟保护漆试验组,即两者联合应用时,增强乳切牙牙本质龋抵御再脱矿的能力十分显著。Lopes 等^[18] 通过纵向临床研究评估 Nd:YAG 激光、脱敏剂以及 Nd:YAG 激光和脱敏剂之间的相关性,研究发现,两者联合应用在治疗恒牙牙本质敏感中具有即时和持久的效果,优于两者单独使用。体外实验研究表明,Nd:YAG 激光联合含钙氟化钠制剂可明显提高牙本质小管的封闭性,加强脱敏效果。国内也有诸多学者对此进行了相关研究^[19-20]。李菁^[21] 通过临床试验对比 Nd:YAG 激光、黏结剂单独及两者联合应用于治疗恒牙牙本质敏感的效果,发现两者联合应用有效率更高。刘立访等^[22] 通过研究 Nd:YAG 激光、Bifluorid12 单独及两者联合应用治疗牙颈部牙本质敏感的临床疗效发现,3 组之间即刻脱敏效果差异无统计学意义,而治疗 8 周后,两者联合应用的效果明显优于单一方法的治疗。《牙本质敏感的诊断和防治指南》^[23] 也指出,Nd:YAG 激光与氟化钠或黏接剂等其他脱敏剂联合使用可以增强脱敏效果,这可能是由于经 Nd:YAG 激光照射后没有被封闭的牙本质小管,使用脱敏剂进行补充可以最大限度地减少开放牙本质小管的数量,联合应用起到了相辅相成的作用。

Nd:YAG 激光在取得良好治疗效果的同时,其安全问题也得到学者的广泛关注。有研究表明,髓腔内温度升高超过 5 °C 将对牙髓造成不可逆损伤^[24]。当前国内外对 Nd:YAG 激光治疗牙本质敏

感参数并未形成统一定论。据文献报道,脉冲式 Nd:YAG 激光治疗牙本质敏感的安全参数设置一般为:输出功率为 0.5~2.0 W,能量为 30~50 mJ,照射时间为 1~2 min,5~20 脉冲/s,光纤头非接触垂直于牙面,距离牙面 2~10 mm,光纤头在照射过程中固定不动或连续运动^[25]。而在实际临床治疗中,具体参数设置还应该考虑患者的敏感区域大小、牙本质厚度等因素,综合调节参数,在提高治疗效果的同时避免损伤牙髓。本研究使用的 Fotona 激光仪,推荐 Nd:YAG 激光治疗恒牙牙本质敏感的参数为 SP 模式,10 Hz,1.00 W,60 s,考虑到本研究对象为乳牙,将治疗时间缩短为 21 s。由于激光作用效果与所选择的参数密切相关,且后者是治疗成功与否的决定性因素。本研究为激光与氟保护漆联合应用于乳切牙牙本质龋抵抗再脱矿能力的初步探讨,后续将展开激光不同参数的体外实验及临床试验。

[参考文献]

- [1] 王兴,冯希平,李志新,等.第四次全国口腔健康流行病学调查报告[M].北京:人民卫生出版社,2018:12.
- [2] 葛立宏,邹静,秦涛,等.儿童口腔医学[M].5版.北京:人民卫生出版社,2020:26-28,31.
- [3] 高若凡,夏斌.基于慢性疾病管理理念的重度低龄儿童龋管理方法[J].国际口腔医学杂志,2023,50(3):341-346.
- [4] Turska-szybk A, Gozdowski D, Twetman S, et al. Clinical effect of two fluoride varnishes in caries-active preschool children:a randomized controlled trial[J]. Caries Res,2021, 55(2):137-143.
- [5] Munoz-millan P, Zaror C, Espinoza-espinoza G, et al. Effectiveness of fluoride varnish in preventing early childhood caries in rural areas without access to fluoridated drinking water:a randomized control trial[J]. Community Dent Oral Epidemiol,2018,46(1):63-69.
- [6] 冯一帆,吕炳建,平雅坤.不同麻醉方式下乳磨牙 iRoot BP Plus 牙髓切断术疗效观察[J].河北医科大学学报,2021,42(3):355-357,372.
- [7] 刘芸,郝高峰,孙晋,等.深圳市 3 岁儿童乳牙患龋状况抽样调查[J].临床口腔医学杂志,2020,36(11):669-672.
- [8] 何美英,张林,程义成.透明冠修复乳切牙龋损效果的实验研究[J].牙体牙髓牙周病学杂志,2018,28(3):162-164.
- [9] 张蕴涵,邓晓宇,王艳,等.乳切牙牙体缺损的修复治疗进展[J].口腔疾病防治,2020,28(2):131-136.
- [10] 中华口腔医学会儿童口腔医学专业委员会,中华口腔医学学会口腔预防医学专业委员会.婴幼儿龋防治指南[J].中华口腔医学杂志,2021,56(9):849-856.
- [11] Adriaens ML, Dermaut LR, Verbeeck RM. The use of 'Fluor Protector', a fluoride varnish, as a caries prevention method under orthodontic molar bands[J]. Eur J Orthod, 1990, 12(3):316-319.
- [12] 李璐,阙国鹰,刘婷婷.不同参数 Er:YAG 激光联合多乐氟对

- 牙本质小管的影响[J].口腔疾病防治,2018,26(10):634—638.
- [13] 高文秀,余睿,杨帆,等.氟保护漆 Duraphat 对恒牙釉质再矿化影响的体外研究[J].实用口腔医学杂志,2018,34(2):265—268.
- [14] 沈焯青,朱亚琴.Nd:YAG 激光治疗牙本质敏感的研究进展[J].口腔材料器械杂志,2020,29(2):43—46.
- [15] 殷凌云,于鸿滨,杨向红,等.两种参数设置的激光联合氟化物治疗牙本质敏感症的临床评价[J].口腔材料器械杂志,2022,31(1):34—39.
- [16] Gholami GA, Fekrazad R, Esmaili-nejad A, et al. An evaluation of the occluding effects of Er; Cr: YSGG, Nd: YAG, CO(2) and diode lasers on dentinal tubules: a scanning electron microscope in vitro study[J]. Photomed Laser Surg, 2011,29(2):115—121.
- [17] 张丽瑾,李璐,徐艳,等.Nd:YAG 激光联合 Gluma 脱敏剂对牙本质过敏患牙的疗效评价[J].南京医科大学学报(自然科学版),2019,39(9):1389—1394.
- [18] Lopes AO, Aranha AC. Comparative evaluation of the effects of Nd:YAG laser and a desensitizer agent on the treatment of dentin hypersensitivity: a clinical study[J]. Photomed Laser Surg, 2013,31(3):132—138.
- [19] Lopes AO, De paula eduardo C, Aranha ACC. Evaluation of different treatment protocols for dentin hypersensitivity: an 18-month randomized clinical trial[J]. Lasers Med Sci, 2017, 32(5): 1023—1030.
- [20] Tosun S, culha E, Aydin U, et al. The combined occluding effect of sodium fluoride varnish and Nd: YAG laser irradiation on dentinal tubules-A CLSM and SEM study[J]. Scanning, 2016,38(6): 619—624.
- [21] 李菁.对比观察脉冲 Nd:YAG 激光联合 3M,ESPE 粘结剂对牙本质过敏症的临床疗效[J].中国医药导刊,2018,20(2):73—76.
- [22] 刘立访,王南燕,方溢云.Nd:YAG 激光联合 Bifluorid 12 治疗牙颈部牙本质敏感的疗效观察[J].广东医学,2019,40(18):2699—2701.
- [23] 中华口腔医学会口腔预防医学专业委员会牙本质敏感专家组.牙本质敏感的诊断和防治指南(2019 修订版)[J].中华口腔医学杂志,2019,54(4):223—227.
- [24] Kivanc BH, Arisu HD, Sağlam BC, et al. Evaluation of antimicrobial and thermal effects of diode laser on root canal dentin[J]. Niger J Clin Pract, 2017,20(12):1527—1530.
- [25] 梁伟,李平平,葛少华.Nd:YAG 激光治疗牙本质过敏症的机制和应用进展[J].口腔医学,2022,42(1):87—91.

(本文编辑:赵丽洁)