

DOI:10.3969/j.issn.1000-9760.2025.05.009

## 970 nm 半导体激光联合不同类型氟化物 治疗老年人牙本质敏感症的疗效观察

刘智永<sup>1</sup> 徐宁<sup>2</sup> 耿宇峰<sup>1</sup> 王征<sup>1</sup> 张福国<sup>3</sup> 熊世江<sup>4</sup><sup>1</sup> 济宁口腔医院牙体牙髓病科, <sup>2</sup> 济宁口腔医院口腔颌面外科,<sup>3</sup> 济宁口腔医院正畸科, 济宁 272100; <sup>4</sup> 山东大学齐鲁医学院口腔医学院·口腔医院特诊科, 济南 250012)

**摘要 目的** 对比分析 970 nm 半导体激光联合不同类型氟化物治疗老年人牙本质敏感症的临床疗效。**方法** 选择牙本质敏感症的老年患者(年龄 60~75 岁)60 例,共纳入 121 颗患牙,随机分为 2 组:氟保护漆组(运用 970 nm 半导体激光联合氟保护漆),30 例 62 颗患牙;氟凝胶组(运用 970 nm 半导体激光联合多乐氟凝胶),30 例 59 颗患牙。记录两组治疗前、治疗后即刻、1 个月、3 个月、6 个月机械刺激和吹气刺激的视觉模拟量表(VAS)评分,对比分析两组治疗后即刻、1 个月、3 个月、6 个月的成功率。**结果** 机械刺激时氟保护漆组和氟凝胶组的治疗后即刻、1 个月、3 个月、6 个月的成功率分别为:(96.8% vs 98.3%)、(96.8% vs 93.2%)、(93.5% vs 84.7%)、(91.9% vs 76.3%),吹风刺激时氟保护漆组和氟凝胶组的治疗后即刻、1 个月、3 个月、6 个月的成功率分别为:(96.8% vs 96.6%)、(91.9% vs 86.4%)、(88.7% vs 84.7%)、(87.1% vs 71.2%);机械刺激、吹气刺激时,治疗后即刻、1 个月、3 个月两组的成功率差异均无统计学意义( $P>0.05$ );治疗后 6 个月,两种刺激方式下氟保护漆组的成功率均明显高于氟凝胶组,且差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。**结论** 采用 970 nm 半导体激光联合氟保护漆治疗老年人牙本质敏感症,脱敏效果更持久稳定,值得在临床上推广应用。

**关键词** 970 nm 半导体激光;牙本质敏感症;氟保护漆;多乐氟凝胶;脱敏

中图分类号:R781.2 文献标识码:A 文章编号:1000-9760(2025)10-428-05

### Clinical efficacy of 970 nm semiconductor laser combined with different types of fluoride in the treatment of dentin hypersensitivity in the elderly

LIU Zhiyong<sup>1</sup>, XU Ning<sup>2</sup>, GENG Yufeng<sup>1</sup>, WANG Zheng<sup>1</sup>, ZHANG Fuguo<sup>3</sup>, XIONG Shijiang<sup>4</sup><sup>1</sup> Department of Dentistry and Endodontics, <sup>2</sup> Department of Oral and Maxillofacial Surgery,<sup>3</sup> Department of Orthodontics, Jining Stomatology Hospital, Jining 272100, China;<sup>4</sup> Department of Special Clinics, School of Stomatology, Cheeloo Medical College, Jinan 250012, China)

**Abstract: Objective** To compare the clinical efficacy of treating dentin hypersensitivity in elderly patients using 970nm semiconductor laser combined with different types of fluoride. **Methods** Sixty elderly patients with dentin hypersensitivity (aged 60–75 years) were selected, involving a total of 121 affected teeth. They were randomly divided into two groups: the fluoride varnish group (using 970 nm semiconductor laser combined with fluoride protective paint), 30 cases with 62 affected teeth; the fluoride gel group (using 970 nm semiconductor laser combined with Dentsu fluoride gel), 30 cases with 59 affected teeth. Visual Analog Scale (VAS) scores for mechanical stimulation and air blowing stimulation were recorded before treatment, immediately after treatment, 1 month, 3 months, and 6 months post-treatment. The success rates at these time points were compared. **Results** For mechanical stimulation, the success rates immediately after treatment, 1 month, 3 months, and 6 months for the fluoride varnish group and the fluoride gel group were: (96.8% vs 98.3%), (96.8% vs 93.2%), (93.5% vs 84.7%), (91.9% vs 76.3%). For air blowing stimulation, the success

rates immediately after treatment, 1 month, 3 months, and 6 months for the fluoride varnish group and the fluoride gel group were: (96.8% vs 96.6%), (91.9% vs 86.4%), (88.7% vs 84.7%), (87.1% vs 71.2%); No statistically significant differences in success rates were observed between the two groups immediately after treatment, at 1 month, or at 3 months for both mechanical and air-blast stimuli ( $P > 0.05$ ). At 6 months post-treatment, the success rate of the fluoride varnish group was significantly higher than that of the fluoride gel group under both stimulation methods, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Using 970 nm semiconductor laser combined with fluoride varnish to treat dentin hypersensitivity in elderly patients yields more durable and stable desensitization effects, making it worthy of clinical promotion and application.

**Keywords:** 970 nm semiconductor laser; Dentin hypersensitivity; Fluoride varnish; Duraphat fluoride gel; Desensitization

牙本质敏感症 (dentin hypersensitivity, DH) 是发生在牙体牙髓疾病中常见的一种症状, 牙齿牙本质小管暴露开放, 由于化学、热、触觉或渗透刺激而产生疼痛敏感症状。成年人发病率 4%~74%, 老年人由于楔状缺损、咬合面磨损、牙龈退缩和牙根暴露增龄性变化等原因导致 DH 的发病率大大增加<sup>[1]</sup>。老年人由于咬合力和刷牙受力集中, 唾液减少、慢性牙周炎等长时间影响, 通常造成多牙广泛性牙根暴露以及多发性咬合面磨损, 出现 DH。中国 50 岁以上中老年人是 DH 的主要患病人群, 其患病率为 70.8%<sup>[2]</sup>。临床上常用激光或含氟药物对敏感部位局部脱敏进行微创干预治疗, 且疗效较好, 近些年, 也有一些学者应用激光联合氟化物治疗 DH 取得了良好疗效, 但针对老年群体的 DH 临床研究资料较少, 且市面上常用氟化物疗效的对比研究也较少<sup>[1,3-4]</sup>。本研究对比分析了 970 nm 半导体激光联合氟保护漆和氟凝胶治疗老年人 DH 的临床疗效, 以期为老年人 DH 的治疗提供临床诊疗思路和依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2023 年 01 月-2024 年 02 月来济宁口腔医院牙体牙髓科就诊, 诊断为 DH 的老年人 60 例, 纳入 121 颗患牙。纳入标准: 1) 患者年龄 60~75 岁, 知情同意, 按时随访复诊; 2) 患牙临床症状符合《牙本质敏感的诊断和防治指南 (2019 修订版)》诊断标准<sup>[5]</sup>, 在牙齿唇颊侧颈部或咬合面磨损出现凹坑状改变, 临床表现出疼痛敏感症状, 治疗前患者视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS)  $\geq 3$ ; 3) 患者治疗前 3 个月内未进行过患牙的家庭和医院内脱敏治疗。排除标准: 1) 存在慢性牙周炎、牙髓炎、根尖周炎、龋齿、牙隐裂等牙体疾

病或正在治疗的患牙; 2) 对氟化物过敏者、口腔溃疡、患有脑病、肝病及支气管哮喘者; 3) 全身性系统性疾病和精神疾病不能接受治疗者。随机分为 2 组: 氟保护漆组, 30 例、62 颗患牙; 氟凝胶组, 30 例、59 颗患牙。其中, 氟保护漆组男 18 例, 女 12 例, 年龄 61~75 岁; 氟凝胶组男 14 例, 女 16 例, 年龄 60~75 岁。两组一般资料具有可比性 ( $P > 0.05$ )。见表 1。本研究已由济宁口腔医院医学伦理委员会审批通过 (2023-005), 所有患牙治疗前均知情同意并签署知情同意书。

### 1.2 方法

**1.2.1 主要药物和仪器设备** 氟齿乐氟保护漆 (义获嘉伟瓦登特公司, 瑞士), 多乐氟凝胶 (高露洁棕榄有限公司, 美国)。半导体激光治疗仪 (FONA, 德国), 工作参数: 波长 970 nm, 激光能量 50~200 mJ/脉冲, 重复频率 1~10 Hz, 参数设置: 1.0 W, 连续模式 (CW), 能量密度值为 22.32 J/cm<sup>2</sup>。

**1.2.2 临床操作** 患者知情同意, 且所有患牙治疗前已行牙周基础治疗。1) 氟保护漆组。半导体激光联合氟保护漆治疗。以低速手机和锥形小毛刷抛光患牙的牙颈部或后牙咬合面, 冲洗, 橡皮障或棉球隔湿, 吹干, 用涂药棒沾取氟齿乐氟保护漆, 在牙齿牙本质敏感区域表面来回涂擦, 气枪干燥, 等待 1 min 后, 涂药棒粘接棒取染色剂在敏感区域涂一薄层, 激光探头垂直敏感牙面, 距离牙面 2 mm, 缓慢均匀重叠照射敏感区域 15 s, 间隔 30 s, 重复照射 3 次。2) 氟凝胶组。半导体激光联合氟凝胶治疗, 步骤同氟保护漆组。治疗过程为 1 w 内脱敏 3 次, 每次间隔 1~3 d, 每次治疗重复以上操作步骤。且以上操作均由同一医生完成。治疗后 4 h 内避免刷牙, 治疗期间避免咀嚼硬物, 禁止使用其他含氟制剂 (如含氟牙膏)。

### 1.3 临床观察指标

检查并记录两组治疗前及治疗后即刻(30 min)、1 个月、3 个月、6 个月的机械刺激和吹气刺激 VAS 值,从 0 分(无痛)到 10 分(剧痛)疼痛逐渐增加,评价 DH 治疗效果<sup>[6]</sup>。机械性刺激和吹气刺激操作时间间隔均为 30 min,且由同一医生操作和记录数据 VAS 值。

**1.3.1 机械性刺激** 棉卷隔离患牙,探针在牙颊面颈中 1/3 或咬合面治疗区域轻划 3~5 个来回,记录 VAS 值。

**1.3.2 吹气刺激** 棉卷和医用特氟龙隔离唾液和邻牙,用显微三用枪距患牙 5 mm 处垂直将冷空气吹向牙颊面颈中 1/3 或咬合面治疗区域 5 s,记录 VAS 值。

### 1.4 临床疗效评价

将治疗后即刻、1 个月、3 个月、6 个月的 VAS 值分别与治疗前 VAS 值比较,根据其差值来进行疗效指标评价<sup>[7]</sup>,显效:敏感症状消失,探诊阴性,VAS 值降低  $\geq 2$  分;有效:敏感症状减轻,探诊阳性,VAS 值降低 1 分;无效:敏感症状无变化或加重,探诊阳性,VAS 值未降低。成功:显效、有效均记为成功;失败:无效记为失败。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 20.0 统计分析。正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,两组间比较采用独立样本 *t* 检验;计数资料以率(%)表示,两组之间的成功率采用 R \* C 表,采用  $\chi^2$  检验,以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者一般资料比较

两组患者的年龄、性别差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较

组别	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	性别	
		男	女
氟保护漆组	66.37 ± 3.40	18	12
氟凝胶组	65.67 ± 3.71	14	16
$t/\chi^2$	0.7619	1.0536	
<i>P</i>	0.4492	0.3047	

### 2.2 机械性刺激时两组临床治疗成功率比较

两组间治疗后即刻、治疗后 1、3 个月,两组成

功率差异无统计学意义( $P > 0.05$ );治疗后 6 个月,氟保护漆组的治疗成功率 91.9%,高于氟凝胶组(76.3%),差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 2。

表 2 机械性刺激时两组治疗后即刻、1、3、6 个月的成功率(颗/%)

组别 (颗)	例数	术后即刻		1 个月		3 个月		6 个月	
		成功	失败	成功	失败	成功	失败	成功	失败
氟保护漆组	62	60/96.8	2/3.2	60/96.8	2/3.2	58/93.5	4/6.5	57/91.9	5/8.1
氟凝胶组	59	58/98.3	1/1.7	55/93.2	4/6.8	50/84.7	9/15.3	45/76.3	14/23.7
$\chi^2$		0.0019		0.2316		2.4226		5.5577	
<i>P</i>		0.9653		0.6304		0.1196		0.018	

### 2.3 吹气刺激时两组临床治疗成功率比较

两组间治疗后即刻及 1、3 个月差异无统计学意义( $P > 0.05$ );治疗后 6 个月氟保护漆组的治疗成功率 87.1%,高于氟凝胶组(71.2%),差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 吹气刺激时两组治疗后即刻、1、3、6 个月的成功率(颗/%)

组别 (颗)	例数	术后即刻		1 个月		3 个月		6 个月	
		成功	失败	成功	失败	成功	失败	成功	失败
氟保护漆组	62	60/96.8	2/3.2	57/91.9	5/8.1	55/88.7	7/11.3	54/87.1	8/12.9
氟凝胶组	59	57/96.6	2/3.4	51/86.4	8/13.6	50/84.7	9/15.3	42/71.2	17/28.8
$\chi^2$		0.2099		0.9440		0.4105		4.6299	
<i>P</i>		0.6468		0.3313		0.5217		0.0314	

## 3 讨论

DH 是老年口腔疾病的常见症状之一,由于楔状缺损、咬合面磨损、牙龈退缩等原因<sup>[3,5]</sup>,老年人 DH 的发病率显著增加,严重影响其咀嚼功能和生活质量。需要积极探寻有效的治疗方法以封闭或阻塞暴露的牙本质小管,来缓解 DH 症状。

半导体激光作为一种低功率激光,其波长范围广泛(610~980 nm),主要通过镇痛作用、光动力生物调节效应和热效应来治疗 DH,临床疗效显著。研究表明<sup>[8]</sup>,半导体激光在治疗 DH 方面优于脱敏牙膏和漱口水等其他方法,能够有效缓解疼痛症状。氟化物用于牙本质敏感症的原理在于通过氟离子与牙本质中的羟基磷灰石结合,形成氟磷灰石,封闭开放的牙本质小管,从而减少 DH 的发生<sup>[9]</sup>。有临床研究显示,将半导体激光和氟化物联合应用可获得稳定的治疗效果<sup>[10-11]</sup>, Aghayan

等<sup>[12]</sup>研究半导体激光、Nd:YAG 和 Er:YAG 激光联合氟保护漆对牙本质小管的封闭效果,3 种类型的激光之间没有明显差异,激光联合氟保护漆对牙本质小管的封闭效果优于单纯涂布氟保护漆,目前,临床上常用于脱敏的氟化物有氟保护漆和氟凝胶,但是对于激光联合不同氟化物的疗效对比研究资料较少。

本研究采用 970 nm 半导体激光联合 2 种不同类型的氟化物(氟保护漆和多乐氟凝胶)治疗老年人 DH,结果显示,无论是机械刺激还是吹气刺激,两组患者在治疗后即刻、1 个月、3 个月、6 个月均能获得良好的成功率,表明两种联合治疗方案均能有效缓解 DH 症状。体外研究显示<sup>[9]</sup>,半导体激光联合氟保护漆处理的离体牙在扫描电镜下放大 2 000 倍,可观察到大部分牙本质小管被阻塞封闭,这是该治疗方式能有取得良好脱敏效果的主要原因。机械刺激时治疗后即刻氟凝胶组的成功率和氟保护漆组在各时间点的成功率,差异无统计学意义,但在治疗后 6 个月时,两组的成功率差异具有统计学意义。这可能与氟保护漆的低黏稠度和良好的流动性有关,氟保护漆更容易渗透到复杂的牙齿表面,尤其是牙颈部邻面轴角等难以照射的区域,从而更有效地封闭牙本质小管<sup>[13-14]</sup>。本研究未对多时间点比较进行多重校正,可能存在 I 类错误风险,后续研究可采用 Bonferroni 等方法优化统计设计。

体外研究表明<sup>[15-16]</sup>,半导体激光照射后联合使用氟保护漆,能够封闭牙本质小管,氟保护漆的低黏稠度和良好的流动性,增加了氟离子在牙本质中的渗透深度和量,可以进一步增强脱敏效果。临床研究结果同样显示两者联合应用,治疗 DH 的脱敏效果良好<sup>[17]</sup>,与本研究的氟保护漆组结果相似,本研究中的两组治疗方式均能获得良好的临床疗效,而氟保护漆组在治疗后 6 个月时的治疗成功率(91.9%)显著高于氟凝胶组(76.3%),这可能与多乐氟凝胶的高黏度有关,虽然氟凝胶能封闭牙本质小管,但其高黏度可能限制了其在复杂牙齿表面的均匀分布,导致远期效果不如氟保护漆。

此外,分析本研究中部分患者治疗失败的原因,可能与敏感区域面积较大、敏感程度较高,或患者存在咀嚼硬物、夜磨牙等不良习惯有关,这些因素可能导致牙本质小管重新开放,DH 症状持续或加重<sup>[18-19]</sup>。因此,在治疗老年人 DH 时,除了联合

应用半导体激光和氟化物外,还应加强对患者的口腔卫生指导,纠正不良饮食和咀嚼习惯,必要时修复缺失牙或佩戴咬合垫,对多发性牙根暴露和颌面磨损进行纠正,以提高治疗效果。

值得注意的是,本研究样本量较小,且未对不同病因(如楔状缺损、咬合面磨损、牙龈退缩)导致的 DH 进行分层分析,未来研究可进一步扩大样本量,深入探讨不同病因对治疗效果的影响。此外,在临床操作中,应根据患者的全身状况(耐受程度)和患牙的具体情况(如敏感区域的范围,暴露牙本质的面积和厚度等),调整激光照射强度、时间和频次,以避免对牙髓造成损伤,同时注意保护口腔黏膜,防止激光治疗 DH 时引起其他并发症<sup>[6,18]</sup>。

综上所述,970 nm 半导体激光联合氟保护漆和多乐氟凝胶均可在临床上应用于治疗老年人 DH,但两种氟化物相比,氟保护漆可以获得更久的疗效,治疗后 6 个月的脱敏效果仍较稳定,值得在临床上推广应用。采用激光联合多乐氟凝胶治疗 DH 时,在治疗后的 6 个月再进行一次脱敏治疗,或许会取得更长远的治疗效果。由于本研究的观察时间较短,远期疗效仍需进一步研究和验证。

利益冲突:所有作者均申明不存在利益冲突。

#### 参考文献:

- [1] 岳林,王晓燕.牙体牙髓病学[M].3 版,北京:北京大学出版社,2022:228-229.
- [2] Que K, Ruan J, Fan X, et al. A multi-centre and cross-sectional study of dentine hypersensitivity in China[J]. J Clin Periodontol, 2010, 37(7): 631-637. DOI: 10. 1111/j. 1600-051X. 2009. 01513. x.
- [3] 关薇薇,徐普.二极管激光在牙本质敏感症治疗中的应用[J].中华老年口腔医学杂志,2022,20(2):124-128. DOI: 10. 19749/j. cn. cjgd. 1672-2973. 2022. 02. 013.
- [4] Jain A, Rao J, Pal N, et al. Effectiveness of fluoride varnish, diode laser, and their combination in treatment of dentin hypersensitivity: a randomized split-mouth clinical trial[J]. J Indian Soc Periodontol, 2020, 24(4): 369-374. DOI: 10. 4103/jisp. jisp\_494\_19.
- [5] 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. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1002-0098. 2019. 04. 002.
- [6] 周学东.牙体牙髓病学[M].5 版.北京:人民卫生出版社,2020:79-82.
- [7] 赵敏,杨长怡,王婧姣,等.Er, Cr: YSGG 激光联合 Hybrid

- Coat 脱敏剂治疗牙本质过敏症的疗效观察[J]. 实用口腔医学杂志, 2021, 37(1): 106-109. DOI: 10. 3969/j. issn. 1001-3733. 2021. 01. 022.
- [8] Acharya AB, Chandrashekar A, Thakur S. A short term comparative evaluation of the efficacy of diode laser with desensitizing toothpastes and mouthwashes in the treatment of dentinal hypersensitivity[J]. J Clin Exp Dent, 2022, 14(3): e229-e234. DOI: 10. 4317/jced. 59063.
- [9] Hoshyari N, Zamanian A, Samii A, et al. In-vitro comparison of occluding effect of fluoride varnish and diode laser irradiation with fluoride varnish and Er, Cr : YSGG laser irradiation on dentinal tubules of the cervical root area of the tooth[J]. Maedica (Bucur), 2023, 18(2): 257-265. DOI: 10. 26574/maedica. 2023. 18. 2. 266.
- [10] Abdelkarim-Elafifi H, Parada-Avenidaño I, Arnabat-Domínguez J. Parameters used with diode lasers (808-980nm) in dentin hypersensitivity management: a systematic review [J]. J Lasers Med Sci, 2022, 13: e3. DOI: 10. 34172/jlms. 2022. 03.
- [11] Jomaa K, Abdul-Hak M, Almahdi WH, et al. Efficacy of 810 nm and 650 nm diode laser alone and in combination with sodium fluoride gel in treating dentin hypersensitivity: a split-mouth randomized clinical study[J]. Cureus, 2023, 15(1): e33489. DOI: 10. 7759/cureus. 33489.
- [12] Aghayan S, Fallah S, Chiniforush N. Comparative efficacy of diode, Nd : YAG and Er : YAG lasers accompanied by fluoride in dentinal tubule obstruction[J]. J Lasers Med Sci, 2021, 12: e63. DOI: 10. 34172/jlms. 2021. 63.
- [13] Jayaram P, Coutinho AO, Bhadranna A, et al. Evaluation of diode laser along with 1. 23% acidulated phosphate fluoride gel on dentinal tubule occlusion: an in vitro study[J]. J Indian Soc Periodontol, 2020, 24(3): 253-258. DOI: 10. 4103/jisp. jisp\_341\_19.
- [14] 陈曦, 黄银雪, 余睿, 等. 970 nm 半导体激光联合多乐氟封闭牙本质小管效果的体外研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2023, 39(4): 492-495.
- [15] Cattoni F, Ferrante L, Mandile S, et al. Comparison of lasers and desensitizing agents in dentinal hypersensitivity therapy[J]. Dent J (Basel), 2023, 11(3): 63. DOI: 10. 3390/dj11030063.
- [16] Guarato F, Santi MR, Madalena IR, et al. Er, Cr : YSGG and 980 nm diode lasers influence dentin surface volume after cariogenic challenge: in vitro study [J]. Braz Oral Res, 2024, 38: e045. DOI: 10. 1590/1807-3107bor-2024. vol38. 0045.
- [17] Suri I, Singh P, Shakir QJ, et al. A comparative evaluation to assess the efficacy of 5% sodium fluoride varnish and diode laser and their combined application in the treatment of dentin hypersensitivity[J]. J Indian Soc Periodontol, 2016, 20(3): 307-314. DOI: 10. 4103/0972-124X. 181243.
- [18] 吕宗凯, 郑杨灿, 杜胜男, 等. 二极管激光治疗牙本质过敏症的 Meta 分析[J]. 临床口腔医学杂志, 2019, 35(5): 303-307. DOI: 10. 3969/j. issn. 1003-1634. 2019. 05. 014.
- [19] Meng Y, Huang F, Wang S, et al. Evaluation of dentinal tubule occlusion and pulp tissue response after using 980 nm diode laser for dentin hypersensitivity treatment [J]. Clin Oral Investig, 2023, 27(8): 4843-4854. DOI: 10. 1007/s00784-023-05114-y.

(收稿日期 2025-03-16)

(本文编辑:甘慧敏)