

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2018.10.004

· 基础研究 ·

## 不同参数Er:YAG激光联合多乐氟对牙本质小管的影响

李璐<sup>1</sup>, 阙国鹰<sup>2</sup>, 刘婷婷<sup>1</sup>

1. 中南大学湘雅医院口腔医学中心, 湖南长沙(410008); 2. 南方医科大学口腔医院, 广东广州(510280)

**【摘要】** 目的 探索不同脉冲能量的Er:YAG激光联合多乐氟对牙本质表面形态及牙本质小管暴露率的影响。方法 利用离体牙制备牙本质小管暴露模型,随机分为5组,A组(Er:YAG激光组),B组(多乐氟+Er:YAG激光组),C组(Er:YAG激光+多乐氟组),D组是实验对照组(多乐氟组),E组是空白对照组,其中A~C组分别辅以6种脉冲能量参数(80~250 mJ/P)。通过扫描电子显微镜观察各组牙本质表面形态、测量牙本质小管暴露率。**结果** A~D组的牙本质小管暴露率均明显低于E组,差异具有统计学意义( $P < 0.001$ );Er:YAG激光脉冲能量小于250 mJ/P时,A~C组的牙本质小管暴露率低于D组,而脉冲能量达到250 mJ/P时,A~C组的牙本质小管暴露率均高于D组,差异具有统计学意义( $P < 0.001$ );相同处理方式下,脉冲能量80~200 mJ/P时,牙本质小管暴露率随脉冲能量升高而降低,脉冲能量达到250 mJ/P时,牙本质小管暴露率反而增大;A组、C组的80 mJ/P与100 mJ/P之间,160 mJ/P与200 mJ/P之间,B组的80 mJ/P与100 mJ/P之间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),其余组两两比较差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ );相同脉冲能量下,其中各脉冲能量下A组与B组两两比较差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ),B组与C组在120~250 mJ/P时差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ),其余组间差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。**结论** Er:YAG激光具有封闭牙本质小管的作用,与多乐氟联用可形成协同作用,脉冲能量低于200 mJ/P时,封闭率随脉冲能量升高而升高,脉冲能量为160 mJ/P时,先涂氟后照激光对牙本质小管的封闭效果最好,当脉冲能量达到200 mJ/P时可引起牙本质表面过熔融,造成损伤。

**【关键词】** Er:YAG激光; 脉冲; 多乐氟; 牙本质表面形态; 牙本质小管; 暴露率

**【中图分类号】** R781.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2018)10-0634-05

**【引用著录格式】** 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.

**The effects of different Er:YAG laser parameters combined with dole fluorine on dentinal tubules** LI Lu<sup>1</sup>, QUE Guoying<sup>2</sup>, LIU Tingting<sup>1</sup>. 1. The centre of stomatology in XiangYa Hospital Central South University, Changsha 410008, China; 2. Stomatological Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510280, China  
Corresponding author: QUE Guoying, Email: 2917268593@qq.com, Tel: 0086-13974940468

**【Abstract】 Objective** To explore the effects of Er:YAG lasers with different pulse energies and of Er:YAG lasers combined with Duraphat on dentine surface morphology and the dentinal tubule exposure rate, thereby providing a theoretical basis and parameters for clinically treating dentine hypersensitivity with Er:YAG lasers. **Methods** Dentinal tubule exposure models were divided into five groups, namely, group A (single Er:YAG laser exposure), group B (Duraphat+Er:YAG laser), and group C (Er:YAG laser+Duraphat), which were exposed to 6 levels of pulse energy (80 mJ/P-250 mJ/P), and experimental control group D (Duraphat group) and blank control group E. Scanning electron microscopy was used to observe dentine surface morphology and dentinal tubule closure in these groups, and Image-Pro Plus

**【收稿日期】** 2018-03-08; **【修回日期】** 2018-04-07

**【基金项目】** 中南大学大学生创新创业项目(201510533336)

**【作者简介】** 李璐, 医师, 硕士, Email: 781235880@qq.com

**【通信作者】** 阙国鹰, 主任医师, 硕士, Email: 2917268593@qq.com, Tel: 0086-13974940468

6.0 software was used for image analysis to measure the exposure rates of the five groups of dentinal tubules. **Results** The dentinal tubule exposure rates for the A-D groups were significantly lower than that of the E group ( $P < 0.001$ ); when the Er: YAG laser pulse energy was less than 250 mJ/P, the dentinal tubule exposure rates for the A-C groups were all lower than that of the D group, but when the pulse energy was higher than 250 mJ/P, the dentinal tubule exposure rates for the A-C groups were higher than that of the D group, showing significant differences ( $P < 0.001$ ); under the same handling method, when the pulse energy was 80 ~ 200 mJ/P, the dentinal tubule exposure rate decreased as the pulse energy increased. If the pulse energy reached 250 mJ/P, the exposure rate of the dentinal tubules increased instead. There were apparently no significant differences between 80 mJ/P, 100 mJ/P, 160 mJ/P and 200 mJ/P in the A and C groups or between 80 mJ/P and 100 mJ/P in the B group ( $P > 0.05$ ), while significant differences existed among the other groups ( $P < 0.05$ ). Under the same pulse energy, the dentinal tubule exposure rates were A group > C group > B group; under different pulse energies, there existed significant differences between the A and B groups ( $P < 0.05$ ); when the pulse energy was 120 ~ 250 mJ/P, there were significant differences between the B and C groups ( $P < 0.05$ ), while there were no significant differences among other groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** Er: YAG lasers can close the dentinal tubules and play a cooperative role if combined with Duraphat; the effects of laser exposure are better if fluorine is applied beforehand; and dentinal tubule closure is positively correlated with the pulse energy of Er: YAG lasers within a certain energy scope, but when the pulse energy reaches 200 mJ/P, the dentine surface is excessively fused and injured.

**【Key words】** Er: YAG laser; Pulse; Duraphat; Dentin surface morphology; Dentinal tubule; Exposure rates

牙本质过敏症(dentin hypersensitivity, DH)是指当温度、化学、机械刺激作用于暴露的牙本质时表现出的短暂且尖锐的疼痛,并且不能通过其他特定的牙体缺损或病变来解释的一种临床病症<sup>[1]</sup>。国外调查显示, DH主要好发于30~40岁,女性多于男性,牙周病患者中的发病率高达60%~98%<sup>[2]</sup>。Brännström等<sup>[3]</sup>提出,大量的牙本质小管液充满于牙本质小管内,当外界刺激作用于牙本质表面时,引发异常的小管液流动,这种流动引起神经纤维兴奋,继而产生快速、短暂且尖锐的疼痛。这种流体动力学说被大多数学者所接受<sup>[4]</sup>。近年来,Er: YAG激光因其可引起牙本质表面形成一层玻璃样物质封闭牙本质小管而被广泛用于脱敏治疗<sup>[5]</sup>。目前国内外虽然对Er: YAG激光联合多乐氟的使用效果存在部分研究,但对于激光与多乐氟的使用顺序是否会影响牙本质小管封闭作用的研究尚无,且在Er: YAG激光参数的选择上也不尽相同。本研究通过探讨不同脉冲能量的Er: YAG激光、Er: YAG激光联合多乐氟对牙本质表面及牙本质小管暴露率的影响,为Er: YAG脱敏提供临床指导参数。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

收集就诊于中南大学湘雅医院口腔医学中心患者因正畸减数拔除的健康牙齿100颗。拔

除后用清水冲洗表面血液,分别去除周围软组织、牙结石,置于生理盐水中备用,存储时间不超过4周。纳入标准为:患者年龄15~25岁,因正畸需要而拔除的前磨牙,冠部完整,无龋坏、无隐裂、无充填体及牙周疾病、未进行过根管治疗,根尖孔已完全形成。

### 1.2 材料及仪器

Kavo KEY3 Laser 万能激光综合治疗仪(KaVo, 德国);扫描电子显微镜(JEOLJSM-35C, 日本);数字计时器(杭泰, 中国);超声波洗涤器(KQ-SOB型, 昆山市超声仪器有限公司, 中国);Image-Pro-plus6.0 图像分析软件(Media Cyber-netics, 美国);多乐氟(高露洁公司, 中国)。

### 1.3 实验方法

1.3.1 模型建立 垂直于牙体长轴磨除冠部釉质至完全暴露出牙本质,截去牙齿根部,使冠部牙本质块保留约3 mm厚度,磨平、标记非实验面,超声冲洗10 min。将牙本质块置于17%的EDTA中浸泡2 min,蒸馏水漂洗30 s并吹干备用。

1.3.2 实验分组及处理 将模型随机分为5组, A组(30颗,仅接受Er: YAG激光照射)、B组(30颗,先涂多乐氟,0.1 mL × 2次,再接受Er: YAG激光照射)、C组(30颗,先进行Er: YAG激光照射,再涂多乐氟,0.1 mL × 2次)分别辅以6种脉冲能量参数(80、100、120、160、200、250 mJ/P),照射时间10 s,距离1 cm,以Z字形扫描式照射。D组是空白对照

组(5颗,无处理),E组是实验对照组(5颗,仅进行涂氟处理,0.1 mL × 2次)。将处理后的牙本质块使用30%、50%、70%、90%、100%的无水乙醇进行梯度脱水,真空干燥后粘台、喷金,扫描电子显微镜(scanning electron microscope, SEM)下观察牙本质表面形态,并随机截取两个图像导入Image-pro-plus 6.0进行分析,计算牙本质小管暴露率。

#### 1.4 统计学分析

采用SPSS 17.0进行数据处理,以均值 ± 标准差表示。采用单因素方差分析进行检验,两两比较采用HSD法, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 牙本质小管暴露率

实验组、实验对照组的牙本质小管暴露率( $4.26 \pm 0.05$ )均明显低于空白对照组( $28.48 \pm 2.42$ ),差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。当脉冲能量小于250 mJ/P时,实验组牙本质小管暴露率均低于实验对照组,Er:YAG激光脉冲能量达到250 mJ/

P时,实验组牙本质小管暴露率均高于实验对照组;相同处理方式下,脉冲能量为80~200 mJ/P时,随着脉冲能量的升高,牙本质小管暴露率随之降低,但脉冲能量达到250 mJ/P时,暴露率反而增高。

A组的80 mJ/P与100 mJ/P之间,160 mJ/P与200 mJ/P之间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),其余组两两比较差异具有统计学意义( $P < 0.05$ )。

B组的80 mJ/P与100 mJ/P之间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),其余组两两比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

C组的80 mJ/P与100 mJ/P之间,160 mJ/P与200 mJ/P之间比较差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),其余组两两比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

相同脉冲能量下,A组与B组间两两比较差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ),在80 mJ/P与100 mJ/P时B组与C组间差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),其余脉冲能量间差异均具有统计学意义( $P < 0.05$ ,表1)。

表1 不同脉冲能量的Er:YAG激光联合多乐氟对牙本质小管暴露率的影响

Table 1 The effect of an Er:YAG laser with different parameters combined with dole fluorine on the exposure rate of dentinal tubules

组别	脉冲能量(mJ/P)					
	80	100	120	160	200	250
A组	$3.53 \pm 0.33^{aA}$	$3.28 \pm 0.15^{cA}$	$2.06 \pm 0.12^{bB}$	$1.18 \pm 0.08^{cC}$	$1.08 \pm 0.13^{cC}$	$4.53 \pm 0.19^{nd}$
B组	$3.14 \pm 0.38^{bE}$	$2.87 \pm 0.31^{dE}$	$1.63 \pm 0.09^{fF}$	$1.01 \pm 0.70^{gG}$	$0.63 \pm 0.09^{hH}$	$4.36 \pm 0.10^{nl}$
C组	$3.43 \pm 0.16^{adJ}$	$3.18 \pm 0.33^{adJ}$	$1.93 \pm 0.17^{kK}$	$1.17 \pm 0.23^{dL}$	$0.99 \pm 0.39^{dL}$	$4.63 \pm 0.28^{ml}$

注 a~n表示同一脉冲能量,不同处理方式之间的两两比较,字母不同表示两组之间有统计学意义( $P < 0.05$ ),字母相同表示两组之间无统计学意义( $P > 0.05$ );A~M表示相同的处理方式,不同脉冲能量之间的两两比较,符号不同表示两组之间有统计意义( $P < 0.05$ ),符号相同表示两组之间无统计学意义( $P > 0.05$ )

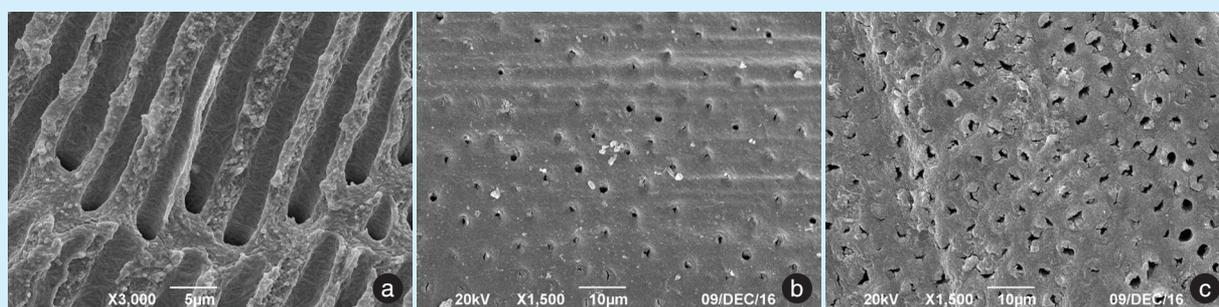
### 2.2 牙本质表面形态

SEM下显示,空白对照组中牙本质小管纵剖面显示牙本质小管平直,管径较大,管腔内空虚,表面光滑,无堵塞物(图1a)。当脉冲能量达到160 mJ/P时,牙本质表面未出现裂隙、碳化等过熔融表现,小管口直径有明显缩小,大部分牙本质小管口被封闭,未被封闭的小管口直径较小(图1b)。当脉冲能量达到250 mJ/P时,牙本质表面碳化明显,牙本质小管正常结构消失,出现大量裂隙(图1c)。

## 3 讨论

牙本质过敏症的治疗主要是封闭牙本质小

管,以减少牙本质小管液的异常流动为主。临床上治疗DH的方法种类繁多,多乐氟作为氟化物的一种,其主要成分为5%的氟化钠,在临床应用中较为广泛。氟化物的作用机制主要是依靠其中游离的氟离子渗透入牙体组织中与羟磷灰石晶体结合形成氟磷灰石,堵塞在牙本质小管内,减小牙本质小管的直径与开放率,从而机械性的阻断液压传导,以达到治疗的目的<sup>[5]</sup>。但临床应用表明,多乐氟虽即刻效果较好,在长期疗效上还有所欠缺,治疗后容易复发,这可能是由于单纯使用氟化物治疗,进入牙本质的氟离子相对较少,且氟化物与羟基磷灰石结合形成的氟磷灰石体积小,难以完全堵塞牙本质小管开口,在受到外力作用,如刷牙



a: 空白对照组,纵剖面形态显示管腔平直,管壁光滑;b: B组,160 mJ/P时牙本质形态显示管径明显缩小,大部分小管被封闭;  
c: C组,250 mJ/P时牙本质形态出现明显的碳化,严重的裂隙使正常结构消失

图1 牙本质表面形态 × 1 500

Figure 1 Dentin surface morphology × 1 500

或食物冲刷时,容易造成流失<sup>[6]</sup>。

Er:YAG 激光出现为DH治疗提供一种新的思路,其作用机制主要是利用光热效应,激光作用时产生瞬时高温使牙本质小管表面熔融后结晶,结晶物质由管周向管中心流动,以封闭牙本质小管<sup>[7-8]</sup>。

观察各组在SEM下牙本质的表面形态,发现空白对照组中牙本质小管口未见堵塞物覆盖,呈现开放状态,管腔平直,管壁光滑;实验组中,随着Er:YAG激光脉冲能量的增加,牙本质小管直径随之减小,暴露面积也随之降低。脉冲能量为160 mJ/P时,管径明显缩小,大部分小管被封闭,未被封闭的管腔直径较小。当脉冲能量达到200 mJ/P时,小管口虽大部分消失,但管周出现较小裂纹。脉冲能量达到250 mJ/P时,牙本质表面出现明显的碳化,严重的裂隙使正常结构消失,这与Aranha<sup>[9]</sup>的理论一致,当能量过高时,将造成牙本质结构的损伤,这种损伤是不可逆的。

利用Image-Proplus 6.0分析软件对牙本质小管暴露率进行分析,结果显示:同种处理方式下,脉冲能量低于250 mJ/P时,随着脉冲能量的增加,牙本质小管暴露率降低,除80 mJ/P与100 mJ/P、Er:YAG激光组与Er:YAG+多乐氟组中的160 mJ/P与200 mJ/P之间无统计学差异外,其余脉冲能量之间两两比较差异均具有统计学意义,当脉冲能量增加到250 mJ/P时,暴露率不降反升,表现为250 mJ/P > 80 mJ/P > 100 mJ/P > 120 mJ/P > 160 mJ/P >

200 mJ/P,这与Aranha<sup>[9]</sup>、冯春等<sup>[10]</sup>报道的理论一致,能量的增高使封闭作用更加明显,但过高的能量会适得其反。在相同脉冲能量下,牙本质小管的暴露率:联合组 < Er:YAG激光组,且多乐氟+Er:YAG激光组与Er:YAG激光组之间差异有统计学意义,说明激光联合多乐氟的作用效果优于单一的激光照射,Farmakis等<sup>[11]</sup>也曾做出类似报道,其原因是激光的热效应使牙本质表面形成玻璃样物质的同时,可以促进氟离子与羟基磷灰石的结合,转化为氟化钙与氟磷灰石,熔融状态下的氟化钙与氟磷灰石可以深入牙本质小管内,与管壁结合更紧密<sup>[12]</sup>;而Er:YAG激光+多乐氟的牙本质暴露率大于多乐氟+Er:YAG激光组,这可能与两种因素有关:①激光作用后在牙本质表面形成的玻璃样物质阻挡了部分氟离子的吸收;②Dilber<sup>[13]</sup>、Malkoç等<sup>[14]</sup>在研究中发现激光可以使牙本质表面钙、磷含量降低,导致与氟离子结合能力下降,间接影响氟化钙与氟磷灰石的形成;随着脉冲能量的增加,牙本质的成分变化及表面形成的保护层更加明显,氟化物的作用则更加轻微。

因此,有理由认为Er:YAG激光具有封闭牙本质小管的作用,与多乐氟联用时形成协同作用,照射距离1 cm,照射时间10 s,脉冲能量低于200 mJ/P时,封闭率与脉冲能量呈正相关,脉冲能量为160 mJ/P时,先涂氟后照激光对牙本质小管的封闭效果最好,当脉冲能量达到200 mJ/P时可引起牙本质表面过熔融,造成损伤。

## 参考文献

- [1] Lin PY, Cheng YW, Chu CY, et al. In-office treatment for dentin hypersensitivity: a systematic review and network meta-analysis [J]. J Clin Periodontol, 2013, 40(1): 53-64.
- [2] Cummins D. Recent advances in dentin hypersensitivity: clinically proven treatments for instant and lasting sensitivity relief[J]. Am J Dent, 2010, 23: 3A-13A.
- [3] Brännström M, Aström A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain[J]. Int Dent J, 1972, 22(2): 219-227.
- [4] Shiao HJ. Dentin hypersensitivity[J]. J Evid-Based Dent Pr, 2012, 12(3): 220-228.
- [5] Scheifele E, Studen-Pavlovich D, Markovic N. Practitioner's guide to fluoride[J]. Dent Clin North Am, 2002, 46(4): 831-846, xi.
- [6] Femiano F, Femiano R, Lanza A, et al. Efficacy of diode laser in association to Sodium fluoride vs Gluma desensitizer on treatment of cervical dentin hypersensitivity. a double blind controlled trial [J]. Am J Dent, 2013, 26(4): 214-218.
- [7] Schwarz F, Arweiler N, Georg T, et al. Desensitizing effects of an Er:YAG laser on hypersensitive dentine[J]. J Clin Periodontol, 2002, 29(3): 211-215.
- [8] Belal MH, Yassin A. A comparative evaluation of CO2 and erbium-doped Yttrium aluminium garnet laser therapy in the management of dentin hypersensitivity and assessment of mineral content [J]. J Periodontal Implant Sci, 2014, 44(5): 227-234.
- [9] Aranha ACC, Eduardo C P. In vitro effects of Er,Cr:YSGG laser on dentine hypersensitivity. Dentine permeability and scanning electron microscopy analysis[J]. Lasers Med Sci, 2012, 27(4):827-834.
- [10] 冯春. 牙本质过敏症治疗的研究进展[J]. 口腔材料器械杂志, 2010, 19(2): 100-103.
- [11] Farmakis ET, Kozyrakos K, Khabbaz MG, et al. In vitro evaluation of dentin tubule occlusion by densshield and neodymium-doped yttrium-aluminum-garnet laser irradiation[J]. J Endod, 2012, 38(5): 662-666.
- [12] Hsu PJ, Chen JH, Chuang FH, et al. The combined occluding effects of fluoride-containing dentin desensitizer and Nd-Yag laser irradiation on human dentinal tubules: an in vitro study[J]. Kaohsiung J Med Sci, 2006, 22(1): 24-29.
- [13] Dilber E, Malkoc MA, Ozturk AN, et al. Effect of various laser irradiations on the mineral content of dentin[J]. Eur J Dent, 2013, 7(1): 74-80.
- [14] Malkoç MA, Sevımay M. Evaluation of mineral content of dentin treated with desensitizing agents and neodymium yttrium-aluminum-garnet (Nd:YAG) laser[J]. Lasers Med Sci, 2012, 27(4): 743-748.

(编辑 罗燕鸿,管东华)

· 短讯 ·

## 《繁星满天》出版消息

由樊明文教授编著的《繁星满天》一书已由人民卫生出版社隆重推出。本书是樊明文教授的个人自传,它讲述了从中华人民共和国成立前后到改革开放以来,这样的历史背景下作者的个人成长经历,同时也反映了医学,特别是口腔医学随时代变迁的发展。该书既是老一辈口腔人成长的心路历程,同时也见证了我国牙体牙髓病学的创立和发展。值得年轻一代人借鉴。

书名寓意一方面指作者的姓氏和培养的一大批德才兼备的优秀学生,另一方面是作者感恩与其相伴的亲人、师长、朋友、学生,像满天星辰一样点亮了其生命的天空。该书叙事文笔优美,故事生动,史料丰富,加之印装精良,布料和纸材搭配,复杂的多种印刷、装帧新工艺,堪称自传之精品。

《繁星满天》一书定价98元,可登录人民卫生出版社智慧服务商城([www.pmphmall.com](http://www.pmphmall.com))、或人民卫生出版社天猫旗舰店([sxrwts.tmall.com](http://sxrwts.tmall.com))进行订购。