

Er:YAG 激光照射时间对牙本质小管封闭效果影响的研究

李 强 杨久慧 刘双云 刘 佳 张 旻 陈永进

摘 要 **目的** 探究 Er:YAG 激光照射时间对牙本质小管封闭效果的影响。**方法** 将 160 个 2mm 厚牙本质片用 0.5mmol/L EDTA 去除玷污层以建立牙本质过敏症模型,然后将样本等分为 16 个组,应用聚焦式照射手具和散焦式照射手具按照 2s×1 次、2s×2 次、2s×3 次、2s×4 次、4s×1 次、6s×1 次、8s×1 次的照射时间照射牙本质片。照射后用扫描电镜(SEM)观察所有样本的牙本质小管形态,应用 Image-Pro Plus 6.0 图像分析软件计算牙本质小管的暴露面积和封闭率。**结果** 电镜扫描可见,对照组的牙本质小管形态完整、均匀开放,Er:YAG 激光照射不同时间后牙本质小管口表层均有均匀致密的牙本质熔融层形成。图像分析结果可见,Er:YAG 激光照射后各组牙本质小管的暴露面积均明显小于对照组($P<0.05$),牙本质小管封闭率均明显增加($P<0.05$)。但不同激光手具和照射时间实验组的牙本质小管暴露面积和牙本质小管封闭率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 适宜的 Er:YAG 激光照射时间有效封闭牙本质小管后,增加照射时间不会进一步提高牙本质封闭效果,为确保操作的安全性及缩短临床就诊时间,建议结合临床实际减少激光脱敏照射时间。

关键词 激光 牙本质过敏症 牙本质小管 照射时间

中图分类号 R780.2

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2021.01.024

Effect of Er:YAG Laser Irradiation Duration on Dentinal Tubule Sealing Li Qiang, Yang Jiuhui, Liu Shuangyun, et al. State Key Laboratory of Military Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Shaanxi International Joint Research Center for Oral Diseases, Department of General Dentistry & Emergency, School of Stomatology, the Fourth Military Medical University, Shaanxi 710032, China

Abstract **Objective** To explore the effect of Er:YAG laser irradiation duration on the dentinal tubule sealing. **Methods** Totally 160 dentin discs with 2mm thickness were prepared and etched with 0.5 mmol/L EDTA to establish the dentine hypersensitivity models. Then the discs were randomly and averagely divided into 16 groups according to the different laser handpieces and irradiation durations (2s×1, 2s×2, 2s×3, 2s×4, 4s×1, 6s×1, 8s×1). The dentinal tubules were observed with SEM, and the exposed area and sealed rate of dentinal tubules were evaluated with Image-Pro Plus 6.0 software. **Results** The dentinal tubules in the control group were intact and opened uniformly. The dentinal tubules were sealed well and the melt layer formed over the dentin when dentin discs were exposed to the laser irradiation with different durations. In addition, compared with the control group, we observed significantly decreased exposed area ($P<0.05$) and statistically increased seal rate of the dentinal tubules with either laser irradiation duration ($P<0.05$), but no differences for the above two parameters were found among the groups with different laser handpieces or irradiation duration ($P>0.05$). **Conclusion** Increasing the irradiation duration will not further improve the dentin sealing effect if the sealing effect has been achieved effectively with appropriate Er:YAG laser irradiation duration. It is suggested to reduce the Er:YAG laser irradiation duration when treating dentinal hypersensitivity in order to ensure the safe operation and shorten the clinical treatment time.

Key words Laser; Dentine hypersensitivity; Dentinal tubule; Irradiation duration

作者单位:710032 西安,军事口腔医学国家重点实验室、国家口腔疾病临床医学研究中心、陕西省口腔疾病国际联合研究中心、第四军医大学口腔医院急诊与综合临床科(李强,张旻,陈永进);118000 丹东,中国人民解放军联勤保障部队第966医院口腔科(杨久慧);050041 石家庄,中国人民解放军陆军军医大学士官学校附属医院口腔科(刘双云);710032 西安,军事口腔医学国家重点实验室、国家口腔疾病临床医学研究中心、陕西省口腔疾病临床医学研究中心、第四军医大学口腔医院正畸科(刘佳)

通讯作者:陈永进,主任医师,教授,电子邮箱:cylj229@fmmu.edu.cn

牙本质过敏症(dentinal hypersensitivity, DH)的发生率约为 10%~30%,严重影响患者的生活质量^[1]。牙本质小管暴露是 DH 的主要病因之一,因此封闭牙本质小管是治疗 DH 的关键^[2]。近年来,激光被用在 DH 治疗中,尤其是 Er:YAG 激光因其穿透性弱、不易引起牙髓反应而受到研究者和临床医生的信赖,并取得了非常好的疗效^[3~5]。激光实质是一种粒子能量形式,其照射时间的长短会影响激光照射时能量的累积,从而引起被照射物体温度的变化。临床

上口腔医生应用 Er:YAG 激光治疗 DH 时,最不希望的就是激光照射时间过长导致牙髓温度升高、造成牙髓损伤,因此,研究 Er:YAG 激光治疗 DH 的适宜照射时间至关重要。本研究通过扫描电镜观察应用 Er:YAG 激光照射不同时间后的牙本质小管封闭状态,研究 Er:YAG 激光照射时间长短对 DH 的治疗效果。

对象与方法

1. 实验对象及来源:第四军医大学口腔医院口腔颌面外科收集新鲜拔除阻生齿 40 颗(男性 13 例,女性 17 例,患者年龄 18~37 岁),牙齿形态完整、无龋坏、无裂纹。用刀片刮去牙齿表面的软组织和结石后,浸泡于 0.9% NaCl 注射液中 4℃ 冰箱保存备用。该研究获得第四军医大学口腔医学院医学伦理学委员会批准(IRB-REV-2016049)。

2. 实验材料及设备:Fotona 双波长激光治疗仪(斯洛文尼亚 Fidelity 公司);慢速精密切割机(SYJ-150,沈阳科晶公司);超声震荡仪(YH-200DH,上海予皓科学仪器公司);冷场发射电子扫描显微镜(SM-4800,日本日立公司);0.5mol/L EDTA(天津市北辰方正化学试剂厂);Image-Pro Plus 6.0 图像分析软件(美国 Media Cybernetics 公司);IBM SPSS Statistics 19.0(美国 IBM 公司)。

3. 牙本质过敏症离体模型的建立:依据 Mordan 等^[6]方法制备 DH 离体模型。取新鲜拔除离体牙 40 颗,在冷凝水降温下,应用慢速精密切割机沿牙齿长轴垂直方向逐层切除牙釉质层直至暴露牙本质层,再将其制成约 2mm 厚牙本质薄片,磨抛至表面光滑平整,用金刚砂车针将每个牙本质薄片等分成 4 个扇形部分,共计 160 个样本。经 0.5mmol/L EDTA 酸蚀 5min、去离子水中超声冲洗 10min、蒸馏水冲洗 60s 后置于 0.9% NaCl 注射液中 4℃ 冰箱保存备用。

4. 实验分组及处理:将 160 个牙本质样本随机分为照射持续时间(duration, D) D1~D16 共 16 组,每组 10 个,详见表 1。其中 D1、D2 组分别为 Fotona 双波长激光治疗仪聚焦式照射手具(R02)和散焦式照射手具(R14)对照组,不做任何处理。D3~D16 组每个样本正中标记 1mm×1mm 的处理区后,根据分组,使用 Fotona 双波长激光治疗仪中 Er:YAG 激光(20mj, 20Hz, SP, 光斑直径 3mm)在距离样本 3cm 移动扫描照射。照射过程中,各组样本的非处理区域使用<1mm 厚的白纸板进行覆盖。

表 1 实验分组及处理方式

组别	R02 手具	R14 手具
对照组	D1 组	D2 组
2s×1 次组	D3 组	D4 组
2s×2 次组	D5 组	D6 组
2s×3 次组	D7 组	D8 组
2s×4 次组	D9 组	D10 组
4s×1 次组	D11 组	D12 组
6s×1 次组	D13 组	D14 组
8s×1 次组	D15 组	D16 组

5. 扫描电镜观察:所有牙本质样本置于干燥瓶内经自然干燥 24h 后,表面喷金,导电胶粘固;然后用扫描电镜观察各样本处理区域的表面形态并采集图像。

6. 图像处理:分别从每个样本中随机选取 5 张处理区域的图像,应用 Image-Pro Plus 6.0 图像分析软件对图像进行分析处理。首先利用软件自动识别灰阶变化功能识别牙本质小管口周界,选中图像小管口暴露区域,并计算处理区域牙本质小管暴露的像素点面积作为牙本质小管暴露面积;然后再以空白对照组开放牙本质小管暴露面积为基准,利用公式牙本质小管封闭率(%)=(1-处理组牙本质小管暴露面积/对照组牙本质小管暴露面积)×100%,计算处理区域牙本质小管封闭率^[7]。

7. 统计学方法:应用 SPSS 19.0 统计学软件对数据进行双因素方差分析,两两比较采用 LSD-t 检验,实验数据以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 牙本质小管表面形态观察:电镜下各组样本的表面形态如图 1 所示。D1 组和 D2 组牙本质表面平整,牙本质小管口完全开放,小管周界清晰,呈圆形或类圆形。与对照组比较,D3~D16 组均表现为牙本质小管口消失,并可见牙本质小管口表层有均匀致密的牙本质熔融层形成并封闭牙本质小管口。

2. 牙本质小管暴露面积分析:与对照组比较,D3~D16 实验组牙本质小管的暴露面积均明显小于对照组($P < 0.05$);实验组间两种手具比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);实验组间不同 Er:YAG 激光照射时间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

3. 牙本质小管封闭率分析:与对照组比较,实验组牙本质小管封闭率均明显增加($P < 0.05$);牙本质小管封闭率随着照射时间的增加差异无统计学意义($P > 0.05$)。实验组间不同手具比较,差异无统计学意义($P > 0.05$,图 3)。

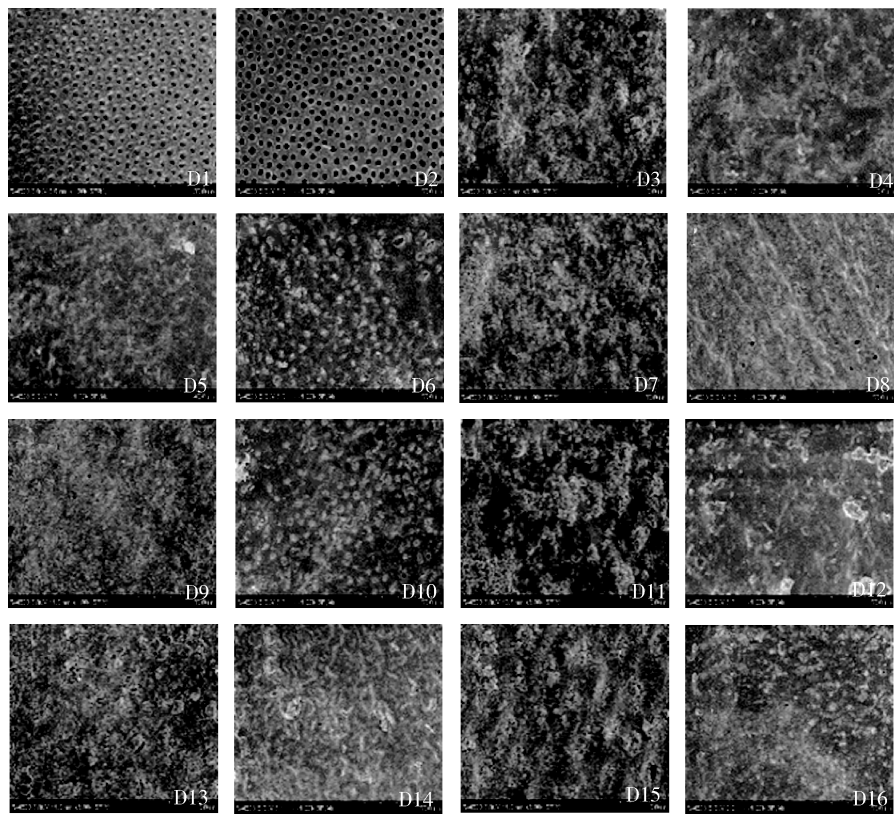


图 1 各组牙本质小管形态学观察 (×1000)

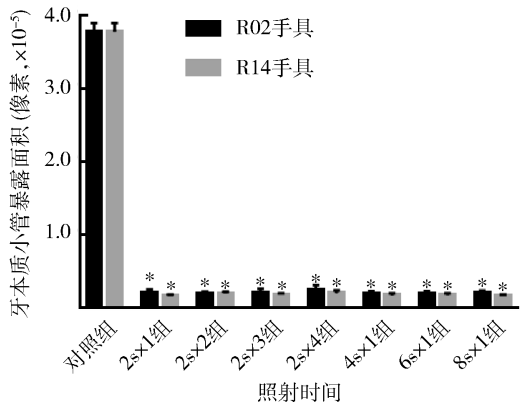


图 2 不同手具和照射时间对牙本质小管暴露面积影响的分析
与对照组比较, * $P < 0.05$

讨 论

目前,治疗 DH 的方法较多。对于症状较轻的 DH 常采用药物脱敏治疗,而症状较重或者牙体组织缺损严重的患者,可考虑采用充填术和冠修复的方法。然而,药物脱敏的远期疗效不佳,修复治疗又存在磨除牙体组织等缺点,患者接受度较差。若症状已严重影响患者生活质量且各种治疗均无明显疗效,就必须考虑根管治疗。近年来,激光治疗 DH 的方法逐

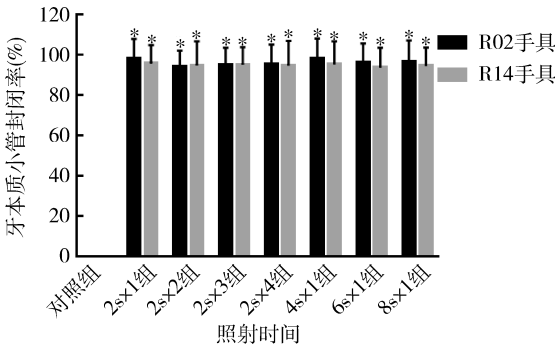


图 3 不同手具和照射时间对牙本质小管封闭率影响的分析
与对照组比较, * $P < 0.05$

渐应用到临床中,最有可能成为理想的脱敏方法^[2]。在众多激光种类中,Er:YAG 激光具有特征性的光热效应和生物学效应,相对于传统的治疗方法具有更佳的疗效,显示出更大的优势,所以 Er:YAG 激光备受口腔医生推崇,越来越多地被应用到牙齿敏感患者的治疗中^[4,5]。

本研究使用 Er:YAG 激光以光斑直径 3mm 照射 2s,按照扫描移动照射的方法计算实验中的光照范围约 10mm²,相当于 1cm² 需要照射 20s。本研究中使用

用照射时间以 2s 为基准,通过增加照射频次和单次照射时间来增加牙本质标本照射时间,结果可见各实验组牙本质表面平整,绝大多数牙本质小管口熔融致密且均匀的封闭层,各组牙本质小管形态相似。这说明,无论通过增加照射次数还是延长单次照射时间都不改变 Er:YAG 激光对牙本质小管的封闭效果。虽然照射时间是影响 Er:YAG 激光对牙本质小管封闭的重要因素,但本研究结果显示照射时间的增加对牙本质小管封闭率无显著影响,未发现随照射时间延长而增加牙本质小管封闭效果的趋势,这可能由于本研究的基准时间较短,即使照射 4 次或增加 4 倍时间,激光能量的累积都未达到较高水平,若延长照射时间,能量累积至一定水平,Er:YAG 激光热效应可能会破坏已经封闭的牙本质小管^[8]。

Badran 等^[9]分别用 60s 和 120s 两个不同时间对牙本质盘进行 Er:YAG 激光照射,发现照射 60s 就可使牙本质小管口基本封闭,延长照射时间对封闭效果差异无统计学意义,这与本研究结论一致,只是两个实验所测量时间不同,这与实验设计等因素有关。丁亚娟等^[10]研究认为照射时间对牙本质小管封闭效果的影响较小,随着照射时间的增加,牙本质小管封闭效果会逐渐减弱。本研究中激光的照射时间为 20s,照射面积为整个牙本质盘,按其方法,单位牙本质小管接受到照射时间与本研究中光斑直径 3mm 照射 1mm² 区域的照射时间 2s 基本相同,这同样证实了本研究中激光照射时间不影响牙本质小管封闭效果的结论。

Moritz 等^[11]研究发现,激光长时间照射会使牙本质出现碳化、组织裂纹,这可能是因为激光照射使牙体组织中水分蒸发,继续照射使牙本质热量急剧累积导致。本研究中虽没有极长的照射时间,但 Er:YAG 激光的波长决定了水分子极易吸收 Er:YAG 激光能量,所以 Er:YAG 激光照射牙本质时,牙本质小管中的水分子极易蒸发或吸收 Er:YAG 激光能量分解,导致长时间照射时牙本质小管内水分子减少,从而有可能出现牙本质的碳化现象。

研究显示,无论 DH 模型牙本质盘的厚度为多少,Er:YAG 激光封闭牙本质小管的深度为 1.2 ~ 2.3 μm^[12,13]。但在临床中牙齿磨耗、楔状缺损等原因导致的牙本质过敏,均是由于牙本质变薄后牙髓对外界刺激敏感的结果。然而,到目前为止,有关牙本质厚度是否影响激光照射时间对 DH 治疗效果的临床研究还未见报道。因此,在未来研究中,笔者还将进一步针对牙本质厚度与激光辐照时间对牙本质小管

封闭效果开展离体和在体研究。

综上所述,当适宜的 Er:YAG 激光照射时间有效封闭牙本质小管后,无论增加照射次数还是照射时间都不会再增加牙本质封闭效果,这对于临床上应用 Er:YAG 激光治疗 DH 具有一定的指导意义。在 Er:YAG 激光脱敏时,为了确保操作的安全性及缩短临床就诊时间,建议结合临床实际减少激光照射时间。

参考文献

- Bartold PM. Dentinal hypersensitivity: a review[J]. Aust Dent J, 2006, 51(3): 212–218; quiz 276
- West N, Seong J, Davies M. Dentine hypersensitivity[J]. Monogr Oral Sci, 2014, 25: 108–122
- Rezazadeh F, Dehghanian P, Jafarpour D. Laser effects on the prevention and treatment of dentinal hypersensitivity: a systematic review[J]. J Lasers Med Sci, 2019, 10(1): 1–11
- 董菁杰, 丁亚娟, 陈亚明. Er: YAG 激光联合生物活性玻璃治疗牙本质过敏症的体外研究[J]. 中国激光医学杂志, 2015, 24(2): 64–68
- Tunar OL, Gursoy H, Cakar G, et al. Evaluation of the effects of Er: YAG laser and desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate, and their combinations on human dentine tubules: a scanning electron microscopic analysis[J]. Photomed Laser Surg, 2014, 32(10): 540–545
- Mordan NJ, Barber PM, Gillam DG. The dentine disc. A review of its applicability as a model for the in vitro testing of dentine hypersensitivity[J]. J Oral Rehabil, 1997, 24(2): 148–156
- 陈丽薇, 顾爽, 贾兴亚. 含诺华敏的脱敏剂与氟化物涂膜联合堵塞牙本质小管的体外研究[J]. 上海口腔医学, 2015, 24(5): 535–540
- Pich O, Franzen R, Gutknecht N, et al. Laser treatment of dental ceramic/cement layers: transmitted energy, temperature effects and surface characterisation[J]. Lasers Med Sci, 2015, 30(2): 591–597
- Badran Z, Boutigny H, Struillou X, et al. Tooth desensitization with an Er: YAG laser: in vitro microscopical observation and a case report[J]. Lasers Med Sci, 2011, 26(1): 139–142
- 丁亚娟, 董菁杰, 陈亚明. 钬激光不同参数对牙本质小管即刻封闭影响的实验研究[J]. 口腔生物医学, 2015, 6(1): 19–23
- Moritz A, Jakolitsch S, Goharkhay K, et al. Morphologic changes correlating to different sensitivities of Escherichia coli and enterococcus faecalis to Nd: YAG laser irradiation through dentin[J]. Lasers Surg Med, 2000, 26(3): 250–261
- 王婕, 董菁杰, 丁亚娟, 等. 2 种钬激光对牙本质小管封闭的体外研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2016, 32(4): 537–541
- Han SY, Jung HI, Kwon HK, et al. Combined effects of Er: YAG laser and nano-carbonate apatite dentifrice on dentinal tubule occlusion: in vitro study[J]. Photomed Laser Surg, 2013, 31(7): 342–348

(收稿日期: 2020-05-20)

(修回日期: 2020-06-08)