

Er-YAG 激光在牙体硬组织中的应用

叶丽君 刘鲁川[△]

(第三军医大学大坪医院野战外科研究所口腔科 重庆 400042)

摘要 随着科学技术的进步,激光技术正以惊人的速度向前发展。激光具有许多优异的性能,已被应用到人类生活的各个领域。伴随激光医学的进展,近来在口腔医学方面的研究已逐步开展起来。除了应用于口腔软组织处理外,激光用于牙体硬组织也得到了越来越多的关注。其中 Er-YAG 激光在口腔领域的实用性和安全性已得到多方面的认证。该文就激光在口腔医学特别是牙体硬组织中的应用作一综述。

关键词 Er-YAG 激光;口腔;硬组织;应用

中图分类号 R78 文献标识码 A 文章编号:1673-6273(2011)05-992-03

Application of Er-YAG laser in dental hard tissues

YE Li-jun, LIU Lu-chuan[△]

(Department of Stomatology, Daping Hospital & Research Institute of Surgery, The Third Military Medical University, Chongqing, 400042, China)

ABSTRACT: With the development of technology, laser technology is speeding forehead beyond our expectation, It is applied in various areas in human life because of its outstanding characteristics. Recently, laser technology has made some progress in stomatology. It is not only used to deal with oral soft tissues, but also being paid more and more attention in the treatment of dental hard tissue. For example, Er-YAG laser has been proved to be practical and safe by many researchers. This article is to make an overview on the apply of the laser technology in stomatology especially for dental hard tissue.

Key words: Er-YAG laser; Stomatology; Hard tissue; Application

Chinese Library Classification: R78 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2011)05-992-03

自 Maiman 发明世界上第一台红宝石激光器,在此后短短四十多年中,激光在医学领域飞速发展,逐渐成为医学领域中的新的研究热点,提供了新的治疗手段,越来越受到重视,并已形成了一门新的边缘科学--激光医学。早在 1964 年 Goldman 等学者就开始研究激光在牙体硬组织中的应用。本文就激光技术在口腔医学中尤其是牙体硬组织中的应用及相关问题作一综述。

1 激光与医学

激光原意是指将光放大,是通过激发产生辐射来实现。激光器通常是由发光器、激发能源和光学谐振腔三部分组成。在激发能源的激励下,发光器产生的部分光子在光学谐振腔内不断放大,得到具有相同量子状态的光束。因而这种光束具有高方向性、高单色性和高亮度的特性,可用于人类生活的各个领域。而且随着激光医学的发展以及激光在各个领域应用的不断深入,激光在医学应用中也越来越广泛。如使用激光介入治疗恶性肿瘤、前列腺肥大、碎石术和心肌血管重建术等;目前应用最广泛的激光小手术,如各种皮肤肿瘤、鸡眼和痔疮等;眼科应用激光最为广泛,治疗青光眼、白内障、晶体病变、准分子和远视等;还有激光美容,如激光去纹身、去皱等^[1-4]。

作者简介: 叶丽君(1985-),女,硕士,主要研究方向:Er-YAG 激光在口腔中的应用。电话:13983361613, E-mail: yelijun09@126.com

△通讯作者: 刘鲁川 E-mail: LiuLuchuan1957@126.com

(收稿日期:2010-12-02 接受日期:2010-12-24)

2 Er-YAG 激光在口腔中的应用

激光对生物组织的作用基本类型大致分为五类:光致发光作用、光致发热作用、光致化学作用、光致压强作用和光致生物刺激作用^[5]。Er-YAG 激光主要以光致发热作用为主。和其他激光不同的是 Er-YAG 激光波长为 2.94μm。就其对水的吸收特性来说,是 Nd:YAG 激光器的 10⁵ 倍,是二氧化碳气体激光的 10 倍以上,所以含水量越高的活性组织其蒸发能力越高,且也接近羟基磷灰石对红外线的吸收峰值,可以有效地去除牙本质和牙釉质。激光因其准确性、高效率、无痛、出血少及杀菌等特点,在口腔软、硬组织应用中显示出独特的优越性。1997 年钕钇铝石榴石(Er:YAG)激光是唯一一种获得 FDA 批准作为牙体硬组织的激光应用于临床。而后随着 Er:YAG 激光的逐渐被认可,其发展越来越快,在国内外广泛应用于治疗口腔的各类疾病。在硬组织中 Er:YAG 激光用于去龋和备洞、根管治疗和杀菌、根尖手术、激光蚀刻和预防龋坏等;在软组织中 Er:YAG 激光用于病变组织的刮除和牙周手术、牙龈切除术和牙龈成形术、系带切除术、活检术、口腔溃疡等治疗、牙髓切断术等^[6]。

3 Er-YAG 激光在硬组织中的作用

3.1 去龋和窝洞的预备

利用激光治疗龋坏一直是口腔应用的研究方向,它可以保留尽可能多的牙体组织,达到美学修复。Freitas^[7]等用 Er-YAG 激光的不同能量进行龋坏的去龋,分别用 15HZ 的 160mJ、180

mJ、200 mJ、250 mJ 的不同能量分别对牙釉质和牙本质龋坏照射,并进行 SEM 观察,得出不同的激光能量均有效的去除硬组织的龋坏,SEM 观察到釉质棱柱暴露,牙本质表面没有玷污层,牙本质小管呈开放状态。治疗牙体组织疾病主要是利用激光的热效应,其产生的热量对牙髓软组织的影响将是至关重要的,而健康牙髓组织对温度耐受极为有限,短时间内少许温度变化即可导致牙髓组织损伤。Zach^[8]等发现,当牙髓腔温度升幅超过 5.6℃时,牙髓活力丧失 15%;升高 8.3℃,有 20% 的牙髓坏死;升高 11.1℃,有 60% 的牙髓坏死;升高 16.6℃则所有牙髓均发生坏死。利用 Er-YAG 激光超短脉冲的不同能量和不同的时间分别对牙釉质和牙本质进行龋坏的去垢并评估牙髓腔温度的改变,最终得出牙髓腔的温度并没有呈不断上升趋势,保持在安全阈值内^[9]。通过研究得出了 Er-YAG 激光在临床应用的可行性。传统的涡轮机治疗牙体疾病时会产生噪音、振动并且病人会感觉到恐惧、疼痛等不适,而 Er-YAG 激光在治疗中操作简单,无震动,无噪音,无需与组织接触,使治疗过程更轻松,并且减少了交叉感染,术野清晰,这些特点使其在临床的应用更为安全、可靠。Matsumoto^[10]等对 45 个病人的 95 颗龋坏牙进行 Er-YAG 激光的治疗观察其安全性,结果所有的病人都未感到不适,得出 Er-YAG 激光治疗龋坏是一个安全的、有效的、舒适的方法,并且治疗的时间大大缩短。

3.2 根管预备和杀菌及根尖切除术

牙髓病和根尖周病是人群中的常见病,现在的治疗方法普遍是根管治疗,以达到清除根管内坏死的牙髓、细菌及其代谢产物,严密封闭根管,促进根尖周病变愈合,保留患牙的目的。但临床实践及许多研究表明,传统 RCT 法有一定的局限性,如根管形态复杂,使根管器械药物不易达到;根管内细菌种类繁多,抗菌素作用范围有限,并易产生耐药性等使根管清理不彻底、残留细菌感染,会导致 RCT 失败。因而探寻一种快捷、可靠、安全、简便的根管消毒清理方法,以提高疗效,缩短疗程一直是牙髓病治疗学领域需要解决的重要课题。已有研究证实 Er-YAG 激光具有去除根管壁玷污层、消毒及成形作用^[12,13,15]。Inamoto^[11]等研究了用 Er-YAG 激光进行根管预备的可行性,并评价了切割的效率和根管的形态变化,分别用 10pps 和 25pps 的 30mJ 能量照射根管,并用 μ -CT 测定照射的宽度和深度及 SEM 观察形态的改变,结果证明 Er-YAG 激光是一种有效的根管预备的方法且使根管表面没有玷污层和牙本质小管开放。激光能否有效的减少根管的细菌是值得关心的问题。Nathan^[12]等对比 Er,Cr:YSGG 激光和传统的根管治疗法,找出哪个方法更能有效的去除直根和弯曲根的粪肠球菌的含量,结果得出传统的根管治疗法加上用 6.15% 的次氯酸钠冲洗可以去除直根和弯曲根的所有细菌,而 Er,Cr:YSGG 激光比传统方法更能开放牙本质小管,能够完全去除直根的细菌,但是弯曲根的细菌则不能完全去除。这可能是由于激光机头不能完全伸进根尖 1/3 的原因。大剂量激光根管内照射更有利于根管消毒和清理,但是过大剂量则有可能造成牙周组织的热损伤,所以要了解在根管照射中牙根表面的温度变化。有报道骨组织在 47℃ 持续 1 min 即可发生不可逆性损伤,这恰高于人正常体温 10℃^[13]。故牙根表面温度上升值小于 10℃被认为是根管内热源作用的安

全阈值。Scaini^[14]等研究用 Er-YAG 激光不同的能量照射根管,测定其根表面温度的变化,除了 15HZ 的实验组根上 1/3 温度达到 15℃ 外,其他的均未达到 10℃,证明 Er-YAG 激光的能量选择合适就不会造成根表面的温度超出安全阈值。有些根尖暗影不能完全消除和根尖孔无法闭合等原因要做根尖切除术,传统的方法是翻瓣后用高速涡轮机切除病变的根尖,往往会造成切的断面有玷污层、细菌滋生和出血过多等,学者们尝试用 Er-YAG 激光进行根尖切除术。Abilio^[15]等评价用不同角度的 Er-YAG 激光照射根尖的形态改变,观察到经激光照射的地方呈一个光滑的、无玷污层的及充填材料的微渗漏减小的界面。

3.3 去除树脂、复合体和玻璃离子的修复术

正畸治疗是利用粘接剂使托槽和牙釉质粘结,在正畸治疗完成后需要去除托槽,使粘结剂与牙齿分离,釉质恢复到原先的状态,但是在去除托槽后会观察到釉质表面常存在一些残留粘结剂,如果去除方法不当会造成牙釉质表面的组织丧失和损害,及表面粗糙造成菌斑附着而形成平滑面龋。常用去除表面粘结剂的方法有打磨法、喷砂法、超声洁治去除方法、药物去除方法和钳去除粘结剂方法,这些方法均有效,但是通常会造成牙髓的温度升高、牙体组织去除过多和去除不净等问题。Er-YAG 激光主要以光致发热作用为主,且治疗牙体组织疾病更安全、更有效,所以广大学者们研究利用激光去除树脂、复合体和玻璃离子。Almeida^[16]等利用 Er-YAG 激光去除正畸治疗完成后的粘结剂,和打磨法相对比,结果证明激光去除粘结剂更有效,且治疗时间短。在治疗过程中,牙髓的温度是个值得关注的问题。有研究评估 Er-YAG 激光去除树脂复合体的能力和牙髓温度的测定,用 80 J/cm² 的能量密度照射树脂复合体,结果牙髓腔的温度普遍升高,但是没有有一个达到 5.6℃ 的牙髓安全阈值^[17]。多长时间和多大能量能够更有效的去除复合体且使牙髓腔的温度在安全阈值内成为学者们要解决的问题。Alessandra^[18]等做了更进一步的研究,选择 Er-YAG 激光的 2HZ、4HZ、6HZ 和 10HZ 分别进行照射,结果显示用 6HZ 的能量照射 40 秒可有效的去除复合体,且牙髓温度处于安全阈值内。在 Er-YAG 激光有效的去除复合体中,还可以保护牙釉质的脱矿,从而减少龋坏的可能。Patricia^[19]等利用不同能量的 Er,Cr:YSGG 激光照射牙釉质,检测釉质的脱矿情况,得出在 8.5 J/cm² 能够加强釉质的抗酸力。

3.4 表面蚀刻作用

磷酸酸蚀牙本质的作用是去除玷污层、开放牙本质小管、去除牙本质表面的矿物质和暴露胶原纤维网络,从而使液态树脂渗入酸蚀处理后的牙本质层的一种微机械粘接。在短期内,这种粘接效果被证明非常有效,但是长期效果值得争议,而 Er:YAG 激光可以更有效的去除牙本质玷污层并使表面产生粗糙度,引发研究者们猜想是否 Er:YAG 激光照射可以增加其粘结强度,近些年国外研究这一方面的文献急剧增加^[20]。Zhan^[21]等研究者用 Er:YAG 激光 20 J/cm² 的能量密度照射牙本质观察树脂和牙本质表面的形态,结果发现其表面并未形成有利于粘接的树突出现。Laura^[22]等做了更进一步的研究 Er:YAG 激光是否增加其粘结度,利用激光 10HZ 的 100mJ、150mJ 分别照射

120 个样本,并测定牙釉质表面的钙、磷、氧和氯的含量改变,其结果并未和预想的那样 Er:YAG 激光可以增加牙釉质的粘结度。

4 小结

综上所述 Er-YAG 激光可以达到传统涡轮机所不能达到无噪音、无振动和无疼痛的效果,在不久的将来,激光可能会替代传统的涡轮机。Er-YAG 激光在治疗软组织疾病时也显示很大的优势,如出血量少、不用接触组织减少感染机会和患者自觉疼痛感减轻及紧张压力缓解。但是激光治疗疾病时的能量参数很难掌握,过大过小都会造成组织的不同程度损伤,这就需要通过临床实验和学者们的研究来确定适宜能量参数,使之在治疗的过程中不会产生副作用。目前,激光仪器的价格偏高,操作不稳定,所以国内临床上并没有普及,相信随着经济和医学材料的发展这个问题也会迎刃而解。

参考文献(References)

- [1] Feng, Y., D. Fuentes, A. Hawkins, et al., Nanoshell-mediated laser surgery simulation for prostate cancer treatment [J]. *Engineering with computers*, 2009,25(1): 3-13
- [2] Hohenleutner, U., Innovations in dermatologic laser therapy [J]. *Der Hautarzt; Zeitschrift für Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete*, 2010, 61(5):410-5
- [3] Yip, J., W. Nolan, C. Gilbert, et al., Prophylactic laser peripheral iridotomy and cataract progression[J]. *Eye*, 2010,24:1127-1135
- [4] Kulkin, J. and S. Flash, Laser Hair Removal [J]. *Obstetrics and Gynecology Clinics of North America*, 2010,37(4): 477-487
- [5] Steen, W. and J. Mazumder, Biomedical Laser Processes and Equipment[J]. *Laser Material Processing*, 2010: 441-484
- [6] George, R., Laser in Dentistry-Review [J]. *International Journal of Dental Clinics*, 2010. 1(1)
- [7] Freitas, P., R. Navarro, J. Barros, et al., The use of Er: YAG laser for cavity preparation: an SEM evaluation [J]. *Microscopy Research and Technique*, 2007,70(9): 803-808
- [8] Zach, L. and G. Cohen, Pulp response to externally applied heat [J]. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*, 1965 ,19: 515
- [9] Krnek, S., I. Miletic, P. Simeon, et al., The Temperature Changes in the Pulp Chamber During Cavity Preparation with the Er: YAG Laser Using a Very Short Pulse [J]. *Photomedicine and Laser Surgery*, 2009 ,27(2): 351-355
- [10] Matsumoto, K., X. Wang, C. Zhang, et al., Effect of a novel Er: YAG laser in caries removal and cavity preparation: a clinical observation [J]. *Photomedicine and Laser Therapy*, 2007 ,25(1): 8-13
- [11] Inamoto, K., N. Horiba, S. Senda, et al., Possibility of root canal preparation by Er: YAG laser [J]. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 2009 ,107(1): 47-55
- [12] Walker, C. and C. Varella, Comparison of Bacterial Reduction in Straight and Curved Canals Using Erbium, Chromium: Yttrium-Scandium-Gallium-Garnet Laser Treatment versus a Traditional Irrigation Technique With Sodium Hypochlorite. [J]. *Journal of Endodontics* .2010,36(4):725-728
- [13] Eriksson, A. and T. Albrektsson, Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit [J]. *The Journal of prosthetic dentistry*, 1983 ,50(1): 101
- [14] Scaini, F., A.E. Souza-Gabriel, E. Alfredo, et al., Temperature variation on the external root surface during intracanal Er:YAG laser irradiation [J]. *Photomed Laser Surg*, 2008 ,26(5): 413-7
- [15] de Moura, A., C. Moura-Netto, F. Barletta, et al., Morphological assessment of dentine and cementum following apicectomy with Zekrya burs and Er: YAG laser associated with direct and indirect Nd: YAG laser irradiation [J]. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 2010 ,109(4): 77-82
- [16] Almeida, H., F. Vedovello, S. Vedovello, et al., ER: YAG laser for composite removal after bracket debonding: a qualitative SEM analysis [J]. *International journal of orthodontics (Milwaukee, Wis.)*, 2009 ,20(1): 9
- [17] Correa-Afonso, A., C. Delfino, R. da Silva, et al., Assessment of the Ability of Er: YAG Laser to Remove Composite Resin Restorations [J]. *Journal of Oral Laser Applications*, 2008 ,8(3): 183 - 187
- [18] Correa-Afonso, A.M., J.D. Pecora, and R.G. Palma-Dibb, Influence of pulse repetition rate on temperature rise and working time during composite filling removal with the Er:YAG laser [J]. *Photomed Laser Surg*, 2008 ,26(3): 221-5
- [19] de Freitas, P., M. Rapozo-Hilo, C. Eduardo, et al., In vitro evaluation of erbium, chromium: yttrium-scandium-gallium-garnet laser-treated enamel demineralization [J]. *Lasers in Medical Science*, 2010. 25(2): 165-170
- [20] Eugé nio, S., R. Osorio, M. Sivakumar, et al., Bond Strength of an Etch-and-Rinse Adhesive to KrF Excimer Laser-Treated Dentin [J]. *Photomedicine and Laser Surgery*, 2010 ,28(1): 97-102
- [21] 詹振林, 吴为良, 张先增, 等. Er:YAG 激光照射后牙本质粘结界面的剪切强度分析[D]. *国际光学工程学会*, 2010,7845
Zhan, Z., W. Wu, X. Zhang, et al. Shear bond strength of a self-etch adhesive to Er: YAG laser-prepared dentin [J]. *The International Society for Optical Engineering*, 2010,7845
- [22] Rodrí guez-Vilchis, L., R. Contreras-Bulnes, I. Sá nchez-Flores, et al., Acid Resistance and Structural Changes of Human Dental Enamel Treated with Er: YAG Laser [D]. *Photomedicine and Laser Surgery*, 2010 ,28(2): 207-211