



激光在口腔治疗中的应用及研究进展

赵文爽 宋应亮

摘要

近年来,激光因使用方便安全、微创、术后不适轻微等优势,逐渐成为口腔软硬组织治疗的辅助手段。激光在口腔临床的应用,不仅可以提高临床疗效,还可以为一些难治性疾病带来治愈的希望。本文简要介绍了激光在口腔各学科中的应用及研究进展,以期让更多的临床医生了解激光,从而推动激光的发展。

关键词

激光;牙体;牙周;正畸;颌面外科;种植;黏膜

1 引言

近年来,随着各种激光器的发明与改良,激光在口腔领域的应用越来越广泛,甚至已逐渐替代传统治疗,为很多难治性疾病带来了治愈的希望。激光与牙釉质/牙骨质、钛表面、牙周膜、周边的结合上皮、上皮结缔组织、牙槽骨、菌斑均可发生相互作用。不同的组织成分对不同波长的激光具有不同的吸收系数,而且各类激光工作原理不同。本文将简要介绍激光在口腔各学科中的应用及研究进展,以便读者根据临床治疗需要选择适合的激光器。

2 激光的切割作用

2.1 硬组织切割

激光对硬组织的作用主要应用于去龋和牙本质脱敏治疗。近年来,由于激光可达到与牙科手机相似的龋清除效果、修复体边缘完整性和持久性,又可以显著减少术中及术后疼痛,更易被儿童接受,逐渐成为去龋的新选择^[1]。这类常用的激光波长主要位于近红外和中红外光谱范围,如CO₂、Er:YAG、Er,Cr:YSGG、Er:YLF激光等。此外,有研究发现激光联合脱敏膏治疗牙本质侵蚀/磨蚀

作者单位 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,陕西省口腔生物工程技术研究中心,第四军医大学口腔医学院种植科

通讯作者 宋应亮

联系方式 029-84776225

电子邮件 songyingliang@163.com

通讯地址 陕西省西安市长乐西路145号,710000

基金项目 ADSCs中HIF-1 α 基因的表现遗传编辑和其改善T2DM种植体骨结合的研究 编号:82170991

后,能有效降低牙本质通透性,促进牙本质小管闭塞。而且激光辐照封闭牙本质小管治疗牙本质过敏反应,引起的骨内温度变化低于阈值,辐照后牙髓和成牙本质细胞没有明显的形态学改变^[2]。这类常用的激光包括 Nd:YAG 激光、Er:YAG 激光等。

2.2 软组织切割

2.2.1 系带切除术

系带异常包括唇系带异常和舌系带异常,其中上颌正中唇系带异常可能导致前牙间隙持续存在、与食物嵌塞有关的牙周病或菌斑生物膜滞留等。舌系带异常可以导致发音障碍并影响咀嚼。在这种情况下,可以用传统手术刀、电刀或外科激光进行系带切除术。与其他治疗方法相比,激光可以减少麻醉剂和药物的用量,出血少,可以更好地观察术区,更容易被儿童接受,近年来成为系带切除术的首选。其中,唇系带切除术常用的为高功率半导体激光器,它的波长在 810 ~ 980nm 之间,在水中吸收很差,但极易被血红蛋白和其他色素吸收,因此与坚硬的牙体组织没有相互作用。在舌系带切除术手术中,常用的为 CO₂、Er:YAG、Er,Cr:YSGG、Nd:YAG、半导体激光等,可以去除舌系带异常附着,使舌头在口腔内自由活动^[3]。

2.2.2 组织活检及肿瘤切除

活检常用于确认肿块的诊断并排除潜在的恶性原因。与传统的治疗方式相比,激光有很多好处,包括创伤小、愈合简单、恢复快,近年来被越来越多地用于软组织活检。然而,由于激光的热效应,对于组织病理学分析,切口边缘可能并不总是足够明确。有学者对比 445nm、532nm、810nm、980nm、1064nm、1470nm 波长激光处理口腔黏膜表面后,测量组织丢失面积、热损伤面积和坏死面积,发现使用功率在 0.5 ~ 2W 之间的 810nm 半导体激光进行口腔软组织活检是避免切口周围热损伤的最佳选择^[4]。此外,激光还适用于一些范围较小的良性肿瘤切除,如纤维瘤和血管瘤等。纤维瘤是由于底层结缔组织的创伤导致组织肿大,为了防止对组织的持续损伤,通常会建议切除。研究发现,与使用手术刀或电刀相比,Er,Cr:YSSG 激光用于口腔纤维瘤的切除组织反应极好,患者术后不适最小,并可改善愈合^[5]。此外,使用激光治疗唇和口腔黏膜血管畸形和静脉湖相对于手术刀,手术时间短,术后并发症少。近来发现治疗时先用 Nd:YAG

激光,再采用 Er:YAG 激光进行瘢痕清除,治疗效果显著^[6]。然而,如果异常大于 10mm,则可能需要多个疗程。

2.2.3 治疗口腔斑纹类疾病

口腔斑纹类疾病中最常见的为口腔扁平苔藓和口腔白斑,均具有一定的复发性和潜在恶化可能。口腔扁平苔藓是一种影响口腔黏膜的慢性炎症性免疫介导疾病,属于癌前状态的范畴。常规治疗是使用皮质类固醇,局部和全身的不良反应该很常见,而且可能会产生耐药性。研究显示,激光治疗可以使病灶范围缩小,自身免疫性大疱性皮肤病严重程度评分降低,生活质量参数改善^[7]。这类常用的激光波长在 420 ~ 682nm 范围^[8]。口腔白斑(oral leukoplakia, OL)是一种白色病变,具有很高的复发和恶化的可能性,属于癌前病变范畴。OL 多变的临床和组织病理学特征可能会潜在地影响治疗和预后。文献显示与常规治疗相比,使用 Nd:YAG 激光、Er:YAG 激光、CO₂ 激光、KTP 激光或半导体激光切除 OL 可降低其复发率,但对 OL 的恶性转化无影响^[9]。

3 激光杀菌

3.1 根管消毒

任何成功的根管治疗都需要通过细致的根管消毒方法消除根管生物膜。次氯酸钠和乙二胺四乙酸是最常见的冲洗剂,可清除冠方和根管中 1/3 的玷污层,但根尖 1/3 的玷污层难以清除。尤其是处理慢性根尖周病变时,根管系统未彻底消毒易导致术后疼痛。近年来,新的替代治疗方式被提出,包括高功率激光和抗菌光动力治疗。研究发现,光动力疗法联合次氯酸钠进行根管消毒可显著减少根管病原菌粪肠球菌和变形链球菌的数量^[10]。其原理是微生物暴露于外源性或内源性光敏剂分子中,然后利用可见光能(通常是红外/近红外区域的波长)引起光敏剂的激发,产生单线态氧和其他活性氧,这些活性氧与细胞内成分发生反应,从而导致细胞失活和死亡^[11]。

3.2 种植体周围炎

种植体周围疾病的治疗在短期内效果显著,但炎症持续存在和复发的概率很高^[12]。有效地去除种植体表面的生物膜和细菌毒素是一个尚待解决的问题。而激光照射具有许多有利的特性,例如消融或

汽化、止血、生物刺激（光生物调节）以及微生物抑制和破坏，这些特性可诱导各种有益的治疗效果和生物反应。因此，使用激光被认为是有效的，适合治疗各种炎症和感染性口腔疾病。有报道指出，激光治疗所具有的去污和消毒作用可能会对种植体周围的创口愈合产生积极影响，而且比传统机械治疗有更多优势^[13]。这类常用的激光包括抗菌光动力（aPDT）、Er:YAG、Er,Cr:YSGG、Nd:YAG、CO₂、半导体激光等。

3.3 牙周炎

激光在治疗牙周病中的作用主要分为两个方面，一方面激光可以显著减少牙周袋内的细菌数量^[14]；另一方面，与非手术牙周治疗相关的低水平激光介导的光生物调节，在短期内加速了骨和牙龈组织的修复过程，也减少了牙周手术的术后症状。在牙周治疗中，最常用的是二极管、CO₂、Nd:YAG、Er:YAG和Er,Cr:YSGG激光。研究发现在中度至重度牙周炎患者中，使用半导体激光联合龈下刮治有额外的临床效益^[15]。

3.4 激光治疗口臭

口臭具有多种因素，其主要来源于微生物作用产生的挥发性硫化物，虽然不可能确定舌头是否作为细菌储存库或口腔细菌的来源，但激光对于治疗口臭效果确切。研究发现Er,Cr:YSGG激光进行舌清理工治疗，可改善口腔卫生和减少异味^[16]。另外，激光对于牙周来源的口腔异味也有显著疗效。研究显示，Er,Cr:YSGG激光辅助常规牙周治疗在减少口腔异味和改善牙周愈合方面比单纯常规牙周治疗更有效^[17]。

4 激光促进再生

4.1 釉质再生

激光照射可以替代或协同表面氟化预防牙釉质龋，而且所有的激光系统都有不同程度的积极作用^[18]。其中应用最多的是CO₂激光，其与局部氟化物相结合用于龋齿矿化，可以增强对氟的吸收。此外，CO₂激光还可以抑制致龋细菌的生长、降低矿化组织中的碳酸盐含量，并可提高牙釉质的硬度^[19]。通过激光和螯合剂处理，15 μm晶体可以在不到

20min的时间内在釉质基体上致密生长，该致密晶层具有与天然釉质相似的结构和高弹性模量。这一层也有可能在唾液中进一步再矿化。利用激光不仅可以加速晶体的矿化，而且可以在需要的地方精确地控制晶体的生长^[20]。

4.2 骨再生

低能量激光治疗刺激损伤骨部位对骨髓间充质细胞向成骨细胞分化有积极作用，在骨形成早期增加基质沉积，被认为是促进骨再生的关键因素。有体外研究发现低能量激光治疗可促进体外培养的人成骨细胞的增殖和成熟。与未经照射的成骨细胞相比，经照射的细胞存活率增加了31%~58%，碱性磷酸酶活性、骨桥蛋白和骨唾液蛋白表达增强了2倍^[21]。光生物调节治疗联合引导骨再生术可以促进骨缺损的修复，如果在修复的第一阶段及细胞增殖分裂期应用光生物调节疗法对细胞有更大的影响，可增加新形成骨的体积。15天后，细胞处于分化期，因此在此期间后激光治疗无效^[22]。

4.3 牙髓再生

年轻恒牙的牙齿创伤会破坏牙髓血管形成，导致坏死和牙根形成停止^[23]。常规的治疗选择是使用氢氧化钙糊剂或者根尖区置入MTA诱导根尖形成。最近，随着组织工程研究的开展，牙髓干细胞和人脱落乳牙干细胞被用于治疗无牙髓和牙根未完全形成的年轻恒牙，以创造新的牙髓组织，从而维持牙根发育。因此如何刺激干细胞增殖和分化以改善这些细胞在牙组织再生中的应用成了研究热点。研究发现，激光照射可改善牙髓干细胞活力和增殖^[24]，常用的激光包括InGaAlP激光、LED InGaN激光和GaAlAs激光^[25]。

5 总结

激光将口腔治疗带入了“微创”的新时代，越来越多的口腔治疗受益于激光卓越的生物学性能。在激光的使用中，如何区分不同种类激光的适用范围，如何规范激光治疗的参数，还有待于进一步的科学研究和相关指南的订制和推广，以期为患者带来更安全优质的医疗服务。

参考文献

- [1] Wong YJ. Caries removal using lasers[J]. *Evid Based Dent.* 2018; 19(2):45.
- [2] Zhuang H, Liang Y, Xiang S, et al. Dentinal tubule occlusion using Er:YAG Laser:an in vitro study[J]. *J Appl Oral Sci.* 2021; 29(2).
- [3] Nammour S. Laser-Assisted Tongue-Tie Frenectomy for Orthodontic Purpose:To Suture or Not to Suture[J]? *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2019; 37(7):381-382.
- [4] Gutiérrez-Corrales A, Orlando YR, Montero-Miralles P, et al. Comparison of diode laser-Oral tissue interaction to different wavelengths. In vitro study of porcine periodontal pockets and oral mucosa[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2020; 25(2):224-232.
- [5] Javid K, GM Kurtzman, AL Boros. Oral Fibroma Removal With a Er,Cr:YSSG Laser[J]. *Compend Contin Educ Dent.* 2020; 41(5):17-22.
- [6] Shang J, Gong K, Xu DP, et al. The Nd:YAG Laser or Combined with Er:YAG Laser Therapy for Oral Venous Lakes[J]. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2020; 38(4):244-248.
- [7] Cosgarea R, Pollmann R, Sharif J, et al. Photodynamic therapy in oral lichen planus:A prospective case-controlled pilot study[J]. *Sci Rep.* 2020; 10(1):1667.
- [8] Hesse J, A Schmalfluss, SI Kvaal. Photodynamic therapy of oral lichen planus[J]. *Photochem Photobiol Sci.* 2020; 19(10):1271-1279.
- [9] Paglioni M, Migliorati CA, Faustino I, et al. Laser excision of oral leukoplakia:Does it affect recurrence and malignant transformation? A systematic review and meta-analysis[J]. *Oral Oncol.* 2020; 109:104850.
- [10] Sarda RA, Shetty RM, Tamrakar A, et al. Antimicrobial efficacy of photodynamic therapy, diode laser, and sodium hypochlorite and their combinations on endodontic pathogens[J]. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019; 28:265-272.
- [11] Plotino G, Grande NM, Mercade M. Photodynamic therapy in endodontics[J]. *Int Endod J.* 2019; 52(6):760-774.
- [12] Fu JH, HL Wang. Breaking the wave of peri-implantitis[J]. *Periodontol 2000.* 2020; 84(1):145-160.
- [13] Aoki A, Mizutani K, Schwarz F, et al. Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy[J]. *Periodontol 2000.* 2015; 68(1):217-269.
- [14] Arcuri C, Petro E, Sollecchia G, et al. Laser in periodontal pockets:in vivo and in vitro study[J]. *J Biol Regul Homeost Agents.* 2020; 34(3 Suppl. 1):139-146.
- [15] Theodoro LH, Marcantonio R, Wainwright M, et al. LASER in periodontal treatment:is it an effective treatment or science fiction[J]? *Braz Oral Res.* 2021; 35(Supp 2):e099.
- [16] Ypk A, Vk B, Kaw A, et al. Laser tongue debridement for oral malodor-A novel approach to halitosis[J]. *Am J Otolaryngol.* 2021; 42(1):102458.
- [17] Dereci Ö, Lu M, Sindel A, et al. The efficacy of Er,Cr:YSSG laser supported periodontal therapy on the reduction of periodontal disease related oral malodor:a randomized clinical study[J]. *Head Face Med.* 2016; 12(1):20.
- [18] Al-Maliky MA, Frentzen M, Meister J. Laser-assisted prevention of enamel caries:a 10-year review of the literature[J]. *Lasers Med Sci.* 2020; 35(1):13-30.
- [19] Luk K, Zhao I, Yu O, et al. Effects of 10,600nm Carbon Dioxide Laser on Remineralizing Caries:A Literature Review[J]. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2020; 38(2):59-65.
- [21] Sun M, N Wu, H Chen. Laser-assisted Rapid Mineralization of Human Tooth Enamel[J]. *Sci Rep.* 2017; 7(1):9611.
- [21] Stein A, Benayahu D, Maltz L, et al. Low-level laser irradiation promotes proliferation and differentiation of human osteoblasts in vitro[J]. *Photomedicine & Laser Surgery.* 2005; 23(2):161-166.
- [22] De F, Belluco GL, Augusto EL, et al. Evaluation of photobiomodulation therapy associated with guided bone regeneration in critical size defects[J]. In vivo study. *Journal of Applied Oral Science Revista Fob.* 2018; 26:e20170244.
- [23] Ritwik P, C Massey, J Hagan. Epidemiology and outcomes of dental trauma cases from an urban pediatric emergency department[J]. *Dent Traumatol.* 2015; 31(2):97-102.
- [24] Bidar M, Bahlakeh A, Mahmoudi M, et al. Does the application of GaAlAs laser and platelet-rich plasma induce cell proliferation and increase alkaline phosphatase activity in human dental pulp stem cells[J]? *Lasers Med Sci.* 2021; 36(6):1289-1295.
- [25] Kulkarni S, M Meer, R George. The effect of photobiomodulation on human dental pulp-derived stem cells:systematic review[J]. *Lasers Med Sci.* 2020; 35(9):1889-1897.