

# 弱激光治疗肌筋膜疼痛综合征的研究进展

李 真, 吴金鹏, 李迎新

中国医学科学院北京协和医学院生物医学工程研究所, 天津 300192

**摘要** 肌筋膜疼痛综合征是一种以慢性疼痛为特征的常见疾病,其发病率高、发病人群广、严重影响劳动效率,临床上常采用物理疗法进行治疗。弱激光疗法作为常用物理治疗方法之一,具有消炎、镇痛、消肿等作用,近年来已成为肌筋膜疼痛综合征临床研究领域的新热点。综述了弱激光照射治疗肌筋膜疼痛综合征的基础研究、激光参数设置、疗效评价手段等方面的最新进展,旨在为优化弱激光的作用机制研究、改进临床治疗方法、提高临床疗效提供依据。

**关键词** 医用光学; 弱激光疗法; 肌筋膜疼痛综合征; 肌筋膜激痛点

**中图分类号** R318.51      **文献标识码** A

**doi:** 10.3788/LOP54.020006

## Research Progress in Low Level Laser Therapy for Myofascial Pain Syndrome

Li Zhen, Wu Jinpeng, Li Yingxin

*Institute of Biomedical Engineering, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin 300192, China*

**Abstract** Myofascial pain syndrome (MPS) is a common syndrome characterized by chronic pain with high incidence and wide range of patients, which seriously affects the labor efficiency. Physical therapy is often used in clinical treatment for MPS. Low level laser therapy, one of the common physical therapies, has the effect of anti-inflammation, relieving pain and eliminating swelling. In recent years, it has become a new hot field of clinical research on MPS. We reviewed the basic research, laser parameters, and outcome measurements of low level laser therapy for MPS to provide a basis for optimizing the mechanism study, improving clinical therapy, and improving the clinical curative effect.

**Key words** medical optics; low level laser therapy; myofascial pain syndrome; myofascial trigger points

**OCIS codes** 170.1610; 170.1420; 140.3450

## 1 引 言

肌筋膜疼痛综合征(MPS)是由骨骼肌内过度应激点即激痛点所引发的一种疼痛综合征,以局部疼痛或牵涉痛为特征<sup>[1]</sup>,是引起骨骼肌疼痛及功能障碍的主要原因之一。调查显示,85%疼痛门诊患者的疼痛症状与此相关<sup>[2]</sup>。常采用的治疗方式包括药物治疗、干针/湿针疗法、经皮电刺激、按摩、弱激光疗法(LLLT)等<sup>[3]</sup>。其中 LLLT 采用弱激光对病灶区、神经反射区及穴位进行照射,从而达到治疗目的。所用的弱激光又称低强度、低水平激光,该激光束作用于生物组织时,不造成生物组织的不可逆损伤,但可以刺激机体产生一系列的生理生化反应,对组织或机体起到调节、增强或抑制的功能。一般认为弱激光输出功率小于 500 mW,输出能量密度为 1~4 J/cm<sup>2</sup><sup>[4]</sup>。弱激光具有消炎、镇痛、消肿、促进伤口愈合等作用,对炎性疼痛、神经性疼痛作用明显<sup>[5]</sup>,且无创、安全、无痛、无不良反应,因此近年来成为 MPS 临床研究领域的新热点。本文综述了 LLLT 治疗 MPS 的基础研究及临床研究进展,为优化 MPS 的 LLLT 临床治疗策略提供依据。

**收稿日期:** 2016-09-12; **收到修改稿日期:** 2016-11-01

**作者简介:** 李 真(1990—),女,硕士研究生,主要从事激光医学方面的研究。E-mail: 924581730@qq.com

**导师简介:** 李迎新(1959—),男,博士,教授,主要从事激光医学方面的研究。

E-mail: yingxinli2005@126.com(通信联系人)

## 2 基础研究

激痛点的病理学特性是收缩结,研究人员已从犬类、大鼠的组织切片中观察到收缩结的存在,其横切面上表现为出现多个增大的圆形肌纤维,纵切面表现为肌纤维粗细不同、排列紊乱<sup>[6]</sup>。激痛点复合体结构如图1(a)所示<sup>[1]</sup>,激痛点组织切片横切面如图1(b)所示,纵切面如图1(c)所示<sup>[6]</sup>,放大倍数为400倍。目前研究人员已对MPS的发病机制提出多种病理假说,认可度较高的是Simons等<sup>[1]</sup>提出的综合假说(图2),该假说认为诱发因子和易感因子引起运动终板功能异常,运动神经末梢乙酰胆碱(ACh)过度释放,神经-肌肉接头突触后膜ACh感受器敏化,微小终板电位叠加成为终板噪声,并使突触后膜持续去极化,导致肌浆网对钙离子持续的释放和吸收,使肌节持续缩短。这些变化会使能量需求增加,同时肌纤维持续收缩压迫局部血管,减少了营养物质和氧气供给,造成能量危机,导致神经活性物质释放,激活并改变该区域内的感觉和自主神经功能。

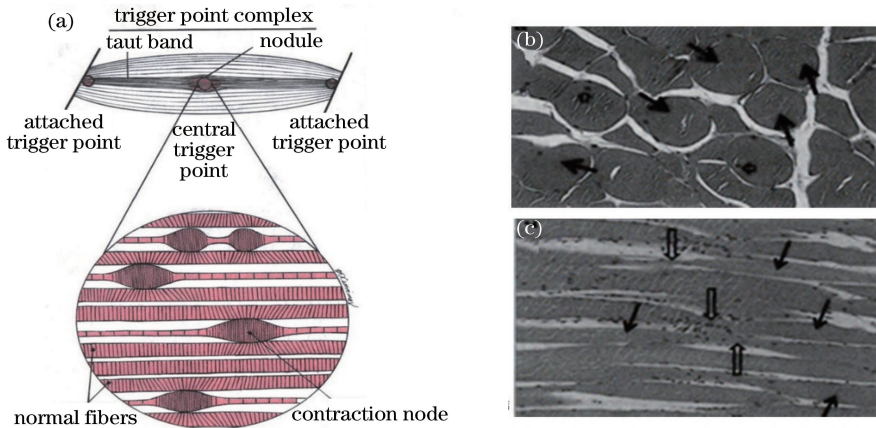


图1 激痛点的病理学特性。(a)激痛点复合体<sup>[1]</sup>;(b)组织切片横切面<sup>[6]</sup>;(c)组织切片纵切面<sup>[6]</sup>  
Fig. 1 Pathological characteristics of the myofascial trigger points. (a) Trigger point complex<sup>[1]</sup>;  
(b) transverse section<sup>[6]</sup>; (c) longitudinal section<sup>[6]</sup>

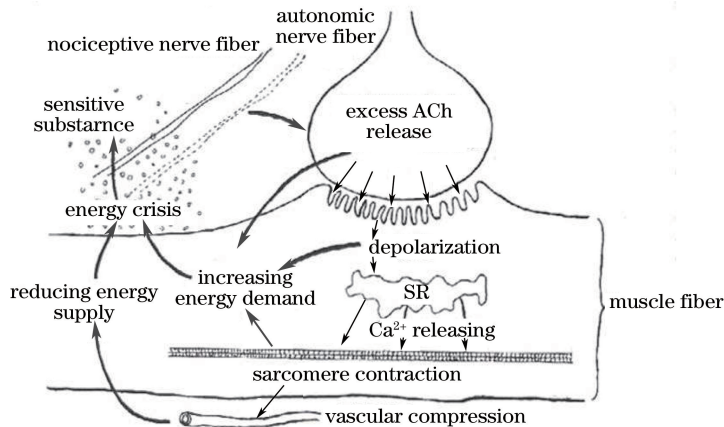


图2 综合假说

Fig. 2 Integrated trigger point hypothesis

弱激光具有多种生物刺激效应<sup>[7]</sup>,包括对血液、神经、免疫系统的调节作用<sup>[8]</sup>,可以促进血液循环、调节代谢、修复神经、消除炎症、增强免疫活性。Li等<sup>[9]</sup>曾用弱激光照射小鼠胚胎成纤维细胞,发现细胞内三磷酸腺苷(ATP)和活性氧(ROS)增加;陈洪丽等<sup>[10]</sup>的研究证明635 nm/808 nm低能量激光可以提高人成纤维细胞活性氧含量;Ferraresi等<sup>[11]</sup>的研究也证明LLLT可以减小骨骼肌的氧化应激反应。上述研究均证明弱激光照射具有改善供氧条件的作用,有可能为改善MPS的能量危机、代谢条件提供了病理生理基础。LLLT的作用机制如图3所示。弱激光照射的光子被生物体线粒体内细胞色素C氧化酶(COX)吸收,使ROS含量增加、活性氮(RNS)减少,产生化学信号分子(ATP, NO, cAMP等),Jun/Fos和NFκB信号通路

被激活,最终导致生长因子升高,细胞外基质沉积,促进细胞增殖等<sup>[7]</sup>。

MPS 是一种伴随着无菌性炎症的慢性疼痛病症,伤害性刺激引起致痛物质释放,伤害性感受器兴奋,化学信号转变为电信号,传入神经末梢释放疼痛信号传导物质(P 物质,谷氨酸),最终疼痛信号传入中枢神经。这一过程涉及到多种促炎性细胞因子、神经传导物质、神经调节物质及其代谢产物。目前对于 LLLT 治疗 MPS 的基础研究集中在疼痛相关生化指标和肌电方面,重点为以下这两方面。

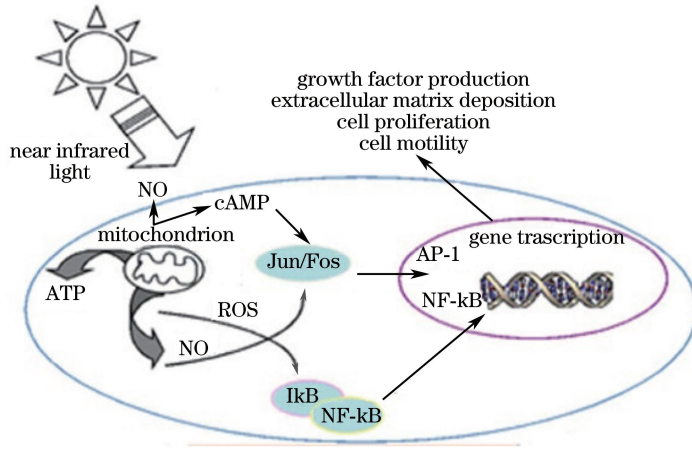


图3 LLLT 机制<sup>[7]</sup>

Fig. 3 Mechanisms of LLLT<sup>[7]</sup>

## 2.1 LLLT 对疼痛相关生化指标的影响

肿瘤坏死因子  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) 是由免疫细胞释放的细胞因子, P 物质是由伤害感受器释放的信号传导物质, 环氧酶 2 (COX-2) 是催化致痛物质花生四烯酸转化为前列腺素的酶, 这些物质在疼痛信号从周围神经传导至中枢神经的过程中起着很重要的作用; 内啡肽 ( $\beta$ -EP) 是一种由脑垂体产生的内源性阿片肽, 可以通过抑制神经元释放 P 物质实现内源性镇痛作用。Hsieh 等<sup>[12]</sup> 建立了激痛点兔模型, 用两种剂量 ( $27 \text{ J/cm}^2$  和  $4.5 \text{ J/cm}^2$ ) 的  $780 \text{ nm}$  激光照射兔股二头肌激痛点, 观察照射前后肌肉、背根神经节、血清中上述几种物质的含量变化, 激光参数及作用频次见表 1。两种剂量的 LLLT 均能明显降低背根神经节中 P 物质含量,  $4.5 \text{ J/cm}^2$  激光照射的肌肉表现出较低的 TNF- $\alpha$  水平和 COX-2 RNA 表达,  $27 \text{ J/cm}^2$  的激光照射提高了血清、肌肉、背根神经节的  $\beta$ -EP 水平。该研究证明激光照射可以缓解 MPS 疼痛症状, 且激光强度是影响与疼痛相关生化指标的因素: 低强度激光能调整炎症过程, 减少急性发作, 高强度激光能提高  $\beta$ -EP 水平以减轻疼痛。Ceylan 等<sup>[13]</sup> 采用  $904 \text{ nm}$  近红外激光照射激痛点, 观察了弱激光对疼痛症状、血清素 (5-羟色胺) 及其代谢产物的影响, 发现激光可以使重要的疼痛抑制介质 5-羟色胺含量增加, 有效缓解 MPS 疼痛症状。

## 2.2 LLLT 对终板噪声的影响

激痛点位置的自发性电活动 (SEA) 是 MPS 的一个基本特征, 由终板噪声 (EPN) 和终板峰电位组成, 其中激痛点区域 EPN 的出现率与其敏感性和兴奋性密切相关<sup>[14]</sup>, 终板噪声肌电记录方式见图 4。Chen 等<sup>[15-16]</sup> 研究证明  $660 \text{ nm}$  激光照射激痛点可以明显减少 EPN 的出现, 但是否具有积累效应与剂量相关。在激光剂量为  $9 \text{ J/cm}^2$  条件下, 治疗 1 次和 6 次后 EPN 的出现率均明显低于治疗前, 但两者之间并无明显差异<sup>[16]</sup>; 在激光剂量为  $72 \text{ J/cm}^2$  和  $27 \text{ J/cm}^2$  条件下, 相比于治疗前, 治疗 1 次后两种剂量组的 EPN 出现率均明显降低, 但高剂量组 ( $72 \text{ J/cm}^2$ ) 降低程度大于低剂量组 ( $27 \text{ J/cm}^2$ ), 且治疗结束时 (第 6 次) 低剂量组的 EPN 出现率低于第 1 次治疗后, 表现出弱激光积累效应, 但高剂量组没有出现这种现象<sup>[15]</sup>。Kuan 等<sup>[17]</sup> 应用  $890 \text{ nm}$  的阵列式 LED 照射激痛点, 同样发现弱激光能够抑制 EPN 的出现, 治疗结束后实验组与对照组间 EPN 的出现率差异明显, 但是在治疗结束 1 周后无明显区别。研究中使用的激光参数及作用频率见表 1, 表 1 中  $n$  表示样本量。这些研究表明, 弱激光照射可以抑制 EPN 的出现, 但其作用效果持续时间还有待进一步研究。

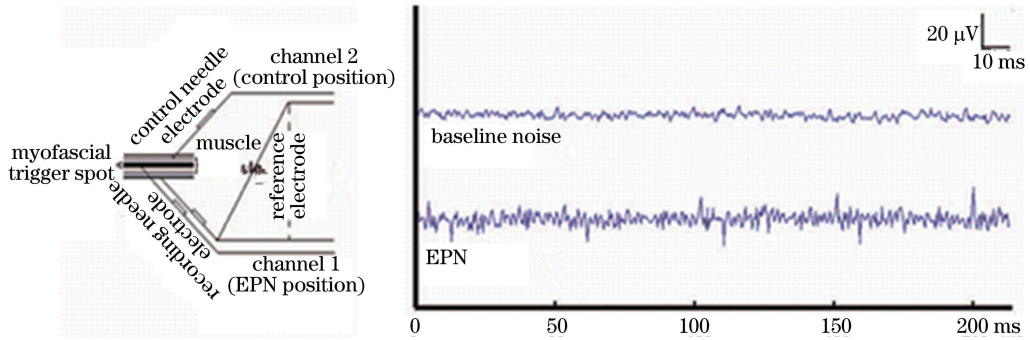


图 4 终板噪声肌电采集方法

Fig. 4 Electromyographic recording of endplate noise

表 1 基础研究中所用激光参数及作用频率

Table 1 Laser parameters and frequencies used in basic research

Reference	$n$	Laser parameter					Accumulative Energy /J	Treatment time and frequency	
		Wavelength / nm	Laser type	Average output power /mW	Energy density / ( $J/cm^2$ )	Power density / ( $mW/cm^2$ )			Laser spot size / $cm^2$
Ref. [16]	8	660	Continuous	30	9			Once a day for 6 days	
Ref. [15] (low dose group)	20	660	Continuous	30	27		0.2	5.4	Once 180 s, once a day for 6 days
Ref. [15] (high dose group)	20	660	Continuous	80	72		0.2	14.4	
Ref. [17]	12	890	LED			34.7			Once 40 min, 3 times per week for 2 weeks
Ref. [12] (low dose group)	40	780			4.5	150			Once 30 s, once a day for 5 consecutive days
Ref. [12] (high dose group)	40	780			27	150	0.2		Once 3 min, once a day for 5 consecutive days

### 3 激光参数

LLLTT 是一种高度依赖于照射参数(波长、功率、功率密度、能量密度、时间等)的物理疗法<sup>[18]</sup>,因此要想取得较好的临床效果,参数必须设置在合理范围内。世界激光治疗协会规定,研究中应该报告必要的参数,包括波长、平均输出功率、治疗时间、能量剂量、光斑大小、功率密度、整个治疗周期的累积能量等,以确定剂量的适当性<sup>[19]</sup>。在弱激光照射参数选取方面,Cotler 等<sup>[7]</sup>指出,激光对组织渗透能力最强的波段为 760~850 nm,当光束功率为 1 W、表面密度为 5 W/cm<sup>2</sup>时,在组织 5 cm 深处光功率密度可以达到 5 mW/cm<sup>2</sup>; Uemoto 等<sup>[20]</sup>建议慢性疼痛应该减小照射剂量,增加治疗频次。本节将分别介绍 LLLTT 治疗 MPS 研究中所用激光波长、作用方式和照射剂量。

#### 3.1 波长与作用方式

LLLTT 治疗 MPS 的临床研究中,可见生物组织光学窗口内各种波长的应用报道,常用波长包括 660, 670, 780, 808, 820, 840, 890, 904, 1064 nm。由于不同波长对软组织的穿透深度不同(图 5)<sup>[21]</sup>,在临床应用中近红外激光对于肌肉、肌腱和关节等深层的疼痛、炎症、功能性紊乱的治疗效果较好,而低频激光则应用于

皮肤等表浅疼痛。多数研究采用单一波长进行照射;也有研究将两种波长联合照射,如 Shirani 等<sup>[22]</sup>将 660 nm 与 890 nm 波长激光联合照射治疗颞下颌关节紊乱,先用 660 nm 连续激光照射 6 min,再用 890 nm 脉冲激光照射 10 min,患者疼痛明显减轻。

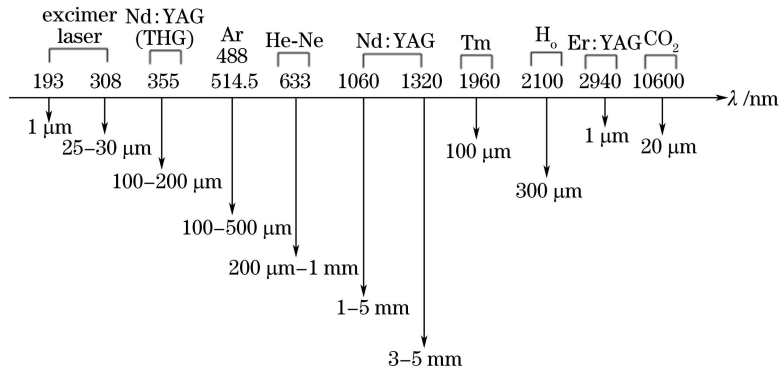


图 5 软组织中各种激光的穿透深度

Fig. 5 Penetration depth in soft tissue of various wavelength laser

在 LLLT 治疗 MPS 的研究中,采用的激光模式包括连续激光和脉冲激光。多数研究将激光直接作用于目标位置的皮肤表面,此外 Momenzadeh 等<sup>[23]</sup>研究了静脉激光疗法(IVL)和经皮低强度激光(p PLLL)对肩部 MPS 的疗效。总之,在 LLLT 临床治疗 MPS 中应该根据激痛点位置深度选择合适的波长,在照射方式上也可以通过多种波长组合、交替作用,以提高临床治疗效果。

### 3.2 照射剂量

LLLT 治疗 MPS 的另一个重要因素是激光剂量,Simunovic<sup>[24]</sup>指出剂量甚至比波长更重要。近年来 LLLT 治疗 MPS 的研究涵盖了面部、颈肩部、腰部等多个疼痛部位,从近 5 年已有文献来看,LLLT 能够有效缓解面部疼痛和颈肩部疼痛,对腰部疼痛效果不明显,所用激光参数及疼痛改善程度见表 2。

面部疼痛研究中,Yang 等<sup>[25]</sup>采用 800 nm 低能量激光直接照射疼痛部位,激光输出功率为 3 W,50 ms 间歇脉冲,频率为 10 Hz,照射 70 s,能量密度为 105 J/cm<sup>2</sup>,每周治疗 1 次,直至患者根据症状决定终止治疗。治疗结束后 10 cm 的视觉模拟量表(VAS)评分均值从 7.4 降至 4.1,改善率为 43.87%。之后随访 12 个月,未出现疼痛加重。Rodrigues 等<sup>[26]</sup>用输出功率为 10 mW 的 780 nm 激光照射颞下颌紊乱相关肌肉疼痛位置,能量密度为 5 J/cm<sup>2</sup>,每次照射 20 s,单点约 0.2 J,每周照射 2 次,连续 4 周。采用 100 mm 的 VAS 评价疼痛强度,治疗结束后 VAS 由 57.73 下降至 10.32,效果明显。Sancakli 等<sup>[27]</sup>的研究采用输出功率为 300 mW 的 820 nm 激光照射,作用时间为 10 s,功率密度为 3 J/cm<sup>2</sup>,激光照射组分为 2 组,第 1 组作用部位为相关肌肉的最痛点,第 2 组作用部位为相关肌肉指定的 3 个点,两组治疗前后的 VAS 均有显著性差异,效果明显优于对照组,但第 1 组(31.19)VAS 降低比第 2 组(14.33)略明显。以上研究均表明采用单一波长弱激光照射疼痛部位,能有效缓解疼痛。Shirani 等<sup>[22]</sup>联合 660 nm 和 890 nm 双波长激光照射治疗,在一项随机双盲安慰对照临床实验中,先采用 660 nm、输出功率为 17.3 mW、能量密度为 6.2 J/cm<sup>2</sup> 的连续激光照射 6 min,再用 890 nm、峰值功率为 9.8 W、能量密度为 1 J/cm<sup>2</sup>、频率为 1500 Hz 的脉冲激光照射 10 min,每周 2 次,连续 3 周。治疗结束后,激光组和假激光照射对照组疼痛评分 VAS 值均有降低,但治疗前后激光组 VAS 差异(5.375)明显高于对照组(1.25),说明双波长激光治疗也可有效缓解咀嚼肌 MPS。由于临床上对颞颌关节功能障碍的治疗常采用夹板治疗,有研究以此作为基础治疗,也有研究将 LLLT 与夹板治疗进行比较。Ferreira 等<sup>[28]</sup>的临床随机双盲对照实验中,实验组采用 50 mW 的 780 nm 激光连续照射颞下颌紊乱相关穴位,每个穴位连续照射 90 s,能量密度为 112.5 J/cm<sup>2</sup>,每周 1 次,连续 12 周;对照组采用假激光照射作安慰。两组均接受夹板治疗。治疗结束后实验组疼痛消失,VAS 疼痛评分为 0;对照组疼痛缓解,VAS 评分为 2~4。由于进行了基础治疗,对疼痛的总体缓解程度更为明显。但 Demirkol 等<sup>[29]</sup>的临床随机对照实验证明,特定激光参数(1064 nm, 250 mW, 20 s, 8 J/cm<sup>2</sup>)的 LLLT 与夹板治疗(12 h/d, 连续 3 周)均可以有效减轻颞下颌功能紊乱患者的疼痛,且效果相同,夹板组和 LLLT 组在治疗前后 VAS 差异分别为 4.95 和

4.6, 均明显高于对照组。以上的面部疼痛研究均发现 LLLT 能有效缓解疼痛, 采用的激光能量密度为  $3 \sim 10 \text{ J/cm}^2$  或  $100 \sim 120 \text{ J/cm}^2$ 。

表 2 面部、颈肩部和腰部疼痛治疗所用激光参数及作用频次

Table 2 Laser parameters and frequencies used in LLLT for facial neck and shoulder pain

Reference	n	Laser parameter					Treatment frequency	10 cm VAS difference
		Wavelength /nm	Laser type	Average output power /mW	Energy density / ( $\text{J/cm}^2$ )	Time /s		
<b>Facial pain</b>								
Ref. [25]	16	800	Pulsed, duty cycle 0.5, 10 Hz	3000	105	70	Once a week until terminate the treatment based on their symptoms	3.3
Ref. [26]	10	780	Continuous	10	5	20	Two sessions per week over four consecutive weeks	47.41
Ref. [27]	30	820	Continuous	300	3	10	Three times a week for 4 weeks	31.19/14.33
Ref. [22]	16	660 890	Continuous Pulsed, 1500 Hz	17.3 9800 (peak power)	6.2 1	180 600	Twice a week for 3 weeks	5.375
Ref. [28]	40	780	Continuous	50	112.5	90	Once a week for 3 months	7.60
Ref. [29]	30	1064	Continuous	250	8	20	Five times per week for ten sessions	4.95
<b>Neck and shoulder pain</b>								
Ref. [30]	47	670	Pulsed, 10 Hz	5 (peak power)	4	600	Five times a week for 2 weeks	3.13
Ref. [31]	46	GaAlAs		100	6	180	10 sessions	3.7
<b>Waist pain</b>								
Ref. [32]	60	808	Pulsed, 20 Hz, duty cycle 0.5	40 (peak power)	15	600	Once a day for 5 days	No difference
Ref. [33]	144	840	Continuous	20	1 (low dose) 4 (high dose)	10 40	Once a week for 8 days	No difference

颈肩部疼痛研究集中于对斜方肌的 LLLT, Sumen 等<sup>[30]</sup>的研究以拉伸锻炼作为基础治疗, 采用频率为 10 Hz、峰值功率为 5 mW、占空比为 0.5 的 670 nm 脉冲激光照射斜方肌, 照射时长为 10 min, 能量密度为  $4 \text{ J/cm}^2$ , 每周 5 次, 共 10 次。治疗结束时以及结束后 1 个月疼痛强度均有明显缓解, 效果优于单纯拉伸锻

炼对照组。Taheri 等<sup>[31]</sup>在 LLLT 与冲击波治疗对斜方肌 MPS 症状缓解的比较研究中,以拉伸锻炼和药物为基础治疗,激光组采用功率为 100 mW 的 Ga-Al-As 激光照射 3 min,能量密度为 6 J/cm<sup>2</sup>,共治疗 10 次,治疗结束后 VAS 均值从 7.9 降至 4.2,疼痛得到有效缓解,且效果优于冲击波治疗。

然而,在 LLLT 治疗腰部 MPS 的研究中,弱激光缓解疼痛效果没有得到明显体现。Lin 等<sup>[32]</sup>采用激光结合拔火罐治疗下腰痛,激光照射双侧委中穴和腰部阿是穴,治疗后 VAS 降低,但是在连续 5 d 的治疗过程中激光结合火罐组与假激光结合火罐对照组之间无显著性差异,认为可能与激光照射的持续效应和延迟效应有关;Glazov 等<sup>[33]</sup>用激光照射治疗非特异性腰痛,采用输出功率为 20 mW,功率密度为 0.1 W/cm<sup>2</sup> 的 840 nm 激光,低剂量组照射 10 s,能量密度为 1 J/cm<sup>2</sup>,高剂量组照射 40 s,能量密度为 4 J/cm<sup>2</sup>,每周治疗 1 次,共 8 次。结果发现激光治疗对疼痛强度的影响与对照组无明显差异,认为能量密度在 0~4 J/cm<sup>2</sup> 范围内的激光照射治疗引起的临床改善与激光刺激无关。在这一研究中,两次治疗时间间隔相对较长,可能也是导致该结果的原因。

综上所述,相同剂量激光照射对于浅层病灶比深层病灶效果明显,在 LLLT 治疗 MPS 的过程中应该根据激痛点所在位置深度设置激光剂量,且两次治疗时间间隔不宜过长,建议连续或隔日治疗,研究中应该采用合理的激光参数及作用方式。

## 4 评价指标

临床研究中,对于治疗效果的评估分为对疼痛、运动功能障碍和生活质量的评估。对疼痛的评估分为自发性疼痛和压痛两方面。自发性疼痛评估主要通过 VAS 和莫克吉尔疼痛问卷(MPQ);压痛主要通过压痛阈值表示,采用压痛测定仪或压力痛觉计进行测量,常用的方法是用弹簧秤直接测量达到痛阈所需的压力,实质为施加在单位面积皮肤上的应力(kg/cm<sup>2</sup>)。运动功能障碍评估则根据激痛点位置有所不同,多采用相关部位明显的功能障碍活动度测量方法,例如颈肩部 MPS 研究采用颈椎关节活动度测量。生活质量评估采用 SF-36 生活质量量表、颈部功能障碍指数问卷表以及睡眠质量评分量表等患者自测型问卷。这些评价指标的准确性与患者的主观感受密切相关。

目前已有的 LLLT 治疗 MPS 动物实验中,主要采用肌电作为评价指标,研究不同剂量、不同波长激光作用后激痛点位置的终板噪声出现率,方法较为单一。

为了满足 MPS 诊断及疗效评价的发展需求,有研究者利用客观手段寻求 MPS 的特征,比如超声、磁共振弹性成像、表面肌电图、热成像<sup>[34]</sup>等。本课题组运用超声弹性成像技术研究激痛点病灶区与邻近区的杨氏模量,病灶区明显高于邻近区<sup>[35]</sup>;Maher 等<sup>[36]</sup>通过剪切波弹性成像量化干针治疗前后激痛点的弹性模量差异,治疗前、后激痛点的弹性模量图如图 6(a)、(b)所示(红色代表弹性模量值较大,蓝色代表弹性模量值较小);Stecco 等<sup>[37]</sup>利用灰阶超声比较健康人与颈部筋膜疼痛患者颈部肌肉的筋膜厚度,得出 0.15 cm 可作为筋膜疼痛临界值的结论;Chen 等<sup>[38]</sup>研究 MPS 患者紧张带的磁共振弹性成像特征,图 7 为常规磁共振图像上叠加弹性图,可见紧张带硬度高于周围组织。在之后的研究中可以将这些诊断方法作为 LLLT 治疗 MPS 有效性的评价指标,以提高临床疗效评价的客观性。

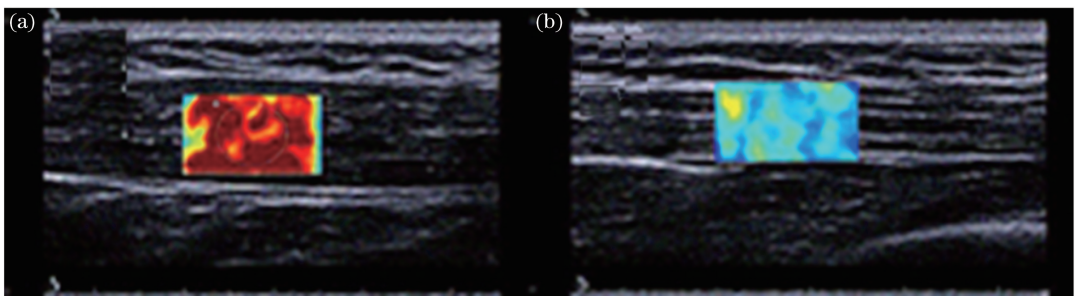


图 6 量化干针治疗前后激痛点剪切波超声图像<sup>[36]</sup>。(a)治疗前;(b)治疗后

Fig. 6 Shear wave elastography (SWE) images<sup>[36]</sup>. (a) Before dry needling; (b) after dry needling

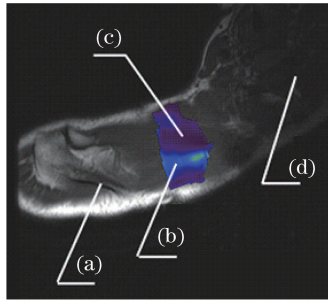


图 7 典型常规磁共振图像上叠加弹性图<sup>[38]</sup>。(a)肩胛冈;(b)紧张带;(c)周围组织;(d)颈椎

Fig. 7 Typical elastogram superimposed onto the regular magnetic resonance image<sup>[38]</sup>.

(a) Spine of scapula; (b) taut band; (c) surrounding muscle tissues; (d) cervical spine

## 5 有效性

有研究指出 LLLT 逐渐成为软组织疼痛治疗的主流模式,可以显著减轻 MPS 患者的疼痛症状<sup>[20]</sup>,但 MPS 的 LLLT 治疗临床实验结果尚有争议,可能与实验中所用激光参数、实验方案设计有关。Chow 等<sup>[39]</sup>的 meta 分析研究了 16 个随机对照实验,包括 820 例急性、慢性颈部疼痛患者,分析得出激光照射可以立刻减轻急性疼痛,对慢性疼痛的缓解效果可以持续至治疗结束 22 周,且 LLLT 没有不良反应。但有文献对该 meta 分析提出质疑,指出该分析没有对颈部疼痛进行具体分类,因为约 2/3 的偏头痛患者存在颈部疼痛,可能影响分析结果<sup>[40]</sup>。2013 年 Kadhim-Saleh 等<sup>[41]</sup>的 meta 分析指出虽然 LLLT 治疗有效,但不足以达到最小重要临床差异 (MCID) 阈值,可能是由于各研究之间异质性显著以及潜在偏见的存在,因此 LLLT 治疗颈部 MPS 的有效性存在部分争议。2014 年评估激光针灸治疗肌肉骨骼疼痛的文献分析了 49 个随机对照实验,指出 2/3 的研究报道了激光治疗的积极作用,且研究方法得当,使用了适当的激光照射剂量,但是相比于治疗结束时,疼痛缓解和功能恢复效果在长期随访中更常见,提出激光针灸在 6~26 周对改善肌骨疼痛和功能方面效果显著<sup>[42]</sup>。这些 meta 分析表明,LLLT 治疗 MPS 很大程度上被认可,但部分研究由于实验设计导致有效性存在部分争议,应该优化实验方案以确认并进一步提高其有效性。近 5 年 LLLT 治疗 MPS 的相关研究表明,LLLT 在对位置较浅的面部激痛点的治疗中表现出很好的镇痛效果,对位置相对较深的腰部疼痛则效果不很明显,可能与激光在组织中衰减有关,但也不排除实验设计原因导致的效果不明显。

## 6 结束语

虽然 LLLT 治疗 MPS 的疗效存在部分争议,但大部分文献支持其有效性,尤其对于面部疼痛效果较为明显,且由于 LLLT 治疗具有无痛、无创伤、安全的优势,被认为具有很好的发展前景。其有效性依赖于激光参数的合理设置及其与病种的适配性,针对不同疼痛类型(急性/慢性)、疼痛程度、激痛点位置应该设置不同的参数,建议面部等表浅位置激痛点治疗可以选择在 3~15 J/cm<sup>2</sup>,而腰部等深层激痛点考虑到衰减问题应该适当加大输出剂量,以保证激痛点得到有效剂量的激光照射。由于 LLLT 作用部位和所用剂量范围较宽,且疗效评估手段较为主观,从这些研究中得出有效剂量窗具有一定的挑战性,需要大范围的临床研究及 meta 分析进一步加以证实。此外,LLLT 治疗 MPS 的作用机制尚未完全明确,目前的疗效评估手段单一且与个体主观感受密切相关,进一步阐明其机制及研究客观化的评价方法也是未来发展的方向。

## 参 考 文 献

- [1] Simons D G, Travell J G, Simons L S. Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual[M]. Philadelphia: Williams & Wilkins, 1999: 152-153.
- [2] Malanga G A, Cruz Colon E J. Myofascial low back pain: a review[J]. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America, 2010, 21(4): 711-724.
- [3] Desai M J, Saini V, Saini S. Myofascial pain syndrome: a treatment review[J]. Pain and Therapy, 2013, 2(1): 21-36.



- [4] 中华医学会. 临床技术操作规范: 激光医学分册[M]. 北京: 人民军医出版社, 2010: 110.
- [5] Lorenzini L, Giuliani A, Giardino L, *et al.* Laser acupuncture for acute inflammatory, visceral and neuropathic pain relief: an experimental study in the laboratory rat[J]. *Research in Veterinary Science*, 2010, 88(1): 159-165.
- [6] Lü Jiaojiao, Huang Qiangmin, Tang Li. Electrophysiologic and histopathologic characteristics of chronic myofascial trigger points in rat[J]. *Chinese Journal of Sports Medicine*, 2013, 32(7): 621-628.  
吕娇娇, 黄强民, 汤莉. 大鼠慢性肌筋膜疼痛触发点的电生理和病理组织学研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2013, 32(7): 621-628.
- [7] Cotler H B, Chow R T, Hamblin M R, *et al.* The use of low level laser therapy (LLLT) for musculoskeletal pain[J]. *MOJ Orthopedics and Rheumatology*, 2015, 2(5): 00068.
- [8] Zhang Haibo, Li Yingxin, Hu Tiantian, *et al.* Impact of laser acupuncture on CIA rat serum IL-1 $\beta$ , IL-15, IL-17, TNF- $\alpha$ , VEGF and COR[J]. *Chinese J Lasers*, 2014, 41(3): 0304002.  
张海波, 李迎新, 胡甜甜, 等. 激光针灸对 CIA 大鼠血清 IL-1 $\beta$ 、IL-15、IL-17、TNF- $\alpha$ 、VEGF 和 COR 的影响[J]. *中国激光*, 2014, 41(3): 0304002.
- [9] Li N, Nguyen H H, Byrom M, *et al.* Inhibition of cell proliferation by an anti-EGFR aptamer[J]. *PLoS ONE*, 2011, 6(6): e20299.
- [10] Chen Hongli, Wang Hong, Wang Chao, *et al.* Research of oxidative stress reaction induced by 635 nm/808 nm double wavelength low level laser therapy on CCC-ESF[J]. *Laser & Optoelectronics Progress*, 2015, 52(8): 081703.  
陈洪丽, 王宏, 王超, 等. 635 nm/808 nm 双波长低能量激光对人成纤维细胞氧化应激反应的研究[J]. *激光与光电子学进展*, 2015, 52(8): 081703.
- [11] Ferraresi C, Hamblin M R, Parizotto N A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light[J]. *Photonics & Lasers in Medicine*, 2012, 1(4): 267-286.
- [12] Hsieh Y L, Hong C Z, Chou L W, *et al.* Fluence-dependent effects of low-level laser therapy in myofascial trigger spots on modulation of biochemicals associated with pain in a rabbit model[J]. *Lasers in Medical Science*, 2015, 30(1): 209-216.
- [13] Ceylan Y, Hizmetli S, Silig Y. The effects of infrared laser and medical treatments on pain and serotonin degradation products in patients with myofascial pain syndrome. A controlled trial[J]. *Rheumatology International*, 2004, 24(5): 260-263.
- [14] Kuan T S, Hsieh Y L, Chen S M, *et al.* The myofascial trigger point region: correlation between the degree of irritability and the prevalence of endplate noise[J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2007, 86(86): 183-189.
- [15] Chen K H, Chang C Z, Hsu H C, *et al.* Dose-dependent and ceiling effects of therapeutic laser on myofascial trigger spots in rabbit skeletal muscles[J]. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 2010, 18(3): 235-245.
- [16] Chen K H, Hong C Z, Kuo F C, *et al.* Electrophysiologic effects of a therapeutic laser on myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles[J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2008, 87(12): 1006-1014.
- [17] Kuan T S, Lin Y C, Lien W C, *et al.* The effect of monochromatic infrared photo energy on the irritability of myofascial trigger spot of rabbit skeletal muscle[J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 2015: 816956.
- [18] Baxter G D. Laser acupuncture: effectiveness depends upon dosage[J]. *Acupuncture in Medicine*, 2009, 27(3): 92.
- [19] World Association of Laser Therapy (WALT). Consensus agreement on the design and conduct of clinical studies with low-level laser therapy and light therapy for musculoskeletal pain and disorders[J]. *Photomedicine & Laser Surgery*, 2006, 24(6): 761-762.
- [20] Uemoto L, Nascimento de Azevedo R, Almeida Alfaya T, *et al.* Myofascial trigger point therapy: laser therapy and dry needling[J]. *Current Pain & Headache Reports*, 2013, 17(9): 357.
- [21] 陈家璧, 彭润玲. 激光原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013: 195.
- [22] Shirani A M, Gutknecht N, Taghizadeh M, *et al.* Low-level laser therapy and myofascial pain dysfunction syndrome: a randomized controlled clinical trial[J]. *Lasers in Medical Science*, 2009, 24(5): 715-720.
- [23] Momenzadeh S, Akhyani V, Razaghi Z, *et al.* Evaluation of the effects of intravenous and percutaneous low level laser therapy in the management of shoulder myofascial pain syndrome[J]. *Journal of Lasers in Medical Sciences*, 2016, 7

- (1): 16-20.
- [24] Simunovic Z S. Low level laser therapy with trigger points technique: a clinical study on 243 patients[J]. *Journal of Clinical Laser Medicine & Surgery*, 1996, 14(4): 163-167.
- [25] Yang H W, Huang Y F. Treatment of persistent idiopathic facial pain (PIFP) with a low-level energy diode laser[J]. *Photomedicine & Laser Surgery*, 2011, 29(10): 707-710.
- [26] Rodrigues J H, Marques M M, Biasotto-Gonzalez D A, *et al.* Evaluation of pain, jaw movements, and psychosocial factors in elderly individuals with temporomandibular disorder under laser phototherapy[J]. *Lasers in Medical Science*, 2013, 30(3): 953-959.
- [27] Sancakli E, Gökçen-Röhlğ B, Balık A, *et al.* Early results of low-level laser application for masticatory muscle pain: a double-blind randomized clinical study[J]. *BMC Oral Health*, 2015, 15: 131.
- [28] Ferreira L A, de Oliveira R G, Guimarães J P, *et al.* Laser acupuncture in patients with temporomandibular dysfunction: a randomized controlled trial[J]. *Lasers in Medical Science*, 2013, 28(6): 1549-1558.
- [29] Demirkol N, Sari F, Bulbul M, *et al.* Effectiveness of occlusal splints and low-level laser therapy on myofascial pain [J]. *Lasers in Medical Science*, 2015, 30(3): 1007-1012.
- [30] Sumen A, Sarsan A, Alkan H, *et al.* Efficacy of low level laser therapy and intramuscular electrical stimulation on myofascial pain syndrome[J]. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2014, 28(1): 153-158.
- [31] Taheri P, Vahdatpour B, Andalib S. Comparative study of shock wave therapy and laser therapy effect in elimination of symptoms among patients with myofascial pain syndrome in upper trapezius[J]. *Advanced Biomedical Research*, 2016, 5: 138.
- [32] Lin M L, Wu H C, Hsieh Y H, *et al.* Evaluation of the effect of laser acupuncture and cupping with ryodoraku and visual analog scale on low back pain [J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, 2012: 521612.
- [33] Glazov G, Yelland M, Emery J. Low-dose laser acupuncture for non-specific chronic low back pain: a double-blind randomised controlled trial[J]. *Acupuncture in Medicine*, 2014, 32(2): 116-123.
- [34] Dibai-Filho A V, Guirro E C O, Ferreira V T, *et al.* Reliability of different methodologies of infrared image analysis of myofascial trigger points in the upper trapezius muscle[J]. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 2015, 19(2): 122-128.
- [35] Li Zhen, Lü Hengyong, Ren Zeyang, *et al.* Study on the elastic modulus of shear wave for myofascial trigger points of lumbar and back myofascial pain syndrome[J]. *International Journal of Biomedical Engineering*, 2016, 39(4): 207-211. 李真, 吕恒勇, 任泽阳, 等. 腰背部肌筋膜疼痛综合征激痛点的剪切波弹性模量研究[J]. *国际生物医学工程杂志*, 2016, 39(4): 207-211.
- [36] Maher R M, Hayes D M, Shinohara M. Quantification of dry needling and posture effects on myofascial trigger points using ultrasound shear-wave elastography[J]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2013, 94(11): 2146-2150.
- [37] Stecco A, Meneghini A, Stern R, *et al.* Ultrasonography in myofascial neck pain: randomized clinical trial for diagnosis and follow-up[J]. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 2014, 36(3): 243-253.
- [38] Chen Q, Wang H J, Gay R E, *et al.* Quantification of myofascial taut bands[J]. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2016, 97(1): 67-73.
- [39] Chow R T, Johnson M I, Lopes-Martins R A, *et al.* Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo or active-treatment controlled trials[J]. *Lancet*, 2009, 374(9705): 1897-1908.
- [40] Peres M F. Low-level laser therapy for neck pain[J]. *Cephalalgia*, 2010, 30(11): 1408.
- [41] Kadhim-Saleh A, Maganti H, Ghert M, *et al.* Is low-level laser therapy in relieving neck pain effective? Systematic review and meta-analysis[J]. *Rheumatology International*, 2013, 33(10): 2493-2501.
- [42] Law D, McDonough S, Bleakley C, *et al.* Laser acupuncture for treating musculoskeletal pain: a systematic review with meta-analysis[J]. *Journal of Acupuncture & Meridian Studies*, 2014, 8(1): 2-16.