



激光疗法在肌肉骨骼疼痛中的应用及机制研究 *

傅少琪¹ 尤浩军^{1,2 Δ} 雷 静^{1,2 Δ}(¹ 延安大学感觉与运动疾病转化医学研究中心, 延安 716000; ² 延安市运动康复医学重点实验室, 延安 716000)

摘 要 肌肉骨骼疼痛 (musculoskeletal pain, MP) 是由损伤或其他疾病引起的肌肉或骨骼组织的疼痛, 在成年人中的高发病率已经成为主要的公共卫生问题之一。目前临床常用药物治疗, 包括非甾体抗炎药、阿片类镇痛药以及激素类药物等, 药物的不良反应及不同适应证的药物疗效差异给 MP 的治疗带来极大的困扰。激光疗法是一种非侵入、安全、无创的治疗手段, 临床上治疗 MP 时, 被证明可以减少炎症, 并具有诱导镇痛和促进组织修复等作用, 但激光疗法的作用机制尚未完全明确。本文对激光疗法在治疗 MP 中的临床应用及其作用机制做相应综述, 为临床更好治疗 MP 提供参考。

关键词 肌肉骨骼疼痛; 激光疗法; 镇痛机制

肌肉骨骼疼痛 (musculoskeletal pain, MP) 是由肌肉骨骼系统疾病或损伤引起的疼痛, 在人群中非常普遍。研究显示, 全球有约 1/5 的成年人罹患肌肉骨骼疼痛, 严重影响了病人的生活质量和工作效率, 已成为主要公共卫生问题之一^[1]。目前 MP 的治疗以药物为主, 包括非甾体抗炎药、阿片类镇痛药、糖皮质激素类药物等, 这类镇痛药物的长期使用会产生明显不良反应。例如, 非甾体抗炎药造成胃肠道溃疡、出血, 糖皮质激素引起骨质疏松, 阿片类镇痛药引起的药物依赖性问题^[2]。近年来, 激光疗法包括低能量激光疗法 (low level laser therapy, LLLT) 和高能量激光疗法 (high intensity laser therapy, HILT) 被广泛用于治疗 MP。研究显示, 激光应用于损伤部位可以显著改善病人的疼痛症状, 促进组织损伤部位修复, 具有非侵入、无创及不良反应小等特点^[3]。本文就激光治疗 MP 的临床应用及其作用机制做相应综述。

一、肌肉骨骼疼痛

MP 是在肌肉骨骼组织中感受的疼痛, 属于临床最常见的疼痛类型。MP 根据发生时间可分为急性肌肉骨骼疼痛 (acute musculoskeletal pain, AMP) 和慢性肌肉骨骼疼痛 (chronic musculoskeletal pain, CMP)。AMP 通常发生于急性损伤后, 疼痛时间持续较短 (如骨折、急性扭伤、肌肉拉伤等), 若 AMP 治疗不及时可能会发展为 CMP。国际疾病分类 (ICD-11) 将 CMP 分为慢性原发性和慢性继发性肌肉骨骼疼痛。前者通常是肌肉、肌腱、骨骼等原发部位出现损伤产生的疼痛, 多见于慢性原发性腰

痛、纤维肌痛等; 后者是由其他潜在疾病涉及肌肉骨骼, 包括持续性炎症、组织结构改变以及神经系统疾病所引起的继发性 CPM。例如, 骨关节炎、风湿关节炎、骨质疏松疼痛以及帕金森病相关的慢性肌肉骨骼疼痛等^[4]。

二、激光疗法

根据激光波长和功率的不同, 将激光疗法分为 LLLT 和 HILT。LLLT 又称为光生物调节疗法, 具有消炎、镇痛、促进组织修复等疗效。目前临床上常用功率范围在 10 mW~500 mW, 采用红光到近红外区域的光谱 (波长 630 nm~1000 nm), 其主要作用是光生物调节, 引起细胞内生化改变, 而非热效应^[3]。与 LLLT 相比, HILT 使用的激光波长范围在 600 nm~1100 nm, 功率最高可达 12 W。HILT 可深达大关节和深层组织, 具有增加局部血液循环、促进神经再生、改善组织再生、减轻疼痛和水肿等作用。

不同波长激光穿透人体组织的深度主要取决于组织对光的吸收系数及散射强度, 组织内不同物质对光的吸收系数不同。低能量激光照射组织后能量可被黑色素、血红蛋白、氧分子等吸收, 能量聚集在浅层部位, 深度约 2 cm; 而高能量激光被黑色素及血红蛋白等的吸收较少, 能量更集中在深层部位, 能够穿透人体组织 5~15 cm^[5]。此外, 高能量激光最常使用的 1064 nm 正处于“人体透射窗口”, 被细胞和组织内的发色团弱吸收, 在组织内的散射最少, 被深层组织吸收更多, 具有较高治疗深层组织结构病变的能力^[6]。

* 基金项目: 国家自然科学基金 (81860410, 82074564)

Δ 通信作者 尤浩军 haojunyou@126.com; 雷静 jinglei_2000@126.com



1. LLLT 治疗 MP

(1) 关节与软组织疼痛: 目前, LLLT 被广泛应用于关节和软组织疼痛的治疗中, 如肌肉肌腱损伤导致的疼痛、肌筋膜疼痛综合征、纤维肌痛、骨关节炎等。研究显示, 在胶原酶诱导的跟腱病动物模型中, 分别采用非甾体抗炎药双氯芬酸以及波长 810 nm、100 mW 激光照射 30 s, LLLT 显著降低跟腱部位环氧合酶 2、肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)、基质金属蛋白酶 (matrix metalloproteinase, MMP)-3、MMP-9、MMP-13 基因表达以及前列腺素 E2 (prostaglandin E2, PGE2) 的产生, 而单纯采用双氯芬酸治疗只降低了组织内 PGE2 水平^[7]。另外 LLLT 还能提高跟腱损伤模型大鼠的机械性痛觉阈值, 降低损伤部位的组织温度^[8]。在炎性肌肉疼痛模型中, 采用 LLLT 治疗能够减轻肌肉水肿, 显著提高机械性痛觉阈值, 降低机械性痛觉过敏行为^[9]。临床资料显示, 纤维肌痛病人疼痛部位连续 4 周进行低能量激光 (670 nm、4 J/cm²) 治疗, 每周 3 次, 在治疗前后通过纤维肌痛影响问卷、麦吉尔疼痛问卷和视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 评分对病人疼痛进行评估, 发现治疗后病人的压痛点数量显著减少, 疼痛显著改善^[10]。

尽管 LLLT 能部分替代镇痛类药物在 MP 的治疗中发挥重要作用, 但其并不能成为所有疾病的核心干预手段。在骨关节炎的临床治疗指南中虽提及 LLLT, 但未建议 LLLT 成为骨关节炎的核心干预措施^[11]。LLLT 治疗骨关节炎的有效性一直存在争议, 虽然 LLLT 能够通过降低骨关节炎部位的促炎细胞因子表达和金属蛋白酶水平来缓解骨关节炎的疼痛症状, 但部分研究并未观察到与安慰剂组之间存在显著差异^[12]。同时还发现 LLLT 对关节突关节炎存在疗效, 而对大关节炎无效, 这些差异的存在可能是 LLLT 参数之间存在异质性, 如有效波长、剂量、治疗次数等问题导致疗效存在差异^[13]。

(2) 颈部、腰背部疼痛: 颈部、腰背部疼痛是导致残疾发生最主要的疾病因素。临床资料显示 LLLT 可应用于颈、肩、腰、腿痛的治疗, 起到缓解疼痛症状、改善机体功能等作用。其中最常见的是慢性原发性颈部疼痛和慢性原发性腰部疼痛。利用 LLLT (980 nm、16 J/cm²、15 min) 每周 3 次, 持续 4 周治疗慢性原发性颈部疼痛, 通过 VAS 评分对治疗前后疼痛水平进行评估, 结果显示 LLLT 能显著改善疼痛, 同时颈部功能活动度增加^[14]。另一项研究通过对 60 名慢性腰痛病人分别进行 LLLT (850 nm、800 mW、50 J/cm²), 每周 2 次, 在干预 12 周后评

估 VAS 评分、Oswestry 指数、腰椎活动度和生活质量, 结果显示以上指标均有显著改善, 慢性原发性腰痛病人的疼痛显著减轻, 腰椎活动度增大、生活质量得到改善^[15]。

(3) 神经病理性疼痛: 正常生理状态下, 神经末梢产生伤害性感受信息, 由神经纤维负责传递。因此当神经纤维受损或者神经系统受到创伤或疾病导致神经纤维发生异常改变时也会导致自发信号产生传递, 最终投射到神经冲动起源部位, 称为神经病理性疼痛。肌肉骨骼疼痛往往是混合型疼痛, 神经病理性疼痛普遍存在, 如疱疹后引起的大面积肌肉疼痛、三叉神经痛和坐骨神经痛等。将低能量激光照射到带状疱疹引起的疼痛部位能显著降低疼痛症状, 随访中发现上躯干和后臂表面的异常性疼痛完全消退^[16]。在神经受损导致的肌肉疼痛大鼠模型中, 分别对受损神经和肌肉疼痛区域进行 LLLT (780 nm、250 mW) 后可以显著提高大鼠机械痛阈, 同时大鼠的步态和肌肉收缩力也得到改善^[17]。在坐骨神经痛模型中采用 808 nm 照射坐骨神经损伤部位, 可显著改善坐骨神经功能指数 (sciatic nerve function index, SFI), 同时神经纤维髓鞘厚度和生长相关蛋白-43 的表达水平也显著提高, 提示 LLLT 可以促进损伤神经的再生和功能恢复^[18]。

2. HILT 治疗 MP

(1) 关节与软组织疼痛: 与 LLLT 相比, HILT 具有高能量、散射强度弱及透射性深等特点, 使得 HILT 能够透射到深层组织 (如关节内空间), 对于深部组织损伤疗效更好。HILT 已被证明可以有效减轻骨关节炎和脊柱疾病相关的疼痛、增加关节活动度、提高生活质量^[19]。Brosseau 等^[20]对拇指关节炎的研究中发现, 应用 LLLT 后 3 周和 6 周, 病人关节疼痛、握力和功能状态方面明显改善, 但与假激光组无明显统计学差异。随后采用 HILT 单独治疗拇指腕掌关节骨关节炎病人, 结果显示 HILT 治疗后疼痛强度下降, 指间捏合力增加, 与安慰剂组相比具有显著统计学差异^[21]。同样, 对于 LLLT 或 HILT 联合运动康复对膝关节炎的疼痛、僵硬和功能的影响中发现, 两者均对膝关节炎的治疗有益, 但 HILT 在减轻膝关节炎疼痛和僵硬以及增加功能方面具有更高的功效^[22]。此外, 研究显示 HILT 对软组织疼痛同样具有治疗作用。在 HILT 治疗肱骨外上髁炎的研究中发现, 病人的疼痛、功能状态和生活质量得到显著改善^[23]。对肩峰下综合征病人进行 10 次 HILT, 干预后 1、3、6 个月时肩痛、残疾指数及 NRS 评分均下降, 同时压痛阈值增高^[24]。通



过比较 LLLT 和 HILT 治疗足底筋膜炎的疗效中发现, HILT 在改善足底筋膜炎病人的疼痛水平、足踝运动功能和生活质量等方面均优于 LLLT^[25]。

(2) 颈部、腰背部疼痛: HILT 在治疗颈部、腰背部疼痛方面同样展现出良好疗效。通过颈部关节活动度、VAS 评分以及颈部残疾指数评分来评估 HILT 治疗慢性颈部疼痛病人对颈椎活动、疼痛和功能活动的影响, 结果显示 VAS 评分和颈部残疾指数在治疗 2 周后显著下降, 颈椎活动度在治疗 6 周后显著增加^[26]。肩峰下撞击综合征是肩部疼痛的常见原因, 48 名病人分别接受 LLLT、HILT 结合肌内效贴进行 7 次治疗, 在治疗前后评估 VAS 评分、肩部疼痛和残疾指数, 结果两组在治疗后均显示疼痛强度显著降低、肩关节活动度增加、肩部肿胀程度下降, 但 HILT 组比 LLLT 组展现出更佳的效果^[27]。慢性原发性腰痛也是最常见的肌肉骨骼疼痛之一, 通过对慢性原发性腰痛病人分别进行 LLLT (850 nm、50 J/cm²、30 min) 和 HILT (1064 nm、150 J/cm²、15 min) 疗效对比, 结果发现两者均能减轻慢性原发性腰痛病人的疼痛症状、改善腰椎活动度和生活质量, 且两种疗效之间无显著差异^[15]。与 LLLT 相比, HILT 对组织具有更深的穿透和更多的能量积累, 因此短时间的治疗就能达到 LLLT 同样的效果。

(3) 神经病理性疼痛: HILT 对神经损伤导致的肌肉骨骼疼痛同样具有良好的治疗效果。在坐骨神经慢性压迫损伤大鼠模型中, 应用 HILT (波长 1064 nm、能量密度 4、10、50 J/cm²、每日 1 次、每周 5 次) 照射坐骨神经挤压部位, 1 周后发现 SFI 得到显著改善, 同时复合运动动作电位振幅和运动神经传导速度增加; 但 2 周后电生理恢复率出现下降, 3 周后 SFI 也出现下降, 结果说明 HILT 治疗神经损伤存在短期疗效^[28]。对于腰椎间盘突出症病人进行 3 周 LLLT 照射后发现疼痛症状和功能改善的效果不明显, 而运用 HILT 照射 2 周后, 病人腰椎节段运动、直腿抬高角度以及整体功能都有显著改善, 1 个月后随访发现疗效持续^[29,30]。

三、激光治疗肌肉骨骼疼痛的作用机制

1. LLLT 治疗 MP 的作用机制

目前 LLLT 的确切机制尚不明确。从已知实验结果来看, 激光在分子、细胞和组织水平上有广泛影响, 可能的机制包括内源性阿片类物质的释放增加、抗炎细胞因子的产生、三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate, ATP) 的产生增多等。

(1) 生物调节机制: 当光被照射细胞中的发色

团吸收时, 发色团中的电子可以被激发, 并从低能轨道跃迁到高能轨道。这些储存的能量可以引起组织内线粒体产物, 如 ATP、蛋白质、烟酰胺腺嘌呤二核苷酸的增加、氧化还原反应以及氧交换增加。细胞线粒体内的发色团——感光受体细胞色素 C 氧化酶 (cytochrome c oxidase, COX) 被认为是激光治疗的初始靶点。低强度激光照射后 COX 活性增强, 促使线粒体内 ATP 生成增加、线粒体膜电位增加、细胞代谢率提高导致细胞增殖和迁移活动增强。研究发现, 随着激光能量的累积, 激光诱导处理部位的 COX 浓度和氧合血红蛋白 (oxyhemoglobin, HbO₂) 浓度显著升高, 同时 COX 和 HbO₂ 之间存在明显的线性相关作用, 表明氧供应和血液的血流动力学响应与光生物调节诱导的 COX 上调密切相关^[31]。此外, 激光照射诱导的 ATP 合成增加和质子梯度增加导致 Na⁺/H⁺ 和 Ca²⁺/Na⁺ 反转运蛋白以及所有 ATP 驱动的离子载体 (如 Na⁺/K⁺ ATPase 和 Ca²⁺ 泵) 活性增加; 同时环磷酸腺苷 (cyclic adenosine monophosphate, cAMP) 水平增加^[32]。Ca²⁺ 和 cAMP 都是非常重要的第二信使, 参与调节许多细胞功能 (如肌肉收缩、神经信号传递等)。因此, 激光照射后观察到的多种生物级联的激活中 COX 的光活化起着至关重要的作用。

(2) 镇痛机制: 研究显示, 采用 LLLT 治疗 MP 能显著改善机械性痛觉过敏现象, 提高机械性刺激反射阈值, 而外周注射纳洛酮后 LLLT 的镇痛作用消失^[33]。同时, 在体外研究中还发现, 血液或外周局部 β-内啡肽前体 mRNA 表达随 LLLT 而增加^[34]。激光照射活化的肌筋膜激痛点后发现, LLLT 提高了血清、背根神经节和肌肉中 β-内啡肽水平, 同时降低了 TNF-α 和 COX-2 表达水平^[35]。这些证据表明 LLLT 可能通过增强外周内源性阿片类物质的产生来诱导镇痛。此外, 激光照射后还会引起组织内神经递质及受体的改变, 如谷氨酸受体数量减少、突触内乙酰胆碱酯酶活性增加、前列腺酸性磷酸酶表达上调或增加 5-HT 的产生等^[36,37]。对于 LLLT 的镇痛作用, Pozza 等^[38] 认为感觉神经传入的减少是其最主要的机制, 激光照射通过增加 ATP 合成来提高细胞膜的稳定性, 抑制细胞膜去极化, 降低神经纤维的传导速度, 使 Aα 和 C 纤维的传入减少, 发挥镇痛作用。研究显示, 在使用 LLLT 10~20 分钟后, 约有 30% 的神经纤维被阻滞, 被阻滞的神经纤维的功能约在 24 小时内恢复^[39]。激光照射诱发的神经阻滞可以阻止伤害性信息从外周到中枢的传递, 从而抑制中枢敏化的形成。



(3) 抗炎机制: 激光照射引起的抗炎作用主要是通过改善局部血液循环, 调节炎症的局部病理变化, 包括炎症的变性、渗出、增生, 以及刺激机体的再适应来实现。LLLT 被证明可以降低促炎因子表达水平, 同时增加抗炎因子表达。低能量激光照射后组织内促炎因子 TNF- α 、白介素 (interleukin, IL) -1 β 、IL-8 表达水平均降低, 而抗炎因子水平如转化生长因子- β (transforming growth factor- β , TGF- β) 和 IL-10 浓度显著提高^[40]。TGF- β 在血液中作为抗炎因子对炎症具有修复功能。IL-10 可以通过抑制炎症细胞因子 (如 IL-1、IL-6 和 TNF- α) 的表达以及病变部位炎症细胞 (包括巨噬细胞和单核细胞) 的迁移来抑制炎症, 同时可以抑制一些可能阻碍组织修复的 MMP, 促进组织修复。此外, 激光电磁辐射还会阻断环氧化酶和脂氧化酶以及影响前列腺素和前列环素合成来阻止炎症介质形成, 从而发挥抗炎作用。

2. HILT 治疗 MP 的作用机制

高能量激光具有光热和机械效应 (压力波), 具有能改善细胞代谢、促进组织再生、增加血管通透性、扩张血管增加血流量等作用。

(1) 光热效应: HILT 使用一种特殊的波形, 其波幅和波幅之间有规律的峰值和持续时间, 以减少热积累现象, 并且能够在深层组织中快速诱导光化学和光热效应。这些特性有利于通过增加细胞代谢、血管通透性和血液流动来治疗深层组织和结构。将 HILT (980 nm、4 W) 治疗马跗骨后发现表面温度显著升高 (平均升高 2.53℃), 组织内温度升高会提高液体温度, 从而导致细胞内压力的变化, 造成血管的扩张, 导致组织灌注增加, 促进损伤组织功能恢复^[41]。

(2) 镇痛机制: HILT 的镇痛作用基于多种作用机制, 包括减慢疼痛刺激的传递、减少神经递质的产生以及增加体内阿片类物质的产生。HILT 可以通过高重复率输送非常短的脉冲, 产生压力波, 在组织内输送并且刺激游离神经末梢, 暂时抑制小直径神经纤维 (A δ 和 C 纤维) 的轴突运输, 减缓动作电位的传导从而抑制疼痛信号的传递。此外, 将 HILT 施加到膝关节骨关节炎病人中发现, 外周神经末梢中 SP 含量显著降低^[42]。SP 可直接或间接参与兴奋性神经递质谷氨酸的释放进而参与痛觉过敏。HILT 还可以直接增加 5-HT 和 β -内啡肽的含量, 从而参与疼痛的调节^[43]。

(3) 抗炎机制: 高能量激光能刺激免疫反应, 促进巨噬细胞、中性粒细胞以及淋巴细胞的分散迁移, 增加组织内抗炎物质的表达, 减少促炎因子的产生起

到减轻炎症反应。且高能量激光作用范围更深更广, 因此免疫反应涉及的范围更大。研究证实 HILT 可降低组织内 IL-6、IL-8 和 TNF- α 的基因表达水平, 同时提高 TGF- β 等免疫调节细胞因子水平从而产生一系列抗炎反应^[44]。最近的研究发现, 高能量激光可能通过 miR-663a 基因来激活 TGF- β 的活性^[45]。

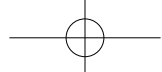
四、小结

近年来, 激光治疗包括 LLLT 和 HILT 已被用于 MP 的治疗, 与药物治疗相比没有不良反应, 具有非侵入、安全、无创等优点。LLLT 能深入皮下组织内, 具有镇痛、消炎、生物调节等机制有效缓解肌肉骨骼疾病病人的疼痛, 加快组织愈合等。与 LLLT 相比, HILT 可以刺激深层组织, 治疗更广泛的区域, 对深层组织以及关节部位受损的治疗效果更加明显, 同样具有抗炎、镇痛等作用, 此外通过光热效应能增加细胞代谢、促进组织修复。目前, 对于激光治疗 MP 尚未制订统一的操作规范, HILT 的治疗研究数据也较少。因此, 有必要进行深入的基础和临床研究, 为今后激光治疗的规范使用提供依据。

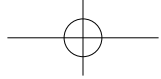
利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

- [1] Kinney M, Seider J, Beaty AF, *et al.* The impact of therapeutic alliance in physical therapy for chronic musculoskeletal pain: a systematic review of the literature[J]. *Physiother Theory Pract*, 2020, 36:886-898.
- [2] 中国医师协会疼痛科医师分会. 慢性肌肉骨骼疼痛的药物治疗专家共识 (2018)[J]. *中国疼痛医学杂志*, 2018, 24(12):881-887.
- [3] Cotler HB, Chow RT, Hamblin MR, *et al.* The use of low level laser therapy (LLLT) for musculoskeletal pain[J]. *MOJ Orthop Rheumatol*, 2015, 2:00068.
- [4] 毛鹏, 林夏清, 李怡帆, 等. 慢性继发性肌肉骨骼疼痛 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2021, 27(5):323-326.
- [5] Ahmad MA, Hamid MSA, Yusof A. Effects of low-level and high-intensity laser therapy as adjunctive to rehabilitation exercise on pain, stiffness and function in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Physiotherapy*, 2022, 114:85-95.
- [6] Chen JL, Zhang H, Huang XQ, *et al.* Antiangiogenesis-combined photothermal therapy in the second near-infrared window at laser powers below the skin tolerance threshold[J]. *Nanomicro Lett*, 2019, 11(1):93.
- [7] Marcos RL, Leal-Junior EC, Arnold G, *et al.* Low-level laser therapy in collagenase-induced Achilles tendinitis in rats: analyses of biochemical and biomechanical aspects[J]. *J Orthop Res*, 2012, 30:1945-1951.



- [8] Gomes CAF, Dibai-Filho AV, Pallotta RC, *et al.* Effects of low-level laser therapy on the modulation of tissue temperature and hyperalgesia following a partial Achilles tendon injury in rats[J]. *J Cosmet Laser Ther*, 2017, 19:391-396.
- [9] Oliveira CG, Freitas MF, de Sousa MVP, *et al.* Photobiomodulation reduces nociception and edema in a CFA-induced muscle pain model: effects of LLLT and LEDT[J]. *Photochem Photobiol Sci*, 2020, 19:1392-1401.
- [10] Ruaro JA, Fréz AR, Ruaro MB, *et al.* Low-level laser therapy to treat fibromyalgia[J]. *Lasers Med Sci*, 2014, 29:1815-1819.
- [11] Geenen R, Overman CL, Christensen R, *et al.* EULAR recommendations for the health professional's approach to pain management in inflammatory arthritis and osteoarthritis[J]. *Ann Rheum Dis*, 2018, 77:797-807.
- [12] Huang Z, Chen J, Ma J, *et al.* Effectiveness of low-level laser therapy in patients with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Osteoarthritis Cartilage*, 2015, 23:1437-1444.
- [13] Vassão PG, Parisi J, Penha TFC, *et al.* Association of photobiomodulation therapy (PBMT) and exercises programs in pain and functional capacity of patients with knee osteoarthritis (KOA): a systematic review of randomized trials[J]. *Lasers Med Sci*, 2021, 36:1341-1353.
- [14] Momenzadeh S, Zali A, Razzaghi Z, *et al.* Efficacy of low-level laser therapy for the treatment of nonspecific chronic neck pain: low-level laser therapy vs. sham laser[J]. *J Lasers Med Sci*, 2021, 13: e74.
- [15] Abdelbasset WK, Nambi G, Alsubaie SF, *et al.* A randomized comparative study between high-intensity and low-level laser therapy in the treatment of chronic nonspecific low back pain[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2020, 2020: 1350281.
- [16] Knapp DJ. Postherpetic neuralgia: case study of class 4 laser therapy intervention[J]. *Clin J Pain*, 2013, 29(10):e6-e9.
- [17] Andreo L, Soldara CA, Ribeiro BG, *et al.* Effects of photobiomodulation on functionality in wistar rats with sciatic nerve injury[J]. *Photochem Photobiol*, 2019, 95:879-885.
- [18] Wang CZ, Chen YJ, Wang YH, *et al.* Low-level laser irradiation improves functional recovery and nerve regeneration in sciatic nerve crush rat injury model[J]. *PLoS One*, 2014, 9:e103348.
- [19] 刘尧, 方明, 陈立平, 等. 高能量激光疗法在疼痛疾病中的治疗机制和临床应用进展 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2020, 26(12):894-897.
- [20] Brosseau L, Wells G, Marchand S, *et al.* Randomized controlled trial on low level laser therapy (LLLT) in the treatment of osteoarthritis (OA) of the hand[J]. *Lasers Surg Med*, 2005, 36:210-219.
- [21] Cantero-Téllez R, Villafañe JH, Valdes K, *et al.* Effects of high-intensity laser therapy on pain sensitivity and motor performance in patients with thumb carpometacarpal joint osteoarthritis: a randomized controlled trial[J]. *Pain Med*, 2020, 21:2357-2365.
- [22] Ahmad MA, A Hamid MS, Yusof A. Effects of low-level and high-intensity laser therapy as adjunctive to rehabilitation exercise on pain, stiffness and function in knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Physiotherapy*, 2022, 114:85-95.
- [23] Akkurt E, Kucuksen S, Yılmaz H, *et al.* Long term effects of high intensity laser therapy in lateral epicondylitis patients[J]. *Lasers Med Sci*, 2016, 31:249-253.
- [24] Aceituno-Gómez J, García-Madero VM, Criado-Álvarez JJ, *et al.* Long-term effect of high-intensity laser therapy for persistent shoulder pain: a case report[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2020, 33:947-951.
- [25] Ordahan B, Karahan AY, Kaydok E. The effect of high-intensity versus low-level laser therapy in the management of plantar fasciitis: a randomized clinical trial[J]. *Lasers Med Sci*, 2018, 33:1363-1369.
- [26] Alayat MS, Mohamed AA, Helal OF, *et al.* Efficacy of high-intensity laser therapy in the treatment of chronic neck pain: a randomized double-blind placebo-control trial[J]. *Lasers Med Sci*, 2016, 31(4):687-694.
- [27] Zaki Z, Ravanbod R, Schmitz M, *et al.* Comparison of low level and high power laser combined with kinesiology taping on shoulder function and musculoskeletal sonography parameters in subacromial impingement syndrome: a randomized placebo-controlled trial[J]. *Physiother Theory Pract*, 2022, 38(13):2514-2525.
- [28] Alayat MSM, Basalamah MA, Elbarrany WGEA, *et al.* Dose-dependent effect of the pulsed Nd: YAG laser in the treatment of crushed sciatic nerve in Wistar rats: an experimental model[J]. *Lasers Med Sci*, 2020, 35(9): 1989-1998.
- [29] Ay S, Doğan SK, Evcik D. Is low-level laser therapy effective in acute or chronic low back pain?[J]. *Clin Rheumatol*, 2010, 29(8):905-910.
- [30] Chen L, Liu D, Zou L, *et al.* Efficacy of high intensity laser therapy in treatment of patients with lumbar disc protrusion: a randomized controlled trial[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2018, 31(1):191-196.
- [31] Wang X, Tian F, Soni SS, *et al.* Interplay between up-regulation of cytochrome-c-oxidase and hemoglobin oxygenation induced by near-infrared laser[J]. *Sci Rep*, 2016, 6:30540.
- [32] Farivar S, Malekshahi T, Shiari R. Biological effects of low level laser therapy[J]. *J Lasers Med Sci*, 2014, 5(2):58-62.
- [33] Peres e Serra A, Ashmawi HA. Influence of naloxone and methysergide on the analgesic effects of low-level



- laser in an experimental pain model[J]. *Rev Bras Anesthesiol*, 2010, 60(3):302-310.
- [34] Hagiwara S, Iwasaka H, Hasegawa A, *et al*. Pre-Irradiation of blood by gallium aluminum arsenide (830 nm) low-level laser enhances peripheral endogenous opioid analgesia in rats[J]. *Anesth Analg*, 2008, 107(3):1058-1063.
- [35] Hsieh YL, Hong CZ, Chou LW, *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 Med Sci*, 2015, 30(1):209-216.
- [36] de Sousa MVP, Kawakubo M, Ferraresi C, *et al*. Pain management using photobiomodulation: mechanisms, location, and repeatability quantified by pain threshold and neural biomarkers in mice[J]. *J Biophotonics*, 2018, 11(7):e201700370.
- [37] 石福铭, 伍期专. 氦-氖激光对小鼠脑组织 5-羟色胺含量的影响 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2000, 6(1):36-39.
- [38] Pozza DH, Fregapani PW, Weber JB, *et al*. Analgesic action of laser therapy (LLLT) in an animal model[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2008, 13(10):E648-E652.
- [39] Bashiri H. Evaluation of low level laser therapy in reducing diabetic polyneuropathy related pain and sensorimotor disorders[J]. *Acta Med Iran*, 2013, 51(8):543-547.
- [40] Pallotta RC, Bjordal JM, Frigo L, *et al*. Infrared (810-nm) low-level laser therapy on rat experimental knee inflammation[J]. *Lasers Med Sci*, 2012, 27(1):71-78.
- [41] Bai J, Li L, Kou N, *et al*. Low level laser therapy promotes bone regeneration by coupling angiogenesis and osteogenesis[J]. *Stem Cell Res Ther*, 2021, 12(1):432.
- [42] Wyszynska J, Bal-Bocheńska M. Efficacy of high-intensity laser therapy in treating knee osteoarthritis: a first systematic review[J]. *Photomed Laser Surg*, 2018, 36(7):343-353.
- [43] Viliani T, Carrabba C, Mangone G, *et al*. High intensity pulsed Nd: YAG laser in painful knee osteoarthritis: the biostimulating protocol[J]. *Energy for Health*, 2012, 9: 18-22.
- [44] Godlewska M, Soroko M, Zielińska P. Assessment of vein diameter and body surface temperature after high-intensity laser therapy (HILT) on the tarsal joint in healthy horses[J]. *J Equine Vet Sci*, 2020, 93:103198.
- [45] Yang Z, Duan X, Wang X, *et al*. The effect of Q-switched 1064-nm Nd: YAG laser on skin barrier and collagen synthesis via miR-663a to regulate TGFβ1/smads3/p38MAPK pathway[J]. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, 2021, 37(5):412-421.

• 消 息 •

中华医学会疼痛学分会第十九届学术年会征文通知（2023 年）

为进一步贯彻中华医学会的学术交流方针政策，由中华医学会、中华医学会疼痛学分会主办，湖北省医学会、湖北省医学会疼痛学分会承办，华中科技大学同济医学院附属同济医院协办的中华医学会疼痛学分会第十九届学术年会定于 2023 年 11 月 24～26 日在湖北省武汉市召开，本次会议属于中华医学会一类学术会议，所有参会代表将获得国家级 I 类继续教育学分。

会议征文内容：疼痛基础研究与转化医学；头与颌面部疼痛；脊柱源性疼痛；软组织疼痛与关节源性疼痛；癌痛；神经病理性疼痛；麻醉与疼痛；疼痛微创介入诊疗；疼痛康复与心理治疗；中医诊疗；脊柱内镜；神经调控技术；疼痛诊疗可视化技术；疼痛护理；疼痛学科建设等各领域的基础及临床研究。请作者在线投稿时按照提示自行分类。

征文要求：1. 报送参加年会交流的论文，均提交论文摘要一份（800～1000 字以内），并在稿件左上角按上述征文分类注明论文类别（请自留底稿，恕不退稿）。2. 论文摘要请用 Microsoft Word 编辑，页面设置请用 4 号字体，A4 纸，文稿顺序为题目、作者姓名、单位、邮编、联系电话、摘要内容（目的、方法、结果和结论四部分）。3. 凡已在全国性学术会议上或全国公开发行的刊物上发表过的论文，不予受理。

投稿方式：在线投稿网址：<http://casp2023.tiemeeting.com>，登录网站点击论文投稿即可。

投稿截止日期：2023 年 9 月 1 日 24 时。