

激痛点的形成机制及诊察与物理治疗

蒋全睿 匡小霞 危威 李武 江玉婷 袁媛 李江山

湖南中医药大学针灸推拿与康复学院,长沙 410208

通信作者:李江山,Email:292463008@qq.com

【摘要】 激痛点是骨骼肌紧绷肌带内高度敏感的应激点,活化后可引起自发性疼痛、牵涉痛和抽搐反应。目前认为激痛点的发病机制可能与运动终板功能异常、乙酰胆碱堆积、局部循环与能量代谢障碍、血管活性成分与炎症因子释放等多个环节组成的恶性循环有关;在触诊基础上,肌电图、磁共振检查、超声弹性成像、红外热成像和微透析等技术手段被广泛应用,以期能从多角度多层次对激痛点进行深入研究和认识;目前激痛点疼痛的物理治疗主要有针刺、推拿、电刺激、红外、超声及其它疗法等,因其疗效明确、适应证广和不良反应较小等优势受到人们重视。本文主要归纳整理激痛点的形成机制、诊察和激痛点疼痛物理治疗方法。

【关键词】 激痛点; 诊察; 物理治疗; 机制

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81973975)

Funding: National Natural Science Foundation of China (81973975)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.05.021

肌筋膜激痛点(myofascial trigger points, MTrPs)是位于条索状肌肉紧张带中的收缩结节,按症状可分为活化和潜伏两种,活化激痛点会产生自发疼痛,触诊时可再现患者的疼痛症状,还可能会出现皮肤潮红、出汗等现象;潜伏的激痛点不会自发疼痛,仅在受到较大刺激时会产生疼痛,易激惹变成活化激痛点^[1]。激痛点可导致多个感觉、运动和自主神经症状,包括自发性疼痛、牵涉痛、活动障碍和感觉异常等^[2]。据估计临床疼痛人群中激痛点检出率可高达 90%,物理治疗是治疗的主要方法,能有效灭活激痛点缓解症状^[3]。本文根据近年来关于激痛点的形成机制、诊察方法及物理治疗方案的文献进行综述,旨在为今后科研与临床提供参考。

激痛点形成的机制

关于激痛点形成机制目前较为公认的是能量代谢危机学说,该学说经过不断丰富与修改,成为综合假说(如图 1 所示)。综合假说^[4]认为,在急慢性损伤等诱因刺激下,运动终板功能异常,乙酰胆碱过度释放使肌节和毛细血管收缩,局部微循环障碍,机体三磷酸腺苷(adenosine triphosphate, ATP)生成下降导致供能不足;突触后膜持续去极化,同时肌浆网缺少 ATP 重吸收 Ca^{2+} , 过量 Ca^{2+} 引起乙酰胆碱的进一步释放并促使肌节持续收缩,加剧能量消耗与需求;此外,因能量缺乏,局部组织释放致敏物质刺激伤害性感受神经元,产生持续肌肉疼痛。激痛点

组织缺氧,细胞液酸化,促进降钙素基因相关肽(calcitonin gene-related peptide, CGRP)释放,进而导致乙酰胆碱大量释放并抑制乙酰胆碱酶活性,运动终板乙酰胆碱堆积^[5]。

激痛点模型大鼠的机制研究从不同角度印证并拓展了综合假说的内容:①电生理研究——激痛点存在自发性电活动和高频峰电位^[6],即所谓运动终板噪声和终板棘波,提示终板功能异常;②形态学研究——激痛点组织在光镜下,可见横切面染色较深的圆形纤维和增大的纵切面纺锤状纤维,在电镜下线粒体明显减少,结构异常^[7];③定量蛋白质组学研究——大量与线粒体和氧气运输有关的蛋白在激痛点组织中显著下调,提示线粒体功能紊乱,有氧呼吸障碍,能量代谢异常^[8-9];④分子机制研究——大量实验表明^[10-12],激痛点组织的 CGRP 及乙酰胆碱含量增高,乙酰胆碱酶含量降低,提示乙酰胆碱堆积;游离 Ca^{2+} 含量增加,提示肌浆网功能障碍;ATP 含量降低,一磷酸腺苷(adenosine monophosphate, AMP)含量增高提示能量代谢异常;组织核因子 NF- κ B、p65、COX-2 和 P 物质表达增加,提示炎症因子表达上升。

激痛点可能与交感神经功能异常相互影响:①存在激痛点的患者可能有交感神经相关的症状,如出汗、皮温变化和流泪等^[13];②活跃激痛点的数量与焦虑水平呈正相关^[14],激痛点注射治疗的疗效可能受心理状态特别是焦虑状态的影响^[15],心理应激可能与交感神经相互影响,导致神经肌肉接头处乙酰胆碱释放的增加,从而加剧疼痛;③大鼠激痛点组织中,交感神经重塑导致过度神经支配^[16]。

中枢敏化是激痛点持续性疼痛的可能机制:①机械压痛阈可能受到激痛点的调节,压痛阈与激痛点的数量呈显著负相关^[17],而在注射治疗后周围疼痛阈值显著升高^[18];②慢性肌筋膜疼痛患者的大脑灰质减少^[19],病变主要分布在边缘系统和涉及疼痛的大脑区域,右侧前扣带皮质和内侧前额叶皮质的异常和病程、疼痛强度密切相关;③大鼠激痛点中有髓传入神经显著增多,河豚毒素阻断后自发电活动下降,机械痛阈增加,进

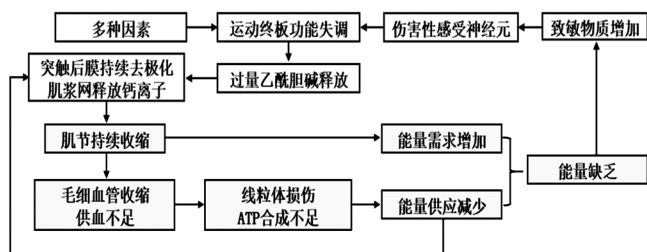


图 1 激痛点形成机制示意图

一步实验表明 A 纤维可能参与了激痛点诱导的中枢敏化^[20-21];
④激痛点诱发 H 反射实验发现, Ia 类传入神经兴奋性与肌梭敏感性增高^[22]; ⑤环磷腺苷元件结合蛋白与疼痛感知、认知、记忆相关, 其在激痛点大鼠前扣带回处表达显著增高^[23]。

综上所述, 激痛点持续性疼痛可能是致痛物质、交感神经过支配和中枢敏化等多种因素共同作用的结果, 同时这也阐释了一些其它症状, 如多汗和痛觉过敏等。还有一些学者从不同角度阐述自身见解, 提出相应假说, 如肌梭异常电位学说、瘢痕学说和皮下附属疼痛系统假说等, 均聚焦激痛点的某些特点, 目前尚缺乏实证, 因而暂未获得更多关注。

激痛点的诊察

激痛点的诊察目前以触诊为主, 专家共识^[24]认为, 激痛点的诊断必须包含紧张带、敏感点和牵涉性疼痛三项基本特征中的 2 项以上阳性, 但由于抽搐反应可靠性较差, 故仅作为次要指标。但徒手激痛点诊断仅依赖病史、触诊和主观判断尚存在诸多不足: ①主观性较大, 触诊通常取决于临床医生技能与判断力, 医生通常不会接受激痛点相关培训; ②患者痛觉过敏, 可能实际的激痛点与描述不相符; ③经验推广不易。因此, 仅触诊诊察会加大误诊的可能性, 需要结合客观检测技术。

1. 肌电图: 研究^[25-26]显示, 表面肌电图可显示静止状态下在活化激痛点区域的肌电振幅增加, 肌肉收缩时振幅降低, 中位频率增加, II 型肌纤维运动单位动作电位增加; 针电极肌电图显示低振幅、噪声样的自发电活动和间歇性高振幅棘波; 以均方根 (root mean square, RMS) 值为肌电图观察指标, 偏头痛患者存在活跃激痛点的颈屈肌 RMS 值低于同肌中未见活跃激痛点的患者, 在伸肌则相反, 表明偏头痛患者的颈部激痛点对屈肌伸肌影响是不同的^[27]。若以肌电信号样本熵为指标, 激痛点肌电信号样本熵降低, 治疗后上升^[28]。可见, 肌电图具有良好的适用性和特异性, 可为激痛点定量诊断和评价疗效提供依据。

2. 磁共振检查: Chen 等^[29]利用磁共振弹性成像技术观察人体激痛点特征, 斜方肌激痛点紧张带刚度平均为 (11.5 ± 2.4) kPa, 周围肌肉组织为 (5.8 ± 0.9) kPa, 而无紧张带的肌肉为 (6.6 ± 2.1) kPa, 激痛点同正常组织间有显著差异。此外, 磁共振 T2 加权成像中, 可见激痛点 T2 信号较正常值显著提高^[30]。磁共振检查虽然可以鉴别肌肉紧张带, 但在价格、便捷性与操作技术要求等方面均有其局限性。

3. 微透析结合血液生物标志物检查: 利用微透析技术可以对组织液进行连续采样, 动态观察肌肉代谢变化, 但这种检查方案存在一定局限。①检测结果具有滞后性, 难以即时得到结果; ②生物标记物特异性缺乏, 如致痛物质含量在多种疼痛疾病均显著提高; ③微透析探针会导致急性组织损伤进而影响结果; ④组织液难以判定细胞内部环境变化。

4. 超声成像技术: 多年来研究者试图以超声灰阶成像技术对激痛点进行观察, 但部分研究显示激痛点区域为低回声, 部分研究显示其为高回声^[31]。这些研究存在一定的局限性, 如描述性研究缺乏定量分析、样本量较小、缺乏随机对照和盲法。而运用纹理分析技术对斑点面积、数量和局部二值模式等指标进行超声定量分析, 是一种可靠客观的方法^[32]。Kumbhare

等^[33]采用超声结合定量分析技术检测上斜方肌激痛点发现, 激痛点区域斑点面积增加, 数量减少, 大面积斑点为低回声区。Jafari 等^[34]通过施加压缩应力并观察超声图像的变化, 计算弹性模量 (杨氏模量) 以区分激痛点; 超声弹性成像技术以图像色彩反映组织硬度 (正常肌肉主要表现绿色、黄色和红色), 而激痛点紧张带由于振幅峰值降低而出现蓝色, 两者有明显梯度改变^[35]。此外, 以灰阶超声测量肌肉厚度结合超声弹性成像测量应变比可能是评价激痛点的可靠方法^[36]。以上表明, 超声运用于激痛点的诊察需要结合定量分析或者运用一定的超声技术。

5. 红外热像图技术: 红外热像图技术用于动态测量皮肤温度, 是一种非接触式、无痛的方法。根据激痛点形成机制, 激痛点肌肉收缩能量消耗增加, 循环障碍影响散热, 致痛物质含量增加, 因此温度升高。在红外热像图中, 激痛点周围呈现出大小不一边界清楚的团块状或片状异常高温区, 与邻近区域温差值为 $(0.897 \pm 0.423) ^\circ\text{C}$ ^[37]。但也有研究^[38]表明, 慢性颈痛患者上斜方肌激痛点皮肤温度降低, 且静息时的肌电图 RMS 值越高, 温度越低。目前尚缺乏红外热像图诊察激痛点的系统研究报道, 而且红外热成像易受皮肤感染和设备环境等因素影响, 因此, 临床上红外热像图的结果仅供参考、辅助诊断或指导治疗定位。

物理治疗方法

虽然疼痛患者通常会服用止痛药、消炎药等药物, 但药物滥用和效果不佳等问题难以解决, 因此越来越多的患者选择接受物理治疗。Fleckenstein 等^[39]研究显示, 临床缓解激痛点疼痛常用的物理疗法主要是推拿手法 (81.1%)、经皮神经电刺激 (transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS) 疗法 (72.9%) 和针刺疗法 (60.2%) 等。54.3% 的临床医生认为现有的治疗方案不足, 表明迫切需要进行进一步的临床研究, 探索合理治疗策略。

一、针刺疗法

针刺疗法有很多种, 如干针、浮针、体针和小针刀等, 按起源可以划分为中医针刺疗法和干针疗法。干针疗法也称为激痛点针刺、肌内针刺, 是在不引入任何药物的情况下将针刺入皮肤的疗法, 适用于各种痛症的治疗^[40]。干针疗法源自注射疗法, 在指导理论、针刺位置定位、取穴模式、针法等均与中医针刺有相似和不同点^[41]。

1. 针刺止痛效果研究: ①针刺止痛的起效时间——由于针后肌肉酸痛, 针刺后即刻疼痛强度和压痛阈均无明显改善, 2 d 后显著降低^[42], 对此可在出针后进行缺血性按压以缓解疼痛感^[43]; ②止痛效应的持续时间——针刺的短期 (干预后 5 d)、中期 (干预后 4 周) 止痛效应显著^[44]; 还有研究认为, 止痛的效果可以保持 6 周^[45]; ③针的规格——局部针刺, 直径 0.25 mm、0.50 mm 和 0.90 mm 的针对疼痛均有改善作用, 但治疗后 3 个月直径 0.90 mm 的针止痛效果更好^[46]; ④局部抽搐反应与止痛效果——颈痛患者上斜方肌激痛点针刺, 采用不诱导抽搐反应、诱发 4 次、诱发 6 次、行针至不再诱发抽搐反应, 共 4 种干预方式, 虽然 1 周后随访时疼痛改善效果差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 但在诱发 6 次组和行针至不再诱发抽搐反应组中, 具有中度临床意义 (疼痛 VAS 评分降低 2 分或疼痛强度降低 30%) 的患者数量更多^[47]。

2. 针刺作用机制研究: 组织缺氧与致痛物质是激痛点恶性

循环中的重要环节,激痛点局部针刺的研究表明,针刺以剂量依赖的方式调节与疼痛、炎症和缺氧相关的各种生物化学物质,从而发挥止痛的疗效^[48];即刻止痛效应则与降低交感神经系统的过度活跃和运动终板的应激性有关^[49]。远端针刺的实验发现,其通过改变肌肉和脊髓的 P 物质水平调节近端激痛点的应激性,促使脊神经支配肌肉的激痛点敏感性降低^[50]。远端针刺还可以调节血清、脊髓、背根神经节和肌肉中脑啡肽和 β -内啡肽含量变化,表明内源性阿片系统可能是远端针刺对激痛点疼痛的止痛机制之一^[51]。

二、推拿手法治疗

推拿是一种非侵入性物理疗法,操作简便容易学习,可由患者在家中自我操作完成治疗。①推拿止痛效果:推拿干预后疼痛阈即刻升高,经过多次干预,疼痛阈仍上升^[52];②推拿的部位:不仅可以推拿激痛点局部,也可以选择同一神经支配的肌肉,如欲减轻胸锁乳突肌疼痛,可推拿胸锁乳突肌,同时干预同一神经支配的枕下肌疗效更好^[53];③推拿手法选择:推拿手法包含较多种类,如缺血性按压、摩法、滚法等均对激痛点疼痛有较好的改善作用^[54];④推拿工具的选择:与硬按摩球相比,软充气橡皮球更有利于深入压迫软组织,降低疼痛感^[55];⑤推拿手法的机制研究:在激痛点紧张带施加柔和、持续的手法刺激肌肉,可以解除病理性筋膜粘连,增加外周血流量并随后清除有害物质,还可以调节前额叶皮质,增加副交感神经活动而抑制交感神经活动,减少激痛点处运动终板的自发电活动,抑制过量乙酰胆碱的释放从而缓解肌肉过度收缩^[56-57];按压激痛点后局部乳酸水平增加,提示其可能通过促进无氧代谢改善能量代谢障碍^[58]。

三、电刺激疗法

电刺激疗法是将特定形式的电流输入人体以治疗疾病的方法,对诸如非特异性颈痛、慢性腰痛等疼痛疾病疗效显著,有 TENS 疗法、音乐电疗法和电针疗法等多种形式。Meta 分析显示,电刺激疗法可有效降低疼痛,其中电针较 TENS 有更好的止痛效果,高频刺激与治疗时间大于 15 min 疗效更好^[59]。临床研究显示,持续 1 周的激痛点和穴位 TENS 治疗均能有效改善脊髓损伤伴肌筋膜疼痛患者的疼痛、情绪和睡眠质量;与激痛点 TENS 相比,穴位 TENS 在疼痛强度和睡眠质量方面疗效更好^[60]。

四、红外线疗法

红外线产生温热效果,促进血液循环,被广泛用于周围神经病变和伤口愈合。动物研究^[61]显示,红外线疗法可以抑制激痛点肌肉终板噪声,但疗效不超过 1 周。临床研究表明^[62],远红外贴片和安慰剂贴片都可以缓解疼痛,且效果无差异,但压痛阈和最大疼痛耐受值在远红外贴片组中下降,可能因为治疗时间太短,红外线只渗透到皮肤并增加其敏感性,而肌肉并未受到影响。这表明红外疗法受皮肤厚度影响较大,为获得更好的疗效可能需要红外治疗设备或适度延长治疗时间。

五、其它疗法

除上述疗法外,还有冷喷雾、激光、冲击波、贴扎超声和拔罐等疗法,各有其优势。

总结与展望

激痛点的机制研究不断拓展,目前认为,激痛点与运动终

板功能异常、乙酰胆碱堆积、局部循环与能量代谢障碍、血管活性成分与炎症因子释放、中枢敏化等多个环节组成的恶性循环有关,表明激痛点是肌肉损伤继发局部能量代谢障碍所致的一种慢性肌肉病变结构。仍有如下方面有待进一步的探索:①不同方法建立的激痛点动物模型和人体激痛点之间机制异同;②筋膜成分在激痛点的发生发展中的作用;③激痛点各个环节详细通路探索。

现代科技的发展为激痛点的诊察提供了更多客观手段,不同的方式各有优势和劣势,但诊断缺乏金标准,尚未有一种手段单独运用可以准确区分激痛点导致的疼痛和其它疾病,只有将触诊、肌电图等多种临床和神经生理检查结合起来,才能更好地区分不同类型的疼痛疾病;其次,这些客观手段还需要结合科学的定量分析方式才能符合诊疗、科研需求。这亦表明在未来需要探索更为合理的诊察模式及相应的算法。

物理治疗方法种类较多,有针刺、推拿手法和电刺激疗法等,每种疗法有其优势,疗法之间可以相互配合,增强疗效,减少不良反应;其次,干预位置的选择不一定是激痛点本身,以神经支配或者中医穴位为指导,也可取得很好的疗效。但临床研究有不足之处:①缺乏量效关系研究,如治疗的频率、强度和时间等剂量参数仅凭经验和文献参考,尚未明确最佳范围;②部分研究缺乏严谨性,因此结论相左,可信度不佳;③部分临床研究缺乏客观指标和长期观察。因此,还需要通过大样本和严谨的研究设计来进行相关研究,以提供令人信服的证据支持。

参 考 文 献

- [1] Barbero M, Schneebeli A, Koetsier E, et al. Myofascial pain syndrome and trigger points: evaluation and treatment in patients with musculoskeletal pain[J]. Curr Opin Support Palliat Care, 2019, 13(3): 270-276. DOI: 10.1097/SPC.0000000000000445.
- [2] Money S. Pathophysiology of trigger points in myofascial pain syndrome[J]. J Pain Palliat Care Pharmacother, 2017, 31(2): 158-159. DOI: 10.1080/15360288.2017.1298688.
- [3] Bourgaize S, Newton G, Kumbhare D, et al. A comparison of the clinical manifestation and pathophysiology of myofascial pain syndrome and fibromyalgia: implications for differential diagnosis and management[J]. J Can Chiropr Assoc, 2018, 62(1): 26-41.
- [4] 克莱尔·戴维斯, 安伯·戴维斯. 触发点疗法[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 2018: 17.
- [5] Shah JP, Gilliams EA. Uncovering the biochemical milieu of myofascial trigger points using in vivo microdialysis: an application of muscle pain concepts to myofascial pain syndrome[J]. J Bodyw Mov Ther, 2008, 12(4): 371-384. DOI: 10.1016/j.jbmt.2008.06.006.
- [6] Liu QG, Liu L, Huang QM, et al. Decreased spontaneous electrical activity and acetylcholine at myofascial trigger spots after dry needling treatment: a pilot study[J]. Evid Based Complement Alternat Med, 2017, 2017: 3938191. DOI: 10.1155/2017/3938191.
- [7] Zhang H, Lü JJ, Huang QM, et al. Histopathological nature of myofascial trigger points at different stages of recovery from injury in a rat model[J]. Acupunct Med, 2017, 35(6): 445-451. DOI: 10.1136/acupmed-2016-011212.
- [8] Li LH, Huang QM, Barbero M, et al. Quantitative proteomics analysis to identify biomarkers of chronic myofascial pain and therapeutic targets of dry needling in a rat model of myofascial trigger points[J]. J

- Pain Res, 2019, 12: 283-298. DOI: 10.2147/JPR.S185916.
- [9] 刘琳. 基于肌梭和蛋白质组学研究探讨慢性肌筋膜触发点的发病机理[D]. 上海: 上海体育学院, 2018.
- [10] Liu QG, Huang QM, Liu L, et al. Structural and functional abnormalities of motor endplates in rat skeletal model of myofascial trigger spots [J]. *Neurosci Lett*, 2019, 711: 134417. DOI: 10.1016/j.neulet.2019.134417.
- [11] Lv H, Li Z, Hu T, et al. The shear wave elastic modulus and the increased nuclear factor kappa B (NF- κ B/p65) and cyclooxygenase-2 (COX-2) expression in the area of myofascial trigger points activated in a rat model by blunt trauma to the vastus medialis [J]. *J Biomech*, 2018, 66: 44-50. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2017.10.028.
- [12] Zhang Y, Du NY, Chen C, et al. Acupotomy alleviates energy crisis at rat myofascial trigger points [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2020, 2020: 5129562. DOI: 10.1155/2020/5129562.
- [13] Ozden AV, Alptekin HK, Esmailzadeh S, et al. Evaluation of the sympathetic skin response to the dry needling treatment in female myofascial pain syndrome patients [J]. *J Clin Med Res*, 2016, 8(7): 513-518. DOI: 10.14740/jocmr2589w.
- [14] Cigarún-Méndez M, Jiménez-Antona C, Parás-Bravo P, et al. Active trigger points are associated with anxiety and widespread pressure pain sensitivity in women, but not men, with tension type headache [J]. *Pain Pract*, 2019, 19(5): 522-529. DOI: 10.1111/papr.12775.
- [15] Healy GM, Finn DP, O'Gorman DA, et al. Pretreatment anxiety and pain acceptance are associated with response to trigger point injection therapy for chronic myofascial pain [J]. *Pain Med*, 2015, 16(10): 1955-1966. DOI: 10.1111/pme.12781.
- [16] Cao L, Gao Y, Wu K, et al. Sympathetic hyperinnervation in myofascial trigger points [J]. *Med Hypotheses*, 2020, 139: 109633. DOI: 10.1016/j.mehy.2020.109633.
- [17] Palacios-Ceña M, Wang K, Castaldo M, et al. Trigger points are associated with widespread pressure pain sensitivity in people with tension-type headache [J]. *Cephalalgia*, 2018, 38(2): 237-245. DOI: 10.1177/0333102416679965.
- [18] Nystrom NA, Freeman MD. Central sensitization is modulated following trigger point anesthetization in patients with chronic pain from whiplash trauma. A double-blind, placebo-controlled, crossover study [J]. *Pain Med*, 2018, 19(1): 124-129. DOI: 10.1093/pm/pnx014.
- [19] Xie P, Qin B, Song G, et al. Microstructural abnormalities were found in brain gray matter from patients with chronic myofascial pain [J]. *Front Neuroanat*, 2016, 10: 122. DOI: 10.3389/fnana.2016.00122.
- [20] Meng F, Ge HY, Wang YH, et al. Myelinated afferents are involved in pathology of the spontaneous electrical activity and mechanical hyperalgesia of myofascial trigger spots in rats [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015: 404971. DOI: 10.1155/2015/404971.
- [21] Meng F, Ge HY, Wang YH, et al. A afferent fibers are involved in the pathology of central changes in the spinal dorsal horn associated with myofascial trigger spots in rats [J]. *Exp Brain Res*, 2015, 233(11): 3133-3143. DOI: 10.1007/s00221-015-4382-x.
- [22] 刘琳, 刘庆广, 薄成志, 等. 基于 H 反射通路探究大鼠慢性肌筋膜疼痛触发点的发病机制 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2017, 23(11): 24-29. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2017.11.004.
- [23] 李丽辉, 黄强民, 刘琳, 等. 精准针刺激痛点联合拉伸对大鼠前扣带皮层 CREB 表达及其磷酸化的影响 [J]. *中国疼痛医学杂志*, 2019, 25(2): 13-19. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9852.2019.02.003.
- [24] Fernández-de-Las-Peñas C, Dommerholt J. International consensus on diagnostic criteria and clinical considerations of myofascial trigger points: a delphi study [J]. *Pain Med*, 2018, 19(1): 142-150. DOI: 10.1093/pm/pnx207.
- [25] Yu SH, Kim HJ. Electrophysiological characteristics according to activity level of myofascial trigger points [J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(9): 2841-2843. DOI: 10.1589/jpts.27.2841.
- [26] Wytrazek M, Huber J, Lisinski P. Changes in muscle activity determine progression of clinical symptoms in patients with chronic spine-related muscle pain. A complex clinical and neurophysiological approach [J]. *Funct Neurol*, 2011, 26(3): 141-149.
- [27] Florencio LL, Ferracini GN, Chaves TC, et al. Active trigger points in the cervical musculature determine the altered activation of superficial neck and extensor muscles in women with migraine [J]. *Clin J Pain*, 2017, 33(3): 238-245. DOI: 10.1097/AJP.0000000000000390.
- [28] 丁晨莉, 马彦韬, 黄强民, 等. 利用样本熵分析针刺肌筋膜疼痛触发点的疗效 [J]. *针刺研究*, 2018, 43(2): 127-132. DOI: 10.13702/j.1000-0607.170155.
- [29] Chen Q, Wang HJ, Gay RE, et al. Quantification of myofascial taut bands [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2016, 97(1): 67-73. DOI: 10.1016/j.apmr.2015.09.019.
- [30] Sollmann N, Mathonia N, Weidlich D, et al. Quantitative magnetic resonance imaging of the upper trapezius muscles - assessment of myofascial trigger points in patients with migraine [J]. *J Headache Pain*, 2019, 20(1): 8. DOI: 10.1186/s10194-019-0960-9.
- [31] Kumbhare DA, Elzibak AH, Noseworthy MD. Assessment of myofascial trigger points using ultrasound [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2016, 95(1): 72-80. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000376.
- [32] Kumbhare D, Shaw S, Ahmed S, et al. Quantitative ultrasound of trapezius muscle involvement in myofascial pain: comparison of clinical and healthy population using texture analysis [J]. *J Ultrasound*, 2020, 23(1): 23-30. DOI: 10.1007/s40477-018-0330-5.
- [33] Kumbhare D, Shaw S, Grosman-Rimon L, et al. Quantitative ultrasound assessment of myofascial pain syndrome affecting the trapezius: a reliability study [J]. *J Ultrasound Med*, 2017, 36(12): 2559-2568. DOI: 10.1002/jum.14308.
- [34] Jafari M, Bahrpeyma F, Mokhtari-Dizaji M, et al. Novel method to measure active myofascial trigger point stiffness using ultrasound imaging [J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2018, 22(2): 374-378. DOI: 10.1016/j.jbmt.2017.06.019.
- [35] Takla MK, Razeq NM, Kattabei O, El-Lythy MA. A comparison between different modes of real-time sonoelastography in visualizing myofascial trigger points in low back muscles [J]. *J Man Manip Ther*, 2016, 24(5): 253-263. DOI: 10.1179/2042618614Y.0000000084.
- [36] Salavati M, Akhbari B, Takamjani IE, et al. Reliability of the upper trapezius muscle and fascia thickness and strain ratio measures by ultrasonography and sonoelastography in participants with myofascial pain syndrome [J]. *J Chiropr Med*, 2017, 16(4): 316-323. DOI: 10.1016/j.jcm.2017.06.003.
- [37] 朱田田, 马重兵, 盛雪燕, 等. 激痛点联合穴位针刺治疗主观性耳鸣临床研究 [J]. *中国中医药信息杂志*, 2016, 23(9): 28-31. DOI: 10.3969/j.issn.1005-5304.2016.09.007.
- [38] Girasol CE, Dibai-Filho AV, de Oliveira AK, et al. Correlation between skin temperature over myofascial trigger points in the upper trapezius muscle and range of motion, electromyographic activity, and

- pain in chronic neck pain patients[J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2018,41(4):350-357. DOI:10.1016/j.jmpt.2017.10.009.
- [39] Fleckenstein J, Zaps D, Rüger LJ, et al. Discrepancy between prevalence and perceived effectiveness of treatment methods in myofascial pain syndrome: results of a cross-sectional, nationwide survey[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2010, 11: 32. DOI: 10.1186/1471-2474-11-32.
- [40] Stoychev V, Finestone AS, Kalichman L. Dry needling as a treatment modality for tendinopathy: a narrative review[J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2020, 13(1):133-140. DOI:10.1007/s12178-020-09608-0.
- [41] 黄强民,张亚丹,马彦韬,等.肌筋膜触发点的理解:针灸与干针之争和现代针理学[J]. *中国针灸*, 2018, 38(7):779-784. DOI: 10.13703/j.0255-2930.2018.07.027.
- [42] Ziaefar M, Arab AM, Nourbakhsh MR. Clinical effectiveness of dry needling immediately after application on myofascial trigger point in upper trapezius muscle[J]. *J Chiropr Med*, 2016, 15(4):252-258. DOI:10.1016/j.jcm.2016.08.009.
- [43] Martín-Pintado-Zugasti A, López-López A, González-Gutiérrez JL, et al. The role of psychological factors in the perception of postneedling soreness and the influence of postneedling intervention[J]. *PM R*, 2017, 9(4):348-355. DOI:10.1016/j.pmrj.2016.07.529.
- [44] Dogan N, Şengül İ, Akçay-Yalbuzağ Ş, et al. Kinesio taping versus dry needling in the treatment of myofascial pain of the upper trapezius muscle: a randomized, single blind (evaluator), prospective study[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2019, 32(5):819-827. DOI:10.3233/BMR-181162.
- [45] Gerber LH, Sikdar S, Aredo JV, et al. Beneficial effects of dry needling for treatment of chronic myofascial pain persist for 6 weeks after treatment completion[J]. *PM R*, 2017, 9(2):105-112. DOI:10.1016/j.pmrj.2016.06.006.
- [46] Wang G, Gao Q, Li J, et al. Impact of needle diameter on long-term dry needling treatment of chronic lumbar myofascial pain syndrome[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2016, 95(7):483-494. DOI:10.1097/PHM.0000000000000401.
- [47] Fernández-Carnero J, Gilarranz-de-Frutos L, León-Hernández JV, et al. Effectiveness of different deep dry needling dosages in the treatment of patients with cervical myofascial pain: a pilot RCT[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2017, 96(10):726-733. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000733.
- [48] Hsieh YL, Yang SA, Yang CC, et al. Dry needling at myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles modulates the biochemicals associated with pain, inflammation, and hypoxia[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2012, 2012:342165. DOI:10.1155/2012/342165.
- [49] Abbaszadeh-Amirdehi M, Ansari NN, Naghdi S, et al. Therapeutic effects of dry needling in patients with upper trapezius myofascial trigger points[J]. *Acupunct Med*, 2017, 35(2):85-92. DOI:10.1136/acupmed-2016-011082.
- [50] Hsieh YL, Yang CC, Liu SY, et al. Remote dose-dependent effects of dry needling at distant myofascial trigger spots of rabbit skeletal muscles on reduction of substance P levels of proximal muscle and spinal cords[J]. *Biomed Res Int*, 2014, 2014:982121. DOI:10.1155/2014/982121.
- [51] Hsieh YL, Hong CZ, Liu SY, et al. Acupuncture at distant myofascial trigger spots enhances endogenous opioids in rabbits: a possible mechanism for managing myofascial pain[J]. *Acupunct Med*, 2016, 34(4):302-309. DOI:10.1136/acupmed-2015-011026.
- [52] Moraska AF, Schmiede SJ, Mann JD, et al. Responsiveness of myofascial trigger points to single and multiple trigger point release massages: a randomized, placebo controlled trial[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2017, 96(9):639-645. DOI:10.1097/PHM.0000000000000728.
- [53] Kim SJ, Lee JH. Effects of sternocleidomastoid muscle and suboccipital muscle soft tissue release on muscle hardness and pressure pain of the sternocleidomastoid muscle and upper trapezius muscle in smartphone users with latent trigger points[J]. *Medicine*, 2018, 97(36):e12133. DOI:10.1097/MD.00000000000012133.
- [54] 李新建,陈南君,杨建宇,等.激痛点缺血性压迫治疗颈肩肌筋膜疼痛综合征疗效观察[J]. *康复学报*, 2020, 30(2):140-144. DOI:10.3724/SP.J.1329.2020.02011.
- [55] Kim Y, Hong Y, Park HS. A soft massage tool is advantageous for compressing deep soft tissue with low muscle tension: Therapeutic evidence for self-myofascial release[J]. *Complement Ther Med*, 2019, 43:312-318. DOI:10.1016/j.ctim.2019.01.001.
- [56] Kodama K, Takamoto K, Nishimaru H, et al. Analgesic effects of compression at trigger points are associated with reduction of frontal polar cortical activity as well as functional connectivity between the frontal polar area and insula in patients with chronic low back pain: a randomized trial[J]. *Front Syst Neurosci*, 2019, 13:68. DOI:10.3389/fn-sys.2019.00068.
- [57] 徐安乐,黄强民,嵇丽娟,等.缺血性按压治疗肌筋膜疼痛综合征的研究现状[J]. *按摩与康复医学*, 2018, 9(16):89-93. DOI:10.3969/j.issn.1008-1879.2018.16.044.
- [58] Moraska AF, Hickner RC, Rzasa-Lynn R, et al. Increase in lactate without change in nutritive blood flow or glucose at active trigger points following massage: a randomized clinical trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2018, 99(11):2151-2159. DOI:10.1016/j.apmr.2018.06.030.
- [59] Ahmed S, Haddad C, Subramaniam S, et al. The effect of electric stimulation techniques on pain and tenderness at the myofascial trigger point: a systematic review[J]. *Pain Med*, 2019, 20(9):1774-1788. DOI:10.1093/pm/pny278.
- [60] Chiou YF, Yeh ML, Wang YJ. Transcutaneous electrical nerve stimulation on acupuncture points improves myofascial pain, moods, and sleep quality[J]. *Rehabil Nurs*, 2020, 45(4):225-233. DOI:10.1097/RN.J.0000000000000198.
- [61] Kuan TS, Lin YC, Lien WC, et al. The effect of monochromatic infrared photo energy on the irritability of myofascial trigger spot of rabbit skeletal muscle[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015:816956. DOI:10.1155/2015/816956.
- [62] Lai YT, Chan HL, Lin SH, et al. Far-infrared ray patches relieve pain and improve skin sensitivity in myofascial pain syndrome: a double-blind randomized controlled study[J]. *Complement Ther Med*, 2017, 35:127-132. DOI:10.1016/j.ctim.2017.10.007.

(修回日期:2022-03-02)

(本文编辑:汪 玲)