

肌电图检查中疼痛问题的研究进展

许惊飞 王劲松 何红晨 何成奇

四川大学华西医院康复医学科, 成都 610041

通信作者: 何成奇, Email: hxkfhcq@126.com

【摘要】 肌电图检查是一项有创检查, 广泛用于周围神经病变的诊断和评估。该项检查需要给予一定强度的电流刺激神经, 并将针电极插入肌肉且移动, 患者会感到疼痛与不适, 疼痛程度大多为轻到中度。多种因素可以影响疼痛程度, 包括电刺激强度、针电极类型、检查者技术水平和患者情绪等。检查者可以通过加强沟通、改善检查技术减少患者的痛苦, 必要时借助药物辅助减轻疼痛。

【关键词】 神经传导研究; 肌电图; 针电极; 疼痛

基金项目: 四川省干部保健科研课题基金资助(川干研 2018-120)

Funding: Sichuan Province Cadres Health Care Research Foundation (2018-120)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.07.021

广义的肌电图检查主要包括神经传导速度测定、针极肌电图检查、F 波测定、H 反射测定、重复神经电刺激检查等, 是神经肌肉疾病的有效诊断工具之一^[1]。随着经济的快速发展和电诊断学技术的不断创新, 肌电图检查在各级医院神经内科和康复科的应用不断普及, 部分医院设立了专业的神经电生理检查室。肌电图检查是有创检查, 检查过程中需要给予一定强度的电流刺激神经, 并针刺肌肉, 患者会感到疼痛与不适, 这在一定程度上限制了该项技术的广泛应用。国外有学者对肌电图检查过程中的疼痛问题进行了研究^[2], 而国内的相关报道较少。本文就肌电图检查过程中的疼痛问题综述如下。

疼痛的特点

在进行神经传导速度测定、F 波测定、H 反射测定及重复神经电刺激检查过程中, 会使用外部电流刺激神经。电刺激时患者会有触电感, 若电流强度过大, 会产生明显的刺痛感, 且刺激强度越大, 疼痛感越明显。重复神经电刺激时, 刺激频率较高, 患者的疼痛感会更显著。采用视觉模拟评分法对患者的疼痛进行评估, 发现患者在神经传导速度检查中的疼痛程度平均为 3.4 分, 为中度疼痛, 且不同的神经、电刺激持续时间对神经传导速度检查引起的疼痛也有影响^[3]。Tamura 等^[4]将时间为 0.05 ms、0.20 ms、1.00 ms 的电刺激作用于胫神经和正中神经, 发现胫神经疼痛程度较正中神经明显, 且刺激时间为 0.20 ms 的电刺激引起的疼痛较轻。

在进行针极肌电图检查时, 需将针电极插入皮肤并在肌肉中移动, 由于会对皮肤和肌肉造成微损伤, 患者多会感到疼痛与不适, 表现为刺痛或锐痛, 也可表现为钝痛或烧灼痛^[5]。如果针电极插入位置与神经所处位置相近, 如运动终板区, 患者会出现局部抽搐和痉挛性疼痛^[6]。因神经损伤, 多数患者均存在神经性疼痛, 可能会导致患者对针刺引起的痛觉更敏感。有研究报道, 患者因肌电图检查引起的疼痛阈跨度较大, 视觉模拟评分法评分为 2~9 分, 其评分差别较大的原因与个体对疼痛耐受程度不同有关, 但大部分患者感受到的疼痛为轻到中度^[3, 6-8]。

肌电图检查结束后很少遗留疼痛感。在检查结束 10~20 min 后, 视觉模拟评分法评分明显降低至 1.0~1.5 分^[2]。但 Watson 等^[9]曾报道 1 例 48 岁的男性患者, 在左侧胫前肌进行针极肌电图检查后, 出现复杂性区域性疼痛综合征, 表现为左下肢持续性的异常性疼痛和痛觉过敏、血管收缩障碍、排汗障碍、肿胀等, 经腰交感神经阻滞, 疼痛可在短时间内缓解。

疼痛的影响因素

对神经进行电刺激时, 其疼痛程度主要与电刺激的强度和持续时间有关。电刺激强度越大、持续时间越长, 患者的不适感越明显。如采用 0.20 ms 的电流刺激胫神经, 其引起的疼痛程度明显轻于 0.05 ms 和 1.00 ms 的电流^[4]。由于引出最大复合肌肉动作电位需要电刺激达到超强刺激, 0.05 ms 的电流需要较大的刺激强度才能达到超强刺激, 而 1 ms 的电流虽然仅需较小的刺激强度就能达到超强刺激, 但持续时间较长。过大的刺激强度或过长时间的刺激均会导致明显的疼痛。因此, 临床上常选用 0.10 ms 或 0.20 ms 的电流进行神经传导速度检查。此外, 有研究报道, 患者的依从性越高, 疼痛程度越低^[10]。

针极肌电图是肌电图检查造成疼痛的主要因素。当针电极穿过皮肤、刺入肌肉时, 针电极可能会插入运动终板, 导致明显疼痛, 其机制可能与该处的疼痛纤维密度较其它区域密集有关^[11]。此外, 针电极的直径也会影响疼痛的程度, 针电极的直径越小, 疼痛感越轻。如采用较粗的 27G 针电极时, 疼痛发生率为 40.3%, 采用较细的 30G 针电极时, 疼痛发生率为 30.8%^[5]。除针电极直径外, 其类型也会对疼痛程度造成影响。较早的研究表明, 单极针较细, 对组织的损伤较小, 与同心针相比, 单极针导致的疼痛程度较轻^[2, 12]。但后续也有研究报道, 单极针与同心针所引起的疼痛感差异无统计学意义^[6, 13]。造成这种差异的原因, 可能与早期研究中使用的同心针电极直径较大、针尖较钝、消毒后重复使用有关。

针极肌电图检查常见的并发症为出血, 肌内血肿发生率为 1.5~2.0%^[14-15]。Meadows 等^[16]认为, 肌内出血不是针极肌电图引起疼痛的原因, 在对机械刺激敏感的痛点部位进针才是引

起明显疼痛的原因。后来的研究证实了这个观点,表明了疼痛与肌肉出血无相关性^[5]。

不同部位肌肉对针刺的敏感性不同,也会影响疼痛程度。有研究对比了多个肌肉进行针极肌电图检查时的疼痛程度,结果发现股直肌、趾短伸肌、踇展肌、趾长伸肌、拇短展肌、腓肠肌内侧头和胸旁肌疼痛感最明显,而三角肌和臀中肌疼痛感最轻^[11]。同一肌群中,股内侧肌较外侧肌的疼痛明显,而由于仰卧位下激活困难,腓肠肌内侧头检查时会出现异常疼痛,这种肌肉间疼痛差异的原因目前尚不清楚,且肌肉的测定顺序和检查所用的时间对疼痛程度无显著影响^[17]。

肌电图检查者的技术水平会对疼痛程度造成一定的影响。有研究报道,进针和动针的速度会影响患者的疼痛感^[7]。若针电极缓慢刺入肌肉,患者会感觉到钝痛,而快速进针则感受不到疼痛^[6]。在移动针电极检查自发电位时,针电极的移动幅度越小,疼痛程度越轻^[7]。

性别可能也是影响针极肌电图检查过程中疼痛的因素之一。虽然有研究报道,患者自我评估的疼痛程度在性别层面无显著差异,但检查者可以观察到女性患者的疼痛表现较男性患者明显^[7,10]。也有研究发现,女性的疼痛评分明显高于男性^[6,8]。分析认为,这可能与社会文化、心理因素和生物学因素导致的女性对伤害性疼痛的敏感性高于男性有关^[18]。

患者的担心和焦虑情绪、过去的疼痛经验也会加重疼痛。由于担心检查过程和结果,44%的患者在检查前有明显的焦虑情绪^[19]。有研究表明,21.0%的成人有与针相关的焦虑和疼痛经验,8.2%的成人对针有剧烈的恐惧感^[4]。对针的恐惧可能会导致晕厥发生,焦虑又会进一步加重疼痛感。患者常常因为害怕疼痛而无法放松肌肉,导致局部排汗,且无法配合检查者进行肌肉放松及主动收缩,继而影响到运动单位电位的收集,导致检查结果出现偏差。部分检查者会选择忽略针极肌电图这一重要步骤,但这对于疾病的诊断和评估是不利的,会对检查结果的全面性和可靠性造成影响。实际上,82%的患者在检查过程中体验到的疼痛程度比预期的疼痛程度低,分析认为与患者自身的焦虑情绪有关^[20]。

此外,还有一些其它因素可能会对肌电图检查过程中的疼痛造成影响,如患者的体重、年龄等。在老年患者和体重指数较高的患者中,进行神经传导速度测定时出现的疼痛可能较针极肌电图检查时的疼痛明显^[21]。针极肌电图检查时,患者年龄越大,疼痛程度越明显^[10]。

缓解疼痛的措施

肌电图检查过程中的疼痛与不适,可能是限制患者配合度、影响检查结果的一个重要因素。因患者感到疼痛、无法耐受检查,肌电图检查者常选择改变检查计划,或避开部分肌肉检查,甚至提前结束检查。大多数接受肌电图检查的患者,其因所患疾病,本身即存在感觉异常,如疼痛、感觉过敏等。如何在检查过程中,尽量减轻患者疼痛就显得十分必要。

首先,肌电图检查者应与患者充分沟通。虽然大多数患者能够忍受检查过程中的疼痛,但检查环境的特殊、对检查过程的未知和对针的恐惧,均可能会加重患者的疼痛感。所以,在检查前应向患者充分解释整个检查过程,在进行电刺激或进针前提醒患者做好心理准备,促使患者信任检查者、积极配合检

查,对于减轻患者疼痛和焦虑情绪非常重要。检查过程中,也可以与患者简单交谈,分散注意力,通过干扰对疼痛的感知、触发愉悦的心情来减轻检查过程中的疼痛感^[10]。

其次,在检查过程中,检查者可以通过一些技术细节帮助患者减轻疼痛。在进行神经传导速度测定时,刺激电流强度应逐步增加,达到超强刺激后不再增加刺激强度,避免检查初始就使用高强度电流刺激,甚至直接使用机器最大输出强度进行电刺激。行针极肌电图检查时,转移患者对针头的注意力。提醒患者后,检查者用手指绷紧局部皮肤,平滑快速地将针插入到皮下或者肌肉浅层,以减轻插针时的疼痛。同时用手指拍击紧邻进针部位也是减轻疼痛简单而有效的方法^[22]。动针时应小幅度移动。针极肌电图检查中最突出的不适感来自于针穿过肌肉的过程,为减少这种不适感,可沿着直线在小范围(0.5~1.0 mm)内动针。避免过于频繁地动针,每次动针之间需要 1 s 或更长的停顿,以便于观察异常电位的发放^[23]。在同一神经节段或周围神经支配的肌肉中,可选择疼痛程度较小的肌肉进行检查,如检查股神经支配的肌肉时,可选择对疼痛感知较小的股外侧肌作为代表肌,能减少患者的疼痛感,且不影响检查结果^[17]。

再者,如有必要,可考虑在检查前或检查过程中,借助止痛药或镇静剂减轻疼痛。一项双盲交叉试验研究表明,在进行针极肌电图检查前 2 h 口服布洛芬 400 mg,检查后患者的短期疼痛较安慰组明显减少^[24]。也有使用 50 mg 哌替啶、10 mg 美沙酮联合 25 mg 异丙嗪来减轻检查过程中的疼痛和焦虑症状^[25]。有研究报道,对患者腓肠肌外用冷却蒸汽喷雾,对肱二头肌外用氯化乙基喷雾,患者对针刺的疼痛感可明显减轻,73%的受试者表示在以后的检查中同意使用药物喷雾剂减少疼痛^[26-27]。对于不能耐受疼痛的患者,检查者可以考虑使用药物辅助来减轻疼痛。

小结

综上所述,临床上进行肌电图检查时,检查者除关注检查结果外,还应该对患者的自身感受给予足够的重视。患者的疼痛程度大多为轻到中度,检查者可以通过改善检查技术减少患者的痛苦,必要时借助药物辅助减轻疼痛,顺利完成检查。

参考文献

- [1] 管宇宙. 肌电图规范化检测和临床应用共识修订版[J]. 中华神经科杂志, 2015, 48(11): 950-964. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.11.005.
- [2] Spence WR, Guyton JD. Control of pain during electromyography[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1966, 47(12): 771-775.
- [3] Dikmen PY, Aysevener EO, Aydinlar EI, et al. Relationship between pain and emotional state in patients undergoing electromyography[J]. Nropsikiyatri Arivi, 2012, 49(1): 48-52. DOI: 10.4274/npa.y6221.
- [4] Tamura A, Sonoo M, Hoshino S, et al. Stimulus duration and pain in nerve conduction studies[J]. Muscle Nerve, 2013, 47(1): 12-16. DOI: 10.1002/mus.23446.
- [5] Egekvist H, Bjerring P, Arendt-Nielsen L. Pain and mechanical injury of human skin following needle insertions[J]. Eur J Pain, 1999, 3(1): 41-49. DOI: 10.1053/eujp.1998.0099.
- [6] Walker WC, Keyser-Marcus LA, Johns JS, et al. Relation of electro-

- myography-induced pain to type of recording electrodes [J]. *Muscle Nerve*, 2001, 24(3): 417-420. DOI: 10.1002/1097-4598(200103)24.
- [7] Strommen JA, Daube JR. Determinants of pain in needle electromyography [J]. *Clin Neurophysiol*, 2001, 112(8): 1414-1418. DOI: 10.1016/s1388-2457(01)00552-1.
- [8] Yalinay DP, Aydinlar EI, Karlikaya G. Pain levels of examined muscles and gender differences in pain during electromyography [J]. *Agri*, 2015, 27(2): 79-82. DOI: 10.5505/agri.2015.32154.
- [9] Watson JC. Complex regional pain syndrome induced by needle electromyography: a case report [J]. *Clin Neurophysiol*, 2009, 120(2): 123. DOI: 10.1016/j.clinph.2008.10.135.
- [10] Delimar V, Milos O, Hancevic M, et al. Factors contributing to the reduction of pain during electromyography and nerve conduction studies [J]. *Psychiatr Danub*, 2019, 31(5): 774-780.
- [11] London ZN. Safety and pain in electrodiagnostic studies [J]. *Muscle Nerve*, 2017, 55(2): 149-159. DOI: 10.1002/mus.25421.
- [12] Sherman HB, Walker FO, Donofrio PD. Sensitivity for detecting fibrillation potentials: a comparison between concentric and monopolar needle electrodes [J]. *Muscle Nerve*, 1990, 13(11): 1023-1026. DOI: 10.1002/mus.880131104.
- [13] Balbierz JM, Petajan JH, Alder SC, et al. Differences in pain perception in women using concentric and monopolar needles [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87(10): 1403-1406. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.06.017.
- [14] Caress JB. Bleeding and electromyography: the needle and the damage (not) done [J]. *Muscle Nerve*, 2011, 44(3): 313-315. DOI: 10.1002/mus.22137.
- [15] Lynch SL, Boon AJ, Smith J, et al. Complications of needle electromyography: hematoma risk and correlation with anticoagulation and antiplatelet therapy [J]. *Muscle Nerve*, 2008, 38(4): 1225-1230. DOI: 10.1002/mus.21111.
- [16] Meadows JC. Observations on muscle pain in man, with particular reference to pain during needle electromyography [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1970, 33(4): 519-523. DOI: 10.1136/jnnp.33.4.519.
- [17] London ZN, Burke JF, Hazan R, et al. Electromyography-related pain: muscle selection is the key modifiable study characteristic [J]. *Muscle Nerve*, 2014, 49(4): 570-574. DOI: 10.1002/mus.23974.
- [18] Haas P, Falkner-Radler C, Wimpfissinger B, et al. Needle size in intravitreal injections - pain evaluation of a randomized clinical trial [J]. *Acta Ophthalmol*, 2016, 94(2): 198-202. DOI: 10.1111/aos.12901.
- [19] Jan MM, Schwartz M, Benstead TJ. EMG related anxiety and pain: a prospective study [J]. *Can J Neurol Sci*, 1999, 26(4): 294-297. DOI: 10.1017/s031716710000041x.
- [20] Dikmen PY, Aydinlar EI, Karlikaya G. Expected and experienced pain levels in electromyography [J]. *Noro Psikiyatir Ars*, 2013, 50(4): 364-367. DOI: 10.4274/npa.y6699.
- [21] Jerath NU, Strader SB, Reddy CG, et al. Factors influencing aversion to specific electrodiagnostic studies [J]. *Brain Behav*, 2014, 4(5): 698-702. DOI: 10.1002/brb3.240.
- [22] Pohl M, Rosler A, Sunkeler I, et al. Insertion pain in needle electromyography can be reduced by simultaneous finger slapping [J]. *Neurology*, 2000, 54(5): 1201-1202. DOI: 10.1212/wnl.54.5.1201-a.
- [23] Daube JR, Rubin DI. Needle electromyography [J]. *Muscle Nerve*, 2009, 39(2): 244-270. DOI: 10.1002/mus.21180.
- [24] El-Salem K, Shakhatreh M. Prospective double-blind crossover trial of ibuprofen in reducing EMG pain [J]. *Muscle Nerve*, 2008, 38(2): 1016-1020. DOI: 10.1002/mus.21017.
- [25] Slack D, Nelson L, Patterson D, et al. The feasibility of hypnotic analgesia in ameliorating pain and anxiety among adults undergoing needle electromyography [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2009, 88(1): 21-29. DOI: 10.1097/PHM.0b013e318181e00bd.
- [26] Moon YE, Kim SH, Choi WH. Comparison of the effects of vapocoolant spray and topical anesthetic cream on pain during needle electromyography in the medial gastrocnemius [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2013, 94(5): 919-924. DOI: 10.1016/j.apmr.2012.12.008.
- [27] Moon YE, Kim SH. Effects of ethyl chloride spray on pain and parameters of needle electromyography in the upper extremity [J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2014, 93(10): 869-875. DOI: 10.1097/PHM.000000000000106.

(修回日期:2022-05-20)

(本文编辑:凌琛)

· 外刊撷英 ·

Emerging cellular-based therapies in carbon monoxide poisoning

【Jang DH, Piel S, Greenwood JC, et al. *Am J Physiol Cell Physiol*, 2021, 321(2): C269-C275.】

Abstract Carbon monoxide (CO) is an odorless and colorless gas with multiple sources that include engine exhaust, faulty furnaces, and other sources of incomplete combustion of carbon compounds such as house fires. The most serious complications for survivors of consequential CO exposure are persistent neurological sequelae occurring in up to 50% of patients. CO inhibits mitochondrial respiration by specifically binding to the heme a₃ in the active site of CIV-like hydrogen sulfide, cyanide, and phosphides. Although hyperbaric oxygen remains the cornerstone for treatment, it has variable efficacy requiring new approaches to treatment. There is a paucity of cellular-based therapies in the area of CO poisoning, and there have been recent advancements that include antioxidants and a mitochondrial substrate prodrug. The succinate prodrugs derived from chemical modification of succinate are endeavored to enhance delivery of succinate to cells, increasing uptake of succinate into the mitochondria, and providing metabolic support for cells. The therapeutic intervention of succinate prodrugs is thus potentially applicable to patients with CO poisoning via metabolic support for fuel oxidation and possibly improving efficacy of HBO therapy.