

脊髓前动脉综合征诊疗进展

雍清锋¹ 樊成虎^{2△} 唐晓栋² 金芳全¹ 刘川源¹

【关键词】 脊髓前动脉综合征;急性缺血性脊髓病;诊疗;进展

【中图分类号】 R68 【文献标志码】 A 【文章编号】1005-0205(2022)01-0081-04

脊髓前动脉综合征(Anterior Spinal Artery Syndrome, ASAS)是急性缺血性脊髓梗死极为罕见的病因^[1-2]。大约 5%~8%的急性脊髓病是由血管原因引起的,如脊髓梗死(Spinal Cord Infarction, SCI)。在美国的发病率为每 10 万人中 3.1 人^[3]。在某些研究中,ASAS 属于脊髓梗死(Spinal Cord Infarction, SCI),是 SCI 中最常见的病因(占 87.2%)^[4]。1904 年 Preobraschenki 首次描述了该神经系统疾病^[5],Spider 在 1909 年记录了病理解剖学描述^[6]。ASAS 的文章多以病案报道形式发表,尚无系统整理,现对其诊断、治疗及康复进行综述,以期更好地指导临床治疗。

1 诊断

ASAS 的诊断通常需要将病史与体格检查相结合,特殊的临床表现可以快速的对该疾病做出诊断,相关辅助检查可以确诊 ASAS^[1]。因病情发展较快,以及各地的医疗水平受限,虽然扩散加权磁共振成像(DWI)检查对 ASAS 的早期诊断有积极意义,但仍以磁共振成像(MRI)检查结果作为诊断的金标准。血管造影技术(CTA、DSA)可以根据具体情况应用,明确责任节段,而实验室检查主要是用以排除其他症状类似的疾病。

1.1 体格检查

通常 ASAS 首先出现的症状是急性背痛,在大多数情况下其神经功能损伤所在的平面与 ASAS 所发生的平面对应。该疾病的神经功能损伤表现为在脊髓梗死水平以下,存在双侧运动功能丧失/功能障碍、疼痛和温度觉丧失,本体觉、振动觉、精细触摸和位置觉得到保留^[1,7]。如果侧角受到影响,那么患者可能会出现自主神经功能障碍,如肠/膀胱功能障碍、低血压和心动过缓。由于 ASAS 病情进展比较快,后期的症状和体征(包括痉挛、反射亢进、神经源性膀胱和性

功能障碍等)通常也在就诊时已经表现出来。

1.2 辅助检查

1.2.1 扩散加权磁共振成像 扩散加权磁共振成像(DWI)是显示早期梗死的最佳序列。然而由于脑脊液的流动伪影、脊髓与骨的紧密接近引起的易感性以及由于纵向白质束和椎管的生理曲度引起的各项扩散因素^[8-9],脊髓 DWI 并非首选检查。在 ASAS 中的应用 DWI,因其早期即可显示出细胞毒性水肿,DWI 可在症状出现后几分钟内即可诊断出缺血性病变,对于及早检测出 ASAS 有积极意义^[10-11]。

1.2.2 磁共振成像 MRI 在急性期的诊断作用比较受限^[12],检查结果在 24 h 内可能是阴性的,但通常在发病后的 MRI 检查是为了确诊 ASAS^[13]。急性期之后 MRI 标志性的表现是由于炎症/水肿的早期迹象(DWI 有助于区分缺血和炎症),脊髓梗死损伤区域的 T₁ 加权图像为低信号^[14],T₂ 加权图像中前角表现为高信号。ASAS 在矢状面上表现出一个垂直延伸的“铅笔状”高信号区在轴向上每个前角有两个亮点,该特殊表现被称为“猫头鹰的眼睛”或“牛眼症”^[12]。该特殊的影像表现使 MRI 检查成为诊断 ASAS 的金标准。

1.2.3 血管造影检查 当病情发生而没有明确的致病因素时可以考虑进行血管成像检查^[15],磁共振血管造影(MRA)的应用可以使脊髓血管病理进一步可视化。计算机断层血管造影(CTA)有助于识别 ASA,并明确动脉梗死的位置,CTA 还有助于排除主动脉夹层^[1]病变。脊髓数字减影血管造影(DSA)检查是诊断脊髓血管病变的理想技术,因技术及其他条件的限制,较难在 ASAS 的急性期应用,因此在临床中并不是常见的检查^[1]。

1.2.4 超声心动图 可用于排除心内膜炎或心内血栓等,经食管检查可显示近端主动脉并用以排除升主动脉夹层、动脉瘤或动脉粥样硬化等疾病^[16]。

1.3 实验室检查

1.3.1 腰穿脑脊液(CSF) 有助于排除多发性硬化症、感染或炎性疾病。

¹ 甘肃中医药大学中医临床学院(兰州,730050)

² 甘肃省中医院(甘肃中医药大学第一附属医院)脊柱骨一科

△通信作者 E-mail:FCH0203@163.com

1.3.2 血液相关检查 可以排除感染、高凝性疾病、动脉粥样硬化性疾病、炎症性疾病、风湿性疾病或与药物有关的疾病。

1.4 鉴别诊断

ASAS 应该与其他有脊髓功能缺损症状的疾病相区别,如多发性硬化、古兰-巴雷综合征、脊髓动静脉畸形、急性脊髓炎、脊髓出血及脊髓压迫症等,如古兰-巴雷综合征、多发性硬化等脱髓鞘疾病可完全通过腰椎穿刺结果进行鉴别,前者可有蛋白细胞分离,后者可有 IgG 升高。影像学表现上多发性硬化主要累及脊髓周围部分白质。急性脊髓炎多有感染病史,起病不如 ASAS 快,无急性疼痛或根性疼痛等初发症状,脑脊液白细胞数可明显增加,急性期 MRI 显示斑片样长 T_1 WI、长 T_2 WI 异常信号,一般范围大于脊髓横断面的 2/3,脊髓动静脉畸形通过增强 CT 及 MRI 可发现畸形血管,脊髓出血 CT 检查结果上显示出高密度影^[17]。

2 治疗

目前暂没有有效的方法来阻止或逆转 ASAS,其治疗通常是支持性的,目标集中于治疗急性期及晚期的症状和并发症。治疗首先应解除致病因素,在此基础上以抗凝药物配合针灸等治疗以改善临床症状。近年有利用 rt-PA 溶栓及硬膜外电刺激疗法,效果显著。

2.1 常规治疗

目前的治疗及康复均遵循脑缺血、动脉粥样硬化性血管疾病和急性创伤性脊髓损伤的相同指南,多种因素与其预后的症状缓解情况相关^[18-20],包括吸烟、高血压病、糖尿病、血脂异常以及血管意外的家族史,并有文章提及女性是其不良预后的独立因素之一^[18]。重点解决的问题包括调控血糖、抗凝以及预防血栓的相关治疗^[4]。在紧急情况下,保护呼吸道和维持血压至关重要^[21-22]。

2.2 溶栓治疗

在应动脉粥样硬化或栓塞性疾病疾病导致 ASAS 发生时,可在出现症状 4~5 h 内,排除相关的禁忌证后选择应用静脉溶栓治疗,文献报道经治疗在 ASAS 症状有显著改善,无并发症发生^[13]。Dominika 等^[23]报道了少数患者接受了 rt-PA 的溶栓治疗,其治疗结果显示非常有效,但由于其样本量较小,因此同样需要随机临床对照试验来证明其有效性。

2.3 硬膜外电刺激

硬膜外电刺激是一种有创的治疗方式。该治疗通过外科手术将 16 个电极阵列硬膜外植入完全性下肢瘫痪患者的 L_1 至 S_{1-2} 的脊髓节段,并将脊髓刺激器植入前腹壁,以 2 Hz 的频率刺激,与此同时进行运动训练(包括踩踏跑步机、地面站立和行走),经过长时间的连续性功能锻炼后完全性瘫痪的患者可以实现下地站

立或行走,在受伤水平以下有一定程度感觉的患者比那些没有感觉的患者恢复更好,因此硬膜外的电刺激对于脊髓神经损伤的恢复有一定的促进作用^[24]。多年来,对皮层或脊髓神经元的直接电刺激研究表明,直接电刺激在诱导可塑性的感觉运动恢复中起重要作用^[25],置于硬膜外的电极刺激脊髓感觉轴突可以促进脊髓功能的恢复。硬膜外放置的电极可以以特定的模式传入脊髓,可以增加神经突触网络的兴奋性,从而产生自产运动及相关脊髓功能^[26],实验研究证明,具有神经保护作用的 Hsp27 在接受硬膜外刺激的大鼠中的表达增加,但 Caspase3 的表达减少,表明硬膜外电刺激具有神经保护作用^[27]。

2.4 针灸治疗

我国针灸治疗对于患者神经及功能的恢复有一定的促进作用,马培锋^[27]通过辨证针灸的应用,在按照“督脉-气血-阳明-风邪”这一轴线展开治疗后,患者的症状可以得到缓解,并且经过随访,预后效果良好。韦莉等^[28]应用电针通过对督脉及阳明经相关穴位为主穴进行治疗后患者基本可以实现生活的自理。崔银洁等^[29]通过对“截瘫三针”的应用,分别在损伤平面的上下两节段针刺督脉与背俞显示可在早期改善抑郁、焦虑状态,综合提高患者日常生活能力。实验研究表明电针可以通过激活自噬,抑制细胞凋亡,对神经功能有一定的保护作用^[30-31]。ASAS 属于督脉循行处病变,病机为瘀阻督脉,筋脉失用证;阳明经为多气多血之经,可以培补后天,益气血荣经筋;所以取穴主要以督脉为主穴,配合阳明经穴位的应用,对 ASAS 的症状恢复有较为良好的效果。

2.5 针对致病因素进行治疗

高压氧治疗虽然也是一种常规的康复治疗手段,但是对由脊髓减压病所导致的 ASAS 来说同样是主要的急救措施,血液中的高氧分压也可以减轻由气泡堵塞引起的缺血性损伤,持续输氧可以减轻甚至消除症状^[32]。在血管炎所导致的 ASAS 中,通常使用皮质类固醇和其他免疫调节剂来治疗,对与血管炎无关的脊髓缺血患者,通常不建议经验性使用皮质类固醇药物。事实上已有报道表明血管畸形引起的脊髓疾病可能会因皮质类固醇的使用而恶化^[33-34]。

2.6 康复治疗

ASAS 的恢复期可为数月至数年,有报道指出 ASAS 本身有自限性,发病数年后患者的症状仍能得到持续的改善^[35]。一项对 SCI 患者的调查报告称,24% 的患者没有改善,只有 20% 的患者显著改善^[36]。另外两项研究报告说,只有 1%~5% 的患者完全康复^[37-38]。值得一提的是通过康复治疗,即便患者的脊髓损伤没有在神经功能上没有显著的恢复,但日常生

活能力也会有所提高^[39]。通过对近期有关高压氧治疗等理疗方式的临床应用总结,早期的功能康复应以高压氧为主,可以为其后期功能恢复建立良好的基础,同时配合电刺激、水疗的应用,可以更好地恢复脊髓的功能障碍。

2.6.1 高压氧治疗 高压氧治疗是将 100% 的氧气在 1~3 倍大气压的压力下应用。在临床症状出现之前或之后于是行高压氧治疗,具有促进运动功能的恢复、改善脊髓组织的和减弱继发性损伤机制的作用^[40]。一般建议在损伤出现的 9~12 h 内进行,在第一个 24 h 内可以多次应用^[41]。因此在该疾病出现的早期应及时给予高压氧治疗,应用时期越早,疗效越佳^[42]。

2.6.2 经皮电刺激疗法 经皮电刺激可以增强患者的自发运动,肌肉力量对于神经功能的恢复有一定的促进作用^[43]。无创表面电刺激辅助下的功能锻炼对患者的心血管疾病有改善作用,可以降低步行辅助器的依赖性,甚至部分的神经功能也有一定的恢复^[44]。功能性电刺激辅助运动疗法还可以实现肌肉重塑,改善骨骼肌的废用性萎缩,从而促进患者的临床症状进一步改善^[45]。

2.6.3 水疗 水疗是通过改变温水浮力、阻力、静水压力、热能传递及改变溶质等多个方面来设计训练方案、进行康复训练的治疗技术^[46],在一定程度上可以帮助患者提高肌力、关节活动的灵活性和心血管功能^[47];让患者在深水进行跑步等有氧训练时,可以缓解患者的下腰痛、提高肌力并改善状态^[19,48]。

3 并发症

ASAS 的并发症是因为脊髓的高度损伤,大多数患者不能恢复他们的运动和感觉,并且制动时间较长所导致^[49-50]。包括深静脉血栓、肺栓塞、褥疮、神经性肠/膀胱功能障碍、性功能障碍、神经性疼痛、胃肠应激性溃疡、胃肠运动障碍。79% 的患者患有慢性疼痛,长时间制动会增加患者骨质疏松症发生的风险。

ASAS 的发生是由脊髓前动脉的缺血所引起的。现在临床中常见的问题是对于该病的认识不足,诊断不清,造成漏诊误诊,耽误病情,从而导致病情进一步发展,严重危害患者的肢体功能。诊断的金标准仍然以 MRI 为主,其典型表现的“牛眼征”可以为治疗提供较为快速准确的诊断。临床中要对 ASAS 的临床表现要有一定的认识,该病最初的表现均为急性的背痛,可以逐渐表现出双侧运动功能障碍、疼痛和温度觉丧失,本体位置觉和振动觉得以保留,但病情会快速进展,严重者甚至会有自主神经功能障碍。在治疗上,一方面要针对病因进行处理,另一方面可以采取积极的外科治疗,配合理疗的应用可以更好地促进患者症状的改善,同时要避免并发症的发生,尽快使患者早日回归到正常生活中。

参考文献

- [1] PENG T, ZHANG Z F. Anterior spinal artery syndrome in a patient with cervical spondylosis demonstrated by CT angiography[J]. *Orthop Surg*, 2019, 11(6):1220-1223.
- [2] SANTILLAN A, GOLDBERG J L, CARNEVALE J A, et al. Anterior spinal artery syndrome caused by thoracic disc herniation[J]. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2020, 77:211-212.
- [3] QURESHI A I, AFZAL M R, SURI M F K. A Population-based study of the incidence of acute spinal cord infarction[J]. *J Vasc Interv Neurol*, 2017, 9(4):44-48.
- [4] SCHNEIDER G S. Anterior spinal cord syndrome after initiation of treatment with atenolol[J]. *J Emerg Med*, 2010, 38(5):e49-e52.
- [5] PREOBRASCHENKI P A. Syphilitic paraplegia with dissociated disturbance of sensation[J]. *J Nevropat i Psikhiat Korsakova*, 1904, 4:394-433.
- [6] SPIDER W G. Thrombosis of the cervical anterior median artery: syphilitic acute anterior poliomyelitis[J]. *J Nerv Ment Dis*, 1909, 36:601-613.
- [7] STETTLER S, EL-KOUSSY M, RITTER B, et al. Non-traumatic spinal cord ischaemia in childhood-clinical manifestation, neuroimaging and outcome[J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2013, 17(2):176-184.
- [8] THURNHER M, BAMMER R. Diffusion-weighted MR imaging (DWI) in spinal cord ischemia[J]. *Neuroradiology*, 2006, 48(1):795-801.
- [9] ZHANG J, HUAN Y, QIAN Y, et al. Multishot diffusion-weighted imaging features in spinal cord infarction[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(3):277-282.
- [10] KISTER I, JOHNSON E, RAZ E, et al. Specific MRI findings help distinguish acute transverse myelitis of neuromyelitis optica from spinal cord infarction[J]. *Mult Scler Relat Disord*, 2016, 9:62-67.
- [11] REYNOLDS J M, BELVADI Y S, KANE A G, et al. Thoracic disc herniation leads to anterior spinal artery syndrome demonstrated by diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DWI): a case report and literature review[J]. *Spine J*, 2014, 14(6):e17-e22.
- [12] STER I, JOHNSON E, RAZ E, et al. Specific MRI findings help distinguish acute transverse myelitis of neuromyelitis optica from spinal cord infarction[J]. *Mult Scler Relat Disord*, 2016, 9:62-67.
- [13] HALDORSEN T. The anterior spinal artery syndrome[J]. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 1981, 101:1331-1334.
- [14] VARGAS M I, BARNAURE I, GARIANI J, et al. Vascular imaging techniques of the spinal cord[J]. *Semin Ultrasound CT MR*, 2017, 38(2):143-152.
- [15] NASR D M, RABINSTEIN A. Spinal cord infarcts: risk factors, management, and prognosis[J]. *Current Treatment Options in Neurology*, 2017, 19(8):28.
- [16] 姜乐, 张敏敏, 吴涛, 等. 急性颈髓脊髓前动脉综合征 2 例的诊治探讨[J]. *世界临床药物*, 2017, 38(10):698-702.

- [17] NEDELTCHEV K, LOHER T J, STEPPER F, et al. Long-term outcome of acute spinal cord ischemia syndrome[J]. *Stroke*, 2004, 35(2):560-565.
- [18] SALVADOR DE LA BARRERA S, BARCA-BUYO A, MONTOTO-MARQUÉS A, et al. Spinal cord infarction: prognosis and recovery in a series of 36 patients[J]. *Spinal Cord*, 2001, 39(10):520-525.
- [19] ROBERTSON C E, BROWN R D, WIJDICKS E F, et al. Recovery after spinal cord infarcts: long-term outcome in 115 patients[J]. *Neurology*, 2012, 78(2):114-121.
- [20] NARDONE R, PIKIJA S, MUTZENBACH J S, et al. Current and emerging treatment options for spinal cord ischemia[J]. *Drug Discov Today*, 2016, 21(10):1632-1641.
- [21] CHENG M Y, LYU R K, CHANG Y J, et al. Spinal cord infarction in Chinese patients: clinical features, risk factors, imaging and prognosis [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2008, 26(5):502-508.
- [22] JAKUBOWICZ-LACHOWSKA D, TARASIUK J, KAPICA-TOPCZEWSKA K, et al. Future challenges of spinal cord infarction treatment[J]. *Neurologia J Neurochirurgia Polska*, 2020, 54(2):209-210.
- [23] ANGELI CLAUDIA A, BOAKYE M, MORTON REBEKAH A, et al. Recovery of over-ground walking after chronic motor complete spinal cord injury[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2018, 379(13):1244-1250.
- [24] MARTIN J H. Harnessing neural activity to promote repair of the damaged corticospinal system after spinal cord injury[J]. *Neural Regeneration Research*, 2016, 11(9):1389-1391.
- [25] EISDORFER J T, SMIT R D, KEEFE K M, et al. Epidural electrical stimulation: a review of plasticity mechanisms that are hypothesized to underlie enhanced recovery from spinal cord injury with stimulation[J]. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 2020, 13:163.
- [26] FADEEV F O, BASHIROV F V, MARKOSYAN V A. Combination of epidural electrical stimulation with ex vivo triple gene therapy for spinal cord injury: a proof of principle study[J]. *Neural Regeneration Research*, 2021, 16(3):550-560.
- [27] 马培锋. 脊髓前动脉综合征案[J]. *中国针灸*, 2018, 38(9):999-1000.
- [28] 韦莉. 电针治疗脊髓前动脉综合征 1 例[J]. *湖北中医杂志*, 2017, 39(1):43.
- [29] 崔银洁, 宋晓娟, 王倩, 等. “截瘫三联针”联合康复训练对脊髓损伤患者心理及日常生活能力的影响[J]. *中国针灸*, 2018, 38(5):483-489.
- [30] 邹恩苗, 高丽萍, 胡洁, 等. 督脉电针治疗对脊髓损伤大鼠神经细胞自噬及凋亡的影响[J]. *中国中医骨伤科杂志*, 2019, 27(11):11-14.
- [31] POLLOCK N W, BUTEAU D. Updates in decompression illness[J]. *Emerg Med Clin North Am*, 2017, 35(2):301-319.
- [32] RAIN S, UDDING J, BROERE D. Acute clinical worsening after steroid administration in cervical myelitis may reveal a subdural arteriovenous fistula[J]. *Case Rep Neurol*, 2016, 8(3):234-242.
- [33] NASR D M, BRINJIKJI W, RABINSTEIN A A, et al. Clinical outcomes following corticosteroid administration in patients with delayed diagnosis of spinal arteriovenous fistulas[J]. *Journal of Neuro Interventional Surgery*, 2017, 9(6):607-610.
- [34] NASR D M, RABINSTEIN A. Spinal cord infarcts: risk factors, management, and prognosis [J]. *Curr Treat Options Neurol*, 2017, 19(8):28.
- [35] CHESHIRE W P, SANTOS C C, MASSEY E W, et al. Spinal cord infarction: etiology and outcome[J]. *Neurology*, 1996, 47(2):321-330.
- [36] FOO D, ROSSIER A B. Anterior spinal artery syndrome and its natural history[J]. *Paraplegia*, 1983, 21(1):1-10.
- [37] KUMRAL E, POLAT F, GÜLLÜOĞLU H, et al. Spinal ischaemic stroke: clinical and radiological findings and short-term outcome[J]. *Eur J Neurol*, 2011, 18(2):232-239.
- [38] 夏嘉川, 罗忠纯, 叶茜, 等. 主动脉夹层动脉瘤并发脊髓前动脉综合征 1 例报道[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30(7):666-669.
- [39] PATEL NITESH P, HUANG JASON H. Hyperbaric oxygen therapy of spinal cord injury[J]. *Medical Gas Research*, 2017, 7(2):133-143.
- [40] THOM STEPHEN R. Oxidative stress is fundamental to hyperbaric oxygen therapy[J]. *Journal of Applied Physiology (Bethesda)*, 2009, 106(3):988-995.
- [41] TAN J W, ZHANG F, LIU H J, et al. Hyperbaric oxygen ameliorated the lesion scope and nerve function in acute spinal cord injury patients: a retrospective study[J]. *Clinical Biochemistry*, 2018, 53:1-7.
- [42] SHAFFER R F, PICARD G, TAYLOR J A. Relationship of spinal cord injury level and duration to peak aerobic capacity with arms-only and hybrid functional electrical stimulation rowing [J]. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2018, 97(7):488-499.
- [43] MCCAUGHEY E J, BUTLER J E, MCBAIN R A, et al. Abdominal functional electrical stimulation to augment respiratory function in spinal cord injury[J]. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 2019, 25(2):105-111.
- [44] REDSHAW JEFFREY D, LENHERR SARA M, EL-LIOTT SEAN P, et al. Protocol for a randomized clinical trial investigating early sacral nerve stimulation as an adjunct to standard neurogenic bladder management following acute spinal cord injury[J]. *BMC Urology*, 2018, 18(1):72.
- [45] ELLAPEN T J, HAMMILL H V, SWANEPOEL M, et al. The benefits of hydrotherapy to patients with spinal cord injuries[J]. *African Journal of Disability*, 2018, 7:450.

医药卫生,2019,35(11):1613-1615.

- [25] 李涛,张同会,吴从俊,等.椎间孔入路与椎板间入路椎间孔镜治疗腰5/骶1椎间盘突出症66例[J].中国中医骨伤科杂志,2020,28(5):84-88.
- [26] 李莹,李涛,张同会,等.椎板间入路经皮内窥镜下腰椎间盘切除术治疗腰5骶1椎间盘突出症31例[J].中国中医骨伤科杂志,2019,27(10):66-69.
- [27] 邓丁玲,申佳凡,陈莹,等.硬膜外自控镇痛技术在脊柱内镜手术中的应用研究[J].中南医学科学杂志,2019,47(4):337-340.
- [28] AHISKALIOGLU A,ALICI H A,ARI M A. Ultrasound guided low thoracic erector spinae plane block for management of acute herpes zoster[J]. J Clin Anesth,2018,45(3):60-61.
- [29] 王娇,许敏,杨静.超声引导下竖脊肌平面阻滞临床应用及研究进展[J].国际麻醉学与复苏杂志,2020,41(3):278-284.
- [30] UESHIMA H,INAGAKI M,TOYONE T,et al. Efficacy of the erector spinae plane block for lumbar spinal surgery:a retrospective study[J]. Asian Spine J,2019,13(2):254-257.
- [31] 程晓燕,李瑞华,李洪波,等.超声引导下竖脊肌平面阻滞在椎间孔镜术应用[J].中国矫形外科杂志,2021,29(1):79-81.
- [32] 吴晓彬,吴宏飞,邱灿金,等.竖脊肌平面阻滞用于椎间孔镜手术的效果[J].中华麻醉学杂志,2020,40(6):724-727.
- [33] 郑晓静,疏树华.多模式镇痛在术后快速康复中的临床研究进展[J].医学综述,2019,25(4):800-804.
- [34] 高振意,梁晓初,刘又鹏.多模式镇痛在局麻椎间孔镜下髓核摘除术患者中的应用[J].海南医学,2020,31(20):2643-2646.
- [35] 刘鹏飞,王劭恒,胡艳婷,等.右美托咪定联合罗哌卡因双侧竖脊肌平面阻滞对老年椎间孔镜手术患者镇痛效果及术后恢复的影响[J].中国老年学杂志,2021,41(10):2079-2083.

- [36] 翁恩琪,顾培堃.针刺麻醉[M].上海:上海科学技术出版社,1984:221-287.
- [37] 王强,熊利泽.电针预处理脑保护的研究进展[J].国际麻醉与复苏杂志,2011,32(5):597-603.
- [38] 徐浩,沈剑,赵昱,等.电针预处理大鼠百会穴对脑缺血保护作用及HIF-1 α 相关机制的研究[J].神经解剖学杂志,2015,31(5):617-622.
- [39] DALAMAGKA M, MAVROMMATIS C, GROSOMANIDIS, et al. Postoperative analgesia after low-frequency electroacupuncture as adjunctive treatment in inguinal hernia surgery with abdominal wall mesh reconstruction[J]. Acupunct Med,2015,33(5):360-367.
- [40] YUAN Q L, WANG P, LIU L, et al. Acupuncture for musculoskeletal pain:a meta-analysis and meta-regression of sham-controlled randomized clinical trials[J]. Sci Rep, 2016,29(6):30675.
- [41] 唐少雄,吕友慧,宋凯,等.平衡针针麻联合小关节突局部浸润麻醉在腰椎间盘突出症患者经皮椎间孔镜髓核摘除术中的应用效果[J].广西医学,2020,42(18):2340-2343.
- [42] 吴江林,苏海涛,梁以豪,等.腕踝针对椎间孔镜手术患者术中辅助镇痛效应观察[J].中国针灸,2020,40(2):147-151.
- [43] 陈星,万冠,熊小明,等.全麻下经皮内镜腰椎间盘切除术的优势[J].中国矫形外科杂志,2020,28(19):1757-1760.
- [44] 徐勇,李锋,熊伟,等.术中肌电图监测在全身麻醉下腰椎椎间孔镜手术中的应用[J].骨科,2016,7(1):22-26.
- [45] 林世水,高尚君,卢峰,等.神经电生理监测辅助全麻经皮脊柱内镜治疗腰椎间盘突出症[J].中华神经医学杂志,2020,19(10):1035-1039.
- [46] 孙义军,龚福太,郑宇,等.低浓度腰麻下经皮椎间孔镜术治疗腰椎间盘突出症的临床效果[J].临床医学研究与实践,2020,5(30):28-30.
- [47] 宋鑫,任东林,王健.骶管神经阻滞下经皮脊柱内镜治疗腰椎间盘突出症病人的术中满意度[J].中国疼痛医学杂志,2020,26(8):616-620.

(收稿日期:2021-07-11)

(上接第84页)

- [46] SCHNEIDER S,SCHMITT H,TÖNGES S,et al. Reduction in body weight force at different levels of immersion in a hydrotherapy pool-calculation formulas for therapeutic practice[J]. Phys Rehab Kur Med,2007,3(2):88-93.
- [47] ORSELLI M I V, DUARTE M. Joint forces and torques when walking in shallow water[J]. Journal of Biomechanics,2011,44(6):1170-1175.
- [48] CUESTA-VARGAS A I, GARCÍA-ROMERO J C, ARROYO-MORALES M, et al. Exercise, manual therapy, and education with or without high-intensity deep-water running for nonspecific chronic low back pain: a pragmatic

randomized controlled trial[J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation,2011,90(7):526-534.

- [49] HANSON S R, ROMI F, REKAND T, et al. Long-term outcome after spinal cord infarctions [J]. Acta Neurol Scand,2015,131(4):253-257.
- [50] ROMI F, NAESS H. Spinal cord infarction in clinical neurology:a review of characteristics and long-term prognosis in comparison to cerebral infarction[J]. Eur Neurol,2016,76(3/4):95-98.

(收稿日期:2021-06-19)