doi:10.3969/j.issn.1006-9852.2022.07.009

腹壁前皮神经卡压综合征诊治进展

马丹旭　时　蓉　杨宜南　王　云△
（首都医科大学附属北京朝阳医院麻醉疼痛科，北京 100020）

摘　要　腹壁前皮神经卡压综合征 (anterior cutaneous nerve entrapment syndrome, ACNES) 是慢性腹壁痛最重要的原因之一，容易被漏诊或误诊，严重困扰着广大病人。目前 ACNES 已经逐渐引起国外疼痛医师的注意，有多篇文献介绍了针对 ACNES 的诊治经验，但国内文献缺乏该疾病较为系统的理解和把握。本文根据已有文献，结合我科室自身经验，就腹壁前皮神经相关解剖，以及 ACNES 的病因、诊断和治疗作一全面综述，以期帮助临床医务工作者提高对该疾病的认识和诊治水平。

关键词　慢性腹壁痛；前皮神经卡压综合征；Carnett 试验；腹直肌鞘阻滞

慢性腹壁痛 (chronic abdominal wall pain, CAWP) 占慢性腹痛的 10%～30%，其中腹壁前皮神经卡压综合征 (anterior cutaneous nerve entrapment syndrome, ACNES) 是慢性腹壁痛最重要的原因之一，由 Carnett 和 Bates 在 1926 年首次报道 [1]。虽已有近百年的历史，由于其与内脏痛鉴别诊断困难，依然容易误诊或漏诊，病人常常在明确诊断之前，接受过度检查和治疗，不仅造成医疗资源的浪费，而且严重影响病人的生活质量 [2,3]。本文对腹壁前皮神经相关解剖，以及 ACNES 的病因、诊断及治疗进行综述，并通过计算机检索有关 ACNES 和 CAWP 的文献，对临床试验结果进行定性分析，并根据 GRADE (grading of recommendations assessment, development and evaluation) 工作组推出的国际统一证据质量分级系统对证据质量进行评价，对于提高临床医师对腹痛疾病的诊治水平，具有重要的现实意义。

一、解剖基础

腹直肌起自耻骨嵴和耻骨联合，止于第 5～7 肋软骨前面和胸骨剑突，位于腹正中线（腹白线）两侧，由腹直肌鞘包裹。在弓状线以上，腹直肌鞘前层由腹外斜肌腱膜和腹内斜肌腱膜的前层融合而成，后层由腹内斜肌腱膜的后层和腹横肌腱膜融合而成，深面是腹横筋膜；在弓状线以下，腹内、外斜肌腱膜和腹横肌腱膜构成腹直肌鞘的前层，后层缺如。半月线位于腹直肌鞘外缘，也就是腹内斜肌腱膜分裂为两层分别融入腹直肌前、后鞘的位置。另外，每侧腹直肌拥有 2～4 个腱划，腱划是胚胎期肌节愈合的痕迹，它们把腹直肌分成了几个肌腹，和腹直肌鞘前层紧密结合。腹直肌主要由腹壁上动脉和腹壁下动脉及其分支供血，由胸脊神经 T_7-T_{12} 支配 [4]。

胸脊神经 (T_7-T_{12}) 由椎间孔发出后，分为后支和前支，前支即为肋间神经。肋间神经在相应肋间隙内向前下方走行，在腋中线水平发出外侧皮支；主干继续向前走行于腹内斜肌与腹横肌之间（T_{12} 穿过腰方肌再进入 TAP 平面），到达腹直肌外侧缘，向表面方向急转进入腹直肌后鞘，即为肋间神经前皮支，也称为前皮神经 (anterior cutaneous nerve, ACN)。ACN 继续向表面穿行，穿过腹直肌，穿腹直肌前鞘浅出，在皮下再次转折，分布于腹部皮肤；终末支偶尔会穿过中线支配对侧腹壁的感觉（见图 1）。传统认为前皮神经在两次转折之间，可能会穿过一个紧致的纤维环，神经容易在该处受到卡压 [5]。但是，Mol 等 [6] 对一具冰鲜尸体的解剖研究仅在 T_9 腹直肌后鞘发现类似纤维环结构，T_8 和 T_{10}-T_{12} 腹直肌内和后鞘均未发现纤维环结构。另外，有文献报道，有部分 ACN 未进入腹直肌鞘，而是在腹直肌鞘外侧直接向表面穿行，支配相应的肌肉和皮肤 [4,7]。ACN 在上述穿行过程中往往与血管伴行，形成血管神经束。

值得注意的是，既往认为人类颈、腰和骶脊神经的前支均交织成丛，然后再分支分布；只有胸神经前支保持着明显节段性分布的特点。而近年来的解剖学研究表明，肋间神经走行多有变异，可发出诸多分支，并形成交通支，连接相邻节段的神经。在腹横肌平面沿着旋髂深动脉，形成腹横肌平面神经丛 (transversus abdominis plane plexus, TAP plexus)；

△ 通信作者　王云 wangyun129@ccmu.edu.cn

2022疼痛7期.indd 526　　2022/7/18 16:42:03

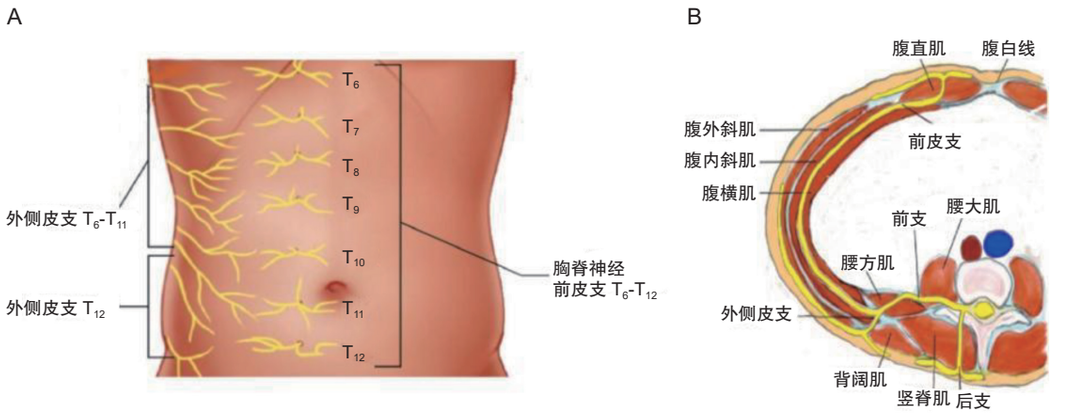


图 1 (A) 肋间神经前皮支和外侧皮支在腹壁前外侧的分布；(B) 胸脊神经走行示意图：可见肋间神经前皮支急转进入腹直肌鞘，穿过腹直肌，再次转折并分布于腹部皮肤。

沿着腹壁动脉形成腹直肌鞘神经丛 (rectus sheath plexus) [4,6,8]。上述交通支结构，是在诊断和治疗 ACNES 过程中需要考虑的问题。

二、病因及流行病学

正常情况下，纤维环内的脂肪允许 ACN 在环内自由滑动。腹内外压力的变化，腹壁肌肉收缩可能直接对 ACN 施加过度压力或者将少量额外脂肪疝入环内，导致 ACN 卡压 [9]。因此，不恰当的腹肌运动、咳嗽、妊娠、腹水和肥胖均有引起 ACNES 的可能性，甚至有报道胃镜检查腹内压增加引起 ACNES [10]。创伤、开腹或腔镜手术也是引起 ACNES 的重要原因 [11]。另外，有报道表明口服避孕药也是 ACNES 的诱因之一 [12]。

ACNES 常见于女性，男女比例为 1:4。ACNES 常见于 30～50 岁，但也可见于老年人、儿童及青少年。ACNES 的实际发病率不详，有研究间接推测 ACNES 在成人中的患病率为 1:2000；因急性腹痛就诊于急诊科病人中，有 2% 的病人最终被诊断为 ACNES；13% 的儿童慢性腹痛由 ACNES 引起 [9]。

三、诊断与鉴别诊断

早期诊断和治疗是提高病人生活质量的关键，诊断主要依靠临床表现、体格检查、影像学检查，以及试验性注射治疗。近年来，便携超声技术的快速发展，为 ACNES 的诊断提供了更多客观、快捷、可靠的依据。

1. 临床表现

病人常主诉腹部局部钝痛或锐痛，疼痛可随体位变化，可向腰背部放射，腹壁肌肉收缩或增加腹内压可使疼痛加重；可伴有麻木，感觉减退或痛觉过敏。病人通常能用一根手指指出痛点，多位于腹直肌外缘 [9]。

2. 查体

病人取站立位，视诊腹壁肌肉张力，有无手术瘢痕或疝。病人取平卧位，可在疼痛相应区域触及激痛点。然后嘱病人最大限度收缩腹部肌肉：可深吸一口气，屏气，再半坐起，即“上卷腹”动作；或者让病人行“仰卧抬腿”动作。如果出现疼痛，则为 Carnett 体征阳性。Carnett 试验是鉴别腹内或腹壁病变的一种切实有效的诊断措施，敏感性 81%，特异性 88% [13]。

3. 辅助检查

腹部 CT 和 MRI 有助于排除脏器病变。超声可有助于识别腹壁软组织肿物，可协助诊断肌肉损伤和神经损伤部位，例如，超声可协助对比同节段两侧腹直肌的厚度，长期单边用力可导致单侧腹直肌增厚紧张痉挛 [14]；超声可对比腹直肌的回声强度，我们在临床中发现部分病人因长期 ACN 卡压，可导致腹直肌与其他去神经支配的骨骼肌一样，发生失营养萎缩变性、纤维化 [15]，呈现高回声图像（见图 2）。

4. 试验性注射

试验性激痛点注射治疗或其他针对 ACN 的神经阻滞方法（含或不含激素），既是 ACNES 的确诊方法也是治疗手段。

5. 鉴别诊断

首先要排除腹部脏器病变，另外还需要与可引起 ACNES 相似症状的其他疾病相鉴别，如带状疱疹后神经痛、糖尿病周围神经病变、胸段脊髓病变、胸椎间盘突出或胸椎压缩性骨折压迫胸神经根等。

四、治疗

首先建议 ACNES 病人暂停涉及腹肌收缩的运动，避免疼痛加剧。对 ACNES 病人使用非甾体抗

2022疼痛7期.indd 527 2022/7/18 16:42:04

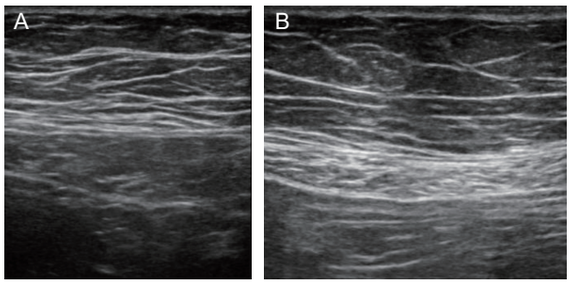


图 2 (A) 正常脐左下方腹直肌超声图像；(B) ACNES 病人脐左下方腹直肌超声图像，可见腹直肌回声增强，提示存在萎缩变性、纤维化。

炎镇痛药、中枢性肌肉松弛药、抗惊厥药、抗抑郁药、弱阿片药等药物治疗，效果不佳。常用的治疗方法包括标记点法激痛点注射、超声引导下神经阻滞、化学毁损、神经调控（如脉冲射频、神经电刺激）和手术治疗[9,16]。

1. 激痛点注射 (trigger point injection, TPI)（证据级别 B）

对于怀疑 ACNES 的病人，可使用体表定位进行痛点注射治疗。注射方法：在激痛点外侧 2～3 cm，与皮肤呈 30°角朝向激痛点进针，针尖穿过腹壁浅筋膜，到达腹直肌前鞘时会感到阻力，穿过前鞘后会有落空感，注入药物。注意避免垂直腹壁进针，确保针尖在腹壁内移动，避免损伤内部脏器；避免损伤腹壁上/下动静脉。Boelens 等[17]进行随机对照试验 (randomized controlled trial, RCT)， 对 48 例 ACNES 病人进行激痛点注射，分别注入 1% 利多卡因 10 ml 和等量生理盐水，10～15 分钟后，利多卡因组疼痛缓解率明显高于生理盐水组 (54% *vs.* 17%)；Mol 等[18]进行 RCT 研究，对 136 例 ACNES 病人分别注入 5～10 ml 2% 利多卡因或混有 40 mg 甲强龙的 2% 利多卡因 5～9 ml，6 周后随访，发现糖皮质激素并未明显提高疼痛缓解率 (38 % *vs.* 31%)。

2. 超声引导下神经阻滞

近年来，随着超声引导技术在麻醉和疼痛学科区域阻滞飞速发展，我们通过超声图像对该处的肌肉、筋膜、神经的解剖层次有了更深一步的认识与理解，超声引导下腹壁区域阻滞方法大大降低了损伤腹部脏器和腹壁血管的风险，针对 ACNES 产生了以下几种超声引导下的神经阻滞方法：

（1）腹直肌鞘阻滞 (rectus sheath block, RSB)（证据级别 C）：超声引导下的 RSB 是目前最常用的试验性阻滞方法和治疗手段，因其可以直接作用于前皮神经，并且有一定的放松腹直肌的作用。腹直肌前鞘阻滞：将高频超声探头至于激痛点处，辨识腹直肌外缘、半月线、腹内外斜肌及腹横肌，从外向内平面内进针，在腹直肌外缘突破前鞘，即可注入药物（见图 3B，白色虚线箭头）。我们推测超声引导下 RSB 阻滞效果优于激痛点注射，但目前采用 RSB 治疗 ACNES 的研究多为病例报道和病例系列研究，缺乏 RCT 研究进一步验证其效果。Kanakarajan 等[19]对 9 例 ACNES 病人进行超声引导下前鞘阻滞，单点注入含有 40 mg 曲安奈德的 0.5% 的丁哌卡因 3 ml，并随访 5 个月，6 例病人疼痛缓解 50% 以上。我们推测该较低的缓解率可能与部分前皮神经未进入腹直肌鞘有关，也可能与腹直肌鞘神经丛有关。另外，由于腱划与腹直肌前鞘紧密相连，单一位点前鞘阻滞药液不能多节段扩散，故可采用腹直肌后鞘阻滞。腹直肌后鞘阻滞：穿刺的靶点位于腹直肌与腹直肌后鞘之间（见图 3B，白色实线箭头），由于腱划与后鞘之间没有连接，药液可在腹直肌与腹直肌后鞘之间多节段扩散。推荐单侧药液注射容量为 0.1～0.2 ml/kg，成人 10～20 ml[8]。需要注意的是，在弓状线以下，腹直肌后鞘缺如，腹直肌深面即为腹横筋膜，其与髂筋膜相连续，在此部位注射大容量药液，可能向腹股沟韧带下扩散，有股神经阻滞的风险[20]。

（2）腹横肌平面 (transversus abdominis plane, TAP) 阻滞（证据级别 C）：因前皮神经有 1/3 的概率未进入腹直肌鞘[4,7]，而是直接于鞘外侧向表面穿行，支配腹壁。因此，采用 RSB 治疗 ACNES 有一定失败概率。目前，国内外有学者采用 TAP 阻滞治疗 ACNES，但多为病例报道、病例系列、回顾性研究等，缺乏 RCT 研究。Sahoo 等[21]对 2 例剖腹产术后 ACNES 的病人进行 TAP 阻滞，在超声引导下，将 6 ml 含有 20 mg 甲强龙的 0.375% 罗哌卡因注射于腹直肌外缘激痛点外侧的腹内斜肌和腹横肌之间（见图 3C），成功缓解了病人的疼痛，并达到长期缓解。袁帅等[22]对 40 例腹壁痛病人分别进行了 5 次 TAP 阻滞，间隔时间为 1 周，阻滞后 7 天、1 个月、3 个月和 6 个月，病人视觉模拟评分法 (visual analogue scale, VAS) 均明显降低。Støving 等[23]募集了 16 名志愿者，行侧方入路 TAP 阻滞后 90 分钟，绘制其皮肤阻滞范围，发现均呈非节段性分布，也印证了 TAP plexus 的存在。提示我们：对于多节段疼痛的 ACNES 病人或单节段 TAP 阻滞效果不佳的病人，可能需要进行多节段 TAP 阻滞或 TAP 阻滞联合 RSB 阻滞[16,24]。

3. 化学毁损 (chemodenervation)（证据级别 C）

20 世纪 70～80 年代，有学者将苯酚或无水乙

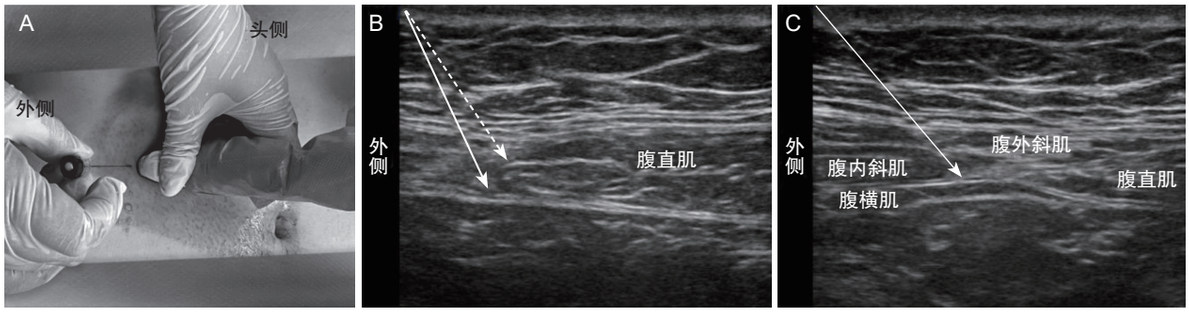


图 3 (A) 腹直肌鞘阻滞探头摆放及进针示意图；(B) 白色虚线箭头：腹直肌前鞘阻滞进针路径；白色实线箭头：腹直肌后鞘阻滞进针路径；(C) 腹横肌平面阻滞治疗 ACNES 进针路径。

醇等化学毁损技术用于 ACNES 的病人。Mehta 等 [25] 对 103 例病人进行病例系列研究，激痛点注射 2～3 ml 5% 苯酚溶液，2～3 周后，58% 的病人疼痛完全缓解，32% 的病人疼痛部分缓解，但是注射后 2 天内，大部分病人会因神经破坏，感到局部烧灼样疼痛。因此，Applegate 推荐单个激痛点注射剂量为 1 ml 无水乙醇 + 0.5 ml 2% 利多卡因 [14]。遗憾的是，近 30 年缺乏化学毁损技术用于 ACNES 的进一步研究。

4. 神经调控技术 (neuromodulation)

针对 ACNES 病人的神经调控技术主要包括脉冲射频技术和神经电刺激技术。

（1）脉冲射频 (pulsed radiofrequency, PRF)：脉冲射频技术广泛用于多种神经痛的治疗，针对前皮神经的 PRF 治疗也有报道（证据级别 C）。Maatman 等 [26] 对 66 例病人进行多中心随机对照非盲法研究发现，虽然前皮神经进行超声引导下脉冲射频的有效率低于前皮神经切除术 (38% *vs.* 61%)，但是由于其微创性，值得在外科手术前进行尝试，PRF 组有 13 人取消了外科手术。Birthi 等 [27] 对 1 例多次腹部手术史的 ACNES 病人行椎间孔穿刺，背根神经节 (dorsal root ganglion, DRG) 脉冲射频（证据级别 D），病人疼痛得到长期缓解。

（2）背根神经节电刺激（dorsal root ganglion stimulation）（证据级别 D）：DRG 电刺激是一项新兴的慢性疼痛神经调控技术，与脊髓电刺激相比，其具有刺激部位精准、耗电量较少、体位对刺激效果影响小等优点 [28,29]。Mol 等 [30] 对 5 例重度疼痛的 ACNES 病人进行 DRG 电刺激治疗，1 年后有 3 例病人疼痛缓解达 50% 以上。Bral 等 [31] 对 9 例难治性 ACNES 病人进行 DRG 电刺激治疗，3 个月后有 8 例病人疼痛程度减轻 50% 以上；有 4 例病人随访时间长达 2.5 年，疼痛减轻程度仍保持在 50% 以上。DRG 电刺激技术给难治性 ACNES 病人带来了曙光，有待高质量的 RCT 研究进一步证明其有效性。

5. 外科手术切除 (surgical resection)（证据级别 B）

对于微创治疗无效的顽固性 ACNES 病人，也可行外科手术松解卡压的神经或者切除相应的前皮神经，Boelens 等 [32] 对 44 例病人进行 RCT 研究发现：术后 6 周，前皮神经切除组的有效率明显高于假手术组 (78% *vs.* 18%)，其他回顾性研究也证明手术的长期有效率约为 61%～88% [1,33,34]。前皮神经切除术在全身麻醉下进行，以激痛点为中心，做 5 ～ 10 cm 的纵行切口，分离皮下脂肪，暴露并打开腹直肌前鞘，可见血管神经束通过纤维环穿过腹直肌进入皮下脂肪层，结扎并切除神经分支，将其伴行的血管也进行结扎或热凝，用可吸收线缝合腹直肌前鞘 [26]。Van 等 [33] 对前皮神经切除术后仍然疼痛或者疼痛复发的病人，进行局部探查并在腹直肌深面切除前皮神经，该术式对上述首次手术效果不佳的病人有效率 66%。

综上所述，ACNES 是慢性腹壁痛中最常见的原因之一，存在较高的误诊率和漏诊率。临床医师应全面了解 ACNES 的病因、发病机制、临床症状、诊断及治疗方法，加深对该疾病的认识，积极开展多学科协作，进而做到早期诊断，早期制订合理的个性化诊疗方案。随着超声等影像学设备的发展，未来有望能清晰识别各节段前皮神经的走行及卡压部位，使得治疗更加精准，更加有效。另外，需要针对 ACNES 的各种治疗方法开展高质量的 RCT 研究，提高 ACNES 治疗的循证医学水平。

利益冲突声明：作者声明本文无利益冲突。

参 考 文 献

[1] Oor JE, Unlu C, Hazebroek EJ. A systematic review of the treatment for abdominal cutaneous nerve entrapment syndrome[J]. Am J Surg, 2016, 212(1):165-174.

[2] Lindsetmo RO, Stulberg J. Chronic abdominal wall pain-a diagnostic challenge for the surgeon[J]. Am J

Surg, 2009, 198(1):129-134.
[3] Srinivasan R, Greenbaum DS. Chronic abdominal wall pain: a frequently overlooked problem. Practical approach to diagnosis and management[J]. Am J Gastroenterol, 2002, 97(4):824-830.
[4] Seidel R, Wree A, Schulze M. Does the approach influence the success rate for ultrasound-guided rectus sheath blocks? An anatomical case series[J]. Local Reg Anesth, 2017, 10:61-65.
[5] Shian B, Larson ST. Abdominal wall pain: clinical evaluation, differential diagnosis, and treatment[J]. Am Fam Physician, 2018, 98(7):429-436.
[6] Mol FM, Lataster A, Scheltinga M, *et al*. Anatomy of abdominal anterior cutaneous intercostal nerves with respect to the pathophysiology of anterior cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES): a case study[J]. Transl Res Anat, 2017, 8:6-10.
[7] Simpson DM, Tyrrell J, De Ruiter J, *et al*. Use of ultrasound-guided subcostal transversus abdominis plane blocks in a pediatric patient with chronic abdominal wall pain[J]. Paediatr Anaesth, 2011, 21(1):88-90.
[8] Chin KJ, McDonnell JG, Carvalho B, *et al*. Essentials of our current understanding: abdominal wall blocks[J]. Reg Anesth Pain Med, 2017, 42(2):133-183.
[9] Scheltinga MR, Roumen RM. Anterior cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES)[J]. Hernia, 2018, 22(3):507-516.
[10] Okamoto T, Fukuda K. Anterior cutaneous nerve entrapment syndrome occurring after endoscopy[J]. Case Rep Gastroenterol, 2020, 14(2):377-382.
[11] Triantafyllidis A, Mosharaf A, Low HL. Anterior cutaneous nerve entrapment syndrome following an appendectomy: case report[J]. Neurol Sci, 2016, 37(5):823-824.
[12] Peleg R. Abdominal wall pain caused by cutaneous nerve entrapment in an adolescent girl taking oral contraceptive pills[J]. J Adolesc Health, 1999, 24(1):45-47.
[13] Mol FMU, Maatman RC, De Joode L, *et al*. Characteristics of 1116 consecutive patients diagnosed with anterior cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES)[J]. Ann Surg, 2021, 273(2):373-378.
[14] Applegate WV. Abdominal cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES): a commonly overlooked cause of abdominal pain[J]. Perm J, 2002, 6(3):20.
[15] 柳明忠 , 张文明 , 朱维钦 . 神经寄养法预防失神经骨骼肌萎缩的研究进展 [J]. 组织工程与重建外科杂志 , 2006, 2(4):238-240.
[16] Chrona E, Kostopanagiotou G, Damigos D, *et al*. Anterior cutaneous nerve entrapment syndrome: management challenges[J]. J Pain Res, 2017, 10:145-156.
[17] Boelens OB, Scheltinga MR, Houterman S, *et al*. Randomized clinical trial of trigger point infiltration with lidocaine to diagnose anterior cutaneous nerve entrapment syndrome[J]. Br J Surg, 2013, 100(2):217-221.
[18] Mol FMU, Jansen CH, Boelens OB, *et al*. Adding steroids to lidocaine in a therapeutic injection regimen for patients with abdominal pain due to anterior cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES): a single blinded randomized clinical trial[J]. Scand J Pain, 2018, 18(3):505-512.
[19] Kanakarajan S, High K, Nagaraja R. Chronic abdominal wall pain and ultrasound-guided abdominal cutaneous nerve infiltration: a case series[J]. Pain Med, 2011, 12(3):382-386.
[20] Walker G. Transversus abdominis plane block: a note of caution![J]. Br J Anaesth, 2010, 104(2):265.
[21] Sahoo RK, Nair AS. Ultrasound guided transversus abdominis plane block for anterior cutaneous nerve entrapment syndrome[J]. Korean J Pain, 2015, 28(4):284-286.
[22] 袁帅 , 崔敬禄 , 熊东林 , 等 . 腹横肌平面阻滞药物扩散范围及治疗腹壁痛的效果 [J]. 中国疼痛医学杂志 , 2018, 24(10):790-792.
[23] Støving K, Rothe C, Rosenstock CV, *et al*. Cutaneous sensory block area, muscle-relaxing effect, and block duration of the transversus abdominis plane block: a randomized, blinded, and placebo-controlled study in healthy volunteers[J]. Reg Anesth Pain Med, 2015, 40(4):355-362.
[24] Imajo Y, Komasawa N, Fujiwara S, *et al*. Transversus abdominal plane and rectus sheath block combination for intractable anterior cutaneous nerve entrapment syndrome after severe cholecystitis[J]. J Clin Anesth, 2016, 31:119.
[25] Mehta M, Ranger I. Persistent abdominal pain. Treatment by nerve block[J]. Anaesthesia, 1971, 26(3):330-333.
[26] Maatman RC, Steegers MAH, Boelens OBA, *et al*. Pulsed radiofrequency or anterior neurectomy for anterior cutaneous nerve entrapment syndrome (ACNES) (the PULSE trial): study protocol of a randomized controlled trial[J]. Trials, 2017, 18(1):362.
[27] Birthi P, Calhoun D, Grider JS. Pulsed radiofrequency for chronic abdominal pain[J]. Pain Physician, 2013, 16(4):E443-445.
[28] 倪兵 , 杜涛 , 胡永生 , 等 . 背根神经节电刺激治疗慢性疼痛现状及国产化前景 [J]. 中国疼痛医学杂志 , 2021, 27(11):810-814.
[29] 李慧莉 , 王云 . 脊髓和背根神经节电刺激治疗慢性疼痛机制研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志 , 2018, 24(1):3-7.
[30] Mol FMU, Roumen RMH. DRG spinal cord stimulation as solution for patients with severe pain due to anterior cutaneous nerve entrapment syndrome: a case series[J]. Neuromodulation, 2018, 21(3):317-319.

（下转第 540 页）

2022疼痛7期.indd 530 2022/7/18 16:42:05

[31] Izquierdo C, Martín-Martínez M, Gómez-Monterrey I, *et al*. TRPM8 channels: advances in structural studies and pharmacological modulation[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(16):8502.

[32] Aierken A, Xie YK, Dong W, *et al*. Rational design of a modality-specific inhibitor of TRPM8 channel against Oxaliplatin-induced cold allodynia[J]. Adv Sci (Weinh), 2021, 8(22): e2101717.

[33] 孙小砚 , 刘风雨 , 万有 . 2021 年诺贝尔生理学或医学奖颁给发现“温度和触觉感受器”的科学家 [J]. 中国疼痛医学杂志 , 2021, 27(10):731-732, 736.

[34] Bernier LP, Ase AR, Séguéla P. P2X receptor channels in chronic pain pathways[J]. Br J Pharmacol, 2018, 175(12):2219-2230.

[35] He XF, Kang YR, Fei XY, *et al*. Inhibition of phosphorylated calcium/calmodulin-dependent protein kinase IIα relieves streptozotocin-induced diabetic neuropathic pain through regulation of P2X3 receptor in dorsal root ganglia[J]. Purinergic Signal, 2022. doi: 10.1007/s11302-021-09829-z.

[36] Zhu Y, Zhang S, Wu Y, *et al*. P2X7 receptor antagonist BBG inhibits endoplasmic reticulum stress and pyroptosis to alleviate postherpetic neuralgia[J]. Mol Cell Biochem, 2021, 476(9):3461-3468.

[37] Wang D, Lu J, Xu X, *et al*. Satellite glial cells give rise to nociceptive sensory neurons[J]. Stem Cell Rev Rep, 2021, 17(3):999-1013.

[38] Lemes JBP, de Campos Lima T, Santos DO, *et al*. Participation of satellite glial cells of the dorsal root ganglia in acute nociception[J]. Neurosci Lett, 2018, 676:8-12.

[39] Tang X, Schmidt TM, Perez-Leighton CE, *et al*. Inwardly rectifying potassium channel Kir4.1 is responsible for the native inward potassium conductance of satellite glial cells in sensory ganglia[J]. Neuroscience, 2010, 166(2):397-407.

[40] Li CL, Li KC, Wu D, *et al*. Somatosensory neuron types identified by high-coverage single-cell RNA-sequencing and functional heterogeneity[J]. Cell Res, 2016, 26(1):83-102.

[41] Megat S, Ray PR, Tavares-Ferreira D, *et al*. Differences between dorsal root and trigeminal ganglion nociceptors in ice revealed by translational profiling[J]. Neurosci, 2019, 39(35):6829-6847.

[42] Yu H, Fischer G, Ebert AD, *et al*. Analgesia for neuropathic pain by dorsal root ganglion transplantation of genetically engineered mesenchymal stem cells: initial results[J]. Mol Pain, 2015, 11:5.

[43] Sharma N, Flaherty K, Lezgiyeva K, *et al*. The emergence of transcriptional identity in somatosensory neurons[J]. Nature, 2020, 577(7790):392-398.

[44] Mousa SA, Shaqura M, Khalefa BI, *et al*. Rab7 silencing prevents μ-opioid receptor lysosomal targeting and rescues opioid responsiveness to strengthen diabetic neuropathic pain therapy[J]. Diabetes, 2013, 62(4):1308-1319.

[45] 王琳 , 刘雪 , 刘冰清 , 等 . 神经病理性疼痛的表观遗传学研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志 , 2020, 26(4):287-290.

[46] Sun L, Gu X, Pan Z, *et al*. Contribution of $DNMT_1$ to neuropathic pain genesis partially through epigenetically repressing *Kcna2* in primary afferent neurons[J]. Neurosci, 2019, 39(33):6595-6607.

[47] Notartomaso S, Mascio G, Bernabucci M, *et al*. Analgesia induced by the epigenetic drug, L-acetylcarnitine, outlasts the end of treatment in mouse models of chronic inflammatory and neuropathic pain[J]. Mol Pain, 2017, 13:1744806917697009.

[48] Hu C, He M, Xu Q, *et al*. Advances with non-coding RNAs in neuropathic pain [J]. Front Neurosci, 2021, 15: 760936.

[49] Spencer NJ, Hibberd TJ, Lagerström M, *et al*. Visceral pain-Novel approaches for optogenetic control of spinal afferents[J]. Brain Res, 2018, 1693(Pt B):159-164.

（上接第 530 页）

[31] Bral P, Smet I, Jerjir A, *et al*. Dorsal root ganglion stimulation for patients with refractory pain due to anterior cutaneous nerve entrapment syndrome: a case series[J]. Pain Pract, 2021, 22(2):288-294.

[32] Boelens OB, van Assen T, Houterman S, *et al*. A double-blind, randomized, controlled trial on surgery for chronic abdominal pain due to anterior cutaneous nerve entrapment syndrome[J]. Ann Surg, 2013, 257(5):845-849.

[33] Van Assen T, Boelens OB, Van Eerten PV, *et al*. Surgical options after a failed neurectomy in anterior cutaneous nerve entrapment syndrome[J]. World J Surg, 2014, 38(12):3105-3111.

[34] Van Assen T, Boelens OB, Van Eerten PV, *et al*. Long-term success rates after an anterior neurectomy in patients with an abdominal cutaneous nerve entrapment syndrome[J]. Surgery, 2015, 157(1):137-143.

2022疼痛7期.indd 540 2022/7/18 16:42:06