

坐骨神经痛相关生物标志物的应用价值及针刺治疗研究进展

张雪涛¹, 于国强^{1,2*}

¹黑龙江中医药大学研究生院, 黑龙江 哈尔滨

²黑龙江中医药大学附属第二医院针灸七科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2026年8月12日; 录用日期: 2026年9月3日; 发布日期: 2026年9月18日

摘要

目的: 系统梳理坐骨神经痛相关生物标志物研究现状, 总结针刺治疗坐骨神经痛的临床应用与作用机制, 为临床精准诊疗与科研提供参考。方法: 检索近年来国内外相关文献, 从生物标志物分类、针刺干预方式、镇痛机制及临床疗效等方面进行归纳、分析与评述。结果: 坐骨神经痛相关生物标志物主要包括炎症因子、神经化学物质、免疫细胞、神经损伤修复标志物及影像学生物标志物, 可客观反映神经损伤、炎症水平与疼痛程度。针刺、电针及多种特色针法可通过调控炎症因子、抑制胶质细胞活化、调节内源性镇痛物质、促进神经修复等途径发挥镇痛作用, 临床疗效确切、安全性高。结论: 生物标志物可为坐骨神经痛精准诊断、疗效评价提供客观指标; 针刺治疗优势显著, 值得推广。未来应加强针刺机制阐释与方案标准化, 开展高质量多中心研究。

关键词

坐骨神经痛, 生物标志物, 针刺, 电针, 炎症因子

Application Value of Biomarkers Related to Sciatica and Research Progress in Acupuncture Treatment

Xuetao Zhang¹, Guoqiang Yu^{1,2*}

¹Graduate School, Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

²Department VII of Acupuncture and Moxibustion, The Second Affiliated Hospital of Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin Heilongjiang

Received: August 12, 2026; accepted: September 3, 2026; published: September 18, 2026

*通讯作者。

文章引用: 张雪涛, 于国强. 坐骨神经痛相关生物标志物的应用价值及针刺治疗研究进展[J]. 中医学, 2026, 15(9): 253-262. DOI: 10.12677/tcm.2026.159508

Abstract

Objective: To systematically summarize the research status of biomarkers related to sciatica, and review the clinical application and analgesic mechanisms of acupuncture in the treatment of sciatica, so as to provide references for precise clinical diagnosis and treatment and scientific research. **Methods:** Domestic and foreign literature in recent years was retrieved, and inductive analysis and commentary were carried out from the aspects of classification of biomarkers, intervention methods of acupuncture, analgesic mechanisms, and clinical efficacy. **Results:** Biomarkers related to sciatica mainly include inflammatory factors, neurochemical substances, immune cells, nerve injury and repair markers, as well as imaging biomarkers, which can objectively reflect nerve injury, inflammation level, and pain degree. Acupuncture, electroacupuncture, and various special acupuncture techniques exert analgesic effects by regulating inflammatory factors, inhibiting glial activation, modulating endogenous analgesic substances, and promoting nerve repair, with definite clinical efficacy and high safety. **Conclusion:** Biomarkers can provide objective indicators for accurate diagnosis and efficacy evaluation of sciatica. Acupuncture therapy has significant advantages and is worthy of clinical promotion. Future research should strengthen the explanation of acupuncture mechanisms, standardize acupuncture schemes, and carry out high-quality multi-center clinical studies.

Keywords

Sciatica, Biomarker, Acupuncture, Electroacupuncture, Inflammatory Factor

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

坐骨神经痛是指由多种病因导致坐骨神经本身或其周围组织发生原发性或继发性损伤,从而引发的疼痛综合征,其疼痛范围沿坐骨神经走行路径及其支配区域分布[1]。腰椎间盘突出压迫腰骶部位的神经根(L4-S1) [2]是引起患者疼痛的常见原因之一。现有研究数据显示,坐骨神经痛的发病率为 1.2%~43%,在发展中国家发生率相对更高[3]。目前,临床上对这类疼痛的处理,主要包括药物和非药物两种治疗方式。药物治疗主要为服用镇痛类药物、营养神经药物、糖皮质激素类药物等[4] [5],但长期依赖止痛药物会诱发诸多不良反应,如嗜睡、头晕、恶心等胃肠道反应,严重时甚至会损伤肝肾功能[6] [7]。此外,长期口服药物还可能在一定程度上增加经济负担[8]。非药物治疗在此方面取得了较好效果,尤其以针刺治疗坐骨神经痛较多,并且相较于药物而言,针刺具有安全、不良反应少、适应证广等特点[9] [10]。大量研究表明,针刺治疗坐骨神经痛疗效及不良反应发生率均优于药物治疗[11]-[13]。但其作用机制目前尚未完全明确。传统的诊断主要通过影像学检查和临床症状评估,但往往难以完全反映神经损伤的微观程度和炎症状态。因此,寻找特异性、敏感性的生物标志物对于精准医疗具有重要意义。对于疾病研究而言,生物标志物是指在正常生理过程、病理过程或对药物干预反应中作客观测量并评价的指标。通过对其测定,可获知机体当前所处的生物学过程中的进程。为此,本文就近年来坐骨神经痛针刺干预的研究成果进行汇总分析,客观评估不同针刺方法对坐骨神经痛的诊疗价值,并论述与其相关的生物标志物,为该疗法的临床应用和进一步研究提供参考。

2. 坐骨神经痛相关生物标志物的应用价值

2.1. 炎症相关因子

2.1.1. 肿瘤坏死因子 α

肿瘤坏死因子 α (Tumor Necrosis Factor α , TNF- α) 可对感觉神经元的兴奋性产生影响, 是介导神经根性疼痛的核心因子[14], 其调节机制包括细胞因子自身效应及炎症相关介质合成释放[15]。研究发现[16], 中枢神经系统的炎症因子在组织损伤诱发的疼痛产生与持续中扮演着关键角色。神经病理性疼痛的发生与炎症因子(如肿瘤坏死因子- α)的关系日益受到关注[17]。炎症介质 TNF- α 通过双重机制介导神经病理性疼痛: 一方面通过增加神经节钠通道电流, 加剧啮齿动物的机械异常疼痛; 另一方面激活转录激活因子 3 通路, 诱发星形胶质细胞活化和炎症反应, 从而推动疼痛进程[18]-[20]。因此, TNF- α 可作为评估炎症活动度的指标。

2.1.2. 白细胞介素 1β

白细胞介素(Interleukin, IL), 常被称为白介素, 是免疫系统中一类重要的细胞因子。它的家族成员众多, 常见的有参与炎症启动的白细胞介素-1 (IL-1)、调节免疫反应的白细胞介素-6 (IL-6), 以及具有趋化作用的白细胞介素-8 (IL-8)等。白细胞介素 1β (IL- 1β) 是 IL-1 家族中的一员, 主要由活化的单核细胞或巨噬细胞分泌, 作用相当广泛。它能够通过结合表达在不同靶细胞上的 IL-1 受体 1 (IL-1R1) 来发挥功能。与 TNF 类似, IL- 1β 也能促使其他促炎因子的释放, 在启动炎症反应和调节免疫应答方面扮演着重要角色[21]。在正常生理状态下, 脊髓内 IL- 1β 的表达水平极低; 然而, 当外周神经受损时, 脊髓内的胶质细胞、神经元及部分免疫细胞会显著上调 IL- 1β 的表达。在疼痛调控方面, IL- 1β 一方面能通过辣椒素受体 (Transient Receptor Potential Vanilloid Type-1, TRPV1) 或 IL-1R 直接作用于感受器, 让痛觉变得更敏感; 另一方面也能通过促进前列腺素的合成, 间接增强痛觉感受器的兴奋性, 从而诱发疼痛[22]。一项针对外周神经损伤的研究显示[23], IL- 1β 水平在损伤后 1 小时内保持低水平, 6 小时升高 2 倍, 24 小时达到峰值(升高 10 倍), 随后逐渐下降, 但在数天内维持较高水平, 约 14 天左右恢复至基线。这种表达模式提示 IL- 1β 主要参与神经损伤后的急性炎症反应期。白细胞介素 1β (IL- 1β) 是坐骨神经痛中一个核心的促炎因子。基础研究证实[24], 神经损伤后脊髓和椎间盘组织中 IL- 1β 表达上调, 通过作用于 TRPV1 通道、诱导外周和中枢敏化等机制直接参与疼痛的产生。临床研究在坐骨神经痛患者中检测到 IL- 1β 的存在, 尽管其与症状严重程度的量化关系尚需进一步研究。干预研究显示, IL-1 受体拮抗剂可有效缓解疼痛, 推拿等物理治疗也可能通过下调 IL- 1β 表达发挥作用。未来的研究需进一步明确 IL- 1β 在疾病不同阶段的动态变化规律, 以及基于 IL-1 信号通路的精准治疗策略在坐骨神经痛中的应用前景。

2.1.3. 白细胞介素-6 (IL-6)

白细胞介素-6 (IL-6) 是坐骨神经痛病理生理过程中一个核心的炎症介质。它既是神经损伤后启动炎症反应的“先锋”, 也是维持慢性疼痛状态的“推手”。一项动物研究[25]采用坐骨神经慢性压迫性损伤 (CCI) 模型(一种经典的坐骨神经痛动物模型)发现, 与空白组相比, 模型组大鼠的脊髓背角组织中 IL-6 含量显著升高, 同时伴随着大鼠机械痛阈和热痛阈的降低, 表明疼痛行为与 IL-6 水平呈正相关。该研究还观察到, IL-6 的升高与神经元结构受损和神经元过度活化标志物 c-Fos 蛋白表达增多有关, 提示 IL-6 可能通过激活脊髓背角神经元来介导疼痛。IL-6 并非孤立作用。另一项研究明确指出[26], 包括 IL-6 在内的多种促炎因子(如 IL- 1β 、TNF- α)在坐骨神经痛患者的血清、脑脊液或椎间盘活检组织中均被检出。IL-6 能够诱导其他促炎因子的产生, 并促进免疫细胞浸润, 从而放大神经根周围的“化学性炎症”, 进一步敏化痛觉感受器。因此, 检测白细胞介素的水平有利于早期发现坐骨神经痛的损伤, 进而对症治疗。

2.2. 神经化学机制

甲硫氨酸脑啡肽(Methionine-Enkephalin, M-ENK)为内源性阿片肽, 对外周痛觉信息传递有调控作用, 可抑制单胺类神经递质、P 物质释放及去甲肾上腺素活性, 缓解患者疼痛[27]。有研究表明[28], 在坐骨神经痛的状态下, 脊髓内的 M-ENK 水平会发生动态变化, 且其水平升高与镇痛作用的产生密切相关。现有文献表明[29], M-ENK 是机体应对坐骨神经痛的重要内源性镇痛物质。坐骨神经损伤后 M-ENK 水平会发生显著变化, 而通过药物(如脑啡肽酶抑制剂)或生物学手段(如基因治疗)增强其功能, 在动物模型中均证实具有显著的镇痛作用, 其作用机制既包括直接激活脊髓及外周阿片受体, 也包括间接抑制神经炎症。

2.3. 参与神经炎症的关键免疫细胞

2.3.1. 小胶质细胞

小胶质细胞作为中枢神经系统内固有的免疫效应细胞, 在神经病理性疼痛的病理生理进程中扮演着核心角色[30]。大量实验证据表明[31], 通过抑制小胶质细胞的活化, 可以显著改善神经损伤后的痛觉过敏症状。在坐骨神经损伤的啮齿动物模型中, 鞘内注射布比卡因被证实能有效预防神经病理性疼痛。其镇痛机制与抑制脊髓背角及坐骨神经中的小胶质细胞 M1 型极化密切相关, 且该过程伴随着 IRF5/P2X4R 信号通路的显著下调[32]。在大鼠坐骨神经慢性压迫损伤模型中[33], 鞘内注射缝隙连接蛋白 43 抑制剂 Gap26, 可显著减少 P2X4 受体阳性小胶质细胞的聚集, 并下调背根神经节中肿瘤坏死因子- α 与白细胞介素-1 β 的表达。这种抗炎与镇痛效应与 p38、细胞外信号调节激酶及核因子- κ B 信号通路的调控密切相关, 提示 Gap26 通过靶向特定细胞-信号轴, 有效缓解了神经损伤诱导的炎症反应与疼痛行为。

2.3.2. 星形胶质细胞

神经胶质细胞的病理性激活贯穿于疼痛从发生、进展到慢性化及敏化的全过程, 其中小胶质细胞与星形胶质细胞在疼痛病理机制的构建中发挥着尤为关键的作用[34]。研究显示, 电针刺激可诱导背根神经节(DRG)内胶质细胞源性神经营养因子的表达上调, 这一分子机制在实验中被证实是实现镇痛作用的关键途径[35]。电针干预能够有效遏制神经损伤后的神经炎症级联反应。其机制主要涉及抑制脊髓背角星形胶质细胞和小胶质细胞的病理性活化, 进而阻断下游促炎介质包括肿瘤坏死因子- α (TNF- α)、白细胞介素-1 β (IL-1 β)以及基质金属蛋白酶 MMP-2 和 MMP-9 的异常上调, 从而减轻神经损伤并促进功能恢复[36]。现有研究进一步揭示[37], 针刺的镇痛效应涉及多层次的分子调控机制: 一方面, 它通过激活腺苷 A1 受体, 阻断脊髓星形胶质细胞的活化及其介导的 TNF- α 上调; 另一方面, 针刺还能抑制星形胶质细胞内 Jun 氨基末端激酶(JNK)的磷酸化激活, 从而发挥显著的镇痛作用。

2.4. 中性粒细胞

病理性神经性疼痛是神经系统和免疫系统之间的异常相互作用[38]。神经损伤后, 受损细胞会分泌促炎分子, 将循环白细胞聚集到损伤部位[39]。小胶质细胞、中性粒细胞和巨噬细胞等各种类型的细胞介导神经炎症反应[40]。在幸存神经损伤(SNI)模型中, 损伤早期(3~7 天)消耗中性粒细胞可显著减少动物的机械性异常性疼痛[41]。坐骨神经损伤后, CXCL1/2/3/5、CCL-2、L-Selectin 及 Pdgfa 显著上调。其中, 趋化因子(CXCLs)与粘附分子(L-Selectin)的高表达协同促进了白细胞与血管壁的相互作用, 引导中性粒细胞等免疫细胞向损伤部位定向迁移与聚集。浸润的中性粒细胞不仅发挥吞噬作用, 还释放 IL-6、TNF- α 及 CCL-2 等致痛介质, 进而启动巨噬细胞浸润与激活, 从而诱发并维持神经炎症反应[42]。CCL2 (C-C Motif Chemokine Ligand 2)对于神经损伤后痛觉过敏至关重要[43]。推测在坐骨神经痛的早期阶段, 中性粒细胞和其他免疫细胞的积累在损伤部位释放了 IL-6、TNF- α 和 CCL-2 等炎症介质。这些细胞因子与细胞膜上的配体结合, 引起持续的神经元炎症, 加剧神经损伤并推动坐骨神经痛的进展[44]。

2.5. 神经损伤与修复标志物

这类标志物直接反映神经元的损伤程度和修复状态。**S100B 蛋白**: S100B 主要存在于神经胶质细胞中。当神经根受损或施万细胞(Schwann Cells)受损时, S100B 释放进入血液或脑脊液。其水平可间接反映周围神经损伤的严重性[45]。**神经丝轻链(Neurofilament Light Chain, NfL)**: 是神经元轴突骨架的主要成分。轴突损伤后, NfL 释放到间质液和血液中。高水平血浆 NfL 已被证实与多种神经退行性疾病相关[46], 在坐骨神经痛中, 它可能作为评估轴突损伤程度的定量标志物[47]。**脑源性神经营养因子(Brain-Derived Neurotrophic Factor, BDNF)**: 在疼痛调节中具有双重作用[48]。在脊髓水平中, BDNF 参与中枢敏化过程。研究发现[49], 坐骨神经痛患者血清 BDNF 水平变化与疼痛慢性化趋势相关, 可能用于预测急性疼痛向慢性转化的风险。

2.6. 影像学生物标志物

MRI-Based 生物标志物: 除了传统的形态学压迫观察外, 功能磁共振成像(fMRI)与弥散张量成像(DTI)的引入, 为评估神经损伤提供了全新的视角[50]。DTI 的各项异性分数(Fractional Anisotropy, FA)可以量化神经根的水分子弥散特性[51]。受压神经根的 FA 值降低, 提示神经完整性受损, 且 FA 值的下降程度与患者的神经功能障碍程度相关[52]。**肌肉去神经支配标志**: 通过 MRI 观察脊旁肌或多裂肌的脂肪浸润程度, 可间接反映对应神经根的慢性损伤历史, 这也是判断预后的重要影像学指标[53]。

小胶质细胞、星形胶质细胞活化证据大多来源于啮齿动物模型, 人体无法在活体直接观测脊髓胶质细胞活化, 仅能依靠外周间接标志物替代, 存在间接性偏差; S100B、NfL 等神经损伤标志物目前缺乏坐骨神经痛人群大样本参考阈值, 受年龄、其他神经系统共病干扰, 暂未达到临床常规检测标准。BDNF 具有促敏化与修复双重效应, 现有研究结果存在一定异质性, 不同研究中血清 BDNF 升高、降低结果不完全统一。未来, 炎症生物标志物不仅有望预测坐骨神经痛的临床病程, 还可用于筛选对抗炎治疗反应最佳的患者亚群, 或识别能从手术干预中显著获益的患者。将生物标志物作为中间指标引入针刺研究中, 构建“生物标志物-针刺参数-临床疗效”的关联模型, 将是未来实现坐骨神经痛精准针刺治疗的重要方向, 有助于推动中医药现代化研究的深入发展。

3. 针刺干预治疗

在中医领域, 坐骨神经痛被归为“痹症”范畴。引发该病的常见原因主要是风寒湿邪侵入体内造成经络不畅、外力损伤引发气血运行受阻, 或是肝肾虚弱导致筋脉得不到充分濡养[54]。这类病症的核心病理特点, 多与“不通则痛”、“不荣则痛”有关。对于该病的发病部位、调理思路以及具体治法, 不同医家的认识也存在差异。如今不少中医师结合自身临床实践, 合理搭配手法与穴位, 运用针刺治疗坐骨神经痛, 取得了较为理想的效果。

3.1. 普通针刺

3.1.1. 深刺大肠俞、关元俞

谷秀丽[55]等通过将 60 例符合标准的患者随机分为两组, 其中对照组采用常规针刺治疗, 治疗组则使用以深刺大肠俞、关元俞为主的针刺疗法, 研究比较了两组患者在疼痛评分(SF-MPQ)、腰椎功能(JOA)、炎症因子(IL-6、IL-1 α)、中医证候积分、疗效及生活质量(SF-36)等方面的差异。数据显示, 疗程结束后治疗组在疼痛评分、腰椎功能改善、炎症因子降低、中医证候积分及生活质量评分方面均优于对照组, 且总有效率(93.33%)高于对照组(73.33%), 两组不良事件发生率无明显差异。这提示深刺大肠俞、关元俞为主的针刺疗法可改善腰椎间盘突出伴坐骨神经痛患者疼痛、功能及炎症因子水平。但该研究为单中心研究, 样本量有限, 未设置假针刺对照, 疼痛、生活质量等主观结局存在潜在评价偏倚; 炎症因子仅检测治疗前后两个时点, 缺少长期随访数据, 尚不能证实炎症因子下降与临床获益存在直接因果关系。

3.1.2. 针刺环跳、委中穴

陈怡然等[56]在一项研究中发现, 针刺环跳穴和委中穴可对坐骨神经运动功能和传导功能起到改善作用, 加速神经病理修复, 下调炎症因子 IL-1 β 、TNF- α 蛋白表达水平, 这可能是针刺治疗该病的机制之一。另有研究指出[57], 针刺环跳穴与委中穴均能有效抑制坐骨神经损伤所致的神经病理性疼痛, 并促进神经修复, 该穴配伍使用疗效显著优于单穴, 且单取环跳穴的效果优于单取委中穴。其镇痛机制可能与调控趋化因子 CCL2-CCR2 信号通路有关, 通过抑制 CCL2 的表达, 干扰其与受体 CCR2 的结合, 从而缓解疼痛; 同时, 针刺促进神经修复的作用可能涉及调节小胶质细胞的活化过程。

3.2. 电针

3.2.1. 电针“夹脊穴”

有研究指出[58], 电针“夹脊”穴可明显下调 CCI 大鼠脊髓 OX-42、P2X4 蛋白的表达, 提高大鼠热痛阈, 在电针后 0.5 h 下调最明显, 其镇痛后效应可延续 2 h。另一项研究显示[59], 电针夹脊穴能有效抑制坐骨神经慢性压迫性损伤(CCI)模型大鼠脊髓背角 CREB 蛋白的表达, 进而发挥镇痛作用。这表明, 针刺可能通过调控小胶质细胞的活化, 阻断坐骨神经病理性疼痛的传导, 为治疗坐骨神经痛提供了一种潜在的有效策略, 其深层机制仍需未来研究进一步阐明。

3.2.2. 电针环跳穴、阳陵泉穴

环跳穴、阳陵泉穴均为足少阳胆经的穴位。谢雨辰等[60]的研究将 121 例坐骨神经痛患者, 采用随机数字表法分为对照组 60 例和观察组 61 例。其中, 对照组采用常规针刺, 观察组在常规针刺的基础上联合电针环跳穴、阳陵泉穴。两组治疗周期一致, 治疗结束后, 两组患者血清 IL-6、TNF- α 、MCP-1 水平均降低, 且观察组较对照组降低显著。这说明电针环跳穴、阳陵泉穴联合针刺治疗腰椎间盘突出症坐骨神经痛患者, 可减轻其疼痛程度, 抑制炎症反应, 提高神经传导速度, 且安全性良好。

3.3. 特殊针法

3.3.1. 三才组合针法

陈曦[61]等纳入 162 例坐骨神经痛患者, 通过随机数字表法将其分为对照组、常规针刺组与三才针刺组。对照组采用口服非甾体抗炎药进行镇痛, 常规针刺组使用普通针刺方案, 三才针刺组则依据三才理论实施联合针法: 天部结合传统头针与山元氏新头针, 地部以毫火针刺刺激病灶相关穴位, 人部埋置揸针并配合肢体活动。三组均持续干预四周, 并分别在干预前、干预第四周末、停药后两周及停药后四周, 对三组患者进行 VAS 疼痛评分与 ODI 功能障碍评估; 然后, 在干预前后检测血清中 P 物质、CXCL10、CGRP 的浓度, 同时检测腓肠神经的运动及感觉传导速度。治疗四周后, 三组患者的疼痛程度与肢体功能均得到一定改善, 其中三才针刺组在随访阶段的疗效更持久, 在降低相关血清指标、加快神经传导速度方面均优于另外两组。这说明三才联合针法可更有效地缓解疼痛、改善肢体功能, 同时对相关生化指标与神经功能具有调节作用, 具有进一步研究的意义。

3.3.2. 滞针疗法

唐玉萍[62]等将 96 例腰椎间盘突出所致根性坐骨神经痛患者随机分为两组, 观察组采用滞针疗法, 对照组口服甲钴胺片, 两组疗程均为 10 天, 比较临床疗效及治疗前后血清 IL-6、TNF- α 和 5-HT 的水平变化。治疗 10 天后, 观察组临床总有效率较对照组显著。两组患者治疗后血清 IL-6、TNF- α 和 5-HT 水平均较治疗前明显下降, 且观察组低于对照组。这表明滞针疗法治疗腰椎间盘突出型根性坐骨神经痛疗效明显, 其在缓解疼痛和减轻炎症反应方面优于口服甲钴胺片。

3.3.3. 经颅重复针刺法

范程欣[63]等将 60 例坐骨神经痛患者随机分为治疗组和对照组, 对照组接受常规针刺治疗, 治疗组在此基础上加用经颅重复针刺法作用于足运感区。结果显示, 治疗组总有效率为 96.6%, 显著高于对照组的 79.3%; 治疗组的 VAS 评分、ODI 评分及血清疼痛介质(5-HT、SP)水平均低于对照组, JOA 评分高于对照组。这表明加用经颅重复针刺法能更有效缓解疼痛、改善腰椎功能, 并降低相关疼痛介质水平。蒋汶汐[64]等将 90 例腰椎间盘突出所致坐骨神经痛患者按随机数字表法分为对照组、头针组和经颅重复针刺刺激法(rTAS)组各 30 例。治疗结束后, 三组患者治疗后的 NRS 与 M-JOA 评分均显著降低, 总有效率分别为: 对照组 50.0%、头针组 83.3%、rTAS 组 90.0%。这表明经颅重复针刺刺激足运感区治疗腰椎间盘突出型坐骨神经痛疗效明显, 能更有效改善患者临床症状及体征, 且显著优于单纯常规针刺及头针联合常规针刺方案。

3.4. 特殊手法——龙虎交战手法

龙虎交战手法是一种补泻兼施的复式针刺手法[65], 首见于《针灸大全·金针赋》(明·徐凤): “龙虎交战, 左撚九而右撚六, 是亦住痛之针”, 说明了止疼镇痛是该手法的特色。王卉[66]在“龙虎交战”针法治疗腰椎间盘突出继发坐骨神经痛的临床疗效观察中得出结论: 龙虎交战针法与常规针刺法在改善腰椎间盘突出继发坐骨神经痛患者的腰椎功能方面疗效相当, 在改善疼痛程度、中医证候方面龙虎交战针法优于常规针刺法, 且总体疗效优于常规针刺法, 在治疗初期能迅速缓解患者疼痛程度, 其时效性更强。任景[67]等在一项研究中发现龙虎交战手法治疗寒湿瘀阻型坐骨神经痛具有较好的治疗效果, 能够降低血清 IL-6、IL-1 β 、TNF- α 水平, 值得在临床上进一步推广应用。

从临床研究结果上看, 针刺治疗坐骨神经痛的疗效与药物相当, 甚至在某些方面优于药物治疗。鉴于药物治疗常伴随明显的不良反应, 而针刺疗法具备较高的安全性和有效性, 因而在临床上更广泛使用针刺治疗。不同的针刺方案对病患的治疗效果也存在显著差异, 其中一些特殊针刺技术不仅疗效优于传统针刺, 还能减少取穴数量、减轻患者痛苦、降低治疗成本, 并提高患者的治疗依从性。基于中医“治未病”的理念, 针刺可用于坐骨神经痛的早期干预[68], 有助于调整患者的身心状态、改善神经功能, 从而在一定程度上降低疾病的发生风险。

4. 总结

综上所述, 针刺治疗在缓解坐骨神经痛方面展现出显著疗效, 不仅能够有效改善患者的临床症状, 且不良反应少、安全性高, 具有良好的应用前景。但在临床实践方面, 针刺的选穴、频率及操作手法尚缺乏统一规范, 多依赖个体经验。现有针刺临床研究多为单中心小样本, 多数未设置假针刺对照, 主观疼痛结局易受安慰剂效应干扰; 部分特色针法为复合干预或高度依赖术者经验, 干预方案可复制性不足。生物标志物相关证据多数来源于动物实验, 人体临床证据多为横断面小样本观察, 血清标志物特异性不足, 缺少标志物-针刺疗效的纵向验证队列, 难以回答生物标志物变化是针刺直接效应还是疼痛缓解后的继发改变。未来研究不仅要扩大样本开展多中心 RCT, 还应当重视研究设计质量, 引入假针刺对照, 统一针刺操作参数。在此基础上, 开展设计严谨、样本量充足、随访周期合理的高质量临床研究, 以进一步验证其长期疗效, 为针刺治疗坐骨神经痛提供更多元、更精准的路径选择。

参考文献

- [1] Jensen, R.K., Kongsted, A., Kjaer, P. and Koes, B. (2019) Diagnosis and Treatment of Sciatica. *BMJ*, **367**, L6273. <https://doi.org/10.1136/bmj.l6273>
- [2] Bernstein, I.A., Malik, Q., Carville, S. and Ward, S. (2017) Low Back Pain and Sciatica: Summary of NICE Guidance. *BMJ*, **356**, i6748. <https://doi.org/10.1136/bmj.i6748>
- [3] Ramaswami, R., Ghogawala, Z. and Weinstein, J.N. (2017) Management of Sciatica. *New England Journal of Medicine*,

- 376, 1175-1177. <https://doi.org/10.1056/nejmcldc1701008>
- [4] 张红波, 王玉, 万海同, 等. 超声药物导入疗法治疗坐骨神经痛的临床对照研究[J]. 中国中医急症, 2019, 28(5): 770-772, 805.
- [5] 陈陆蕊, Vale, J. 系统性皮质类固醇用于坐骨神经痛[J]. 中国康复, 2024, 39(8): 483.
- [6] Foster, N.E. and Reddington, M. (2021) Early Referral to Physical Therapy: A Reasonable Choice for Primary Care Patients with Sciatica. *Annals of Internal Medicine*, **174**, 107-108. <https://doi.org/10.7326/m20-6545>
- [7] Wei, X., Wang, L., Yu, F., Lee, C., Liu, N., Ren, M., et al. (2022) Identifying the Neural Marker of Chronic Sciatica Using Multimodal Neuroimaging and Machine Learning Analyses. *Frontiers in Neuroscience*, **16**, Article 1036487. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.1036487>
- [8] Schoenfeld, A.J. and Kang, J.D. (2020) Decision Making for Treatment of Persistent Sciatica. *New England Journal of Medicine*, **382**, 1161-1162. <https://doi.org/10.1056/nejme2000711>
- [9] 李卓荣. “环五针”治疗原发性坐骨神经痛 54 例[J]. 中国针灸, 2018, 38(3): 277-279.
- [10] 邱玲, 胡小丽, 赵学宇, 等. 针刺坐骨神经干治疗腰椎间盘突出症所致坐骨神经痛的疗效观察[J]. 针刺研究, 2016, 41(5): 447-450, 473.
- [11] Liu, C., Ferreira, G.E., Abdel Shaheed, C., Chen, Q., Harris, I.A., Bailey, C.S., et al. (2023) Surgical versus Non-Surgical Treatment for Sciatica: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *BMJ*, **381**, e070730. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-070730>
- [12] Fernandez, M. and Ferreira, P.H. (2016) Acupuncture for Sciatica and a Comparison with Western Medicine (PEDro Synthesis). *British Journal of Sports Medicine*, **51**, 539-540. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096203>
- [13] Tu, J.F., Shi, G.X., Yan, S.Y., Ni, G., Yu, F., Cai, G., et al. (2024) Acupuncture vs Sham Acupuncture for Chronic Sciatica from Herniated Disk: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Internal Medicine*, **184**, 1417-1424. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2024.5463>
- [14] Chang, L., Ye, F., Luo, Q., Tao, Y. and Shu, H. (2018) Increased Hyperalgesia and Proinflammatory Cytokines in the Spinal Cord and Dorsal Root Ganglion after Surgery and/or Fentanyl Administration in Rats. *Anesthesia & Analgesia*, **126**, 289-297. <https://doi.org/10.1213/ane.0000000000002601>
- [15] Zhao, Z.Q. (2008) Neural Mechanism Underlying Acupuncture Analgesia. *Progress in Neurobiology*, **85**, 355-375. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2008.05.004>
- [16] 叶永贤, 林洪, 沙漠, 等. 神经病理性疼痛相关分子机制的研究进展[J]. 中国疼痛医学杂志, 2014, 20(3): 177-180.
- [17] 金弘, 刘婷婷, 刘树民, 等. 电针联合身痛逐瘀胶囊对 CCI 大鼠脊髓组织 TNF- α , IL-1 β , IL-6 表达的影响[J]. 中医药信息, 2017, 34(3): 78-82.
- [18] Zhang, X.L., Ding, H.H., Xu, T., Liu, M., Ma, C., Wu, S., et al. (2018) Palmitoylation of δ -Catenin Promotes Kinesin-Mediated Membrane Trafficking of Nav1.6 in Sensory Neurons to Promote Neuropathic Pain. *Science Signaling*, **11**, eaar4394. <https://doi.org/10.1126/scisignal.aar4394>
- [19] 韩琛, 姜永杰, 王恒孝. 信号转导与转录激活因子 3 在宫颈癌发生发展中的作用机制研究进展[J]. 中国免疫学杂志, 2019, 35(14): 1778-1783.
- [20] Mo, Y., Liu, B., Qiu, S., Wang, X., Zhong, L., Han, X., et al. (2020) Down-Regulation of MicroRNA-34c-5p Alleviates Neuropathic Pain via the SIRT1/STAT3 Signaling Pathway in Rat Models of Chronic Constriction Injury of Sciatic Nerve. *Journal of Neurochemistry*, **154**, 301-315. <https://doi.org/10.1111/jnc.14998>
- [21] 李秋月, 许海玉, 杨洪军. 促炎因子 TNF- α , IL-1 β , IL-6 在神经病理性疼痛中的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(19): 3709-3712.
- [22] Binshok, A.M., Wang, H., Zimmermann, K., Amaya, F., Vardeh, D., Shi, L., et al. (2008) Nociceptors Are Interleukin-1 β Sensors. *The Journal of Neuroscience*, **28**, 14062-14073. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.3795-08.2008>
- [23] Shen, Y., Li, M.Z., Jin, S.B., Yu, Z., Liu, Q., Yao, H., et al. (2026) The Role of Interleukins in Peripheral Nerve Injury and the Current Status of Treatment. *Frontiers in Immunology*, **16**, Article 1691335. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2025.1691335>
- [24] Green-Fulgham, S.M., Ball, J.B., Kwilas, A.J., Harland, M.E., Frank, M.G., Dragavon, J.M., et al. (2024) Interleukin-1 β and Inflammasome Expression in Spinal Cord Following Chronic Constriction Injury in Male and Female Rats. *Brain, Behavior, and Immunity*, **115**, 157-168. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2023.10.004>
- [25] 伍诗烨, 黄红叶, 陈水金, 等. 推拿对神经病理性疼痛大鼠脊髓背角中 IL-1 β , IL-6 及 c-Fos 表达的影响[J]. 中华针灸电子杂志, 2024, 13(3): 96-101.
- [26] Jungen, M.J., ter Meulen, B.C., van Osch, T., Weinstein, H.C. and Ostelo, R.W.J.G. (2019) Inflammatory Biomarkers in Patients with Sciatica: A Systematic Review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **20**, Article No. 156.

- <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2541-0>
- [27] 徐倩, 武俊, 姚延敬. 温阳祛瘀方联合针灸治疗腰椎间盘突出症根性坐骨神经痛临床研究[J]. 山东中医杂志, 2025, 44(7): 767-773.
 - [28] 武百山, 马玲, 倪家骧. 背根神经节脉冲射频对坐骨神经分支结扎切断模型大鼠脊髓甲硫氨酸脑啡肽和 P 物质的影响[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2011, 5(12): 3477-3481.
 - [29] Popiolek-Barczyk, K., Piotrowska, A., Makuch, W. and Mika, J. (2017) Biphalin, a Dimeric Enkephalin, Alleviates LPS-Induced Activation in Rat Primary Microglial Cultures in Opioid Receptor-Dependent and Receptor-Independent Manners. *Neural Plasticity*, **2017**, Article ID: 3829472. <https://doi.org/10.1155/2017/3829472>
 - [30] Chen, G., Zhang, Y.Q., Qadri, Y.J., Serhan, C.N. and Ji, R. (2018) Microglia in Pain: Detrimental and Protective Roles in Pathogenesis and Resolution of Pain. *Neuron*, **100**, 1292-1311. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.11.009>
 - [31] Zhang, D., Jing, B., Chen, Z., Li, X., Shi, H., Zheng, Y., et al. (2023) Ferulic Acid Alleviates Sciatica by Inhibiting Neuroinflammation and Promoting Nerve Repair via the TLR4/NF- κ B Pathway. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, **29**, 1000-1011. <https://doi.org/10.1111/cns.14060>
 - [32] Wu, C.C., Chang, C.Y., Tzeng, C.Y., Huang, J., Hung, C., Chen, W., et al. (2022) Preventive Intrathecal Injection of Bupivacaine Alleviated Microglia Activation and Neuropathic Pain in a Rat Model of Chronic Constriction Injury. *International Journal of Molecular Sciences*, **23**, Article 7197. <https://doi.org/10.3390/ijms23137197>
 - [33] Xing, J., Wang, H., Chen, L., Wang, H., Huang, H., Huang, J., et al. (2023) Blocking Cx43 Alleviates Neuropathic Pain in Rats with Chronic Constriction Injury via the P2X4 and P38/ERK-P65 Pathways. *International Immunopharmacology*, **114**, Article ID: 109506. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2022.109506>
 - [34] Liu, Q., Li, R., Yang, W., Cui, R. and Li, B. (2021) Role of Neuroglia in Neuropathic Pain and Depression. *Pharmacological Research*, **174**, Article ID: 105957. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105957>
 - [35] 张文文, 米文丽, 王彦青. 针刺缓解慢性神经病理性疼痛的作用机制研究进展[J]. 中国疼痛医学杂志, 2021, 27(4): 249-254.
 - [36] Wang, J., Gao, Y., Qiao, L., Zhang, J., Duan-mu, C., Yan, Y., et al. (2018) Repeated Electroacupuncture Treatment Attenuated Hyperalgesia through Suppression of Spinal Glial Activation in Chronic Neuropathic Pain Rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **18**, Article No. 74. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2134-8>
 - [37] Zhang, M., Dai, Q., Liang, D., Li, D., Chen, S., Chen, S., et al. (2018) Involvement of Adenosine A1 Receptor in Electroacupuncture-Mediated Inhibition of Astrocyte Activation during Neuropathic Pain. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, **76**, 736-742. <https://doi.org/10.1590/0004-282x20180128>
 - [38] Kiguchi, N., Kobayashi, D., Saika, F., Matsuzaki, S. and Kishioka, S. (2017) Pharmacological Regulation of Neuropathic Pain Driven by Inflammatory Macrophages. *International Journal of Molecular Sciences*, **18**, Article 2296. <https://doi.org/10.3390/ijms18112296>
 - [39] Marchand, F., Perretti, M. and McMahon, S.B. (2005) Role of the Immune System in Chronic Pain. *Nature Reviews Neuroscience*, **6**, 521-532. <https://doi.org/10.1038/nrn1700>
 - [40] Li, Z., Yang, H., Hai, Y. and Cheng, Y. (2023) Regulatory Effect of Inflammatory Mediators in Intervertebral Disc Degeneration. *Mediators of Inflammation*, **2023**, Article ID: 6210885. <https://doi.org/10.1155/2023/6210885>
 - [41] Nadeau, S., Filali, M., Zhang, J., Kerr, B.J., Rivest, S., Soulet, D., et al. (2011) Functional Recovery after Peripheral Nerve Injury Is Dependent on the Pro-Inflammatory Cytokines IL-1 β and TNF: Implications for Neuropathic Pain. *The Journal of Neuroscience*, **31**, 12533-12542. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.2840-11.2011>
 - [42] Huerta, M.Á., Molina-Álvarez, M., García, M.M., Tejada, M.A., Goicoechea, C., Ghasemlou, N., et al. (2024) The Role of Neutrophils in Pain: Systematic Review and Meta-Analysis of Animal Studies. *Pain*, **166**, 1230-1249. <https://doi.org/10.1097/j.pain.0000000000003450>
 - [43] Kwiatkowski, K., Piotrowska, A., Rojewska, E., Makuch, W. and Mika, J. (2017) The RS504393 Influences the Level of Nociceptive Factors and Enhances Opioid Analgesic Potency in Neuropathic Rats. *Journal of Neuroimmune Pharmacology*, **12**, 402-419. <https://doi.org/10.1007/s11481-017-9729-6>
 - [44] Li, X., Wang, X., Song, J., Jiang, B., Wen, Y., Wang, Y., et al. (2025) Unraveling Proteomic Signatures and Neuroinflammatory Networks in a CCI Rat Model of Early Sciatica: Insights for Neuropathic Pain Mechanisms. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, **18**, Article 1674151. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2025.1674151>
 - [45] Ogłodek, E.A. and Bar, M. (2026) Astroglial and Neuronal Injury Markers (GFAP, UCHL-1, NfL, Tau, S100B) as Diagnostic and Prognostic Biomarkers in PTSD and Neurological Disorders. *International Journal of Molecular Sciences*, **27**, Article 2374. <https://doi.org/10.3390/ijms27052374>
 - [46] Bermejo-Guerrero, L., Restrepo-Vera, J.L., Martín-Jiménez, P., Navarro-Riquelme, M., Garrido-Moraga, R., Ochoa, L.E., et al. (2026) Clinical Heterogeneity and Candidate Biomarkers in POLG-Related Mitochondrial Disease. *Neurology Genetics*, **12**, e200365. <https://doi.org/10.1212/nxg.0000000000200365>

- [47] Louwsma, J., Brunger, A.F., Bijzet, J., Kroesen, B.J., Roeloffzen, W.W.H., Bischof, A., *et al.* (2020) Neurofilament Light Chain, a Biomarker for Polyneuropathy in Systemic Amyloidosis. *Amyloid*, **28**, 50-55. <https://doi.org/10.1080/13506129.2020.1815696>
- [48] Albini, M., Krawczun-Rygmazewska, A. and Cesca, F. (2023) Astrocytes and Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF). *Neuroscience Research*, **197**, 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2023.02.001>
- [49] Lin, F. and He, W. (2025) Investigating the Causal Role of Neurotrophic Factors in Low Backpain and Sciatica: A Mendelian Randomization Study. *Current Medicinal Chemistry*, **32**. <https://doi.org/10.2174/0109298673358689250711005445>
- [50] Al Ghamdi, Y.H., Alawad, S.H., Karem, F. and Alsaadi, M.J. (2025) Fibrolipomatous Hamartoma of the Sciatic Nerve: An Atypical Case Report. *Frontiers in Radiology*, **5**, Article 1663742. <https://doi.org/10.3389/fradi.2025.1663742>
- [51] Shi, Y., Zong, M., Xu, X., Zou, Y., Feng, Y., Liu, W., *et al.* (2015) Diffusion Tensor Imaging with Quantitative Evaluation and Fiber Tractography of Lumbar Nerve Roots in Sciatica. *European Journal of Radiology*, **84**, 690-695. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.01.006>
- [52] Bruno, F., Marrelli, A., Tommasino, E., Martinese, G., Gagliardi, A., Pertici, L., *et al.* (2022) Advanced MRI Imaging of Nerve Roots in Lumbar Radiculopathy Due to Discoradicular Conflict: DWI, DTI, and T2 Mapping with Clinical and Neurophysiological Correlations. *La radiologia medica*, **127**, 1270-1276. <https://doi.org/10.1007/s11547-022-01550-0>
- [53] Noda, S., Murakami, A., Kazuta, T., Hirano, S., Kimura, S., Nakanishi, H., *et al.* (2022) Clinical Implication of Denervation in Sporadic Inclusion Body Myositis. *Journal of the Neurological Sciences*, **439**, Article ID: 120317. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2022.120317>
- [54] 郑雅峰, 王健, 魏超, 等. 针刺镇痛治疗坐骨神经痛辨证分型及机制分析[J]. 辽宁中医药大学学报, 2019, 21(2): 155-157.
- [55] 谷秀丽, 张博, 张雪, 等. 深刺大肠俞、关元俞为主治疗腰椎间盘突出伴坐骨神经痛临床观察[J]. 河北中医, 2025, 47(1): 96-100, 104.
- [56] 陈怡然, 马雪, 赵洪毅, 等. 针刺环跳和委中穴对坐骨神经损伤大鼠 IL-1 β 、TNF- α 表达的影响[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(4): 1709-1713.
- [57] 李晔. 针刺环跳、委中穴对坐骨神经痛大鼠 CCL2-CCR2 和小胶质细胞活化的影响[D]: [硕士学位论文]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2022.
- [58] 黄华, 陈慧娥, 余文英, 等. 电针“夹脊”穴对坐骨神经慢性损伤大鼠镇痛后效应的影响[J]. 针刺研究, 2020, 45(1): 40-45.
- [59] 余文英, 李瑜芝, 黄明愉, 等. 电针夹脊穴对坐骨神经慢性压迫性损伤模型大鼠针刺镇痛的后效应研究[J]. 福建中医药, 2019, 50(1): 60-63.
- [60] 谢雨辰, 赵翹, 许辉, 等. 电针环跳穴、阳陵泉穴联合针刺治疗腰椎间盘突出症坐骨神经痛患者的效果分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2023, 7(4): 88-91.
- [61] 陈曦, 肖芷兰, 李书娟, 等. 三才组合针法治疗盘源性坐骨神经痛的效果观察[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(15): 1987-1991.
- [62] 唐玉萍, 王雄将, 石罗玉, 等. 滞针疗法治疗腰椎间盘突出型根性坐骨神经痛的疗效观察[J]. 辽宁中医杂志, 2019, 46(9): 1934-1936.
- [63] 范程欣, 王松阳, 孙申田, 等. 经颅重复针刺法作用于足运感区对坐骨神经痛患者的影响[J]. 中医药导报, 2025, 31(10): 50-54.
- [64] 蒋汶汐, 蒋希成, 孙远征. 经颅重复针刺刺激足运感区治疗腰椎间盘突出型坐骨神经痛临床研究[J]. 针灸临床杂志, 2021, 37(8): 20-24.
- [65] 陈琳, 高颖, 王富春. 古今医家龙虎交战针法探析[J]. 上海针灸杂志, 2008(2): 34-35.
- [66] 王卉. “龙虎交战”针法治疗腰椎间盘突出继发坐骨神经痛的临床疗效观察[D]: [硕士学位论文]. 张家口: 河北北方学院, 2020.
- [67] 任景, 李涛, 李博. 龙虎交战针法联合温针灸治疗寒湿瘀阻型坐骨神经痛的疗效及对血清 IL-6、IL-1 β 、TNF- α 水平影响[J]. 四川中医, 2021, 39(7): 179-181.
- [68] 张浩琳, 和岚, 郭佳, 等. 早期针刺治疗腰椎间盘突出坐骨神经痛的临床疗效研究[J]. 中国疼痛医学杂志, 2020, 26(2): 146-149.