

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v20n6e1969>

Eletoacupuntura na reabilitação de paralisia do nervo radial em bovino de leite

Laura Andrade Martins¹, Angélica Cristina Santos da Silva¹, Isabela Bezerra de Santana¹, Luan Henrique Prado Afonso¹, Sarah Cordeiro Dassié¹, Artur Da Silva Borges Alonso Guilherme¹, Gabriella Coppola Pizzo Vaz¹, Gabrielle Matias Martineli¹, Afonso Albino Ramos Santana¹, Giovana Rosa de Souza¹, Pedro Henrique de Oliveira Baldini^{2*}, João Morelli Junior¹

¹Centro Universitário de Rio Preto, Hospital Veterinário “Dr. Halim Atique”, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.

²Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal, Botucatu, São Paulo, Brasil.

*Autor correspondente E-mail: pedro.henrique-oliveira@unesp.br

Resumo. A Síndrome da Vaca Caída é uma condição clínica grave em bovinos, frequentemente associada ao decúbito prolongado, à isquemia muscular e às neuropatias compressivas periféricas, que podem comprometer significativamente o prognóstico funcional do animal. O presente relato descreve a utilização do eletroacupuntura como estratégia terapêutica na reabilitação da paralisia traumática do nervo radial em uma fêmea bovina leiteira, sem raça definida, com sete anos de idade e 530 kg, atendida após permanecer aproximadamente 24 horas em decúbito lateral em decorrência de queda acidental. Ao exame clínico e neurológico, observou-se incapacidade de extensão do carpo e dos dígitos do membro torácico esquerdo, apoio sobre a face dorsal da pinça, analgesia em região compatível com o dermatoma do nervo radial e redução dos reflexos tricipital e do extensor radial do carpo, estabelecendo-se o diagnóstico clínico de paralisia traumática do nervo radial. Além da terapia de suporte convencional, instituiu-se um protocolo de eletroacupuntura sem sedação, utilizando frequência de 10 Hz, onda mista, pulso bifásico e intensidade ajustada ao limiar motor, em sessões de 25 minutos realizadas nos dias D0, D2, D7, D11 e D15. Após a segunda sessão, observou-se retorno parcial da propriocepção consciente, seguido de melhora progressiva do tônus muscular, da extensão do carpo e do apoio funcional do membro acometido. No D15, a paciente apresentava marcha coordenada e recuperação funcional compatível com a reversão da paralisia do nervo radial. Entretanto, o comprometimento musculoesquelético severo dos membros pélvicos e o agravamento das escaras decorrentes do decúbito prolongado determinaram um desfecho desfavorável, culminando na eutanásia por razões de bem-estar animal. Conclui-se que a eletroacupuntura pode representar uma ferramenta terapêutica promissora para o tratamento de neuropatias compressivas focais em bovinos. Contudo, o sucesso clínico em animais com Síndrome da Vaca Caída depende da extensão das lesões secundárias e da viabilidade musculoesquelética sistêmica.

Palavras-chave: Neuropatia periférica, nervo radial, reabilitação, síndrome da vaca caída.

Electroacupuncture for the rehabilitation of radial nerve paralysis in a dairy cow

Abstract. Downer Cow Syndrome is a severe clinical condition in cattle, frequently associated with prolonged recumbency, muscle ischemia, and compressive peripheral neuropathies, which may significantly compromise the animal's functional prognosis. This case report describes the use of electroacupuncture as a therapeutic strategy for the rehabilitation of traumatic radial nerve paralysis in a seven-year-old, 530-kg, crossbred dairy cow that remained in lateral recumbency for approximately 24 hours following an

accidental fall. Clinical and neurological examination revealed inability to extend the carpus and digits of the left thoracic limb, knuckling, analgesia in an area corresponding to the radial nerve dermatome, and diminished triceps and extensor carpi radialis reflexes, leading to the clinical diagnosis of traumatic radial nerve paralysis. In addition to conventional supportive therapy, an electroacupuncture protocol was instituted without sedation, using a frequency of 10 Hz, mixed waveform, biphasic pulse, and stimulation intensity adjusted to the motor threshold. Sessions lasted 25 minutes and were performed on days 0, 2, 7, 11, and 15. After the second session, partial recovery of conscious proprioception was observed, followed by progressive improvement in muscle tone, carpal extension, and functional weight-bearing of the affected limb. By day 15, the patient exhibited coordinated gait and functional recovery consistent with reversal of radial nerve paralysis. However, severe musculoskeletal impairment of the pelvic limbs and worsening pressure sores resulting from prolonged recumbency led to an unfavorable outcome, culminating in euthanasia for animal welfare reasons. It is concluded that electroacupuncture may represent a promising therapeutic tool for the treatment of focal compressive neuropathies in cattle. Nevertheless, clinical success in animals with Downer Cow Syndrome depends on the extent of secondary lesions and the overall musculoskeletal viability of the patient.

Keywords: Peripheral neuropathy, radial nerve, rehabilitation, Downer Cow Syndrome.

Introdução

A Síndrome da Vaca Caída é uma condição clínica grave caracterizada pela incapacidade do animal de se levantar e pela permanência em decúbito prolongado ([Rodrigues et al., 2022](#)). Quando o decúbito ultrapassa o período crítico de seis horas, o alto peso do bovino induz um quadro severo de isquemia e perda de permeabilidade da membrana celular, resultando em necrose muscular localizada e síndrome compartimental ([Rodrigues et al., 2022](#)). Consequentemente, ocorrem danos neurológicos por compressão e estiramento que podem ser irreversíveis. Os nervos periféricos essenciais para a locomoção, em especial o nervo ciático nos membros pélvicos e o nervo radial nos membros torácicos, são os mais acometidos, gerando neuropatias secundárias que frequentemente determinam o prognóstico do animal ([Rodrigues et al., 2022](#)).

Diante da refratariedade dessas neuropatias isquêmicas aos tratamentos convencionais com anti-inflamatórios e métodos mecânicos, a eletroacupuntura (EA) surge como uma intervenção terapêutica não-farmacológica viável na clínica de grandes animais. A eficácia da EA já foi validada na promoção de analgesia sistêmica profunda para intervenções cirúrgicas em bovinos ([Kim et al., 2004](#)) e apresenta uma base neuroquímica robusta mediada pela liberação de peptídeos opioides endógenos ([Ulett et al., 1998](#)). Na prática de equídeos, a técnica tem demonstrado elevada eficácia na recuperação metabólica muscular, tratamento de claudicações crônicas e manejo de neuropatias, como as mediadas pelo nervo trigêmeo ([Dunkel et al., 2025](#); [Labens et al., 2022](#); [Purnama et al., 2025](#)).

Em nível celular, as evidências apontam que a EA atua de forma direta na fisiopatologia da lesão nervosa periférica por esmagamento ou compressão. A estimulação elétrica promove a proliferação das células de Schwann e aumenta a secreção sérica e tecidual de fatores de crescimento cruciais, como o fator de crescimento nervoso (NGF) e o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) ([Hu et al., 2018](#); [Liu et al., 2020](#)). Adicionalmente, a EA acelera a limpeza estrutural dos detritos da bainha de mielina danificada através da indução da autofagia nas células de Schwann, processo essencial para a reconstituição da nova bainha e aumento do diâmetro dos axônios ([Liu et al., 2025](#)). A técnica também previne a apoptose neuronal e inibe a formação de tecido fibrótico reativo (cicatriz glial) ao modular vias de sinalização como PI3K/mTOR e suprarregular o fator neurotrófico derivado da glia (GDNF) ([Fei et al., 2019](#); [Liu et al., 2025](#)).

Apesar de os mecanismos neuroregenerativos da eletroacupuntura estarem bem documentados em modelos experimentais de lesão de nervos periféricos, sua aplicação clínica voltada à recuperação de neuropatias compressivas na Síndrome da Vaca Caída ainda é pouco documentada na literatura veterinária. Nesse contexto, o presente relato tem como objetivo descrever a evolução clínica e a

recuperação funcional motora de uma fêmea bovina com Síndrome da Vaca Caída decorrente de paralisia do nervo radial, associadas ao tratamento com eletroacupuntura.

Relato de caso

Uma fêmea bovina leiteira, sem raça definida (SRD), sete anos, 530 kg, foi atendida com histórico de queda accidental em desnível de terreno (buraco), permanecendo em decúbito lateral e presa no local por aproximadamente 24 horas até o resgate. No atendimento inicial (D0), realizado na propriedade, o animal encontrava-se em decúbito esternal, alerta, porém incapaz de se levantar. Instituiu-se terapia de suporte e, após estabilização inicial, a paciente foi encaminhada ao Hospital Veterinário para continuidade do manejo clínico e reabilitação.

Ainda no D0 (admissão hospitalar), ao exame físico, a paciente apresentava hipotermia (36,0 °C), frequência cardíaca de 76 bpm e frequência respiratória de 24 mpm, sem lesões externas evidentes à inspeção. A avaliação musculoesquelética evidenciou comprometimento severo dos membros pélvicos e, adicionalmente, alteração funcional importante do membro torácico esquerdo (MTE). Na avaliação locomotora assistida, o animal apresentava claudicação grau 5, caracterizada por incapacidade de suportar peso no membro acometido.

O exame neurológico do MTE revelou incapacidade de extensão das articulações do carpo e dos dígitos, resultando em apoio sobre a face dorsal da pinça (knuckling; [Figura 1B](#)). O mapeamento da sensibilidade cutânea demonstrou analgesia na face lateral da região antebraquial e face dorsal dos dígitos, compatível com o dermatoma do nervo radial. Os reflexos tricipital e do extensor carpo radial encontravam-se diminuídos/ausentes. Com base no histórico de trauma compressivo e nos sinais neurológicos focais, estabeleceu-se o diagnóstico clínico de paralisia traumática do nervo radial no MTE. Causas metabólicas (ex.: hipocalcemia/cetose) foram consideradas menos prováveis, em função do trauma mecânico evidente e ausência de sinais clínicos sistêmicos compatíveis.

Imediatamente após o diagnóstico (D0), instituiu-se terapia de suporte para correção de desidratação/choque, com administração intravenosa de 30 L de solução de ringer com lactato, suplementada com glicose e complexo vitamínico. Como terapia anti-inflamatória, utilizou-se dexametasona (4 mg/kg, IV, SID) por dois dias, seguida de desmame nos 4 dias subsequentes, com redução da dose pela metade a cada dois dias.

O manejo ambiental incluiu cama profunda de maravalha e mudança de decúbito a cada duas horas pela equipe ([Figura 1A](#)). Tentativas de colocar o animal em estação foram realizadas duas vezes ao dia, com auxílio de talha/guincho manual e suporte torácico e pélvico. Apesar da suspensão, no período inicial observou-se incapacidade de apoio adequado do MTE, além de dificuldade de estabilização corporal atribuída ao comprometimento pélvico.



Figura 1. Manejo inicial e achados neurológicos compatíveis com paralisia do nervo radial em bovino com Síndrome da Vaca Caída. **A:** Manejo de suporte durante a internação, com cama profunda e reposicionamento periódico do animal para prevenção de lesões secundárias associadas ao decúbito prolongado. **B:** Achado neurológico no membro torácico esquerdo (MTE), evidenciando knuckling (apoio sobre a face dorsal da pinça), com incapacidade de extensão do carpo e dos dígitos, compatível com comprometimento funcional do nervo radial.

Dada a gravidade do comprometimento dos membros pélvicos e a dificuldade de retorno à estação, optou-se por priorizar a reabilitação do nervo radial com o objetivo de otimizar a biomecânica do membro torácico e facilitar o levante e a sustentação do animal durante a reabilitação global. Assim, instituiu-se protocolo de eletroacupuntura (EA) sem sedação, visando neuroestimulação e recuperação motora acelerada. Utilizou-se eletroestimulador NKL EL-608 V2 e agulhas estéreis de aço inoxidável $0,25 \times 30$ mm. Foram selecionados pontos locais para estimular o trajeto do nervo e musculatura relacionada (VB21 [Jianjing], IG15 [Jianyu] e ID9 [Jianzhen], com inserção superficial) e pontos distais/neuromoduladores (TA5 [Waiguan], C7 [Shenmen] e ID3 [Houxi]), conforme representado na [figura 2](#). Os parâmetros elétricos utilizados foram frequência de 10 Hz, onda mista, pulso bifásico, com intensidade ajustada até a observação de contração muscular visível (limiar motor), respeitando o conforto do animal. Na montagem, um par de eletrodos tipo “jacaré” foi conectado entre o ponto proximal VB21 e o ponto IG15, estabelecendo circuito de estimulação na região da cintura escapular e proximidade da origem do plexo braquial. O cronograma consistiu em sessões de 25 minutos nos dias D0, D2, D7, D11 e D15.

A resposta ao tratamento foi monitorada diariamente. Entre D0 e D2, o animal manteve knuckling e claudicação grau 5. No D4 (após a segunda sessão), observou-se retorno parcial da propriocepção consciente, com correção ocasional da postura do casco (“desemboletar”). No D7, houve melhora significativa do tônus muscular e da capacidade de extensão do carpo, e o animal passou a deambular na baia com apoio funcional do MTE, com redução da claudicação para grau 2–3, embora persistisse dificuldade de sustentação pélvica ([Figura 3](#)). No D15 observou-se apoio firme do MTE e marcha coordenada, compatível com recuperação funcional do componente radial no membro torácico, enquanto o comprometimento pélvico permanecia limitante.

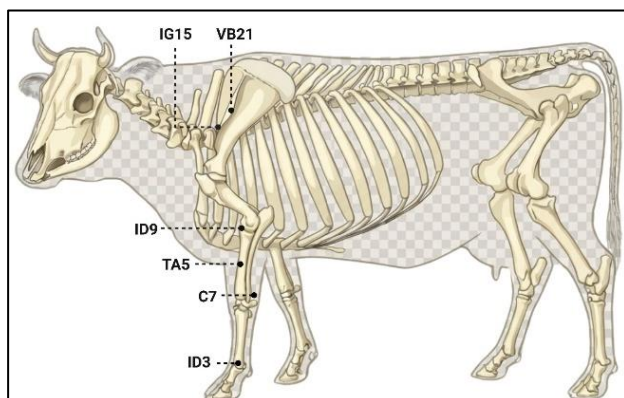


Figura 2. Pontos de acupuntura utilizados no protocolo de eletroacupuntura para reabilitação do nervo radial, incluindo pontos locais (VB21, IG15 e ID9) e distais (TA5, C7 e ID3). O circuito de estimulação elétrica foi estabelecido entre os pontos proximais (VB21–IG15), com frequência de 10 Hz e intensidade ajustada ao limiar motor.



Figura 3. Evolução clínica da recuperação funcional do membro torácico esquerdo após eletroacupuntura, evidenciando melhora progressiva da propriocepção, da extensão do carpo e do apoio funcional, com redução da claudicação (de grau 5 para grau 2–3 no período intermediário).

Apesar da melhora do membro torácico, o animal evoluiu com quadro grave e progressivo de comprometimento musculoesquelético nos membros pélvicos, atribuído ao período de decúbito inicial, além de desenvolvimento/agravamento de escaras ao longo do período de internação, com prejuízo importante do bem-estar. No D28, diante da refratariedade do quadro pélvico e das complicações associadas ao decúbito, optou-se por eutanásia por razões de bem-estar animal.

Discussão

A neuropatia do nervo radial evidenciada neste relato (claudicação grau 5 e knuckling) é uma seqüela neurológica clássica da isquemia compressiva gerada pelas 24 horas de decúbito. Em contraste com a clínica de equinos, onde afecções neuromusculares e claudicações frequentemente decorrem de estresse biomecânico transitório e fadiga metabólica reversível ([Labens et al., 2022](#); [Purnama et al., 2025](#)), o bovino em decúbito prolongado sofre um dano anóxico contínuo e esmagamento tecidual, o que torna a recuperação nervosa substancialmente mais complexa e dependente de intervenções que atuem na estrutura celular.

A recuperação proprioceptiva aguda observada no D4, após apenas duas sessões de eletroacupuntura (EA), sugere uma modulação imediata do microambiente isquêmico. Estudos recentes em neurofisiologia avançada demonstram que a EA periférica viaja pelas vias aferentes e modula as oscilações neurais centrais, melhorando de forma direcionada o acoplamento neurovascular ([Yao et al., 2024](#)). Ao transpor este princípio para o presente caso, é plausível que a rápida recuperação proprioceptiva aguda reflète uma potente reconfiguração das vias neuromotoras centrais essenciais para superar o déficit isquêmico. É possível que a estimulação dos pontos VB21, IG15 e ID9 tenha contribuído para a melhora funcional observada, por meio de mecanismos neurofisiológicos e vasculares descritos experimentalmente, embora tais efeitos não tenham sido diretamente avaliados neste caso. Este mecanismo hemodinâmico assemelha-se aos efeitos de "clareamento" de toxinas metabólicas observados em cavalos de corrida submetidos à acupuntura após exercício extenuante ([Purnama et al., 2025](#)).

A progressão para o apoio funcional e a recuperação da extensão do carpo entre o D7 e o D15 indicam uma reestruturação morfológica ativa do nervo radial, extrapolando o mero alívio da dor. Em modelos de lesão por esmagamento, a fase limitante da regeneração é a eliminação da bainha de mielina necrosada. A EA acelera marcadamente esta degradação e induz os processos de proliferação celular e secreção de fatores neurotróficos já descritos na literatura. Esta convergência de sinalização molecular sugere um possível mecanismo para a recuperação funcional observada no membro torácico deste bovino.

A eficácia desta resposta biológica é diretamente dependente dos parâmetros de eletroestimulação escolhidos. A adoção da frequência de 10 Hz neste relato não foi empírica, pois a literatura de neuroregeneração demonstra que baixas frequências (2 a 10 Hz) são superiores na modulação do microambiente nervoso periférico ([Hu et al., 2018](#); [Liu et al., 2020](#)). Enquanto frequências altas atuam predominantemente no bloqueio nociceptivo imediato, o estímulo a 10 Hz maximiza a proliferação celular e garante a suprarregulação sustentada de fatores de crescimento ([Fei et al., 2019](#); [Yao et al., 2024](#)). Esta escolha otimizou a regeneração estrutural e motora do axônio, justificando a rápida evolução clínica observada no membro torácico.

Em contrapartida à excelência na reabilitação do nervo radial, o desfecho desfavorável associado aos membros pélvicos não representa uma limitação terapêutica da neuromodulação, mas sim a consequência de danos musculares que fogem ao escopo de tratamentos neurológicos. A intervenção no membro torácico ocorreu em um tecido viável, onde a EA inibiu eficientemente a cascata de apoptose neuronal e a formação inicial da cicatriz glial fibrótica ([Wei et al., 2022](#); [Zhang et al., 2018](#)). Por outro lado, o sistema musculoesquelético pélvico suportou a carga máxima de compressão durante todo o período de decúbito. Nestes casos agudos de miopatia isquêmica severa, a destruição da arquitetura muscular gera necrose extensa. Consequentemente, perde-se a base biomecânica imprescindível para a sustentação do peso de um bovino adulto, consolidando a necessidade de eutanásia por questões primárias de suporte mecânico e bem-estar ([Rodrigues et al., 2022](#); [Zhang et al., 2018](#)).

Em suma, a correlação entre a neurobiologia celular e a prática clínica neste relato evidencia que a eletroacupuntura pode ser utilizada para reverter neuropatias desmielinizantes focais em grandes animais, modulando a limpeza celular e a reabilitação funcional com sucesso. O desfecho desfavorável do animal ocorreu exclusivamente ao estado crítico das demais regiões do corpo do animal. Assim, a eletroacupuntura cumpriu seu objetivo na recuperação do nervo radial, confirmando sua eficácia no tratamento de neuropatias compressivas focais.

Conclusão

A eletroacupuntura mostrou-se uma terapia eficaz para a reabilitação da paralisia do nervo radial em bovinos. O protocolo utilizado promoveu a recuperação motora e o apoio funcional do membro torácico acometido. Apesar do sucesso neurológico no local tratado, o desfecho do caso foi determinado pelas complicações sistêmicas associadas ao decúbito prolongado. O grave comprometimento musculoesquelético nos membros pélvicos e o desenvolvimento progressivo de escaras inviabilizaram a sustentação do animal, motivando a eutanásia por questões de bem-estar. Conclui-se que a eletroacupuntura é uma ferramenta indicada para o tratamento de neuropatias compressivas focais, porém a reabilitação de bovinos com Síndrome da Vaca Caída depende fundamentalmente da prevenção de lesões secundárias e danos isquêmicos irreversíveis em outras regiões do corpo.

Referências

- Dunkel, B., Hildon, G. L., Coumbe, K. M., Busuttill, E., von Schweinitz, D., & Devereux, S. (2025). Electroacupuncture as a treatment for suspected trigeminal nerve-mediated head-shaking in 42 horses. *Equine Veterinary Education*, 37(12), 647–653. <https://doi.org/10.1111/eve.14135>.
- Fei, J., Gao, L., Li, H.-H., Yuan, Q.-L., & Li, L.-J. (2019). Electroacupuncture promotes peripheral nerve regeneration after facial nerve crush injury and upregulates the expression of glial cell-derived neurotrophic factor. *Neural Regeneration Research*, 14(4), 673. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.247471>.
- Hu, L., Tian, J., Gao, W., Zhu, J., Mou, F., Ye, X., Liu, Y., Lu, P., Shao, S., & Guo, H. (2018). Electroacupuncture and moxibustion promote regeneration of injured sciatic nerve through Schwann cell proliferation and nerve growth factor secretion. *Neural Regeneration Research*, 13(3), 477. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.228731>.
- Kim, D.-H., Cho, S.-H., Song, K.-H., Lee, S.-E., Lee, S.-H., Kwon, G.-O., Kim, I.-B., Kim, Y.-C., Cho, J.-H., Kwon, Y.-Y., & Kim, J.-W. (2004). Electroacupuncture Analgesia for Surgery in Cattle. *The American Journal of Chinese Medicine*, 32(01), 131–140. <https://doi.org/10.1142/S0192415X0400176X>.
- Labens, R., Schramme, M., Hale, J. N. S., & Teixeira-Neto, A. R. (2022). Effect of Needle and Extracorporeal Shockwave Stimulation of Acupuncture Points on Equine Chronic Multilimb Lameness Using a Single-Formula Approach. *VCOT Open*, 05(02), e83–e92. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1750033>.
- Liu, Y.-P., Luo, Z., Wang, C., Cai, H., Zhao, T., Li, H., Shao, S., & Guo, H. (2020). Electroacupuncture Promoted Nerve Repair After Peripheral Nerve Injury by Regulating miR-1b and Its Target Brain-Derived Neurotrophic Factor. *Frontiers in Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.525144>.
- Liu, Z., Zhang, Q., Zhang, X., He, Q., & Tian, Y. (2025). Electroacupuncture alleviates sciatic nerve injury in sciatica rats by regulating BDNF and NGF levels, myelin sheath degradation, and autophagy. *Open Life Sciences*, 20(1). <https://doi.org/10.1515/biol-2022-1035>.
- Purnama, M., Fikri, F., Çalışkan, H., & Wicaksono, A. (2025). Efficacy of acupuncture in racehorses: A review. *Open Veterinary Journal*, 15(10), 4789. <https://doi.org/10.5455/OVJ.2025.v15.i10.1>.
- Rodrigues, L. H. A., Pinto, A. B. F., Pedroso, N. B., Nascimento Neto, J. P., Carvalho, A. L. M. A., Chalfun, P. R. B., Sant'Ana, A. C. C. de, & Chalfun, L. H. L. (2022). Síndrome da vaca caída- revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 11(15), e478111537320. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i15.37320>.
- Ulett, G. A., Han, S., & Han, J. (1998). Electroacupuncture: mechanisms and clinical application. *Biological Psychiatry*, 44(2), 129–138. [https://doi.org/10.1016/S0006-3223\(97\)00394-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3223(97)00394-6).
- Wei, X., Wang, Y., Tan, B., Zhang, E., Wang, B., Su, H., Yu, L., Yin, Y., Wang, Z. L., & Wu, Z. (2022). Triboelectric nanogenerators stimulated electroacupuncture (EA) treatment for promoting the functional recovery after spinal cord injury. *Materials Today*, 60, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2022.09.010>.
- Yao, J., Feng, X., Wang, L., Li, Y., Zhu, Z., Yan, X., Yang, Y., Li, Y., & Zhang, W. (2024). Electroacupuncture Promotes Functional Recovery after Facial Nerve Injury in Rats by Regulating Autophagy via GDNF and PI3K/mTOR Signaling Pathway. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 30(3), 251–259. <https://doi.org/10.1007/s11655-023-3610-7>.
- Zhang, M., Zhang, Y., Bian, Y., Fu, H., Xu, Y., & Guo, Y. (2018). Effect of Long-Term Electroacupuncture Stimulation on Recovery of Sensorimotor Function after Peripheral Nerve Anastomosis. *Acupuncture in Medicine*, 36(3), 170–175. <https://doi.org/10.1136/acupmed-2017-011367>.

Histórico do artigo:

Recebido: 17 de maio de 2026

Aprovado: 26 de junho de 2026

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.