

POLILAMININA: PERSPECTIVAS EM REGENERAÇÃO E REABILITAÇÃO

DOI: 10.5281/zenodo.18775794

Mateus Henrique Dias Guimarães¹

RESUMO

A regeneração neural é limitada pela baixa capacidade regenerativa de neurônios maduros e pelo ambiente inibitório presente em lesões e doenças neurodegenerativas do sistema nervoso central e periférico. A polilaminina, polímero da laminina, tem sido investigada por mimetizar a matriz extracelular, oferecendo suporte e guiamento ao crescimento axonal. O artigo tem como objetivo explorar as perspectivas da polilaminina na regeneração neural e sua aplicação em estratégias de reabilitação, considerando mecanismos moleculares, evidências pré clínicas e implicações translacionais. Análise das evidências descritas sobre a organização polimérica da laminina, suas interações com componentes da matriz extracelular e resultados de estudos in vitro, in vivo e em modelos animais de lesão medular e nervos periféricos, incluindo abordagens com biomateriais de rigidez ajustável, arquitetura tridimensional, padrões topográficos e associação com estimulação elétrica e treino motor intensivo. A polilaminina apresenta plausibilidade biológica para modular o microambiente neural e favorecer regeneração. Persistem desafios

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

relacionados à tradução funcional em humanos, padronização produtiva, validação de segurança e exigências regulatórias, demandando ensaios clínicos bem delineados e articulação entre pesquisa, prática clínica e regulação.

Palavras-chave: Laminina. Vias Neurais. Regeneração. Plasticidade Neuronal.

ABSTRACT

Neural regeneration is limited by the low regenerative capacity of mature neurons and by the inhibitory environment present in injuries and neurodegenerative diseases of the central and peripheral nervous systems. Polylaminin, a polymer of laminin, has been investigated for its ability to mimic the extracellular matrix, providing support and guidance for axonal growth. This article aims to explore the perspectives of polylaminin in neural regeneration and its application in rehabilitation strategies, considering molecular mechanisms, preclinical evidence, and translational implications. The analysis addresses the polymeric organization of laminin, its interactions with extracellular matrix components, and findings from in vitro and in vivo studies, including animal models of spinal cord and peripheral nerve injury. It also examines approaches involving biomaterials with adjustable stiffness, three dimensional architecture, topographic patterns, and their association with electrical stimulation and intensive motor training. Polylaminin shows biological plausibility in modulating the neural microenvironment and promoting regeneration. Challenges remain regarding functional translation in humans, production standardization, safety validation, and regulatory requirements, requiring well designed clinical trials and coordination among

research, clinical practice, and regulatory frameworks.

Keywords: Laminin. Neural Pathways. Regeneration. Neuronal Plasticity.

1. INTRODUÇÃO

A polilaminina é uma forma polimerizada da laminina, proteína estrutural da matriz extracelular amplamente distribuída na lâmina basal e envolvida na adesão, migração, diferenciação e sobrevivência celular. Enquanto a laminina isolada costuma ser utilizada em preparações solúveis ou como revestimento bidimensional, a polilaminina organiza-se em redes supramoleculares tridimensionais que reproduzem de maneira mais próxima a arquitetura observada no ambiente extracelular fisiológico. Essa organização altera a disponibilidade e a densidade de sítios de ligação para integrinas e outros receptores de superfície neuronal, modulando cascatas intracelulares associadas à extensão neurítica e ao crescimento axonal.

No sistema nervoso central, onde a regeneração espontânea é limitada, a polilaminina tem sido estudada como substrato bioativo capaz de reduzir barreiras ao crescimento axonal impostas pelo microambiente pós-lesão. Em modelos de lesão medular e culturas neuronais *in vitro*, observa-se favorecimento da orientação axonal e melhora na integração com tecidos adjacentes.

A regeneração neural representa um desafio complexo na medicina regenerativa, particularmente no contexto de lesões e doenças neurodegenerativas que afetam o sistema nervoso central e periférico (Hammam et al., 2024). A dificuldade inerente à recuperação funcional é

acentuada pela capacidade regenerativa limitada dos neurônios maduros e pelo ambiente inibitório característico de processos neurodegenerativos crônicos (Licciardello et al., 2024).

Nesse cenário, a polilaminina emerge como uma estratégia terapêutica promissora, dada a sua capacidade de mimetizar o ambiente da matriz extracelular que é fundamental para o suporte e guiamento do crescimento axonal durante a regeneração natural (Metafune et al., 2025).

Este artigo de opinião explorará as perspectivas atuais da polilaminina na regeneração neural e sua aplicação potencial em estratégias de reabilitação, abordando desde os mecanismos moleculares subjacentes até os resultados de estudos pré-clínicos e clínicos.

Especificamente, o arranjo polimérico da laminina, ausente em extratos convencionais, demonstrou restaurar as propriedades de crescimento axonal aprimoradas para neurônios do sistema nervoso central tanto in vitro quanto in vivo, em modelos de lesão medular aguda (Chize et al., 2025).

2. BIBLIOGRAFIA

A polilaminina, um polímero da laminina, é uma proteína da matriz extracelular que desempenha um papel crucial na estruturação tecidual e na sinalização celular (Raj & Joshi, 2025). Encontrada abundantemente na lâmina basal, a polilaminina é essencial para a integridade estrutural e funcional de diversos tecidos, incluindo o sistema nervoso periférico, onde facilita a regeneração axonal após lesões (Metafune et al., 2025).

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Apesar dos esforços científicos intensivos para desenvolver terapias que possam reverter a paralisia causada por lesões na medula espinhal, um tratamento eficaz ainda é uma necessidade não atendida, tanto para animais quanto para humanos (Chize et al., 2025).

A laminina é uma glicoproteína heterotrimérica composta por três cadeias polipeptídicas (α , β e γ) que se associam para formar uma estrutura em forma de cruz, fundamental para a adesão e migração celular (Metafune et al., 2025).

Em ambientes biológicos, a laminina organiza-se em redes poliméricas complexas que fornecem ancoragem e sinalização para as células, influenciando processos como proliferação, diferenciação e sobrevivência (Metafune et al., 2025).

Estudos demonstram que a polilaminina como uma forma aprimorada da proteína laminina natural, que demonstrou promover a regeneração axonal e a recuperação funcional em modelos animais de lesão medular aguda, além de ser segura e potencialmente benéfica em humanos quando administrada (Chize et al., 2025).

Essas investigações indicam que a polilaminina, ao imitar a arquitetura da matriz extracelular, pode ser fundamental na modulação do microambiente tecidual, permitindo a redução de danos secundários e a promoção da reparação neural em cenários de lesão (Chen et al., 2024).

A interação da polilaminina com receptores celulares, como integrinas e distroglicanas, desencadeia vias de sinalização intracelular relacionadas à

reorganização do citoesqueleto e à expressão gênica associada ao crescimento neuronal. Esses mecanismos contribuem para a orientação do cone de crescimento axonal e para a estabilização das conexões recém-estabelecidas, aspectos relevantes no contexto de lesões traumáticas da medula espinhal (Chen et al., 2024).

Modelos experimentais indicam que a aplicação local de polilaminina pode modular a resposta inflamatória após o trauma medular, reduzindo a formação de cicatriz glial e favorecendo um ambiente mais permissivo à regeneração neural (Chize et al., 2025). A modulação do microambiente inclui alterações na deposição de componentes da matriz extracelular e na atividade de células da micróglia e astrócitos, fatores que interferem diretamente na recuperação funcional.

Em estudos comparativos, a polilaminina apresentou maior estabilidade estrutural e maior capacidade de formação de redes tridimensionais quando comparada à laminina monomérica isolada, o que pode ampliar seu tempo de permanência no sítio da lesão e intensificar seus efeitos biológicos (Raj & Joshi, 2025). Essa característica favorece estratégias de engenharia tecidual que utilizam biomateriais combinados, como hidrogéis e scaffolds biodegradáveis, voltados à reparação do sistema nervoso central.

Resultados preliminares em ensaios clínicos de fase inicial sugerem perfil de segurança aceitável quando administrada por via intratecal em indivíduos com lesão medular recente, sem relatos de eventos adversos graves relacionados diretamente à substância (Chize et al., 2025). A continuidade dessas investigações poderá esclarecer parâmetros como dose, tempo ideal

de administração e associação com terapias celulares ou reabilitação intensiva.

A compreensão das propriedades bioquímicas e estruturais da polilaminina amplia as perspectivas para o desenvolvimento de intervenções voltadas à restauração funcional após lesões neurológicas. A integração entre biologia molecular, biomateriais e pesquisa clínica tende a consolidar novos caminhos terapêuticos baseados na modulação da matriz extracelular e na promoção de regeneração axonal sustentada.

3. METODOLOGIA

Trata-se de artigo de opinião fundamentado em revisão narrativa da literatura científica recente sobre polilaminina e regeneração neural. A seleção das publicações concentrou-se em estudos experimentais *in vitro*, modelos animais de lesão medular e nervos periféricos, revisões sobre matriz extracelular e pesquisas translacionais envolvendo biomateriais aplicados ao sistema nervoso. Foram priorizados trabalhos publicados entre 2024 e 2025, incluindo análises sobre organização supramolecular da laminina, interação com integrinas e distroglicanas, modulação da resposta inflamatória e influência da rigidez do substrato na extensão axonal.

A análise foi conduzida de forma temática, organizando os achados em quatro eixos. O primeiro eixo abordou mecanismos moleculares e estruturais relacionados à polimerização da laminina, com base em estudos como os de Yurchenco, P. D. e colaboradores. O segundo concentrou-se em evidências pré-clínicas de regeneração axonal e mielinização em modelos

experimentais, incluindo investigações como as publicadas na *Frontiers in Neuroscience* e na *Neural Regeneration Research*.

O terceiro eixo examinou estratégias combinadas com biomateriais de rigidez ajustável, arquiteturas tridimensionais e padrões topográficos. O quarto discutiu aspectos translacionais, incluindo segurança, padronização produtiva e exigências regulatórias. Não houve coleta primária de dados, análise estatística ou aplicação de protocolo sistemático, sendo o objetivo oferecer interpretação crítica e integração conceitual das evidências disponíveis.

4. DISCUSSÃO

As interações da laminina com outros componentes da matriz extracelular é crucial para o desenvolvimento de biomateriais que mimetizem com precisão o nicho regenerativo natural (Metafune et al., 2025). O estudo da rigidez e composição da matriz extracelular é vital, visto que biomateriais com rigidez ajustável podem replicar ambientes *in vivo*, otimizando o crescimento e a regeneração axonal (Han et al., 2024).

A arquitetura tridimensional é fundamental para proporcionar o suporte físico e as informações bioquímicas necessárias para a adesão, proliferação e diferenciação celular, elementos cruciais para a regeneração neural (Nekanti et al., 2024).

Interação com integrinas, crescimento axonal e sobrevivência neuronal.

A modulação do microambiente patológico, influenciado pela matriz extracelular, pode promover a regeneração axonal e a recuperação funcional

após lesões, tornando a compreensão dessas interações essencial (Chen et al., 2025).

As lamininas polimerizantes são glicoproteínas multidomínio que se auto-organizam em redes planas ancoradas às células, formando o arcabouço inicial da membrana basal (Yurchenco & Kulczyk, 2024). Essa organização estrutural é fundamental para a integridade tecidual e para a sinalização celular que orquestra processos regenerativos (Jiang et al., 2024).

A compreensão dos mecanismos pelos quais a polilaminina estimula a regeneração neural é complexa, mas estudos indicam que a laminina é essencial para a diferenciação dos Schwann cells em fenótipos mielinizantes e que a combinação de laminina com fibronectina pode aprimorar a regeneração de nervos periféricos em longos espaços (Stocco et al., 2025).

Estudos recentes demonstram que a polilaminina é capaz de promover a neurogênese e a mielinização, o que é crucial para a recuperação funcional após lesões na medula espinhal (Metafune et al., 2025). A capacidade da polilaminina de interagir com diversas proteínas da matriz extracelular, como o colágeno tipo IV e o nidogênio, permite a formação de estruturas que mimetizam a membrana basal, promovendo a angiogênese e o suporte ao crescimento neural (Jiang et al., 2024).

Apesar dos avanços na compreensão dos mecanismos de regeneração neural, a tradução dos resultados morfológicos, como o crescimento axonal e a mielinização observados in vitro ou em modelos animais, para uma

recuperação funcional significativa em pacientes humanos, permanece um desafio complexo e multifacetado (Metafune et al., 2025).

A complexidade da matriz extracelular e a multiplicidade de interações entre seus componentes são frequentemente simplificadas em modelos pré-clínicos, o que pode limitar a aplicabilidade translacional dos achados (Jiang et al., 2024; Metafune et al., 2025).

A matriz extracelular é um fator determinante na plasticidade neuronal, atuando como um andaime físico e fornecendo sinais bioquímicos que modulam a formação, estabilidade e eliminação das sinapses (Totaro et al., 2025). Sua composição e arquitetura influenciam diretamente a capacidade de regeneração neural e a reorganização sináptica após lesões, sublinhando a importância de estratégias que visem otimizar esse microambiente para a recuperação funcional (Lu et al., 2024; Stocco et al., 2025).

A otimização desses fatores, incluindo a rigidez do biomaterial e a estimulação elétrica, pode promover um ambiente mais propício à regeneração (Thakkar et al., 2025). A investigação de concentrações otimizadas de proteínas da matriz extracelular, como fibronectina e laminina, é fundamental para maximizar o crescimento axonal e a migração de células de Schwann, facilitando a reparação tecidual após injúrias neurais (Tusnim et al., 2024).

A integração de abordagens de biomateriais com estratégias de reabilitação, como a estimulação elétrica, pode acelerar a recuperação funcional ao proporcionar tanto suporte físico quanto estímulos fisiológicos para a

regeneração. A incorporação de padrões topográficos em biomateriais, por exemplo, por meio de técnicas de litografia, eletrofiação ou moldagem, pode direcionar o crescimento neuronal e a orientação celular, melhorando significativamente a eficiência da regeneração nervosa (Sharifi et al., 2024).

Treino motor intensivo e reorganização cortical.

A combinação de terapias que visam otimizar a matriz extracelular com o treino motor intensivo pode, assim, amplificar a reorganização cortical e promover uma recuperação funcional mais robusta (Saijilafu et al., 2025).

No entanto, a complexidade da composição da matriz extracelular e sua variabilidade dificultam a aprovação regulatória para uso clínico, exigindo o desenvolvimento de padrões e colaboração com agências reguladoras (Ahmadi et al., 2025).

Essa abordagem inovadora poderia potencialmente prolongar o período em que o sistema nervoso central é mais receptivo a intervenções terapêuticas, facilitando uma neuroplasticidade adaptativa mais duradoura após lesões (- et al., 2024; Tătăranu & Rizea, 2025).

A Integração entre intervenção biológica e terapêutica funcional, requer uma compreensão aprofundada dos mecanismos subjacentes à neuroplasticidade e da interação entre os diferentes componentes do microambiente neural (Tătăranu & Rizea, 2025).

A plasticidade neuronal é um mecanismo intrínseco do sistema nervoso, crucial para o aprendizado, memória e recuperação funcional após lesões,

envolvendo modificações sinápticas, arborização dendrítica e remodelação estrutural (- et al., 2024; Patel et al., 2025).

Essa capacidade de adaptação é fundamental para a reabilitação, permitindo que o cérebro reorganize suas conexões para compensar danos e otimizar as funções residuais, sendo influenciada por fatores como idade, intensidade e duração da reabilitação (Borges et al., 2024).

Apesar do potencial promissor das intervenções baseadas em polilaminina e na manipulação do microambiente para a regeneração neural, a translação desses achados da bancada para a prática clínica enfrenta desafios significativos, especialmente na replicabilidade da complexa composição da matriz extracelular nativa em biomateriais artificiais (Metafune et al., 2025). Apesar desses obstáculos, o desenvolvimento de biomateriais topográficos, capazes de mimetizar a arquitetura e a composição da matriz extracelular, representa uma via promissora para guiar a regeneração axonal e a reinervação funcional (Han, 2024).

Exigências regulatórias para uso clínico.

A aprovação regulatória de terapias inovadoras em regeneração neural, especialmente aquelas que envolvem biomateriais complexos como as polilamininas, exige validação rigorosa de segurança e eficácia em ensaios clínicos bem delineados, além de superar as barreiras relacionadas à padronização e escalabilidade da produção (- et al., 2024).

Tais requisitos impõem a necessidade de parcerias estratégicas entre academia, indústria e agências reguladoras para acelerar o processo de

tradução e garantir a disponibilização dessas terapias aos pacientes que necessitam (Ye et al., 2025).

A organização supramolecular da laminina e sua capacidade de formar redes polimerizadas influenciam diretamente a dinâmica celular no tecido nervoso lesionado. Estudos como os de Metafune et al. 2025 demonstram que a polilaminina favorece adesão neuronal, alongamento de neuritos e diferenciação glial por meio da ativação de integrinas e vias intracelulares associadas à sobrevivência celular. A interação com colágeno tipo IV e nidogênio, descrita por Jiang et al. 2024, contribui para a formação de uma estrutura semelhante à membrana basal, com repercussões na estabilidade tecidual e na organização do microambiente regenerativo.

A rigidez e a composição bioquímica da matriz extracelular modulam respostas celulares por mecanismos de mecanotransdução. Han et al. 2024 relatam que variações na elasticidade do substrato alteram extensão axonal e expressão gênica relacionada à mielinização. A presença combinada de laminina e fibronectina, conforme Stocco et al. 2025, amplia a migração de células de Schwann e a regeneração em defeitos nervosos extensos. Esses achados indicam que a combinação entre propriedades mecânicas e composição proteica interfere na qualidade da reinervação.

A plasticidade neuronal após lesão depende da interação entre suporte estrutural e estímulos funcionais. Totaro et al. 2025 descrevem a matriz extracelular como moduladora da formação e estabilização sináptica. Intervenções associadas à estimulação elétrica, segundo Thakkar et al. 2025, alteram excitabilidade neuronal e orientação de crescimento axonal. O treino

motor intensivo, analisado por Saijilafu et al. 2025, relaciona-se à reorganização cortical e à ampliação de circuitos remanescentes, indicando que a modulação do microambiente pode atuar em conjunto com estratégias de reabilitação.

A translação clínica de biomateriais baseados em polilaminina envolve desafios relacionados à padronização, segurança e reprodutibilidade. Ahmadi et al. 2025 destacam exigências regulatórias quanto ao controle de qualidade e avaliação toxicológica. Ye et al. 2025 apontam a necessidade de ensaios clínicos controlados para demonstrar benefício funcional consistente. Mesmo com resultados promissores em modelos experimentais, a heterogeneidade das lesões e diferenças entre espécies impõem limitações à extrapolação direta para a prática clínica.

Considerando a complexidade dos mecanismos de ação da polilaminina e a necessidade de estudos clínicos extensivos, a aprovação para uso generalizado e a proteção de patentes para aplicações em neuroengenharia podem levar anos, dependendo da robustez dos resultados pré-clínicos e da agilidade dos processos regulatórios (Wu et al., 2025). No entanto, o avanço contínuo em modelos pré-clínicos mais sofisticados e a crescente colaboração internacional podem otimizar o caminho para a validação clínica.

A polilaminina, derivada da proteína laminina da matriz extracelular, vem sendo investigada como estratégia para estimular regeneração axonal após lesão medular. Estudos pré clínicos indicam crescimento de fibras nervosas e recuperação funcional parcial em modelos animais.

No campo da saúde pública, lesões medulares geram alto custo assistencial, reabilitação prolongada e impacto socioeconômico relevante. Caso a terapia demonstre benefício clínico consistente, poderá reduzir dependência funcional e demanda por cuidados de longa duração, com repercussões sobre financiamento e organização da rede de atenção. A incorporação futura no Sistema Único de Saúde dependerá de evidências robustas, avaliação de custo efetividade e definição de protocolos assistenciais compatíveis com a estrutura hospitalar disponível.

A expectativa é que, com o avanço das pesquisas e a superação dos desafios regulatórios, essas terapias inovadoras possam eventualmente ser incorporadas ao arsenal terapêutico disponível, proporcionando novas esperanças para pacientes com lesões neurológicas e doenças neurodegenerativas.

A longo prazo, a integração dessas abordagens biomiméticas em condutos de regeneração nervosa e outros dispositivos de engenharia de tecidos neurais poderá oferecer soluções mais eficazes do que os enxertos autólogos, superando as limitações de disponibilidade e morbidade do local doador (Mehdipour et al., 2025).

CONCLUSÃO

A análise das evidências disponíveis indica que a polilaminina constitui uma estratégia biologicamente plausível para modular o microambiente neural após lesões, ao reproduzir aspectos estruturais e funcionais da matriz extracelular. Estudos experimentais demonstram efeitos consistentes sobre

crescimento axonal, mielinização e organização tecidual, sobretudo em modelos pré clínicos de lesão medular e nervos periféricos. Esses achados sustentam a hipótese de que a organização polimérica da laminina pode oferecer vantagens em relação a extratos convencionais, ao favorecer sinalização celular mais próxima do ambiente fisiológico.

Ainda assim, a distância entre recuperação morfológica e ganho funcional permanece um ponto sensível. A regeneração observada em modelos animais nem sempre se traduz em restauração motora ou sensorial significativa em humanos. A complexidade da matriz extracelular nativa, a heterogeneidade das lesões neurológicas e a interação com processos inflamatórios e cicatriciais impõem limites à extrapolação direta dos resultados laboratoriais.

Nesse contexto, a reabilitação ocupa lugar estratégico. A plasticidade neural depende de estímulos dependentes de atividade, intensidade e repetição. Um biomaterial capaz de tornar o ambiente mais permissivo pode ampliar a resposta ao treino motor intensivo, à estimulação elétrica e a outras abordagens terapêuticas. A integração entre intervenção biológica e terapêutica funcional deve ser compreendida como processo complementar, no qual o suporte estrutural e a estimulação comportamental atuam de forma coordenada.

Os desafios regulatórios, produtivos e éticos também merecem atenção. Padronização, escalabilidade e validação de segurança são requisitos para qualquer incorporação clínica. Além disso, a eventual introdução de terapias baseadas em polilaminina demandará discussão sobre acesso, custo e

organização dos serviços de reabilitação, especialmente em sistemas públicos de saúde.

O avanço do campo dependerá de ensaios clínicos bem delineados, avaliação de desfechos funcionais de longo prazo e articulação entre pesquisa básica, prática clínica e regulação sanitária. A consolidação desse percurso poderá redefinir abordagens terapêuticas para lesões neurológicas, desde que acompanhada de análise crítica e compromisso com evidências robustas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

-, S. D., Arya, A., -, A. J. R., -, S. K., & -, P. S. (2024). Exploring the Role of Neuroplasticity in Stroke Rehabilitation: Mechanisms, Interventions and Clinical Implications. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 6(2). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i02.18483>

Ahmadi, Y., Abolhasani, S., Rostami, Y., Baravar, E., & Fattahi, D. (2025). Biomaterials in tissue repair and regeneration: key insights from extracellular matrix biology [Review of *Biomaterials in tissue repair and regeneration: key insights from extracellular matrix biology*]. *Frontiers in Medical Technology*, 7. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fmedt.2025.1565810>

Borges, M. A., Meireles, D. J., Andrade, R. S. Z., Mota, E. H., & Veloso, L. de O. (2024). Neuroplasticidade e seu Potencial para Reabilitação após Lesões Cerebrais: Uma Revisão Abrangente. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 6(6), 303. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n6p303-316>

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Chen, K., Yu, W., Zheng, G., Zeng, X., Yang, C., Wang, Y., Yue, Z., Yuan, W., Hu, B., & Chen, H. (2024). Biomaterial-based regenerative therapeutic strategies for spinal cord injury. *NPG Asia Materials*, 16(1). <https://doi.org/10.1038/s41427-023-00526-4>

Chen, X., Rong, H., Yang, Z., Zhang, J., Yang, Y., Gao, F., Liu, M., & Zhang, S. (2025). Biological engineering approaches for modulating the pathological microenvironment and promoting axonal regeneration after spinal cord injury [Review of *Biological engineering approaches for modulating the pathological microenvironment and promoting axonal regeneration after spinal cord injury*]. *Frontiers in Neuroscience*, 19, 1574763. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fnins.2025.1574763>

Chize, C. de M., Vivas, D., Menezes, K., Freire, M., Jiddu, R. F. P., Graça-Souza, A. V., Souza-Leite, E. de, Louzada, P. R., & Coelho-Sampaio, T. (2025). A laminin-based therapy for dogs with chronic spinal cord injury: promising results of a longitudinal trial. *Frontiers in Veterinary Science*, 12. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1592687>

Hammam, I. A., Winters, R., & Hong, Z. (2024). Advancements in the Application of Biomaterials in Neural Tissue Engineering: A Review [Review of *Advancements in the Application of Biomaterials in Neural Tissue Engineering: A Review*]. *Biomedical Engineering Advances*, 100132. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.bea.2024.100132>

Han, R., Luo, L., Wei, C., Qiao, Y., Xie, J., Pan, X., & Xing, J. J. (2024). Stiffness-tunable biomaterials provide a good extracellular matrix

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

environment for axon growth and regeneration. *Neural Regeneration Research*, 20(5), 1364. <https://doi.org/10.4103/nrr.nrr-d-23-01874>

Han, S. (2024). Recent progresses in neural tissue engineering using topographic scaffolds. *American Journal of Stem Cells*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.62347/wmdz8890>

Jiang, M., Chen, M., & Liu, N. (2024). Interactions between Schwann cell and extracellular matrix in peripheral nerve regeneration. *Frontiers in Neurology*, 15, 1372168. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1372168>

Licciardello, M., Traldi, C., Bortolameazzi, M., Testore, D., Ciardelli, G., & Tonda-Turo, C. (2024). Aligned polycaprolactone/polyaniline electrospun nanofibers for directing neural stem cell differentiation and neuron arrangement. *Frontiers in Biomaterials Science*, 3. <https://doi.org/10.3389/fbiom.2024.1362599>

Lu, P., Chen, Z., Wu, M., Feng, S., Chen, S., Cheng, X., Zhao, Y., Liu, X., Gong, L., Bian, L., Yi, S., & Wang, H. (2024). Type I collagen extracellular matrix facilitates nerve regeneration via the construction of a favourable microenvironment. *Burns & Trauma*, 12. <https://doi.org/10.1093/burnst/tkae049>

Mehdipour, M., Thakkar, V., & Chang, S. J. (2025). Enhancing peripheral nerve regeneration in aging: the role of Schwann cells, c-Jun, and emerging therapeutic strategies [Review of *Enhancing peripheral nerve regeneration in aging: the role of Schwann cells, c-Jun, and emerging therapeutic*

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

strategies]. *GeroScience*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s11357-025-01882-5>

Metafuno, M., Muratori, L., Fregnan, F., Ronchi, G., & Raimondo, S. (2025). The extracellular matrix in peripheral nerve repair and regeneration: a narrative review of its role and therapeutic potential [Review of *The extracellular matrix in peripheral nerve repair and regeneration: a narrative review of its role and therapeutic potential*]. *Frontiers in Neuroanatomy*, 19. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fnana.2025.1628081>

Nekanti, U., Sakthivel, P., Zahedi, A., Creasman, D., Nishi, R. A., Dumont, C. M., Piltti, K., Guardamondo, G. L., Hernandez, N., Chen, X., Song, H., Lin, X., Martinez, J., On, L., Lakatos, A., Pawar, K., David, B. T., Guo, Z., Seidlits, S. K., ... Anderson, A. J. (2024). Multichannel bridges and NSC synergize to enhance axon regeneration, myelination, synaptic reconnection, and recovery after SCI. *Npj Regenerative Medicine*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41536-024-00356-0>

Patel, J., Shim, I., & Agrawal, D. (2025). Interventions for Neural Plasticity in Stroke Recovery. *Archives of Internal Medicine Research*, 8(3). <https://doi.org/10.26502/aimr.0217>

Raj, S., & Joshi, A. (2025). Bridging the gap: Extracellular matrix-based strategies for peripheral nerve regeneration and neuropathic pain management [Review of *Bridging the gap: Extracellular matrix-based strategies for peripheral nerve regeneration and neuropathic pain*]

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

management]. *British Journal of Pharmacology*. Wiley. <https://doi.org/10.1111/bph.70183>

Saijilafu, Ye, L.-C., Li, H., Li, H., Lin, X., Hu, K., Huang, Z., Chimedtseren, C., Fang, L., Saijilahu, & Xu, R. (2025). A bibliometric analysis of the top 100 most cited articles on corticospinal tract regeneration from 2004 to 2024 [Review of *A bibliometric analysis of the top 100 most cited articles on corticospinal tract regeneration from 2004 to 2024*]. *Frontiers in Neuroscience*, 18. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1509850>

Sharifi, M., Kamalabadi-Farahani, M., Salehi, M., Ebrahimi-Barough, S., & Alizadeh, M. (2024). Recent advances in enhances peripheral nerve orientation: the synergy of micro or nano patterns with therapeutic tactics. *Journal of Nanobiotechnology*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12951-024-02475-8>

Stocco, E., Barbon, S., Zamuner, A., Confalonieri, M., Tiengo, C., De, R., Macchi, V., Dettin, M., & Porzionato, A. (2025). Self-assembling peptides for sciatic nerve regeneration: a review of conduit microenvironment modeling strategies in preclinical studies [Review of *Self-assembling peptides for sciatic nerve regeneration: a review of conduit microenvironment modeling strategies in preclinical studies*]. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 13. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fcell.2025.1637189>

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Tătăranu, L. G., & Rizea, R. E. (2025). Neuroplasticity and Nervous System Recovery: Cellular Mechanisms, Therapeutic Advances, and Future Prospects. *Brain Sciences*, 15(4), 400. <https://doi.org/10.3390/brainsci15040400>

Thakkar, V., Mehdipour, M., & Chang, S. J. (2025). Unlocking nerve regeneration: electrical stimulation and bioscaffolds to enhance peripheral nerve regeneration [Review of *Unlocking nerve regeneration: electrical stimulation and bioscaffolds to enhance peripheral nerve regeneration*]. *Frontiers in Neuroscience*, 19, 1594435. Frontiers Media. <https://doi.org/10.3389/fnins.2025.1594435>

Totaro, V., Pizzorusso, T., & Tognini, P. (2025). Orchestrating the Matrix: The Role of Glial Cells and Systemic Signals in Perineuronal Net Dynamics. *Neurochemical Research*, 50(4), 253. <https://doi.org/10.1007/s11064-025-04506-8>

Tusnim, J., Budharaju, K., & Grasman, J. M. (2024). Fabrication of ECM protein coated hollow collagen channels to study peripheral nerve regeneration. *Scientific Reports*, 14(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67046-1>

Wu, H., Feng, E. J., Yin, H., Zhang, Y., Chen, G., Zhu, B., Yue, X., Zhang, H., Liu, Q., & Xiong, L. (2025). Biomaterials for neuroengineering: applications and challenges [Review of *Biomaterials for neuroengineering: applications and challenges*]. *Regenerative Biomaterials*, 12. University of Oxford. <https://doi.org/10.1093/rb/rbae137>

REVISTA TÓPICOS

<https://revistatopicos.com.br> – ISSN: 2965-6672

Ye, J., Ji, L., Liu, L., Zhou, K., Zhu, R., Sun, C., Lei, L., & Dai, M. (2025). Biomaterial-assisted neuralization strategies for tissue engineering applications. *Materials Today Bio*, 36, 102713. <https://doi.org/10.1016/j.mtbio.2025.102713>

Yurchenco, P. D., & Kulczyk, A. W. (2024). Polymerizing laminins in development, health, and disease [Review of *Polymerizing laminins in development, health, and disease*]. *Journal of Biological Chemistry*, 300(7), 107429. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2024.107429>

¹ Mestrado Profissional em Enfermagem. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0206-0011>