



Uso de Terapias Com Células-Tronco na Doença de Parkinson: Uma Revisão da Literatura

Use of Stem Cell Therapies in Parkinson's Disease: A Literature Review

Janaine Antunes do Amaral

Jessica Vieira Menin

Resumo: A Doença de Parkinson (DP) é uma condição neurodegenerativa progressiva caracterizada pela perda de neurônios dopaminérgicos na substância negra, resultando em sintomas motores como tremores, rigidez e bradicinesia. Essa condição afeta milhões de pessoas em todo o mundo e até o momento não possui cura, sendo o tratamento voltado apenas para o controle dos sintomas e a melhora da qualidade de vida dos pacientes. Diante disso, as terapias com células-tronco apresentam uma alternativa promissora para restaurar a função dos neurônios e retardar a progressão da doença. O objetivo deste estudo é apresentar uma revisão sistemática da literatura sobre o uso de terapias com células-tronco na DP. A pesquisa foi realizada nas bases de dados *PubMed*, *Scientific Electronic Library Online (SCIELO)* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), em publicações entre os anos de 2020 e 2025. Cruzando-se os termos “*Parkinson*” e “*stem cells*”. Os resultados evidenciaram que diferentes abordagens, como células-tronco mesenquimais, fração vascular estromal, células-tronco pluripotentes induzidas (*iPSCs*) e células-tronco embrionárias, demonstraram segurança e potencial terapêutico, proporcionando melhora da função motora, aumento da produção de dopamina e redução de processos inflamatórios. Os achados reforçam o potencial das terapias celulares no tratamento da DP, destacando a necessidade de ensaios clínicos de longo prazo para confirmar a eficácia e segurança dessas abordagens.

Palavras-chave: neurônios dopaminérgicos; terapia celular; neurodegeneração; doença de Parkinson.

Abstract: Parkinson's disease (PD) is a progressive neurodegenerative condition characterized by the loss of dopaminergic neurons in the substantia nigra, resulting in motor symptoms such as tremors, rigidity, and bradykinesia. This condition affects millions of people worldwide and currently has no cure, with treatment aimed only at controlling symptoms and improving patients' quality of life. In this context, stem cell therapies present a promising alternative to restore neuronal function and slow disease progression. The objective of this study is to present a systematic literature review on the use of stem cell therapies in PD. The research was conducted in the PubMed, Scientific Electronic Library Online (SCIELO), and Virtual Health Library (BVS) databases, using publications from 2020 to 2025. The terms “*Parkinson*” and “*stem cells*” were combined. The results showed that different approaches, such as mesenchymal stem cells, stromal vascular fraction, induced pluripotent stem cells (*iPSCs*), and embryonic stem cells, demonstrated safety and therapeutic potential, providing improvements in motor function, increased dopamine production, and reduced inflammatory processes. The findings reinforce the potential of cellular therapies in the treatment of PD, highlighting the need for long-term clinical trials to confirm the efficacy and safety of these approaches.

Keywords: dopaminergic neurons; cell therapy; neurodegeneration; Parkinson's disease.

INTRODUÇÃO

As doenças neurodegenerativas, caracterizadas por causar a degeneração e morte dos neurônios existentes, associadas a redução da função neurológica, apresentam um aumento em escala mundial (Cheyuo; Aziz; Wang, 2019; Lagomarsino *et al.*, 2021).

Em vista disso, grande parte dos casos é identificado após um longo período desde as primeiras alterações patológicas, assim tornando mais difícil a identificação dos mecanismos moleculares que causam a doença (Coupé *et al.*, 2019; Zheng; Chen, 2022).

A Doença de Parkinson (DP) caracterizada pela degeneração progressiva dos neurônios dopaminérgicos localizados na substância negra do cérebro (Hogan *et al.*, 2008), está associada à formação de corpos de Lewy, compostos por agregados anormais da proteína α -sinucleína (Lewy, 1912). Os principais sintomas motores incluem tremor em repouso e bradicinesia, enquanto os não motores mais comuns são cólicas dolorosas, constipação e sonolência diurna (Gökçal *et al.*, 2017).

O diagnóstico é majoritariamente clínico, fundamentado na anamnese e no exame neurológico. Na avaliação inicial, podem ser observados indícios precoces, como distúrbio comportamental do sono REM, hiposmia e constipação, bem como alterações motoras típicas—tremor, rigidez e lentidão dos movimentos—além de sintomas psicológicos e cognitivos, como depressão, ansiedade e declínio cognitivo. No exame físico, a presença de bradicinesia associada a tremor de repouso e/ou rigidez permite a identificação dos sinais motores característicos da doença (Armstrong; Okun, 2020).

O tratamento da DP é realizado por meio de abordagens farmacológicas, geralmente com levodopa, isolada ou em combinação com outros medicamentos e abordagens não farmacológicas, como exercícios físicos, fisioterapia, terapia ocupacional e fonoaudiologia. Em situações nas quais os tremores não respondem adequadamente aos medicamentos, ou quando apresenta discinesias, podem ser indicadas intervenções avançadas, como estimulação cerebral profunda ou administração enteral contínua de levodopa-carbidopa, com o intuito de melhorar o controle dos sintomas (Armstrong; Okun, 2020).

Nos últimos anos a terapia com células-tronco despertou consideravelmente o interesse na área da medicina regenerativa. A terapia com células-tronco proporciona a substituição e restauração das células e tecidos danificados, por meio desse processo é facilitada a diferenciação de células implantadas nas células nativas do tecido-alvo. As células diferenciadas fazem com que o processo de cicatrização seja mais rápido e auxiliem na regeneração do tecido através dos mecanismos de autorrenovação e sinalização parácrina (Schroeder *et al.*, 2015; Teixeira *et al.*, 2018).

As células-tronco embrionárias proporcionam um potencial mais amplo de pesquisa por promover a autorrenovação e diferenciação em linhagens celulares das três camadas embrionárias. Contudo, a utilização das três camadas embrionárias

é limitada devido às restrições éticas. Considerando o potencial terapêutico das células-tronco, uma quantidade significativa de estudos em andamento investiga sua aplicabilidade no tratamento de doenças neurodegenerativas (Genc *et al.*, 2018; Gao *et al.*, 2018; Szymoniuk *et al.*, 2022).

O maior obstáculo na utilização da implantação de células-tronco, é assegurar que as células sobrevivam a longo prazo no microambiente (Wang *et al.*, 2015). Pesquisas realizadas recentemente indicam que os efeitos terapêuticos das células-tronco implantadas estão mais associados aos fatores bioativos que elas liberam do que as suas contribuições celulares diretas (Vizoso *et al.*, 2017).

Contudo, apesar dos avanços promissores nos estudos sobre as células-tronco, há um conhecimento ainda insuficiente sobre como funciona o mecanismo de ação dessas células. O entendimento mais aprofundado dessas etapas poderá futuramente impulsionar o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para o tratamento de doenças neurodegenerativas (Mota; Soares; Santos, 2005).

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é analisar, por meio de revisão da literatura, o potencial terapêutico das células-tronco no tratamento da Doença de Parkinson.

METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, cujo objetivo foi identificar publicações sobre o uso de células-tronco no tratamento da DP no período de 2020 a 2025.

A busca foi realizada em outubro de 2025 nas bases de dados *PubMed*, *Scientific Electronic Library Online (SciELO)* e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A estratégia de busca utilizou o cruzamento dos termos “*parkinson*” AND “*stem cells*”.

Foram incluídos artigos publicados entre 2020 e 2025, nos idiomas português ou inglês, com disponibilidade de texto completo e relação direta com o tema investigado. Foram excluídos estudos fora do período definido ou que não apresentaram aderência temática.

A seleção dos estudos ocorreu em duas etapas: (1) triagem por título e resumo e (2) leitura integral para confirmação dos critérios de elegibilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após uma leitura crítica de títulos e resumos, dos 12 artigos encontrados, 7 foram excluídos por não apresentarem relevância significativa para o tema. Assim, 5 artigos atenderam aos critérios de inclusão e foram selecionados para a revisão da literatura. As características dos estudos selecionados estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Análise detalhada das publicações quanto ao autor, ano de publicação, título e resultados.

AUTOR / ANO	TÍTULO	RESULTADOS
1 Zhuo <i>et al.</i> , 2024.	TGF- β 1 mediates hypoxia-preconditioned olfactory mucosa mesenchymal stem cells improved neural functional recovery in Parkinson's disease models and patients.	O estudo mostrou que o TGF- β 1, produzido pelas células-tronco mesenquimais da membrana olfatória humana (hOM-MSCs), tem um papel importante na recuperação dos neurônios dopamínergicos na DP. Esse fator ajuda a reduzir a inflamação e melhorar a função mitocondrial, atuando na regulação da microglia e da autofagia por meio da ativação da via ALK/PI3K/Akt. Além disso, o transplante de hOM-MSCs contribuiu para a melhora da função neurológica e diminuição da neuroinflamação, sem causar efeitos adversos.
2 Carstens <i>et al.</i> , 2025.	Safety of adipose-derived stromal vascular fraction cells to treat Parkinson's disease.	Os procedimentos de lipoaspiração e aplicação da fração vascular estromal (SVF) foram seguros para os pacientes com DP, não houve ocorrência de infecções ou complicações graves. Os efeitos como dor, hematomas e inchaço, desapareceram em poucos dias. Dois eventos adversos ocorreram, mas não estavam relacionados ao tratamento. A SVF, contém células-tronco e outras células regenerativas que ajudam a reduzir a inflamação e proteger os neurônios, mostrando potencial terapêutico para a doença.
3 Sawamoto <i>et al.</i> , 2025.	Phase I/II trial of iPS-cell-derived dopaminergic cells for Parkinson's disease.	Pacientes com DP receberam transplante de células-tronco iPS transformadas em células produtoras de dopamina no cérebro. Após 2 anos de acompanhamento, o tratamento foi seguro, sem efeitos graves ou formação de tumores. A maioria apresentou melhora motora e aumento de cerca de 45% na produção de dopamina, principalmente com doses mais altas, além da melhora no estágio de Hoehn-Yahr.
4 Tabar <i>et al.</i> , 2025.	Phase I trial of hES cell-derived dopaminergic neurons for Parkinson's disease.	O estudo mostrou que o transplante com células-tronco foi seguro não houve reações graves causadas pelo tratamento. Depois de 18 meses, exames mostraram que as células transplantadas continuavam vivas e ativas no cérebro. Os pacientes também tiveram melhora nos sintomas da DP, principalmente aqueles que receberam a dose mais alta.

AUTOR / ANO	TÍTULO	RESULTADOS
5 Morizane <i>et al.</i> , 2025.	Control of immune response in an iPSC-based allogeneic cell therapy clinical trial for Parkinson's disease.	Entre os pacientes com DP, três dos sete apresentaram compatibilidade total de HLA com as células transplantadas. A análise revelou que as células neurais derivadas de iPSC apresentaram baixa expressão de moléculas HLA de classe I e II, o que indica menor chance de provocar rejeição. Essa expressão aumentou um pouco apenas quando as células foram expostas à citocina inflamatória interferon- γ (IFN- γ). As células-tronco iPS diferenciadas em neurônios dopaminérgicos são seguras do ponto de vista imunológico, reforçando seu potencial para o tratamento da DP.

A análise dos estudos selecionados evidencia avanços significativos no uso de terapias celulares para a DP, indicando segurança, potencial terapêutico e melhora funcional de diferentes maneiras. Apesar da heterogeneidade metodológica entre os ensaios — envolvendo células-tronco mesenquimais (CTMs), fração vascular estromal (SVF), células derivadas de iPSCs e células embrionárias — existe convergência nos resultados relativos à redução da inflamação, restauração parcial da função dopamínégica e boa tolerância clínica.

Zhuo *et al.* (2024) demonstraram que CTMs da mucosa olfatória exercem efeitos neuroprotetores por meio da liberação de TGF- β 1, modulando vias anti-inflamatórias (ALK/PI3K/Akt), regulando microglia e melhorando a função mitocondrial. Esses achados reforçam a hipótese de que parte substancial dos benefícios das terapias celulares decorre de mecanismos parácrinos, mais do que da substituição direta dos neurônios dopaminérgicos — uma perspectiva alinhada com estudos prévios sobre o papel dos fatores tróficos secretados por CTMs.

Resultados semelhantes foram observados por Carstens *et al.* (2025), que investigaram a segurança da SVF. Embora o estudo tenha foco primário na segurança, os autores discutem o potencial da SVF em modular inflamação e auxiliar na neuroproteção, destacando que eventos adversos foram mínimos e não relacionados ao tratamento. Assim como nas CTMs, o benefício terapêutico da SVF parece estar relacionado à presença de células com potencial regenerativo e imunomodulador, reforçando a relevância do microambiente neural na DP.

Os ensaios clínicos de Sawamoto *et al.* (2025) e Tabar *et al.* (2025) ampliam esse panorama ao explorar abordagens de reposição celular direta, utilizando progenitores dopaminérgicos derivados de células iPS e células embrionárias. Em ambos os estudos, os transplantes se mostraram seguros, com ausência de tumores e boa integração celular. Destacando a melhora clínica sustentada — sobretudo em indivíduos que receberam doses mais elevadas — e o aumento significativo da produção de dopamina, chegando a valores aproximados de 45% no estudo de

Sawamoto *et al.* (2025). Esses achados confirmam a viabilidade de gerar neurônios dopaminérgicos funcionais capazes de sobreviver e atuar em longo prazo no tecido cerebral humano.

Complementando essa perspectiva, Morizane *et al.* (2025) abordam um dos maiores desafios das terapias celulares: a imunogenicidade. O estudo revela baixa expressão de moléculas HLA nas células derivadas de iPSC, o que reduz o risco de rejeição. A elevada compatibilidade HLA em parte dos participantes e a resposta limitada das células ao IFN-γ sugerem que a imunogenicidade pode ser manejada sem comprometer a segurança, fortalecendo a viabilidade de terapias alogênicas — potencialmente mais acessíveis e escaláveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apontam três convergências principais: (1) Segurança clínica, com baixas taxas de eventos adversos e ausência de tumorigenicidade; (2) Potencial terapêutico, evidenciado por melhora dos sintomas motores, aumento da dopamina e redução da neuroinflamação; (3) Mecanismos promissores, tanto parácrinos (CTMs e SVF) quanto de reposição neuronal direta (iPSCs e células embrionárias).

Entretanto, apesar dos resultados promissores, os ensaios ainda apresentam limitações. A maior parte dos estudos possui amostras reduzidas, curto tempo de acompanhamento e grande variação nas técnicas de preparo, dose, via de administração e tipo celular, o que dificulta a comparação entre resultados e impede conclusões definitivas sobre eficácia a longo prazo. Além disso, a compreensão dos mecanismos de integração neuronal, sobrevivência celular e modulação imune permanece incompleta, exigindo estudos adicionais.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, M. J; OKUN, M. S. **Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review.** JAMA, v. 323, n. 6, p. 548-560, 2020. Disponível em: Diagnóstico e tratamento da doença de Parkinson: uma revisão - PubMed. Acesso em: 14 nov. 2025.
- CALVO, B; SCHEMBRI-WISMAYER, P; DURÁN-ALONSO, M. B. Age-related neurodegenerative diseases: a stem cell's perspective. *Cells*, [S.I.], v. 14, n. 5, p. 347, 2025. Disponível em: Doenças neurodegenerativas relacionadas à idade: a perspectiva de uma célula-tronco. Acesso em: 7 abr. 2025.
- CARSTENS, M; *et al.* **Safety of adipose-derived stromal vascular fraction cells to treat Parkinson's disease.** *Parkinsonism & Related Disorders*, v. 132, p. 107214, 2025. Disponível em: Segurança de células da fração vascular estromal derivadas do tecido adiposo no tratamento da doença de Parkinson - PubMed. Acesso em: 20 out. 2025.

CHEYUO, C; AZIZ, M; WANG, P. **Neurogenesis in neurodegenerative diseases: role of MFG-E8.** *Frontiers in Neuroscience*, [S. I.], v. 13, p. 569, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00569>. Acesso em: 7 abr. 2025.

COUPÉ, P; et al. **Lifespan changes of the human brain in Alzheimer's disease.** *Scientific Reports*, [S. I.], v. 9, n. 1, p. 3998, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39809-8>. Acesso em: 7 abr. 2025.

GABANDÉ-RODRÍGUEZ, E; KEANE, L; CAPASSO, M. **Microglial phagocytosis in aging and Alzheimer's disease.** *Journal of Neuroscience Research* [S.I.] v. 98, n. 3, p. 284–298, 2020. Disponível em: Jornal de Pesquisa em Neurociência | Revista de Neurociência JNR | Biblioteca Online Wiley. Acesso em: 7 abr. 2025.

GADHAVE, D; et al. **Neurodegenerative diseases: mechanisms of 21 degeneration and therapeutic approaches with their clinical relevance.**

Ageing Research Reviews, [S.I.], v. 99, p. 102357, 2024. Disponível em: Doenças neurodegenerativas: mecanismos de degeneração e abordagens terapêuticas com sua relevância clínica - PubMed. Acesso em: 29 abr. 2025.

GAO, L; et al. **Stem Cell Therapy: A Promising Therapeutic Method for Intracerebral Hemorrhage.** *Cell Transplantation*, [S. I.], v. 27, n. 12, p. 1809–1824, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0963689718773363>. Acesso em: 8 abr. 2025.

GENC, B; et al. **Stem cell therapy for multiple sclerosis.** In: PHAM, Phuc (ed.). *Tissue Engineering and Regenerative Medicine. Advances in Experimental Medicine and Biology*, v. 1084. p. 145–174 Cham: Springer, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-97247-2_10. Acesso em: 8 abr. 2025.

GIBB, W; LEES, A. **The relevance of the Lewy body to the pathogenesis of idiopathic Parkinson's disease.** *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, v. 51, n. 6, p. 745–752, 1988. Disponível em: A relevância do corpo de Lewy para a patogênese da doença de Parkinson idiopática - PubMed. Acesso em: 29 abr. 2025.

GÖKÇAL, E; et al. **Motor and non-motor symptoms in Parkinson's disease: effects on quality of life.** *Noro Psikiyat Arş*, [S.I.], v. 54, n. 2, p. 143–148, 2017. Disponível em: Sintomas motores e não motores na doença de Parkinson: efeitos na qualidade de vida - PubMed. Acesso em: 29 abr. 2025.

HOGAN, D; et al. **Diagnosis and treatment of dementia: 5. Nonpharmacologic and pharmacologic therapy for mild to moderate dementia.** *Canadian Medical Association Journal (CMAJ)*, Ottawa, v. 179, n. 10, p. 1019-1026, 2008. Disponível em: Diagnóstico e tratamento da demência: 5. Terapia não farmacológica e farmacológica para demência leve a moderada - PubMed. Acesso em: 29 abr. 2025.

LAGOMARSINO, V; et al. **Stem cell-derived neurons reflect features of protein networks, neuropathology, and cognitive outcome of their aged human donors.** *Neuron*, [S. I.], v. 109, n. 21, p. 3402–3420, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2021.08.003>. Acesso em: 7 abr. 2025.

LEWY, F. **Paralisia agitans. I. Anatomia patológica.** In: Lewandowsky, Max (Ed.). *Handbuch der Neurologie*. Berlim: Springer, p. 920–933, 1912.

MORRIS, H; et al. **The pathogenesis of Parkinson's disease.** *The Lancet*, [S.I.], v. 403, n. 10423, p. 293-304. Disponível em: A patogênese da doença de Parkinson - PubMed. Acesso em: 29 abr. 2025.

MORIZANE, A; et al. **Control of immune response in an iPSC-based allogeneic cell therapy clinical trial for Parkinson's disease.** *Cell Stem Cell*, v. 32, n. 9, p. 1346-1355.e3, 2025. Disponível em: Controle da resposta imune em um ensaio clínico de terapia celular alógênica baseada em iPSC para doença de Parkinson - PubMed. Acesso em: 20 out. 2025.

MOTA, A; SOARES, M; SANTOS, R. **Uso de terapia regenerativa com células-tronco da medula óssea em doenças cardiovasculares: perspectiva do hematologista.** Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia, [S. I.], v. 27, n. 2, p. 126–132, 2005. Disponível em: Uso de terapia regenerativa com células-tronco da medula óssea em doenças cardiovasculares: perspectiva do hematologista | Rev. bras. hematol. hemoter.;27(2): 126-132, abr.-jun. 2005. tab | LILACS. Acesso em: 8 abr. 2025.

MUNDA, M; VELNAR, T. **Stem cell therapy for degenerative disc disease: bridging the gap between preclinical promise and clinical potential.** *Biomolecules and Biomedicine*, [S. I.], v. 24, n. 2, p. 210–218, 2024. Disponível em: <https://www.bjbm.org/ojs/index.php/bjbm/article/view/9518>. Acesso em: 7 abr. 2025.

SAWAMOTO, N; et al. **Phase I/II trial of iPS-cell-derived dopaminergic cells for Parkinson's disease.** *Nature*, v. 641, n. 8064, p. 971-977, 2025. Disponível em: Ensaio de fase I/II de células dopamíngicas derivadas de células iPS para a doença de Parkinson - PubMed. Acesso em: 20 out. 2025.

SCHROEDER, J; et al. **Stem cells for spine surgery.** *World Journal of Stem Cells*, [S. I.], v. 7, n. 1, p. 186–194, 2015. Disponível em: <https://www.wjgnet.com/1948-0210/full/v7/i1/186.htm>. Acesso em: 7 abr. 2025.

SZYMONIUK, M; et al. **Molecular mechanisms and clinical application of multipotent stem cells for spinal cord injury.** *Cells*, [S. I.], v. 12, n. 1, p. 120, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/cells12010120>. Acesso em: 8 abr. 2025.

TABAR, V; et al. **Phase I trial of hES cell-derived dopaminergic neurons for Parkinson's disease.** *Nature*, v. 641, n. 8064, p. 978-983, 2025. Disponível em: Ensaio de fase I de neurônios dopamíngicos derivados de células hES para a doença de Parkinson - PubMed. Acesso em: 20 out. 2025.

TEIXEIRA, G; et al. **Immunomodulation of human mesenchymal stem/stromal cells in the intervertebral disc environment: insights from a proinflammatory/degenerative ex vivo model.** *Spine*, [S. I.], v. 43, n. 12, p. E673–E682, 2018. Disponível em: Espinha. Acesso em: 7 abr. 2025.

VIZOSO, F; et al. **Mesenchymal stem cell secretome: toward cell-free therapeutic strategies in regenerative medicine**. International Journal of Molecular Sciences, [S. I.], v. 18, n. 9, p. 1852, 2017. Disponível em: Secredoma de células-tronco mesenquimais: rumo a estratégias terapêuticas livres de células em medicina regenerativa - PubMed. Acesso em: 7 abr. 2025.

WANG, F; et al. **Stem cell approaches to intervertebral disc regeneration: obstacles from the disc microenvironment**. Stem Cells and Development, [S. I.], v. 24, n. 21, p. 2479–2495, 2015. Disponível em: Abordagens com células-tronco para a regeneração do disco intervertebral: obstáculos do microambiente do disco | Células-tronco e desenvolvimento. Acesso em: 7 abr. 2025.

ZAKRZEWSKI, W; et al. **Stem cells: past, present, and future**. Stem Cell Research & Therapy, [S. I.], v. 10, p. 68, 2019. Disponível em: <https://stemcellres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13287-019-1165-5>. Acesso em: 7 abr. 2025.

ZHENG, J; CHEN, S. **Translational neurodegeneration in the era of fast growing international brain research**. Translational Neurodegeneration, [S. I.], v. 11, n. 1, p. 1-2, 2022. Disponível em: Neurodegeneração translacional na era da pesquisa internacional sobre o cérebro em rápido crescimento - PubMed. Acesso em: 7 abr. 2025.

ZHUO, Y; et al. **TGF-β1 mediates hypoxia-preconditioned olfactory mucosa mesenchymal stem cells improved neural functional recovery in Parkinson's disease models and patients**. Military Medical Research, v. 11, n. 1, p. 48, 2024. Disponível em: TGF-β1 medeia células-tronco mesenquimais da mucosa olfativa pré-condicionadas por hipóxia, melhorando a recuperação funcional neural em modelos e pacientes com doença de Parkinson - PubMed. Acesso em: 20 out. 2025.