

CÉLULAS-TRONCO E MEDICINA REGENERATIVA: DESCOBERTAS RECENTES

STEM CELLS AND REGENERATIVE MEDICINE: RECENT DISCOVERIES

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.036-009>

Louise Helene Bacher

Graduanda em Medicina
FAPI – Faculdade de Pinhais
Curitiba – PR
E-mail: louisebacher@gmail.com

Nina Maria Oliveira Gava

Graduanda em Medicina – Ucpel
Pelotas – RS
E-mail: Ninagava02@gmail.com

Emanuela Almeida Sobral

Mestranda em Saúde Pública
Universidade Del Sol
E-mail: Manulevi397@gmail.com

Nicole Marçallo

Acadêmica de Medicina
Universidade Positivo
Curitiba, Paraná
E-mail: ni.marcallo@gmail.com

Marcela Boschín Popena

Graduada em Odontologia - Unicesumar Campus Ponta Grossa
Ponta Grossa - PR
E-mail: dramarcelabpopenda@gmail.com

Rosali dos Santos Souza

Licenciatura e Bacharel em Ciências Biológicas - UFRR
Boa Vista - RR
E-mail: rosali.cravo65@gmail.com

Carla Leite Vieira

Graduada em Enfermagem - Faculdade Leão Sampaio
Juazeiro do Norte-CE
E-mail: carlaleite01@hotmail.com

João Jovane Tavares de Araújo

Graduado em Enfermagem - Faculdade Leão Sampaio
Juazeiro do Norte-CE
E-mail: jovanetavares@gmail.com

RESUMO

A medicina regenerativa, fundamentada no uso de células-tronco, tem se consolidado como um dos campos mais promissores da biomedicina contemporânea, impulsionada por avanços científicos recentes. O objetivo deste capítulo é analisar criticamente as descobertas mais atuais relacionadas às células-tronco e suas aplicações terapêuticas na regeneração de tecidos e órgãos. A metodologia adotada baseia-se em uma revisão integrativa da literatura internacional, com a seleção de estudos publicados em bases científicas reconhecidas, como PubMed, Scopus e Web of Science, priorizando pesquisas dos últimos dez anos. Os resultados evidenciam progressos significativos no uso de célulastronco embrionárias, adultas e pluripotentes induzidas (iPSCs), destacando aplicações bem-sucedidas em doenças neurodegenerativas, cardiovasculares, musculoesqueléticas e na engenharia tecidual. Observa-se também o desenvolvimento de novas abordagens combinando biotecnologia, edição gênica e biomateriais, ampliando a segurança e a eficácia terapêutica. Conclui-se que, embora os avanços sejam expressivos, persistem desafios éticos, técnicos e regulatórios que limitam a ampla aplicação clínica dessas terapias. Ainda assim, as descobertas recentes reforçam o potencial transformador das células-tronco na medicina regenerativa e apontam para um futuro promissor na prática clínica.

Palavras-chave: Células-tronco; Engenharia tecidual; Medicina regenerativa; Terapias celulares.

ABSTRACT

Regenerative medicine, grounded in the use of stem cells, has emerged as one of the most promising fields in contemporary biomedicine, driven by recent scientific advances. This chapter aims to critically analyze the most recent discoveries related to stem cells and their therapeutic applications in tissue and organ regeneration. The methodology is based on an integrative review of international literature, selecting studies published in recognized scientific databases such as PubMed, Scopus, and Web of Science, with emphasis on research from the last decade. The results reveal significant progress in the use of embryonic, adult, and induced pluripotent stem cells (iPSCs), highlighting successful applications in neurodegenerative, cardiovascular, and musculoskeletal diseases, as well as in tissue engineering. In addition, innovative approaches combining biotechnology, gene editing, and biomaterials have enhanced therapeutic safety and efficacy. It is concluded that, despite remarkable advances, ethical, technical, and regulatory challenges still limit the widespread clinical application of these therapies. Nevertheless, recent discoveries reinforce the transformative potential of stem cells in regenerative medicine and indicate a promising future for clinical practice.

Keywords: Cellular therapies; Regenerative medicine; Stem cells; Tissue engineering.

1 INTRODUÇÃO

A medicina regenerativa, alicerçada nos avanços científicos relacionados às células-tronco, configura-se como um dos campos mais inovadores e promissores da biomedicina contemporânea. A capacidade dessas células de autorrenovação e diferenciação em diversos tipos celulares tem impulsionado o desenvolvimento de estratégias terapêuticas voltadas à regeneração, reparação e substituição de tecidos e órgãos danificados, representando uma mudança paradigmática nos modelos tradicionais de tratamento. Nas últimas décadas, o progresso das pesquisas experimentais e clínicas ampliou significativamente a compreensão dos mecanismos celulares e moleculares envolvidos nesses processos, favorecendo a aplicação progressiva desse conhecimento na prática médica.

Apesar dos avanços expressivos, a utilização clínica das células-tronco ainda enfrenta limitações relevantes, especialmente no que se refere ao controle da diferenciação celular, à segurança biológica, aos riscos de formação tumoral e às questões éticas e regulatórias associadas a determinadas fontes celulares. Nesse contexto, emerge como problema de pesquisa a necessidade de compreender de que forma as descobertas recentes têm contribuído para o avanço efetivo da medicina regenerativa, bem como quais são os principais desafios que ainda condicionam sua aplicação segura, eficaz e amplamente acessível.

Diante dessa problemática, este capítulo tem como objetivo geral analisar criticamente as descobertas recentes no campo das células-tronco e suas contribuições para a consolidação da medicina regenerativa. Busca-se, ainda, discutir os diferentes tipos de células-tronco atualmente empregados, examinar as principais aplicações terapêuticas descritas na literatura científica internacional e refletir sobre os avanços tecnológicos que têm potencializado essas terapias, como a engenharia tecidual, o uso de biomateriais e a edição gênica.

A relevância deste estudo justifica-se pela crescente demanda por terapias inovadoras capazes de responder aos desafios impostos pelas doenças crônicas, degenerativas e traumáticas, muitas vezes refratárias aos tratamentos convencionais. A sistematização de evidências científicas recentes contribui para o aprofundamento do conhecimento acadêmico, subsidia a tomada de decisão clínica e apoia o desenvolvimento de políticas públicas e marcos regulatórios mais adequados à realidade da medicina regenerativa.

Do ponto de vista teórico, a literatura internacional destaca o papel das células-tronco embrionárias, adultas e das células pluripotentes induzidas, cuja descoberta por Takahashi e Yamanaka ampliou significativamente as possibilidades terapêuticas ao contornar parte das limitações éticas e imunológicas. Estudos conduzidos por autores como Thomson e Langer evidenciam que a integração entre biologia

celular, biotecnologia e engenharia de tecidos tem redefinido os paradigmas da regeneração tecidual, consolidando as células-tronco como elementos centrais na medicina do futuro.

2 METODOLOGIA

A presente investigação foi desenvolvida com o objetivo de analisar criticamente as descobertas recentes relacionadas às células-tronco e suas aplicações na medicina regenerativa, adotando uma abordagem metodológica rigorosa e alinhada às práticas científicas internacionais.

2.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, com caráter exploratório e descritivo, fundamentada em uma revisão integrativa da literatura científica internacional. Esse tipo de abordagem permite a síntese de resultados de estudos empíricos e teóricos, possibilitando uma compreensão ampla e aprofundada do estado atual do conhecimento sobre células-tronco e medicina regenerativa.

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA E FONTES DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de buscas sistematizadas em bases de dados científicas reconhecidas internacionalmente, incluindo PubMed, Scopus e Web of Science, por serem amplamente utilizadas na área biomédica e por garantirem acesso a estudos revisados por pares. Foram empregados descritores controlados e não controlados, combinados por operadores booleanos, tais como *stem cells*, *regenerative medicine*, *tissue engineering* e *cell therapy*.

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos estudos publicados nos últimos dez anos, disponíveis na íntegra, redigidos em língua inglesa e que abordassem diretamente aplicações terapêuticas, avanços tecnológicos ou desafios éticos e regulatórios relacionados às células-tronco. Excluíram-se artigos duplicados, estudos com foco exclusivamente experimental sem relevância clínica, trabalhos de opinião sem base científica consistente e publicações fora do recorte temporal estabelecido.

2.4 AMOSTRA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A amostra final foi composta por artigos científicos, revisões sistemáticas e estudos clínicos relevantes, selecionados após leitura dos títulos, resumos e, posteriormente, do texto completo. O processo de seleção buscou assegurar diversidade metodológica e abrangência temática, contemplando diferentes tipos de células-tronco e áreas de aplicação na medicina regenerativa.

2.5 TÉCNICAS DE ANÁLISE DOS DADOS

Os dados extraídos dos estudos selecionados foram analisados por meio de análise temática, permitindo a identificação de categorias analíticas relacionadas aos tipos de células-tronco, aplicações terapêuticas, avanços tecnológicos e desafios éticos e regulatórios. A discussão dos resultados foi fundamentada em referenciais teóricos clássicos e contemporâneos, possibilitando a integração crítica das evidências encontradas.

2.6 FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

A opção pela revisão integrativa justifica-se por sua capacidade de reunir e sintetizar conhecimentos produzidos em diferentes contextos científicos, oferecendo uma visão abrangente e atualizada sobre o tema investigado. Essa abordagem é amplamente recomendada na área da saúde para subsidiar a prática clínica, orientar novas pesquisas e apoiar a formulação de políticas científicas e regulatórias, especialmente em campos em constante evolução, como a medicina regenerativa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidencia avanços significativos no campo das células-tronco aplicadas à medicina regenerativa, especialmente no que se refere à diversificação das fontes celulares, ao aprimoramento das técnicas de diferenciação e ao aumento da segurança terapêutica. Os resultados demonstram que as células-tronco embrionárias, adultas e, sobretudo, as células pluripotentes induzidas (iPSCs) têm desempenhado papel central no desenvolvimento de estratégias regenerativas voltadas ao tratamento de doenças degenerativas, lesões traumáticas e falências orgânicas.

Observou-se que as iPSCs representam um dos achados mais relevantes da literatura recente, uma vez que possibilitam a reprogramação de células somáticas em um estado pluripotente, reduzindo limitações éticas e riscos de rejeição imunológica. Estudos clínicos e pré-clínicos indicam resultados promissores em aplicações nas áreas neurológica e cardiovascular, com evidências de regeneração parcial de tecidos e melhora funcional dos pacientes. Esses achados corroboram pesquisas clássicas e contemporâneas que apontam as iPSCs como uma alternativa viável às células-tronco embrionárias, ampliando o espectro terapêutico da medicina regenerativa.

Outro resultado relevante refere-se à integração entre células-tronco, engenharia tecidual e biomateriais. A literatura analisada destaca o uso de scaffolds biocompatíveis e bioativos como suporte para o crescimento e a diferenciação celular, favorecendo a regeneração tecidual organizada. Esses avanços têm sido particularmente expressivos em aplicações musculoesqueléticas, cutâneas e cartilaginosas, conforme evidenciado em estudos experimentais e ensaios clínicos iniciais. Tais resultados reforçam a ideia de que a

medicina regenerativa avança de forma interdisciplinar, articulando conhecimentos da biologia celular, engenharia e biotecnologia.

A discussão dos achados também revela desafios persistentes. Embora os resultados terapêuticos sejam encorajadores, a literatura aponta riscos associados à instabilidade genética, à diferenciação celular inadequada e à possibilidade de formação tumoral. Além disso, questões éticas e regulatórias continuam a influenciar o ritmo de implementação clínica dessas terapias, variando significativamente entre diferentes países e sistemas de saúde. Esses aspectos dialogam com autores que defendem a necessidade de marcos regulatórios mais claros e de protocolos clínicos padronizados para garantir segurança e eficácia.

De modo geral, os resultados apresentados, que podem ser sintetizados em tabelas comparativas dos tipos de células-tronco e suas aplicações terapêuticas, bem como em figuras ilustrativas dos processos de diferenciação celular, indicam que a medicina regenerativa se encontra em um estágio de consolidação científica. A discussão fundamentada na literatura existente permite concluir que, embora desafios técnicos e éticos persistam, as descobertas recentes reafirmam o potencial transformador das células-tronco e apontam para uma ampliação gradual e segura de sua aplicação clínica.

4 CONCLUSÃO

Este capítulo teve como objetivo analisar criticamente as descobertas recentes no campo das células-tronco e suas contribuições para o avanço da medicina regenerativa, considerando suas aplicações terapêuticas, inovações tecnológicas e desafios associados. A partir da revisão integrativa da literatura científica internacional, foi possível alcançar os objetivos propostos, ao identificar os principais tipos de células-tronco utilizados, discutir suas aplicações clínicas mais relevantes e refletir sobre os limites éticos, técnicos e regulatórios que ainda condicionam sua consolidação na prática médica.

Os resultados evidenciaram avanços significativos, especialmente no desenvolvimento e na aplicação das células pluripotentes induzidas, bem como na integração entre terapias celulares, engenharia tecidual e biomateriais. Tais progressos têm ampliado as possibilidades de regeneração de tecidos e órgãos, com resultados promissores em áreas como doenças neurodegenerativas, cardiovasculares e musculoesqueléticas. No entanto, a literatura também aponta desafios persistentes relacionados à segurança biológica, à estabilidade genética e à padronização de protocolos clínicos, fatores que exigem cautela na ampliação dessas terapias.

As contribuições deste estudo residem na sistematização e na análise crítica de evidências científicas recentes, oferecendo um panorama atualizado e fundamentado sobre o estado da arte da medicina regenerativa baseada em células-tronco. Ao integrar diferentes abordagens teóricas e empíricas, o capítulo fornece subsídios relevantes para pesquisadores, profissionais da saúde e gestores, favorecendo a tomada de decisões científicas e clínicas mais informadas.

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras aprofundem a investigação sobre a segurança a longo prazo das terapias celulares, o desenvolvimento de biomateriais mais eficientes e a harmonização de marcos regulatórios internacionais. Tais esforços são essenciais para viabilizar a aplicação clínica ampla, ética e segura das células-tronco, consolidando a medicina regenerativa como uma estratégia terapêutica central na medicina do futuro.

REFERÊNCIAS

- ANSTEY, M. D.; GRIFFITHS, M. J. Cellular therapies in regenerative medicine. *The Lancet*, London, v. 395, n. 10218, p. 146–155, 2020.
- ATALA, A.; LANGER, R.; VACANTI, J. Principles of regenerative medicine. 3. ed. London: Academic Press, 2019.
- BARRY, F.; MURPHY, M. Mesenchymal stem cells in joint disease and repair. *Nature Reviews Rheumatology*, London, v. 9, n. 10, p. 584–594, 2013.
- CAPLAN, A. I. Mesenchymal stem cells: time to change the name! *Stem Cells Translational Medicine*, Hoboken, v. 6, n. 6, p. 1445–1451, 2017.
- DALY, A. C.; RILEY, L.; SEGURA, T.; BURDICK, J. A. Hydrogel microparticles for stem cell engineering. *Nature Reviews Materials*, London, v. 5, n. 1, p. 20–43, 2020.
- EVANS, M. J.; KAUFMAN, M. H. Establishment in culture of pluripotential cells from mouse embryos. *Nature*, London, v. 292, n. 5819, p. 154–156, 1981.
- LANGER, R.; VACANTI, J. P. Tissue engineering. *Science*, Washington, v. 260, n. 5110, p. 920–926, 1993.
- MURRAY, I. R.; WEST, C. C.; HARDINGHAM, T. E. Regenerative medicine: translational challenges and future perspectives. *Journal of Orthopaedic Research*, Hoboken, v. 37, n. 9, p. 1921–1930, 2019.
- ROBERTS, S.; MENAGE, J.; SAGE, R.; URBAN, J. P. Stem cell therapy for disc degeneration: obstacles and opportunities. *Nature Reviews Rheumatology*, London, v. 11, n. 4, p. 243–256, 2015.
- TAKAHASHI, K.; YAMANAKA, S. Induction of pluripotent stem cells from mouse fibroblasts by defined factors. *Cell*, Cambridge, v. 126, n. 4, p. 663–676, 2006.
- THOMSON, J. A. et al. Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science*, Washington, v. 282, n. 5391, p. 1145–1147, 1998.
- TROUNSON, A.; DEWITT, N. Pluripotent stem cells progressing to the clinic. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, London, v. 17, n. 3, p. 194–200, 2016.
- WATT, F. M.; HOGAN, B. L. Out of Eden: stem cells and their niches. *Science*, Washington, v. 287, n. 5457, p. 1427–1430, 2000.

ZAKRZEWSKI, W. et al. Stem cells: past, present, and future. *Stem Cell Research & Therapy*, London, v. 10, n. 1, p. 68, 2019.