

USO DE CÉLULAS-TRONCO NA REGENERAÇÃO PULPAR EM DENTES DECÍDUOS E PERMANENTES IMATUROS

USE OF STEM CELLS IN PULP REGENERATION IN DECIDUOUS AND IMMATURE PERMANENT TEETH

Livia Diana Duailibe¹
Isabel Cristina Quaresma Rego²
Marcia Regina Soares Cruz³
Taina de Castelo Branco Araujo⁴
Tereza Maria Alcântara Neves⁵
Thiago Lima Monte⁶

RESUMO: A regeneração pulpar por meio de células-tronco representa uma abordagem promissora na odontologia regenerativa, especialmente em dentes decíduos e permanentes imaturos, pois permite restaurar a vitalidade pulpar e favorecer o desenvolvimento radicular. Este estudo teve como objetivo analisar o potencial das células-tronco na regeneração pulpar, destacando seus mecanismos biológicos, capacidade de diferenciação, revascularização e aplicações clínicas, com base em artigos publicados entre 2022 e 2026. A metodologia consistiu em uma revisão de literatura realizada na base PubMed, com uso de descritores específicos e critérios de inclusão definidos, resultando na seleção de 14 estudos. Os resultados demonstraram que células-tronco da polpa dentária e de dentes decíduos esfoliados apresentam alta capacidade proliferativa e regenerativa, promovendo formação de dentina e novo tecido pulpar. O uso de biomateriais e scaffolds potencializou esses efeitos. Conclui-se que essas terapias são eficazes e promissoras, embora mais estudos sejam necessários para padronização e aplicação clínica segura.

1

Palavras Chave: Células-tronco. Regeneração pulpar. Dentes permanentes imaturos. Dentes decíduos.

ABSTRACT: Pulp regeneration using stem cells represents a promising approach in regenerative dentistry, especially for deciduous and immature permanent teeth, as it allows restoration of pulp vitality and supports root development. This study aimed to analyze the potential of stem cells in pulp regeneration, highlighting their biological mechanisms, differentiation capacity, revascularization, and clinical applications, based on articles published between 2022 and 2026. The methodology consisted of a literature review conducted in the PubMed database using specific descriptors and defined inclusion criteria, resulting in the selection of 14 studies. The results showed that dental pulp stem cells and stem cells from human exfoliated deciduous teeth have high proliferative and regenerative capacity, promoting dentin formation and new pulp tissue. The use of biomaterials and scaffolds enhanced these effects. It is concluded that these therapies are effective and promising, although further studies are needed for protocol standardization and safe clinical application in regenerative endodontics.

Keywords: Stem cells. Pulp regeneration. Immature permanent teeth. Deciduous teeth.

¹Acadêmica de Odontologia – Uninovafapi – Afya.

²Docente do Curso de Odontologia – Uninovafapi – Afya.

³Docente do Curso de Odontologia – Uninovafapi – Afya

⁴Docente do Curso de Odontologia – Uninovafapi – Afya.

⁵Docente do Curso de Odontologia – Uninovafapi – Afya.

⁶Docente do Curso de Odontologia – Uninovafapi – Afya.

INTRODUÇÃO

A regeneração pulpar representa um dos avanços mais promissores da odontologia regenerativa contemporânea, especialmente no tratamento de dentes decíduos e dentes permanentes imaturos com comprometimento pulpar. Diferentemente das abordagens convencionais, que frequentemente resultam na perda da vitalidade dentária, as terapias baseadas em células-tronco visam restaurar a estrutura e a função do tecido pulpar, promovendo a continuidade do desenvolvimento radicular e a manutenção da integridade dentária. Estudos recentes têm demonstrado que células-tronco derivadas de dentes decíduos esfoliados apresentam elevado potencial proliferativo e capacidade de diferenciação, favorecendo a formação de novos tecidos e contribuindo significativamente para a regeneração pulpar (Ding et al., 2025). Além disso, o uso de células-tronco em microambientes controlados tem evidenciado resultados superiores na formação do complexo dentina-polpa, reforçando seu papel como uma estratégia terapêutica inovadora (Yang et al., 2024).

As células-tronco da polpa dentária, especialmente aquelas provenientes de dentes imaturos, possuem características biológicas favoráveis, como alta capacidade de autorrenovação e diferenciação em células odontogênicas. Esses atributos permitem sua participação ativa nos processos de angiogênese e formação de novos tecidos, elementos essenciais para o sucesso da regeneração pulpar. Pesquisas demonstram que mecanismos moleculares específicos, como a regulação da estabilidade do RNA mensageiro, desempenham papel fundamental na promoção da angiogênese induzida por células-tronco, contribuindo para o restabelecimento da vascularização e funcionalidade do tecido pulpar (Qin et al., 2025). Esse processo é essencial para garantir a sobrevivência celular e o sucesso das terapias regenerativas, promovendo condições favoráveis para a recuperação tecidual (Lu et al., 2024).

A aplicação clínica das terapias regenerativas baseadas em células-tronco tem demonstrado resultados promissores, especialmente no contexto da endodontia regenerativa. Estudos clínicos e experimentais evidenciam que o uso dessas células pode promover a regeneração efetiva do tecido pulpar, resultando no aumento da espessura das paredes dentinárias, no fechamento apical e na recuperação da vitalidade dentária. Essas abordagens têm sido utilizadas com sucesso no tratamento de condições como necrose pulpar e pulpites irreversíveis, proporcionando melhores resultados funcionais quando comparadas às técnicas

convencionais (Sabeti et al., 2024). Além disso, o transplante de células-tronco mesenquimais tem demonstrado capacidade de induzir a formação de estruturas semelhantes ao complexo dentina-polpa, reforçando o potencial clínico dessas terapias (Gomez-Sosa et al., 2024).

Outro aspecto relevante da regeneração pulpar está relacionado ao uso de biomateriais e scaffolds, que atuam como suportes estruturais para a proliferação e diferenciação celular. Esses materiais biomiméticos reproduzem características do ambiente natural do tecido pulpar, favorecendo a adesão celular, a vascularização e a formação de novos tecidos. Estudos indicam que scaffolds derivados da matriz extracelular de células-tronco apresentam elevada eficácia na regeneração do complexo dentina-polpa, contribuindo para resultados mais previsíveis e duradouros (Yang et al., 2024). Além disso, o uso combinado de vesículas extracelulares e biomateriais tem demonstrado potencial significativo na indução da diferenciação odontogênica e na regeneração pulpar (Lu et al., 2024).

As células-tronco derivadas de dentes decíduos também apresentam propriedades imunomoduladoras importantes, contribuindo para a regulação da resposta inflamatória e favorecendo o ambiente regenerativo. No entanto, fatores como o tempo de cultivo celular podem influenciar suas propriedades biológicas e sua eficácia terapêutica. Estudos demonstram que alterações nas características funcionais dessas células podem impactar sua capacidade regenerativa, evidenciando a necessidade de protocolos adequados para garantir sua viabilidade e eficácia (Lupatov et al., 2024). Paralelamente, pesquisas clínicas têm demonstrado que o uso de células-tronco autólogas associadas a biomateriais pode promover a regeneração do complexo dentina-polpa, evidenciando resultados clínicos positivos (Nakashima et al., 2025).

Apesar dos avanços significativos, a regeneração pulpar baseada em células-tronco ainda enfrenta desafios relacionados à padronização dos protocolos clínicos, à previsibilidade dos resultados e à aplicação em larga escala. No entanto, os resultados obtidos até o momento reforçam o grande potencial dessas terapias para transformar o tratamento endodôntico, especialmente em dentes permanentes imaturos, onde a preservação da vitalidade pulpar é essencial para o desenvolvimento radicular adequado. Estudos recentes destacam que o uso de células-tronco organizadas em microestruturas tridimensionais pode melhorar significativamente os resultados regenerativos, promovendo maior organização e funcionalidade do tecido formado (Ding et al., 2025). Dessa forma, a terapia regenerativa

baseada em células-tronco se consolida como uma abordagem promissora, com potencial para redefinir os paradigmas da odontologia moderna (Qin et al., 2025).

OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão da literatura baseada em 14 artigos publicados na base de dados PubMed entre os anos de 2022 e 2026, o potencial das células-tronco na regeneração pulpar em dentes decíduos e permanentes imaturos, destacando seus mecanismos biológicos, capacidade de diferenciação, influência na revascularização e formação de novo tecido pulpar, bem como suas aplicações clínicas na terapia endodôntica regenerativa. Além disso, busca-se avaliar os principais protocolos utilizados, os tipos de células-tronco mais empregados e os resultados obtidos, com o intuito de contribuir para a compreensão da eficácia e das perspectivas futuras dessas terapias na odontologia regenerativa.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida com o objetivo de identificar artigos relevantes sobre o uso de células-tronco na regeneração pulpar em dentes decíduos e permanentes imaturos, com foco nos principais achados relacionados à regeneração do tecido pulpar, diferenciação celular, revascularização e implicações clínicas na terapia endodôntica regenerativa. Para isso, seguiu-se um protocolo estruturado que contemplou a seleção criteriosa da base de dados, a definição de critérios de inclusão e exclusão e a aplicação de estratégias de busca específicas para o tema proposto.

A busca foi realizada exclusivamente na base de dados PubMed, considerando artigos publicados entre os anos de 2022 e 2026. Foram utilizados os descritores em inglês “Stem cells”, “Pulp regeneration”, “Immature permanent teeth”, “Deciduous teeth” e “Dental pulp stem cells”, assim como suas combinações. Empregou-se o conector booleano “AND” com o objetivo de refinar os resultados e selecionar estudos diretamente relacionados ao escopo da pesquisa. Ao final da busca e aplicação dos critérios estabelecidos, foram selecionados 14 artigos para compor a presente revisão.

Os critérios de inclusão foram definidos com o objetivo de garantir a atualidade, relevância temática e qualidade metodológica dos estudos. Foram incluídos artigos publicados

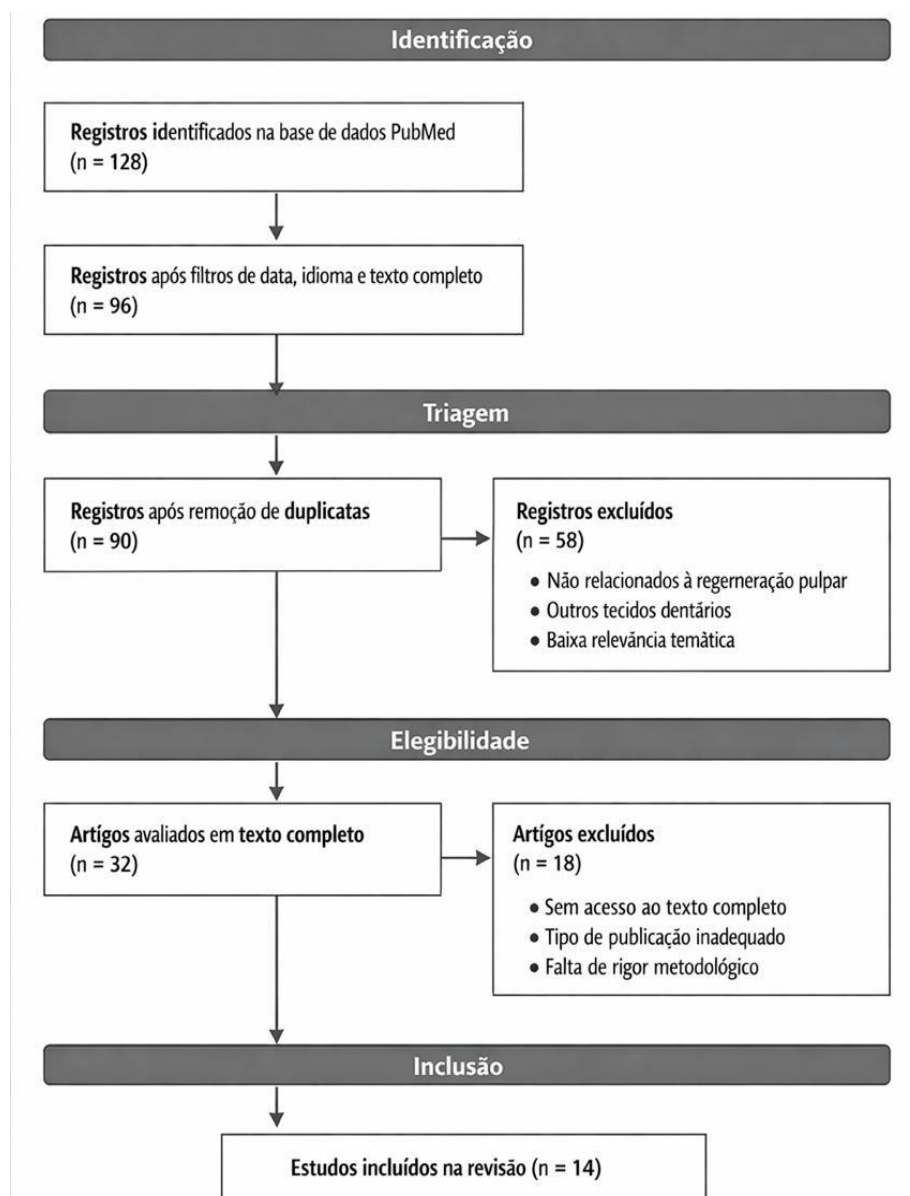
entre 2022 e 2026, redigidos em inglês, disponíveis na íntegra na base PubMed, que abordassem diretamente o uso de células-tronco na regeneração pulpar, especialmente em dentes decíduos e dentes permanentes imaturos, incluindo estudos experimentais, clínicos e revisões com metodologia bem definida. Foram excluídos artigos que não apresentassem relação direta com a regeneração pulpar, estudos voltados exclusivamente para outros tecidos dentários, trabalhos duplicados, resumos sem acesso ao texto completo, cartas ao editor e publicações sem rigor metodológico.

O processo de seleção dos artigos foi realizado em etapas. Inicialmente, procedeu-se à leitura dos títulos e resumos, com o objetivo de verificar sua relevância em relação ao tema proposto. Em seguida, os artigos potencialmente elegíveis tiveram seus textos completos analisados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Ao final desse processo, foram selecionados 14 artigos considerados adequados para compor a base teórica desta pesquisa.

Após a seleção, os dados extraídos dos estudos foram organizados de forma sistematizada, considerando aspectos como o tipo de célula-tronco utilizada (especialmente células-tronco da polpa dentária e de dentes decíduos esfoliados), os métodos de indução da regeneração pulpar, o uso de scaffolds e fatores de crescimento, o potencial de revascularização, a formação de novo tecido pulpar e dentina, bem como os resultados clínicos e biológicos observados em dentes decíduos e permanentes imaturos.

Dessa forma, a metodologia adotada possibilitou uma síntese atualizada e fundamentada sobre o uso de células-tronco na regeneração pulpar, evidenciando seu potencial terapêutico na preservação da vitalidade dentária e no desenvolvimento radicular de dentes imaturos. Os resultados desta análise visam contribuir para o avanço da odontologia regenerativa, fornecendo subsídios científicos relevantes tanto para a prática clínica quanto para futuras pesquisas na área de terapia pulpar regenerativa baseada em células-tronco.

Fluxograma do processo de seleção dos estudos conforme PRISMA



RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da análise dos 14 artigos selecionados demonstraram que as células-tronco, especialmente as células-tronco da polpa dentária (DPSCs) e as células-tronco de dentes decíduos esfoliados (SHED), apresentam elevado potencial regenerativo, sendo capazes de promover a formação de novo tecido pulpar e contribuir para a regeneração do complexo dentina-polpa. Estudos experimentais evidenciaram que essas células possuem alta

capacidade de proliferação, diferenciação em odontoblastos e indução da formação de dentina, além de favorecerem a revascularização do tecido regenerado. Observou-se também que a organização celular em estruturas tridimensionais e o uso de microambientes controlados contribuíram significativamente para melhorar a sobrevivência celular e a qualidade do tecido formado, resultando em maior eficácia nos processos regenerativos.

Além disso, verificou-se que o uso de biomateriais, scaffolds e vesículas extracelulares associadas às células-tronco potencializou os resultados regenerativos, promovendo maior adesão, proliferação e diferenciação celular. Esses recursos favoreceram a formação de tecidos mais organizados e funcionalmente semelhantes ao tecido pulpar original. Os estudos também demonstraram que fatores moleculares e angiogênicos desempenham papel fundamental no sucesso da regeneração pulpar, contribuindo para o restabelecimento da vascularização e garantindo condições adequadas para a manutenção da vitalidade do tecido regenerado. Esses achados reforçam a importância da combinação entre células-tronco, biomateriais e fatores biológicos no desenvolvimento de terapias regenerativas eficazes.

No contexto clínico, os resultados mostraram que a aplicação de terapias regenerativas baseadas em células-tronco foi eficaz na promoção do desenvolvimento radicular contínuo em dentes permanentes imaturos, incluindo o aumento da espessura das paredes dentinárias, o fechamento apical e a recuperação da vitalidade pulpar. Também foram observados resultados positivos na regeneração do tecido pulpar em diferentes condições clínicas, evidenciando a viabilidade dessas terapias como alternativa aos tratamentos endodônticos convencionais. No entanto, alguns estudos relataram variações nos resultados em função dos protocolos utilizados, do tipo de célula-tronco empregada e das condições do microambiente regenerativo, destacando a necessidade de padronização dos procedimentos e de mais estudos clínicos para garantir maior previsibilidade e segurança na aplicação dessas terapias.

A Tabela I apresenta uma síntese dos principais estudos sobre regeneração pulpar, destacando abordagens envolvendo células-tronco, biomateriais e estratégias moleculares. Os trabalhos evidenciam avanços importantes na engenharia tecidual e no desenvolvimento de terapias regenerativas aplicáveis à prática endodôntica.

Tabela I – Síntese dos estudos sobre regeneração pulpar baseada em células-tronco (2021–2026)

Autor (et al., ano)	Título do artigo	Objetivo	Conclusão
Ding <i>et al.</i> , 2025	Microspheres of stem cells from SHEDs	Avaliar microesferas celulares na regeneração pulpar	Microesferas aumentam a eficácia regenerativa
Qin <i>et al.</i> , 2025	METTL3 e angiogênese em células pulpares	Investigar mecanismo molecular de angiogênese	METTL3 favorece formação vascular
Lu <i>et al.</i> , 2024	Vesículas extracelulares e regeneração pulpar	Avaliar diferenciação odontogênica	Vesículas promovem regeneração e diferenciação
Sabeti <i>et al.</i> , 2024	Endodontia regenerativa em pulpite	Avaliar terapia celular in vivo	Terapia é eficaz e promissora
Yang <i>et al.</i> , 2024	Scaffolds biomiméticos na regeneração	Desenvolver matriz para regeneração	Scaffolds melhoram organização tecidual
Lupatov <i>et al.</i> , 2024	Células-tronco e resposta imune	Avaliar função imunomoduladora	Função reduz com cultivo prolongado
Nakashima <i>et al.</i> , 2025	Regeneração com matriz dentinária	Relatar casos clínicos	Técnica apresenta sucesso clínico
Gomez-Sosa <i>et al.</i> , 2024	Transplante de células mesenquimais	Avaliar regeneração em dentes imaturos	Formação de tecido semelhante ao complexo dentina-polpa
Liang <i>et al.</i> , 2021	Regeneração pulpar e vias de sinalização	Revisar mecanismos moleculares	Vias regulam diferenciação celular
Lee <i>et al.</i> , 2021	Avanços em regeneração pulpar	Revisar literatura recente	Técnicas regenerativas estão em evolução
Kim, 2021	Regeneração com células mesenquimais	Avaliar abordagem baseada em células	Terapia celular é promissora
Xie <i>et al.</i> , 2021	Regeneração pulpar funcional	Integrar pesquisa básica e clínica	Tradução clínica ainda em desenvolvimento
Alshaibani <i>et al.</i> , 2025	Células-tronco e reconstrução óssea	Revisar uso em engenharia tecidual	Alto potencial regenerativo
Jian <i>et al.</i> , 2025	Microtecidos derivados de células-tronco	Avaliar estratégia multicelular	Abordagem melhora regeneração pulpar
Godoi-Lopes <i>et al.</i> , 2026	Exossomos na regeneração pulpar	Revisar eficácia dos exossomos	Exossomos são alternativa promissora
Rosaian <i>et al.</i> , 2021	Capacidade regenerativa das células pulpares	Revisar potencial regenerativo	Células apresentam alta capacidade de regeneração

Autoria: Própria.

DISCUSSÃO

A regeneração pulpar baseada em células-tronco representa um avanço significativo na endodontia, destacando-se principalmente pelo uso de células-tronco de dentes decíduos esfoliados (SHED), biomateriais e estratégias que favorecem a angiogênese e a diferenciação celular. Os estudos analisados evidenciam que abordagens como microestruturas tridimensionais, scaffolds biomiméticos e vesículas extracelulares potencializam a regeneração do complexo dentina-polpa, promovendo resultados mais organizados e funcionais. Além disso, aplicações clínicas já demonstram eficácia no tratamento de necrose pulpar e pulpites irreversíveis, indicando um grande potencial terapêutico. Entretanto, fatores como a padronização dos protocolos, o tempo de cultivo celular e a necessidade de estudos clínicos a longo prazo ainda representam desafios para sua consolidação. Dessa forma, apesar dos avanços promissores, a regeneração pulpar ainda demanda maior aprofundamento científico para garantir sua aplicação segura, previsível e amplamente viável na prática clínica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise dos artigos selecionados, conclui-se que o uso de células-tronco representa uma abordagem promissora e eficaz na regeneração pulpar em dentes decíduos e permanentes imaturos, demonstrando elevada capacidade de promover a formação de novo tecido pulpar, estimular a angiogênese e favorecer o desenvolvimento radicular contínuo. As células-tronco da polpa dentária e de dentes decíduos esfoliados destacam-se pelo seu alto potencial proliferativo e de diferenciação, contribuindo significativamente para a regeneração do complexo dentina-polpa e para a recuperação da vitalidade dentária. Além disso, a associação dessas células com biomateriais, scaffolds e fatores de crescimento tem demonstrado resultados ainda mais eficazes, proporcionando um ambiente favorável para a regeneração tecidual. Entretanto, apesar dos avanços observados, ainda são necessários mais estudos clínicos e experimentais para padronizar os protocolos, avaliar os resultados a longo prazo e garantir a segurança e previsibilidade dessas terapias, consolidando sua aplicação na prática clínica e contribuindo para o avanço da odontologia regenerativa.

REFERÊNCIAS

DING J, et al. Microspheres of stem cells from human exfoliated deciduous teeth exhibit superior pulp regeneration capacity. *Dental Materials*. 2025;41(1):70-80.

QIN J, et al. METTL3 promotes immature dental pulp stem cells-induced angiogenesis by regulating ETS1 mRNA stability in an m6A-HuR-dependent manner. *Odontology*. 2025;113(1):305-317.

Lu H, et al. Functional extracellular vesicles from SHEDs combined with gelatin methacryloyl promote the odontogenic differentiation of DPSCs for pulp regeneration. *Journal of Nanobiotechnology*. 2024;22(1):265.

SABETI MA, et al. Cell-based regenerative endodontics for the treatment of irreversible pulpitis: an in vivo investigation. *Journal of Endodontics*. 2024;50(3):344-350.

YANG N, et al. Biomimetic pulp scaffolds prepared from extracellular matrix derived from stem cells from human exfoliated deciduous teeth promote pulp-dentine complex regeneration. *International Endodontic Journal*. 2024;57(9):1279-1292.

LUPATOV AY, et al. Mesenchymal stem cells from the deciduous tooth pulp lose their ability to suppress the differentiation of dendritic cells during long-term culturing. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2024;176(5):672-679.

NAKASHIMA M, et al. Regeneration of the pulp-dentin complex in mature teeth using autologous demineralized dentin matrix and dental pulp stem cells: two case reports. *BMC Oral Health*. 2025.

GOMEZ-SOSA JF, et al. Allogeneic bone marrow mesenchymal stromal cell transplantation induces dentin pulp complex-like formation in immature teeth with pulp necrosis and apical periodontitis. *Journal of Endodontics*. 2024;50(4):483-492.

LIANG C, Liao L, Tian W. Stem cell-based dental pulp regeneration: insights from signaling pathways. *Stem Cell Rev Rep*. 2021;17(4):1251-1263.

LEE HN, Liang C, Liao L, Tian WD. Advances in research on stem cell-based pulp regeneration. *Tissue Eng Regen Med*. 2021;18(6):931-940.

KIM SG. A cell-based approach to dental pulp regeneration using mesenchymal stem cells: a scoping review. *Int J Mol Sci*. 2021;22(9):4357.

XIE Z, Shen Z, Zhan P, Yang J, Huang Q, Huang S, et al. Functional dental pulp regeneration: basic research and clinical translation. *Int J Mol Sci*. 2021;22(16):8991.

ALSHAIBANI DA, Kamadjaja MJ, Sitalaksmi RM, Ridwan RD, Al-Gabri RS, Zafar MS, et al. Regenerative potential of human dental pulp stem cells in scaffold-based alveolar and jaw bone reconstruction: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2025;25(1):986.

JIAN W, Ma F, Xian Y, Shi X, Ma H, Ma S, et al. Dental pulp stem cell-derived multicellular microtissue spheres: a synergistic strategy for dental pulp regeneration. *Int Endod J*. 2025;75(6):103970.

GODOI-Lopes J, Ribeiro-Silva VHA, Prado LGC, et al. Efficacy of dental stem cell-derived exosomes for pulp regeneration: a systematic review of clinical, animal, and in vitro studies. *Mol Biol Rep*. 2026;53:426.

ROSAIAN AS, Rao GN, Mohan SP, Vijayarajan M, Prabhakaran RC, Sherwood A. Regenerative capacity of dental pulp stem cells: a systematic review. *J Pharm Bioallied Sci*. 2021;12(Suppl 1):S27-S36.