Trauma, Cirurgia e Medicina Intensiva

Edição III

Capítulo 12

AVANÇOS NA RECONSTRUÇÃO PÓS-TRAUMA: USO DE CÉLULAS TRONCO E LIPOENXERTIA

GUSTAVO MORAES MAGALHÃES[1]
AMANDA TAQUARY MARIN[1]
CAIO VICTOR CARVALHO[1]
MATHEUS HENRIQUE BERNARDES DANIEL[1]
LUCAS SOUZA ALVES MONTEIRO DE ALMEIDA[1]
GUILHERME BARBOSA RODRIGUES[1]
GABRIEL ALVES DA SILVA[1]
THAYNNE HAYSSA FRANÇA BARBOSA[2]

[1]Discente - Medicina na Universidade Federal de Goiás
[2]Discente – Residente em Cirurgia Plástica do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Goiás

Palavras-Chave: *Células Tronco; Lipoenxertia; Trauma.*

DOI 10.59290/978-65-6029-184-3.12

EDITORA PASTEUR

INTRODUÇÃO

Epidemiologia das lesões traumáticas: um panorama global e nacional

As lesões traumáticas representam um dos principais desafios de saúde pública em todo o mundo, respondendo por uma parcela significativa de mortes e incapacidades permanentes em diversas faixas etárias. Esses traumas englobam uma variedade de situações, como acidentes de trânsito, quedas, lesões por armas de fogo, queimaduras e agressões físicas. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que, anualmente, aproximadamente 4,4 milhões de pessoas perdem a vida devido a causas externas, sendo que cerca de um em cada três casos é resultado de acidentes de trânsito. Notavelmente, as lesões traumáticas constituem três das cinco principais causas de morte entre indivíduos de 5 a 29 anos de idade (WHO, 2024a).

Os acidentes de trânsito figuram entre as maiores causas de morte e incapacidades associadas a traumas. Segundo o Relatório Global de Segurança no Trânsito da OMS, cerca de 1,3 milhão de pessoas morrem anualmente em decorrência desses acidentes, com 93% das fatalidades ocorrendo em países de baixa e média renda. No Brasil, os acidentes de trânsito também se destacam como uma significativa causa de mortalidade. Em 2023, por exemplo, o país registrou 33.743 mortes relacionadas ao trânsito (DATASUS, 2024a). Embora a criação do Código de Trânsito Brasileiro em 1997 tenha introduzido regulamentações que contribuíram para a redução das mortes nas estradas, os números ainda permanecem alarmantes, especialmente entre jovens de 15 a 29 anos.

As lesões decorrentes da violência interpessoal, incluindo agressões e traumas por armas de fogo, constituem uma outra categoria significativa de traumas fatais, particularmente em países com elevados índices de criminalidade. Nos Estados Unidos, entre 2015 e 2019, a média anual de mortes por lesões causadas por armas de fogo foi de aproximadamente 48 mil pessoas, sendo que 49,6% das fatalidades foram suicídios e 39,7% homicídios (CDC, 2021). No Brasil, dados de 2023 revelam que cerca de 38,6 mil pessoas foram vítimas de homicídio, resultando em uma taxa de 19 homicídios por 100 mil habitantes. As lesões provocadas por armas de fogo representam uma parte expressiva desse total, especialmente entre homens jovens de 15 a 24 anos (FBSP, 2024).

Uma outra causa de lesão traumática é a queda, que está muito associada com lesões em idosos. Com o envelhecimento da população, as quedas tornaram-se uma das principais causas de lesões traumáticas, particularmente entre os idosos (WHO, 2021). A OMS relata que as quedas são responsáveis por mais de 684.000 mortes anuais, configurando-se como a segunda maior causa de morte acidental no mundo. No Brasil, aproximadamente 34% das internações por causas externas em 2023 foram atribuídas a quedas, sendo que uma parte significativa dessas ocorrências envolve pessoas com mais de 60 anos (DATASUS, 2024b). Dados indicam que o risco de quedas aumenta com a idade, especialmente entre mulheres, e está associado a complicações graves, como fraturas e lesões cerebrais.

Epidemiologia das lesões traumáticas ao longo das décadas

As taxas de lesões traumáticas globais mostraram uma evolução significativa ao longo das décadas, refletindo mudanças no desenvolvimento urbano, uso de veículos motorizados e práticas de segurança pública. Nos anos 1980 e 1990, o aumento das frotas de veículos e a intensificação da urbanização resultaram em taxas de mortalidade por acidentes de trânsito elevadas, especialmente em países em desenvolvi-

mento. No entanto, regulamentações de trânsito, como a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança e capacetes, juntamente com programas de conscientização, contribuíram para uma redução gradual nas taxas de mortalidade associadas a acidentes automobilísticos em várias regiões (WHO, 2024a).

No que tange às lesões por violência, observou-se um aumento constante entre os anos 1990 e 2000 em diversos países, incluindo o Brasil. Entretanto, políticas como o Estatuto do Desarmamento, aprovado em 2003, resultaram em uma leve diminuição nas taxas de homicídios nos anos seguintes, embora os números ainda permaneçam elevados, especialmente em áreas urbanas e entre jovens.

A natureza do trauma e a gravidade das lesões resultantes desempenham um papel crucial nas sequências que se seguem. As intervenções médicas iniciais, a reabilitação e a capacidade de adaptação do indivíduo são fatores determinantes na recuperação. Frequentemente, as sequências traumáticas incluem dor aguda, intervenções cirúrgicas, tratamento de feridas e, em muitos casos, a necessidade de reabilitação prolongada. Estima-se que cerca de 15% a 30% dos sobreviventes de traumas graves desenvolvam sequelas permanentes, afetando tanto a aparência quanto a funcionalidade do corpo (WHO, 2024b).

Estéticas do trauma e defeitos funcionais

Os traumas físicos podem resultar em uma variedade de defeitos estéticos, como cicatrizes, deformidades e alterações na mobilidade. A *American Society of Plastic Surgeons* relata que cerca de 1 milhão de procedimentos reconstrutivos são realizados anualmente nos Estados Unidos em pessoas que buscam corrigir cicatrizes e deformidades, sendo que uma parte significativa desses procedimentos está relacionada a cirurgias reconstrutivas pós-trauma. Essas mudanças podem impactar a forma como o indivíduo é percebido pela sociedade e, por sua vez, influenciar a autopercepção. Cicatrizes visíveis em áreas expostas do corpo, por exemplo, podem gerar estigmas sociais, levando a sentimentos de vergonha e inadequação.

Além das cicatrizes, as alterações funcionais, como a perda de membros ou a incapacidade de realizar atividades cotidianas, exacerbam a situação. Estudos indicam que muitos sobreviventes de amputações enfrentam desafios emocionais significativos, como depressão e ansiedade, que se correlacionam com a percepção negativa de sua nova identidade física (ALI & FATIMA HAIDER, 2017; GRZEBIEŃ *et al.*, 2017). A funcionalidade do corpo é frequentemente vista como um reflexo da identidade pessoal; assim, a perda de habilidades motoras ou a necessidade de auxílio em atividades simples podem comprometer a autoestima e a confiança do indivíduo.

Repercussões na autoestima

A autoestima é um aspecto central da saúde mental e do bem-estar de uma pessoa. Estudos demonstram que indivíduos que experimentam traumas que resultam em mudanças estéticas e funcionais frequentemente relatam níveis mais baixos de autoestima. Segundo pesquisas, indivíduos com cicatrizes visíveis relataram sentir-se socialmente excluídos. A comparação social, a internalização de padrões estéticos e a busca por aceitação social são fatores que contribuem para essa dinâmica (VAN LOEY, 2020).

Esses indivíduos podem se tornar hiperconscientes de suas mudanças físicas, evitando interações sociais e atividades que antes eram prazerosas. Essa evitação pode criar um ciclo vicioso, onde a falta de interação social resulta em isolamento, reforçando a baixa autoestima e a percepção negativa de si mesmos. Aproximadamente 70% das pessoas globalmente vivenci-

arão algum evento potencialmente traumático ao longo de suas vidas, mas apenas uma minoria (5,6%) desenvolverá Transtorno de Estresse Pós-Traumático (TEPT). Estima-se que 3,9% da população mundial tenha experimentado TEPT em algum momento da vida, e a probabilidade de desenvolvê-lo varia conforme o tipo de evento traumático. Por exemplo, as taxas de TEPT são mais de três vezes mais altas (15,3%) entre pessoas expostas a conflitos violentos ou guerras (WHO, 2024b).

A Evolução da reconstrução pós-traumática

A reconstrução pós-traumática é uma área da medicina que evoluiu enormemente ao longo dos séculos, motivada pela necessidade de restaurar tanto a forma quanto a função das partes do corpo danificadas por lesões. Desde a antiguidade, registros históricos indicam tentativas de reparação corporal após traumas. Civilizações como o Egito Antigo, Grécia e Roma desenvolveram métodos primitivos para tratar fraturas e amputações, utilizando bandagens de linho e moldes de barro para estabilizar e proteger feridas. Contudo, esses tratamentos limitados eram mais voltados à preservação da vida do que à estética ou à plena recuperação funcional (PORTER, 2006).

Com o passar dos séculos, especialmente durante a Idade Média e o Renascimento, a reconstrução de traumas passou por mudanças importantes, embora limitadas a técnicas básicas. A medicina islâmica, que floresceu na época, influenciou significativamente o Ocidente, especialmente através dos textos médicos de estudiosos como Avicena, cujas práticas de assepsia e tratamento de feridas revolucionaram o período. Entretanto, ainda faltavam avanços em técnicas de sutura e no controle da dor, limitando o alcance das práticas reconstrutivas (PORTER, 2006).

No século XIX, a medicina foi profundamente transformada pela introdução das técnicas de anestesia e assepsia, que possibilitaram cirurgias mais seguras e complexas. Esse período viu uma crescente demanda por procedimentos reconstrutivos, especialmente em tempos de guerra, quando o número de feridos e mutilados impôs desafios enormes para a medicina. As Primeira e Segunda Guerras Mundiais foram marcos que impulsionaram o desenvolvimento da cirurgia reconstrutiva, dada a necessidade de tratar ferimentos extensos, muitas vezes na face e nos membros. Nesse contexto, cirurgiões começaram a explorar o uso de enxertos de pele, novos materiais para reconstrução óssea e técnicas avançadas, como os retalhos, para cobrir áreas de grande perda de tecido, estabelecendo as bases da cirurgia plástica reconstrutiva moderna (PORTER, 2006).

Ao longo do século XX, a cirurgia reconstrutiva continuou a evoluir, com inovações significativas nas técnicas de transplante de pele e tecidos e, posteriormente, com o advento da microcirurgia, que trouxe mais precisão e detalhamento aos procedimentos. Pacientes com deformidades decorrentes de acidentes de trabalho, trânsito e queimaduras passaram a se beneficiar de métodos cada vez mais sofisticados, como os enxertos autólogos e retalhos microcirúrgicos, que possibilitaram a reconstrução de áreas do corpo de maneira mais eficiente e menos invasiva. A microcirurgia inaugurou uma nova era na reconstrução pós-traumática, permitindo a reconexão de vasos sanguíneos e nervos em estruturas delicadas e promovendo melhor funcionalidade e recuperação em casos graves (MAVROGENIS *et al.,* 2019).

Nas últimas décadas, tecnologias como a impressão 3D e a bioengenharia abriram novas fronteiras para a reconstrução pós-traumática. Impressoras 3D agora permitem a criação de implantes personalizados, ajustados às necessi-

dades anatômicas de cada paciente. Além disso, biomateriais como tecidos bioartificiais e polímeros biocompatíveis se tornaram opções viáveis para substituir tecidos humanos em reconstruções complexas. A aplicação de células-tronco e a terapia regenerativa também avançaram, trazendo esperança para a recuperação de tecidos em áreas anteriormente vistas como irrecuperáveis. Ferramentas de simulação digital no planejamento pré-operatório hoje ajudam os cirurgiões a anteciparem os desafios específicos de cada procedimento (MURPHY & ATALA, 2014).

À medida que novas técnicas e tecnologias continuam a surgir, a reconstrução pós-traumática se aproxima de um futuro em que a regeneração quase total de tecidos, membros e funções pode se tornar uma realidade. Contudo, além da reparação física, é essencial considerar o impacto psicológico e social dos procedimentos reconstrutivos, pois as cicatrizes deixadas por traumas afetam profundamente a autoestima e a qualidade de vida dos pacientes. O apoio psicológico no processo de reabilitação tornou-se, portanto, indispensável, reforçando a compreensão de que a verdadeira reconstrução pós-traumática é uma jornada tanto de cura física quanto emocional (RUMSEY & HARCOURT, 2005).

Dessa forma, o objetivo desse estudo foi explicar o racional por trás da execução dessas técnicas e quais os usos disponíveis, como também relatar quais os avanços em relação à outras técnicas de reconstrução pós-trauma já existentes.

MÉTODO

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura. Durante o processo de escolha do tema foi levantada a seguinte pergunta: "Quais os principais avanços trazidos pelo uso de células tronco e lipoenxertia na reconstrução de pacientes traumatizados?". Para sistematizar a busca propôs-se a estratégia PCC, um mnemônico amplamente utilizado, sendo "P" a população, "C" o conceito principal a ser estudado e "C" o contexto em que tudo estará inserido. Desse modo, a população a ser estudada são vítimas de traumas, o conceito é o uso de células tronco e lipoenxertia e o contexto são os avanços na cirurgia reconstrutiva. Com isso, foi estruturada uma estratégia de busca para a obtenção dos artigos, sendo utilizadas bases de dados como a MEDLINE, através do PubMed, LILACS, via BVS e entre outras. Utilizaram-se os termos "*Fat graft", "Stem cells*", "Trauma" e "*Reconstruction*", unidos pelo operador booleano "*AND"*. Foram selecionados estudos baseados em critérios de inclusão e exclusão; como incluídos ficaram os estudos que abordaram todos os termos da estratégia PCC como alicerce principal; como excluídos ficaram estudos que tangenciaram pelo menos um dos termos do mnemônico PCC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Lipoenxertia - uso de gordura autóloga na reconstrução

O enxerto de gordura autóloga é comumente utilizado para reconstruir defeitos de tecidos moles causados por envelhecimento, trauma, feridas crônicas, deficiências de volume de tecidos moles, tratamento de lesões cutâneas, regeneração de partes ausentes e ressecções de câncer. Os benefícios do enxerto de gordura são morbidade mínima do local doador e facilidade de disponibilidade por meio de lipoaspiração ou lipectomia. Dada sua abundância relativa e proximidade à superfície da pele, o tecido adiposo parece ser uma excelente escolha para o tratamento de doenças congênitas e defeitos adquiridos nos tecidos moles, mas as células-tronco mesenquimais contidas na gor-

dura podem proporcionar oportunidades inesperadas para substituição e reparação de tecidos. No entanto, a sobrevivência e a longevidade dos enxertos de gordura permanecem baixas após o enxerto. Vários métodos para aumentar a sobrevivência do enxerto de gordura está atualmente sob investigação e seus constituintes de células-tronco são de interesse particular. A lipotransferência assistida por células se refere à adição de um componente rico em células-tronco derivadas de tecido adiposo (ASCs - *Adipose-derived stem cells*) da fração vascular estromal ao lipoaspirado (TAN *et al*., 2016; WETTERAU *et al*., 2012).

As ASCs ficaram em destaque em 2001, quando Zuk *et al*. demonstraram pela primeira vez que o tecido adiposo autólogo poderia ser processado para obter uma população de células semelhante a fibroblastos, também denominada lipoaspirado processado (LAP). Essas células LAP, ou também conhecidas como ASCs, poderiam ser induzidas a sofrer diferenciação em células diferentes com base em fatores de indução específicos da linhagem. As ASCs surgiram desde então como uma modalidade-chave na engenharia de tecidos e medicina regenerativa. As ASCs têm a versatilidade de se desenvolver em uma variedade de tecidos maduros, incluindo, mas não se limitando à, adiposo, cardíaco, ósseo, cartilaginoso, muscular, nervoso e pele. Elas podem ser posteriormente aproveitadas para fins terapêuticos e reparadores em condições doentias ou danificadas do corpo. As células-tronco de gordura não são as células-tronco primordiais como as armazenadas na medula óssea, timo ou baço. Elas são mais provavelmente fibroblastos pluripotentes ou células mesenquimais (células de diferenciação de terceira geração) coletadas de vasos e nervos. Semelhante a outras células-tronco, as células-tronco mesenquimais possuem as 2 principais propriedades de uma célula-tronco: autorrenovação e potência (a capacidade de se diferenciar em tipos de células especializadas). Além disso, a população de ASC produz uma capacidade de proliferação comparativamente maior em comparação às células-tronco derivadas da medula óssea, ao mesmo tempo que fornece uma plataforma de recuperação mais conveniente (TAN *et al*., 2016; KLINGER *et al.*, 2020).

O enxerto de gordura autóloga pode ser usado em todas as áreas do corpo, no rosto pode-se usá-lo para melhorar cicatrizes maduras e tecidos fibróticos em termos de textura da pele, cor, volume, maciez e qualidade dos padrões da pele. A versatilidade deste procedimento o torna útil não apenas como um preenchimento, mas também como uma técnica rejuvenescedora e regenerativa. O efeito biológico do enxerto de gordura autóloga é devido à presença de células-tronco multipotentes mesenquimais que são responsáveis pela remodelação por meio do enxerto e diferenciação. Na base do processo de remodelação da cicatriz há a ação local de citocinas, fatores de crescimento, fatores angiogênicos, enzimas e componente celular armazenado no lipoaspirado, levando à neoangiogênese no tecido fibrótico. De um ponto de vista histológico, o enxerto de gordura autóloga mostrou a capacidade de regenerar a derme e tecido subcutâneo. Além disso, também tem a capacidade de melhorar a qualidade das áreas dérmicas e dermo-hipodérmicas das cicatrizes, aumentando a quantidade da camada de gordura que mal se regenera durante o reparo do tecido após qualquer tipo de trauma (KLINGER *et al.*, 2020).

Ótimos resultados foram observados no tratamento de diferentes tipos de cicatrizes faciais, como as cicatrizes contraídas que causam microstomia (especialmente quando derivadas de cicatrizes de queimaduras), eversão do lábio, ectrópio cicatricial, colapso da válvula nasal e

déficits de imitação. Às vezes, essas cicatrizes podem reduzir a amplitude de movimento passivo e ativo de uma ou múltiplas articulações. Os resultados da lipoenxertia podem ser vistos a partir de 3 meses após o procedimento, em termos de melhor cor da cicatriz, flexibilidade, espessura, alívio, coceira, dor, vascularização da cicatriz e pigmentação. De fato, o enxerto de gordura autólogo torna a pele mais macia, mais flexível e extensível; além disso, a cor parece semelhante à pele ao redor; uma melhora nas características de mímica/imitação, textura da pele e espessura da pele foram observadas em três pacientes queimados com cicatrizes hipertróficas faciais e queloides após injeção de gordura na junção dermo-hipodérmica realizada duas vezes, com intervalo de 3 meses. A liberação de freios cicatriciais (tanto os mais superficiais quanto os mais profundos) melhora a mobilidade do distrito corporal envolvido, em particular articulações, pálpebras, válvula nasal e boca, e pode levar a uma restauração parcial da mímica facial (beijo, sorriso, franzir a testa e outras expressões de humor) (KLINGER *et al.*, 2020; CONDÉ-GREEN *et al.*, 2016).

Em conclusão, a lipoenxertia utilizando o enxerto de gordura autóloga emerge como uma abordagem revolucionária na reconstrução cirúrgica de tecidos moles. Sua versatilidade permite o tratamento eficaz de cicatrizes e lesões com benefícios notáveis como baixa morbidade no local doador e ampla disponibilidade de tecido adiposo. As células-tronco mesenquimais presentes no tecido adiposo não apenas favorecem a regeneração, mas também oferecem um potencial terapêutico inexplorado, abrindo novas possibilidades na medicina regenerativa. Apesar dos desafios relacionados à sobrevivência do enxerto, as pesquisas em curso para otimizar a lipotransferência e a utilização de frações celulares ricas em ASCs são promissoras. Os resultados positivos observados em pacientes, que incluem melhora da textura e funcionalidade da pele, destacam a eficiência desse procedimento. Assim, a lipoenxertia não só aprimora a estética, mas também contribui significativamente para a reabilitação funcional, consolidando-se como uma técnica indispensável na prática cirúrgica contemporânea.

Células tronco - como podem ser utilizadas na reconstrução?

Nas últimas décadas, a medicina regenerativa vem alcançando progressos notáveis, especialmente no campo da reconstrução pós-trauma. Um dos principais avanços é o uso de células-tronco, que têm demonstrado um grande potencial para a regeneração de tecidos danificados após lesões traumáticas, como queimaduras, fraturas e lesões musculares. As células-tronco possuem a capacidade de se diferenciar em diferentes tipos celulares e contribuir para a regeneração tecidual, além de reduzir a inflamação e modular o sistema imunológico, fatores essenciais na recuperação de tecidos severamente comprometidos.

As células-tronco podem ser classificadas em embrionárias e adultas. As células-tronco embrionárias possuem maior plasticidade, ou seja, podem se diferenciar em qualquer tipo celular do corpo. No entanto, seu uso é controverso devido a questões éticas. Por outro lado, as células-tronco adultas, como as mesenquimais, encontradas na medula óssea e no tecido adiposo, são amplamente utilizadas em estudos de regeneração por sua capacidade de se diferenciar em tecidos específicos, como ossos, músculos e cartilagens, além de serem mais acessíveis e com menor risco de rejeição imunológica.

Um dos campos em que as células-tronco têm se mostrado promissoras é na regeneração óssea. Traumas severos, como fraturas expostas ou acidentes de alta energia, frequentemente resultam em perda óssea significativa. Pesquisas

recentes indicam que as células-tronco mesenquimais podem acelerar a regeneração óssea, promovendo a formação de novo tecido ósseo em áreas afetadas. Esses tratamentos regenerativos melhoram a consolidação óssea e reduzem o tempo de recuperação em pacientes com fraturas complexas. No caso de lesões teciduais, como queimaduras ou lesões musculares, o uso de células-tronco também está sendo investigado. Estudos clínicos mostraram que células-tronco derivadas de tecido adiposo podem ser aplicadas para melhorar a cicatrização e regeneração da pele, além de promover a formação de novos vasos sanguíneos (angiogênese), o que é crucial para o reparo de grandes áreas danificadas. Isso pode ser particularmente importante em situações de queimaduras extensas, em que a regeneração tecidual é lenta e ineficaz (ZHAO *et al.*, 2015).

Outro avanço significativo envolve a aplicação de células-tronco para regeneração de nervos após traumas. Lesões em nervos periféricos ou na medula espinhal são extremamente debilitantes e apresentam dificuldades na recuperação espontânea. Estudos com células-tronco neurais sugerem que elas podem ajudar na regeneração de axônios e na recuperação funcional dos nervos afetados (ASSINCK *et al.*, 2011). Além disso, células-tronco também estão sendo estudadas para o tratamento de lesões cardíacas resultantes de traumas torácicos. A capacidade dessas células de regenerar o tecido muscular cardíaco danificado pode revolucionar o tratamento de condições como insuficiência cardíaca pós-trauma, onde a regeneração do miocárdio seria vital para a recuperação do paciente (MENASCHÉ, 2015).

Embora os avanços sejam promissores, ainda há desafios a serem superados. A eficácia dos tratamentos baseados em células-tronco depende da compreensão detalhada dos mecanismos que controlam a diferenciação celular e a integração do novo tecido ao ambiente danificado. Além disso, questões relacionadas à segurança, como o risco de formação de tumores ou a rejeição imunológica, precisam ser mais profundamente estudadas. Apesar desses desafios, o uso de células-tronco na reconstrução pós-trauma representa uma fronteira emergente na medicina regenerativa. As possibilidades oferecidas por esses tratamentos abrem novas esperanças para pacientes com lesões graves, trazendo uma perspectiva de recuperação mais rápida e eficiente.

O uso de células-tronco na reconstrução pós-trauma é um campo em rápido desenvolvimento, com potencial para transformar significativamente o tratamento de lesões graves. A regeneração de ossos, músculos, nervos e até tecidos cardíacos são apenas algumas das áreas em que os avanços têm sido mais promissores. No entanto, estudos contínuos são necessários para superar os desafios remanescentes e tornar essas terapias amplamente disponíveis e seguras para os pacientes.

Preparados de células tronco e reconstrução cirúrgica convencional - práticas complementares?

As práticas complementares de preparações de células-tronco e reconstrução cirúrgica convencional têm sido objeto de crescente interesse na literatura médica, especialmente no contexto da cirurgia plástica e reconstrutiva. As células-tronco derivadas do tecido adiposo (ASCs) têm mostrado potencial significativo na reconstrução de tecidos moles, como evidenciado por sua capacidade de diferenciar-se em tecido adiposo funcional e vasos sanguíneos, além de suas propriedades angiogênicas e de secreção de múltiplos fatores de crescimento (ZAREI & DARAE, 2018; RUBIN & MARRA, 2018). Essas características tornam as ASCs uma ferramenta promissora para melhorar os resultados da enxertia de gordura, que tradicionalmente sofre com altas taxas de reabsorção devido à

falta de vascularização adequada (RUBIN & MARRA, 2018).

No contexto da reconstrução óssea, as células-tronco mesenquimais (MSCs) têm sido exploradas para tratar defeitos ósseos grandes, onde métodos convencionais como enxertos ósseos autógenos e a técnica de Ilizarov apresentam limitações (WATANABE *et al.*, 2016). A diferenciação das MSCs em osteoblastos e condroblastos, bem como a utilização de proteínas morfogenéticas ósseas (BMP-2), têm mostrado resultados promissores em modelos pré-clínicos (SMITH *et al.*, 2011).

No entanto, a integração de terapias com células-tronco na prática clínica ainda enfrenta desafios significativos. A segurança a longo prazo, a padronização dos métodos de preparação e a eficácia clínica precisam ser mais bem estabelecidas por meio de estudos clínicos robustos (ZAREI & DARAE, 2018; WATANABE *et al.*, 2016). Além disso, as terapias com células-tronco derivadas de exossomos têm sido propostas como uma alternativa viável, oferecendo vantagens como não imunogenicidade e ausência de potencial tumorigênico (TAN *et al.*, 2024).

Portanto, enquanto as preparações de células-tronco oferecem um potencial significativo para complementar as técnicas de reconstrução cirúrgica convencional, a evidência atual sugere que mais pesquisas são necessárias para confirmar sua segurança e eficácia em aplicações clínicas de rotina. A combinação dessas abordagens pode, no futuro, proporcionar melhores resultados funcionais e estéticos para os pacientes, mas a prática clínica deve ser guiada por evidências robustas e bem estabelecidas.

CONCLUSÃO

As lesões traumáticas constituem um relevante desafio global de saúde pública, com destaque para acidentes de trânsito, violência armada e quedas em idosos, sendo responsáveis por altas taxas de mortalidade e incapacidades permanentes, especialmente em países de baixa e média renda. Apesar de regulamentações e intervenções terem reduzido parcialmente as mortes por acidentes e violência, esses traumas continuam prevalentes, afetando principalmente jovens e populações vulneráveis.

Historicamente, a evolução da medicina reconstrutiva, desde técnicas rudimentares até as atuais inovações como impressão 3D e bioengenharia, tem permitido melhorias expressivas na recuperação funcional e estética de vítimas. Todavia, o impacto do trauma estende-se para além do físico, afetando profundamente a autoestima e a reintegração social dos indivíduos, o que evidencia a importância de abordagens integradas que promovam tanto a reabilitação física quanto o apoio psicológico, visando uma recuperação plena e uma melhor qualidade de vida para os sobreviventes.

A lipoenxertia com gordura autóloga, combinada ao uso de células-tronco, representa um avanço significativo na reconstrução de tecidos. A gordura autóloga, amplamente disponível e com baixa morbidade no local doador, é aplicada na regeneração estética e funcional, melhorando cicatrizes, textura, elasticidade e coloração da pele. Sua versatilidade a torna eficaz em tratamentos de defeitos causados por envelhecimento, trauma e ressecções de câncer, com benefícios evidentes na aparência e mobilidade de áreas tratadas.

As células-tronco mesenquimais, especialmente aquelas derivadas do tecido adiposo, ampliam as possibilidades de reconstrução, pois podem se diferenciar em variados tipos celulares e induzir angiogênese, acelerando o processo de regeneração. Estudos destacam que essas células não apenas regeneram tecidos específicos, mas também modulam o sistema imunológico e reduzem inflamações, sendo efica-

zes em diferentes condições, desde cicatrizes hipertróficas até grandes lesões musculares e ósseas.

Embora desafios permaneçam quanto à durabilidade dos enxertos e à integração clínica das células-tronco, as pesquisas avançam em métodos para aumentar a sobrevivência do enxerto e aprimorar a eficácia da lipotransferência. Esse campo emergente oferece um potencial significativo para transformar o tratamento reconstrutivo, consolidando a lipoenxertia e a aplicação de células-tronco como abordagens essenciais e complementares na medicina regenerativa e reconstrutiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, S. & FATIMA HAIDER, S. K. Psychological Adjustment To Amputation: Variations On The Bases Of Sex, Age And Cause Of Limb Loss. Journal of Ayub Medical College, Abbottabad, v. 29, n. 2, p. 303, 2017.

ASSINCK, P. *et al*. Cell transplantation therapy for spinal cord injury. Nature Neuroscience, v. 20, n. 5, p. 637, 2017. doi: 10.1038/nn.4541.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. Sally C. Curtin. Deaths: Leading Causes for 2021. CDC, 2024. Disponível em: https://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr73/nvsr73-04.pdf. Acesso em: 25 out. 2024.

CONDÉ-GREEN, A. *et al*. Fat Grafting and Adipose-Derived Regenerative Cells in Burn Wound Healing and Scarring: A Systematic Review of the Literature. Plastic and Reconstructive Surgery, v. 137, n. 1, p. 302, 2016. doi: 10.1097/PRS.0000000000001918.

DATASUS - Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde. Mortalidade – desde 1996 pela CID-10. DATASUS, 2024a. Disponível em: https://datasus.saude.gov.br/mortalidade-desde-1996-pela-cid-10. Acesso em: 25 out. 2024.

DATASUS - Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde. Morbidade Hospitalar do SUS (SIH/SUS). DATASUS, 2024b. Disponível em:https://datasus.saude.gov.br/acesso-a-informacao/morbidade-hospitalar-do-sus-sih-sus/. Acesso em: 25 out. 2024.

FBSP - Fórum Brasileiro de Segurança Pública. Anuário Brasileiro de Segurança Pública 2024. FBSP, 2024. Disponível em: https://publicacoes.forumseguranca.org.br/handle/123456789/253. Acesso em: 25 out. 2024.

GRZEBIEŃ, A. *et al*. Analysis of selected factors determining quality of life in patients after lower limb amputation-a review article. Polski Przeglad Chirurgiczny, v. 89, n. 2, p. 57, 2017.doi: 10.5604/01.3001.0009.8980

KLINGER, M. *et al*. Fat Grafting for Treatment of Facial Scars. Clinics in Plastic Surgery, v. 47, n. 1, p. 131, 2020. doi: 10.1016/j.cps.2019.09.002.

MAVROGENIS, A.F. *et al*. The history of microsurgery. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology: Orthopedie Traumatologie, v. 29, n. 2, p. 247, 2019.doi: 10.1007/s00590-019-02378-7.

MENASCHÉ, P. Stem cells for the treatment of heart failure. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 370, n. 1680, p. 20140373, 2015. doi: 10.1016/j.retram.2016.04.003.

MURPHY, S.V. & ATALA, A. 3D bioprinting of tissues and organs. Nature Biotechnology, v. 32, n. 8, p. 773, 2014. doi: 10.1038/nbt.2958.

PORTER, R. The Cambridge history of medicine. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2006.

RUBIN, J.P. & MARRA, K.G. Soft Tissue Reconstruction. Em: GIMBLE, J.M. & BUNNELL, B.A. (Eds.). Adipose-Derived Stem Cells: Methods and Protocols. Totowa, NJ: Humana Press, p. 395, 2011. doi:10.1007/978-1-61737-960-4_28.

RUMSEY, N. & HARCOURT, D. The psychology of appearance. United Kingdom: McGraw-Hill Education, p. 256, 2005.

SMITH, D.M. *et al*. Regenerative Surgery in Cranioplasty Revisited: The Role of Adipose-Derived Stem Cells and BMP-2. Plastic and Reconstructive Surgery, v. 128, n. 5, p. 1053, 2011. doi:10.1097/PRS.0b013e31822b65e4.

TAN, F. *et al*. Clinical Applications of Stem Cell-Derived Exosomes. Signal Transduction and Targeted Therapy, v. 9, n. 1, p. 17, 2024. doi: 10.1038/s41392-023-01704-0.

TAN, S. *et al*. Role of adipose-derived stem cells in fat grafting and reconstructive surgery. Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery, v. 9, n. 3, p. 152, 2016. doi: 10.4103/0974-2077.191672.

VAN LOEY, N.E.E. Psychological Impact of Living with Scars Following Burn Injury. Em: TÉOT, L. *et al*. (Eds.). Textbook on Scar Management: State of the Art Management and Emerging Technologies. Cham (CH): Springer, 2020. doi: 10.1007/978-3-030-44766-3_48.

WATANABE, Y. *et al.* Stem Cell Therapy: Is There a Future for Reconstruction of Large Bone Defects? Injury, v. 47, supl. 1, p. S47, 2016. doi:10.1016/S0020-1383(16)30012-2.

WETTERAU, M. *et al.* Autologous Fat Grafting and Facial Reconstruction. Journal of Craniofacial Surgery, v. 23, n. 1, p. 315, 2012. doi: 10.1097/SCS.0b013e318241e1de.

WHO - World Health Organization. Injuries and violence. WHO, 2024a Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/injuries-and-violence. Acesso em: 25 out. 2024.

WHO - World Health Organization. Post-traumatic stress disorder. WHO, 2024b. Disponível em:https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/post-traumatic-stress-disorder. Acesso em:25 out. 2024.

WHO - World Health Organization. Falls. WHO, 2021. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls. Acesso em: 25 out. 2024.

ZAREI, F. & DARAEE, H. Recent Progresses in Breast Reconstruction: Stem Cells, Biomaterials, and Growth Factors. Drug Research, v. 68, n. 06, p. 311, 2018. doi: 10.1055/s-0043-122490.

ZHAO, Y. *et al.* Exosomes Derived from Human Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cells Relieve Acute Myocardial Ischemic Injury. Stem Cells International, v. 2015, p. 1, 2015. doi: 10.1155/2015/761643.

ZUK, P.A. *et al.* Multilineage Cells from Human Adipose Tissue: Implications for Cell-Based Therapies. Tissue Engineering, v. 7, n. 2, p. 211, 2001. doi: 10.1089/107632701300062859.