Edição extra - Ano III • Vol. XXXVII • Jul-Set 2026

criticalcare

International Journal



Latin American Urgency and Emergency Collegium - USA

TRÍADE DE RECONSTRUÇÃO CELULAR: ABORDAGEM SINÉRGICA ATRAVÉS DA FOTOBIOMODULAÇÃO, PLASMA RICO EM PLAQUETAS E OXIGENOTERAPIA SETORIAL PORTÁTIL

CELLULAR RECONSTRUCTION TRIAD: A SYNERGISTIC APPROACH USING PHOTOBIOMODULATION, PLATELET-RICH PLASMA, AND PORTABLE SECTORAL OXYGEN THERAPY

RUBENS LAZARINE CHARPINEL

Nurse..Master in Intensive Care From Latin American Emergency Collegium – USA

SÃO PAULO – BRAZIL

ALEJANDRA SUARES ROJAS

Advisor. Effective Member Critical Care International Journal – USA

ROSARIO - ARGENTINA

RESUMO: O tratamento de feridas complexas e crônicas em pacientes com alto grau de comprometimento sistêmico representa um dos maiores desafios da medicina regenerativa contemporânea. O presente estudo introduz a Tríade de Reconstrução Celular, uma abordagem terapêutica sinérgica que integra o uso autólogo do Plasma Rico em Plaquetas (PRP) a dois recursos biofísicos adjuvantes: a Laserterapia (Fotobiomodulação) e a Oxigenoterapia Setorial por Pressão Controlada Portátil. O objetivo deste trabalho é demonstrar a eficácia e a aceleração do reparo tecidual obtidas através da associação concomitante desses três vetores biológicos. Para a validação do protocolo, conduziu-se um estudo de caso prospectivo com uma amostragem de 10 pacientes portadores de lesões de alta complexidade (Pé Diabético e Lesões por Pressão). Os resultados demonstraram a cicatrização e o fechamento tecidual completo de 100% das lesões em um período linear recorde de 30 a 40 dias, superando drasticamente os tempos relatados na literatura convencional sob terapêuticas isoladas. Conclui-se que a Tríade consolida-se como uma alternativa terapêutica de alta performance, resolutiva, descentralizada e de excelente custo-benefício.

ABSTRACT: *The treatment of complex and chronic wounds in patients with a high degree of systemic impairment represents one of the greatest challenges in contemporary regenerative medicine. This study introduces the Cellular Reconstruction Triad, a synergistic therapeutic approach that integrates the autologous use of Platelet-Rich Plasma (PRP) with two adjuvant biophysical resources: Photobiomodulation (Low-Level Laser Therapy) and Portable Controlled-Pressure Sectoral Oxygen Therapy. The objective of this work is to demonstrate the efficacy and acceleration of tissue repair achieved through the concomitant association of these three biological vectors. For protocol validation, a prospective case study was conducted with a sample of 10 patients with high-complexity lesions (Diabetic Foot and Pressure Injuries). The results demonstrated the complete healing and tissue closure of 100% of the lesions within a record linear period of 30 to 40 days, drastically outperforming the times reported in conventional literature under isolated therapies. It is concluded that the Triad establishes itself as a high-performance, resolutive, decentralized, and highly cost-effective therapeutic alternative.*

1. INTRODUÇÃO

O panorama contemporâneo da investigação científica expande-se progressivamente, consolidando novos saberes e práticas clínicas de alta performance. Todavia, a despeito do caráter promissor da atividade de pesquisa translacional, observa-se, frequentemente, um desestímulo por parte dos investigadores ao enfrentarem as barreiras operacionais e logísticas intrínsecas ao processo, tais como a escassez cronológica, a necessidade de dedicação exaustiva, os elevados custos financeiros e a exigência de resiliência metodológica.

O presente estudo emergiu sob condições análogas de complexidade operacional. Contudo, a verificação empírica dos fatos, consubstanciada na otimização inédita dos desfechos clínicos, na restauração da integridade tecidual periférica e na subsequente devolução da dignidade e qualidade de vida aos pacientes assistidos, atuou como elemento motriz e combustível para a superação de todo e qualquer obstáculo contextual.

A premissa desta pesquisa não consiste, sob hipótese alguma, na desqualificação ou redução da eficácia isolada dos recursos terapêuticos apresentados. Ao revés, o escopo central reside em demonstrar e fundamentar cientificamente que a associação coordenada de tais elementos, estruturada sob a forma de uma Tríade de

Reconstrução Celular, promove uma redução drástica no tempo de reparo tecidual e na reestruturação celular da área lesada. Propõe-se, portanto, um guia norteador para o profissional especializado, estabelecendo a precisa sucessão cronológica e aplicação técnica adequadas para obter os objetivos terapêuticos propostos.

1.1 Contextualização do Tratamento de Lesões Tegumentares

Atualmente, a literatura atual e a prática clínica dispõem de uma ampla gama de insumos, pomadas e coberturas biotecnológicas voltados ao tratamento de feridas, abrangendo desde lesões superficiais até tecidos com elevado grau de complexidade patológica, a maioria apresentando resultados satisfatórios e eficientes quando avaliados isoladamente. Todavia, observa-se que, pelo prolongamento excessivo do período necessário para a completa reconstrução celular, os custos operacionais do tratamento convencional vão se tornando inviáveis a longo prazo, comprometendo o objetivo terapêutico em decorrência do fator tempo.

A Tríade de Reconstrução Celular apresenta-se como uma abordagem terapêutica otimizada, integrando um componente autólogo — o Plasma Rico em Plaquetas (PRP) — a dois recursos biofísicos adjuvantes: a Laserterapia (Fotobiomodulação) e a Oxigenoterapia setorial por pressão controlada portátil.

A integração sinérgica desses três vetores atenua os custos assistenciais e acelera o processo de reparação tecidual, oferecendo respostas biológicas significativamente mais rápidas e eficientes quando comparadas às abordagens quaisquer convencionais isoladas.

2. OBJETIVO

Demonstrar a eficácia clínica, a segurança e a aceleração do reparo tecidual obtidas através da associação coordenada e concomitante de três vetores biológicos e biofísicos (Fotobiomodulação, Plasma Rico em Plaquetas e Oxigenoterapia Setorial Portátil), estabelecendo um protocolo resolutivo e descentralizado para o tratamento de feridas complexas.

3. MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo caracteriza-se como uma investigação clínica prospectiva e aplicada, baseada em um estudo de caso múltiplo com uma amostragem de 10 (dez) pacientes portadores de lesões tegumentares crônicas e de alta complexida-

de (Pé Diabético e Lesões por Pressão), conduzido sob a sistematização do algoritmo decisório denominado Relógio Tegumentar.

3.1 Protocolo de Avaliação e Triagem Tegumentar

Os pacientes foram submetidos a uma anamnese clínica holística para mapeamento de comorbidades de base (Diabetes Mellitus Tipo 2 e Vasculopatias Periféricas) e classificação macroscópica das lesões.

O leito das feridas foi avaliado parametricamente quanto ao grau de colonização, volume de exsudato, odor e identificação de tipologias de necroses (coagulação, liquefação, caseosa, gordurosa, fibrinoide e gangrena) e tecidos inviáveis.

3.2 Protocolo de Aplicação da Tríade de Reconstrução Celular

A abordagem sinérgica foi executada de forma coordenada através dos seguintes insumos, equipamentos e parâmetros biométricos:

A) Fotobiomodulação (Laserterapia): Foi utilizado o equipamento Fluence (HTM Eletrônica), devidamente calibrado. A transmissão óptica foi modulada de forma proporcional à extensão e à profundidade histológica do leito da ferida, utilizando comprimentos de onda específicos (infravermelho de 808 nm para tecidos profundos e vermelho para regeneração epitelial superficial), com dosimetria física calculada em Densidade de Energia (J/cm^2) direcionada às camadas histológicas: Epiderme, Derme, Tecido Subcutâneo, Tecido Muscular, Periósteo e Tecido Ósseo.

B) Plasma Rico em Plaquetas (PRP) Autólogo: O procedimento iniciou-se com a coleta de sangue venoso autólogo do paciente, variando de 20 mL a 40 mL, a depender da extensão tridimensional e profundidade da lesão. O volume coletado foi transferido para tubos específicos e submetido ao processo de centrifugação mecânica para a separação e concentração plaquetária. O plasma rico obtido, carreador dos fatores de crescimento endógenos (PDGF, VEGF e TGF-beta), foi aspirado e aplicado diretamente no interior da cavidade tecidual (espaço morto) e nas bordas da ferida, atuando no preenchimento do espaço e induzindo a contração centrípeta do leito lesionado.

C) Oxigenoterapia Setorial por Pressão Controlada Portátil: Foi utilizado o Concentrador de Oxigênio Portátil Mercury, direcionando oxigênio medicinal puro diretamente ao leito tópico da ferida de forma individualizada, seguindo o padrão clínico de acordo com as características do tecido:

1. Lesões com Encrostamento/Ressecamento: Aplicação de oxigênio na modalidade umidificada, configurada sob um fluxo de 5 L/min (cinco litros por minuto), visando a manutenção do meio úmido e a viabilidade das enzimas autolíticas; 2. Lesões com Tecido Liquefativo/Amolecido (Esfácelo): Aplicação de oxigênio puro na modalidade seca, configurada sob um fluxo de 3 L/min (três litros por minuto), com o objetivo de promover o estresse oxidativo direto para descolonização bacteriana, inativação de fungos anaeróbios e estímulo da mitose e meiose celular.

O algoritmo do Relógio Tegumentar determinou a periodicidade das trocas das coberturas, garantindo a manutenção do PRP no leito da lesão por um intervalo fixo de 5 (cinco) dias, intercalando as sessões de fotobiomodulação e oxigenoterapia até o desfecho clínico final.







4. HISTOLOGIA, FOTOTIPOS E CLASSIFICAÇÃO DA PELE

A pele, caracterizada como o maior órgão do corpo humano, exige abordagens terapêuticas individualizadas de acordo com as suas especificidades regionais. Universalizar tratamentos compromete a eficiência na resposta final.

4.1 Classificação Histomorfológica dos Tipos Cutâneos

a) Pele Normal (Eudérmica): Equilíbrio homeostático entre hidratação e oleosidade. Textura suave, poros imperceptíveis e boa resiliência contra agressões.

b) Pele Seca (Alipídica): Baixa hidratação e pouca oleosidade. Apresenta maior descamação, sensibilidade, eritema e propensão a sinais flogísticos.

c) Pele Oleosa: Hiperatividade das glândulas sebáceas, poros dilatados e maior tendência facilitadora de inflamações.

d) Pele Mista: Coexistência de áreas de perfil oleoso e seco. Apresenta a 'Zona T' (testa, nariz e queixo) oleosa e as regiões malares secas ou normais.

4.2 Escala de Fototipos de Fitzpatrick e Sensibilidade Tecidual

A Classificação de Fitzpatrick (de I a VI) indica como a pele reage à exposição solar, resistência e sensibilidade. No âmbito deste estudo, ela dita o Manejo Cronológico da Mudança de Decúbito para prevenção de isquemia por pressão em pacientes com mobilidade prejudicada. Fototipos de peles mais claros (I a III) manifestam maior sensibilidade a estímulos flogísticos e irritabilidade vascular, demandando intervalos menores de manobra de decúbito para não lesionar o tecido.

Parâmetros como textura, elasticidade, poros dilatados, eritema, oleosidade, descamação e discromias devem ser avaliados. Na triagem de enfermagem avançada, utiliza-se também a Classificação de Goldman, um modelo multifatorial empregado na avaliação e predição de respostas cicatriciais em procedimentos regenerativos.

5. O RELÓGIO TEGUMENTAR COMO ALGORITMO DECISÓRIO NA TRÍADE

O Relógio Tegumentar atua como o eixo ordenador e metodológico deste estudo, servindo como o algoritmo de decisão clínica para determinar as seguintes variáveis operacionais: a quantidade de dias para as trocas de curativos, quantos dias deixar o PRP na lesão (geralmente mantido por 5 dias), por quantos dias aplicar a oxigenoterapia setorial, a calibração do volume em litros por minuto (L/min) nos fluxômetros e a indicação de quando utilizar a oxigenoterapia em modalidade seca ou umidificada.

5.1 O Papel da Oxigenoterapia Umidificada na Descolonização

A manutenção do leito da ferida sob fluxo controlado de oxigênio umidificado entre as sessões de laserterapia atua como um factor crítico de estabilização clínica. Lesões crônicas e cavitarias tendem à hipóxia crônica, o que favorece a proliferação de microrganismos anaeróbios estritos e a formação de biofilmes complexos.

A introdução do oxigênio setorial portátil reverte o estado de isquemia local através de dois mecanismos moleculares:

1) Ação Antimicrobiana por Estresse Oxidativo Direto (saturação de oxigênio inativa bactérias anaeróbias e fungos); e

2) Manutenção do Meio Úmido e Viabilidade Celular (umidificação impede a desidratação e preserva enzimas autolíticas).

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS CLÍNICOS EMPÍRICOS (ESTUDO DE CASO)

Para a validação da eficácia clínica da Tríade de Reconstrução Celular, foi conduzido um acompanhamento prospectivo com uma amostragem de 10 (dez) pacientes portadores de feridas complexas de alta gravidade e com comorbidades sistêmicas severas.

Perfil Masculino (n=7): Pacientes portadores de Diabetes Mellitus Tipo 2 e Insuficiência Vascular Periférica Crônica com baixa adesão ao tratamento medicamentoso. 3 apresentavam Pé Diabético com alto risco de amputação. Os demais 4 eram indivíduos idosos restritos ao leito e institucionalizados em ILPI, acometidos por Lesões por Pressão (LPP).

Perfil Feminino (n=3): Composto por 2 pacientes portadoras de lesões graves de Pé Diabético, com idades de 45 e 66 anos, respectivamente, associadas a quadros de vasculopatia periférica crônica e descontrole glicêmico. O caso restante compreendeu uma paciente idosa acamada em regime de ILPI com lesão por pressão extensa.

6.1 Resultados e Discussão Geral

A aplicação integrada do protocolo da Tríade — associando a fotobiomodulação óptica (comprimento de onda de 808 nm), a oxigenoterapia setorial umidificada por pressão controlada e as infiltrações tópicas/cavitárias de Plasma Rico em Plaquetas (PRP) autólogo — culminou na resolução e fechamento tecidual completo de 100% das lesões no período linear de 30 a 40 dias.

Estes achados clínicos demonstram uma quebra de paradigma assistencial. A literatura atual, convencional, reporta que lesões complexas em pacientes diabéticos descompensados e idosos institucionalizados demandam de 6 a 12 meses sob terapêuticas habituais.

A aceleração da resposta biológica observada neste estudo confirma que a indução física dos fótons (Laser), somada à reversão biológica da hipóxia local (Oxigenoterapia) e ao aporte exógeno concentrado de fatores de crescimento plaquetários (PDGF, VEGF e TGF-beta), desencadeia uma superestimulação da angiogênese e da proliferação celular, transpondo as barreiras patológicas da complexidade sistêmica dos pacientes.



15/01/2025



15/02/2025



03/03/2025

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A validação empírica e clínica executada neste estudo permite concluir de forma categórica que a Tríade de Reconstrução Celular se consolida como uma abordagem terapêutica de alta performance, segura, resolutiva e de excelente custo-benefício para a medicina regenerativa contemporânea.

A associação coordenada e cronológica da Fotobiomodulação, do Plasma Rico em Plaquetas e da Oxigenoterapia Setorial por Pressão Controlada Portátil superou de forma drástica os tempos de cicatrização documentados na literatura científica tradicional. O protocolo cumpre o seu papel mais nobre: restabelecer a integridade física, atenuar a dor crônica e devolver a dignidade e a qualidade de vida aos pacientes vulneráveis.

8. REFERÊNCIAS

1. AVCI, P. et al. Low-level laser (light) therapy (LLLT) in skin: stimulating, healing, restoring. Seminars in Cutaneous Medicine and Surgery, v. 32, n. 1, p. 41-52, 2013.

2. FITZPATRICK, T. B. The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. Archives of Dermatology, v. 124, n. 6, p. 869-871, 1988.

3. GOLDMAN, M. P. Sclerotherapy: Treatment of Varicose and Telangiectatic Leg Veins. 6. ed. St. Louis: Elsevier, 2017.

4. KALLIGEROS, M. et al. Hyperbaric oxygen therapy for diabetic foot ulcers: a systematic review and meta-analysis. International Journal of Lower Extremity Wounds, v. 21, n. 3, p. 245-258, 2022.

5. MARX, R. E. Platelet-rich plasma (PRP): expert opinions. Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, v. 62, n. 4, p. 489-496, 2004.