




C A P Í T U L O 12

USO DA FIBRINA RICA EM PLAQUETAS INJETÁVEL ASSOCIADO AO LASER AZUL NO GERENCIAMENTO DO ENVELHECIMENTO FACIAL

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7991625120812>

Joab Gabriel do Nascimento Santos

Alexandra Carla Garcia Mendes

Joyce Celina Ramos Leite

Myrella Reis Moreira

Alessandra Mirelly da Silva Melo

Micheli Oslicki

Emerson Eduardo Toldo

Rickson Pinheiro de Lima

Maria de Fátima Pereira de Andrade

Mariana Souza Rodrigues da Hora

Maria Fernanda Mendes Costa

RESUMO : Introdução: O envelhecimento facial é um processo multifatorial que envolve alterações estruturais na pele, tecido subcutâneo e musculatura. A busca por terapias regenerativas e minimamente invasivas tem impulsionado o uso de biomateriais autólogos, como a fibrina rica em plaquetas (I-PRF), associada a tecnologias como o laser azul, que potencializam os efeitos biológicos e estéticos. **Objetivo:** Investigar os efeitos da aplicação injetável de I-PRF combinada ao laser azul no rejuvenescimento facial, avaliando parâmetros clínicos e dermatossônográficos relacionados à qualidade da pele e à satisfação dos pacientes. **Metodologia:** Revisão

baseada em artigos das bases PubMed, LILACS e BVS. Foram incluídos estudos dentro do tema, disponíveis na íntegra e gratuitamente, nos idiomas português, inglês e espanhol. Excluíram-se duplicados e trabalhos fora do escopo. **Resultados:** Os dados demonstraram melhora significativa na densidade dérmica, uniformidade da textura da pele e redução de linhas finas. Os pacientes relataram alta satisfação estética, sem efeitos adversos. A combinação do I-PRF com o laser azul mostrou sinergia na regeneração tecidual e estímulo de fatores de crescimento. **Conclusão:** A aplicação injetável de I-PRF associada ao laser azul representa uma alternativa segura, eficaz e de baixo custo para o gerenciamento do envelhecimento facial. Por ser autóloga e biocompatível, essa abordagem promove regeneração celular e melhora estética com mínima intervenção, sendo promissora na harmonização facial.

PALAVRAS-CHAVE: Fibrina Rica em Plaquetas injetável. Envelhecimento facial. Ecografia Transdérmica. Estética Facial. Luz Azul.

USE OF INJECTABLE PLATELET-RICH FIBRIN IN ASSOCIATED WITH BLUE LASER IN THE MANAGEMENT OF FACIAL AGING

ABSTRACT: Introduction: Facial aging is a multifactorial process involving structural changes in the skin, subcutaneous tissue, and musculature. The search for regenerative and minimally invasive therapies has driven the use of autologous biomaterials, such as platelet-rich fibrin (I-PRF), combined with technologies such as blue laser, which enhance the biological and aesthetic effects. Objective: To investigate the effects of injectable I-PRF combined with blue laser on facial rejuvenation, evaluating clinical and dermatosonographic parameters related to skin quality and patient satisfaction. Methodology: A review based on articles from PubMed, LILACS, and BVS databases. Studies within the topic, available in full and free of charge, in Portuguese, English, and Spanish, were included. Duplicates and out-of-scope studies were excluded. Results: The data demonstrated significant improvement in dermal density, uniformity of skin texture, and a reduction in fine lines. Patients reported high aesthetic satisfaction, with no adverse effects. The combination of I-PRF with blue laser demonstrated synergy in tissue regeneration and stimulation of growth factors. Conclusion: Injectable I-PRF combined with blue laser represents a safe, effective, and low-cost alternative for managing facial aging. Because it is autologous and biocompatible, this approach promotes cell regeneration and aesthetic improvement with minimal intervention, demonstrating promise for facial harmonization.

KEYWORDS: Injectable Platelet-Rich Fibrin. Facial Aging. Transdermal Ultrasound. Facial Aesthetics. Blue Light.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento facial representa um processo biológico complexo e multifatorial que resulta da interação dinâmica entre fatores intrínsecos e extrínsecos, culminando em alterações morfológicas, funcionais e estéticas significativas na pele e estruturas subjacentes. Este fenômeno natural, que se manifesta através de modificações na arquitetura cutânea, perda de volume, alterações na textura e surgimento de rugas e linhas de expressão, tem motivado o desenvolvimento contínuo de tecnologias e procedimentos inovadores na medicina estética contemporânea (KRUTMANN et al., 2017). A busca por tratamentos eficazes, minimamente invasivos e com resultados naturais tem direcionado a pesquisa científica para terapias regenerativas que estimulem os mecanismos biológicos naturais de reparação e renovação tecidual (BAUMANN, 2018).

A compreensão dos mecanismos moleculares e celulares envolvidos no processo de envelhecimento cutâneo é fundamental para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas eficazes. O envelhecimento intrínseco, também denominado cronoenvelhecimento, resulta da ação do tempo sobre os processos biológicos naturais, caracterizando-se pela diminuição gradual da atividade metabólica celular, redução na síntese de colágeno e elastina, e declínio na capacidade regenerativa dos tecidos. Paralelamente, o envelhecimento extrínseco, predominantemente causado pela exposição à radiação ultravioleta, poluição ambiental, tabagismo e outros fatores externos, acelera significativamente o processo degenerativo, resultando em danos mais precoces e pronunciados na estrutura cutânea (GILCHREST, 2013).

As principais manifestações do envelhecimento facial incluem a formação de rugas dinâmicas e estáticas, perda de elasticidade e firmeza cutânea, alterações na pigmentação, diminuição do volume facial, ptose tecidual e mudanças na textura da pele. Estes sinais resultam de alterações histológicas complexas que envolvem a degradação das fibras de colágeno tipo I e III, fragmentação das fibras elásticas, diminuição da síntese de ácido hialurônico, redução da espessura epidérmica e dérmica, e comprometimento da microcirculação cutânea (QUAN; FISHER, 2015). Adicionalmente, observa-se uma diminuição na atividade dos fibroblastos, células fundamentais para a manutenção da matriz extracelular dérmica (VARANI et al., 2006).

O desenvolvimento de terapias regenerativas baseadas em fatores de crescimento autólogos representa um marco significativo na medicina estética moderna. A fibrina rica em plaquetas (PRP - Platelet Rich Plasma), também conhecida como plasma rico em plaquetas, emerge como uma modalidade terapêutica promissora devido à sua capacidade de concentrar fatores de crescimento endógenos, citocinas anti-inflamatórias e proteínas bioativas essenciais para os processos de reparação

tecidual (CAVALLO et al., 2016). Esta tecnologia baseia-se na concentração de plaquetas autólogas obtidas do próprio sangue do paciente, eliminando riscos de reações alérgicas ou rejeição, e proporcionando uma fonte rica em mediadores biológicos que estimulam a angiogênese, proliferação celular e síntese de colágeno (HASSAN et al., 2017).

A fotobiomodulação através do laser de baixa intensidade tem demonstrado efeitos benéficos significativos no tratamento do envelhecimento cutâneo, atuando através de mecanismos fotoquímicos e fotofísicos específicos. O laser azul, com comprimento de onda na faixa de 415 nanômetros, possui características únicas que permitem interações específicas com cromóforos endógenos presentes na pele, incluindo porfirinas e citocromos, resultando em efeitos terapêuticos que incluem estimulação da síntese de colágeno, melhoria da microcirculação, redução de processos inflamatórios e ativação de cascatas de sinalização celular envolvidas na regeneração tecidual (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016). A aplicação do laser azul tem mostrado eficácia no tratamento de discromias, melhoria da textura cutânea e estimulação dos processos de renovação celular (OPEL et al., 2015).

A associação sinérgica entre a fibrina rica em plaquetas injetável e o laser azul representa uma abordagem terapêutica inovadora que combina os benefícios regenerativos dos fatores de crescimento autólogos com os efeitos estimulatórios da fotobiomodulação. Esta combinação terapêutica baseia-se no princípio de que a aplicação do laser pode potencializar a liberação e ativação dos fatores de crescimento presentes no PRP, além de criar um ambiente tecidual mais receptivo aos efeitos regenerativos (ZHAI; MAIBACH, 2017). Os mecanismos de ação incluem o aumento da permeabilidade celular, melhoria da circulação local, estimulação da síntese proteica e ativação de vias de sinalização relacionadas à proliferação e diferenciação celular (FERRARESI et al., 2012).

Os cuidados pré e pós-procedimento são fundamentais para o sucesso terapêutico e minimização de complicações na aplicação combinada de PRP e laser azul. O protocolo pré-procedimento deve incluir avaliação clínica detalhada, anamnese completa com identificação de contraindicações, preparação adequada da pele, orientações sobre medicações e suplementos que possam interferir na coagulação, e estabelecimento de expectativas realistas (EMER, 2019). Durante o período pós-procedimento, é essencial implementar medidas de fotoproteção rigorosa, aplicação de produtos hidratantes e reparadores específicos, evitar exposição a fontes de calor excessivo, manter higiene adequada da área tratada, e realizar seguimento clínico regular para monitoramento da evolução e identificação precoce de possíveis intercorrências (ALVES et al., 2018).

A integração destas modalidades terapêuticas no arsenal da medicina estética representa um avanço significativo no manejo do envelhecimento facial, oferecendo uma alternativa minimamente invasiva, segura e eficaz para pacientes que buscam rejuvenescimento natural e resultados duradouros (DAVIS; CALLENDER, 2018). A compreensão dos mecanismos de ação, indicações precisas, protocolos de aplicação adequados e cuidados perioperatórios é essencial para otimizar os resultados terapêuticos e garantir a segurança dos procedimentos. Este trabalho propõe-se a investigar de forma aprofundada os aspectos científicos, técnicos e clínicos envolvidos na utilização combinada da fibrina rica em plaquetas injetável e laser azul no gerenciamento do envelhecimento facial, contribuindo para o avanço do conhecimento nesta área emergente da medicina regenerativa estética (YUKSEL et al., 2014).

As evidências científicas contemporâneas têm demonstrado que a eficácia do tratamento combinado PRP e laser azul está fundamentada em princípios bioquímicos e fisiológicos bem estabelecidos. Estudos histopatológicos revelam que a aplicação do PRP resulta em aumento significativo da densidade de colágeno dérmico, melhoria da organização das fibras elásticas e incremento na vascularização tecidual, enquanto o laser azul promove ativação de fibroblastos e estimulação da síntese de matriz extracelular através da modulação de vias de sinalização específicas, incluindo as cascatas do TGF- β (Fator de Crescimento Transformador Beta) e VEGF (Fator de Crescimento Endotelial Vascular) (MOHAMAD et al., 2017). A combinação destes efeitos resulta em melhoria quantificável dos parâmetros de qualidade cutânea, incluindo elasticidade, hidratação, espessura dérmica e uniformidade da pigmentação (CAMPBELL; GLASS, 2019).

A individualização dos protocolos terapêuticos constitui aspecto fundamental para maximizar os resultados clínicos e minimizar possíveis complicações associadas ao tratamento combinado. Fatores como idade cronológica do paciente, grau de fotoenvelhecimento, tipo de pele segundo a classificação de Fitzpatrick, histórico médico, expectativas individuais e características anatômicas específicas devem ser cuidadosamente avaliados durante o planejamento terapêutico (SOMMELING et al., 2013). A determinação da concentração plaquetária ideal no PRP, frequência das aplicações, parâmetros do laser azul (densidade de energia, tempo de exposição, intervalo entre sessões) e número total de sessões requeridas deve ser estabelecida de forma personalizada, considerando-se as particularidades de cada caso clínico e os objetivos terapêuticos específicos (CARNEIRO, 2020).

Os aspectos de biossegurança e controle de qualidade assumem relevância crítica na implementação desta modalidade terapêutica combinada, especialmente considerando-se a manipulação de material biológico autólogo e a utilização de equipamentos de laser. Os protocolos de preparação do PRP devem seguir

rigorosamente as diretrizes de boas práticas laboratoriais, incluindo controle de esterilidade, padronização dos processos de centrifugação, armazenamento adequado e rastreabilidade das amostras (MAGALON et al., 2014). Paralelamente, a operação dos equipamentos de laser azul requer calibração periódica, manutenção preventiva regular, treinamento especializado dos profissionais operadores e implementação de medidas de segurança ocupacional para proteção contra exposição acidental à radiação (ANDERSON; PARRISH, 2017).

As limitações e contraindicações desta abordagem terapêutica devem ser criteriosamente consideradas durante a seleção de pacientes candidatos ao tratamento. Contraindicações absolutas incluem distúrbios hematológicos que comprometam a função plaquetária, uso de anticoagulantes que não possam ser suspensos, presença de infecções ativas na área de tratamento, histórico de queloides ou cicatrizações anômalas, gravidez e lactação, e condições dermatológicas inflamatórias ativas (CHAHLA et al., 2017). Contraindicações relativas englobam diabetes mellitus descompensado, doenças autoimunes em atividade, uso de medicações fotossensibilizantes, expectativas irreais por parte do paciente e presença de múltiplas patologias cutâneas concomitantes que possam interferir na avaliação dos resultados (KAUX; CRIELAARD, 2013).

A análise crítica da literatura científica disponível revela a necessidade de estudos controlados randomizados de longo prazo para estabelecer definitivamente a eficácia, segurança e durabilidade dos resultados obtidos com a terapia combinada PRP e laser azul no envelhecimento facial. Embora os dados preliminares sejam promissores, existe ainda uma lacuna no conhecimento científico quanto aos protocolos otimizados, parâmetros técnicos ideais, frequência de manutenção e comparação objetiva com outras modalidades terapêuticas estabelecidas (FITZPATRICK et al., 2018). A padronização de critérios de avaliação, desenvolvimento de escalas de mensuração objetivas e implementação de estudos multicêntricos representam desafios importantes para o avanço desta área de pesquisa e sua consolidação como modalidade terapêutica baseada em evidências robustas na medicina estética contemporânea (GURTNER et al., 2016).

REVISÃO DE LITERATURA

A farmacocinética e farmacodinâmica dos fatores de crescimento presentes no PRP constituem aspectos fundamentais para compreender os mecanismos de ação e otimizar os protocolos de aplicação. O PDGF (Fator de Crescimento Derivado de Plaquetas), TGF- β 1 e β 2, VEGF, EGF (Fator de Crescimento Epidérmico) e IGF-1 (Fator de Crescimento Similar à Insulina tipo 1) apresentam cinéticas de liberação específicas e meia-vida variável nos tecidos, influenciando diretamente a duração e

intensidade dos efeitos terapêuticos (CAVALLO et al., 2016). A compreensão destes parâmetros farmacocinéticos permite estabelecer intervalos ideais entre aplicações, determinar a necessidade de sessões de reforço e prever a duração dos benefícios clínicos, contribuindo para o desenvolvimento de protocolos mais eficientes e personalizados (HASSAN et al., 2017).

Os aspectos imunológicos e inflamatórios envolvidos na resposta tecidual ao PRP e laser azul merecem consideração especial, uma vez que a resposta inflamatória inicial é essencial para desencadear os processos regenerativos subsequentes. A ativação plaquetária resulta na liberação de citocinas pró-inflamatórias como IL-1 β , TNF- α e IL-6, que iniciam a cascata inflamatória necessária para recrutamento de células reparadoras. Simultaneamente, a liberação de fatores anti-inflamatórios como IL-4, IL-10 e IL-13 modula esta resposta, evitando inflamação excessiva que poderia comprometer os resultados (ALVES et al., 2018). O laser azul, por sua vez, demonstra capacidade de modular a resposta inflamatória através da ativação de vias anti-inflamatórias e redução da produção de mediadores pró-inflamatórios, criando um ambiente tecidual favorável à regeneração (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016).

A análise histomorfométrica dos efeitos do tratamento combinado revela alterações estruturais significativas na arquitetura cutânea que explicam os benefícios clínicos observados. Estudos microscópicos demonstram aumento na densidade e organização das fibras colágenas, com predominância de colágeno tipo I jovem em substituição ao colágeno envelhecido e fragmentado. Observa-se também melhoria na organização das fibras elásticas, aumento da espessura da junção dermoepidérmica, incremento na densidade vascular e redução de produtos de glicação avançada (AGEs) que contribuem para o envelhecimento cutâneo (MOHAMAD et al., 2017). Estas alterações histológicas correlacionam-se diretamente com as melhorias clínicas observadas em termos de firmeza, elasticidade e textura cutânea (QUAN; FISHER, 2015).

A otimização dos parâmetros técnicos do laser azul representa aspecto crucial para maximizar a eficácia terapêutica e minimizar efeitos adversos. A densidade de energia (fluência), expressa em J/cm², deve ser cuidadosamente calibrada considerando-se o fototipo cutâneo, espessura da pele e objetivos terapêuticos específicos. Parâmetros como taxa de repetição de pulsos, tempo de exposição, intervalo entre passes e padrão de aplicação influenciam significativamente a penetração da luz, distribuição da energia no tecido e ativação de cromóforos específicos (FERRARESI et al., 2012). A utilização de sistemas de refrigeração epidérmica pode permitir o uso de fluências mais elevadas mantendo a segurança, enquanto a aplicação de géis condutores específicos otimiza a transmissão da energia luminosa (ANDERSON; PARRISH, 2017).

O papel da matriz extracelular no processo de rejuvenescimento induzido pelo tratamento combinado merece atenção especial, uma vez que constitui o arcabouço estrutural fundamental da pele. A degradação da matriz extracelular durante o envelhecimento resulta da ação de metaloproteinases (MMPs), especialmente MMP-1, MMP-2 e MMP-9, que fragmentam colágeno e elastina. O PRP demonstra capacidade de inibir a atividade das MMPs através da liberação de inibidores teciduais específicos (TIMPs), enquanto simultaneamente estimula a síntese de novos componentes da matriz (VARANI et al., 2006). O laser azul complementa estes efeitos através da ativação de fibroblastos e indução da expressão gênica de colágeno, elastina e ácido hialurônico, resultando em renovação e fortalecimento da matriz extracelular (YUKSEL et al., 2014).

A vascularização cutânea desempenha papel fundamental nos processos de rejuvenescimento, sendo significativamente influenciada pelo tratamento combinado PRP e laser azul. A angiogênese induzida pelos fatores de crescimento presentes no PRP, particularmente VEGF e PDGF, resulta em formação de novos capilares e melhoria da perfusão tecidual, facilitando o aporte de nutrientes e oxigênio essenciais para os processos regenerativos (CAVALLO et al., 2016). O laser azul contribui para esta neovascularização através da modulação da expressão de fatores pró-angiogênicos e melhoria da função endotelial. A resultante melhoria da microcirculação reflete-se clinicamente em maior luminosidade, coloração mais uniforme e melhoria da textura cutânea (DE FREITAS; HAMBLIN, 2016).

As considerações econômicas e de custo-efetividade da terapia combinada assumem relevância crescente no contexto atual da medicina estética, especialmente considerando-se a necessidade de múltiplas sessões e manutenção periódica. A análise de custo-benefício deve considerar não apenas os custos diretos dos procedimentos, incluindo materiais, equipamentos e honorários profissionais, mas também os custos indiretos relacionados ao tempo de afastamento, cuidados pós-procedimento e eventuais complicações (CARNEIRO, 2020). A comparação com modalidades terapêuticas alternativas, como preenchimentos dérmicos, toxina botulínica e procedimentos cirúrgicos, revela que o tratamento combinado pode oferecer vantagens em termos de durabilidade dos resultados e naturalidade dos efeitos, justificando potencialmente o investimento inicial (CAMPBELL; GLASS, 2019).

A importância da educação continuada e treinamento especializado dos profissionais que realizam estes procedimentos não pode ser subestimada, considerando-se a complexidade técnica e a necessidade de conhecimento aprofundado em anatomia facial, fisiologia cutânea e princípios de fotobiologia. Programas de capacitação devem abordar não apenas aspectos técnicos de preparação do PRP e operação de equipamentos de laser, mas também avaliação clínica pré-procedimento, manejo de complicações, comunicação com pacientes e

aspectos éticos da prática médica estética (MAGALON et al., 2014). A certificação profissional e educação continuada são essenciais para manter padrões elevados de qualidade e segurança na aplicação desta modalidade terapêutica (EMER, 2019).

As perspectivas futuras para o desenvolvimento desta área incluem o aprimoramento das técnicas de preparação do PRP através de métodos de concentração mais eficientes, desenvolvimento de sistemas de liberação controlada de fatores de crescimento, integração com outras modalidades terapêuticas regenerativas como células-tronco e exossomos, e evolução tecnológica dos equipamentos de laser com maior especificidade e precisão (HASSAN et al., 2017). A pesquisa em nanotecnologia pode contribuir para o desenvolvimento de sistemas de entrega direcionada de fatores bioativos, enquanto a inteligência artificial pode auxiliar na personalização de protocolos e predição de resultados com base em características individuais dos pacientes (GURTNER et al., 2016).

O impacto psicológico e qualidade de vida dos pacientes submetidos ao tratamento combinado constituem aspectos frequentemente negligenciados, mas de fundamental importância para avaliação abrangente dos resultados terapêuticos. Estudos utilizando escalas validadas de autoestima, satisfação corporal e qualidade de vida demonstram melhorias significativas nos aspectos psicossociais dos pacientes após o tratamento, incluindo maior confiança, melhoria nas relações interpessoais e redução de ansiedade relacionada à aparência (YUKSEL et al., 2014). Estes benefícios psicológicos podem ter impacto duradouro no bem-estar geral dos pacientes, justificando a abordagem holística no manejo do envelhecimento facial (DAVIS; CALLENDER, 2018).

A integração desta modalidade terapêutica no contexto mais amplo da medicina regenerativa e antienvelhecimento representa uma mudança paradigmática na abordagem do envelhecimento cutâneo, deslocando o foco de tratamentos puramente cosméticos para intervenções que estimulam os mecanismos biológicos naturais de reparação e renovação. Esta filosofia terapêutica alinha-se com tendências contemporâneas da medicina personalizada e preventiva, oferecendo tratamentos que não apenas melhoram a aparência, mas também promovem a saúde cutânea de forma sustentável (ALVES et al., 2018). O desenvolvimento contínuo desta área promete revolucionar o campo da medicina estética, proporcionando alternativas mais naturais, seguras e eficazes para o manejo do envelhecimento facial, com potencial para extensão a outras áreas corporais e aplicações terapêuticas diversas (MOHAMAD et al., 2017).

Os aspectos regulatórios e normativos que governam a aplicação clínica da terapia combinada PRP e laser azul apresentam complexidade considerável, variando significativamente entre diferentes jurisdições e sistemas de saúde. A classificação

do PRP como produto biológico autólogo implica em requisitos específicos de manipulação, armazenamento e rastreabilidade que devem ser rigorosamente observados para garantir a conformidade com as diretrizes sanitárias vigentes (CHAHLA et al., 2017). Paralelamente, os equipamentos de laser azul devem atender a normas técnicas de segurança, eficácia e qualidade estabelecidas por agências reguladoras, incluindo certificações de desempenho, calibração periódica e manutenção preventiva documentada (ANDERSON; PARRISH, 2017). A harmonização internacional destes aspectos regulatórios representa desafio importante para a disseminação segura e padronizada desta modalidade terapêutica (FITZPATRICK et al., 2018).

A análise comparativa com modalidades terapêuticas convencionais revela vantagens distintas da combinação PRP e laser azul em diversos parâmetros clínicos e práticos. Comparativamente aos preenchimentos dérmicos com ácido hialurônico, a terapia combinada oferece resultados mais naturais e duradouros, sem risco de reações granulomatosas ou migração do material. Em relação à toxina botulínica, proporciona melhoria global da qualidade cutânea além da redução de rugas dinâmicas, abordando aspectos como textura, luminosidade e firmeza que não são influenciados pela denervação química (QUAN; FISHER, 2015). Quando comparada a procedimentos ablativos, apresenta menor tempo de recuperação, menor risco de complicações pigmentares e maior conforto durante o tratamento, mantendo eficácia comparável na estimulação da renovação cutânea (VARANI et al., 2006).

A padronização de protocolos clínicos representa necessidade imperativa para estabelecer consensos terapêuticos e garantir reprodutibilidade dos resultados entre diferentes profissionais e instituições. Elementos críticos para padronização incluem métodos de preparação do PRP com especificações técnicas detalhadas de centrifugação, concentração plaquetária alvo, critérios de qualidade do plasma obtido, parâmetros técnicos do laser azul incluindo fluência, frequência e padrão de aplicação, sequência temporal dos procedimentos, intervalo entre sessões e critérios de avaliação de resultados (MAGALON et al., 2014). A criação de diretrizes clínicas baseadas em evidências, desenvolvidas por sociedades médicas especializadas, contribuirá significativamente para a legitimação e disseminação responsável desta modalidade terapêutica (FITZPATRICK et al., 2018).

A sustentabilidade ambiental dos procedimentos estéticos tem assumido importância crescente na medicina contemporânea, e a terapia combinada PRP e laser azul apresenta vantagens consideráveis neste aspecto. A utilização de material biológico autólogo elimina a necessidade de produtos sintéticos que requerem processos industriais complexos e geram resíduos ambientais, enquanto a reutilização de equipamentos de laser reduz o desperdício comparativamente a tratamentos que dependem de materiais descartáveis (CARNEIRO, 2020). A longevidade dos

resultados obtidos reduz a frequência de intervenções necessárias, diminuindo consequentemente a pegada ambiental global do tratamento (GURTNER et al., 2016). Adicionalmente, a ausência de materiais aloplásticos permanentes elimina preocupações relacionadas ao destino destes materiais no organismo e seu potencial impacto ambiental a longo prazo, alinhando-se com princípios de sustentabilidade e responsabilidade ecológica na prática médica moderna (HASSAN et al., 2017).

METODOLOGIA

Este capítulo de livro foi realizado com base em artigos científicos dispostos nas bases de dados MEDLINE via PubMed (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Para a seleção dos estudos foram utilizados, como critérios de inclusão, artigos que estivessem dentro da abordagem temática, disponíveis na íntegra e de forma gratuita, nos idiomas inglês, português e espanhol. Como parâmetros de exclusão foram retirados artigos duplicados e que fugiam do tema central da pesquisa. Para busca dos artigos foram utilizadas as palavras-chave: “Fibrina Rica em Plaquetas Injetável”; “Envelhecimento facial”; “Ecografia Transdérmica”; “Estética Facial”; “Luz Azul”; indexadas aos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS). As estratégias de busca foram adaptadas para cada base de dados, utilizando os operadores booleanos OR e AND para combinar descritores e aumentar a precisão da busca

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com as evidências científicas contemporâneas que demonstram a eficácia da fibrina rica em plaquetas (PRP) no rejuvenescimento facial. Conforme demonstrado por Phoebe et al. (2024), a análise de múltiplos estudos revelou que o tratamento com PRP resultou em melhorias significativas em diversos parâmetros faciais após uma a três sessões, incluindo redução do tamanho dos poros, melhoria da textura cutânea, redução de rugas, diminuição de manchas pigmentadas, aumento da densidade de colágeno e dos níveis de ácido hialurônico. Estes achados sustentam a hipótese de que os fatores de crescimento presentes no PRP, particularmente PDGF, TGF- β e VEGF, desempenham papel fundamental na estimulação dos processos regenerativos cutâneos, promovendo neocolagênese e neoangiogênese essenciais para o rejuvenescimento facial (PHOEBE et al., 2024).

A incorporação do laser azul como modalidade complementar ao PRP fundamenta-se em evidências robustas sobre os efeitos da fotobiomodulação na cicatrização e regeneração tecidual. Uma revisão sistemática conduzida por

Dompe et al. (2023) investigou especificamente os efeitos da luz azul no processo de cicatrização, demonstrando que densidades de potência entre 10-680 mW/cm² promovem efeitos anti-inflamatórios e antiproliferativos significativos. O mecanismo de ação envolve a ativação de cromóforos endógenos, particularmente porfirinas, que resultam na produção de espécies reativas de oxigênio em níveis terapêuticos, estimulando cascatas de sinalização celular envolvidas na regeneração tecidual. A combinação destes efeitos com os fatores de crescimento do PRP pode potencializar os resultados terapêuticos através de mecanismos sinérgicos (DOMPE et al., 2023).

A análise dos mecanismos moleculares envolvidos na ação combinada do PRP e laser azul revela alterações significativas na arquitetura cutânea que explicam os benefícios clínicos observados. Estudos histopatológicos demonstram que a fotobiomodulação de baixa intensidade estimula a produção de colágeno através do aumento da expressão do PDGF e proliferação de fibroblastos, enquanto simultaneamente reduz a degradação do colágeno existente. Esta dupla ação resulta em renovação efetiva da matriz extracelular dérmica, com consequente melhoria da firmeza, elasticidade e textura cutânea. A luz azul, com comprimento de onda de aproximadamente 415 nm, demonstra capacidade específica de modular processos inflamatórios e estimular a atividade celular através da interação com citocromos mitocondriais (AVCI et al., 2013).

A segurança da terapia combinada PRP e laser azul tem sido consistentemente demonstrada na literatura científica, com perfil de efeitos adversos favorável comparativamente a modalidades terapêuticas mais invasivas. A natureza autóloga do PRP elimina riscos de reações alérgicas ou de hipersensibilidade, enquanto os parâmetros de baixa intensidade do laser azul minimizam riscos de danos térmicos ou pigmentares. Os efeitos adversos mais comumente relatados incluem eritema transitório, edema leve e desconforto mínimo durante a aplicação, todos de resolução espontânea em 24-48 horas. A ausência de tempo de inatividade significativo representa vantagem importante desta modalidade terapêutica, permitindo retorno imediato às atividades cotidianas (KAMAKURA et al., 2021).

A análise comparativa entre a terapia combinada PRP/laser azul e tratamentos convencionais revela vantagens distintivas em diversos aspectos clínicos. Diferentemente dos preenchimentos com ácido hialurônico, que proporcionam correção volumétrica temporária, a combinação PRP/laser promove melhoria global da qualidade cutânea através da estimulação dos processos regenerativos endógenos. Em comparação à toxina botulínica, que atua especificamente na redução de rugas dinâmicas através da denervação química, a terapia combinada aborda múltiplos aspectos do envelhecimento facial, incluindo textura, luminosidade, firmeza e uniformidade pigmentar. A durabilidade dos resultados, reportada em até três anos, representa vantagem significativa sobre tratamentos que requerem reaplicações mais frequentes (JOHNS HOPKINS MEDICINE, 2023).

A padronização dos protocolos de preparação do PRP e aplicação do laser azul constitui aspecto fundamental para garantir reprodutibilidade dos resultados e segurança dos procedimentos. A concentração plaquetária ideal, tipicamente 3-5 vezes superior aos valores basais, deve ser obtida através de protocolos de centrifugação dupla validados, com controle rigoroso de contaminação e manutenção da viabilidade plaquetária. Os parâmetros do laser azul, incluindo fluência de 5-20 J/cm², frequência de aplicação e padrão de irradiação, devem ser individualizados considerando-se o fototipo cutâneo, espessura dérmica e objetivos terapêuticos específicos. A sequência temporal otimizada sugere aplicação do laser previamente à infiltração do PRP, visando criar ambiente tecidual mais receptivo aos fatores de crescimento (SILVA et al., 2021).

A análise de custo-efetividade da terapia combinada PRP/laser azul deve considerar não apenas os custos diretos dos procedimentos, mas também a durabilidade dos resultados e satisfação dos pacientes. Embora o investimento inicial possa ser superior a tratamentos isolados, a longevidade dos efeitos terapêuticos e a redução na frequência de manutenção podem resultar em melhor relação custo-benefício a longo prazo. Adicionalmente, a ausência de material aloplástico permanente elimina custos e riscos associados a eventuais complicações tardias ou necessidade de correções. A crescente demanda por tratamentos regenerativos naturais tem justificado o investimento em equipamentos especializados e treinamento profissional necessários para implementação desta modalidade terapêutica (BRYN MAWR DERMATOLOGY, 2024).

Apesar dos resultados promissores, a terapia combinada PRP/laser azul apresenta limitações que devem ser criteriosamente consideradas na seleção de pacientes. Contraindicações absolutas incluem distúrbios hematológicos que comprometam a função plaquetária, uso de anticoagulantes que não possam ser interrompidos, presença de infecções ativas locais, histórico de cicatrização anômala e gravidez. Limitações relacionadas à eficácia incluem casos de envelhecimento muito avançado com ptose tecidual significativa, nos quais procedimentos cirúrgicos podem ser mais apropriados. A resposta individual ao tratamento pode variar consideravelmente, sendo influenciada por fatores como idade, estado nutricional, tabagismo e exposição solar crônica (HASSAN et al., 2021).

O campo da medicina regenerativa estética encontra-se em constante evolução, com desenvolvimento de tecnologias que podem aprimorar ainda mais os resultados da terapia combinada PRP/laser. Avanços na preparação do PRP incluem sistemas de concentração mais eficientes, métodos de ativação plaquetária otimizados e desenvolvimento de fatores de crescimento sintéticos que podem complementar os fatores endógenos. Na área da fotobiomodulação, pesquisas focam no desenvolvimento de equipamentos com maior especificidade de comprimento

de onda, sistemas de entrega de energia mais precisos e protocolos personalizados baseados em características individuais dos pacientes. A integração com outras modalidades regenerativas, como terapia com células-tronco e exossomos, representa fronteira promissora para potencialização dos resultados (AVCI et al., 2014).

Embora as evidências atuais sustentem a eficácia da terapia combinada PRP/laser azul, existe necessidade de estudos controlados randomizados de longo prazo para estabelecer definitivamente protocolos otimizados e durabilidade dos resultados. A heterogeneidade dos métodos de preparação do PRP e variabilidade nos parâmetros do laser utilizados em diferentes estudos dificulta a comparação direta dos resultados e estabelecimento de consensos terapêuticos. Estudos futuros devem focar na padronização de protocolos, desenvolvimento de escalas de avaliação objetivas, análise de custo-efetividade e comparação head-to-head com modalidades terapêuticas estabelecidas (MORAES et al., 2024).

O impacto da terapia combinada PRP/laser azul transcende os aspectos puramente estéticos, influenciando significativamente a qualidade de vida e bem-estar psicossocial dos pacientes. Estudos utilizando escalas validadas de autoestima e satisfação corporal demonstram melhorias consistentes nos aspectos psicológicos após o tratamento, incluindo aumento da confiança, melhoria nas relações interpessoais e redução de ansiedade relacionada à aparência. Estes benefícios psicossociais podem ter impacto duradouro no bem-estar geral dos pacientes, justificando a abordagem holística no manejo do envelhecimento facial. A satisfação elevada dos pacientes, reportada consistentemente na literatura, reflete não apenas os resultados estéticos obtidos, mas também a naturalidade dos efeitos e ausência de complicações significativas (FERREIRA et al., 2023).

A evidência científica atual suporta a utilização da terapia combinada PRP injetável e laser azul como modalidade eficaz e segura para o rejuvenescimento facial, oferecendo vantagens distintivas em relação a tratamentos convencionais. A abordagem regenerativa, que estimula os mecanismos biológicos naturais de reparação tecidual, alinha-se com tendências contemporâneas da medicina personalizada e preventiva. A implementação clínica desta modalidade terapêutica requer treinamento especializado, equipamentos adequados e protocolos padronizados para garantir resultados ótimos e segurança dos pacientes. O desenvolvimento contínuo desta área promete revolucionar o campo da medicina estética, proporcionando alternativas mais naturais e duradouras para o manejo do envelhecimento facial, com potencial para aplicação em outras condições dermatológicas e áreas corporais (SANTOS et al., 2024).

A compreensão aprofundada dos mecanismos celulares específicos pelos quais o PRP exerce seus efeitos regenerativos tem sido elucidada através de estudos recentes que investigam as vias de sinalização intracelular ativadas pelos fatores de crescimento plaquetários. Conforme demonstrado por Gaspar et al. (2023), o PRP contém uma

quantidade concentrada de plaquetas que, quando ativadas, liberam fatores de crescimento e citocinas dos grânulos alfa, promovendo assim a cicatrização e síntese de colágeno através da ativação de múltiplas vias de sinalização intracelular. O estudo revelou que os fatores de crescimento presentes no PRP, incluindo PDGF, TGF- β e VEGF, estimulam especificamente a proliferação de fibroblastos, migração celular, síntese de colágeno e elastina, além de promover a diferenciação em miofibroblastos, processos fundamentais para a renovação da matriz extracelular dérmica (GASPAR et al., 2023).

A análise detalhada dos efeitos do PRP na síntese proteica da matriz extracelular revela mecanismos específicos que explicam sua eficácia no rejuvenescimento facial. Uma revisão abrangente conduzida por Alser e Goutos (2024) demonstrou que o PRP é uma preparação autóloga rica em plaquetas, fibrinogênio, fibrina, quimioquinas e leucócitos, constituindo um tratamento emergente para diversas condições dermatológicas através da estimulação direta da síntese de componentes da matriz extracelular. O estudo evidenciou que a aplicação de PRP resulta em aumento significativo da produção de colágeno tipo I e III, melhoria na organização das fibras elásticas e incremento na síntese de ácido hialurônico, componentes essenciais para manutenção da estrutura, elasticidade e hidratação cutânea (ALSER; GOUTOS, 2024).

Os mecanismos específicos através dos quais a luz azul exerce efeitos terapêuticos na pele têm sido extensivamente estudados, revelando propriedades anti-inflamatórias e antimicrobianas únicas. Conforme descrito por Masson-Meyers et al. (2025), a luz azul com comprimento de onda de 400-500 nm emergiu como tratamento não invasivo e inovador em dermatologia, exercendo efeitos terapêuticos através da geração de espécies reativas de oxigênio que têm como alvo e destroem microrganismos patogênicos. O estudo destacou que a luz azul demonstra propriedades antimicrobianas significativas, destacando sua capacidade de gerar espécies reativas de oxigênio que visam e destroem microrganismos patogênicos como *Cutibacterium acnes*, além de modular processos inflamatórios cutâneos (MASSON-MEYERS et al., 2025).

A combinação sinérgica entre PRP e luz azul baseia-se em mecanismos complementares que potencializam os efeitos regenerativos individuais de cada modalidade. Estudos recentes em fotobiomodulação demonstram que a terapia com luz tem ganhado atenção considerável devido à sua natureza não invasiva e efeitos colaterais mínimos, sendo capaz de modular funções celulares e processos biológicos específicos. A fotobiomodulação atua através da ativação de cromóforos endógenos, resultando em cascatas de sinalização que estimulam a proliferação celular, síntese proteica e angiogênese. Quando combinada com os fatores de crescimento do PRP, esta sinergia resulta em ambiente tecidual otimizado para regeneração, com potencialização dos efeitos anti-inflamatórios e estimulatórios sobre os fibroblastos dérmicos (DOMINGUEZ et al., 2024).

A segurança oncológica da fotobiomodulação tem sido questão de interesse particular na comunidade científica, considerando-se a manipulação de processos celulares através da energia luminosa. Uma revisão sistemática conduzida por Glass et al. (2023) avaliou especificamente a segurança oncológica da terapia de fotobiomodulação para rejuvenescimento estético da pele, concluindo que a PBM induz processos genômicos, proteômicos e metabolômicos dentro das células-alvo sem evidências de efeitos carcinogênicos. O estudo analisou extensivamente a literatura disponível e concluiu que, quando aplicada dentro de parâmetros estabelecidos, a fotobiomodulação não apresenta riscos oncológicos significativos, constituindo modalidade segura para aplicações estéticas em rejuvenescimento cutâneo (GLASS et al., 2023).

A quantificação objetiva dos efeitos da terapia combinada tem sido realizada através de estudos controlados que utilizam métodos de análise padronizados para avaliação dos parâmetros cutâneos. Conforme demonstrado em meta-análise recente, tanto a luz vermelha quanto a azul desempenham papel importante no tratamento de diversas condições dermatológicas, com diferença média padronizada estatisticamente significativa de $-2,42$ $[-2,64, -2,15]$ e $I^2 = 17\% < 50\%$ para tratamento da acne vulgar. Adicionalmente, outros dispositivos LED, incluindo luz amarela e dispositivos de infravermelho próximo, demonstraram níveis excepcionais de eficácia em diversas aplicações dermatológicas, sustentando a utilização da fotobiomodulação como modalidade terapêutica baseada em evidências (KUMAR et al., 2022).

A individualização dos protocolos terapêuticos baseada em características específicas dos pacientes tem mostrado potencial para otimização dos resultados clínicos. Estudos recentes demonstram que a personalização dos parâmetros de tratamento, incluindo concentração plaquetária no PRP, fluência da luz azul e frequência das sessões, pode resultar em melhorias significativas na eficácia terapêutica. A análise de fatores como idade, fototipo cutâneo, grau de fotodano e objetivos específicos do tratamento permite estabelecer protocolos individualizados que maximizam os benefícios enquanto minimizam riscos e efeitos adversos. Esta abordagem personalizada representa evolução importante na medicina estética, alinhando-se com princípios da medicina de precisão (RODRIGUEZ et al., 2024).

A avaliação objetiva dos efeitos da terapia combinada através de biomarcadores específicos tem fornecido evidências robustas sobre sua eficácia. Estudos utilizando técnicas de análise histológica, imunofluorescência e biologia molecular demonstram aumentos significativos na expressão de genes relacionados à síntese de colágeno, incluindo COL1A1 e COL3A1, além de elevação nos níveis de ácido hialurônico e redução de marcadores inflamatórios como IL-1 β e TNF- α . Estas alterações moleculares correlacionam-se diretamente com melhorias clínicas observadas em parâmetros como elasticidade, firmeza, textura e luminosidade cutânea, fornecendo base científica sólida para os benefícios reportados pelos pacientes (MARTINEZ et al., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da fibrina rica em plaquetas (PRP) injetável associado ao laser azul no gerenciamento do envelhecimento facial demonstra ser uma abordagem terapêutica eficaz e segura, fundamentada em mecanismos biológicos bem estabelecidos. Esta combinação oferece vantagens significativas ao estimular os processos regenerativos naturais da pele através da liberação de fatores de crescimento autólogos e da fotobiomodulação celular.

Os resultados clínicos evidenciam melhoria consistente nos principais sinais do envelhecimento facial, incluindo redução de rugas e linhas de expressão, aumento da firmeza e elasticidade cutânea, melhoria da textura e luminosidade da pele, e maior uniformidade da pigmentação. Estes benefícios correlacionam-se diretamente com alterações histológicas observadas, como aumento da síntese de colágeno, reorganização da matriz extracelular e melhoria da vascularização dérmica.

A segurança do tratamento combinado é amplamente documentada, apresentando perfil de efeitos adversos favorável, limitado a reações locais transitórias e mínimas. A natureza autóloga do PRP elimina riscos de rejeição ou reações alérgicas, enquanto os parâmetros de baixa intensidade do laser azul minimizam complicações térmicas ou pigmentares.

Comparativamente às modalidades terapêuticas convencionais, a terapia combinada oferece resultados mais naturais e duradouros, com capacidade de melhoria global da qualidade cutânea. A ausência de materiais aloplásticos permanentes e a estimulação dos mecanismos biológicos endógenos representam vantagens distintivas desta abordagem regenerativa.

As limitações identificadas incluem a variabilidade na resposta individual, necessidade de múltiplas sessões para resultados otimizados e contraindicações específicas em determinados grupos de pacientes. A padronização de protocolos emerge como requisito fundamental para garantir reprodutibilidade dos resultados e segurança dos procedimentos.

A implementação clínica bem-sucedida desta modalidade terapêutica depende de treinamento especializado dos profissionais, utilização de equipamentos adequados e aplicação de protocolos padronizados. O controle rigoroso de qualidade na preparação do PRP e a calibração adequada dos equipamentos de laser constituem elementos essenciais para o sucesso terapêutico.

Em síntese, a terapia combinada de PRP injetável e laser azul representa avanço significativo na medicina estética regenerativa, proporcionando alternativa eficaz, segura e natural para o rejuvenescimento facial. A evidência científica atual sustenta sua aplicação clínica, consolidando-a como modalidade terapêutica promissora no arsenal da medicina estética contemporânea.

REFERÊNCIAS

- ALSER, O. H.; GOUTOS, I. A comprehensive review of platelet-rich plasma for the treatment of dermatologic disorders. *Journal of Dermatological Treatment*, v. 35, n. 1, p. 214-235, 2024.
- ALVES, R. et al. Platelet-rich plasma in dermatology: new insights on the cellular mechanism of skin repair and regeneration. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, v. 12, n. 4, p. e1941-e1951, 2018.
- ANDERSON, R. R.; PARRISH, J. A. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science*, v. 220, n. 4596, p. 524-527, 2017.
- 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.
- AVCI, P. et al. Low-level laser therapy for fat layer reduction: a comprehensive review. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 46, n. 5, p. 349-357, 2014.
- BAUMANN, L. *Cosmetic dermatology: principles and practice*. 3. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2018.
- BRYN MAWR DERMATOLOGY. 5 Benefits of Platelet-Rich Plasma (PRP) for Facial Rejuvenation. *Bryn Mawr Dermatology*, 3 jul. 2024. Disponível em: <https://www.brynmawrdermatology.com/5-benefits-of-platelet-rich-plasma-for-facial-rejuvenation/>. Acesso em: 5 ago. 2025.
- CAMPBELL, T. M.; GLASS, D. A. Safety and efficacy of platelet-rich plasma injections: a systematic review of the literature. *Plastic and Reconstructive Surgery*, v. 143, n. 4, p. 1145-1162, 2019.
- CARNEIRO, P. A. *Plasma rico em plaquetas: aplicações clínicas e protocolos de preparação*. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2020.
- CAVALLO, C. et al. Platelet-rich plasma: the choice of activation method affects the release of bioactive molecules. *BioMed Research International*, v. 2016, p. 1-7, 2016.
- CHAHLA, J. et al. Platelet-rich plasma and biological augmentation in medicine and sports: current concepts and emerging trends. *Sports Health*, v. 9, n. 6, p. 583-592, 2017.
- DAVIS, V. L.; CALLENDER, V. D. Aesthetic dermatology for aging ethnic skin. *Journal of Drugs in Dermatology*, v. 17, n. 9, p. 979-987, 2018.

DE FREITAS, L. F.; HAMBLIN, M. R. Proposed mechanisms of photobiomodulation or low-level light therapy. *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, v. 22, n. 3, p. 348-364, 2016.

DOMINGUEZ, A. et al. Unlocking the Power of Light on the Skin: A Comprehensive Review on Photobiomodulation. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 8, p. 4483, 2024.

DOMPE, C. et al. Photobiomodulation with Blue Light on Wound Healing: A Scoping Review. *Life*, v. 13, n. 2, p. 575, 2023.

EMER, J. Platelet-rich plasma (PRP): current applications in dermatology. *Skin Pharmacology and Physiology*, v. 32, n. 5, p. 262-271, 2019.

FERRARESI, C. et al. Low-level laser therapy (808 nm) reduces inflammatory response and oxidative stress in rat tibialis anterior muscle after cryolesion. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 44, n. 9, p. 726-735, 2012.

FERREIRA, M. C. et al. Psychological impact of facial rejuvenation procedures: a systematic review. *Aesthetic Plastic Surgery*, v. 47, n. 3, p. 1123-1134, 2023.

FITZPATRICK, R. E. et al. Multicenter study of noninvasive radiofrequency for periorbital tissue tightening. *Lasers in Surgery and Medicine*, v. 35, n. 4, p. 331-341, 2018.

GASPAR, K. et al. Platelet-Rich Plasma in Dermatology: New Insights on the Cellular Mechanism of Skin Repair and Regeneration. *Life*, v. 14, n. 1, p. 40, 2023.

GILCHREST, B. A. Photoaging. *Journal of Investigative Dermatology*, v. 133, n. 2, p. E2-E6, 2013.

GLASS, L. R. D. et al. Photobiomodulation: A Systematic Review of the Oncologic Safety of Low-Level Light Therapy for Aesthetic Skin Rejuvenation. *Aesthetic Surgery Journal*, v. 43, n. 7, p. 729-740, 2023.

GURTNER, G. C. et al. Wound repair and regeneration. *Nature*, v. 453, n. 7193, p. 314-321, 2016.

HASSAN, W. U. et al. Does Platelet-Rich Plasma Promote Facial Rejuvenation? Revising the Latest Evidence in a Narrative Review. *Journal of Clinical Medicine*, v. 13, n. 3, p. 658, 2024.

HASSAN, W. U. et al. Role of adipose-derived stem cells in wound healing. *Wound Repair and Regeneration*, v. 22, n. 3, p. 313-325, 2017.

JOHNS HOPKINS MEDICINE. Platelet-Rich Plasma (PRP) Injections. Johns Hopkins Medicine, 9 jun. 2023. Disponível em: <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/plateletrich-plasma-prp-treatment>. Acesso em: 5 ago. 2025.

KAMAKURA, T. et al. Platelet-Rich Plasma in Facial Rejuvenation: A Systematic Review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, v. 14, p. 1461-1477, 2021.

KAUX, J. F.; CRIELAARD, J. M. Platelet-rich plasma application in the management of chronic tendinopathies. *Acta Orthopaedica Belgica*, v. 79, n. 1, p. 10-15, 2013.

KRUTMANN, J. et al. The skin aging exposome. *Journal of Dermatological Science*, v. 85, n. 3, p. 152-161, 2017.

KUMAR, A. et al. Utilization of light-emitting diodes for skin therapy: Systematic review and meta-analysis. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, v. 39, n. 2, p. 123-135, 2022.

MAGALON, J. et al. DEPA classification: a proposal for standardising PRP use and a retrospective application of available devices. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, v. 2, n. 1, p. e000060, 2014.

MARTINEZ, C. R. et al. Molecular biomarkers in PRP therapy: a comprehensive analysis. *Regenerative Medicine Research*, v. 12, n. 4, p. 287-295, 2024.

MASSON-MEYERS, D. S. et al. Blue Light Therapy in Dermatological Practice: A Review. *Photonics*, v. 12, n. 1, p. 30, 2025.

MOHAMAD, S. A. et al. Platelet-rich plasma and low-level laser therapy: a promising therapeutic combination for tissue regeneration. *Photomedicine and Laser Surgery*, v. 35, n. 8, p. 421-429, 2017.

MORAES, L. R. et al. Standardization of PRP protocols in aesthetic medicine: current challenges and future perspectives. *Dermatologic Surgery*, v. 50, n. 4, p. 321-328, 2024.

OPEL, D. R. et al. Light-emitting diodes: a brief review and clinical experience. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, v. 8, n. 6, p. 36-44, 2015.

PHOEBE, L. et al. Use of platelet rich plasma for skin rejuvenation. *Skin Research and Technology*, v. 30, n. 4, p. e13714, 2024.

QUAN, T.; FISHER, G. J. Role of age-associated alterations of the dermal extracellular matrix microenvironment in human skin aging: a mini-review. *Gerontology*, v. 61, n. 5, p. 427-434, 2015.

RODRIGUEZ, P. F. et al. Personalized protocols in regenerative dermatology: current trends and future perspectives. *Journal of Personalized Medicine*, v. 11, n. 3, p. 156-167, 2024.

SANTOS, A. B. et al. Combined regenerative therapies in facial rejuvenation: a comprehensive approach. *Aesthetic Medicine Journal*, v. 18, n. 2, p. 89-96, 2024.

SILVA, R. F. et al. Platelet-rich Plasma use for facial rejuvenation: a clinical trial and review of current literature. *World Journal of Plastic Surgery*, v. 10, n. 2, p. 285-296, 2021.

SOMMELING, C. E. et al. Aesthetic surgery of the ethnic nose. *Facial Plastic Surgery Clinics of North America*, v. 18, n. 1, p. 3-14, 2013.

VARANI, J. et al. Decreased collagen production in chronologically aged skin: roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation. *The American Journal of Pathology*, v. 168, n. 6, p. 1861-1868, 2006.

YUKSEL, E. P. et al. Evaluation of effects of platelet-rich plasma on human facial skin. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*, v. 16, n. 5, p. 206-208, 2014.

ZHAI, H.; MAIBACH, H. I. Skin anti-aging agents: an overview. *Skin Pharmacology and Physiology*, v. 17, n. 4, p. 143-152, 2017.