Revista FAIPE®
©2011 – ISSN 2179-9660
Revista Faipe. 2026;16(2):43-52. doi 10.5281/zenodo.24038500

ALÉM DOS PREENCHEDORES: PRP, CORTICOSTEROIDES E TOXINA BOTULÍNICA NAS COMPLICAÇÕES VASCULARES FACIAIS EM REGIÕES CRÍTICAS — REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Beyond Fillers: PRP, Corticosteroids, and Botulinum Toxin in Facial Vascular Complications of Critical Regions — A Narrative Literature Review and Physicochemical Characterization

Gisele Rosada Dônola FURTADO[1], Germana DAL PONTE[2], Andressa Baggio DIAS[3], Ana Paula da Cunha BARBOSA[4], Claudia Dazzi dos Reis TARDIN[5], Vivian Almeida CASTILHO[6], Leonard Pacheco PEÑARANDA[7], Roberto Puertas GARCIA[8], Vitória MERINO[9], Michelle FECHINE[10]

[1] Centro Universitário de Jaguariúna (UniFAJ) | [2] Pontifical Catholic University, RS | [3] University of Araraquara, SP | [4] Universidade de Cuiabá – UNIC, MT | [5] Pontifical Catholic University, RS | [6] University Hospital of Taubaté, SP | [7] Sonoderma, Medellín, Colombia | [8] Fapes Odontologia, SP | [9] Unip Campinas, SP | [10] Manchester University, United Kingdom

RESUMO

Introdução: Complicações vasculares após procedimentos injetáveis faciais podem resultar em isquemia, necrose tecidual e comprometimento visual. Eventos oftálmicos graves foram descritos após aplicações de corticosteroides e plasma rico em plaquetas (PRP); após procedimentos com toxina botulínica, há relatos de lesões isquêmicas cujos mecanismos permanecem incertos. Objetivo: Caracterizar as propriedades físico-químicas de uma suspensão injetável de triancinolona hexacetonida e integrar os achados às evidências sobre complicações vasculares associadas a diferentes produtos injetáveis faciais. Materiais e Métodos: Estudo exploratório, experimental e descritivo, associado a revisão narrativa. Uma amostra comercial de triancinolona hexacetonida (20 mg/mL) foi avaliada por microscopia óptica, reologia e espalhamento dinâmico de luz (DLS). A revisão consultou PubMed/MEDLINE, LILACS e SciELO, priorizando 2016–2026, e utilizou 16 publicações científicas e duas fontes técnico-regulatórias. Resultados: Os ensaios realizados neste estudo evidenciaram propriedades típicas de suspensão da amostra comercial de triancinolona hexacetonida com alta polidispersividade com Z-Average de 5.364,0 nm e PdI de 0,651, como foi observado por microscopia com partículas com tamanho variando de submicrométricas até magnitude 300 µm e comportamento pseudoplástico com viscosidade aparente próxima de 0,5 Pa·s em altas taxas de cisalhamento típico de líquidos. A literatura documenta eventos oftálmicos após corticosteroides e PRP e discute hipóteses para lesões isquêmicas após toxina botulínica. Conclusão: O risco vascular não se restringe aos preenchedores, e a aparência líquida não garante ausência de partículas ou de eventos graves. Os resultados não demonstram causalidade entre as estruturas observadas e a oclusão vascular, mas reforçam a importância da anatomia, das propriedades dos materiais e da técnica de administração.

Palavras-chave: Complicações Vasculares; Procedimentos Injetáveis Faciais; Triancinolona Hexacetonida; Plasma Rico Em Plaquetas; Toxina Botulínica; Segurança do Paciente.

ABSTRACT

Introduction: Facial injection procedures may cause ischemia, tissue necrosis, and visual impairment. Severe ophthalmic vascular events have been reported after corticosteroid and platelet-rich plasma (PRP) injections; ischemic lesions following botulinum toxin procedures have also been described, although their mechanisms remain uncertain. Objective: To characterize the physicochemical properties of an injectable triamcinolone hexacetonide suspension and integrate these findings with evidence on vascular complications associated with facial injectable products. Materials and Methods: An exploratory experimental descriptive study was combined with a narrative review. A commercial triamcinolone hexacetonide suspension (20 mg/mL) was assessed using optical microscopy, rheology, and dynamic light scattering (DLS). PubMed/MEDLINE, LILACS, and SciELO were consulted, prioritizing 2016–2026; 16 scientific publications and two technical-regulatory sources were used. Results: The tests performed in this study revealed properties characteristic of a commercial triamcinolone hexacetonide suspension, with high polydispersity, a Z-Average of 5,364.0 nm, and a PdI of 0.651 , microscopy revealed particles ranging from submicrometric sizes to

Além dos preenchedores... © 2026 por Furtado GRD et al. é licenciado sob CC BY 4.0

approximately 300 µm. The sample also exhibited pseudoplastic behavior, with an apparent viscosity of approximately 0.5 Pa·s at high shear rates, characteristic of liquid-like behavior. The literature documents ophthalmic events following corticosteroid and platelet-rich plasma (PRP) administration and discusses potential mechanisms underlying ischemic lesions following botulinum toxin injection. Conclusion: Vascular risk extends beyond dermal fillers, and liquid appearance does not guarantee the absence of particles or severe adverse events. These findings do not establish causality between observed structures and vascular occlusion, but emphasize vascular anatomy, material properties, and injection technique.

Keywords: Vascular Complications; Facial Injection Procedures; Triamcinolone Hexacetonide; Platelet-Rich Plasma; Botulinum Toxin; Patient Safety.

INTRODUÇÃO

Os procedimentos estéticos minimamente invasivos têm apresentado crescimento expressivo nos últimos anos, acompanhados pela introdução de diferentes produtos injetáveis e técnicas de aplicação. Embora esses procedimentos sejam geralmente considerados seguros, complicações vasculares podem ocorrer e, em determinadas circunstâncias, resultar em consequências graves, incluindo isquemia tecidual, necrose e comprometimento visual.[1-4]

A complexidade da vascularização facial constitui um dos principais fatores relacionados ao risco desses eventos. A artéria facial e seus ramos, assim como as artérias supratroclear e supraorbital, apresentam trajetos e variações anatômicas relevantes para os procedimentos injetáveis. Além disso, as anastomoses existentes entre ramos dos sistemas carotídeos externo e interno possibilitam comunicação com a circulação oftálmica, tornando o conhecimento da anatomia vascular fundamental para a realização segura desses procedimentos.[1-5]

Entretanto, a ocorrência e a gravidade de uma complicação vascular não dependem exclusivamente da anatomia. Diferentes produtos injetáveis apresentam composição, formulação e propriedades físico-químicas e reológicas distintas, características que podem influenciar seu comportamento caso ocorra administração intravascular inadvertida.[6] Dessa forma, fatores relacionados ao material utilizado devem ser considerados em conjunto com o calibre vascular, a pressão de injeção e a técnica empregada.

Embora grande parte da literatura sobre complicações vasculares em procedimentos estéticos esteja relacionada aos preenchedores dérmicos, eventos vasculares também têm sido descritos após a administração de outros produtos injetáveis. Relatos e revisões incluem complicações oftálmicas associadas a corticosteroides[7-8] e ao plasma rico em plaquetas (PRP),[9-11] além de eventos isquêmicos raros relacionados a procedimentos com toxina botulínica.[12-13] Mais recentemente, uma revisão sistemática publicada em 2026 reuniu casos de oclusão vascular oftálmica e perda visual após aplicações de PRP.[11]

Entre os corticosteroides injetáveis, a triancinolona hexacetonida apresenta particular relevância no contexto das complicações vasculares. Trata-se de um glicocorticoide sintético com ação anti-inflamatória, comercializado na forma de suspensão injetável aquosa e microcristalina, na concentração de 20 mg/mL.[14] A baixa solubilidade em água favorece a formação de um depósito no local de administração, com dissolução gradual dos cristais e absorção lenta do fármaco. Esse comportamento contribui para prolongar a ação local e

diferencia a suspensão de formulações nas quais o princípio ativo está completamente solubilizado. As indicações descritas em bula compreendem o tratamento adjuvante de curto prazo de condições inflamatórias articulares e musculoesqueléticas, incluindo sinovite, bursite, artrite reumatoide e tenossinovite. Paralelamente, corticosteroides de depósito são utilizados em infiltrações locais para o manejo de determinadas afecções inflamatórias da região craniofacial e periocular, buscando concentrar o efeito terapêutico no tecido acometido. Entretanto, a aplicação intralesional periorbitária dessa suspensão não integra suas indicações aprovadas, caracterizando uso off-label. A literatura documenta casos de perda visual após injeções faciais e periorbitais de corticosteroides[7-8] e a bula do medicamento menciona cegueira associada à terapia ao redor da órbita.[14] O mecanismo proposto para esses eventos envolve a entrada inadvertida de partículas na circulação arterial, seu deslocamento pelas conexões vasculares e a obstrução de vasos oculares, com consequente isquemia.[7-8]

Nesse cenário, a caracterização físico-química visa obter informações relevantes sobre o comportamento da suspensão. A avaliação do tamanho de partícula permite investigar a heterogeneidade dimensional e a presença de agregados, enquanto a determinação da viscosidade contribui para descrever sua resistência ao escoamento nas condições de administração. Complementarmente, o espalhamento dinâmico de luz, ou *dynamic light scattering* (DLS), permite estimar o diâmetro hidrodinâmico das partículas dispersas dentro da faixa de aplicabilidade da técnica. A integração dessas análises é particularmente pertinente porque alterações no meio de dispersão podem modificar a agregação de corticosteroides injetáveis.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as propriedades físico-químicas de uma suspensão injetável de triancinolona hexacetonida, por meio de microscopia óptica, análise reológica e espalhamento dinâmico de luz, e integrar esses achados às evidências científicas sobre complicações vasculares associadas a diferentes produtos injetáveis faciais. Buscou-se discutir a relevância das características das formulações e da anatomia vascular de regiões críticas, especialmente aquelas com conexões à circulação oftálmica, para a avaliação da segurança desses procedimentos.

MATERIAIS E MÉTODOS

DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo exploratório, de natureza experimental e descritiva, associado a uma revisão narrativa da literatura científica. A investigação compreendeu a caracterização físico-química de uma suspensão farmacêutica injetável de triancinolona hexacetonida e a análise de evidências relacionadas às complicações vasculares decorrentes de procedimentos injetáveis faciais.

ANÁLISE LABORATORIAL

Foi utilizada uma amostra comercial de suspensão injetável de triancinolona hexacetonida, na concentração de 20 mg/mL (Apsen Farmacêutica, São Paulo, Brasil).[14]

A amostra foi depositada em lâmina e analisada por microscopia óptica utilizando microscópio óptico

invertido Nikon TS100, com o objetivo de avaliar a morfologia e as dimensões das estruturas particuladas observadas na amostra.

CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA

A caracterização reológica da suspensão de triancinolona hexacetonida (20 mg/mL) foi realizada utilizando um reômetro TA Instruments AR1500ex, equipado com geometria cone-placa de 2° e 40 mm de diâmetro, à temperatura de 25 °C.

A amostra foi homogeneizada previamente e cuidadosamente transferida para a superfície de medição, evitando a incorporação de bolhas de ar. Foi realizado um ensaio de *flow sweep*, com determinação da viscosidade aparente em função da taxa de cisalhamento, empregando uma faixa de 0,01 a 1.000 s^{-1}.

Os resultados foram expressos como viscosidade aparente (Pa·s) em função da taxa de cisalhamento (s^{-1}).

ESPALHAMENTO DINÂMICO DE LUZ (DLS)

A distribuição do tamanho hidrodinâmico das partículas da suspensão de triancinolona hexacetonida (20 mg/mL) foi determinada por espalhamento dinâmico de luz (*Dynamic Light Scattering* — DLS), utilizando um Zetasizer (Malvern Panalytical).

A amostra foi diluída em água ultrapura até concentração adequada para a análise, visando minimizar efeitos de múltiplo espalhamento. Após homogeneização cuidadosa, a dispersão foi transferida para uma cubeta apropriada para análise por DLS, evitando a formação de bolhas.

As medições foram realizadas em triplicata, sendo determinados o Z-Average, o índice de polidispersidade (PdI) e a distribuição do tamanho hidrodinâmico das partículas.

Os resultados foram expressos em nanômetros (nm) e interpretados em conjunto com a análise microscópica, considerando a possível contribuição de partículas e agregados de maiores dimensões para o sinal de espalhamento.

REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura científica, mediante consulta às bases PubMed/MEDLINE, LILACS e SciELO, priorizando publicações compreendidas entre 2016 e 2026. A investigação foi direcionada às complicações vasculares associadas a procedimentos injetáveis faciais, abrangendo a anatomia vascular de regiões críticas, os mecanismos de obstrução arterial, as manifestações isquêmicas cutâneas e oftalmológicas e as propriedades físico-químicas dos materiais administrados.

A revisão contemplou evidências relacionadas a corticosteroides injetáveis, PRP e toxina botulínica, considerando as particularidades das formulações e os diferentes mecanismos fisiopatológicos descritos ou propostos na literatura.

Foram considerados estudos clínicos, relatos e séries de casos, investigações anatômicas e experimentais e revisões científicas publicados em português, inglês e espanhol.

Os critérios de elegibilidade compreenderam a pertinência aos objetivos da investigação, a relação

com complicações vasculares em procedimentos injetáveis faciais e a disponibilidade de informações anatômicas, clínicas ou experimentais relevantes para a análise proposta.

A seleção bibliográfica foi organizada em etapas de identificação, triagem temática e avaliação de elegibilidade. A bibliografia final compreendeu 16 publicações científicas, das quais 14 foram publicadas entre 2016 e 2026 e duas anteriormente, mantidas por relevância histórica e conceitual. A contagem de registros inicialmente identificados e excluídos não foi recuperada de documentação verificável e, portanto, não foi apresentada como fluxo quantitativo de seleção.

Adicionalmente, foram utilizadas duas fontes técnico-regulatórias para fundamentação das características farmacêuticas da suspensão analisada, totalizando 18 referências bibliográficas.

A síntese das evidências foi conduzida de forma descritiva e qualitativa, considerando as diferenças metodológicas entre os estudos e as limitações das evidências disponíveis, sem realização de metanálise.

INTEGRAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

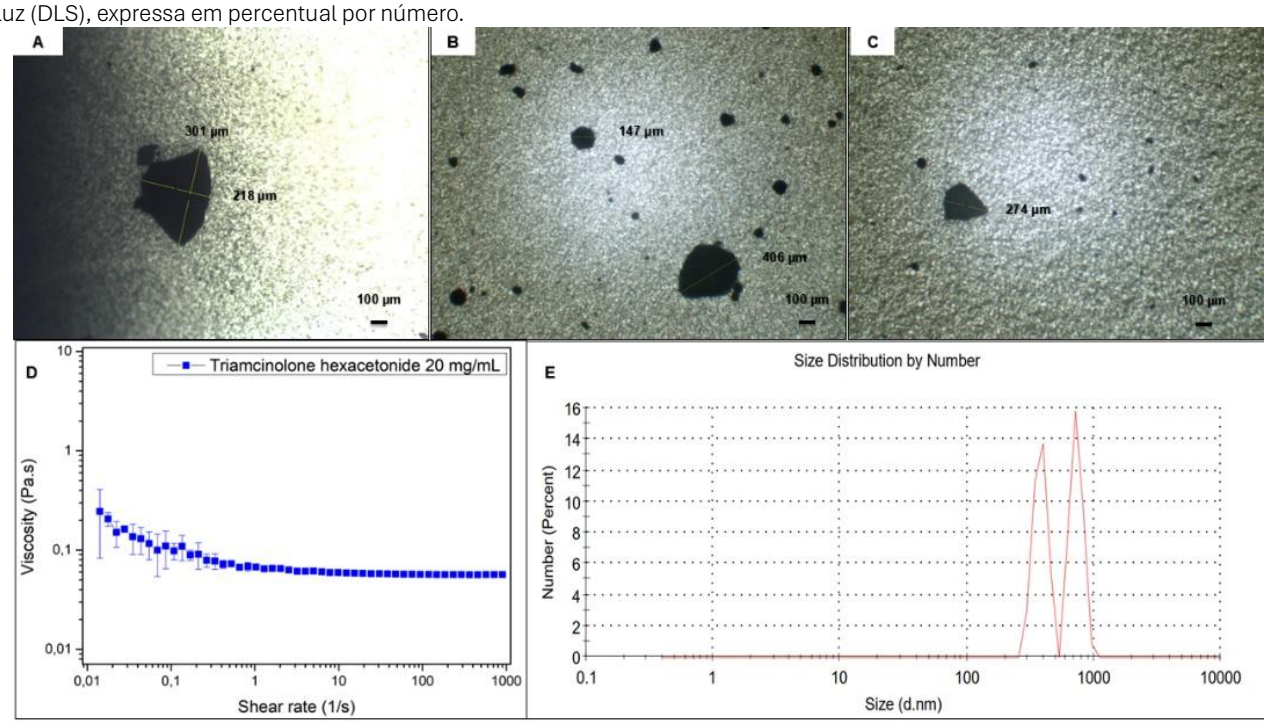
Os resultados da caracterização físico-química foram analisados em conjunto com as evidências anatômicas, clínicas e experimentais identificadas na literatura, considerando as particularidades das formulações injetáveis e sua possível relação com mecanismos de comprometimento vascular em regiões faciais críticas.

A interpretação contemplou o calibre dos vasos, as conexões com a circulação oftálmica e os diferentes mecanismos fisiopatológicos descritos para os materiais investigados. Considerando o caráter exploratório da investigação e a heterogeneidade das evidências disponíveis, não foram estabelecidas relações causais diretas entre as características físico-químicas observadas e a ocorrência de oclusão vascular.

RESULTADOS

A análise microscópica da suspensão de triancinolona hexacetonida (20 mg/mL) evidenciou heterogeneidade dimensional e morfológica. Nas micrografias apresentadas (Figuras 1A–C; barra de escala de 100 µm), foram documentadas medidas representativas de aproximadamente 301 × 218 µm, 147 µm e 274 µm, com estruturas irregulares e partículas menores dispersas. Essas medidas ilustram estruturas observadas, não correspondendo a uma distribuição estatística de tamanhos.

Figura 1 - Caracterização da triancinolona hexacetonida (20 mg/mL). (A–C) Micrografias obtidas por microscopia óptica, evidenciando partículas de diferentes dimensões, com medidas representativas de aproximadamente 301 × 218 µm, 147 µm e 274 µm, respectivamente. (D) Curva de viscosidade aparente em função da taxa de cisalhamento, evidenciando a redução da viscosidade com o aumento da taxa de cisalhamento. (E) Distribuição do tamanho de partículas determinada por espalhamento dinâmico de luz (DLS), expressa em percentual por número.



A presença de partículas de diferentes dimensões observada por microscopia óptica é consistente com os resultados de DLS, que apresentaram Z-Average de 5.364,0 nm e índice de polidispersidade (PdI) de 0,651. O elevado PdI indica uma distribuição heterogênea de tamanhos, enquanto os picos de 378,8 e 728,2 nm na distribuição por número evidenciam populações de partículas submicrométricas (Tab. 1). Em conjunto, os resultados indicam ampla heterogeneidade dimensional, com partículas observadas por microscopia óptica na escala micrométrica e populações submicrométricas identificadas por DLS.

O aspecto morfológico observado também apresenta relação com o comportamento reológico da suspensão. A curva de viscosidade mostrou redução progressiva da viscosidade com o aumento da taxa de cisalhamento, característica de comportamento pseudoplástico (*shear-thinning*). A maior viscosidade observada em baixas taxas de cisalhamento pode estar associada à organização e às interações entre as partículas e agregados presentes na suspensão. Com o aumento do cisalhamento, essas estruturas tendem a se reorganizar e/ou romper, resultando na diminuição da viscosidade aparente. Assim, a heterogeneidade dimensional e a presença de aglomerados observadas microscopicamente podem contribuir para a resposta reológica identificada. Além disso, a viscosidade de equilíbrio em altas taxas de cisalhamento no valor de 0,5 Pa·s está de acordo com o aspecto líquido esperado de uma suspensão.

Tabela 1 - Distribuição de tamanho de partícula da triancinolona hexacetonida determinada por espalhamento dinâmico de luz (DLS).

Amostra	Z-Average (nm)	PdI	Pico 1 (nm)	Pico 2 (nm)
Triancinolona hexacetonida	5.364,0	0,651	378,8 ± 47,22	728,2 ± 83,28

Z-Average: diâmetro hidrodinâmico médio ponderado por intensidade; PdI: índice de polidispersidade; Pico 1 e Pico 2: diâmetros hidrodinâmicos modais das populações detectadas; valores dos picos expressos como média ± desvio padrão. Medidas realizadas em água, a 25 °C, n = 3.

DISCUSSÃO

As complicações vasculares associadas a procedimentos injetáveis faciais representam eventos potencialmente graves, com repercussões isquêmicas cutâneas e oftalmológicas. Embora frequentemente relacionadas aos preenchedores dérmicos, também são descritas após a administração de corticosteroides e PRP, além de relatos de eventos isquêmicos após procedimentos com toxina botulínica.[7-13]

A complexidade da vascularização facial constitui um fator relevante para a gravidade desses eventos, especialmente em regiões com conexões entre os sistemas carotídeos externo e interno e a circulação oftálmica.[1-4] Lee et al.[5] identificaram diâmetros internos médios da artéria facial de aproximadamente 1,2 mm na borda inferior da mandíbula, 0,7 mm próximo à origem da artéria nasal lateral e 0,5 mm na origem desta última. Esses achados evidenciam a presença de vasos de pequeno calibre em territórios anatômicos de risco, nos quais a administração intravascular inadvertida pode produzir consequências graves.

Nesse contexto, a aparência macroscópica de uma formulação não permite determinar sua composição ou seu comportamento intravascular. Suspensões farmacêuticas podem apresentar partículas sólidas dispersas, diferentemente de soluções homogêneas, sendo necessário considerar suas propriedades físico-químicas e reológicas.[6,15]

A caracterização microscópica da suspensão de triancinolona hexacetonida evidenciou estruturas particuladas heterogêneas, com medidas representativas de aproximadamente 301 × 218 µm, 147 µm e 274 µm, conforme as micrografias. Essas medidas correspondem às estruturas documentadas, não à distribuição estatística dos tamanhos na formulação. O DLS identificou populações submicrométricas na amostra diluída e elevada polidispersidade, enquanto a reologia evidenciou comportamento pseudoplástico. Tais resultados caracterizam a heterogeneidade física da amostra, sem demonstrar potencial embólico.

A presença dessas estruturas deve ser interpretada considerando a natureza farmacêutica da formulação. Por se tratar de uma suspensão microcristalina, a identificação de partículas não constitui, por si só, evidência de contaminação ou inadequação do medicamento.[14,15] Ainda assim, suas características dimensionais tornam-se pertinentes à discussão dos mecanismos de complicações vasculares, especialmente diante da possibilidade de administração intravascular inadvertida.

Selmanowitz e Orentreich[7] descreveram historicamente amaurose após injeções cutâneas de corticosteroides, discutindo mecanismos embólicos associados a suspensões particuladas. Posteriormente, Park e Barmettler[8], em revisão sistemática envolvendo 49 pacientes e 56 olhos, identificaram a triancinolona como

o corticosteroide mais frequentemente relatado, presente em 54% dos casos de perda visual após injeções faciais e periorbitárias. As oclusões envolveram principalmente a artéria oftálmica e a artéria central da retina.

Esses resultados não podem ser atribuídos especificamente à triancinolona hexacetonida analisada neste estudo, uma vez que a revisão reuniu diferentes formulações e contextos clínicos. Embora a bula da suspensão investigada mencione cegueira associada à terapia ao redor da órbita,[14] os presentes achados laboratoriais não demonstram relação causal entre as partículas identificadas e esses eventos.

A utilização de corticosteroides intralesionais no tratamento de nódulos inflamatórios e alterações fibróticas após procedimentos estéticos acrescenta relevância clínica a essa discussão.[16-18] Peros e Haneke[18] relataram melhora de alterações fibróticas após preenchimento com ácido hialurônico mediante administração de triancinolona acetonida. Contudo, essa formulação difere da triancinolona hexacetonida investigada, impossibilitando a extrapolação direta dos resultados. Assim, mesmo materiais empregados terapeuticamente no manejo de complicações devem ser avaliados quanto às suas características farmacêuticas e condições de administração.

O PRP constitui outro exemplo de produto cuja aparência fluida e origem autóloga não excluem a possibilidade de eventos vasculares graves. Karam et al.[9] relataram quatro pacientes com perda visual irreversível após injeções faciais de PRP, enquanto Kalyam et al.[10] descreveram cegueira após aplicação periocular. Uma revisão sistemática publicada em 2026 identificou sete artigos envolvendo dez casos de perda visual unilateral associada ao PRP, predominantemente após procedimentos realizados na glabela e na fronte.[11] A oclusão embólica da circulação oftálmica foi apontada como mecanismo provável, embora os dados disponíveis não permitam atribuir esses eventos isoladamente à viscosidade ou a uma propriedade específica do produto.

Em relação à toxina botulínica, os mecanismos devem ser interpretados separadamente, pois sua formulação reconstituída é uma solução não particulada. Hynes e Soares[12] descreveram suspeita de lesão isquêmica cutânea após aplicação glabelar e propuseram o needle micro-coring como possível mecanismo. Soares et al.[13] demonstraram experimentalmente fragmentos dérmicos de aproximadamente 100–275 µm produzidos por agulhas de 31G, com incidência global de 0,7%. Contudo, a identificação de fragmentos durante a passagem da agulha não demonstra sua entrada na circulação arterial nem embolização clínica. A relação causal entre micro-coring e oclusão vascular após toxina botulínica permanece não comprovada.

Em conjunto, essas evidências demonstram que os mecanismos de comprometimento vascular podem variar conforme a composição do produto e as circunstâncias da administração. A segurança dos procedimentos exige conhecimento da anatomia facial, seleção adequada dos materiais e técnicas que minimizem a possibilidade de injeção intravascular inadvertida. A prevenção assume especial importância diante das limitações terapêuticas relacionadas às complicações oftálmicas, frequentemente associadas a sequelas visuais irreversíveis.[11]

O estudo apresenta limitações relacionadas à análise de uma única amostra comercial, ao caráter representativo das medidas microscópicas e às possíveis alterações da dispersão decorrentes da diluição

necessária ao DLS. Não foram realizados ensaios em condições intravasculares, impossibilitando determinar diretamente a capacidade oclusiva das estruturas identificadas. O caráter narrativo da revisão, a heterogeneidade dos delineamentos e o predomínio de evidências observacionais restringem a generalização dos achados; tampouco foi documentada uma avaliação sistemática do risco de viés.

CONCLUSÃO

As complicações vasculares associadas a procedimentos injetáveis faciais não se restringem aos preenchedores. Em regiões anatômicas críticas, com vasos de pequeno calibre e conexões com a circulação oftálmica, a aparência líquida das formulações não assegura ausência de partículas nem exclui eventos vasculares graves.

Embora a heterogeneidade das evidências e as limitações metodológicas impeçam estabelecer relação causal direta entre as estruturas identificadas e a ocorrência de oclusão vascular, os achados reforçam a importância do conhecimento anatômico, das propriedades físico-químicas dos materiais e da técnica de administração na avaliação da segurança.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório BioPolMat da Universidade de Araraquara (UNIARA), liderado pelo Prof. Dr. Hernane Barud, pelo suporte técnico e pela infraestrutura laboratorial disponibilizada para a realização dos procedimentos experimentais e a obtenção dos resultados apresentados neste estudo.

REFERÊNCIAS

1. Sykes JM, Bray HN. Understanding the vascular anatomy of the face: introducing the X-Y-Z concept. *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2022;30(2):233-237. doi:10.1016/j.fsc.2022.01.013.
2. Cong LY, Phothong W, Lee SH, Wanitphakdeedecha R, Koh I, Tansatit T, et al. Topographic analysis of the supratrochlear artery and the supraorbital artery: implication for improving the safety of forehead augmentation. *Plast Reconstr Surg*. 2017;139(3):620e-627e. doi:10.1097/PRS.0000000000003060.
3. Agorgianitis L, Panagouli E, Tsakotos G, Tsoucalas G, Filippou D. The supratrochlear artery revisited: an anatomic review in favor of modern cosmetic applications in the area. *Cureus*. 2020;12(2):e7141. doi:10.7759/cureus.7141.
4. Khan TT, Colon-Acevedo B, Mettu P, DeLorenzi C, Woodward JA. An anatomical analysis of the supratrochlear artery: considerations in facial filler injections and preventing vision loss. *Aesthet Surg J*. 2017;37(2):203-208. doi:10.1093/asj/sjw132.
5. Lee SH, Ha TJ, Koh KS, Song WC. External and internal diameters of the facial artery relevant to intravascular filler injection. *Plast Reconstr Surg*. 2019;143(4):1031-1037. doi:10.1097/PRS.0000000000005428.
6. Sundaram H, Voigts B, Beer K, Meland M. Comparison of the rheological properties of viscosity and elasticity in two categories of soft tissue fillers: calcium hydroxylapatite and hyaluronic acid. *Dermatol Surg*. 2010;36 Suppl 3:1859-1865. doi:10.1111/j.1524-4725.2010.01743.x.
7. Selmanowitz VJ, Orentreich N. Cutaneous corticosteroid injection and amaurosis: analysis for cause and prevention. *Arch Dermatol*. 1974;110(5):729-734. doi:10.1001/archderm.1974.01630110027005.
8. Park SSE, Barmettler A. Vision loss secondary to facial and periorbital steroid injection: a systematic review. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2021;37(6):511-521. doi:10.1097/IOP.0000000000001910.
9. Karam EZ, Gan A, Muci Mendoza R, Martinez E, Perez E. Visual loss after platelet-rich plasma injection into the face. *Neuroophthalmology*. 2020;44(6):371-378. doi:10.1080/01658107.2020.1740936.

10. Kalyam K, Kavoussi SC, Ehrlich M, Teng CC, Chadha N, Khodadadeh S, et al. Irreversible blindness following periocular autologous platelet-rich plasma skin rejuvenation treatment. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2017;33(3S Suppl 1):S12-S16. doi:10.1097/IOP.0000000000000680.

11. Ebrahimzade M, Nazari S, Pourani MR, Muñoz-Gonzalez C, Abdollahimajd F, Cavallini M, et al. Ophthalmic vascular occlusion and blindness after platelet-rich plasma injections: a systematic review. *J Cosmet Dermatol*. 2026;25(6):e70918. doi:10.1111/jocd.70918.

12. Hynes SD, Soares DJ. Central forehead ischemic skin injury following glabellar botulinum: a paradigm microshift? *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2023;11(3):e4865. doi:10.1097/GOX.0000000000004865.

13. Soares DJ, Bowhay A, von Haven HN, Ugarte AJ, Blevins LW, Birusingh RJ, et al. Needle microcores: can they pose an occlusive threat with nonparticulate injections? *Plast Reconstr Surg*. 2024;153(2):326e-330e. doi:10.1097/PRS.0000000000010508.

14. Apsen Farmacêutica. *Triancinolona hexacetonida*: suspensão injetável 20 mg/mL [bula]. São Paulo: Apsen Farmacêutica; 2026.

15. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil). *Farmacopeia Brasileira*. 6ª ed. Brasília: Anvisa; 2019.

16. Cure E, Parra Hernández LA, Martinez Amado A, Rodriguez Cabrales JS, Garcés E, Dicker V, et al. Optimizing collagen biostimulator choice in LATAM: expert consensus on patient selection, ethnic skin phenotypes, and accessibility. *J Cosmet Dermatol*. 2025;24(12):e70564. doi:10.1111/jocd.70564.

17. Flores Rodríguez JC, Porras Zamora BM, Rico Macías NM, Valdovinos Martínez L, Camacho Frausto LY, Rossiere Echazarreta NL, et al. The management of poly-L-lactic acid (PLLA) nodules: a scoping review and evidence-mapped clinical pathway. *Cureus*. 2026;18(6):e110742. doi:10.7759/cureus.110742.

18. Peros I, Haneke E. Fibrotic reaction to hyaluronic acid fillers in the face. *J Cosmet Dermatol*. 2024;23(8):2543-2546. doi:10.1111/jocd.16419.

Autor correspondente:
Gisele Rosada Dônola Furtado | E-mail: agf.gisele@gmail.com