

REVOLUÇÃO ESTÉTICA: O ÁCIDO POLI-L-LÁCTICO REDEFININDO PADRÕES DA HARMONIZAÇÃO GLÚTEA

AESTHETIC REVOLUTION: POLY-L LACTIC ACID REDEFINING STANDARDS OF
GLUTEAL HARMONIZATION

Priscilla Ferreira Alves Mello Ketelhut¹

Roseli Valsi da Silva²

Mariana Schulze Buchalla³

Jéssica Soares da Silva Braga⁴

RESUMO: A harmonização glútea tem se tornado um foco crescente na estética, com o ácido poli-L-láctico (PLLA) emergindo como uma alternativa promissora a procedimentos cirúrgicos invasivos. Este artigo discute a evolução dos padrões de beleza na região glútea e as abordagens estéticas atuais, incluindo implantes de silicone, transferência de gordura autóloga e preenchimentos injetáveis. O PLLA, um bioestimulador biodegradável, atua promovendo uma resposta inflamatória local que estimula a neocolagênese, resultando em aumento gradual do volume e suporte estrutural. Estudos clínicos randomizados demonstraram a segurança e eficácia do PLLA, com melhorias estéticas persistentes e baixa taxa de complicações. Comparado a outras substâncias injetáveis, como hidroxilapatita de cálcio e ácido hialurônico, o PLLA oferece resultados duradouros e custo-efetivos. O artigo conclui que o PLLA é uma opção viável para harmonização glútea, destacando a necessidade de mais estudos rigorosos para validar sua eficácia e segurança.

5768

Palavras-chave: Ácido poli-L-láctico (PLLA). Harmonização glútea. Estética. Procedimentos não cirúrgicos.

ABSTRACT: Gluteal harmonization has become an increasing focus in aesthetics, with poly-L-lactic acid (PLLA) emerging as a promising alternative to invasive surgical procedures. This article discusses the evolution of beauty standards in the gluteal region and current aesthetic approaches, including silicone implants, autologous fat transfer, and injectable fillers. PLLA, a biodegradable biostimulator, works by promoting a local inflammatory response that stimulates neocollagenesis, resulting in gradual volume increase and structural support. Randomized clinical studies have demonstrated the safety and efficacy of PLLA, with persistent aesthetic improvements and a low complication rate. Compared to other injectable substances, such as calcium hydroxylapatite and hyaluronic acid, PLLA offers long-lasting and cost-effective results. The article concludes that PLLA is a viable option for gluteal harmonization, highlighting the need for more rigorous studies to validate its efficacy and safety.

Keywords: Poly-L-lactic acid (PLLA). Gluteal harmonization. Aesthetics. Non-surgical procedures.

¹Graduandas de biomedicina do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, Brasil.

²Graduandas de biomedicina do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, Brasil.

³Graduandas de biomedicina do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, Brasil.

⁴Docente do curso de Biomedicina do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas – FMU, Brasil.

INTRODUÇÃO

Apesar do conceito de beleza corporal se adaptar ao longo das gerações, a forma e tamanho da região glútea continua a representar um símbolo de feminilidade (1, 2, 3). O formato natural da região glútea é influenciado pela estrutura óssea subjacente, pela anatomia do músculo glúteo máximo, pela topografia das gorduras subcutâneas e pela pele, conferindo uma aparência estética individualizada (4).

A busca por melhora na aparência da região glútea se tornou unânime com o advento dos *standards* de atratividade determinados pela sociedade, culminando em busca por procedimentos não cirúrgicos de rejuvenescimento e melhora da aparência, onde mulheres que desejam manter uma aparência mais jovem e atraente representam 92% dos consumidores de procedimentos estéticos (5). Atualmente existem 3 principais abordagens estéticas para o aprimoramento glúteo: implantes de silicone, transferência de gordura autóloga e preenchimento injetáveis. A gluteoplastia associada ao implante de silicone conflui com altas taxas de complicações (21%), enquanto o enxerto de gordura autóloga apresenta uma taxa de complicação de cerca de 10% (6, 7).

O aumento no interesse por procedimentos estéticos estimulou o interesse pela busca de desenvolver uma abordagem menos invasiva com menor taxa de complicação. O ácido poli-L-láctico (PLLA) é um bioestimulador biodegradável injetável absorvível. A literatura mais atual destaca sua eficácia estética ao apresentar um mecanismo de ação que promove uma resposta inflamatória local, onde as micropartículas dessa substância injetada são fagocitadas por macrófagos residentes e outras células leucocitárias (8). Esse início da resposta inflamatória resulta em uma posterior estimulação da neocolagênese, aumentando gradualmente o volume e conferindo suporte estrutural ao parênquima glúteo no local da aplicação (9, 10).

O PLLA é utilizado para fins estéticos desde sua aprovação em 2004 para correções faciais, inicialmente em pacientes com lipoatrofia associada ao HIV (20). Devido ao seu perfil de segurança bem estabelecido, com o tempo passou a ser considerado seguro para administração no tecido subcutâneo da região glútea, local associado há um baixo risco de exposição a nervos e vasos sanguíneos de grande calibre, desde que injetado de forma superficial e adequada (11), ressaltando sua utilização como estratégia para promover a harmonização glútea.

METODOLOGIA

Os bancos de dados PubMed, ScienceDirect, Aesthetic Surgery Journal, Journal of the American Academy of Dermatology e Plastic and Reconstructive Surgery, foram pesquisados até outubro de 2024 para estudos que obtiveram harmonização glútea por meio do uso de ácido poli-L-láctico. Os resultados de interesse incluíram emprego de ácido poli-L-láctico com fins de estética glútea.

DISCUSSÃO

Ácido poli-L-láctico

Ensaio clínico randomizado é única evidência científica capaz de determinar causa para avaliação da acurácia, eficiência e segurança de abordagens terapêuticas. O autor Almukhtar conduziu um ensaio clínico randomizado duplo cego de centro único afim de investigar a segurança e eficácia do PLLA para o tratamento de celulites da região glútea. O tratamento resultou em melhora na aparência, grau de flacidez e morfologia, sendo que não houve reportes de eventos adversos graves ao longo do acompanhamento de 330 dias (12).

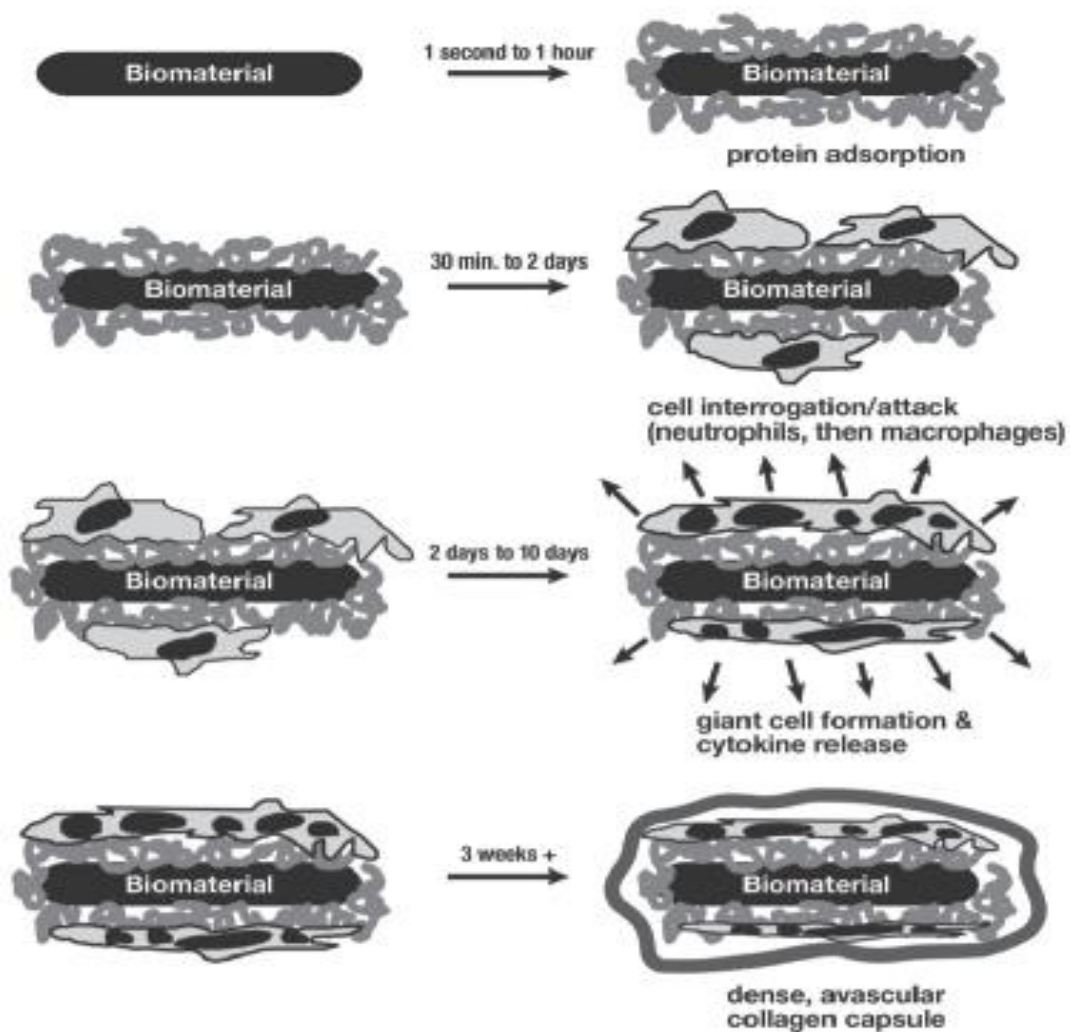
Nikolis também conduziu um ensaio clínico randomizado, mas dessa vez prospectivo e multicêntrico. Também não reportando eventos adversos graves ao longo do estudo. Melhorias objetivas estéticas foram persistentes após o tratamento em ambos os estudos (13).

As propriedades moleculares desempenham uma suma importância para desfechos favoráveis como este. Atributos físicos (formato, tamanho, área de superfície) e químicos (pH, carga, potencial hidrofílico/hidrofóbico) são cruciais para a atividade farmacodinâmica e farmacocinética (21).

Modelos murinos foram utilizados pelo pesquisador Gogolewski para entender o mecanismo de ação do PLLA. Um mês após a administração, foi observado engolfamento das partículas de PLLA por macrófagos mononucleares, mastócitos e linfócitos (Figura 1), mediadas pela citocina pró-inflamatória TNF- α concentradas ao redor da cápsula formada, indicando resposta inflamatória mediada por macrófagos M₁ (Figura 2). Com 6 semanas de exposição, a resposta inflamatória passa a ser mediada pela citocina TGF- β , indicando atividade de macrófagos M₂ (Figura 2). Os macrófagos M₂ desempenham um papel crucial

nas respostas anti-inflamatórias e de reparo na fase posterior da inflamação. A regulação positiva dos níveis de TGF- β estimula os fibroblastos a sintetizarem colágeno (9, 14).

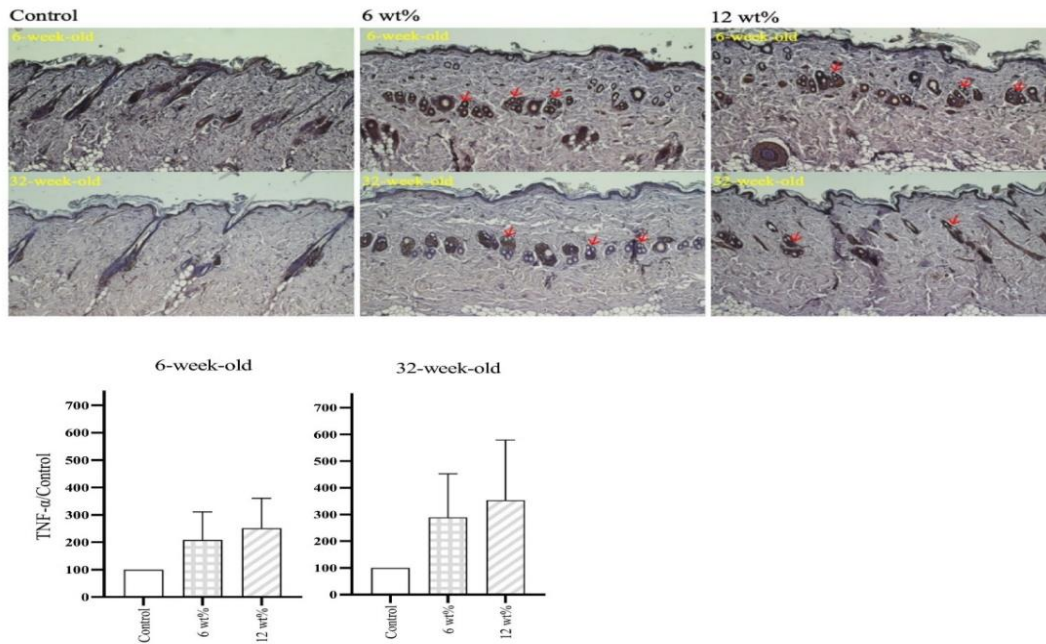
Aos 3 meses passa a ser observado evidente aumento na deposição de fibras colágeno e a resposta leucocitária local apresenta atividade reduzida. No decorrer dos 6 meses seguintes, a produção de colágeno continuou a aumentar paralelo à redução da atividade leucocitária local. A biodegradação do PLLA continuou durante todo esse período, com reduções de 6%, 32% e 58% em 1, 3 e 6 meses, respectivamente (14).



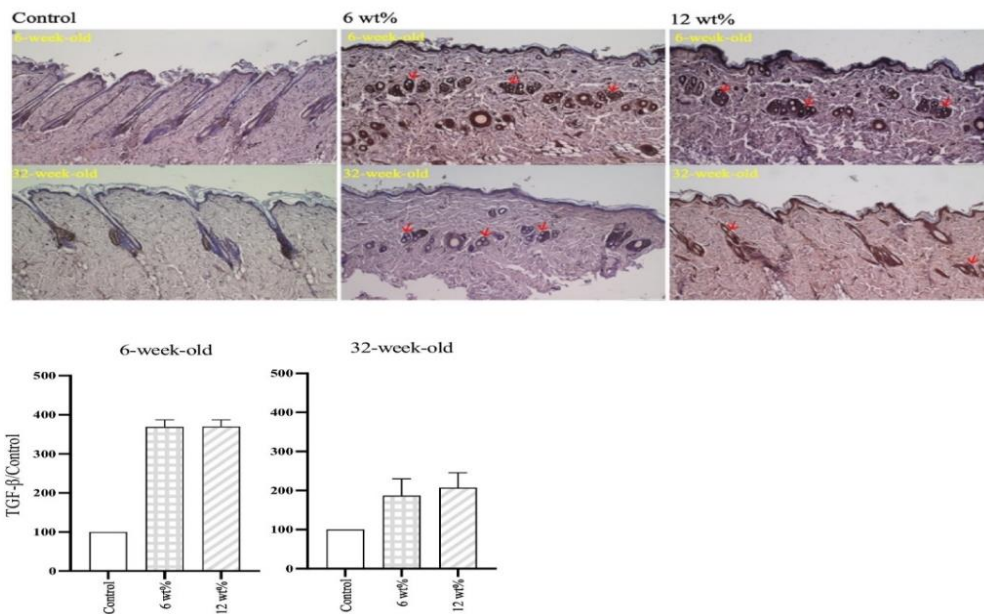
5771

Figura: Reação leucocitária sob biomateriais (RATNER; BRYANT, 2004).

(a) TNF- α



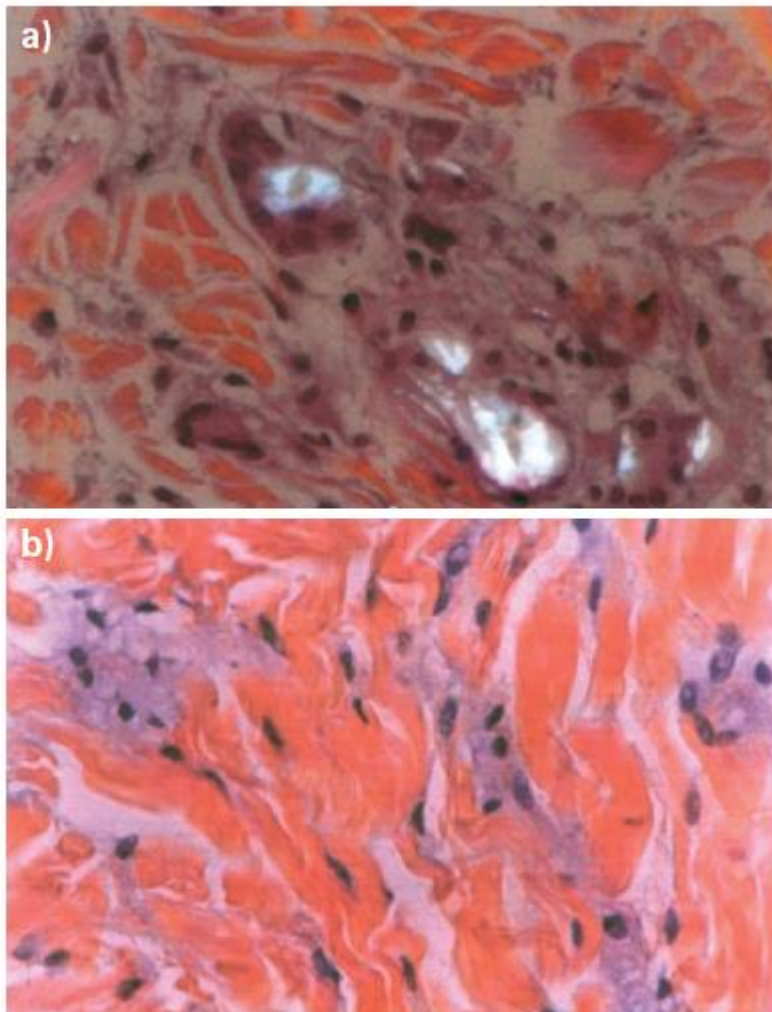
(b) TGF- β



5772

Figura 2: Análises semiquantitativas de (a) TNF- α e (b) TGF- β . (Ampliação: 200 \times). A intensidade da cor marrom indica a presença de TNF- α e TGF- β (CHUANG; et, al., 2023).

Esse desfecho é consistente com observações histológicas humanas evidenciando a ação e dissolução do PLLA ao longo do tempo, onde é observado aumento significativo dos níveis de colágeno tipo I em 6 meses com resposta inflamatória semelhante à observada no início da primeira aplicação, e crescimento gradual de colágeno tipo I de 8 a 24 meses decorrentes, paralelos à diminuição da atividade leucocitária local (Figura 3) (16, 17).



5773

Figura 3: Amostras de biópsia de pacientes tratados com ácido poli-L-láctico (PLLA)

demonstram uma resposta inflamatória decrescente, degradação de PLLA e acúmulo de colágeno ao longo do tempo. a) Exame histológico 12 meses após a injeção de PLLA, mostrando micropartículas de PLLA com agregação adjacente de macrófagos (coloração de hematoxilina-eosina; ampliação original de 400 x). b) Exame histológico 30 meses após a injeção de PLLA, mostrando ausência de micropartículas de partículas de PLLA e aumento de colágeno no parênquima tecidual (coloração de hematoxilina-eosina; ampliação original de 400 x) (VLEGGAR, 2005).

A nível macroscópico, o PLLA apresenta resultados positivos independentemente da idade e do número de sessões de tratamento, destacando melhorias na condição da pele, melhora do formato glúteo e prega infraglútea (Figura 4) (18).

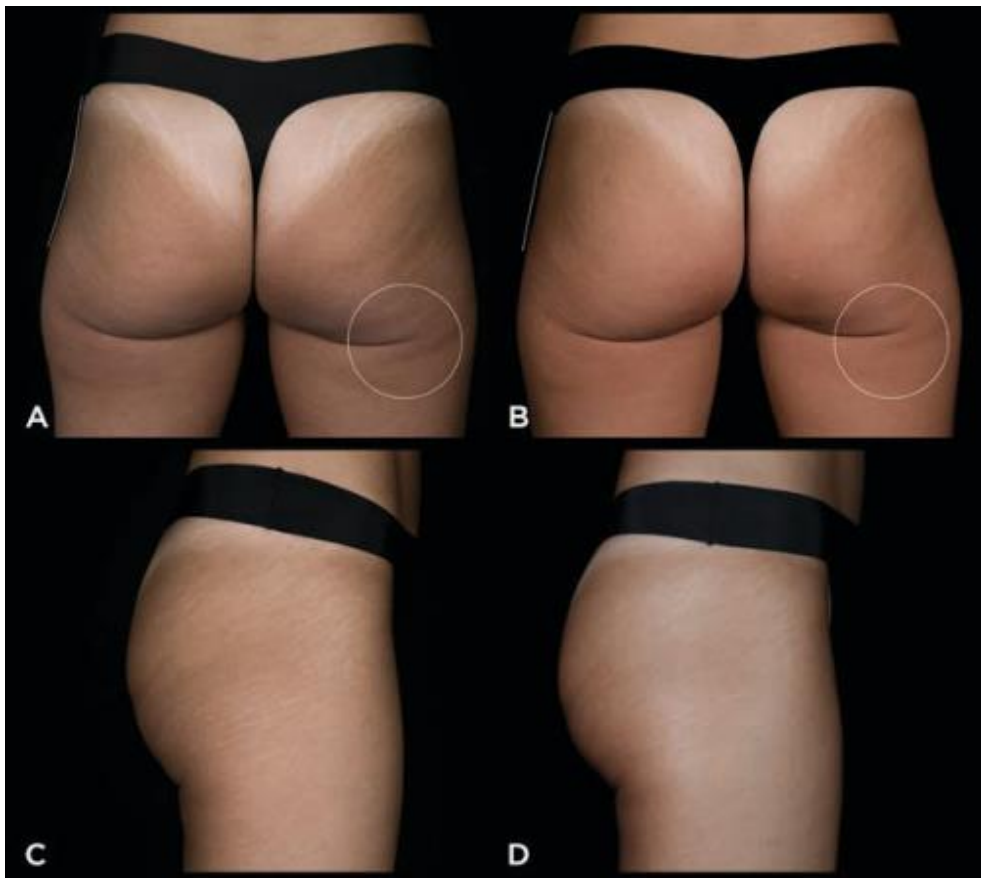


Figura 4: Região glútea antes (A, C) e três meses após a segunda sessão de administração de PLLA para melhorar o contorno glúteo e obter lifting (B, D). Intervalo de 30 dias entre as sessões (SARUBI, et. al., 2023).

5774

Hidroxiapatita de Cálcio

Outras substâncias injetáveis também são destacadas na estética para fins de harmonização glútea (23). A hidroxiapatita de cálcio (CaHA) é uma substância que atua como bioestimulador de colágeno, promovendo melhora da estrutura da pele e aumento do volume local (24). Seu mecanismo de ação é dividido em três etapas: Após injetado, as microesferas de CaHA são suspensas em um gel de carboximetilcelulose, que além de atuar como excipiente, atua como um material de suporte temporário, proporcionando efeito de preenchimento imediato, e será gradualmente absorvido pelo organismo. Nesse ponto, à medida que o gel transportador é absorvido, as microesferas de CaHA permanecem no tecido e começam a estimular uma resposta imune inata. A atividade leucocitária estimulada é inclinada para um perfil Th1, mediado pela citocina pró-inflamatória TNF- α , atraindo macrófagos para o local que auxiliarão na degradação do gel de carboximetilcelulose (25, 28).

As citocinas do perfil de resposta Th1 nesta região acabam desencadeando uma interação tecidual com as células que formam o parênquima glúteo. Fibroblastos são estimulados a realizar síntese de colágeno, e este colágeno recém-sintetizado interage com proteoglicanas que compõem a matriz extracelular, auxiliando na estabilização e organização da estrutura e matriz das células dessa região, além de desempenhar um papel de retenção líquida, aumentando a hidratação e elasticidade da pele (25).

Eventualmente, a atividade leucocitária neste local migra para um perfil anti-inflamatório, e as citocinas liberadas, especialmente o TGF- β , desempenham um papel essencial na remodelação tecidual progressiva. As microesferas de CaHA são cercadas por uma rede densa de colágeno novo, tendo como consequência um efeito sobre o volume glúteo e melhora estética da região (25).

O autor Teodoro conduziu um estudo clínico com um protocolo individualizado de tratamento estético chamado Buttocks Beautification 3D, utilizando hidroxapatita de cálcio (CaHA) para melhorar a aparência glútea em sete pacientes (26). A metodologia incluiu uma avaliação minuciosa para determinar a forma, flacidez e celulite, proporcionando uma abordagem personalizada na aplicação do produto. Os resultados indicaram alta satisfação entre os participantes, sugerindo que o protocolo pode ser uma alternativa eficaz para a estética glútea (Figura 5) (26).

5775



Figura 5: Resultados estéticos pré e 150 dias pós-tratamento com injeção de Hidroxilapatita de Cálcio (TEODORO et al., 2023).

Apesar da técnica apresentar resultados encorajadores, o tamanho da amostra pode ser facilmente enviesado pela falácia dos números pequenos, o que limita a generalização dos resultados e a validade estatística. A ausência do grupo controle também dificulta a comparação dos resultados e a avaliação da eficácia do tratamento em relação a não tratamento ou não inferioridade a outros métodos. E a metodologia de seleção dos pacientes pode possivelmente ter influência nos resultados, uma vez que aqueles que se voluntariaram podem ter expectativas mais altas ou serem mais propensos a relatar satisfação, uma vez que a satisfação dos pacientes foi medida por uma escala subjetiva de 10 pontos, podendo facilmente ser influenciada por expectativas pessoais, tornando difícil a comparação objetiva dos resultados.

Além disso o estudo não utilizou métodos objetivos, como ultrassonografia ou ressonância magnética, para avaliar as mudanças na estrutura do tecido, o que poderia fornecer dados mais robustos sobre a eficácia do tratamento, sendo, portanto, recomendado a realização de estudos maiores para confirmar a eficácia e segurança do protocolo.

Durairaj conduziu um estudo clínico prospectivo, aberto, iniciado pelo investigador e de centro único também utilizando CaHA. Vinte e quatro indivíduos concluíram o estudo, e nenhuma complicação séria foi relatada. A análise quantitativa realizada no último *follow-up* na semana 14 revelou uma redução média de 54,0% da celulite apresentada pelos participantes em relação ao estado no início do tratamento, onde 91,6% dos indivíduos classificaram sua aparência de glútea como "melhorada" ou mais volumosa (27). Mas ainda assim houve um número de amostras pequeno, somado à não presença de grupo controle.

5776

Ácido Hialurônico

Uma outra alternativa injetável utilizada na harmonização glútea é o ácido hialurônico (AH), uma substância biocompatível e biodegradável que interage com várias estruturas teciduais e células, promovendo volume e melhora estética (29, 30). Após a aplicação, o AH é distribuído na matriz extracelular do tecido subcutâneo. Inicialmente, ele atua como um material volumizador, formando uma rede tridimensional de gel que contribui para a sustentação e preenchimento da área tratada. Devido à sua elevada capacidade hidrofílica, o AH atrai e retém grandes quantidades de água na matriz extracelular, o que expande o volume do local tratado. A hidrodinâmica gerada pela sua capacidade de atrair água cria um efeito de sustentação e preenchimento (29, 30).

Além de atuar como volumizador imediato, o AH, como componente da matriz extracelular, interage com proteoglicanas e glicosaminoglicanos no tecido conjuntivo, estimulando receptores celulares como o CD44. Esse receptor atua como um mediador crucial de adesão celular, sinalização intracelular e regulação do citoesqueleto, desempenhando um papel fundamental nos processos de cicatrização e remodelamento tecidual em células mesenquimais e fibroblastos. A interação entre o AH e o CD44 desencadeia cascatas de sinalização que promovem a síntese de colágeno, particularmente dos tipos I e III, pelos fibroblastos. Como resultado, ocorre a deposição de novas fibras colágenas na matriz extracelular, o que aumenta a densidade e confere maior suporte e firmeza ao tecido ao longo do tempo (29, 30, 31).

O AH é gradualmente biodegradado pela enzima hialuronidase, e sua clivagem libera fragmentos de AH de baixo peso molecular. Esses fragmentos podem atuar como moléculas associadas ao dano (DAMPs), estimulando macrófagos residentes a iniciar uma resposta leucocitária local. A resposta imune desencadeada modula o microambiente tecidual, aumentando a concentração de TGF- β , essencial para a síntese de colágeno e remodelação tecidual, e de VEGF (fator de crescimento endotelial vascular), que promove a angiogênese e melhora a vascularização do tecido tratado (29, 30).

5777

Embora o ácido hialurônico proporcione um aumento de volume imediato logo após a aplicação, seus benefícios a longo prazo vão além do preenchimento inicial. O AH desempenha um papel ativo na estimulação da produção de colágeno e na melhoria da estrutura e integridade do tecido conjuntivo. No entanto, a presença da enzima biológica hialuronidase impacta significativamente a meia-vida da substância, tornando necessárias sessões repetidas para a manutenção dos resultados estéticos. A utilização de técnicas de *crosslinking* na formulação dos preenchedores de ácido hialurônico aumenta a durabilidade do produto, retardando sua degradação pelas hialuronidases e prolongando seus efeitos estéticos (29, 30, 31).

O autor Meyere conduziu um estudo prospectivo, aberto, não comparativo e multicêntrico afim de avaliar a eficácia do AH com um acompanhamento de 24 meses. A pesquisa foi realizada em múltiplos centros na Bélgica, Espanha e Suécia, envolvendo 61 participantes com idade mínima de 20 anos que buscavam aumento dos glúteos (32).

Após 6 meses, 80% dos participantes relataram que a aparência dos glúteos estava "melhorada" ou "muito melhorada", mas diminuiu ao longo do tempo, com 40% ainda

satisfeitos após 24 meses (Figura 6). Durante os 24 meses, não ocorreram eventos adversos inesperados ou graves relacionados ao tratamento (32).

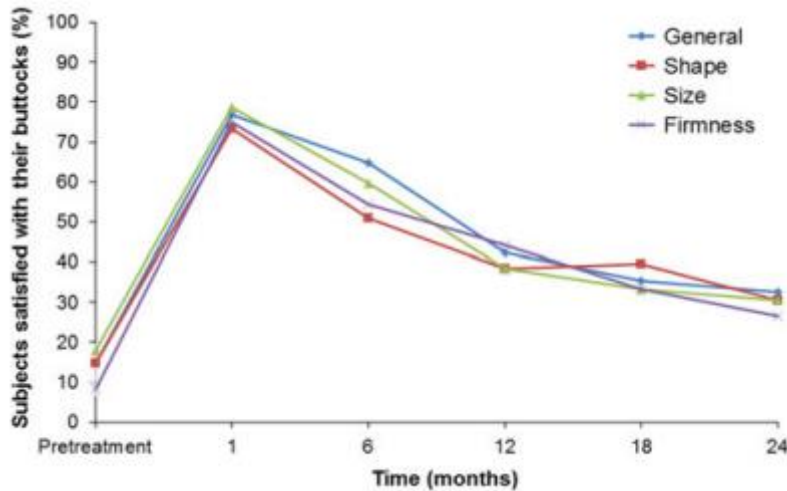


Figura 6: Satisfação dos participantes em relação à aparência glútea após tratamento ácido hialurônico (MEYERE et. al., 2013).

Os resultados obtidos por Meyere levantam questionamentos a respeito do investimento em relação ao efeito desejado. É destacado um efeito imediato encorajador, mas é um resultado que não mantém consistência (Figura 7). Os efeitos do AH são temporários, geralmente durando de 6 a 12 meses, enquanto o PLLA pode durar até 2 anos ou mais. Isso significa que o custo do tratamento com AH pode ser mais elevado a longo prazo devido à necessidade de retoques frequentes.

5778



Figura 7: Resultados estéticos do tratamento com ácido hialurônico (MEYERE et. al., 2013).

O estudo também apresenta alguns vieses e problemas metodológicos que devem ser considerados. Ao passo que não houve grupo controle, significa que não há comparação da eficácia e segurança do HA com outros métodos de harmonização glútea, e o estudo teve

uma taxa de perda de seguimento de 14,8% (9 dos 61 participantes), o que pode afetar a validade dos resultados a longo prazo, porque a falta de dados de acompanhamento pode levar a uma superestimação da eficácia. Embora o estudo tenha seguido os participantes por 24 meses, a degradação fácil degradação biológica pela hialuronidase ao longo do tempo pode afetar a durabilidade dos resultados, e a satisfação dos participantes diminuiu ao longo do tempo.

Aqui estabelecemos o PLLA como uma excelente alternativa à cirurgia invasiva e escolha entre os bioinjetáveis, porque além de custo-efetiva, os resultados dessa alternativa estética estão associados à segurança, satisfação e adesão de pacientes que seguem um protocolo de manutenção repetida.

CONCLUSÃO

Ao avaliar a utilidade clínica de materiais biocompatíveis, o PLLA fornece um exemplo relacionável porque exerce seus efeitos por meio da indução de uma resposta desejada do hospedeiro, que leva ao encapsulamento das micropartículas, fibroplasia, degradação do PLLA e síntese prolongada de colágeno, gerando novo volume e suporte estrutural de maneira gradual e progressiva. A natureza consistente das micropartículas de PLLA, juntamente com uma técnica de injeção otimizada, permite alcançar um efeito cosmético controlado e previsível. Apesar de inúmeros relatos favoráveis observados pelo uso desta opção estética na prática clínica, seria ideal uma revisão sistemática, meta-análise ou mesmo teste de não inferioridade em relação às opções de tratamento disponíveis, porque forneceria uma visão mais abrangente e rigorosa sobre essa substância, ajudando a informar decisões clínicas e batendo o martelo final que discorra sobre segurança, eficácia e acurácia.

5779

BIBLIOGRAFIA

1. CUENCA-GUERRA, Ramon; QUEZADA, Jorge. What makes buttocks beautiful? A review and classification of the determinants of gluteal beauty and the surgical techniques to achieve them. **Aesthetic plastic surgery**, v. 28, p. 340-347, 2004.
2. NTELI CHATZIOGLOU, Gkionoul et al. Physical attractiveness: analysis of buttocks patterns for planning body contouring treatment. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v. 41, p. 133-140, 2019.
3. CUENCA-GUERRA, Ramon; LUGO-BELTRAN, Ignacio. Beautiful buttocks: characteristics and surgical techniques. **Clinics in Plastic Surgery**, v. 33, n. 3, p. 321-332, 2006.

4. MENDIETA, Constantino G.; SOOD, A. Classification system for gluteal evaluation. **Clin in Plast Surg**, v. 45, n. 2, p. 159-177, 2018.
5. American Society Plastic Surgeons. 2020 national plastic surgery statistics; 2020. Disponível em: [Plastic Surgery Statistics | American Society of Plastic Surgeons](#)
6. MOFID, M. Mark et al. Report on mortality from gluteal fat grafting: recommendations from the ASERF task force. **Aesthetic Surgery Journal**, v. 37, n. 7, p. 796-806, 2017.
7. SINNO, Sammy et al. Determining the safety and efficacy of gluteal augmentation: a systematic review of outcomes and complications. **Plastic and Reconstructive Surgery**, v. 137, n. 4, p. 1151-1156, 2016.
8. STEIN, Philipp. **The biological basis for Sculptra®-induced augmentation**. 2014. Tese de Doutorado. department of Human Sciences, University of Osnabrück.
9. CHUANG, Feng-Ju et al. Enhanced skin neocollagenesis through the transdermal delivery of poly-L-lactic acid microparticles by using a needle-free supersonic atomizer. **Biomaterials Advances**, v. 154, p. 213619, 2023.
10. NOWAG, Bartosch et al. Biostimulating fillers and induction of inflammatory pathways: A preclinical investigation of macrophage response to calcium hydroxylapatite and poly-L lactic acid. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 23, n. 1, p. 99-106, 2024.
11. LORENC, Z. Paul; GREENE, Thomas; GOTTSCHALK, Ronald W. Injectable Poly-L-Lactic Acid: Understanding Its Use in the Current Era. **Journal of Drugs in Dermatology: JDD**, v. 15, n. 6, p. 759-762, 2016.
12. ALMUKHTAR, Rawaa M. et al. A randomized, single-center, double-blinded, split-body clinical trial of poly-L-lactic acid for the treatment of cellulite of the buttocks and thighs. **Dermatologic Surgery**, v. 49, n. 4, p. 378-382, 2023.
13. NIKOLIS, Andreas et al. A Prospective, Multicenter Trial on the Efficacy and Safety of Poly-L-Lactic Acid for the Treatment of Contour Deformities of the Buttock Regions. **Journal of Drugs in Dermatology: JDD**, v. 21, n. 3, p. 304-308, 2022.
14. GOGOLEWSKI, S. et al. Tissue response and in vivo degradation of selected polyhydroxyacids: polylactides (PLA), poly (3-hydroxybutyrate)(PHB), and poly (3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate)(PHB/VA). **Journal of biomedical materials research**, v. 27, n. 9, p. 1135-1148, 1993.
15. RATNER, Buddy D.; BRYANT, Stephanie J. Biomaterials: where we have been and where we are going. **Annu. Rev. Biomed. Eng.**, v. 6, n. 1, p. 41-75, 2004.
16. GOLDBERG, David et al. Single-arm study for the characterization of human tissue response to injectable poly-L-lactic acid. **Dermatologic Surgery**, v. 39, n. 6, p. 915-922, 2013.

17. VLEGGGAAR, Danny. Facial volumetric correction with injectable poly-L-lactic acid. **Dermatologic surgery**, v. 31, p. 1511-1518, 2005.
18. DURAIRAJ, Kalpna K. et al. Poly-L-lactic acid for gluteal augmentation found to be safe and effective in retrospective clinical review of 60 patients. **Dermatologic Surgery**, v. 46, p. S46-S53, 2020.
19. SARUBI, Juliana et al. Targeted and Individualized Gluteal Poly-L-Lactic Acid Injection for Optimal Aesthetic Results in the Gluteal Region. **The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology**, v. 16, n. 6, p. 30, 2023.
20. CHRISTEN, Marie-Odile. Collagen stimulators in body applications: a review focused on poly-L-lactic acid (PLLA). *Clin Cosmet Investig Dermatol*. 2022; 15: 997-1019.
21. LEMPERLE, Gottfried et al. ArteFill® permanent injectable for soft tissue augmentation: I. Mechanism of action and injection techniques. **Aesthetic plastic surgery**, v. 34, p. 264-272, 2010.
22. VLEGGGAAR, Danny; FITZGERALD, Rebecca; LORENC, Z. Paul. Composition and mechanism of action of poly-L-lactic acid in soft tissue augmentation. **Journal of Drugs in Dermatology: JDD**, v. 13, n. 4 Suppl, p. s29-31, 2014.
23. BARTSCH, Rolf et al. The Influence of Different Treatment Combinations on Skin Laxity and Dimpling. **Journal of Drugs in Dermatology: JDD**, v. 19, n. 11, p. 1030-1038, 2020.
24. GOLDIE, Kate et al. Global consensus guidelines for the injection of diluted and hyperdiluted calcium hydroxylapatite for skin tightening. **Dermatologic Surgery**, v. 44, p. S32-S41, 2018.
25. VAN LOGHEM, Jani. Calcium Hydroxylapatite in Regenerative Aesthetics: Mechanistic Insights and Mode of Action. **Aesthetic Surgery Journal**, p. sjae196, 2024.
26. TEODORO, Matheus dos Santos et al. Buttocks beautification 3D with calcium hydroxylapatite (Radiesse™): an individualized approach to diagnosing and treating contour, sagging, and cellulite of the buttocks in seven cases. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology**, p. 3039-3051, 2023.
27. DURAIRAJ, Kay et al. Safety and Efficacy of Diluted Calcium Hydroxylapatite for the Treatment of Cellulite Dimpling on the Buttocks: Results from an Open-Label, Investigator-Initiated, Single-Center, Prospective Clinical Study. **Aesthetic Plastic Surgery**, v. 48, n. 9, p. 1797-1806, 2024.
28. PIETRZAK, William S. Correlation of the Clinical and In Vitro Degradation Characteristics of a Poly (l-Lactic Acid): Poly (Glycolic Acid) Copolymer by Mini Meta-analysis. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 26, n. 1, p. 281-284, 2015.
29. WALKER, Kendra et al. Hyaluronic acid. In: **StatPearls [Internet]**. StatPearls Publishing, 2023.

30. GUPTA, R. C. et al. Hyaluronic acid: Molecular mechanisms and therapeutic trajectory. **Front Vet Sci.** 2019; 6: 192. 2019.
31. FAGIEN, Steven; CASSUTO, Daniel. Reconstituted injectable hyaluronic acid: expanded applications in facial aesthetics and additional thoughts on the mechanism of action in cosmetic medicine. **Plastic and reconstructive surgery**, v. 130, n. 1, p. 208-217, 2012.
32. DE MEYERE, Bruno et al. Stabilized hyaluronic acid gel for volume restoration and contouring of the buttocks: 24-month efficacy and safety. **Aesthetic plastic surgery**, v. 38, p. 404-412, 2014.