Artículo original

Caracterización biomecánica y cinética de degradación de coágulos de fibrina rica en plaquetas

Biomechanical characterization and degradation kinetics of platelet-rich fibrin clots

Yoel Michel Reina Rodríguez[1]* https://orcid.org/0009-0009-9157-1709

Lidyce Quesada Leiva[2] https://orcid.org/0000-0001-8919-7054

Silvia María Díaz Gómez[3] https://orcid.org/0000-0002-6314-3434

Ever Quintana Verdecia[4] https://orcid.org/0000-0003-1305-1643

Idalmis Osmara Reytor González[5] https://orcid.org/0000-0002-3170-7928

Lisneydi Alfonso Gómez[6] https://orcid.org/0000-0002-4095-2116

[1]Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Facultad de Estomatología, Camagüey, Cuba.

[2]Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Centro de Inmunología y Productos Biológicos, Camagüey, Cuba.

[3]Clínica Estomatológica Docente Municipal "Ismael Clark y Mascaró", Servicio de Prótesis Estomatológica, Camagüey, Cuba.

[4]Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Centro de Inmunología y Productos Biológicos, Camagüey, Cuba.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

[5] Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Facultad de Estomatología, Camagüey, Cuba.

[6]Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, Facultad de Medicina, Camagüey, Cuba.

*Autor para la correspondencia: yoelreina421@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La fibrina rica en plaquetas es un biomaterial de amplio empleo en estomatología regenerativa por su capacidad de aportar factores de crecimiento y proporcionar un andamio para la reparación tisular. La calidad del coágulo de fibrina, determinada por sus propiedades biomecánicas y su cinética de degradación, es un factor crítico para su éxito clínico.

Objetivo: Caracterizar los coágulos de fibrina obtenidos mediante un protocolo de centrifugación específico.

Método: Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal con componente experimental in vitro, en el Centro de Inmunología y Productos biológicos de la Universidad de Ciencias Médica de Camagüey. Se obtuvieron 10 mL de sangre total sin anticoagulante de 20 donantes. Las muestras se centrifugaron a 2700 rpm durante 12 minutos. Se evaluó el porcentaje de deformación a la falla, la pérdida de masa a la 1ra y 3ra hora, y la degradación adicional entre ambas horas.

Resultados: La deformidad a la falla promedio fue de 39.9 %. La pérdida de masa a la primera hora fue de 77.3 %, con pérdida adicional del 5.8 % entre la 1ra y 3ra hora. La evaluación microscópica reveló una red de fibrina homogénea y laxa.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

Conclusiones: El protocolo de extracción produce coágulos con una cinética de degradación bifásica consistente en liberación de exudado seroso y mantenimiento del andamiaje. La alta variabilidad interindividual sugiere que sus propiedades pueden estar influenciadas por factores del paciente. Estos resultados son comparables con hallazgos recientes en la literatura.

Palabras clave: Fibrina rica en plaquetas; biomecánica; degradación.

ABSTRACT

Introduction: Platelet-rich fibrin is a biomaterial widely used in regenerative stomatology due to its ability to release growth factors and provide a scaffold for tissue repair. The quality of the fibrin clot determined by its biomechanical properties and degradation kinetics is a critical factor for clinical success.

Objective: To characterize fibrin clots obtained using a specific centrifugation protocol.

Method: An observational, descriptive, cross-sectional study with an *in vitro* experimental component was conducted at the Center for Immunology and Biological Products of the University of Medical Sciences of Camagüey. Ten milliliters of whole blood without anticoagulant were obtained from 20 donors. Samples were centrifuged at 2700 rpm for 12 minutes. The percentage of deformation at failure, mass loss at the 1st and 3rd hours, and additional degradation between these time points were evaluated.

Results: The average deformation at failure was 39.9%. Mass loss at the first hour was 77.3%, with an additional loss of 5.8% between the 1st and 3rd hours. Microscopic evaluation revealed a homogeneous and loose fibrin network.

Conclusions: The extraction protocol produces clots with biphasic degradation kinetics, consisting of the release of serous exudate and the maintenance of the scaffold. High inter-individual variability suggests that the properties may be influenced by patient-related factors. These results are comparable to recent findings in the literature.

Keywords: Platelet-rich fibrin; biomechanics; degradation.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

Recibido: 17/0/2026

Aprobado: 21/09/2026

Introducción

Los concentrados plaquetarios constituyen una herramienta fundamental en la estomatología regenerativa. La fibrina rica en plaquetas (FRP), un concentrado de segunda generación, preparado sin anticoagulantes y mediante una única centrifugación, destaca por su arquitectura tridimensional. Actúa como andamio natural y facilita la migración, la proliferación, la diferenciación celular y la liberación sostenida de factores de crecimiento. [1, 2]

A diferencia de los concentrados de primera generación, la FRP presenta la característica de polimerizar de forma lenta y progresiva durante la centrifugación, lo que da lugar a una red de fibrina organizada tridimensionalmente, en la que las plaquetas quedan atrapadas internamente de forma masiva. La matriz delgada y flexible que se forma permite la migración de células y citocinas. [3]

Su efectividad clínica depende de forma crítica de la calidad del coágulo, que varía entre individuos debido a factores como la composición del fibrinógeno, los niveles de calcio y de trombina, y las condiciones de centrifugación. [2, 4] Sus propiedades biomecánicas, como capacidad de deformación a la falla y rigidez, condicionan el manejo quirúrgico y la integración en el defecto tisular a tratar. [5]

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

Aunque se han descrito múltiples protocolos para obtener FRP, no existe consenso sobre un método óptimo. La propuesta de 2700 rpm (revoluciones por minuto) × 12 minutos, se mantiene como uno de los más adoptados en la práctica clínica. [6] Estudios recientes han demostrado que modificaciones en la velocidad, el ángulo de centrifugación y el material del recipiente donde se prepara, afectan las propiedades mecánicas y la composición celular del coágulo. [7, 8, 9]

No obstante, la variabilidad interindividual en la deformación a la falla y su relación con la degradación siguen estando insuficientemente exploradas. El presente estudio caracteriza los coágulos de FRP obtenidos mediante un protocolo específico, a partir del registro de su deformación hasta la falla, del tiempo de degradación y de su estructura microscópica. La hipótesis plantea que este protocolo produce coágulos con propiedades biomecánicas consistentes y comparables a las reportadas en la literatura.

Métodos

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y de corte transversal, con un componente experimental in vitro, en el Centro de Inmunología y Productos Biológicos de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey, durante el período de marzo-abril de 2026. Se incluyeron 20 donantes adultos sanos (12 mujeres, 8 hombres; edad media: 34 ± 8 años; rango: 22-51 años).

Los donantes fueron seleccionados de forma consecutiva entre los voluntarios que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Este muestreo consecutivo de voluntarios resultó adecuado para este tipo de estudio debido a su disponibilidad y a los recursos limitados.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

Los criterios de inclusión fueron: edad ≥ 18 años, ausencia de comorbilidad descompensada, ausencia de consumo de antiagregantes plaquetarios o anticoagulantes en los 14 días previos, y ausencia de tabaquismo activo. Los criterios de exclusión fueron: embarazo o lactancia, afección hematológica, infección activa o proceso inflamatorio sistémico.

Todos los participantes firmaron el consentimiento informado por escrito. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Facultad de Estomatología de la Universidad de Ciencias Médicas de Camagüey y se realizó conforme a los principios de la Declaración de Helsinki. [10]

Obtención del coágulo de FRP

Se extrajeron 10 mL de sangre total sin anticoagulante (1 tubo por donante) por punción venosa antecubital con aguja de calibre 21 G. La sangre se depositó en tubos de vidrio sin aditivos (Vactuainer® BD) y se centrifugó de forma inmediata, transcurridos dos minutos luego de la punción, a 2700 rpm durante 12 minutos a temperatura ambiente, se utilizó una centrífuga Remi 4C (Remi, India).

Los parámetros empleados correspondieron a una fuerza centrífuga relativa (RCF) de 400 g en el punto medio del coágulo y de 700 g en el radio máximo. El rotor se consiguió con un radio de 50 mm en el punto de formación del coágulo y una angulación fija de 33°. La centrifugación se realizó con una desaceleración suave (freno desactivado o en modo de frenado suave). Se obtuvo un tubo por donante, se siguió el protocolo para FRP leucocitaria descrito por Herrera. [11]

Una vez transcurrida la centrifugación, el coágulo de fibrina se separó de la capa eritrocitaria mediante pinzas de disección estériles. La membrana de fibrina se extrajo en condiciones asépticas y se colocó sobre una superficie estéril para su evaluación.

Evaluación macroscópica

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

Deformación a la falla: Se calculó como el porcentaje de elongación del coágulo antes de la fragmentación. Se midieron la longitud inicial (Li) y la longitud máxima alcanzada antes de la rotura (Lf) con un calibrador digital (precisión de 0,01 mm). Su porcentaje se determinó mediante la fórmula: % E = [(Lf - Li) / Li] × 100. Los umbrales operativos establecidos fueron los siguientes: baja (<20 %), moderada (20-50 %) y alta (>50 %).

Pérdida de masa: Se determinó el porcentaje de pérdida de masa a la primera y a la tercera hora postextracción mediante una balanza analítica (precisión de 0,1 mg). El coágulo se colocó en una placa de Petri estéril a temperatura ambiente (25 ± 2 °C) y humedad relativa controlada (50 ± 5 %). El porcentaje de pérdida se calculó con la fórmula: % Pérdida = [(Pi - Pf) / Pi] × 100. Se consideró rápida (>85 % de pérdida a las 3 horas), moderada (80-85 %) y lenta (<80 %).

Degradación adicional: se calculó como la diferencia entre la pérdida de masa a la tercera hora y la de la primera hora.

Evaluación microscópica

La evaluación microscópica se realizó en las primeras 10 muestras consecutivas (1-10) debido a criterios de factibilidad técnica y al carácter exploratorio del análisis histológico. Se seleccionaron fragmentos de la porción central de los coágulos para evaluar la arquitectura de la red fibrilar. Esta selección cubrió el rango de los parámetros observados en su totalidad, por lo que se consideró representativa y suficiente para describir la arquitectura general de la red fibrilar.

Se fijaron en formol tamponado al 10 % durante 24 horas, se deshidrataron en series graduales de etanol, se aclararon en xilol y se incluyeron en parafina. Se obtuvieron cortes de 5 µm que se tiñeron con hematoxilina-eosina. La observación se realizó en un

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

microscopio óptico Olympus BX41 con un aumento de 40×. Se evaluaron la disposición de la red de fibrina, la homogeneidad y la presencia de elementos celulares.

Análisis estadístico

Los datos se expresaron como media ± desviación estándar, rango y coeficiente de variación. La normalidad de las variables se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La correlación entre la deformación a la falla y la degradación adicional se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$. El procesamiento estadístico se realizó con el software SPSS versión 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EE.UU.).

Resultados

Los resultados se presentan en tres ejes principales: el análisis descriptivo de los parámetros biomecánicos, las correlaciones y la evaluación microscópica.

Previo a cualquier análisis estadístico inferencial, la normalidad de las variables cuantitativas se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, apropiada para tamaños muestrales pequeños (n=20). Se calculó el estadístico W, cuyo valor oscila entre 0 y 1 y que, bajo la hipótesis nula de normalidad, tiende a valores cercanos a 1.

La decisión estadística se basó en el valor de p asociado a W; se consideró un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Se asumió la normalidad cuando $p>0,05$, con los siguientes resultados: Deformación a la falla ($p=0,096$), pérdida de masa a una hora ($p=0,412$) y pérdida de masa a tres horas ($p=0,217$). No obstante, la variable degradación adicional mostró una desviación significativa de la normalidad ($p=0,048$).

Parámetros biomecánicos

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

La Tabla 1 resume los parámetros biomecánicos de los 20 coágulos evaluados.

Tabla 1. Parámetros biomecánicos de los coágulos de fibrina ricos en plaquetas

Parámetro (%)	Media ± DE	Mínimo	Máximo	CV (%)
Deformación a la falla	39,9 ± 17,8	19,2	85,7	44,6
Pérdida de Masa 1h	77,3 ± 5,8	66,7	88,1	7,5
Pérdida de Masa 3h	83,1 ± 4,7	73,3	91,5	5,7
Degradación Adicional 1-3h	5,9 ± 2,1	1,5	12,1	35,4

(n=20)

DE: desviación estándar

CV: coeficiente de variación

La deformación promedio a la falla fue de 39,9 %, con un rango de 19,2 % a 85,7 % y una alta variabilidad. El 65 % de las muestras (13/20) presentaron valores de esta variable entre 20 y 50 %. Seis muestras mostraron una alta capacidad de deformación, mientras que una presentó una baja.

La pérdida de masa fue más pronunciada durante la primera hora (77,3 %) y se estabilizó entre la primera y la tercera hora, con una pérdida adicional del 5,8 % en la tercera hora. El coeficiente de variación de la degradación adicional fue del 41,4 %, lo que indica una variabilidad moderada en la cinética de degradación entre los individuos.

Correlación entre deformación a la falla y degradación

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

No se encontró correlación significativa entre la deformación a la falla y la degradación adicional (r = 0,18; p = 0,44; Spearman), ni entre la deformación a la falla y la pérdida de masa a la primera hora (r = -0,12; p = 0,61).

Evaluación microscópica

La evaluación microscópica reveló en las muestras analizadas un material fibrilar eosinofílico dispuesto de manera laxa, con una red homogénea y presencia de espacios vacíos atribuibles a artefactos del procesamiento con parafina (Figura 1). No se observaron plaquetas individuales dado que su tamaño las hace indistinguibles de la matriz fibrilar. La arquitectura observada es característica de una red de fibrina con alta porosidad, compatible con la infiltración celular y la angiogénesis.

Sin embargo, se apreciaron ocasionales agregados granular-basófilos sugestivos de degranulación plaquetaria. Estas características observadas pueden atribuirse a la zona del coágulo seleccionada para el corte, al procesamiento con parafina.

Fig. 1. Microfotografía óptica de un coágulo de fibrina rica en plaquetas (tinción hematoxilina-eosina, 40x). Se observa una red de fibrina laxa y homogénea, con haces de

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

fibrina eosinofílicos entrecruzados, agregados granular-basófilos sugestivos de degranulación plaquetaria y espacios vacíos intersticiales.

Discusión

El presente estudio demuestra que el protocolo de centrifugación genera coágulos de FRP con una cinética de degradación bifásica consistente. Una pérdida masiva inicial (77,3 % en la primera hora), atribuible a la retracción del coágulo y a la liberación de exudado seroso, seguida de una estabilización estructural con una pérdida adicional mínima.

Desde la perspectiva de los investigadores, esta fase explosiva inicial es fundamental para el reclutamiento de células progenitoras. De esta manera, es posible modular la respuesta inflamatoria en el lecho quirúrgico a tratar mediante la creación de un microambiente propicio para la regeneración tisular. Por ello, se recomienda la aplicación inmediata o dentro de la primera hora tras la preparación del biomaterial para aprovechar al máximo estas propiedades.

Este patrón concuerda con los hallazgos de Yu et al. [12] quienes reportaron estabilidad mecánica en FRP leucocitaria obtenida a 2700 rpm frente a protocolos de menor velocidad. La estabilización posterior sugiere que la matriz de fibrina mantiene su integridad y actúa como andamiaje durante la regeneración.

Este comportamiento bifásico confiere al biomaterial una ventaja estratégica: tras la liberación inicial de los mediadores bioactivos, el andamiaje de fibrina conserva su integridad estructural durante el tiempo suficiente para guiar la migración y la

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

proliferación celulares. En el contexto estomatológico, este aspecto es crucial, ya que favorece la formación de un coágulo organizado que precede a la neoformación ósea.

El hallazgo más relevante radica en la elevada variabilidad interindividual de la deformación a la falla (CV del 44,6 %). Esta variabilidad puede explicarse por diferencias en la concentración de fibrinógeno, en la actividad de la trombina o por polimorfismos genéticos en las cadenas del fibrinógeno. [13]

Factores sistémicos, como la edad, el estado inflamatorio basal o el metabolismo del calcio, también podrían modular la calidad de la fibrina. [13] Este resultado subraya la necesidad de caracterizar cada coágulo antes de su uso clínico, especialmente en defectos de alta exigencia mecánica; además, sugiere que la respuesta regenerativa no dependerá solo del protocolo de centrifugación, sino también de factores intrínsecos del paciente, como su perfil fibrinogénico o su estado metabólico.

La ausencia de correlación entre la deformación a la falla y la degradación de forma, respectivamente, indica que son propiedades independientes, determinadas por distintos atributos estructurales. La primera depende de la densidad de entrecruzamiento y de la topología de la red, mientras que la degradación está más influida por la susceptibilidad a la plasmina y por la arquitectura fibrilar. [9, 13]

Esta disociación tiene implicaciones prácticas, ya que permite optimizar cada propiedad de forma selectiva mediante modificaciones del protocolo o mediante agentes de entrecruzamiento. Wang et al. [14] demostraron en un estudio reciente que el tratamiento con ácido tánico (10 mg/mL, 5 min) produce fibras más delgadas y densamente empaquetadas, con reducción de la porosidad y mejora de las propiedades mecánicas.

La literatura revisada describe el coágulo de FRP como de color blanco nacarado y de consistencia firme y flexible. Kardos et al., [15] declaran que se pueden distinguir en este

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

biomaterial dos partes principales, una porción amarilla, que constituye el cuerpo principal, y una porción roja localizada en el extremo final. Entre estas dos zonas se forma una capa de color blanquecino, llamada capa leucocitaria.

La arquitectura laxa y homogénea observada en la microscopía coincide con la descripción clásica de la FRP leucocitaria. Esta morfología, con alta porosidad, favorece la infiltración celular y la angiogénesis, procesos clave en la regeneración. [5, 16] Los espacios vacíos atribuibles a artefactos de procesamiento no deben confundirse con la porosidad real de la red.

En la presente investigación con los lentes utilizados, se observaron elementos celulares como agregados, diversos estudios señalados por Jia et al. [16] comunican la presencia de altas concentraciones de plaquetas y varias células sanguíneas con estructuras reticulares rosadas entrecruzadas. Vargas et al. [17], en su estudio, describen, desde una perspectiva histológica, la presencia de una densa red de fibrina acompañada de plaquetas, leucocitos, tejido de neoformación y escasos restos de eritrocitos.

El balance con la literatura actual revela que la variabilidad interindividual reportada en este estudio es consistente con las observaciones de Al Maawi et al. [18] quienes documentaron diferencias significativas en la respuesta celular a matrices de FRP de distintos donantes. Además, investigaciones recientes han explorado nuevas formulaciones, como la fibrina rica en plaquetas con albúmina y la fibrina rica en plaquetas horizontal, para mejorar la estabilidad de estos biomateriales. [19, 20, 21]

La principal limitación de este estudio radica en su muestra reducida. Esto restringió la potencia estadística, por lo que la ausencia de correlación entre la deformación a la falla y la degradación no debe interpretarse como evidencia definitiva de independencia

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

entre ambas propiedades. Al tratarse de un estudio unicéntrico sin correlación con resultados clínicos, los hallazgos deben considerarse preliminares.

En conjunto, los datos de la investigación posicionan a la FRP obtenida con este protocolo específico como un biomaterial adecuado para la regeneración tisular, siempre que se realice una evaluación individualizada. Las estrategias de modificación química o física podrían reducir la variabilidad y ampliar su espectro de aplicaciones clínicas.

Por todo lo anterior, se puede concluir que los coágulos de FRP generados con el protocolo específico manifiestan una cinética de degradación con alta variabilidad, caracterizada por una liberación inicial masiva de exudado seroso, seguida de la estabilización del andamiaje. La ausencia de correlación entre la deformación a la falla y la degradación sugiere que se trata de propiedades independientes, moduladas por distintos atributos estructurales de la red de fibrina. La arquitectura laxa y homogénea observada es favorable para la infiltración celular y la angiogénesis, lo que respalda su aplicación en la regeneración tisular.

Referencias bibliográficas

1. Krings Arratia J, Salgado Chavarría F, Alonso Moctezuma A, Esquivel Chirino C. Conceptos actuales de los concentrados plaquetarios y su aplicación en la preservación alveolar ósea postextracción. Rev Mex Cir Bucal Maxilofac [Internet]. 2025 Ene-Abr [citado 10 Abr 2026]; 21(1): [aprox. 13 p.]. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/cirugiabucal/cb-2025/cb251d.pdf

2. León K, Ali Pérez NA, Rodríguez Vargas D, Vaillant Beltrán I. Concentrado plaquetario para terapia celular afín al método de obtención. MEDISAN [Internet]. 2026 [citado 30

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

Abr 2026]; 30: [aprox. 7 p.]. Disponible en: https://medisan.sld.cu/index.php/san/article/view/5542/3910

3. Simões-Pedro M, Tróia PM, dos Santos NBM, Completo AMG, Castilho RM, Oliveira Fernandes GV. Tensile Strength Essay Comparing Three Different Platelet-Rich Fibrin Membranes (L-PRF, A-PRF, and A-PRF+): A Mechanical and Structural In Vitro Evaluation. Polymers [Internet]. 2022 [citado 30 Abr 2026]; 14(7): [aprox. 11 p.]. Disponible en: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/7/1392/pdf

4. Weisel J, Litvinov R. Fibrin formation, structure and properties. Sub-cellular biochemistry [Internet]. 2017 [citado 10 Abr 2026]; 82: [aprox. 9 p.]. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-49674-0_13

5. Neal TW, Sullivan SR, Cannon S, Spresser W, Schlieve T. Platelet rich fibrin: a literature review of applications in oral and maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Anesth. [Internet]. 2024 [citado 10 Abr 2023]; 3(6): [aprox. 10 p.]. Disponible en: https://joma.amegroups.org/article/view/6439/pdf

6. Miron RJ, Chai J, Fujioka Kobayashi M, Sculean A, Zhang Y. Evaluation of 24 protocols for the production of platelet-rich fibrin. BMC Oral Health [Internet]. 2020 [citado 5 Abr 2026]; 20(310): [aprox. 12 p.]. Disponible en: https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-020-01299-w

7. Egierska D, Perszke M, Mazur M, Duś-Ilnicka I. Platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in oral surgery: a narrative review. Dent Med Probl. [Internet]. 2023 [citado 5 Abr 2026];60(1): [aprox. 9 p.]. Disponible en: https://iris.uniroma1.it/handle/11573/1677535

8. Pavlovic V, Ciric M, Jovanovic V, Trandafilovic M, Stojanovic P. Platelet-rich fibrin: Basics of biological actions and protocol modifications. Open Medicine [Internet].

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

2021 [citado 2 May 2026]; 16(1): [aprox. 11 p.]. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33778163/

9. Belludi SA, Pradhan N, Shetty B, Chatterje, A, Banthia R, Eshwar S. Comparative evaluation of mechanical properties of leukocyte rich platelet rich fibrin, advanced-platelet rich fibrin, titanium-platelet rich fibrin, selphyl platelet rich fibrin matrix and merisis platelet rich fibrin matrix. Biomaterial investigations in dentistry [Internet]. 2025 [citado 2 May 2026]; 12: [aprox. 7 p.]. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12661581/pdf/BIiD-12-44890.pdf

10. World Medical Association. Declaración de Helsinki: Principios éticos para las investigaciones médicas en participantes humanos. 75ª Asamblea General de la AMM, Helsinki, Finlandia; octubre 2024. Ferney-Voltaire: WMA; 2024. Disponible en: https://www.wma.net/policies-post

11. Herrera Vizcaino C. Systematic review of platelet-rich fibrin (PRF) centrifugation protocols in oral and maxillofacial surgery and the introduction of AR2T3: an easy to remember acronym to correctly report vertical and horizontal PRF centrifugation. Front Oral Maxillofac Med [Internet]. 2023 [citado 2 May 2026]; 5(10): [aprox. 10 p.]. Disponible en: https://fomm.amegroups.org/article/view/58304/html

12. Yu J, Castro Sarda A, Peredo N, Aktan MK, Van Meerbeek B, & Quirynen M. Stored L-PRF membranes: safety, morphology, tensile properties, and cell viability-an in vitro pilot study. Scientific reports [Internet]. 2026 [citado 3 Jul 2026]; 16(1) 25333: [aprox. 10 p.]. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41323562/

13. Wolberg AS. Fibrinogen and fibrin: synthesis, structure, and function in health and disease. J Thromb Haemost [Internet]. 2023 [citado 2 May 2026]; 21: [aprox. 8 p.]. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1538783623006426

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

14. Wang Y, Yu S, Yang, W, Lin L, Zhang X, Wei Y, Zhang Y, & Sun H. Tannic acid modified horizontal platelet-rich fibrin membrane with improved mechanical and biological properties for tissue regeneration. Sci Rep [Internet]. 2025 [citado 2 May 2026]; 15 [aprox. 10 p.]. Disponible en: https://www.nature.com/articles/s41598-025-22012-3.pdf

15. Kardos D, Hornyá I, Simon M, Hinsenkamp A, Marschall B, Várdai R. Biological and Mechanical Properties of Platelet-Rich Fibrin Membranes after Thermal Manipulation and Preparation in a Single-Syringe Closed System. International journal of molecular sciences [Internet]. 2018 [citado 2 May 2026]; 19(11): [aprox. 6 p.]. Disponible en: https://www.mdpi.com/1422-0067/19/11/3433

16. Jia K, You J, Zhu Y, Li M, Chen S, Ren S, et al . Platelet-rich fibrin as an autologous biomaterial for bone regeneration: mechanisms, applications, optimization. Front. Bioeng. Biotechnol [Internet]. 2024 [citado 2 May 2026], 12: [aprox. 7 p.]. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2024.1286035/full

17. Vargas Gálvez CR, López Arbolay O, Ortiz Machín MM, Diego de la Campa JL, Gómez Cardellá MM, León Hernández I, et al. Fibrina rica en plaquetas y leucocitos en abordajes endonasales endoscópicos. Rev cuban med mil [Internet]. 2024 [citado 27 May 2026]; 53(1): [aprox. 6 p.]. Disponible en: https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/14264/2404

18. Al Maawi S, Dohle E, Lim J, Weigl P, Teoh S H, Sader R, Ghanaati S. Biologization of Pcl-Mesh using platelet rich fibrin (Prf) enhaces its regenerative potential in vitro. Int. J Mol. Sci [Internet]. 2021 [citado 27 May 2026]; 22: [aprox.6 p.]. Disponible en: https://www.mdpi.com/1422-0067/22/4/2159

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

19. Li H, Xia T, Zeng H, Qiu Y, Wei Y, Cheng Y, et al. Liquid platelet-rich fibrin produced via horizontal centrifugation decreases the inflammatory response and promotes chondrocyte regeneration in vitro. Front. Bioeng. Biotechnol [Internet]. 2023 [citado 27 May 2026];11: [aprox. 5 p.]. Disponible en: https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2023.1301430/full

20. Shokry, M.M.E.M., Melek, L.N.F. & Amer, T.A. Three-dimensional volumetric analysis of bone regeneration following jaw cyst enucleation with and without an autologous albumin gel-platelet-rich fibrin mixture (Alb-PRF): a randomized controlled clinical trial. BMC Oral Health [Internet]. 2025 [citado 27 May 2026]; 25, 693: [aprox. 12 p.]. Disponible en: https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s12903-025-06027-w.pdf

21. Manjunatha VA, Damera TK, Kumar T K A, Chandini VS, Popat T, Vala D. Novel Albumin Gel-platelet-rich fibrin mixture (Alb-PRF); where do we stand? Int J Clin Biochem Res [Internet]. 2021[citado 27 May 2026] ;8(4): [aprox. 6 p.]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/357859475_Novel_Albumin_Gel-platelet-rich_fibrin_mixture_Alb-PRF_where_do_we_stand

Disponibilidad de datos

Datos disponibles bajo solicitud: para solicitar los datos originales del estudio se debe contactar al autor por correspondencia. El plazo de respuesta será de 72 horas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/

Financiamiento

El estudio no recibió financiamiento externo.

Declaración de autoría

- *Conceptualización:* Yoel Michel Reina Rodríguez, Lidyce Quesada Leiva, Silvia María Díaz Gómez

- *Curación de datos:* Idalmis Osmara Reytor González

- *Análisis formal:* Idalmis Osmara Reytor González

- *Administración del proyecto:* Yoel Michel Reina Rodríguez

- *Investigación:* Ever Quintana Verdecia, Lisneydi Alfonso Gómez

- *Metodología:* Yoel Michel Reina Rodríguez, Lidyce Quesada Leiva

- *Recursos:* Ever Quintana Verdecia, Lisneydi Alfonso Gómez

- *Supervisión:* Yoel Michel Reina Rodríguez, Lidyce Quesada Leiva, Silvia María Díaz Gómez, Lisneydi Alfonso Gómez

- *Validación:* Silvia María Díaz Gómez

- *Visualización:* Yoel Michel Reina Rodríguez

- *Redacción borrador original:* Yoel Michel Reina Rodríguez, Ever Quintana Verdecia

- *Redacción (revisión y edición):* Yoel Michel Reina Rodríguez

Esta obra está bajo una licencia: https://creativecomons.org/licenses/by-nc/4.0/