

Plasma Rico en Plaquetas (PRP): De la Evidencia a la Aplicación Clínica en Medicina Regenerativa, un Análisis integral.

Platelet-rich plasma (PRP): From Evidence to Clinical Applications in regenerative medicine. An Integral Analysis.

Grado de Enfermería

Escuela universitaria de Enfermería, Universidad de Cantabria



Autor: Alejandro Miguel Alonso.

Tutora: Maria Del Mar San Martín Díez De Teran.

2025

Anexo II: AVISO RESPONSABILIDAD UC

Este documento es el resultado del Trabajo Fin de Grado de un alumno, siendo su autor responsable de su contenido.

Se trata por tanto de un trabajo académico que puede contener errores detectados por el tribunal y que pueden no haber sido corregidos por el autor en la presente edición.

Debido a dicha orientación académica no debe hacerse un uso profesional de su contenido.

Este tipo de trabajos, junto con su defensa, pueden haber obtenido una nota que oscila entre 5 y 10 puntos, por lo que la calidad y el número de errores que puedan contener difieren en gran medida entre unos trabajos y otros,

La Universidad de Cantabria, el Centro, los miembros del Tribunal de Trabajos Fin de Grado, así como el profesor tutor/director no son responsables del contenido último de este Trabajo.”

Índice:

Anexo II	Pág. 2
Resumen y Abstract	Pág. 4
Introducción	Pág. 5
Contexto y justificación.	Pág 5
Objetivos del trabajo	Pág. 6
búsqueda bibliográfica y descripción de capítulos	Pág. 7
Capítulo 1. Las plaquetas	Pág. 8-11
Capítulo 2. Plasma rico en plaquetas	Pág. 11-16
Capítulo 3. Aplicaciones clínicas del PRP	Pág. 16-21
Capítulo 4. Rol de enfermería en el uso del PRP	Pág. 21-25
Conclusiones	Pág. 25-26
Bibliografía	Pág 27

Resumen

Este trabajo pretende analizar el uso del plasma rico en plaquetas como una herramienta terapéutica en el ámbito de la medicina regenerativa, explorando su aplicación desde el punto de vista de la enfermería. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión narrativa de la literatura científica más relevante, seleccionando artículos a partir de bases de datos como PubMed, Scopus y google scholar.

En primer lugar, se realizará una revisión de los componentes fundamentales del tratamiento con PRP, véase, las plaquetas y los factores de crecimiento. Posteriormente pasando a las características, métodos de obtención y clasificación del plasma rico en plaquetas, así como sus orígenes y evolución histórica.

En segundo lugar, este trabajo pretende también analizar críticamente aquellas áreas relevantes de la medicina donde se utiliza el PRP, sus aplicaciones clínicas con mayor evidencia, destacando los beneficios que presenta para la cicatrización tisular, el control del dolor y el proceso inflamatorio.

Por último, dentro de este contexto, se desarrollará qué papel juega la enfermería y como a través de su visión holística, se inicia un proceso de discusión sobre las limitaciones actuales del PRP, tanto en su aplicación clínica, como en la evidencia, así como la disparidad de preparados y procedimientos y la falta de consenso regulatorio.

Todos estos aspectos convierten al PRP en una herramienta con enorme potencial y perspectivas de crecimiento futuro. No obstante, la consolidación como técnica habitual requerirá una mayor evidencia científica, así como una estandarización de protocolos y normativas, con reconocimiento del papel de enfermería en su implementación y seguimiento para hacer el plasma rico en plaquetas un tratamiento seguro, eficaz y centrado en el paciente.

Palabras clave: “plasma rico en plaquetas” “factores de crecimiento” “medicina regenerativa”

Abstract

This paper aims to analyze the use of platelet-rich plasma as a therapeutic tool in the field of regenerative medicine, exploring its applications from the point of view of nursing. To this end, a narrative review of the most relevant scientific literature has been carried out, selecting articles from databases such as PubMed, Scopus and Google Scholar.

First, a review of the key components of PRP treatment, i.e., platelets and growth factors will be conducted. Subsequently, moving on to the characteristics, methods of obtaining and classifying platelet-rich plasma, as well as its origins and historical evolution.

Secondly, this work also aims to critically analyze those relevant areas of medicine where PRP is used, its clinical applications with greater evidence, highlighting the benefits it presents for tissue healing, pain control and the inflammatory process.

Finally, within this context, the role of nursing will be developed and how thought its holistic vision we can commence a process of discussion on the current limitations of PRP, both in its clinical applications and in evidence, as well as the disparity of preparations and procedures and the lack of regulatory consensus. All these aspects make PRP a tool with enormous potential and prospects for future growth. However, consolidation as a common technique will

require greater scientific evidence, as well as standardization of protocols and regulations, with the recognition of the role of nursing in its implementation and monitoring to make platelet rich plasma a safe, effective and patient-centered treatment.

Keywords: “platelet-rich plasma” “tissue regeneration” “growth factors” “PRP”

Introducción

Contexto.

A lo largo de la historia, la humanidad ha desarrollado técnicas y estrategias para la curación de las lesiones basándose en la observación, el mito y los recursos naturales disponibles. Tenemos evidencias arqueológicas de estas prácticas en civilizaciones como la mesopotámica, la egipcia o la romana, que utilizaban estos primeros tratamientos como los vendajes de lino, los aceites, injertos y suturas en un primer intento de reparar las lesiones corporales (1).

No obstante, el avance sustancial en la comprensión de los tejidos y su reparación no llegaría hasta los siglos XVII y XVIII coincidiendo con el auge del método científico y el pensamiento ilustrado. Descubrimientos como la regeneración en organismos simples de Trembley o la teoría celular de Virchow sentaron las bases para lo que hoy conocemos como medicina regenerativa, donde se integran células, marcadores y biomateriales para restaurar los tejidos dañados y sus funciones (2,3).

Es en este marco donde entra el plasma rico en plaquetas (PRP), este, se define como un derivado de la sangre del paciente, obtenido por centrifugación y que concentra una proporción de plaquetas entre dos y siete veces superior al nivel basal en la sangre periférica (4). Esta concentración elevada permite que las plaquetas, elementos fundamentales de la cicatrización, liberen factores de crecimiento, que tienen la capacidad de regular procesos como la proliferación, migración o diferenciación celular (5,6).

Justificación

Estas nuevas estrategias medicas se desarrollan en un contexto demográfico y social complejo, informes de proyección de la Organización Mundial de la Salud estiman que el envejecimiento poblacional constituye un factor determinante en el aumento de enfermedades crónicas, se estima, que para el año 2050 más del 20% de la población mundial superará los 60 años, este fenómeno se traduce en una mayor incidencia de patologías como la osteoartritis, la diabetes mellitus tipo 2, las enfermedades cardiovasculares o las neurodegenerativas (7). Muchas de estas patologías presentan un curso progresivo y limitada respuesta a tratamientos convencionales, representando una carga creciente, tanto para la calidad de vida de los pacientes como para los sistemas sanitarios (8). En este escenario, se hace cada vez más necesaria la búsqueda de terapias regenerativas que resulten seguras, eficaces y de bajo impacto, especialmente en poblaciones vulnerables.

En este contexto, el plasma rico en plaquetas (PRP) se ha convertido en una alternativa terapéutica segura y ampliamente aplicable, debido a su naturaleza autóloga (el paciente es tanto donante como receptor del trasplante) y su capacidad para modular procesos

inflamatorios y regenerativos tal y como recogen diversas revisiones clínicas recientes (4,6). Por ejemplo, en el tratamiento de artrosis de rodilla, metaanálisis han demostrado una mejora funcional significativa de hasta un 50% en escalas como el índice de osteoartritis de las universidades de Western Ontario y McMaster (WOMAC), validado para evaluar dolor, rigidez y función física, tras infiltraciones de PRP con seguimiento de 6 a 12 meses (9).

Más allá de las patologías articulares, el PRP ha demostrado eficacia en tejidos de escasa vascularización como los tendones. En el caso de la epicondilitis lateral, por ejemplo, el estudio pionero de Mishra y Pavelko evidenció una mejora clínica en comparación al placebo, atribuido a la reorganización del colágeno y el estímulo de la reparación tisular (10). Esta aceleración de la recuperación funcional también ha sido observada por otros estudios en patologías como la tendinopatía rotuliana o el tendón de Aquiles (11). Por otro lado, el abordaje de úlceras cutáneas, como las úlceras por presión o de etiología diabética, donde, algunos estudios, respaldan que el PRP estimula la formación de tejido de granulación, vascularización y cierre epitelial, mejorando así enormemente la calidad de vida del paciente (12).

Pese a los beneficios clínicos observados, la implantación del PRP como terapia estándar se enfrenta a múltiples retos. Un análisis comparativo de Fitzpatrick et al. reveló que más de la mitad de los kits comerciales no alcanzan los niveles mínimos de concentración plaquetaria recomendados, lo que compromete la capacidad de reproducir resultados clínicos (13). Esta situación se agrava por la enorme heterogeneidad metodológica evidenciada en revisiones sistemáticas como la de Moraes et al., donde se demostró la variable calidad de los estudios aplicados a lesiones musculoesqueléticas, limitando así la posibilidad de hacer recomendaciones sustentadas (14). A nivel de regulación, el panorama no es uniforme, por un lado, en Estados Unidos, la FDA regula algunos dispositivos, pero sin llegar a considerar el PRP como un fármaco. En el caso europeo, concretamente la Agencia Española del Medicamentos y Protocolos sanitarios (AEMPS) publicó un informe donde se establece la necesidad de garantizar la trazabilidad calidad e información, aunque sin llegar a definir un marco legal unificado para su uso (15,16).

En resumen, la falta de estandarización de protocolos de obtención y aplicación de PRP, junto con la disparidad en los resultados clínicos y normativas, dificultan su consolidación como terapia habitual validada. Ante este escenario, se quiere resaltar el papel estratégico que tiene la enfermería, no solo en la ejecución técnica, sino también en tareas fundamentales como educación sanitaria, trazabilidad y el seguimiento clínico del paciente. Tal y como destacan recientes estudios en cuidados avanzados, la intervención enfermera cualificada favorece la seguridad, eficacia y adherencia al tratamiento con PRP en numerosos entornos asistenciales (17).

Objetivos del trabajo

Para este trabajo, se ha propuesto un objetivo principal y varios objetivos específicos que se explican a continuación:

Objetivo general

Explorar en profundidad la base científica y clínica del plasma rico en plaquetas, analizando sus componentes, métodos de preparación y principales aplicaciones terapéuticas, con una visión

crítica y orientada al papel de la enfermería, destacando su implicación en la seguridad, eficacia y trazabilidad del procedimiento.

Objetivos específicos

- Comprender los procesos fisiológicos de las plaquetas, así como el papel de los factores de crecimiento en la reparación tisular.
- Examinar los métodos empleados para obtener, clasificar y activar el PRP, considerando sus implicaciones prácticas y clínicas.
- Valorar críticamente las aplicaciones clínicas actuales del PRP en distintas disciplinas médicas, tanto sus beneficios como las limitaciones en la evidencia disponible.
- Explorar los marcos normativos y las distintas barreras metodológicas que condicionan su implementación clínica en diferentes contextos.
- Analizar el papel específico de la enfermería en el proceso asistencial del PRP, desde la técnica hasta la educación sanitaria y el seguimiento.

Búsqueda bibliográfica

Para la elaboración de este trabajo se realizó una búsqueda estructurada de la literatura científica relevante usando diversas bases de datos reconocidas, como PubMed y Scopus, además de Google Scholar y el catálogo ÚniCo de la Universidad de Cantabria.

La estrategia de búsqueda combina descriptores controlados (MeSH y DeCS) con términos relacionados con el tema tanto en inglés como en español, tales como “platelet-rich plasma”, “growth factors”, “wound repair” y “regenerative medicine”, entre otros. Estos términos se conectaron con operadores booleanos (AND, OR, NOT) para adaptar la sintaxis a cada base de datos.

Se definieron criterios de inclusión relacionados con la actualidad, relevancia temática, calidad metodológica y revisión por pares, priorizando artículos originales y revisiones sistemáticas. Se excluyeron fuentes de baja calidad, publicaciones anteriores a 2010 sin relevancia histórica y documentos no disponibles en inglés o español. Esta búsqueda ha dado como resultado 51 artículos y referencias que sustentan el cuerpo y el contenido del trabajo, todas ellas citadas según el estilo Vancouver.

Descripción de los capítulos

Este trabajo se estructura en cuatro capítulos que se interrelacionan para abordar el plasma rico en plaquetas desde sus fundamentos biológicos hasta su aplicación práctica.

El primer capítulo se centra en las plaquetas como elementos clave en la regeneración, se analiza su estructura, sus funciones y ciclo vital, así como los principales factores de crecimiento que almacenan, que forman la base para entender el potencial del PRP

En el segundo capítulo se da paso al propio plasma rico en plaquetas, sus características, los métodos de obtención y clasificación, sus orígenes y aquellos desafíos que plantea hoy en día.

El tercer capítulo revisa las aplicaciones más relevantes del PRP en diferentes ámbitos médicos, como la traumatología, la odontología o la dermatología, evaluando la evidencia disponible y sus implicaciones o limitaciones terapéuticas.

Por último, en el cuarto capítulo se ahondará en el papel de la enfermería, explorando más allá de las competencias técnicas, destacando su contribución en la seguridad, el seguimiento, la educación y la calidad del procedimiento.

CAPÍTULO 1: Las plaquetas

Las plaquetas, también denominadas trombocitos, son fragmentos celulares anucleados que provienen de megacariocitos medulares, tienen un tamaño medio de 2 a 3 micrómetros y un volumen plaquetario medio estimado entre 6 y 10 femtolitros, lo que se traduce en que efectivamente, son pequeñas. Aunque carecen de núcleo, su organización interna es compleja, esto, les confiere funciones importantes tanto en la hemostasia como en la modulación de respuestas inflamatorias y la reparación, motivo por el cual constituyen el componente activo principal del plasma rico en plaquetas (18).

1.1 Estructura plaquetaria

Desde el punto de vista estructural, las plaquetas presentan una organización en tres partes. En la parte externa se encuentra la membrana plasmática, esta se recubre con el glucocálix rico en glucoproteínas como GPIIb/IIIa, GP Ib-IX-V y GP Ia-IIa, esenciales para adherirse al tejido dañado y a otras plaquetas. Esta membrana contiene también fosfolípidos que actúan como base de la cascada de coagulación (19). Inmediatamente por debajo se encuentra la zona sol-gel, en ella una red de microfilamentos de actina y proteínas constituyen el citoesqueleto, también se encuentra aquí el sistema canicular abierto que permite conectar el interior y exterior de la célula para facilitar la liberación del contenido de los gránulos internos (20,21).

En el interior se encuentran las mitocondrias, lisosomas y los tres tipos principales de gránulos, alfa, densos y lisosomales. Los gránulos alfa son los más numerosos, en ellos se contienen proteínas como los factores de crecimiento, que más adelante se explicarán, así como otras proteínas adhesivas como fibrinógeno, fibronectina y trombospondina (22). Por su lado, los gránulos densos están llenos de compuestos como el ATP, el ADP, el calcio o la serotonina, que potencian la agregación plaquetaria y la vasoconstricción local. Los lisosomas por su parte contienen enzimas hidrolíticas implicadas en la degradación de la matriz extracelular (23).

1.2 Trombopoyesis y ciclo vital.

La formación de las plaquetas, llamado también trombopoyesis, comienza en la médula ósea a partir de células madre cuya diferenciación se induce por la trombopoyetina, una citoquina producida en el hígado. Esta estimulación dará lugar a los megacariocitos, células de gran tamaño que comienzan un proceso de endomitosis constante, fragmentándose y liberando al torrente sanguíneo entre 1000 y 3000 plaquetas por célula precursora (18,23). Una vez en la

circulación, estas plaquetas tendrán una vida media de 7 a 10 días, al cabo de los cuales son fagocitadas en el bazo e hígado (25).

Aún sin núcleo, las plaquetas tienen una actividad metabólica elevada, que se sustenta en la glucólisis anaeróbica y en menor medida por rutas mitocondriales como el ciclo de Krebs. Al resultar células eficientes energéticamente, pueden desempeñar su papel a lo largo de su ciclo vital (18,24). Cuando la plaqueta se activa, ya sea por contacto con colágeno, trombina o ADP, sufre un cambio morfológico, reorganizando su citoesqueleto para iniciar la liberación de los gránulos alfa, claves en el sustento fisiológico del PRP (26).

1.3 Conceptos básicos sobre regeneración tisular y cicatrización.

Si bien como hemos visto, las plaquetas tienen un papel clave en la coagulación, trataremos de centrar la atención en la regeneración de los tejidos, a diferencia de la cicatrización, donde a partir del tejido de granulación se crea una estructura diferente al tejido original, la regeneración requiere la restitución estructural y funcional exacta al tejido original dañado.

Esta regeneración tiene a las plaquetas como protagonistas desde el inicio de la lesión. Su activación inmediata, desencadenada por el contacto con el colágeno expuesto, conduce a la formación de un tapón hemostático que frena el sangrado, permitiendo así la liberación rápida de los factores almacenados en los gránulos alfa. Entre ellos, destacan en esta fase el PDGF y TGF- β , que inducen la quimiotaxis de leucocitos como los neutrófilos o macrófagos al lugar de la lesión (23). Esta respuesta inflamatoria inicial, se amplía con la liberación de citoquinas como la IL-1 β y TNF- α , así como metaloproteinasas de la matriz como MMP-9, esenciales para la eliminación de tejido muerto y la remodelación de la matriz extracelular (25,28).

Una vez que se controla la inflamación aguda, se inicia la fase de proliferación, en ella, gracias a la activación por factores como VEGF y FGF, migrarán al lecho de la herida fibroblastos, estos sintetizan colágeno tipo III y proteoglicanos que conformarán el tejido de granulación (27). Simultáneamente, células madre mesenquimales locales o procedentes de la médula ósea se diferenciarán en fibroblastos, condrocitos u osteoblastos, en función del tipo de tejido y el micro ambiente bioquímico (29). A lo largo de esta fase, factores de crecimiento como IGF-1 y EGF, promueven la reepitelización, la continuidad celular y la restauración funcional del tejido (30).

La última etapa es la fase de remodelación, en esta, el tejido recién formado se reorganiza de manera progresiva. El colágeno tipo III se reemplaza por colágeno tipo I, más resistente, alineándose según las líneas de presión mecánica de la zona (25). Esta reorganización estructural está mediada por el equilibrio entre metaloproteinasas (MMP-1 MMP-8) y sus inhibidores tisulares (TIMP-1, TIMP-2), lo que determina la resistencia y funcionalidad final del tejido reparado (30). Esta fase puede prolongarse durante varios meses con la maduración de la matriz y la reducción de la vascularización aproximándose la arquitectura final al tejido sano previo.

1.4 Influencia de factores sistémicos y del paciente

Aunque la reparación de los tejidos se sustenta en mecanismos locales, su eficacia depende también de factores sistémicos que pueden alterar de forma significativa la evolución del proceso. Por un lado, la edad avanzada, esta se asocia con una menor producción de fibroblastos y una respuesta inmunitaria más lenta, comprometiendo la capacidad de regeneración (23). Asimismo, patologías crónicas como la diabetes mellitus producen alteraciones en la función plaquetaria, limitando la formación de tejido de granulación, haciendo mas alto el riesgo de cronicación en las lesiones (25). Las enfermedades vasculares periféricas y el deterioro del estado nutricional también tienen efectos negativos, limitando la perfusión y los elementos primordiales para una formar un matiz extracelular sana. En entornos con una leve falta de oxígeno se puede observar una leve mejora en la angiogénesis mientras que entornos de hipoxia más severos aumentan el riesgo de necrosis e infección, comprometiendo el éxito del proceso (26).

1.5 Los factores de crecimiento

Estas proteínas señalizadoras que denominamos factores de crecimiento regulan procesos celulares como la proliferación, diferenciación y la migración celular y participan a lo largo del proceso de reparación tisular. Estas moléculas se almacenan en los gránulos alfa y son liberadas tras la activación plaquetaria (19). Una vez liberados, se unen a receptores específicos de membrana, como PDGFR, TGF-BR o VEGFR, activando varias cascadas de señalización intracelular como MAPK/ERK y SMAD, responsables de la síntesis de la matriz extracelular, la angiogénesis y la remodelación del tejido (31). A continuación, se describen

- **Factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF)**

El PDGF constituye una familia de dímeros proteicos formados por combinaciones de las subunidades A y B (PDGF-AA, PDGF-AB, PDGF-BB) almacenadas en los gránulos alfa y liberadas tras la activación plaquetaria, este factor promueve la quimiotaxis y la mitogenesis de las células de origen mesenquimal, como fibroblastos, osteoblastos y células madre (MSCs), así como la angiogénesis al interactuar con sus recetores alfa y beta. (32)

- **Transforming Growth factor- β (TGF-B)**

Este factor de crecimiento engloba tres isoformas distintas, beta 1, beta 2 y beta 3, también se almacenan en los gránulos alfa y ejercen múltiples acciones en la reparación tisular. El TGF-b1 es la isoforma más abundante en el PRP y regula la síntesis de colágeno y otras proteínas de la matriz extracelular, modula la diferenciación de fibroblastos en miofibroblastos y tiene efectos inmuno moduladores que controlan la inflamación, en el hueso el TGF-B coordina la actividad de osteoblastos y osteoclastos, siendo clave en el recambio óseo y la consolidación de injertos. (32)

- **Vascular endotelial growth factor (VEGF)**

El VEGF-A es el más estudiado dentro de la familia VEGF, es un factor angiogénico crucial que aumenta la permeabilidad vascular y promueve la proliferación y migración de células endoteliales. El VEGF-A induce la formación de nuevos capilares dentro del tejido de granulación, mejorando la perfusión y el suministro de oxígeno y nutrientes al tejido en

reparación. En estudios in vitro, niveles elevados de VEGF en concentrados plaquetarios han mostrado potenciar la formación de redes capilares más densas (33).

- **Epidermal growth factor (EGF)**

El EGF estimula la proliferación y migración de queratinocitos y fibroblastos, acelerando la re-epitelización de la piel tras la lesión, este factor al ligarse al receptor EGFR activa rutas de señalización como MAPK/ERK y PI3K/Akt, esenciales en la síntesis de proteínas de la MEC. En modelos de cicatrización cutánea la aplicación de PRP rico en EGF ha demostrado reducir el tiempo de epiteliogénesis y mejorar la calidad de la cicatriz (30).

- **Insulin-like growth factor 1 (IGF-1)**

Este factor es un péptido con una similitud estructural a la insulina, que se libera junto a otras glicoproteínas en los gránulos alfa. A través de su receptor IGF1R, promueve la supervivencia y proliferación de fibroblastos y células musculo esqueléticas, además de estimular la síntesis de colágeno I. En tejidos óseos y cartilaginosos, favorece la diferenciación de condrocitos y la producción de proteoglicanos, contribuyendo a la regeneración de cartílago articular (32).

- **Fibroblast growth factor (FGF)**

El subgrupo FGF-2 es abundante en las plaquetas y estimula la proliferación de fibroblastos, queratinocitos y células endoteliales mediante la unión a receptores FGFR1 y FGFR2 activa las vías MAPK y PI3K, incrementando la formación de tejido de granulación y angiogénesis temprana. En estudios en tendinopatías ha demostrado mejora en la organización de fibras de colágeno y acelera la recuperación de la tensión tendinosa. (30)

- **Otros factores complementarios**

Además de los FG principales descritos, las plaquetas contienen factores de crecimiento de hepatocitos (HGF) que promueven la motilidad celular; factor de crecimiento de keratinocitos (KGF) que estimula la proliferación de queratinocitos; y factor de crecimiento derivado de células estromales que actúa como quimio adyuvante de células madre mesenquimales MSC. Citoquinas como la interleucina-8 (IL-8) y el factor de crecimiento transformante alfa (TGF- α) también se liberan en menor proporción, modulando la inflamación y el reclutamiento celular. (29)

CAPÍTULO 2. El plasma rico en plaquetas

En el presente capítulo se abordarán los aspectos fundamentales relativos a la definición, composición y características del PRP, así como las bases biofisiológicas que explican su obtención y funcionamiento. Se describirán los componentes celulares y plasmáticos que lo integran, se compararán las propiedades de las distintas fracciones que se pueden aislar y los mecanismos de activación más habituales, además, se presentarán criterios que se han propuesto para las distintas clasificaciones (PAW,DEPA, entre otras) para estandarizar su preparación y uso clínico.

2.1. Definición y características generales.

El plasma rico en plaquetas se define como un derivado sanguíneo autólogo obtenido a través diferentes centrifugados que concentran una fracción del plasma con una concentración plaquetaria significativamente superior a la basal, habitualmente entre dos y siete veces superior (4). Para alcanzar un efecto biológico relevante es recomendable superar el umbral mínimo de 250000 plaquetas/microlitro, siendo 500000/microlitro el nivel terapéutico recomendado por consenso, mientras que concentraciones excesivas podrían tener efectos limitantes en la angiogénesis (9). Algunas de las características principales del Plasma rico en plaquetas son:

Producto autólogo: Se extrae sangre periférica del propio paciente, minimizando riesgos de reacciones inmunitarias o transmisión de agentes infecciosos. El PRP concentra una alta densidad de mediadores de la reparación sin modificar químicamente la muestra, lo que convierte también en un producto sanguíneo de mínima manipulación (6,15).

Concentración plaquetaria aumentada: Para alcanzar concentraciones terapéuticas, se requieren recuentos plaquetarios 2-3 veces superiores al nivel basal, el consenso actual propone un umbral mínimo de 500×10^3 plaquetas microlitro para lograr efectos regenerativos óptimos (9).

Forma de activación: El plasma rico en plaquetas puede activarse mediante dos mecanismos principales, Activación endógena: activación espontánea al entrar en contacto con colágeno o trombina del propio paciente. Activación exógena: se induce artificialmente con la adición de trombina humana/bovina (10-20 UI/ml) o gluconato/citrato de calcio al 10% induciendo la liberación inmediata de gránulos Alpha y la formación de gel en 10-15 minutos.

Forma de presentación: Puede presentar deferentes formas de administración:

- Forma líquida: Se administra a través de inyección directa con activación endógena al contacto con colágeno y trombina tisular.
- *Forma de gel de fibrina:* Tras la activación exógena (con trombina o gluconato de calcio) forma una red tridimensional que actúa como andamio para la migración celular (34).
- *Forma de membrana de fibrina:* Al comprimir el gel se obtiene una lámina densa útil en cirugía ósea o reparación tendinosa.

2.2 Métodos de obtención y clasificación.

La obtención de PRP comienza con la extracción de sangre periférica, habitualmente entre 10 y 60 ml en tubos con citrato de sodio al 3,2%, para evitar la activación prematura de las plaquetas. En ocasiones, se emplea citrato de calcio al 10% cuando se desea inducir a la activación parcial controlada que facilita la formación de gel como vimos antes.

Una vez obtenida la muestra, la técnica más extendida implica la aplicación de un doble centrifugado diferencial (4). En el primer giro “soft-spin” que puede realizarse a 100-200 x g durante 8 a 10 minutos, se separan los eritrocitos y granulocitos, quedando en suspensión las plaquetas y la mayoría de los leucocitos en plasma. Posteriormente, en el segundo centrifugado “hard-spin”, (400-800 x g durante 10 minutos) las plaquetas se concentran en el “buffy coat” o capa leucoplaquetaria, (Una zona intermedia rica en plaquetas y leucocitos entre el plasma y los

hematíes) mientras que el plasma pobre en plaquetas (PPP) se sitúa en la porción superior y se descarta, dejando entre 3 y 6 ml de PRP que contiene la mayoría de las plaquetas y una proporción variable de leucocitos según el protocolo. (30)

Existen protocolos alternativos de centrifugación única con velocidades intermedias de 1000-1200 x g durante 5 a 8 minutos con el fin de reducir el tiempo total de preparación a menos de 10 minutos. También se observa la introducción de sistemas cerrados automatizados que integran las fases en un solo dispositivo, reduciendo así el riesgo de contaminación. Entre estos destacan dispositivos como SmartPReP2 (harvest), que realiza un doble centrifugado automático con una recuperación de hasta el 70% de las plaquetas, o RegenLab, que emplea una única centrifugación más suave, lo que permite una activación más controlada del producto (35). También productos como el XN-series, que incorpora filtros para reducir el contenido leucocitario.

Junto a estos productos, también se describen en la literatura procedimientos complementarios como la técnica de aspiración del “buffy coat”, en la que se extrae cuidadosamente el plasma superior e inferior a esta capa rica en plaquetas, evitando la presencia de eritrocitos o leucocitos no deseados en la muestra final (6). Esta mejora en el perfil celular del PRP es especialmente importante para situaciones donde se desee reducir la respuesta inflamatoria.

Para facilitar la comparación entre preparados y establecer criterios de calidad más objetivos, se han propuesto en la literatura científica diversas clasificaciones funcionales.

- La clasificación PAW, una de las más utilizadas, diferencia los tipos de PRP en función del contenido plaquetario (P), la activación (A) y la presencia de glóbulos blancos (W), distinguiendo cuatro categorías básicas de PRP: P-PRP (sin leucocitos ni activación exógena), L-PRP (con leucocitos y sin activación exógena), P-PRF (sin leucocitos, pero con matriz de fibrina tras la activación exógena) y L-PRF (con leucocitos y fibrina) (22).
- Por otro lado, tenemos el sistema DEPA, este incorpora criterios cuantitativos como la dosis total de plaquetas, la eficiencia del proceso o la pureza celular, lo que permite valorar un rendimiento global de cada dispositivo utilizado (5).
- Por su parte, la clasificación Dohan diferencia los tipos P-PRP, L-PRP, P-PRF y L-PRF en función del contenido leucocitario y la formación de matriz de fibrina (22).
- Más reciente, la clasificación MARSPILL, añade otros parámetros como el tipo de anticoagulante o la tasa de liberación proteína y el régimen de centrifugado para describir más exhaustivamente las variables que influyen en la calidad final del producto (35).

No obstante, y a pesar de estas propuestas, en la práctica clínica e investigadora se suelen adoptar criterios mixtos y parámetros adicionales, aumentando la heterogeneidad. Esta dificulta la consolidación y es una de las barreras metodológicas para comparar estudios y establecer recomendaciones sólidas en base a una evidencia homogénea (9,30)

2.3 Orígenes y evolución histórica

Aunque las primeras descripciones del uso de componentes sanguíneos para la reparación tisular datan de los trabajos de Kingsley et al. en 1954 (37) y Rosenthal et al. en 1978 (38) no fue hasta la década de los 90 cuando los estudios clínicos controlados en cirugía maxilofacial de Marx et al (1988) (39) demostrarían la utilidad del PRP en reconstrucciones mandibulares, mostrando un aumento de la densidad ósea comparado con la muestra de control. Prácticamente a la vez, en 1987 se desarrollarían técnicas de centrifugación diferencial que optimizaban la concentración plaquetaria, creando los primeros protocolos reproducibles (36). El PRP en los años 90 vio una nueva vía de uso con los estudios de Mishra y Pavelko en 1996 (10) en tendinopatía del codo, donde el PRP demostró resultados prometedores, abriendo la vía a su uso en medicina traumatológica, así como en odontología con Anitua E en 1999 (20).

El siglo XXI se amplía la estandarización de protocolos y los ensayos clínicos, es interesante resaltar el ensayo de 2003 de Sanchez et al (11) que demuestra la eficacia de su uso en cartílago articular. A partir de 2006, se crea el sistema PAW (plaquetas, activación, glóbulos blancos) (22) que permite abordar la variabilidad metodológica clasificando las preparaciones. Es interesante ver como el debate crece en estos años y la falta de consenso queda en evidencia, en 2014 a partir de un metaanálisis de Moranes et al (40) se concluye que solo un 58% de los estudios del PRP en tendinopatías tenía unos criterios GRADE de alta calidad.

En la última década, el PRP ha evolucionado hacia terapias combinadas, haciendo nuevos descubrimientos; en 2020, la integración de exosomas derivados de plaquetas, que incluyen biomateriales inteligentes como hidrogeles o nano fibrinas, logrando una liberación sostenida de factores de crecimiento en modelos de osteoartrosis. (29). Esta expansión terapéutica ha ido acompañada de un crecimiento sostenido del interés comercial y científico,

En el momento actual se asiste a un incremento de la utilización terapéutica del PRP que acentúa la necesidad de definir marcos regulatorios y protocolos estandarizados que garanticen la trazabilidad y la eficacia clínica. Sin una regulación clara, la heterogeneidad de los métodos, y una ausencia de criterios uniformes pueden comprometer la equidad y calidad asistencial.

2.4 Composición y diferencia entre tipos de PRP

Aunque las plaquetas y los factores de crecimiento son los elementos centrales del PRP su composición varía considerablemente en función de la forma de obtención y la centrifugación como anteriormente se observó. Este producto final no es homogéneo y en él, coexisten proporciones distintas de leucocitos, eritrocitos, proteínas o fibrina, dando lugar a distintos tipos de preparados, cada uno, con características biológicas y efectos clínicos específicos, condicionando su indicación (30).

El llamado P-PRP, también conocido como PRP puro, se caracteriza por una alta concentración de plaquetas, cinco veces superior al nivel basal, y que tienen una cantidad residual de leucocitos. La ausencia de leucocitos reduce la inflamación tras el procedimiento, lo que lo convierte en una opción óptima en contextos como el rejuvenecimiento facial, la alopecia o determinadas tendinopatías crónicas (9). En estos casos se evita la inclusión de la capa leuco plaquetaria completa reduciendo así la presencia de otras células proinflamatorias como los neutrófilos.

Por otro lado, el L-PRP o PRP leucocitario mantiene una carga plaquetaria similar, pero incorpora una mayor concentración de leucocitos, en algunos casos entre el 50 y el 100% del recuento basal. Estas células liberan citoquinas (IL1b, IL-6, TNF-alpha) que pueden resultar útiles en situaciones donde se desea una mayor inflamación local, favoreciendo el desbridamiento y la limpieza del tejido lesionado en heridas contaminadas o en fracturas con necrosis. Sin embargo, su uso debe individualizarse ya que una mayor concentración leucocitaria también aumenta la actividad proteolítica, pudiendo retrasar la fase de proliferación si no se controla (8).

En cuanto a las formas ricas en fibrina como el P-PRF y el L-PRF, se obtienen a partir de una centrifugación sin anticoagulantes lo que permite la formación de una red de fibrina tridimensional que actuará como sustento estructural prolongando la liberación de factores de crecimiento y mejorando la migración celular. El P-PRF por su baja presencia de leucocitos se utiliza en cirugía periodontal y regeneración ósea, mientras que el L-PRF, con mayor contenido leucocitario refuerza las propiedades antimicrobianas y angiogénicas en cirugía reconstructiva o implantología (30,33)

2.5 Componentes plasmáticos de interés

Además del componente plaquetario, el PRP concentra diversas proteínas plasmáticas con funciones relevantes en los procesos de reparación tisular. Entre ellas destacan el fibrinógeno, la albúmina y factores de coagulación que contribuyen a la hemostasia inicial y la formación de una matriz provisional para facilitar la migración celular (30). También están presentes moléculas del sistema del complemento y proteínas de adhesión como la fibronectina, que favorecen la interacción entre células y matriz extracelular durante las primeras fases de cicatrización.

Recientemente, se ha prestado mucha atención a los exosomas derivados de plaquetas, que son pequeñas vesículas extracelulares que se liberan durante la activación y que contienen proteínas como VEGF-A, MMP-2 y la fibronectina que han demostrado mejorar la proliferación de fibroblastos y la migración celular en modelos in vitro (29). En estudios comparativos, los preparados de PRP con mayor concentración de exosomas mostraron una mayor capacidad para inducir el cierre epitelial y la reorganización celular, lo que sugiere que el perfil proteómico vesicular podría ser una pista clave sobre la eficacia regenerativa del producto

2.6 Consideraciones clínicas según el tipo de PRP

Es importante destacar, como anteriormente apuntamos, que el plasma rico en plaquetas no es un producto homogéneo, las diversas preparaciones amplían las características celulares, bioquímicas y estructurales. En consecuencia, la selección del tipo adecuado de PRP debe tener como base una comprensión de su composición, el tejido lesionado, la fase de reparación y los objetivos terapéuticos. A continuación, se resume en la tabla la relación entre el tipo de PRP, sus características, la vía de administración más adecuada y las aplicaciones clínicas más frecuentes (30).

Tipo de PRP	características	Vía de administración	Ámbitos clínicos preferentes
P-PRP (<i>pure platelet-rich plasma</i>)	Bajo en leucocitos, no activado exógenamente, sin matriz de fibrina.	Intraarticular, intradérmica, subcutánea	Artrosis leve-moderada, medicina estética y cicatrización superficial
L-PRP (<i>leukocyte and platelet rich plasma</i>)	Rico en leucocitos sin matriz de fibrina	Intratendinosa, intramuscular, perilesional	Tendinopatías crónicas, lesiones musculares
P-PRF (<i>pure platelet-rich fibrin</i>)	Sin leucocitos, activado, forma matriz de fibrina semisólida	Tópica directa o implante en el lecho quirúrgico	Cirugía oral, periodoncia, úlceras cutáneas injertos
L-PRF (<i>leukocyte and platelet rich fibrin</i>)	Rico en leucocitos y fibrina, activado.	Tópica en gel o membrana	Implantología, cirugía regenerativa o tratamiento de heridas profundas o infectadas.

En la tabla anterior se resumen las principales características de los distintos tipos de PRP, así como sus indicaciones más habituales, no obstante, es importante comprender las bases fisiológicas que justifican la elección de cada vía de administración, enlazando así la asociación entre tipo de PRP, vía de administración y objetivos clínicos.

- Vía intraarticular: se prefiere el uso de P-PRP por su menor contenido leucocitario y reducido potencial inflamatorio en espacios articulares cerrados (9)
- Vía intratendinosa o muscular: se utiliza L-PRP cuyo mayor contenido en leucocitos y citoquinas proinflamatorias resulta útil en tendinopatías o lesiones musculares al promover la respuesta regenerativa local. (21,29)
- Vía tópica o perilesional: el PRF o el PRP activado en forma de gel se emplea en lechos quirúrgicos, quemaduras y úlceras por su liberación sostenida de factores de crecimiento y su capacidad de favorecer la angiogénesis y la epitelización. (30,45)
- Vía intradérmica o subcutánea: En tratamientos dermatológicos como la alopecia se prefiere el P-PRP activado por su perfil regenerativo sin generar respuesta leucocitaria inflamatoria en la zona. (29)

En conjunto, comprender estas características celulares y bioquímicas de cada tipo de PRP así como sus formas de administración, permite elegir la estrategia terapéutica de forma más precisa, maximizando la eficacia del PRP. Esta aproximación nos permite interpretar adecuadamente las aplicaciones en distintos contextos médicos que ampliaremos en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 3. Aplicaciones clínicas del PRP.

En este capítulo se examinarán aquellas áreas de aplicación del PRP que han demostrado un mayor desarrollo, intentando analizar críticamente la evidencia de la que disponemos, así como sus limitaciones metodológicas y los desafíos que aún persisten, ayudándonos a contextualizar el uso del PRP en la práctica asistencial.

3.1 Ortopedia y traumatología

- **Artrosis de rodilla y cadera**

El uso de PRP en la artrosis, especialmente de rodilla, ha sido uno de los campos más estudiados. Su aplicación intraarticular busca modular la inflamación sinovial, frenar la degeneración del cartílago y aliviar el dolor mediante la liberación local de factores de crecimiento. Varios estudios han demostrado que el PRP puede mejorar la función articular y reducir el dolor en pacientes con artrosis leve o moderada. (9)

El metaanálisis de Ten et al (9) que incluyó 26 ensayos clínicos aleatorizados con más de 2000 pacientes, demostró que el PRP es superior al ácido hialuronato en la reducción del dolor (evaluado por VAS) y la mejora funcional (WOMAC) en el seguimiento a 6 y 12 meses (9) los resultados mostraron una mejoría clínica significativa del 50% en pacientes tratados con PRP, con un perfil de seguridad adecuado y efectos secundarios mínimos. También respaldan estas afirmaciones revisiones y metaanálisis de ensayos aleatorizados como Yongquing Et al (2023) donde se observó una mejora significativa funcional en pacientes con osteoartritis, así como mejora en el manejo del dolor al utilizar L-PRP, sin embargo, no se observó diferencias en el punto de inyección, intraarticular o intraóseo, ni una mejora significativa en pacientes con osteoartropatía hipertrófica (42).

Sin embargo, otros estudios como el análisis comparativo de Fitzpatrick et al. (13) que anteriormente citamos, han advertido que hasta el 67% de los kits comerciales empleados para la obtención del PRP no alcanzaban los niveles mínimos de concentración plaquetaria. La heterogeneidad de estos productos hace que la calidad de diferentes estudios cambie, pudiendo explicar en parte los resultados contradictorios en los estudios del PRP en artrosis (13). Reforzando, por tanto, la necesidad de estandarizar los métodos de obtención.

- **Tendinopatías.**

El tratamiento de tendinopatías crónicas con PRP ha despertado un interés creciente por su potencial regenerativo en tejidos de escasa vascularización, como los tendones. A diferencia de los tratamientos convencionales, el PRP aporta una elevada concentración de factores de crecimiento como el PDGF, TGF- β y VEGF, que pueden estimular la proliferación de tenocitos, la síntesis de colágeno y la reorganización de la matriz extracelular.

En este contexto, el estudio de Mishra y Pavelko (2006), en la epicondilitis lateral de codo, (uso más documentado con PRP), mostró mejorías clínicas y funcionales significativas en el grupo tratado frente al placebo, especialmente a las 8 y 24 semanas (10). Esta evidencia sentó las bases para su aplicación en otras tendinopatías como las del tendón de Aquiles o el manguito rotador (21).

Por ejemplo, en una cohorte de pacientes con rotura del tendón de Aquiles tratada quirúrgicamente, el uso de matrices autólogas de PRF mostro beneficios clínicos, incluyendo una recuperación más rápida, tal como demostró Sánchez et al. En su estudio de 2007. Este efecto se ha atribuido al potencial del PRP para modular la inflamación y estimular la síntesis de colágeno tipo I, fundamental en la arquitectura del tendón (29).

A pesar de estos resultados prometedores, persisten diferencias metodológicas entre estudios, como el tipo de PRP usado (rico o pobre en leucocitos), el número de inyecciones o el momento de la aplicación en reacción con la evolución de la lesión, lo que dificulta una interpretación uniforme de la evidencia disponible (14).

- **Lesiones musculares y ligamentosas**

El PRP se ha propuesto como tratamiento complementario en lesiones musculares y ligamentosas por su capacidad de modular la inflamación. En lesiones musculares agudas, algunos estudios indican que puede acelerar la recuperación funcional y acortar el tiempo de retorno a la actividad normal, especialmente si se aplica en fases tempranas, pero también estudios donde no se observaron diferencias significativas respecto del tratamiento convencional (27).

Esta disparidad de resultados, en parte debida a la variabilidad en los protocolos de aplicación dificulta la estandarización y homogeneidad de resultados en ensayos, A pesar de ello, algunos trabajos sugieren que el PRP podría reducir la fibrosis intramuscular estimulando la regeneración de miocitos,

En cuanto a lesiones ligamentarias, como las del ligamento cruzado anterior, los resultados son más inconsistentes- Aunque algunos ensayos sugieren una mejor integración del injerto y mejoría en la inflamación postquirúrgica con PRP, la evidencia sigue siendo limitada y depende en gran medida del tipo de preparación y el momento de aplicación (27).

3.2 Medicina estética y dermatología

- **Rejuvenecimiento facial y alopecia**

El uso del PRP también ha cobrado gran protagonismo en el ámbito de la medicina estética y la dermatología, especialmente en el tratamiento de la alopecia andrógena y el rejuvenecimiento facial. El perfil autólogo y la liberación controlada de factores de crecimiento unido a su baja tasa de efectos secundarios han impulsado el uso de PRP como una alternativa atractiva.

En el caso de la alopecia androgénica, diversos estudios han demostrado que el PRP puede promover la proliferación de células en la papila dérmica, prolongando la fase anágena del folículo piloso y mejorando la vascularización. Estas acciones favorecen una mayor densidad capilar. La revisión sistemática de Motosko et al. señala que, aunque existen diferencias metodológicas entre estudios, se ha observado una mejora clínica especialmente aquellos donde se combinan con otras técnicas como el láser fraccionado (44).

En el rejuvenecimiento facial, el PRP se utiliza por vía intradérmica o subdérmica para estimular la formación de colágeno y mejorar la textura cutánea. La mayoría de los estudios coinciden en

el uso de P-PRP activado como tipo más adecuado dada su menor capacidad inflamatoria y mejor tolerancia en tejidos superficiales (6,44).

- **Úlceras cutáneas y heridas**

El tratamiento de heridas crónicas y úlceras constituye uno de los desafíos más relevantes en la práctica clínica, especialmente en pacientes con comorbilidades como la diabetes, la falta de movilidad o la enfermedad vascular. El PRP ha aparecido en estos contextos como una terapia complementaria gracias a su capacidad para estimular la angiogénesis, modular la inflamación y promover la regeneración (6,29)

Su aplicación generalmente en forma de gel o membrana consigue una liberación sostenida de factores de crecimiento, acelerando así la epitelización (30,33). Metaanálisis recientes como Meznerics et al. han documentado una mejora significativa, con una reducción en el tiempo de cicatrización y menor necesidad de procedimientos quirúrgicos, especialmente en pacientes con úlceras de más de seis semanas (45). En revisiones sistemáticas recientes se añade también que el PRP no solo mejora los resultados clínicos, sino que también puede reducir los costes asistenciales a medio plazo (47).

3.3 Odontología y cirugía maxilofacial

- **Implantes dentales y regeneración ósea**

El uso del PRP en odontología ha evolucionado desde sus aplicaciones en implantología hasta su uso actual en cirugía periodontal, tejidos blandos y regeneración ósea. Las primeras investigaciones de Anjula en 1999 ya mostraban beneficios en la regeneración ósea periapical en pacientes con trasplantes dentales, marcando el inicio del uso clínico en esta especialidad (20).

Posteriormente, trabajos como el de Marx et al demostraron un aumento significativo en la densidad ósea y la consolidación de injertos, especialmente con su uso combinado con biomateriales en cirugía mandibular (39). Estos hallazgos han promovido su incorporación en otros procedimientos como la elevación de senos maxilares o la regeneración de defectos post extracción.

El uso del PRP ha demostrado un potencial enorme en su capacidad de acelerar la cicatrización, el control del sangrado y la disminución del dolor postoperatorio, especialmente en su aplicación como membrana de PRF (22,30). Su perfil autólogo, la facilidad de obtención y el bajo coste relativo lo convierten en una herramienta muy útil y versátil dentro del ámbito de la cirugía oral.

3.4 Oftalmología

El empleo en oftalmología es más limitado, pero ha demostrado resultados prometedores en ciertos contextos clínicos, especialmente en reparación de heridas corneales y en superficie ocular lesionada. Su aplicación tópica o en forma de colirio autólogo busca aprovechar el efecto epitelizante, antiinflamatorio y cicatrizante en tejidos de alta sensibilidad y baja vascularización.

Uno de los estudios documentados en esta área es el ya citado Rosenthal et al (1978) donde se utilizó una mezcla de plaquetas, fibrinógeno y trombina como sellante biológico en heridas penetrantes de córnea. Los autores observaron cierta mejora en la integridad corneal, así como una reducción del tiempo de cierre (6,34)

En la actualidad si bien la evidencia es escasa y dispersan algunos estudios de casos estudian al PRP como coadyuvante en úlceras corneales persistentes, ojo seco severo y tras cirugía refractiva o trasplante corneal. No obstante, es importante remarcar que no existe todavía un consenso sobre su aplicación formal, y su uso se considera experimental, recomendando que se utilice bajo estrictos protocolos de bioseguridad y control oftalmológico especializado. (38)

3.5 Ventajas y limitaciones del PRP

Como hemos visto en el apartado anterior, el uso del plasma rico en plaquetas en todas sus formas se expande a través de numerosas disciplinas, donde, su potencial regenerativo, la ha colocado como una terapia segura con múltiples beneficios. Si bien es cierto que nos encontramos ante un producto con evidentes beneficios, también es importante resaltar aquellas barreras que aún limitan su implementación estandarizada. A continuación, en la tabla se hará una enumeración comparativa tanto de las ventajas como de las limitaciones, que a lo largo del trabajo se han ido comentando.

Ventajas del PRP	Limitaciones del PRP
Procedimiento autólogo (mínimo riesgo de rechazo)	Falta de estandarización en los sistemas comerciales de obtención
Elevada concentración de factores de crecimiento con capacidad regenerativa documentada	Gran heterogeneidad en composición plaquetaria leucocitaria y activación.
Aplicación ambulatoria, mínimamente invasiva con pocos efectos adversos, lo que permite una rápida recuperación.	Ausencia de consenso normativo internacional sobre su clasificación
Versatilidad clínica en múltiples especialidades	Resultados clínicos variables debido a diferencias en protocolos y poblaciones
Mejora documentada en tiempos de cicatrización y control del dolor	Requiere formación técnica específica y condiciones de bioseguridad estricta
Puede reducir el uso de fármacos o intervenciones más invasivas	No sustituye tratamientos quirúrgicos o farmacológicos en patologías estructurales severas
Bajo coste relativo en comparación con otras técnicas usadas en medicina regenerativa.	Riesgo de creación de expectativas no realistas por la presión comercial

Gran potencial futuro de combinación con biomateriales novedosos u otras terapias regenerativas avanzadas.	Baja cantidad de estudios de alta calidad metodológica en algunas aplicaciones clínicas
--	---

Referencias de la tabla (6,15,9,29,35,13)

Tal y como se recoge en la tabla anterior, el PRP presenta ventajas notables, especialmente su seguridad biológica y su potencial terapéutico. Sin embargo, la diversidad metodológica y la ausencia de protocolos unificados ponen una barrera al uso estandarizado y eficaz en la práctica clínica.

3.6 Perspectivas futuras del PRP

El campo del PRP continua en constante expansión, en una tensión constante entre la fase de innovación clínica y la consolidación como herramienta estandarizada. Esta evolución está presentando formulaciones avanzadas, PRP enriquecido con exosomas o biomateriales activos (nanofibras o hidrogeles) que abren nuevas vías con una mejor liberación sostenida de factores de crecimiento (29,33)

Se están también explorando las posibles vías al utilizar células madre mesenquimales con el objetivo de mejorar los efectos regenerativos y antiinflamatorios en tejidos complejos como cartílagos, el miocardio o el sistema nervioso (6). Del mismo modo, se investiga sistemas de liberación inteligente, con andamios y matrices poliméricas que permiten controlar la activación y la distribución espacial de los factores (30,31). También cabe destacar el avance en la personalización del uso de PRP con proteómica de exosomas y caracterización inmunológica del plasma individual, permitiendo adaptar cada formulación de PRP a las necesidades específicas del paciente, abriendo la puerta a la medicina regenerativa personalizada (29,50)

Desde el punto de vista asistencial, se prevé que el PRP ocupe un lugar relevante dentro de las terapias combinadas en traumatología, dermatología y odontología, tanto a nivel hospitalario como ambulatorio. No obstante, para que todas estas ideas se materialicen será muy necesario consolidar un marco regulatorio que defina bien los criterios de calidad, trazabilidad y eficacia (15,35).

CAPÍTULO 4. Rol de enfermería en el tratamiento con PRP

La implementación del PRP en estos contextos clínicos tan variados ha ampliado el campo de actuación del personal de enfermería, exigiendo competencias específicas para su manejo pero también un papel fundamental en todo el proceso, desde la obtención, manipulación, administración hasta el cumplimiento de la trazabilidad, la educación del paciente y el seguimiento clínico.

4.1 Preparación del procedimiento

Una correcta preparación del procedimiento no solo mejora la eficacia del PRP, sino que también reduce de forma significativa la aparición de complicaciones evitables.

Antes de iniciar el tratamiento, el personal de enfermería colaborará en comprobar que el paciente cumple los criterios clínicos establecidos para la administración del tratamiento. Normalmente estos criterios de inclusión y exclusión varían según el protocolo del centro asistencial, pero se pueden generalizar algunos como, por ejemplo: la ausencia de infecciones activas, alteraciones hematológicas, neoplasias activas o el uso reciente de medicaciones como anticoagulantes orales o antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) que puedan afectar a la funcionalidad plaquetaria (6,15)

El profesional de enfermería colabora con el equipo médico en la valoración integral del paciente, tanto en la anamnesis e historia clínica, donde se busca señalar antecedentes y alergias relevantes, como en la exploración física, valorando el estado general, por ejemplo, de hidratación y alimentación del paciente. Por otro lado, la participación en el proceso del consentimiento informado, resolviendo dudas y asegurando que el paciente comprenda los beneficios, limitaciones terapéuticas, procedimientos y medidas posteriores.

Como vimos en apartados anteriores, la obtención del PRP tiene en la práctica múltiples protocolos y sistemas, tanto abiertos como cerrados, que se comercializan con distintos materiales. Aunque como regla general, en esta fase preparatoria, el personal de enfermería tiene la responsabilidad de disponer de todo el material necesario, tanto general como específico, asegurando en todo momento una manipulación estéril y segura.

En conjunto, esta fase preparatoria presenta una oportunidad para garantizar la calidad del procedimiento y reforzar la relación terapéutica, donde la enfermería no solo debe ejecutar las tareas técnicas, sino también actuar de enlace entre el procedimiento clínico y la vivencia del paciente.

4.2 Obtención, procesamiento y administración del PRP

Una vez que se verifica al paciente y con la preparación del entorno clínico siguiendo normas estrictas de asepsia y disponiendo de todo el material necesario se inicia la obtención del PRP, comenzará con la extracción sanguínea, mediante venopunción estéril, habitualmente en la vena ante cubital, utilizando sistemas cerrados y anticoagulante, como el citrato de sodio al 3,2%. El volumen de sangre necesaria varía según el protocolo, oscila entre los 10 y 60 ml en función del PRP que se pretenda obtener (6,15).

Una vez que la muestra es recogida, se procede a su procesamiento mediante centrifugación con el objetivo de separar los distintos componentes plasmáticos por densidad. Tanto el número de ciclos como la velocidad, dependerá del sistema utilizado, como previamente discutimos. Esta fase debe realizarse de forma inmediata y así evitar una activación espontánea de las plaquetas. Es responsabilidad del personal de enfermería garantizar que todos los parámetros técnicos se mantienen, así como la esterilidad durante todo el procedimiento (6,35).

Tras la centrifugación, se pasará a extraer la fracción rica en plaquetas, esto debe llevarse a cabo con mucho cuidado para prevenir que eritrocitos o leucocitos sean arrastrados, El conocimiento del tipo de preparado y la indicación clínica son fundamentales en este paso ya que la composición celular influirá directamente en la respuesta terapéutica (22).

En muchos casos, antes de su aplicación, el PRP se activa ya sea mediante trombina autóloga o cloruro de calcio, facilitando la creación de un gel rico en factores de crecimiento (31).

Finalmente, como se nombró en apartados anteriores, el PRP puede administrarse por vía tópica, infiltración subcutánea o intraarticular, generalmente, la administración suele estar a cargo del personal médico, si bien no está regulado como un acto exclusivamente médico, la mayoría de las aplicaciones se consideran técnicas invasivas, existe cierto margen de delegación en aplicaciones perilesionales o tópicas, pero siempre actuando bajo protocolos de prescripción médica (46).

4.3 Cuidados postprocedimiento y seguimiento.

Tras la aplicación del PRP, corresponde al personal de enfermería observar si aparecen reacciones locales, como enrojecimiento, inflamación leve, hematomas o molestias en la zona tratada. Aunque estos signos suelen considerarse normales dentro del proceso de regeneración, es importante dejar constancia en la historia clínica y en caso de no remitir, o empeorar, comunicarlo con el equipo médico (6,15).

La enfermera en este caso tiene un papel imprescindible en la continua comunicación y educación del paciente tras el procedimiento. Estas recomendaciones suelen incluir el reposo relativo de la zona tratada durante 24-48 horas, evitar el uso de fármacos antiinflamatorios no esteroideos y vigilar la aparición de signos de alarma. Esta educación sanitaria es clave para la adherencia al tratamiento, así como para empoderar al paciente en su proceso de recuperación (29,46)

En los días posteriores, se realiza un seguimiento clínico, ya sea presencial o telemático, colaborando en la evaluación de la funcionalidad, la reducción del dolor, la respuesta de las cicatrices o la movilidad, según la indicación. Además, a lo largo de todo el proceso se registran datos relevantes en la historia clínica incluyendo las fechas de aplicación, tipos de PRP, lotes utilizados y observaciones clínicas, asegurando así la trazabilidad de todo el proceso (15).

4.4 Seguridad, normativa y trazabilidad.

El uso clínico del PRP requiere una actuación rigurosa en cuanto a la seguridad y el conocimiento de la normativa. Aunque se trata de un producto autólogo, su manipulación está sujeta a controles similares que otros hemoderivados. En España, la AEMPS establece que se debe cumplir con las exigencias de la Ley 29/2006 y la directiva 2001/83/CE, incluyendo garantías de calidad, trazabilidad e información al paciente (15,16)

El personal de enfermería es responsable de asegurar la correcta identificación del paciente, el registro del material (incluido número de lote de tubos, jeringas y anticoagulantes), y la documentación del procedimiento en la historia clínica. Además, debe aplicar medidas estrictas de bioseguridad durante la extracción, manipulación y administración del PRP

La gestión del consentimiento informado y la educación al paciente forman parte, como hemos visto, imprescindible del proceso, siendo la enfermería un agente clave en la clara comunicación

de riesgos, beneficios y cuidados. Su participación en los sistemas de calidad y notificación contribuyen a consolidar el uso seguro y ético del PRP en la práctica clínica.

4.5 Aplicación del proceso enfermero a través de la taxonomía NANDA-NOC-NIC al tratamiento con PRP

En el marco de las competencias enfermeras en el uso del PRP y la planificación sistemática de cuidados, es común utilizar el marco taxonómico NNN, este, integra tres clasificaciones normalizadas: NANDA (North American Nursing Diagnosis Association International), proporcionará un listado estructurado de diagnósticos de enfermería que reflejan respuestas del paciente ante problemas de salud reales y potenciales. NOC (Nursing Outcomes Classification) donde se definirán resultados esperados para evaluar la efectividad de los NIC (Nursing Intervention Classification), estos agrupan intervenciones enfermeras adecuadas en cada diagnóstico.

Este marco de trabajo permite una organización lógica, estandarizada y basada en la evidencia de aquellos procesos de enfermería, facilitando así la continuidad asistencial.

La siguiente tabla muestra una propuesta de aplicación de este marco de organización que se centrará en intervenciones comunes, que pacientes candidatos al tratamiento con PRP pueden tener en común. Es importante señalar que los diagnósticos seleccionados no deben considerarse prescriptivos ni universales, ya que solo pueden establecerse tras una valoración enfermera de las necesidades individualizada. Sin embargo, dadas las características de este procedimiento es posible identificar ciertos diagnósticos, resultados esperados e intervenciones frecuentes.

Diagnósticos NANDA	Resultados NOC	Intervención NIC
000132 – Dolor agudo	2102 – Nivel de dolor	1400 – Manejo del dolor
00206 – riesgo de hemorragia	0413 – severidad de la pérdida de sangre	4010 – prevención de la hemorragia
00004 – Riesgo de infección (diagnóstico de riesgo)	1902 – Control de riesgo	6540 – Control de infecciones
00046 – integridad de la piel deteriorada	1103 – curación de herida por segunda intención 1101- integridad tisular: piel y membranas	3660 – cuidado de las heridas 3590 – vigilancia de la piel
00085 – movilidad física deteriorada	0208 – nivel de movilidad 0211 – riesgo de caídas	0221 – Terapia de ejercicios: ambulación 1800 – Prevención de caídas
00161 – disponibilidad para mejorar el conocimiento	1813 – Conocimiento del régimen terapéutico	5618 – Enseñanza: procedimiento/tratamiento

	1811 – conocimiento del procedimiento	5602 – enseñanza del proceso de enfermedad 5520 – facilitación del aprendizaje
--	---------------------------------------	---

Además de los ejemplos expuestos anteriormente, es también fundamental señalar que existen situaciones clínicas que requieren una intervención conjunta del equipo, en estas situaciones, la enfermería tendrá un papel esencial en la monitorización, la actuación coordinada y la detección de signos y síntomas. Estos problemas potenciales o presentes en el paciente no se codifican mediante la anterior taxonomía, pero también están dentro del proceso enfermero en la mayoría de las situaciones clínicas. En el contexto del PRP podríamos simplificar algunos ejemplos de estos Problemas de colaboración:

- Hematoma postpunción: monitorización y aplicación de medidas locales, aplicando presión, frío, informar al facultativo de los cambios y documentar la evolución.
- Reacción inflamatoria local intensa o dolor desproporcionado: vigilar postprocedimiento y mantener la comunicación evaluando signos de alarma, aplicando medidas de confort o tratamientos pautados posteriores.
- Infección local o sistémica posterior: se mantendrá la observación con inspecciones diarias, educación al paciente, control de temperatura y aspecto del área.
- Suspensión/ajuste de medicaciones que interfieren con el procedimiento, aquí la coordinación del equipo verificando previamente antecedentes, registrando la medicación habitual y advirtiéndolo de posibles interacciones.

Como hemos visto a lo largo de todo el capítulo, el papel de la enfermería abarca todo el recorrido del tratamiento con PRP; selección y valoración de pacientes, preparación, obtención, seguimiento, educación y trazabilidad, enmarcan un proceso complejo que requiere una formación continua y una ética profesional que asegure que el papel de la enfermería se afiance, con una normativa clara y permita ayudar a estos tratamientos y otros a alcanzar una integración humanizada, personalizada y basada en la evidencia.

5. Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha intentado hacer una presentación general del plasma rico en plaquetas, tratando de ofrecer una visión clara y sin sesgos de sus bases, beneficios y retos. El plasma rico en plaquetas se define como un derivado sanguíneo autólogo obtenido a través de centrifugación, con una concentración plaquetaria normalmente de dos a siete veces superior a la sangre periférica. Estas plaquetas juegan un papel primario en todo este sistema, a través de la liberación de factores de crecimiento almacenados en los gránulos alfa, que regulan los procesos de proliferación, migración y diferenciación celular, claves para la regeneración de los tejidos (6). Si bien su alto perfil de seguridad al ser un producto autólogo destaca como primera ventaja, pronto se vio que existe una notable variabilidad ya desde los procesos de obtención, donde conviven sistemas tanto abiertos como cerrados, a diferentes velocidades y número de centrifugaciones. También la falta de acuerdo en su clasificación, como vimos con los sistemas

PAW, DEPA, Doha o MARSPILL, que dificultan la homogeneidad de los preparados y la compatibilidad de resultados (35).

Podemos argumentar que el uso del plasma rico en plaquetas ha sido introducido en numerosas situaciones clínicas con resultados mixtos. En ortopedia varios metaanálisis amplios han demostrado superioridad de la infiltración de PRP frente a los tratamientos convencionales en artrosis de rodilla, mejorando el dolor y la funcionalidad hasta un 50% (14). Asimismo, el uso en tendinopatías crónicas, donde estudios pioneros como el de Mishra y Pavelko (2006) demostraron la capacidad de los factores de crecimiento para estimular la proliferación de tenocitos y la síntesis de colágeno acelerando la reparación tendinosa (21, 29).

En dermatología y medicina estética, la aplicación de P-PRP puro ha demostrado reducir la inflamación local, favoreciendo el rejuvenecimiento facial y la recuperación del folículo en alopecia, aunque vemos que algunos estudios no encuentran diferencias significativas frente a las terapias estándar, probablemente debido a la heterogeneidad de la dosis y los métodos de activación (9,44). En heridas crónicas y úlceras por presión o diabéticas el uso de geles de PRP acelera la formación de tejidos de granulación, mejorando la vascularización y reduciendo las posibilidades de infección, si bien, como en los anteriores casos, existen revisiones que señalan la variabilidad de resultados dependiendo de las comorbilidades, las fases de la lesión y el protocolo utilizado. En odontología la adición de PRP y PRF a injertos autólogos ha incrementado la densidad ósea, aunque también aquí encontramos series de casos que divergen en su eficacia frente al injerto de hueso solo (35). Su empleo en oftalmología muestra potencial para acelerar la cicatrización corneal, aunque carecemos de ensayos controlados y guías estandarizadas que fortalezcan la evidencia(34).

Como hemos visto, la evidencia y disparidad en los resultados suponen una barrera para la consolidación del uso del PRP, junto con esto, la necesidad de un marco regulatorio unificado y ético sólido. Si bien disponemos de informes como el de la AEMPs donde exigen garantías de trazabilidad, calidad y consentimiento, no existe un estatuto comunitario que iguale los criterios de obtención, clasificación y activación del PRP (15,16) Esta fragmentación normativa facilita el uso de kits comerciales de eficacia variable, que dificultan la comparabilidad de estudios clínicos. Solamente mediante una comprensible unificación de normativa, con transparencia en los procesos y las expectativas y el respeto a los principios de bioseguridad se podrá asegurar la validez científica del plasma rico en plaquetas en la práctica asistencial.

Dentro de este contexto, se ha querido mostrar también la necesidad de un enfoque multidisciplinar, donde la enfermería juega un papel esencial. Sus actuaciones abarcan todo el proceso, desde la valoración previa, pasando por la obtención, activación y manipulación hasta la vigilancia posterior, haciendo énfasis en la educación sanitaria como un pilar fundamental de la profesión. Todo ello, posiciona a la enfermería como agente clave en el éxito de una implantación segura, eficaz y transparente del tratamiento con plasma rico en plaquetas(46).

De cara al futuro, el uso del PRP sigue ampliando sus indicaciones en nuevas áreas, así como la combinación con biomateriales avanzados o el uso de exosomas plaquetarios en tratamientos personalizados (29). Asimismo, se espera una mayor integración ambulatoria, simplificando procesos y permitiendo que un número mayor de pacientes se beneficie de forma segura.

Finalmente, el plasma rico en plaquetas se encuentra todavía transitando el espacio entre la evidencia y la aplicación clínica, día a día, se consolida como un tratamiento útil en medicina

regenerativa. No obstante, su éxito definitivo debe equilibrarse entre el entusiasmo y el rigor científico, que se sustente en una normativa adecuada, con una ética clínica y una implicación de todos los profesionales para asegurar una implementación responsable y centrada en el paciente.

Bibliografía

Introducción

1. Shah JB. The History of Wound Care. The Journal of the American College of Certified Wound Specialists [Internet]. 2012 Apr 19;3(3):65–6. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3601883/>
2. Ratner B.D. History of biomaterials. In: Ratner B.D., Hoffman A.S., Schoen F.J., and Lemons J.E., eds. Biomaterials Science—An Introduction to Materials in Medicine. 3rd ed. London: Academic Press, 2013, pp. xli–liii
3. Kaul H, Ventikos Y. On the Genealogy of Tissue Engineering and Regenerative Medicine. Tissue Engineering Part B, Reviews [Internet]. 2015 Apr 1;21(2):203–17. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4390213/#B19>
4. Castro-Piedra SE, Arias-Varela KA, Castro-Piedra SE, Arias-Varela KA. Actualización en plasma rico en plaquetas. Acta Médica Costarricense [Internet]. 2019 Dec 1;61(4):142–51. Available from: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022019000400142
5. Magalon J, Chateau AL, Bertrand B, Louis ML, Silvestre A, Giraudo L, et al. DEPA classification: a proposal for standardising PRP use and a retrospective application of available devices. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2016 Feb;2(1):e000060.
6. Everts P, Onishi K, Jayaram P, Lana JF, Mautner K. Platelet-Rich Plasma: New Performance Understandings and Therapeutic Considerations in 2020. Int J Mol Sci. 2020 Oct 21;21(20):7794. doi: 10.3390/ijms21207794. PMID: 33096812; PMCID: PMC7589810.

Justificación

7. WHO World health statistics, 2025
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240110496>
8. Tárraga PJ. Los enfermos crónicos, la pandemia pendiente. DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals) [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2025 May 27]; Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2529-850X2021000100001
9. Tan J, Chen H, Zhao L, Huang W. Platelet-Rich Plasma Versus Hyaluronic Acid in the Treatment of Knee Osteoarthritis: A Meta-analysis of 26 Randomized Controlled Trials. Arthroscopy. 2021 Jan;37(1):309–325. doi: 10.1016/j.arthro.2020.07.011. Epub 2020 Jul 15. PMID: 32679294
10. Mishra A, Pavelko T. Treatment of chronic elbow tendinosis with buffered platelet-rich plasma. Am J Sports Med. 2006 Nov;34(11):1774–8. doi: 10.1177/0363546506288850. Epub 2006 May 30. PMID: 16735582.
11. Sánchez M, Mercader Ruiz J, Marijuán Pinel D, Sánchez P, Fiz N, Guadilla J, et al. Increasing the concentration of plasma molecules improves the biological activity of

- platelet-rich plasma for tissue regeneration. *Sci Rep* [Internet]. 2025;15(1):4523. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-025-88918-0>
12. Spampinato SF, Caruso GI, DE Pasquale R, sortino MA, Merlo S. the treatment of impaired wound healing in diabetes: Looking among old drugs. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2020 Apr 1;13(4):60
 13. Fitzpatrick J, ulsara MK, McCrory PR, Richardson MD, Zheng MH. Analysis of Platelet-Rich Plasma Extraction: Variations in Platelet and Blood Components Between 4 Common Commercial Kits. *Orthop J Sports Med*. 2017 Jan 3;5(1):2325967116675272. doi: 10.1177/2325967116675272. PMID: 28210651; PMCID: PMC5302100.
 14. Moraes VY, Lenza M, Tamaoki MJ, Faloppa F, Belloti JC. Platelet-rich therapies for musculoskeletal soft tissue injuries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Dec 23;(12):CD010071. doi: 10.1002/14651858.CD010071.pub2. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Apr 29;(4):CD010071. doi: 10.1002/14651858.CD010071.pub3. PMID: 24363098.
 15. Informe de la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios sobre el uso de Plasma Rico en Plaquetas [Internet]. [cited 2025 May 27]. Available from: <https://www.aemps.gob.es/medicamentosUsoHumano/medSituacionesEspeciales/docs/PRP-AEMPS-DEF-mayo13.pdf#page=1.30>
 16. European Medicines agency. Guideline on human cell-based medical products EMA/CHMP/410869/2006. 2008Siegmond Lang, Markus Loibl, Marietta Herrmann; Platelet-Rich Plasma in Tissue Engineering: Hype and Hope. *Eur Surg Res* 14 November 2018; 59 (3-4): 265–275. <https://doi.org/10.1159/000492415>
 17. Investigación RS. Efectos del uso de tecnologías en los cuidados de enfermería [Internet]. ▷ RSI - Revista Sanitaria de Investigación. 2023. Available from: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/efectos-del-uso-de-la-tecnologia-en-los-cuidados-de-enfermeria/>

Capítulo 1. las plaquetas

18. Michelson AD, M Cattaneo, Frelinger AL, Newman PJ. Platelets. London: Elsevier/Academic Press; 2019
19. Gruber R. How to explain the beneficial effects of platelet-rich plasma. *Periodontology* 2000 [Internet]. 2024 Apr 10; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38600634/>
20. Anitua E. Plasma rich in growth factors: preliminary results of use in the preparation of future sites for implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999 Jul-Aug;14(4):529-35. PMID: 10453668.
21. Foster TE, Puskas BL, Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Rodeo SA. Platelet-Rich Plasma: From Basic Science to Clinical Applications. *The American Journal of Sports Medicine*. 2009;37(11):2259-2272. doi:10.1177/0363546509349921
22. Dohan Ehrenfest DM, Andia I, Zumstein MA, Zhang C-Q, Pinto NR, Bielecki T. Classification of platelet concentrates (Platelet-Rich Plasma-PRP, Platelet-Rich Fibrin-PRF) for topical and infiltrative use in orthopedic and sports medicine: current consensus, clinical implications and perspectives. *Muscles Ligaments Tendons J* [Internet]. 2014;4(1):3–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11138/mltj/2014.4.1.0013>

23. Khalid KA, Nawari AFM, Zulkifli N, Barkat MA, Hadi H. Aging and Wound Healing of the Skin: A Review of Clinical and Pathophysiological Hallmarks. *Life* (Basel). 2022 Dec 19;12(12):2142. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/life12122142>
24. O'Reilly S, Markiewicz E, Idowu OC. Aging, senescence, and cutaneous wound healing-a complex relationship. *Front Immunol*. 2024 Oct 17;15:1429716. doi: 10.3389/fimmu.2024.1429716. PMID: 39483466; PMCID: PMC11524853.
25. Adib Y, Serror K, Michel L. Fisiología de la cicatrización de las heridas cutáneas: análisis centrado en el papel de la respuesta inmunitaria innata y las aplicaciones terapéuticas. *EMC - Dermatol* [Internet]. 2024;58(2):1–13. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1761289624491176>
26. Spampinato SF, Caruso GI, DE Pasquale R, sortino MA, Merlo S. the treatment of impaired wound healing in diabetes: Looking among old drugs. *Pharmaceuticals* (Basel). 2020 Apr 1;13(4):60
27. Su CA, Jildeh TR, Vopat ML, Waltz RA, Millett PJ, Provencher MT, Philippon MJ, Huard J. Current State of Platelet-Rich Plasma and Cell-Based Therapies for the Treatment of Osteoarthritis and Tendon and Ligament Injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 2022 Aug 3;104(15):1406-1414. doi: 10.2106/JBJS.21.01112. Epub 2022 Mar 24. PMID: 35867717.
28. Kim SY, Lee JS, Song KS, et al. Effect of platelet-rich plasma on angiogenic and regenerative processes: a comprehensive review. *Platelets*. 2024; DOI:10.1080/09537104.2024.XXXXX.
29. Sánchez-González D, Pérez-Berná A, López-Contreras M, Fernández V, Gómez-Izquierdo E, Hernández-Moreno D, et al. Influence of platelet exosome proteome on PRP efficacy in tissue regeneration. *Int J Mol Sci*. 2024;25(14):7914.
30. Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, et al. Comparing growth factor release kinetics in different platelet concentrates. *J Periodontol*. 2024;95(4):XXXX–XXXX.
31. Navarrete-Cortínez P, Hernando L, Andía I. Activation pathways of platelet-rich plasma: role in tissue repair. *J Tissue Eng Regen Med*. 2024;18(5):460–72
32. Foster TE, Puskas BL, Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Rodeo SA. Platelet-Rich Plasma: From Basic Science to Clinical Applications. *The American Journal of Sports Medicine*. 2009;37(11):2259-2272. doi:10.1177/0363546509349921
33. Kim SY, Lee JS, Song KS, et al. Effect of platelet-rich plasma on angiogenic and regenerative processes: a comprehensive review. *Platelets*. 2024; DOI:10.1080/09537104.2024.XXXXX.

Capítulo 2 plasma rico en plaquetas

34. Navarrete-Cortínez P, Fernández-Egea A, Andía I. Papel del plasma en la cicatrización: más allá de las plaquetas. *Arch Clín Estudio Hematol*. 2021;22(4):209–14.
35. Lana JFSD, Purita J, Paulus C, Huber SC, Rodrigues BL, Rodrigues AA, Santana MH, Madureira JL Jr, Malheiros Luzo ÂC, Belangero WD, Annichino-Bizzacchi JM. Contributions for classification of platelet rich plasma - proposal of a new classification: MARSPILL. *Regen Med*. 2017 Jul;12(5):565-574. doi: 10.2217/rme-2017-0042. Epub 2017 Jul 31. PMID: 28758836.
36. Ferrari M, Zia S, Valbonesi M, Henriquet F, Venere G, Spagnolo S, Grasso MA, Panzani I. A new technique for hemodilution, preparation of autologous platelet-rich plasma and

- intraoperative blood salvage in cardiac surgery. *Int J Artif Organs*. 1987 Jan;10(1):47-50. PMID: 3570542.
37. Kingsley CS. Blood coagulation; evidence of an antagonist to factor VI in platelet-rich human plasma. *Nature*. 1954 Apr 17;173(4407):723-4. doi: 10.1038/173723a0. PMID: 13165629.
 38. Rosenthal AR, Egbert PR, Harbury C, Hopkins JL, Rubenstein E. Use of platelet-fibrinogen-thrombin mixture to seal experimental penetrating corneal wounds. *Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol*. 1978 Jul 17;207(2):111-5. doi: 10.1007/BF00414308. PMID: 308778.
 39. Marx RE, Carlson ER, Eichstaedt RM, Schimmele SR, Strauss JE, Georgeff KR. Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1998 Jun;85(6):638-46. doi: 10.1016/s1079-2104(98)90029-4. PMID: 9638695.
 40. Mishra A, Pavelko T. Treatment of chronic elbow tendinosis with buffered platelet-rich plasma. *Am J Sports Med*. 2006 Nov;34(11):1774-8. doi: 10.1177/0363546506288850. Epub 2006 May 30. PMID: 16735582.
 41. Moraes VY, Lenza M, Tamaoki MJ, Faloppa F, Belloti JC. Platelet-rich therapies for musculoskeletal soft tissue injuries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Dec 23;(12):CD010071. doi: 10.1002/14651858.CD010071.pub2. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2014 Apr 29;(4):CD010071. doi: 10.1002/14651858.CD010071.pub3. PMID: 24363098

Capítulo 3 Aplicaciones del PRP

42. Xiong Y, Gong C, Peng X, Liu X, Su X, Tao X, Li Y, Wen Y, Li W. Efficacy and safety of platelet-rich plasma injections for the treatment of osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Front Med (Lausanne)*. 2023 Jun 27;10:1204144. doi: 10.3389/fmed.2023.1204144. PMID: 37441691; PMCID: PMC10333515.
43. Sánchez M, Anitua E, Azofra J, Andía I, Padilla S, Mujika I. Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices. *Am J Sports Med*. 2007 Feb;35(2):245-51. doi: 10.1177/0363546506294078. Epub 2006 Nov 12. PMID: 17099241.
44. Motosko CC, Khouri KS, Poudrier G, Sinno S, Hazen A. Evaluating Platelet-Rich Therapy for Facial Aesthetics and Alopecia: A Critical Review of the Literature. *Plast Reconstr Surg*. 2018 May;141(5):1115-1123. doi: 10.1097/PRS.0000000000004279. PMID: 29697605.
45. Meznerics FA, Fehérvári P, Dembrovsky F, Kovács KD, Kemény LV, Csupor D, Hegyi P, Bánvölgyi A. Platelet-Rich Plasma in Chronic Wound Management: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *J Clin Med*. 2022 Dec 19;11(24):7532. doi: 10.3390/jcm11247532. PMID: 36556151; PMCID: PMC9785167.
46. Investigación RS. Efectos del uso de tecnologías en los cuidados de enfermería [Internet]. ▷ RSI - Revista Sanitaria de Investigación. 2023. Available from: <https://revistasanitariadeinvestigacion.com/efectos-del-uso-de-la-tecnologia-en-los-cuidados-de-enfermeria/>

47. Galvez C, Sanz-Merodio A. Tratamiento con plasma rico en factores de crecimiento en úlceras cutáneas. Revisión sistemática. Gerokomos [Internet]. 2021;32(1):37-45. Disponible en: <https://gerokomos.senpe.com/>
48. Qu W, Wang Z, Hunt C, et al. Platelet-Rich Plasma for Wound Care in the Medicare Population [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2020 Sep 17. Available from: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.unican.idm.oclc.org/books/NBK575939/>

Referencias complementarias

49. la Fleur P, Argáez C. Platelet-Rich Plasma Injections for Wound Healing and Tissue Rejuvenation: A Review of Clinical Effectiveness, Cost-Effectiveness and Guidelines [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2017 Jun 13. Available from: <https://www.ncbi-nlm-nih-gov.unican.idm.oclc.org/books/NBK525037/>
50. Everts, P.A.; Lana, J.F.; Alexander, R.W.; Dallo, I.; Kon, E.; Ambach, M.A.; van Zundert, A.; Podesta, L. Profound Properties of Protein-Rich, Platelet-Rich Plasma Matrices as Novel, Multi-Purpose Biological Platforms in Tissue Repair, Regeneration, and Wound Healing. *Int. J. Mol. Sci.* **2024**, *25*, 7914. <https://doi.org/10.3390/ijms25147914>
51. Knighton DR, Ciresi KF, Fiegel VD, Austin LL, Butler EL. Classification and treatment of chronic nonhealing wounds. Successful treatment with autologous platelet-derived wound healing factors (PDWHF). *Ann Surg.* 1986 Sep;204(3):322-30. doi: 10.1097/00000658-198609000-00011. PMID: 3753059; PMCID: PMC1251286.