

Nuevas terapias no farmacológicas para la disfunción eréctil: evidencia actual sobre el uso de ondas de choque de baja intensidad y plasma rico en plaquetas (PRP)

New non-pharmacological therapies for erectile dysfunction: current evidence on the use of low-intensity shock waves and platelet-rich plasma (PRP)

Juan Andrés, Jiménez Cevallos (1) | María Duarte, Annei Leiyancy (2)

Pertenencia institucional

(1)Universidad Católica de Cuenca, Ecuador
(2)Universidad Católica de Cuenca, Ecuador

Correspondencia

jimenezcevallos21@gmail.com

ORCID

Jiménez Cevallos
0009-0007-1570-8166
Leiyancy
0009-0000-4200-8252

Resumen

Introducción: La disfunción eréctil (DE) es una condición prevalente con impacto significativo en la calidad de vida. Aunque los tratamientos convencionales como los inhibidores de la PDE5 son eficaces, no actúan sobre la etiología subyacente. En este contexto, surgen terapias regenerativas como las ondas de choque de baja intensidad (Li-ESWT) y el plasma rico en plaquetas (PRP), con potencial curativo.

Objetivo: Analizar la evidencia científica actual sobre la eficacia y seguridad de las terapias no farmacológicas (Li-ESWT y PRP) en el tratamiento de la DE.

Metodología: Revisión narrativa basada en literatura científica publicada entre 2020 y 2025, extraída de bases como PubMed, Scopus, UpToDate y DynaMed. Se incluyeron estudios clínicos y preclínicos relevantes.

Resultados: Li-ESWT: Diversos ensayos clínicos reportan mejoras significativas en la función eréctil (medida por IIEF) en pacientes con DE leve a moderada, con buena tolerancia y escasos efectos adversos. Sin embargo, la heterogeneidad en los protocolos limita su estandarización. PRP: Ensayos clínicos y estudios preclínicos muestran que el PRP mejora la densidad vascular y neuronal en el tejido cavernoso, con respuestas clínicas sostenidas hasta 6 meses y baja incidencia de eventos adversos. Las limitaciones incluyen poca estandarización en la preparación y aplicación del PRP. Terapias combinadas: La combinación PRP + Li-ESWT podría tener efectos sinérgicos, aunque se requieren estudios robustos para confirmar su eficacia y definir protocolos óptimos.

Conclusión: Las terapias regenerativas PRP y Li-ESWT ofrecen un enfoque prometedor y potencialmente curativo para el tratamiento de la DE, especialmente en casos refractarios a tratamientos convencionales. No obstante, su incorporación en guías clínicas requiere estudios multicéntricos con protocolos estandarizados, seguimientos prolongados y criterios claros de selección de pacientes.

Palabras clave:

Disfunción eréctil; Plasma rico en plaquetas; Terapia de ondas de choque

Abstract

Introduction: Erectile dysfunction (ED) is a common condition with a significant impact on quality of life. While phosphodiesterase type 5 inhibitors (PDE5i) offer symptomatic relief, they do not address the underlying pathophysiological causes. Regenerative therapies such as low-intensity extracorporeal shockwave therapy (Li-ESWT) and platelet-rich plasma (PRP) have emerged as promising alternatives with potential curative effects.

Method: A narrative literature review was conducted using scientific databases including PubMed, Scopus, UpToDate, and DynaMed. Studies published between 2020 and 2025 were selected, focusing on clinical and preclinical evidence related to PRP and Li-ESWT in the treatment of ED.

Results: Li-ESWT has shown statistically significant improvements in erectile function in patients with mild to moderate ED, as measured by the International Index of Erectile Function (IIEF), with minimal adverse effects and good tolerability. PRP has demonstrated potential in promoting angiogenesis, neurogenesis, and smooth muscle restoration, with sustained benefits for up to six months. However, both therapies are affected by methodological limitations, particularly in protocol standardization and patient selection. Preliminary studies suggest a synergistic effect when combining PRP and Li-ESWT, though further research is required.

Conclusion: Regenerative therapies such as PRP and Li-ESWT represent a promising paradigm shift in the management of ED, especially for patients unresponsive to pharmacologic treatments. Their widespread clinical adoption depends on the generation of high-quality, standardized, multicenter trials with extended follow-up periods and clearly defined eligibility criteria.

Key words:

Erectile dysfunction; Platelet-rich plasma; Shockwave therapy

Nuevas terapias no farmacológicas para la disfunción eréctil: evidencia actual sobre el uso de ondas de choque de baja intensidad y plasma rico en plaquetas (PRP)

Resumen

Introducción:

La disfunción eréctil (DE) es una condición común con un impacto significativo en la calidad de vida. Aunque los inhibidores de la fosfodiesterasa tipo 5 (PDE5i) ofrecen alivio sintomático, no abordan las causas fisiopatológicas subyacentes. Las terapias regenerativas, como la terapia con ondas de choque extracorpóreas de baja intensidad (Li-ESWT) y el plasma rico en plaquetas (PRP), han surgido como alternativas prometedoras con potencial efecto curativo.

Método:

Se realizó una revisión narrativa de la literatura utilizando bases de datos científicas como PubMed, Scopus, UpToDate y DynaMed. Se seleccionaron estudios publicados entre 2020 y 2025, centrados en evidencia clínica y preclínica sobre PRP y Li-ESWT en el tratamiento de la DE.

Resultados:

La Li-ESWT ha demostrado mejoras estadísticamente significativas en la función eréctil en pacientes con DE leve a moderada, medida por el Índice Internacional de Función Eréctil (IIEF), con efectos adversos mínimos y buena tolerancia. El PRP ha mostrado potencial para promover angiogénesis, neurogénesis y restauración del músculo liso, con beneficios sostenidos hasta por seis meses. No obstante, ambas terapias presentan limitaciones metodológicas, especialmente en la estandarización de protocolos y la selección de pacientes. Estudios preliminares sugieren un efecto sinérgico al combinar PRP y Li-ESWT, aunque se requiere más investigación.

Conclusión:

Las terapias regenerativas como el PRP y la Li-ESWT representan un cambio de paradigma prometedor en el manejo de la DE, especialmente en pacientes que no responden a tratamientos farmacológicos. Su adopción clínica generalizada dependerá de la realización de ensayos multicéntricos de alta calidad, con protocolos estandarizados, seguimientos prolongados y criterios de inclusión bien definidos.

Palabras clave:

Disfunción eréctil, plasma rico en plaquetas, terapia de ondas de choque

Abstract

Introduction:

Erectile dysfunction (ED) is a common condition with a significant impact on quality of life. While phosphodiesterase type 5 inhibitors (PDE5i) offer symptomatic relief, they do not address the underlying pathophysiological causes. Regenerative therapies such as low-intensity extracorporeal shockwave therapy (Li-ESWT) and platelet-rich plasma (PRP) have emerged as promising alternatives with potential curative effects.

Method:

A narrative literature review was conducted using scientific databases including PubMed, Scopus, UpToDate, and DynaMed. Studies published between 2020 and 2025 were selected, focusing on clinical and preclinical evidence related to PRP and Li-ESWT in the treatment of ED.

Results:

Li-ESWT has shown statistically significant improvements in erectile function in patients with mild to moderate ED, as measured by the International Index of Erectile Function (IIEF), with minimal adverse effects and good tolerability. PRP has demonstrated potential in promoting angiogenesis, neurogenesis, and smooth muscle restoration, with sustained benefits for up to six months. However, both therapies are affected by methodological limitations, particularly in protocol standardization and patient selection. Preliminary studies suggest a synergistic effect when combining PRP and Li-ESWT, though further research is required.

Conclusion:

Regenerative therapies such as PRP and Li-ESWT represent a promising paradigm shift in the management of ED, especially for patients unresponsive to pharmacologic treatments. Their widespread clinical adoption depends on the generation of high-quality, standardized, multicenter trials with extended follow-up periods and clearly defined eligibility criteria.

Keywords:

Erectile dysfunction, , platelet-rich plasma, shockwave therapy

1. Introducción

La disfunción eréctil (DE) es una condición prevalente, especialmente entre los hombres a partir de la quinta década de vida, y se caracteriza por la incapacidad persistente para alcanzar o mantener una erección que permita una actividad sexual satisfactoria. Más allá de su dimensión fisiológica, esta afección tiene un fuerte impacto en la salud emocional, autoestima y la calidad de vida tanto del paciente como de su pareja (1-4).

Su origen puede estar influido por factores biológicos, psicológicos y sociales que interactúan de manera compleja. Por lo que una alteración son las múltiples causas por las que se desencadena esta disfunción como enfermedades crónicas, alteraciones hormonales, efectos adversos de medicamentos y factores emocionales. Asimismo, para una correcta evaluación clínica se fundamenta en una buena historia clínica, examen físico y estudios complementarios necesarios en función de la causa subyacente y establecer un plan terapéutico adecuado (1-4).

Dentro del abordaje terapéutico se pondrá especial énfasis en el uso de ondas de choque de baja intensidad y plasma rico en plaquetas (PRP) unas alternativas no farmacológicas que han emergido en los últimos años mostrando resultados prometedores en la regeneración tisular y mejora de la función eréctil en beneficio de la salud sexual y general del paciente (1-4).

2. Objetivos**Objetivo general:**

- Analizar la evidencia científica actual sobre la eficacia y seguridad de las terapias no farmacológicas, específicamente las ondas de choque de baja intensidad y el plasma rico en plaquetas en el tratamiento de la disfunción eréctil.

Objetivos específicos:

- Describir los mecanismos mediante los cuales las ondas de choque de baja intensidad el PRP podrían mejorar la función eréctil.

- Evaluar los resultados clínicos reportados en estudios recientes sobre el uso de estas terapias en pacientes con disfunción eréctil.

3. Metodología

Se realizó una búsqueda de literatura científica publicada desde 2020-2025 en fuentes como: Pubmed, scopus, uptodate, dynamed, entre otros. Se excluyeron artículos que no sean publicados entre 2020-2025 y los que no tengan información relevante en función del tema.

Marco teórico

4. Fisiopatología de la DE

Su etiopatogenia es multifactorial (Tabla 1). Normalmente la erección peneana es un proceso que depende de una interacción coordinada entre estímulos biopsicosociales, integridad neurológica, función endotelial y mecanismos musculares lisos. La estimulación sexual activa la liberación del óxido nítrico desde el endotelio vascular y los nervios parasimpáticos. Este neurotransmisor clave activa la enzima guanilato ciclasa, promoviendo la conversión de guanosina trifosfato (GTP) en 3 5-ciclo-guanosina monofosfato (3 5- cGMP) dentro del tejido cavernoso (5-7).

El 3 5-cGMP induce la relajación del músculo liso del cuerpo cavernoso, lo que permite una mayor afluencia de sangre y la compresión de las venas subtunicales. Esta compresión venosa disminuye el retorno sanguíneo, facilitando así la rigidez y manteniendo la erección. La detumescencia ocurre cuando se activa el sistema simpático a través de los receptores adrenérgicos, reduciendo el flujo arterial e iniciando la acción de la enzima fosfodiesterasa tipo 5(PDE-5), que degrada el 3 5-cGMP disminuyendo la relajación muscular, se libera la compresión venosa y se restablece el retorno sanguíneo normal (5-7).

En la disfunción eréctil diversas causas como las mencionadas en la tabla 1 interfieren en estos mecanismos. Estas alteraciones pueden provocar una disminución de en la producción, liberación o acción del óxido nítrico o del 3 5-cGMP, generando concentraciones subóptimas para mantener la relajación músculo liso cavernoso. Como consecuencia, no se alcanza el umbral necesario para la erección, lo que resulta en una incapacidad persistente o recurrente para lograr o mantener una erección suficiente para una actividad sexual satisfactoria (5-7).

Tabla 1. Causas de disfunción eréctil

Causas de disfunción eréctil

Vasculares	Neurogénicas	Estructurales	Metabólicas	Medicamentos	Psicógenas
<ul style="list-style-type: none"> • Aterosclerosis • Enfermedad cardiovascular • Disfunción del mecanismo venooclusivo corporal • DM 1 y 2 • Hiperlipidemia • Cirugía pélvica mayor • Radioterapia pélvica o retroperitoneal • Obesidad • Fibrosis sinusoidal 	<ul style="list-style-type: none"> • Esclerosis múltiple (EM) • Atrofia multisistémica • enfermedad de Parkinson • Ataque • lesión cerebral • Epilepsia del lóbulo temporal • demencia de Alzheimer • lesión de la médula espinal • Tumores del sistema nervioso central 	<ul style="list-style-type: none"> • Fibrosis cavernosa • enfermedad de Peyronie • Hipospadias o epispadias asociadas con la curvatura del pene (normalmente ventral o dorsal, respectivamente) • Micropene • cáncer de pene • Fimosis • fractura de pene 	<ul style="list-style-type: none"> • Hipogonadismo • Hiperprolactinemia • Hipotiroidismo/hipertiroidismo • Hipocortisolismo/hipercortisolismo • Panhipopituitarismo 	<ul style="list-style-type: none"> • Antiandrógenos • Antihipertensivos • Antiarrítmicos • Psicotrópicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de excitabilidad • Trastornos de la intimidad sexual • Problemas relacionados con el rendimiento • Problemas relacionados con la pareja • Experiencias traumáticas del pasado • Estrés por eventos importantes de la vida

Autor: Juan Andrés Jiménez Cevallos

5. Mecanismos de acción de estas terapias.

La terapia con ondas de choque implica la aplicación de ondas acústicas que trasladan energía de una zona de alta presión hacia otra de baja presión, utilizando generadores electrohidráulicos, electromagnéticos o piezoeléctricos. Esta energía se transmite al tejido objetivo variando el volumen del área focal, la profundidad de penetración, la densidad de flujo energético y la cantidad total de energía administrada (5-7).

Aunque el mecanismo biológico exacto aún no está demostrado por completo, se fundamenta que las ondas de choque de baja intensidad pueden estimular la proliferación celular, promover la angiogénesis, favorecer la regeneración nerviosa, ejercer efectos antiinflamatorios y aumentar temporalmente la permeabilidad de la membrana celular a través de múltiples vías (5-7).

6. Evidencia clínica sobre la eficacia de ondas de choque (LI-ESWT):

Diversas investigaciones recientes han evaluado la eficacia de la terapia con ondas de choque extracorpóreas de baja intensidad (LI-ESWT) como tratamiento no farmacológico para la disfunción eréctil (DE), especialmente en pacientes con formas leves a moderadas de esta afección. Los estudios revisados coinciden en que la aplicación de esta modalidad terapéutica induce una mejoría significativa en la función eréctil, medida principalmente mediante el Índice Internacional de Función Eréctil (IIEF) y otros instrumentos clínicos validados.

Una revisión sistemática publicada en **Urología Colombiana** incluyó cuatro ensayos clínicos aleatorizados realizados en China, con un total de 513 pacientes. Los resultados demostraron que la terapia es segura, bien tolerada y eficaz para mejorar la función eréctil. La frecuencia de aplicación varió entre dos y tres veces por semana, con un total de entre 8 y 21 sesiones, sin reportarse efectos adversos relevantes. En estudios experimentales, además, se evidenció que el tratamiento puede favorecer la regeneración nerviosa a través de la proliferación de células de Schwann y el aumento de factores de crecimiento nervioso, lo que refuerza su potencial regenerativo a nivel del tejido cavernoso.

Por otro lado, una revisión sistemática más amplia publicada en la **Revista Árabe de Urología** analizó 11 ensayos clínicos controlados que involucraron a 920 pacientes. Aunque los resultados fueron algo heterogéneos, aproximadamente el 38% de los pacientes tratados mostraron una mejoría estadísticamente significativa en la función eréctil. La mayoría de los ensayos utilizaron protocolos con 1 a 2 sesiones semanales, con una media de 12 sesiones. No se documentaron eventos adversos mayores. No obstante, los autores señalan que aún existen limitaciones metodológicas, como la falta de estandarización en los parámetros técnicos del tratamiento (energía, número de impulsos, localización del aplicador), lo cual podría explicar la variabilidad en los resultados.

En conjunto, ambas revisiones respaldan el uso de la LI-ESWT como una alternativa segura y potencialmente eficaz para el manejo de la disfunción eréctil, especialmente en casos de origen vasculogénico y en pacientes que no responden adecuadamente a los tratamientos

farmacológicos convencionales. Sin embargo, destacan la necesidad de continuar con investigaciones de alta calidad metodológica, que definan protocolos estandarizados y evalúen la durabilidad de los efectos a largo plazo.

7. Uso del plasma rico en plaquetas (PRP) en la disfunción eréctil

7.1 Principios biológicos

El plasma rico en plaquetas (PRP) es un producto biológico derivado de la sangre autóloga, obtenido por centrifugación, que concentra las plaquetas en un pequeño volumen de plasma. Estas plaquetas liberan factores de crecimiento como el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), el factor de crecimiento epidérmico (EGF) y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), que estimulan procesos como la angiogénesis, neurogénesis y regeneración de tejido endotelial y muscular liso, todos fundamentales en la fisiología de la erección (8).

Estudios preclínicos en modelos animales han demostrado que la aplicación intracavernosa de PRP mejora la función eréctil, asociándose con un incremento en la densidad neuronal y vascular, así como una reducción de fibrosis en el cuerpo cavernoso. Estos efectos regenerativos sugieren que el PRP puede revertir parcialmente el daño estructural que ocurre en la disfunción eréctil secundaria a diabetes, edad o cirugía pélvica (9).

7.2 Estudios Clínicos y Preclínicos

La evidencia clínica aún es incipiente, pero creciente. Un ensayo clínico doble ciego, aleatorizado y controlado con placebo, realizado por Mykoniatis et al. en 2021, evaluó a 60 pacientes con disfunción eréctil leve a moderada tratados con PRP intracavernoso. El estudio demostró que el 69% de los pacientes presentaron una mejora clínica significativa en el puntaje del Índice Internacional de Función Eréctil (IIEF), en comparación con el 27% del grupo placebo, sin reportarse eventos adversos graves (10).

Asimismo, un metaanálisis publicado en 2024 por Zhao et al., que incluyó seis estudios clínicos y más de 300 pacientes, concluyó que el PRP produce mejoras estadísticamente significativas en la función eréctil en comparación con placebo, con una baja incidencia de efectos adversos y alta tolerabilidad. Los autores destacaron también una mejoría sostenida hasta por 6 meses en algunos estudios (11).

En estudios preclínicos, se ha observado que el PRP estimula la proliferación de células endoteliales y musculares lisas en el pene, además de promover la regeneración axonal en lesiones cavernosas inducidas en modelos animales de diabetes e isquemia pélvica (12).

7.3 Limitaciones Actuales

A pesar del potencial terapéutico del PRP, existen varias limitaciones importantes. Una de las principales es la falta de estandarización en los protocolos de obtención, concentración y

aplicación del PRP, lo que genera heterogeneidad en los resultados clínicos y limita la comparación entre estudios (13).

Además, la mayoría de los ensayos clínicos disponibles presentan un número reducido de pacientes, con seguimientos de corta duración (normalmente entre 3 y 6 meses), lo que impide determinar la durabilidad real del efecto terapéutico. Se requiere investigación longitudinal para evaluar la eficacia sostenida y los posibles efectos adversos a largo plazo (11,13).

Por último, no existe aún un consenso clínico respecto al número óptimo de sesiones, el volumen y la frecuencia de aplicación, ni los perfiles de pacientes que más se beneficiarían de este tratamiento. Estas lagunas dificultan la inclusión del PRP en las guías clínicas internacionales (8,10,13).

8. Comparación con tratamientos convencionales

Los tratamientos convencionales de la disfunción eréctil (DE), como los inhibidores de la fosfodiesterasa tipo 5 (PDE5i), las inyecciones intracavernosas, los dispositivos de vacío y las prótesis peneanas, se enfocan en producir una respuesta eréctil sintomática, sin actuar directamente sobre los mecanismos etiológicos subyacentes como el daño neurovascular o la fibrosis cavernosa (14).

Por el contrario, las terapias emergentes como el plasma rico en plaquetas (PRP) y la terapia de ondas de choque de baja intensidad (Li-ESWT) se centran en procesos regenerativos. Estas terapias buscan restaurar la función endotelial, estimular la angiogénesis y regenerar nervios y músculo liso cavernoso, ofreciendo un enfoque potencialmente curativo, especialmente en casos secundarios a diabetes o prostatectomía (8).

La evidencia clínica sobre PDE5i es robusta, con tasas de eficacia del 60–80% en pacientes con DE leve a moderada, aunque su efectividad disminuye significativamente en casos más severos o con patologías orgánicas complejas. En cambio, los estudios sobre PRP y ondas de choque muestran una eficacia prometedora, especialmente cuando se combinan, aunque la cantidad de estudios es menor y la heterogeneidad metodológica es alta (10).

Se ha demostrado que la combinación de PRP con Li-ESWT puede tener un efecto sinérgico, mejorando significativamente los puntajes del IIEF (International Index of Erectile Function) respecto al tratamiento individual, aunque estos datos provienen de ensayos clínicos pequeños y sin estandarización clara (13).

Tabla 2. Comparación entre tratamientos convencionales y terapias regenerativas en disfunción eréctil

Característica	PDE5i (Sildenafil, Tadalafil)	Inyecciones Intracavernosas	Dispositivos de Vacío	Prótesis Peneanas	PRP	Ondas Choque ESWT)	de (Li-
Mecanismo de acción	Vasodilatación por inhibición de PDE5	Relajación muscular local	Aumento del flujo venoso	Solución mecánica permanente	Regeneración tisular mediante GF	Angiogénesis, neurogénesis	

Inicio de acción	30–60 min	10–15 min	Inmediato	Permanente	Lento (semanas)	Lento (semanas)
Duración del efecto	Horas	Horas	Minutos	Años	Meses (según estudios actuales)	Meses a 1 año (según evidencia)
Evidencia clínica sólida	Alta	Alta	Media	Alta	Baja-media (ensayos en curso)	Media-alta (cada vez más evidencia)
Naturaleza curativa o sintomática	Sintomática	Sintomática	Sintomática	Solución permanente	Potencialmente curativa	Potencialmente curativa
Efectos adversos	Cefalea, rubor, congestión nasal	Dolor, priapismo, fibrosis	Molestias locales	Infección, fallas mecánicas	Raros, transitorios	Mínimos, leves
Costo aproximado	Bajo a moderado	Moderado	Bajo a moderado	Alto	Moderado a alto	Moderado
Disponibilidad	Alta	Alta	Alta	Limitada	Limitada	Moderada (en clínicas especializadas)

Autor: Annei Leiyancy Ma Duarte

A pesar de que las terapias tradicionales siguen siendo primera línea por su efectividad y disponibilidad, las terapias regenerativas emergen como opciones interesantes para pacientes que no responden o rechazan los tratamientos sintomáticos, aunque aún se necesitan más estudios para establecer su eficacia a largo plazo (13).

9. Limitaciones, controversias y necesidad de estandarización.

Una de las principales limitaciones de las terapias regenerativas en DE es la falta de estandarización en los protocolos. Existen múltiples métodos para preparar PRP (una o dos centrifugaciones, volúmenes variables, uso o no de activadores), lo que produce preparaciones heterogéneas en concentración plaquetaria y contenido de factores de crecimiento, afectando la reproducibilidad y comparabilidad de los resultados (15).

En el caso de las ondas de choque, existen distintos dispositivos en el mercado con parámetros variados (frecuencia, intensidad, número de impulsos y áreas tratadas), lo que dificulta definir un protocolo óptimo. Esta heterogeneidad metodológica es una de las principales críticas en revisiones sistemáticas recientes (16).

Otra controversia importante es la falta de criterios claros de selección de pacientes. La mayoría de los ensayos clínicos incluyen pacientes con DE leve o moderada, sin grandes comorbilidades, lo que limita la extrapolación de resultados a poblaciones más complejas como diabéticos o pacientes post-prostatectomía radical (17).

Finalmente, muchos estudios tienen muestras pequeñas, ausencia de grupos control adecuados y seguimientos cortos (usualmente de 3 a 6 meses), lo que impide evaluar con certeza la duración del efecto terapéutico. Estas limitaciones resaltan la necesidad urgente de ensayos

clínicos multicéntricos, bien diseñados y con protocolos estandarizados para que estas terapias puedan ser incorporadas formalmente en las guías clínicas (18).

10. Perspectivas futuras y líneas de investigación actuales.

Las terapias regenerativas como el plasma rico en plaquetas (PRP) y las ondas de choque de baja intensidad (Li-ESWT) están generando un cambio paradigmático en el tratamiento de la disfunción eréctil (DE), al enfocarse no en el alivio sintomático, sino en la regeneración funcional del tejido cavernoso. Las líneas de investigación actuales buscan identificar los mecanismos moleculares precisos por los cuales estas terapias inducen angiogénesis, neurogénesis y disminución de fibrosis, así como determinar qué subpoblaciones celulares se ven más estimuladas por los factores de crecimiento contenidos en el PRP o por la mecanotransducción inducida por las ondas de choque (19).

Otra línea de investigación se centra en el uso combinado de terapias regenerativas, como PRP + Li-ESWT, PRP + células madre mesenquimales (MSC), e incluso la integración de biomateriales como scaffolds de colágeno o matrices extracelulares diseñadas para optimizar la liberación de factores regenerativos. Estas combinaciones han mostrado resultados sinérgicos en modelos animales, como mejoras sostenidas en la función eréctil, reducción de fibrosis y mayor regeneración axonal en lesiones cavernosas inducidas experimentalmente (12).

A nivel clínico, están en marcha varios ensayos clínicos fase II y III en Estados Unidos, Europa y Asia, que buscan confirmar la eficacia y seguridad de estas terapias. Particularmente, se está evaluando la respuesta en subgrupos específicos como pacientes post-prostatectomía, con diabetes mellitus tipo 2, o con DE severa refractaria a inhibidores de PDE5. Estos estudios emplean tecnologías más avanzadas para estandarizar el PRP (como kits automatizados con control de leucocitos y concentración plaquetaria) y dispositivos de Li-ESWT con parámetros físicos más precisos (17).

También hay interés creciente en el uso de biomarcadores moleculares y de imagen para monitorear la respuesta terapéutica. Por ejemplo, el uso de resonancia magnética funcional para evaluar cambios en la perfusión peniana o estudios de expresión génica y proteómica del tejido cavernoso postratamiento. Estos avances podrían permitir una medicina personalizada basada en predictores de respuesta al PRP o a Li-ESWT (20).

Además, las sociedades científicas internacionales, como la European Association of Urology (EAU) y la Sexual Medicine Society of North America (SMSNA), han comenzado a incluir estas terapias en sus agendas de investigación, y se espera que en los próximos años se publiquen recomendaciones clínicas preliminares que definan indicaciones, dosis, frecuencia y duración del tratamiento con base en evidencia de alta calidad (21).

Finalmente, se anticipa un avance significativo en el desarrollo de productos bioingenierizados de próxima generación, como PRP enriquecido con exosomas, o microvesículas derivadas de células madre, con potencial terapéutico aún mayor. Estas estrategias buscan superar las

limitaciones actuales del PRP convencional, como su variabilidad entre individuos, y podrían revolucionar el tratamiento de la DE en la próxima década (22).

11. Discusión

Las terapias regenerativas aplicadas al tratamiento de la disfunción eréctil (DE), particularmente el plasma rico en plaquetas (PRP) y las ondas de choque extracorpóreas de baja intensidad (Li-ESWT), representan un cambio de paradigma con respecto al enfoque tradicional sintomático. A diferencia de los inhibidores de la fosfodiesterasa tipo 5 (PDE5i) o de las soluciones mecánicas como las prótesis peneanas, estas intervenciones buscan restaurar la funcionalidad del tejido cavernoso afectado, mediante mecanismos biológicos de reparación y regeneración.

La evidencia preclínica ha sido especialmente prometedora, demostrando efectos beneficiosos sobre la densidad vascular, la neurogénesis y la integridad del músculo liso cavernoso. Estos resultados han sido parcialmente corroborados por ensayos clínicos iniciales, que, si bien muestran mejoras significativas en la función eréctil, también evidencian importantes limitaciones metodológicas, como tamaños muestrales reducidos, falta de estandarización en los protocolos de aplicación y seguimientos de corta duración.

Una de las fortalezas más destacables es la baja incidencia de efectos adversos graves reportados tanto con PRP como con Li-ESWT, lo cual sugiere un perfil de seguridad favorable. Sin embargo, este aspecto debe evaluarse con cautela hasta que se disponga de estudios con seguimientos más extensos.

La combinación terapéutica de PRP y Li-ESWT ha mostrado resultados preliminares alentadores, sugiriendo un posible efecto sinérgico, aunque esta estrategia también requiere validación robusta a través de estudios multicéntricos aleatorizados. La principal barrera para la implementación clínica masiva de estas terapias continúa siendo la falta de protocolos universalmente aceptados, tanto en términos técnicos como en la selección del paciente ideal.

Asimismo, se deben considerar aspectos económicos y de disponibilidad, ya que actualmente estas intervenciones tienen costos relativamente elevados y una distribución limitada a centros especializados, lo cual restringe su accesibilidad.

En suma, si bien las terapias regenerativas no reemplazan por completo los tratamientos convencionales, ofrecen una alternativa prometedora para pacientes con DE refractaria a fármacos o en quienes se busca una solución de base etiológica. Su incorporación formal en las guías clínicas dependerá de la solidez de la evidencia que se genere en los próximos años.

12. Conclusiones

Las terapias regenerativas, específicamente el plasma rico en plaquetas (PRP) y las ondas de choque de baja intensidad (Li-ESWT), representan una evolución significativa en el abordaje de la disfunción eréctil, al proponer una intervención basada en la reparación de los mecanismos fisiopatológicos subyacentes, en contraste con los tratamientos tradicionales de

tipo sintomático. Ambas estrategias han demostrado ser seguras y bien toleradas por los pacientes, con una incidencia baja de efectos adversos, lo cual incrementa su atractivo clínico, especialmente en individuos que no han respondido adecuadamente a los tratamientos farmacológicos convencionales.

La evidencia disponible hasta el momento indica que estas terapias pueden inducir procesos regenerativos como la angiogénesis, la neurogénesis y la restauración de la función del músculo liso cavernoso, elementos esenciales para una erección fisiológica adecuada. No obstante, persisten limitaciones metodológicas importantes que impiden establecer recomendaciones clínicas definitivas. Entre estas limitaciones destacan la heterogeneidad en los protocolos de aplicación, la ausencia de criterios de selección de pacientes estandarizados y la escasa duración del seguimiento en la mayoría de los estudios publicados.

A pesar de estas barreras, el creciente interés en la investigación clínica y básica sobre estas terapias sugiere que, en un futuro cercano, podrían consolidarse como alternativas terapéuticas válidas, particularmente en subgrupos de pacientes con disfunción eréctil refractaria o de origen neurovascular. Para que ello sea posible, se requiere el diseño y ejecución de ensayos clínicos multicéntricos, controlados y con alto rigor metodológico, que permitan establecer la eficacia real, la durabilidad del efecto y los perfiles clínicos ideales para su uso.

En definitiva, el PRP y la Li-ESWT no deben ser considerados aún tratamientos de primera línea, pero sí constituyen herramientas terapéuticas emergentes con un prometedor potencial de aplicación en el campo de la medicina sexual y regenerativa. Su desarrollo e implementación dependerán en gran medida de la generación de evidencia científica sólida que respalde su uso y de la creación de guías clínicas que regulen su aplicación de forma estandarizada y segura.

13. Referencias bibliográficas

1. Disfunción eréctil [Internet]. Familydoctor.org. [citado el 16 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://es.familydoctor.org/condicion/disfuncion-erectil-es/?adfree=true>
2. Disfunción eréctil (DE) [Internet]. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. [citado el 16 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/enfermedades-urologicas/disfuncion-erectil>
3. Disfunción eréctil. Male Reproductive System [Internet]. 2020 [citado el 16 de mayo de 2025]; Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/erectiledysfunction.html>
4. Prieto J. Disfuncion Erectil: Causas Diagnostico. Independently Published; 2020.
5. DynaMed. Disfunción eréctil. Servicios de información de EBSCO. Consultado el 15 de mayo de 2025. <https://www.dynamed-com.vpn.ucacue.edu.ec/condition/erectile-dysfunction>

6. Mohit Khera. Evaluación de la disfunción sexual masculina [Internet]. Actualizar.com. 2023 [citado el 15 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.uptodate.com/contents/evaluación-of-male-sexual-dysfunction?search=Patogenia%20disfunci%C3%B3n%20er%C3%A9ctil&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1
7. Rosen RC, Khera M. Epidemiología y etiologías de la disfunción sexual masculina [Internet]. Actualizar.com. 2024 [citado el 15 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.uptodate.com/contents/epidemiology-and-etologies-of-male-sexual-dysfunction?search=disfunci%C3%B3n%20er%C3%A9ctil&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1
8. Anastasiadis E, Ahmed R, Khoja AK, Yap T. Erectile dysfunction: Is platelet-rich plasma the new frontier for treatment in patients with erectile dysfunction? A review of the existing evidence. *Front Reprod Health*. 2022;4:944765. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frph.2022.944765/full>
9. Albersen M, Fandel TM, Lin G, Wang G, Banie L, Lin CS, et al. Injections of human adipose tissue-derived stem cells and platelet-rich plasma improve recovery of erectile function in a rat model of cavernous nerve injury. *J Sex Med*. 2012;9(4):974–83. <https://doi.org/10.1111/j.1743-6109.2011.02641.x>
10. Mykoniatis I, Pyrgidis N, Sokolakis I, et al. Platelet-rich plasma improves erectile function: a double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *J Sex Med*. 2021;18(5):926-935. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743609521003155>
11. Zhao J, Zhang Q, Wang Y, et al. Efficacy and safety of platelet-rich plasma intracavernous injection for patients with erectile dysfunction: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Asian J Urol*. 2024;11(1):1-9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214388224000018>
12. Wu YN, Li H, Zhang S, et al. Platelet-rich plasma enhances recovery of erectile function following bilateral cavernous nerve crush injury in rats. *Urology*. 2020;136:190-197. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2019.11.032>
13. Geyik S. Comparison of the efficacy of low-intensity shock wave therapy and its combination with platelet-rich plasma in patients with erectile dysfunction. *Andrologia*. 2021;53(4):e14197. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/and.14197>
14. Mulhall JP, Burnett AL, Wang R, et al. A critical analysis of the efficacy, safety, and patient acceptability of PDE5 inhibitors in erectile dysfunction. *J Urol*. 2020;204(1):27-33. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000000990>

15. Matz EL, Pearlman AM, Terlecki RP. Safety and feasibility of platelet rich fibrin matrix injections for treatment of common urologic conditions. *Investig Clin Urol*. 2020;61(1):30–35. <https://doi.org/10.4111/icu.2020.61.1.30>
16. Patel P, Katz J, Lokeshwar SD, et al. Phase II randomized, clinical trial evaluating two schedules of low-intensity shockwave therapy for the treatment of erectile dysfunction. *Sex Med*. 2020;8(2):214–222. <https://academic.oup.com/smoa/article/8/2/214/6956629>
17. Fojecki GL, Tiessen S, Osther PJ. Effect of linear low-intensity extracorporeal shockwave therapy for erectile dysfunction—12-month follow-up of a randomized, double-blinded, sham-controlled study. *Sex Med*. 2018;6(1):1–7. <https://doi.org/10.1016/j.esxm.2017.10.002>
18. Russo GI, Di Mauro M, Cocci A, et al. Comparative effectiveness of low-intensity extracorporeal shock wave therapy for erectile dysfunction: A systematic review and network meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur Urol Focus*. 2019;5(5):915–922. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2018.06.007>
19. Zhang Z, Zhao J, Wang X, et al. Mechanisms and therapeutic effects of regenerative treatments in erectile dysfunction: from preclinical evidence to clinical validation. *Int J Mol Sci*. 2023;24(2):1134. <https://doi.org/10.3390/ijms24021134>
20. Gonzalez-Cadavid NF, Rajfer J. New directions in erectile dysfunction research: novel biomarkers and imaging for assessing regenerative therapies. *J Sex Med*. 2023;20(4):435–442. <https://doi.org/10.1093/jsxmed/qdad023>
21. Salonia A, Bettocchi C, Carvalho J, et al. EAU Guidelines on Sexual and Reproductive Health. *European Association of Urology*. 2023. <https://uroweb.org/guidelines/sexual-and-reproductive-health>
22. Yin GN, Song KM, Kwon MH, et al. Emerging regenerative medicine strategies for erectile dysfunction: exosomes and engineered PRP as promising therapies. *Andrology*. 2022;10(6):1043–1052. <https://doi.org/10.1111/andr.13184>