

Universidad Católica de Valencia
San Vicente Mártir
Facultad de Medicina y Odontología

Grado en Medicina

Trabajo de Fin de Grado

Utilidad del Plasma Rico en Plaquetas como adyuvante en el
tratamiento quirúrgico de las roturas tendinosas del tendón Aquiles.

Una revisión sistemática

Laura Fernández Domínguez

Director: Ignacio Miranda Gómez

Agradecimientos

A mi tutor el Dr. Ignacio Miranda Gómez, por su ayuda, paciencia y dedicación.

A mis padres, mis hermanos y familia. Por quererme, apoyarme y motivarme día a día a cumplir mis sueños. Siempre habéis confiado en mí y os habéis sacrificado para que pueda lograr mis objetivos. Os quiero.

Por último, quería dar las gracias a mi amiga/os y a Alessio, habéis sido un apoyo muy importante durante estos años, gracias por todo.

RESUMEN

Hipótesis y objetivo: analizar la utilidad del plasma rico en plaquetas (PRP) como adyuvante al tratamiento quirúrgico en la rotura aguda del tendón de Aquiles. La hipótesis de partida es que la utilización de PRP como coadyuvante de reparación quirúrgica de las roturas del tendón de Aquiles puede acelerar la recuperación y mejorar los resultados funcionales.

Material y métodos: se realiza una revisión sistemática de la literatura siguiendo las normas de la guía PRISMA. Se realizó una búsqueda el 21 de diciembre de 2022 en las bases de PubMed y Cochrane Library con los términos: (((platelet rich plasma) AND (therapy OR treatment)) AND (surgery)) AND (Achilles tendon).

Resultados: se han incluido 5 artículos que estudian la utilización de PRP como adyuvante a la reparación quirúrgica del tendón de Aquiles, 3 ensayos clínicos y 2 estudios comparativos. Se han obtenido buenos resultados funcionales y radiológicos para ambos grupos. No se han podido objetivar diferencias significativas en los resultados funcionales (vuelta a la actividad, rango de movilidad, escalas de valoración), complicaciones ni en las pruebas de imagen, que muestren una superioridad de los resultados añadiendo PRP como coadyuvante en la reparación quirúrgica de las roturas agudas del tendón de Aquiles.

Conclusión: en esta revisión sistemática no se han encontrado evidencias científicas y clínicas sólidas que justifiquen el uso de PRP como adyuvante a la cirugía en el tratamiento de la rotura aguda del tendón de Aquiles en la práctica clínica habitual.

Palabras clave: plasma rico en plaquetas, tendón de Aquiles, rotura aguda, tratamiento quirúrgico.

ABSTRACT

Hypothesis and aim: to analyze the usefulness of platelet-rich plasma (PRP) as an adjuvant to surgical treatment in acute Achilles tendon rupture. The starting hypothesis is that the use of PRP as an adjuvant to surgical repair of Achilles tendon ruptures can accelerate recovery and improve functional results.

Material and methods: a systematic review of the literature was carried out following the PRISMA guidelines. The search was performed on December 21, 2022, in PubMed and Cochrane Library databases with the terms: (((platelet rich plasma) AND (therapy OR treatment)) AND (surgery)) AND (Achilles tendon).

Results: 5 articles were included that study the use of PRP as an adjuvant to surgical repair of the Achilles tendon, 3 clinical trials and 2 comparative studies. Good functional and radiological results were obtained for both groups. No significant differences in functional outcomes (return to activity, range of motion, rating scales), complications or imaging tests were found to show superior results with the addition of PRP as an adjuvant in the surgical repair of acute Achilles tendon ruptures.

Conclusion: In this systematic review we have not found solid scientific and clinical evidence to justify the use of PRP as an adjuvant to surgery in the treatment of acute Achilles tendon rupture in routine clinical practice.

Key words: platelet rich plasma, Achilles tendon, acute tear, surgical treatment

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Tendón de Aquiles.....	1
1.1.1. Estructura.....	1
1.1.2. Vascularización.....	2
1.1.3. Inervación.....	3
1.2. Rotura del tendón de Aquiles.....	4
1.2.1. Factores de riesgo.....	4
1.2.2. Diagnóstico.....	5
1.3. Tratamiento.....	8
1.3.1. Tratamiento conservador	10
1.3.2. Tratamiento quirúrgico.....	13
1.3.3. Tratamiento biológico.....	17
1.4. Plasma rico en plaquetas.....	20
1.4.1. Concentración de plaquetas.....	22
1.4.2. Concentración de leucocitos.....	23
1.4.3. Uso de activadores.....	24
1.4.4. pH del inyectable.....	24
1.4.5. Anestésicos locales.....	24
1.4.6. Aplicaciones del PRP en las lesiones tendinosas.....	24
2. Hipótesis.....	27
3. Objetivos.....	28
4. Material y métodos.....	29
5. Resultados.....	34
6. Discusión.....	37
7. Conclusiones.....	34
8. Bibliografía.....	45
ANEXO I. Lista de verificación del Joanna Briggs Institute (JBI checklist) para ensayos clínicos.....	55
ANEXO II. Lista de verificación del Joanna Briggs Institute (JBI checklist) para estudios cuasi-experimentales.....	56
ANEXO III. Cartel trabajo final de grado.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Visión posterior músculos de la pierna.....	1
Figura 2. Vascularización tendón de Aquiles.....	3
Figura 3. Exploración rotura tendón Aquiles.....	6
Figura 4. Maniobra de Thompson.....	7
Figura 5. Ortesis removible inmovilizadora del tobillo.....	12
Figura 6. Ortesis de tobillo tipo CAM-Walker articulada.....	12
Figura 7. Imágenes intraoperatorias de una reparación percutánea.....	15
Figura 8. Tipos de sutura tendinosa.....	16
Figura 9: técnica del puente de cuerda de panda.....	17
Figura 10. Diagrama de flujo.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lista de verificación del Joanna Briggs Institute para ensayos clínicos...	32
Tabla 2. Lista de verificación del Joanna Briggs Institute para estudios cuasi-experimentales.....	33
Tabla 3. Trabajos que comparan la reparación quirúrgica del tendón de Aquiles con y sin utilización de PRP como adyuvante.....	34
Tabla 4. Tabla de resultados clínicos.....	35
Tabla 5. Resultados estructurales, complicaciones y conclusiones.....	36

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS y SIGLAS

ASC, células madre derivadas del tejido adiposo

ATRS, Rotura del tendón de Aquiles

BMP, Proteínas morfogenéticas óseas

Bota CAM, Bota de movimiento controlado del tobillo

FAOS: Foot and Ankle Outcome Score

FDA, Administración de Alimentos y Medicamentos

FGF, factor de crecimiento de fibroblastos

IC, Intervalo de confianza

IOp, Intraoperatorio

JBI, Joanna Briggs Institute

N, Número de pacientes totales

PARS, Sistema de reparación percutánea del tendón de Aquiles

PDGF, Factores de crecimiento derivados de las plaquetas

PDGF-BB, proteína de unión con mayor afinidad para el PDGFR-beta

PLT, Plaquetas activadas

PRBT, Técnica del puente de cuerda de panda

PRO, Patient-reported outcome.

PRP, Plasma Rico en Plaquetas

rh-PDGF, Facto de crecimiento recombinante humano derivado de plaquetas

RM, resonancia magnética

ROM, Range of motion

RR, Riesgo relativo

Score VISA-A, Victorian Institute of Sports Assessment-Achilles

SF-36, Short form (36) survey score

TGF-b, factor de crecimiento transformante beta

VAS, Visual Analogic Scale

VEGF, factor de crecimiento endotelial vascular

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Tendón de Aquiles

1.1.1. Estructura

El tendón de Aquiles es el tendón más grande y fuerte del cuerpo. Está en el compartimento posterior de la pierna anatómica y está formado por los músculos gastrocnemio y sóleo que convergen insertándose en el calcáneo (1)(2).

El músculo gastrocnemio se inserta en su parte proximal en los cóndilos medial y lateral del fémur. Por otra parte, el músculo sóleo se encuentra profundo respecto al gastrocnemio y se inserta en su extremo proximal en la superficie posterior del peroné y el borde medial de la tibia. Ambos, en su extremo distal, se unen e insertan en la cara posterosuperior de la tuberosidad mayor del calcáneo, formando así el tendón de Aquiles (Figura 1)(2)(3).

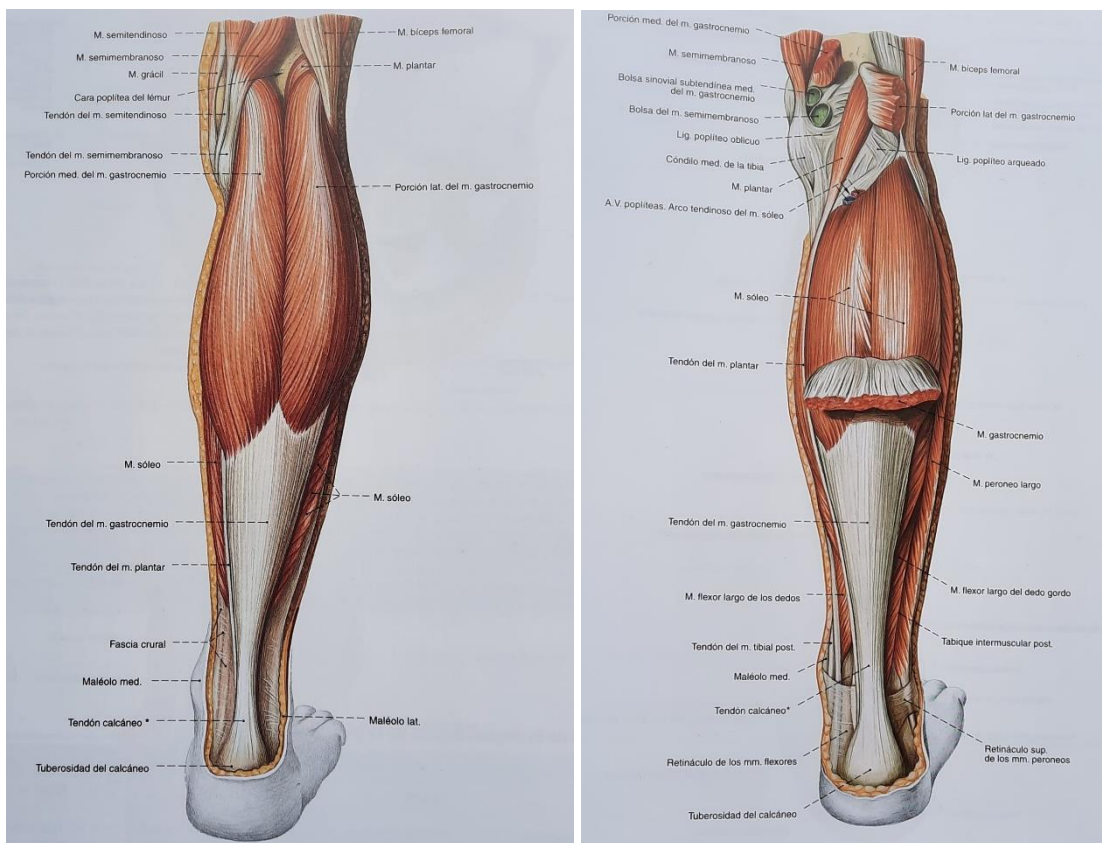


Figura 1. Izquierda: Visión posterior de los músculos de la pierna después de extirpar la fascia crural. Derecha: Misma visión retirando el gastrocnemio. *Tendón calcáneo, epónimo clínico: tendón de Aquiles. (4)

Por la zona medial del tendón discurre el tendón del plantar delgado de manera inconstante y se inserta con el Aquiles en el calcáneo. En la inserción hay dos bolsas serosas. Entre el calcáneo y la parte anterior de la inserción del tendón se encuentra la retrocalcánea o prealquílea, y, entre la piel y el tendón se encuentra la retroalquílea. La contracción de estos dos músculos transmite la fuerza a través del tendón de Aquiles siendo así el actor principal en la flexión plantar del pie. Gracias a esto podemos realizar actividades como caminar, saltar, correr, etc. Además, compensa una gran cantidad de cargas del peso corporal. (1)(2)(3)(5)

En cuanto a su estructura microscópica, el tendón de Aquiles posee unas características que le confieren una ventaja mecánica. Está constituido en su mayoría por colágeno tipo I, elastasa y fibras rápidas tipo II que le proveen de fuerza y además le da una propulsión más rápida. El hecho de que sus fibras estén en espiral proporciona una tensión más localizada. Además, el tendón de Aquiles está rodeado por un tejido conectivo llamado paratendón. El paratendón es un desdoblamiento de la aponeurosis de la pierna, y posibilita un mayor deslizamiento. (1)(3)

1.1.2. Vascularización.

El tendón de Aquiles tiene una vascularización variable y la podemos dividir en tres regiones: unión músculo-tendinosa, cuerpo del tendón e inserción osteotendinosa.

La unión miotendinosa se irriga a partir de los vasos superficiales de los tejidos adyacentes. En esta zona no existen anastomosis entre capilares.

Al cuerpo tendinoso la vascularización llega por una red de vasos a través del paratendón que actúa como una membrana portavasos. Recibe la irrigación a través de la arteria tibial posterior y la arteria peronea (Figura 2). La arteria tibial posterior se origina en la cara medial de la parte inferior de la pierna y se ramifica para irrigar las secciones proximal y distal. La arteria peronea se origina lateralmente e irriga la sección media que, a su vez, es la más estrecha. En general, al tendón le llega un suministro de sangre relativamente pobre en toda su longitud, pero la hipovascularización se ve acentuada en la parte central porque se crean

dos zonas de cuenca entre los capilares de las arterias tibial y peronea, a 2-6 cm de la inserción del tendón en el tubérculo calcáneo. Esta hipovascularización supone una condición patológica para las lesiones (5)(6)(7)(8).

La zona de inserción del tendón de Aquiles en el calcáneo es un área que está sometida a grandes exigencias mecánicas. Es por esto por lo que presenta una vascularización especial y abundante formada por ramas de las arterias tibial posterior, peronea y plantar externa. Estos vasos se ocupan también del tercio inferior del tendón. No existe comunicación directa entre los vasos por la capa fibrocartilaginosa entre tendón y hueso, pero sí que hay algunas anastomosis indirectas. (5)(9).

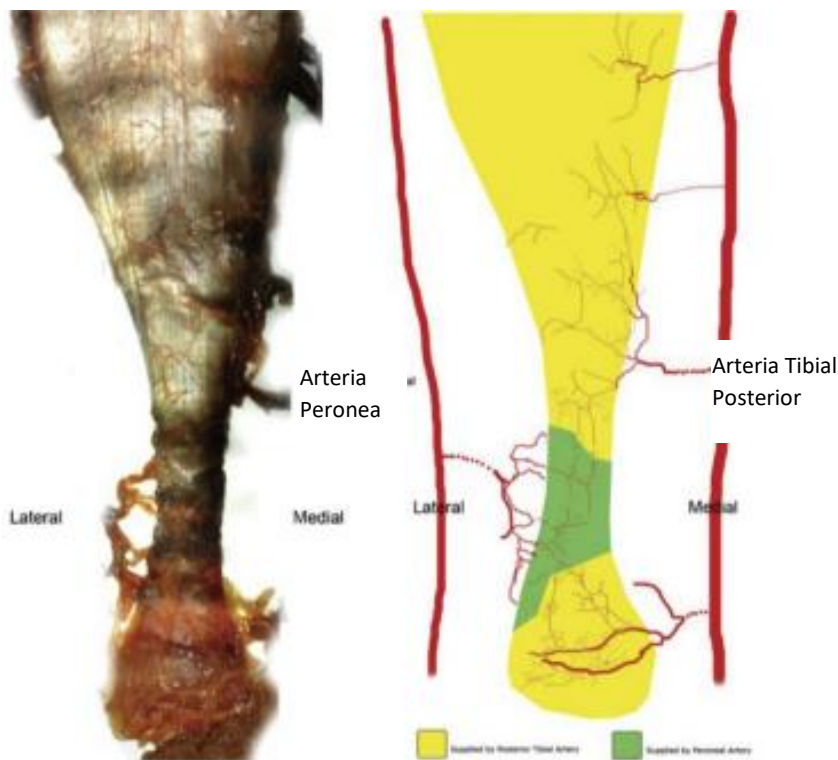


Figura 2. Muestra anatómica de la irrigación sanguínea del tendón de Aquiles. La arteria tibial posterior se encarga de irrigar la mayor parte del tendón. La arteria peronea irriga sobre todo el segmento medial preinsercional (7)(8).

1.1.3. Inervación

El nervio sural es un nervio cutáneo que inerva el margen lateral del retropié y la parte media del pie y la articulación del tobillo. Clásicamente, está formado por

la unión del nervio cutáneo sural medial y lateral, que surgen del nervio tibial y peroneo común, respectivamente. El nervio sural acompaña a la vena safena menor a medida que desciende en la pierna posterior, viajando inferolateralmente cuando cruza el borde lateral del tendón de Aquiles. Luego pasa por detrás del maléolo lateral y termina como el nervio cutáneo dorsal lateral que inerva la cara lateral del pie. El tendón de Aquiles está inervado principalmente por el nervio sural. El nervio sural es un nervio sensitivo. Este nervio puede lesionarse durante el abordaje percutáneo para reparar el tendón de Aquiles. La prueba del reflejo tendinoso profundo de Aquiles sirve para evaluar las raíces nerviosas sacras S1 y S2, y consiste en golpear el tendón, generando la flexión plantar del pie. (2)(7)(10)

1.2. Roturas del tendón de Aquiles.

La rotura del tendón de Aquiles es una de las lesiones graves que se dan con mayor frecuencia entre los atletas, siendo la tercera lesión tendinosa más frecuente(1). En cuanto a las patologías del tobillo, la patología tendinosa del Aquiles es la más frecuente (47%), seguida por la del tibial posterior (32%) y los tendones peroneos (11%) (11).

Generalmente, las roturas del tendón de Aquiles se producen en tendones que tienen algún grado de degeneración intratendinosa de base, y en los que se produce alguno de los siguientes mecanismos de acción: (11)

- Flexión dorsal violenta del pie junto con una fuerte contracción del tríceps sural.
- Carga del pie contra el suelo con la rodilla en extensión.

1.2.1. Factores de riesgo.

Entre los factores de riesgo encontramos los no modificables y los modificables. Los no modificables incluyen un mayor riesgo para los hombres, edad avanzada, raza negra, y para la expresión genética de COX 2, OSM, LIF, IL6, IL6R y VEGF. Por otra parte, tenemos los factores de riesgo modificables como la

obesidad, algunos fármacos como los corticoesteroides y las fluoroquinolonas, el estilo de vida y las comorbilidades particulares de cada paciente (12).

Los deportes que implican correr o saltar se asocian con más frecuencia a esta patología, como el fútbol, balonmano, baloncesto, etc. Además, la sobrecarga repetitiva o aguda influyen en la rotura (11).

Los pacientes con pies cavo-varos tienen más rigidez subtalar por lo que presentan una menor capacidad para absorber el impacto. En el caso de los pacientes con pie plano-valgo tienen un aumento de torsión del tendón(11). También se ha visto que un diámetro anteroposterior mayor del tendón de Aquiles se asocia con un mayor riesgo de ruptura. Según estudios en animales, la pérdida de fibrillas más grandes en el centro y la periferia del tendón fue el factor de riesgo no modificable más importante de ruptura (12).

Además, como se ha descrito anteriormente, el tercio medio del tendón de Aquiles es más hipovascular y, por lo tanto, tiende más a lesionarse. Con la edad, el aporte de sangre disminuye aún más. Tras la rotura se da un proceso de neovascularización del tendón, esta es fundamental para la curación, pero también es una de las principales razones de sufrir una nueva rotura, del dolor postoperatorio, y de la reducción de la movilidad(5).

1.2.2. Diagnóstico.

El diagnóstico (12)(13)(14) de la rotura aguda del tendón de Aquiles se puede realizar habitualmente con la anamnesis y la exploración física.

Es importante hacer una historia detallada para ver el mecanismo de lesión y tener en cuenta la edad del paciente, enfermedades y tratamientos previos. El paciente vendrá a la consulta porque ha notado un tirón fuerte en la zona posterior de la pierna, seguido de mucho dolor y limitación al caminar.

La exploración física se hace con el paciente en decúbito prono o arrodillado en una silla para poder inspeccionar fácilmente la zona. El examen físico para el diagnóstico de la rotura aguda se ha descrito como 'tríada de Simmonds' (14):

- Comparar con el contralateral para ver una disminución de la tensión en reposo del tendón en decúbito prono. (Figura 3)
- Signo del hachazo, que es el defecto visible o palpable en el trayecto del tendón. (Figura 3)
- Prueba de Thompson (Figura 3)



Figura 3. Izquierda, disminución de la tensión en reposo del tendón de Aquiles lesionado comparado con contralateral y signo del hachazo. Derecha, Prueba de Thompson negativa. Tomado de Ruch y Winstein, 2006 (15).

En la exploración se puede observar hinchazón y hematoma. Para confirmar el diagnóstico clínico se realiza la maniobra de Thompson que consiste en apretar el complejo formado por los gastrocnemios y el sóleo con la mano y valorar si existe una flexión plantar del pie (Figura 4). Sirve para diferenciar entre las roturas completas y parciales. En las completas la prueba será positiva al no aparecer la flexión plantar, mientras que en las parciales sí lo hará (13).

La presencia de dos de los tres signos es 100% sensible para una ruptura aguda del tendón de Aquiles.

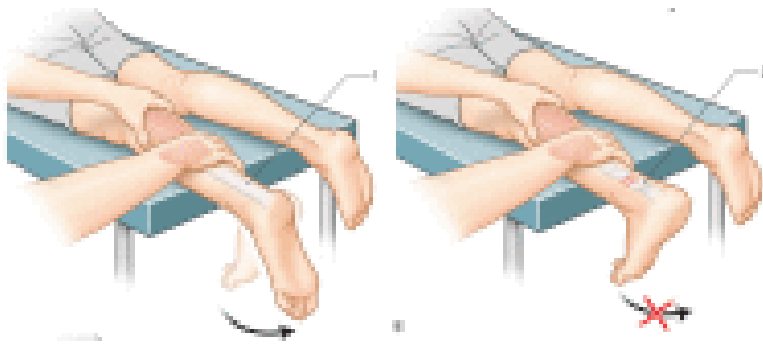


Figura 4. Maniobra de Thompson (16).

Las pruebas complementarias que se pueden utilizar para confirmar el diagnóstico son la ecografía y la resonancia magnética (RM). Inicialmente suele utilizarse la ecografía, porque es una técnica más accesible, barata y que además permite el examen dinámico, aunque necesita una importante experiencia del ecografista. En caso de que el diagnóstico sea dudoso, se realiza una RM. La ecografía mostró una sensibilidad del 95%, y una especificidad del 99 %, por lo que es mejor para determinar el espesor del tendón y el tamaño de la solución de continuidad. Por el contrario, la RM se utiliza más en roturas parciales o tendinopatías degenerativas crónicas (13). A pesar de esto, el 20 % de los casos se diagnostican erróneamente como esguinces de tobillo (12).

En una radiografía simple, en la proyección lateral se pueden ver calcificaciones y pérdida del triángulo de Kager. El triángulo de Kager es una masa de tejido adiposo que se sitúa anterior al tendón y queda limitada anteriormente por el tendón flexor largo del primer dedo, posteriormente por la bursa retrocalcánea e inferiormente por el borde superior del calcáneo (17).

Es muy importante hacer un diagnóstico diferencial con las diferentes causas que pueden generar dolor en esa zona. En el diagnóstico diferencial se incluye la rotura muscular de los gemelos, una trombosis venosa profunda, una rotura del quiste de Baker, fractura de tobillo, esguince de tobillo, tendinopatía crónica de los tendones largos en la parte posterior del tobillo o la fractura por avulsión de la tuberosidad del calcáneo. La fractura por avulsión de la tuberosidad del calcáneo se considera una emergencia quirúrgica por el riesgo de necrosis de la piel. Por lo tanto, si durante la exploración vemos que a la palpación del tendón de Aquiles encontramos una prominencia ósea anormal o hay evidencia de tensión en la piel,

se debe colocar al paciente un yeso en flexión plantar y realizar una radiografía urgente del tobillo (12)(13)(14).

1.3. Tratamiento.

El manejo de la ruptura aguda del tendón de Aquiles ha evolucionado, pero sigue sin haber un consenso en el tratamiento de elección, o para qué situaciones utilizar cada uno. Existen tres tipos de tratamiento: el tratamiento conservador, la cirugía abierta y la cirugía percutánea.

La decisión sobre qué tratamiento llevar depende de las preferencias y experiencia del cirujano, las características del paciente (edad, calidad de vida, comorbilidades y riesgo quirúrgico-anestésico, actividad laboral y deportiva) y del tendón (lugar de la rotura, grado de degeneración del tendón, lesiones previas). Además, hay que valorar el tiempo previsible en volver a retomar la actividad diaria con cada uno de los tratamientos, el riesgo de rerruptura y las posibles complicaciones quirúrgicas de cada técnica (18) .

Se han publicado múltiples ensayos controlados aleatorizado y metaanálisis, pero hay conclusiones muy contradictorias. Algunos trabajos defienden el tratamiento quirúrgico como elección, ya que encuentran menor tasa de rerrupturas. También se examinan las complicaciones de la herida en la reparación quirúrgica (15)(19)(20)(21)(22). Sin embargo, otros autores han demostrado que asociando al tratamiento conservador una rehabilitación temprana las tasas de rerruptura disminuían y muchos autores optan por el tratamiento conservador (23)(24).

En los pacientes pluripatológicos o con alto riesgo quirúrgico se suele recomendar el tratamiento conservador, mientras que el tratamiento quirúrgico es de elección en pacientes jóvenes, en deportistas y en la población más activa (15). En las roturas parciales de menos del 50% del espesor del tendón, y en los desgarros de la unión musculotendinosa el tratamiento suele ser conservador, mientras que en las roturas parciales de más del 50% y en las completas algunos autores prefieren el tratamiento quirúrgico(17)(25).

El tratamiento quirúrgico presenta menor tasa de rerrupturas y una recuperación funcional más rápida que el conservador, sin embargo, hay riesgo de

complicaciones quirúrgicas(15). Dentro del tratamiento quirúrgico, algunos trabajos (18)(26) defienden que mediante técnicas percutáneas se producen un menor número de complicaciones quirúrgicas y, en general, supone un menor coste tanto directo como indirecto. En 2012 Jones et al publicaron (22) un metaanálisis sobre el tratamiento de las roturas agudas del tendón de Aquiles. En este trabajo se observó que la reparación quirúrgica abierta tenía una menor tasa de rerruptura que el tratamiento no quirúrgico. Se dio una prevalencia conjunta del 4,4% en el grupo tratado quirúrgicamente en comparación con el 10,6% en el grupo no quirúrgico (RR, 0,41 [IC del 95%, 0,24 a 0,72]; p = 0,002). Por otra parte, atendiendo a las complicaciones distintas a la rerruptura, la cirugía abierta se asoció con un mayor riesgo de infección de la herida (RR, 6,3 [IC del 95%, 1,82 a 21,79]), de la sensación de alteración (RR, 7,07 [IC 95%, 2,4 a 20,87]), y adherencias (RR, 10,64 [IC 95%, 3,97 a 28,46]). En cuanto a la reparación quirúrgica percutánea no se objetivaron diferencias significativas en la tasa de rerruptura en comparación con la reparación abierta. Sin embargo, sí que se asoció con una menor tasa de infecciones de la herida quirúrgica (RR 9,32 [IC del 95%, 1,77 a 49,16]). Se ha informado de que la lesión del nervio sural es más frecuente en la reparación percutánea. En la misma línea, un metaanálisis publicado en 2017 (27) compara los resultados del tratamiento quirúrgico y conservador. El resultado primario fue la tasa de rerrupturas, que al igual que en el trabajo de Jones et al (22), fue significativamente mayor en los pacientes sometidos a tratamiento conservador con un 9,8% de recidivas frente a 3,7% del tratamiento quirúrgico. No hubo diferencias significativas en los resultados funcionales y la incidencia de trombosis venosa profunda. Sin embargo, sí que hubo una mayor incidencia de infección de la herida (5%) en los pacientes del grupo quirúrgico. Señala, que las complicaciones de la cirugía abierta pueden disminuir mediante el tratamiento percutáneo.

Sin embargo, en el trabajo de Willits et al. (23) en el que se comparó la diferencia entre el tratamiento quirúrgico y conservador, no se encontraron una diferencia clínicamente importante entre los dos grupos, aunque al igual que en el trabajo de Deng et al.(27), sí en las complicaciones, a favor del tratamiento conservador. Participaron 144 pacientes a los que se les asignó aleatoriamente el tipo de tratamiento, asociando en ambos grupos el protocolo de rehabilitación

temprana. Eran 118 hombres y 26 mujeres, y la edad era 40.4 +- 8.8 años. Hubo trece complicaciones (18%) en el grupo quirúrgico y seis (8%) en el grupo no quirúrgico, siendo la principal diferencia el mayor número de complicaciones relacionadas con los tejidos blandos en el grupo quirúrgico. Por esto se concluyó que era mejor el tratamiento no quirúrgico asociado a una rehabilitación funcional acelerada para las roturas agudas del tendón de Aquiles.

En 2022 se publicó un ensayo multicéntrico, aleatorizado y controlado (28) que comparó el tratamiento conservador, quirúrgico y mínimamente invasivo en adultos con rotura aguda del tendón de Aquiles. Los resultados evidenciaron que el tratamiento conservador tenía un riesgo mayor de presentar una nueva ruptura, y que en la cirugía mínimamente invasiva se producían más lesiones nerviosas.

En otro estudio sobre la eficacia y seguridad de los diferentes tratamientos de la rotura aguda del tendón de Aquiles (29) demostró que los diferentes tratamientos presentan buenos resultados a corto y largo plazo. No hay diferencia en cuanto a la incidencia de recidiva entre el tratamiento quirúrgico y el conservador si se sigue un protocolo de rehabilitación con carga completa precoz.

En 2021 se publicó un metaanálisis (30) con el objetivo de comparar la eficacia del tratamiento quirúrgico abierto y percutáneo. Los resultados no mostraron diferencias en el riesgo de recidiva. El tratamiento quirúrgico percutáneo, además de ser más rápido, mostró una mayor tasa de lesión del nervio sural, una menor tasa de necrosis postoperatoria, y sí que se relacionó con infecciones de la herida, pero más profundas y con menos adherencia del tejido cicatricial. El tratamiento abierto se relacionó con mayor incidencia de nudo palpable postoperatorio.

1.3.1. Tratamiento conservador.

Idealmente, al paciente se le coloca un yeso o una bota ortopédica con el pie en equino en el servicio de urgencias a las pocas horas de producirse la lesión. Después, se debe hacer una derivación al cirujano ortopédico tan pronto como sea posible para discutir las opciones de manejo adecuadas.

Los últimos protocolos no quirúrgicos implican un corto periodo de inmovilización en una bota, con movimiento temprano y carga de peso progresiva (31).

Si el tendón cura en posición alargada, con el tiempo causará debilidad, por eso, se deja al paciente en flexión plantar. Se coloca una férula o bota con el tobillo a 20° de flexión pasando a una posición neutra progresivamente durante seis semanas. En las primeras dos semanas se queda en flexión plantar sin peso, a las 4 semanas lo ponemos con el tobillo a 10°, y a las 6 semanas en posición neutral. Después utilizará la bota durante unas dos semanas más, y a los tres meses podrá comenzar a hacer ejercicios excéntricos (25). Esta flexión plantar se hace con una órtesis removible con una cuña en el talón para forzar la flexión plantar del tobillo lo antes posible (Figura 5), o con una órtesis articulada que permite el bloqueo en la posición deseada o marcar el rango de movimiento permitido (bota de movimiento controlado del tobillo (CAM)) (Figura 6). Se ha demostrado que una órtesis removible como una bota CAM produce resultados más favorables en comparación con el yeso (31).

El riesgo de que se produzca una rerruptura es de 12,6%, mientras que si se lleva a cabo un tratamiento quirúrgico es de 3,5%. Múltiples estudios han mostrado que, si asocias a este tratamiento una rehabilitación temprana con movilidad y carga controlada, el riesgo de rerruptura disminuye, siendo comparable con la del tratamiento quirúrgico (29)(31)(32).



Figura 5. Izquierda: Ortesis removible inmovilizadora del tobillo (33). Derecha: Alza de 6 cm, de altura para mantener el pie en equino compuesta por 6 taloneras independientes que facilitan su retirada escalonada y la progresiva reducción del equino. Permite adoptar una posición de flexión plantar al pie de hasta unos 20° durante el uso de una ortesis(34).



Figura 6. Órtesis tobillo tipo Cam-Walker articulada (35).

1.3.2. Tratamiento quirúrgico

Dentro del tratamiento quirúrgico existen distintas modalidades: cirugía abierta, mini abierta o percutánea. Para elegir la técnica más adecuada se tiene en cuenta el tiempo de la lesión y el grado de la lesión; además de la experiencia del cirujano en cada una de ellas.

Si se produce una rotura parcial o completa con los extremos a menos de 3 cm de distancia se puede realizar una anastomosis termino-terminal mediante cirugía mínimamente invasiva o una cirugía abierta. Si hay una separación de 3-6 cm se puede plantear como tratamiento una transferencia de tendón autólogo local del flexor del primer dedo, flexor común de los dedos, plantar o peroneo largo o corto. En el caso de una separación mayor de 6 cm, se puede reparar mediante injertos tendinosos (tendón-hueso). Hoy en día, se realizan también tratamientos biológicos para facilitar y acelerar el proceso de curación(17).

El tiempo desde la lesión es importante, ante una lesión aguda se pueden plantear técnicas de reparación abiertas y técnicas endoscópicas o percutáneas. El tratamiento de las roturas crónicas (>6 semanas) es más complicado por la presencia de tejido cicatricial entre los cabos tendinosos, y requerirá normalmente una reparación abierta (25).

En tratamiento quirúrgico percutáneo apareció por la necesidad de disminuir las complicaciones de la herida quirúrgica, mediante una técnica mínimamente invasiva que permite reducir el tamaño de la incisión y la desvitalización de los tejidos. Se realiza una sutura a través de las porciones proximal y distal del tendón por unas heridas punzantes haciendo que los extremos del tendón queden en aposición en la flexión plantar del tobillo. Existen diferentes técnicas. La primera que encontramos es la técnica de Ma y Graffith, descrita en 1977. Después han aparecido modificaciones de esta y otras que utilizan dispositivos especiales como Achillon®, Dresden®, el Percutaneous Achilles Repair System (PARS®), Tenolig®, etc. También se han descrito distintas técnicas de reparación percutánea sin utilizar ningún dispositivo específico (26)(36). La reparación percutánea puede causar una lesión del nervio sural pero estas mejoras

en la técnica quirúrgica han logrado disminuir el riesgo de que se produzca la lesión (18)(32).

La reparación percutánea tiene la desventaja de que no permite un buen acceso a la zona al cirujano, y la reparación abierta tiene una mayor tasa de complicaciones de la herida quirúrgica, es por esto por lo que Kadakia (31) presentó una nueva técnica, la reparación mini abierta, que consistía en una combinación de cirugía abierta y percutánea que permitía maximizar el contacto de los bordes del tendón evitando los riesgos comentados (Figura 7). Se realiza una pequeña incisión en el lugar de la rotura del tendón de Aquiles y se separa el tejido blando subcutáneo de manera roma. Seguidamente se realiza una reparación percutánea con sutura dentro del paratenón. Se inserta un dispositivo a través de la incisión debajo del paratenón y las suturas se pasan desde el introductor externo a través de la piel hacia el tendón y hacia el lado contrario. Generalmente se pasan tres suturas a través de los extremos proximal y distal del tendón. El dispositivo y las suturas se retiran al lado opuesto del extremo del tendón roto y las suturas se ataron con el tobillo en posición de flexión plantar. Esta técnica se ha mejorado con instrumentos modernos, como las pinzas de anillo modificadas (32).



Figura 7. Imágenes intraoperatorias de una reparación percutánea. Tomado de Kadakia et al., 2017 (31).

Respecto a la cirugía abierta, se han desarrollado múltiples técnicas para reducir las complicaciones de los tejidos blandos, proporcionar una fijación biomecánica más fuerte con una curación y recuperación(31).

Históricamente, el abordaje de la cirugía era posterior por la línea media y con el paciente en decúbito prono. Esta localización se encuentra entre la irrigación tibial posterior y la peronea por lo que tiene una peor vascularización. Es por esto por lo que se propuso un abordaje posteromedial ya que hay una mayor vascularización entre el eje del maléolo y el borde mediales del tendón de Aquiles. Este abordaje puede realizarse con el paciente colocado en decúbito supino y la extremidad quirúrgica girada externamente (31).

Una vez realizado el abordaje, se pueden utilizar distintos tipos de sutura y distintas conformaciones de los puntos para realizar una sutura termino-terminal (tenorrafia directa) (37)(Figura 8). La sutura puede ser diferente según el paciente, el estado de degeneración del tendón y las preferencias del cirujano. En pacientes con sobrepeso o atletas o en casos en los que el tendón esté degenerado, se pueden utilizar distintas técnicas de aumentación para “proteger” y reforzar la sutura; se puede realizar un colgajo retrógrado del gastrocnemio o un ligamento sintético, o se puede utilizar el delgado plantar; cuando el tendón esté muy degenerado o en casos de re-rotura se puede plantear hacer una transferencia del tendón flexor largo del hallux, injertos libres u otro tipo de plastias (25)(37).

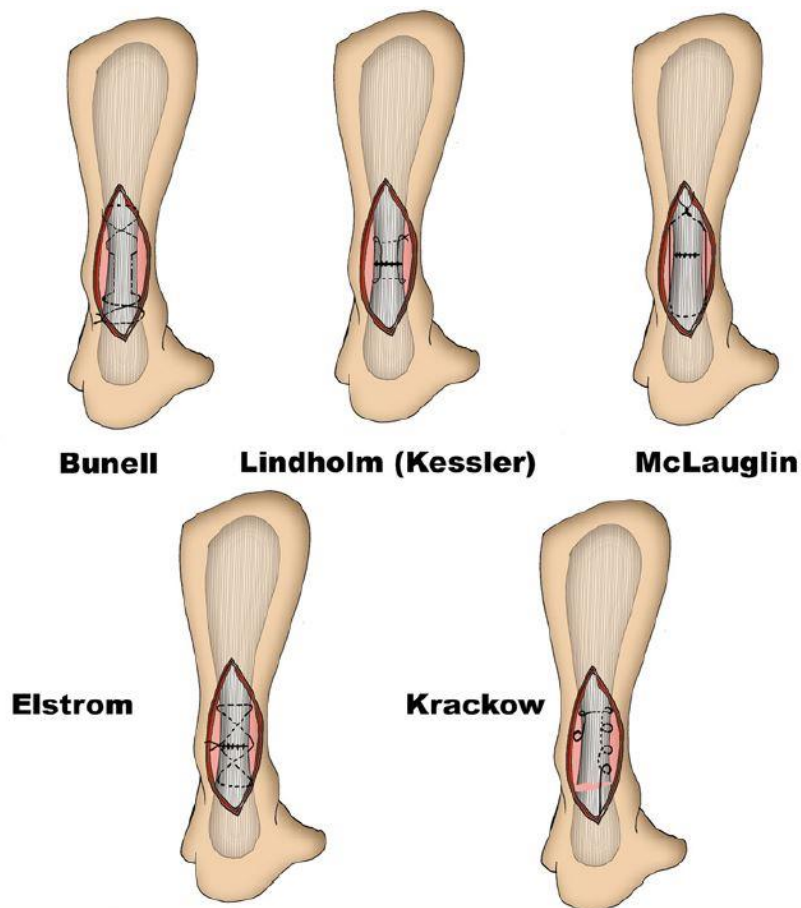


Figura 8. Tipos de sutura tendinosa. Tomado de Climent Peris et al. 2018 (37).

Además, se han descrito otras técnicas en la búsqueda de obtener una sutura más resistente y con menos tasa de re-rotura, aunque lo más utilizado sigue siendo la tenorrafia directa. Una de las técnicas descritas es la técnica del puente

de cuerda de panda (PRBT) (Figura 9). El paciente se coloca en decúbito prono. En esta técnica se realiza un anclaje lateral y otro medial del puente distal en el calcáneo. Este anclaje puede realizarse con suturas fuertes por debajo del tendón de Aquiles o tornillos de interferencia, tornillos rápidos y la fijación distal de los hilos. El anclaje proximal del puente se realiza en la unión miotendinosa. A unos 10-14 cm proximales al lugar de inserción del tendón de Aquiles, se realiza una pequeña incisión en la superficie de la unión miotendinosa. Se desbridan y reinsertan los muñones del tendón roto. Se realiza una incisión longitudinal corta justo por encima del hueco palpable del defecto tendinoso intermedio. Después, se disponen los haces de fibras rotas en filas paralelas y se suturan los muñones tendinosos rotos en estrecho contacto (38).

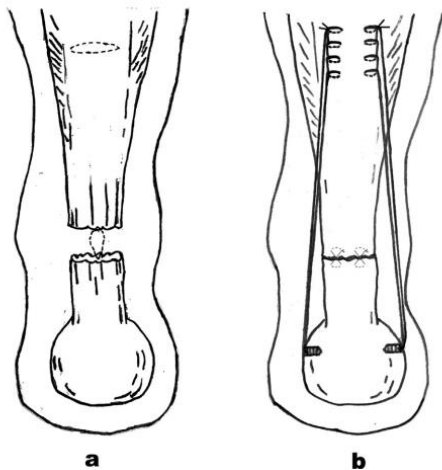


Figura 9. técnica del puente de cuerda de panda (PRBT)(38).

1.3.3. Tratamiento biológico.

La estabilización mecánica tiene un papel fundamental en el tratamiento con cirugía de la patología de pie y tobillo. Sin embargo, hay una serie de factores de riesgo que contribuyen al deterioro de la cicatrización ósea y al retraso en la regeneración de los tejidos blandos, lo que conduce a malos resultados clínicos. Los investigadores han intentado abordar estos problemas mediante el estudio de los procesos de curación, viéndose la importancia de múltiples factores de crecimiento y productos biológicos. Esto ha dado pie a la producción de

ortobiológicos, agentes biológicos autólogos y recombinantes. Al principio estaban centrados en los factores de crecimiento recombinante, pero han cambiado su enfoque a los hemoderivados autólogos. El gel de fibrina autógeno se describió por primera vez en 1990. El PRP fue utilizado por primera vez en la reparación con defecto de continuidad mandibular y tratados con injerto óseo en 1998(39)(40).

Estos productos pueden servir como complemento de los tratamientos conservadores y quirúrgicos ya que tienen la capacidad para optimizar la respuesta de la curación con resultados favorables con respecto a la restauración de los huesos y los tejidos blandos (41). Algunos de estos ortobiológicos son: (41)(42)

- sangre y suero autólogos.
- las proteínas morfogenéticas óseas.
- células madre mesenquimatosas.
- Productos amnióticos
- Ácido hialurónico
- Aloinjertos de cartílago juvenil particulado
- Aloinjertos de cartílago de matriz extracelular
- injertos óseos.
- el plasma rico en plaquetas (PRP): factor de crecimiento derivado de las plaquetas.

La inyección de sangre autóloga consiste en la extracción de sangre venosa del paciente y su posterior inyección en la zona deseada. Con el objetivo de administrar los factores de crecimiento contenidos en las plaquetas, también se administran glóbulos rojos y blancos. Cuando los glóbulos rojos de la sangre autóloga se administran a los tejidos, provocan una respuesta local llamada eriptosis, que desencadena la liberación del factor inhibidor de la migración de macrófagos. Éste, ejerce profundas señales proinflamatorias en los tejidos circundantes que impide la migración de células madre y la proliferación de fibroblastos y provoca una importante disfunción celular local. Es por esto por lo que los investigadores Intentan limitar la contaminación por glóbulos rojos y optan más por el uso de plaquetas concentradas en forma de PRP. El suero autólogo

condicionado también se ha investigado para su aplicación en afecciones ortopédicas (40)(43).

Las proteínas morfogenéticas óseas (BMP) son factores de crecimiento de la superfamilia del factor de crecimiento transformante-beta. Están implicadas en la regulación de la proliferación, supervivencia, diferenciación y apoptosis celular, y cobran especial importancia en la regulación de células madre mesenquimales pluripotentes en células óseas y condrogénicas durante la cicatrización ósea. Intervienen en la inducción de la formación de huesos, cartílagos, ligamentos y tendones. Actualmente, la rhBMP-2 está aprobada por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) para la fusión intersomática lumbar y las fracturas abiertas de tibia. La BMP-7 humana recombinante ha sido aprobada por la FDA para el tratamiento de fusiones espinales fallidas y pseudoartrosis de huesos largos. También se utilizan en artrodesis, fracturas de alto riesgo, consolidación retardada y pseudoartrosis de tobillo (41)(44).

Otro tipo de agente ortobiológico, las células estromales mesenquimales. Se pueden aislar de una variedad de tejidos como el aspirado de médula ósea, el tejido adiposo, el tejido de la sangre del cordón umbilical y el tejido sinovial. La primera fuente identificada y más utilizada en condiciones ortopédicas es la del concentrado de aspirado de médula ósea. Se recogen de la cresta ilíaca y luego se centrifugan para concentrar el aspirado. Otra fuente utilizada son las células estromales del tejido adiposo. Estas células proporcionan factores de crecimiento para favorecer el suministro de sangre por efectos paracrinos, además de estímulos antiinflamatorios y angiogénicos y la diferenciación celular de osteoblastos y células endoteliales. Todavía no se puede recomendar el uso de células madre por la falta de estudios clínicos que lo respalden y la dificultad de las técnicas y recursos. La aplicación de células madre en lesiones tendinosas se limita a modelos animales experimentales (40)(45)(46).

Otro campo de interés reciente es el uso de células estromales mesenquimales humanas de membrana amniótica. Este tejido amniótico presenta una baja inmunogenicidad y se ha demostrado que inhibe la inflamación, la fibrosis, la cicatrización y el crecimiento microbiano. Aunque se ha demostrado que su uso es seguro, la literatura sobre su eficacia es escasa (42).

Las inyecciones de ácido hialurónico se han estudiado ampliamente en la artrosis de rodilla y se han comunicado resultados positivos para su uso en la artrosis de tobillo y las lesiones osteocondrales, sin embargo, el efecto placebo intraarticular puede explicar el 87% de la mejoría observada (42).

1.4. Plasma rico en plaquetas (PRP)

El PRP clínico efectivo se caracteriza como una composición compleja de componentes multicelulares autólogos en un pequeño volumen de plasma derivado de la sangre autóloga mediante una centrifugación suave que contiene volúmenes concentrados de plaquetas que, cuando se activan, liberan los 7 factores de crecimiento fundamentales que promueven quimiotaxis celular, diferenciación celular, angiogénesis y producción de matriz extracelular del tejido musculoesquelético. En estos factores de crecimiento se incluyen los factores de crecimiento derivados de las plaquetas (PDGF) alfa, beta y alfa/beta, los factores de crecimiento transformante (TGF) beta 1 y beta 2, el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) y el factor de crecimiento epitelial (EGF). El sobrenadante resultante del centrifugado también contiene 3 proteínas claves para la regeneración de tejidos: fibrina, fibronectina y vitronectina. La fibrina se polimeriza y se entrecruza con la fibronectina para formar el sustrato adecuado formar nuevos tejidos, y ambas participan en la transducción de señales para estimular la fagocitosis del tejido. La vitronectina dirige la migración celular a través de la proteólisis y la adhesión celular (43)(46)(47)(48)(49).

Los factores de crecimiento derivados de plaquetas (PDGF), son liberados por las plaquetas y los macrófagos en respuesta al daño tisular, forman una serie de dímeros unidos por enlaces disulfuro. La isoforma PDGF-BB es la más potente y se ha demostrado que atrae células inflamatorias en el sitio de la lesión, aumenta la deposición de colágeno y promueve la angiogénesis. El rhPDGF-BB ha sido aprobado para artrodesis de tobillo y retropié en EE. UU., Canadá, Australia y Nueva Zelanda y actualmente se encuentra en revisión en Europa. Varios estudios clínicos (50)(51) han destacado el uso de rhPDGF BB en cirugía de pie y tobillo. El rhPDGF tópico se ha asociado con una mayor incidencia de cáncer, sin embargo,

no se ha encontrado ninguna asociación con la cirugía de pie y tobillo ni con ninguna aplicación quirúrgica del rhPDGF (41).

El protocolo que frecuentemente se utiliza para preparar el PRP requiere 1 o 2 pasos de centrifugación para la separación de los componentes sanguíneos. En el primer paso se produce la separación de los glóbulos rojos y blancos del plasma y las plaquetas, y, en el segundo, produce un aumento de la concentración de plaquetas y factores de crecimiento. Posteriormente se produce la activación exógena o endógena de las plaquetas con trombina bovina o CaCl_2 antes de la aplicación (47).

La aplicación de PRP amplifica la oleada de mediadores químicos a la zona lesionada. El aumento de la concentración de plaquetas y factores de crecimiento imita la fase inicial de la respuesta inflamatoria en la que los neutrófilos, monocitos y macrófagos migran al lugar de la lesión bajo la dirección de los mediadores químicos. Estas citocinas median el inicio de la neovascularización, la proliferación de tenocitos y de fibroblastos, y el reclutamiento de células inflamatorias. Además, el PRP también puede tener un efecto inhibitor sobre ciertas citocinas proinflamatorias perjudiciales para las primeras fases de la cicatrización, particularmente a través de la supresión de la liberación de IL-1 de los macrófagos activados. Aunque deben realizarse estudios adicionales para confirmar estos beneficios, esta doble acción de mejorar la reparación y minimizar la descomposición del tejido, hace que se acelere el proceso de curación del tejido, lo que da lugar a una amplia variedad de aplicaciones potenciales (41)(47)(48).

El PRP ha generado gran interés por su potencial en la medicina regenerativa, se han utilizado para diversas indicaciones durante más de 30 años. Actualmente, las terapias de PRP han demostrado resultados alentadores con beneficios clínicos para los pacientes. Sin embargo, las inconsistencias en los resultados y los nuevos conocimientos debido a las muchas variables involucradas en la formulación y preparación, incluida la concentración de plaquetas, la concentración de leucocitos, el método de activación, el método de centrifugación y el método de administración, es difícil comparar y contrastar la literatura existente y han desafiado la practicidad de las aplicaciones clínicas de PRP. Se necesitan

estudios adicionales para determinar qué formulación y protocolo de PRP pueden ser eficaces para cada patología (41,43).

1.4.1. Concentración de plaquetas

En un adulto sano, las concentraciones normales de plaquetas están entre 150.000 y 300.000/mL. Actualmente, el PRP es una concentración de plaquetas por encima de los valores basales a una concentración mínima de plaquetas de más de $1 \times 10^6/\mu\text{L}$ o un aumento de aproximadamente cinco veces en plaquetas. Las diferencias en los recuentos de plaquetas iniciales de cada paciente y los diferentes métodos de preparación de PRP, hacen que la correlación entre la dosis de plaquetas, y la concentración de los agentes y factores de crecimiento bioactivos de plaquetas liberados no pueda controlarse (43)(49).

Marx (52) fue el primero en demostrar la mejora de la cicatrización de huesos y tejidos blandos con un recuento mínimo de plaquetas de $1 \times 10^6/\mu\text{L}$ (43)(53). Estudios sucesivos demostraron que con dosis mayores se obtenían resultados mejores (48). Sin embargo, posteriormente se vio que las plaquetas tienen un umbral biológico máximo y con aumentos adicionales los resultados pueden ser contraproducentes (54)(55).

El aumento de la concentración de plaquetas en el PRP resulta en la entrega de más factores de crecimiento anabólicos y menos citocinas proinflamatorias, pero el efecto biológico en los tendones es una disminución en la síntesis de *COL1A1* y *COL3A1* (55). Otra razón que se plantea es que la cantidad de receptores de membrana celular es limitada y una vez que los niveles de PGF son demasiado altos en comparación con los receptores disponibles, afectan negativamente la función celular (43). También puede deberse a su potencial angiogénico. En un estudio realizado Giusti et al. (54) afirmó que la concentración óptima para la estimulación de la angiogénesis y la proliferación y la migración celular fue de $1,5 \times 10^6$ plaquetas activadas (PLT) por microL. Las concentraciones tanto más bajas como más altas mostraban un potencial angiogénico menor.

Por otra parte, se ha visto que los efectos del PRP sobre la actividad celular parecen depender mucho del tiempo. La exposición al PRP a corto plazo estimula

la proliferación y la quimiotaxis de las células óseas. Mientras que, la exposición a largo plazo disminuye los niveles de fosfatasa alcalina y formación de minerales (43)(53).

1.4.2. Concentración de leucocitos

Existe mucha controversia sobre el uso de leucocitos en las preparaciones de PRP al no haber suficientes estudios clínicos in vivo. Los leucocitos tienen un papel importante en la fase inflamatoria de la cicatrización y ayudan a prevenir infecciones. Sin embargo, al generar un aumento de la inflamación puede contrarrestar a los beneficios que se obtienen del PRP. Existen dos tipos de sistemas comerciales de concentración de plaquetas: los ricos en leucocitos y los pobres en leucocitos. Los ricos en leucocitos contienen principalmente monocitos y leucocitos, y pocos neutrófilos (48)(43).

Por una parte, se ha visto que los neutrófilos son esenciales en numerosas vías de curación contra los patógenos invasores y participa en la angiogénesis y la restauración de tejidos, siendo de utilidad para el cuidado de heridas crónicas, o aplicaciones dirigidas al crecimiento óseo o la cicatrización. Sin embargo, la inflamación tisular exacerbada que genera y la activación enzimática de las metaloproteinasas de la matriz por parte los neutrófilos, lesiona los tejidos blandos y retrasa la cicatrización in vitro, por lo que no está indicado en otras muchas prácticas (48)(43).

En cambio, se ha demostrado que los monocitos y los linfocitos reclutan y promueven la diferenciación de las células madre in vitro, y por lo tanto podría dar lugar a un mayor número de células madre y a la promoción de la cascada de cicatrización de heridas in vivo. Ambos grupos tienen capacidad antiinflamatoria y para combatir infecciones. Además, las citoquinas derivadas de los linfocitos T (IFN- γ e IL-4) fortalecen la polarización de los macrófagos (48)(43).

Se ha visto (55) que reducir la concentración de leucocitos para disminuir la señalización catabólica puede ser mejor opción que aumentar las plaquetas para aumentar la señalización anabólica.

1.4.3. Uso de activadores

Para solucionar el problema de que el PRP inyectado estuviera fuera de la región prevista y no se obtuvieran los resultados deseados, se propuso el uso de activadores para aumentar las concentraciones de factores de crecimiento en el lugar de la inyección. Sin embargo, los estudios realizados tanto in vivo como in vitro han demostrado lo contrario, que las heridas tratadas con PRP no activado cicatrizaban más rápidamente (48).

1.4.4. pH del inyectable

El proceso de cicatrización implica una transición del pH, inicialmente es un entorno ácido, se neutraliza y posteriormente se alcaliniza ligeramente. Esta transición estimula la liberación de factores de crecimiento en el momento adecuado. Además, se ha visto que, con el pH más bajo, los PDGF son más prevalentes.

Los sistemas de preparación de PRP disponibles suelen utilizar citrato de dextrosa por sus propiedades anticoagulantes, estabilizando la sangre en un estado líquido para permitir la centrifugación. La presencia de citrato de dextrosa crea un inyectado ligeramente más ácido (48).

1.4.5. Anestésicos locales

Muchos profesionales utilizan anestesia local para el procedimiento. Hay controversia sobre el uso de los anestésicos porque mientras unos estudios (56) han confirmado que no influye en la cicatrización, en otros (57) se demostró una disminución de la proliferación celular de los tenocitos y de la viabilidad celular. Los resultados de la aplicación de los preparados de PRP en el tratamiento de las lesiones de tejidos blandos han sido dispares(48).

1.4.6. Aplicaciones del PRP en las lesiones tendinosas

Se han hallado resultados que sugieren el PRP como parte del tratamiento para las lesiones de tendones y ligamentos para aliviar el dolor a corto y a largo plazo. Esto se ha demostrado en las lesiones del manguito de los rotadores y

epicondilitis lateral, sin embargo, en otras lesiones los resultados son heterogéneos. Por esto y por la falta de estandarización de la composición del PRP en una revisión sistemática y metaanálisis sobre la eficacia de la curación de tendones y ligamentos con PRP hecha en 2018 (58) no emite recomendaciones a favor o en contra de sobre su uso. Es necesario realizar más investigaciones para entender su efecto terapéutico. A esta conclusión también llega otra revisión sobre el uso del PRP en medicina deportiva que dice que la aplicación del PRP sigue siendo controvertida para la tendinopatía del tendón de Aquiles (47).

En cambio, otra revisión sistemática sobre el papel de las plaquetas en el tratamiento de las lesiones del tendón de Aquiles (59) apoya que los datos actuales aportan pruebas a favor de un efecto estadísticamente significativo de los concentrados de plaquetas en el tratamiento de las roturas del tendón de Aquiles in vivo. Este efecto es probablemente atribuible a la fijación y mejora de la maduración del tejido cicatricial.

En un estudio realizado en 2012 por Cagri A. Uysal et al. (60) en el que compara la regeneración y reparación del tendón con PRP y con células madre derivadas del tejido adiposo (ASC) en conejos. Se realizó una incisión en ambos tendones de Aquiles de conejos y se repararon consecuentemente. En el lado izquierdo se aplicó gel (PRP) y en el lado derecho PRP autólogo junto con ASC. Se tomaron muestras para la evaluación inmunohistoquímica del colágeno tipo I, el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β) 1, 2, 3, el factor de crecimiento de fibroblastos (FGF) y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF). Los niveles de colágeno tipo I, FGF y VEGF fueron estadísticamente más altos, mientras que los niveles de TGF- β 1, 2 y 3 fueron más bajos en el grupo experimental.

Un estudio realizado en conejos (61) sobre el efecto del PRP autólogo en el tratamiento de las roturas del tendón de Aquiles concluyó que el PRP no tuvo un efecto significativo en el proceso de curación 28 días después de la rotura. El estudio incluyó 14 conejos que se dividieron aleatoriamente en 2 grupos, A y B. El día cero, los 28 tendones de Aquiles fueron tenotomizados y reemparejados y en el grupo A, se inyectó PRP después de la cirugía, mientras que los del grupo B se

dejaron sin tratar. El día 28, los tendones derechos de ambos grupos se examinaron histopatológicamente mediante microscopía óptica y electrónica, y los tendones izquierdos se sometieron a pruebas biomecánicas. Los hallazgos histológicos y biomecánicos tanto en microscopía óptica como electrónica en el grupo A fueron mejores que los del grupo B, pero la diferencia no fue significativa. Además, los valores de carga máxima no difirieron entre los grupos A y B.

Alsousou J. et al.(62) obtuvieron muestras de biopsia de tejido tendinoso de 20 pacientes con rotura del tendón de Aquiles la zona de cicatrización del tendón de Aquiles 6 semanas después del tratamiento con PRP o controles con placebo. Los resultados mostraron que el PRP aplicado localmente promovió un mejor depósito de colágeno I, menor celularidad, menor vascularización y mayor contenido de glucosaminoglicanos en comparación con las muestras de control, mostrando así una mejoría en la madurez de los tejidos tendinosos en cicatrización.

Por tanto, las aplicaciones de PRP en los tendones, y en concreto en el tendón de Aquiles no están todavía bien definidas: utilidad, tipo de lesión en la que es aplicable, forma de administración y momento de la administración.

2. HIPÓTESIS

El tendón de Aquiles tiene una la irrigación sanguínea limitada y, por lo tanto, una renovación celular lenta. Es por esto por lo que el tiempo y la calidad de la recuperación de estas roturas tienen un peor resultado que en otras localizaciones. Se han realizado numerosos intentos por mejorar la cicatrización del tendón de Aquiles, con el fin de minimizar el riesgo de sufrir una nueva lesión y reducir el tiempo de recuperación. El PRP ha generado gran interés en la medicina regenerativa y actualmente, las terapias de PRP están demostrado resultados alentadores con beneficios clínicos para los pacientes. Nuestra hipótesis de partida es que la utilización de PRP como coadyuvante de reparación quirúrgica de las roturas del tendón de Aquiles puede acelerar la recuperación y mejorar los resultados funcionales.

3. OBJETIVOS

Objetivo principal

- Analizar la utilidad del plasma rico en plaquetas como adyuvante al tratamiento quirúrgico en la rotura aguda del tendón de Aquiles.

Objetivos secundarios

- Analizar las complicaciones postquirúrgicas (rerruptura, infección profunda, alteraciones de la cicatrización, etc.) con el tratamiento de PRP en comparación con el grupo control.
- Analizar el potencial del PRP en la recuperación del rango de movimiento y la fuerza de la articulación del tobillo.
- Analizar la relación entre la composición del PRP y su capacidad de regeneración.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio descriptivo transversal bibliográfico; se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo las guías PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (63). Se elaboraron estrategias de búsqueda combinando vocabulario controlado (tesauro MESH) y seleccionando los artículos más recientes. Los términos en inglés y en español fueron: “platelet-rich plasma” (plasma rico en plaquetas), “therapy” (terapia), “treatment” (tratamiento), “surgery Achilles tendon” (tendón de Aquiles). Se combinaron los términos de las palabras clave mediante operadores booleanos (AND) y (OR): (((platelet rich plasma) AND (therapy OR treatment)) AND (surgery)) AND (Achilles tendon). El 21 de diciembre de 2022 se realizó una búsqueda en las bases de PubMed y Cochrane Library. En la búsqueda en las bases de datos se encontraron un total de 130 artículos (127 tras eliminar los duplicados). También se realizó una revisión cruzada de las referencias de los artículos seleccionados. (Figura 10)

Criterios de inclusión:

1. Ensayos clínicos y estudios comparativos que estudien la utilización del PRP como adyuvante en la reparación quirúrgicas de las roturas del tendón de Aquiles.
2. Que haya un grupo control sin utilización de PRP adyuvante.
3. Investigaciones en humanos.
4. Artículos publicados en español o en inglés.

Criterios de exclusión:

1. Investigaciones realizadas en cadáveres y/o animales.
2. Revisiones sistemáticas o metaanálisis.
3. Artículos de revisión.
4. Cartas al editor.
5. Casos clínicos.
6. Comunicaciones orales a congresos.

7. Descripción de la técnica o del protocolo sin presentar datos de pacientes.
8. Imposibilidad de obtener el texto completo

De manera independiente, todos los abstracts y textos completos de los trabajos seleccionados han sido revisados por 2 investigadores; en caso de discordancia en la selección de los trabajos se ha discutido y en caso de duda, ha sido valorado por un tercer investigador.

Como consecuencia de las estrategias de búsquedas construidas, es posible que no se hayan detectado estudios relevantes según el objetivo marcado para esta revisión. Sin embargo, se ha intentado maximizar la sensibilidad de las estrategias incluyendo sinónimos o variantes en las expresiones de un mismo concepto, además de que se ha realizado una búsqueda cruzada en las referencias bibliográficas de los trabajos seleccionados, por lo que se estima que esta posibilidad se ha minimizado.

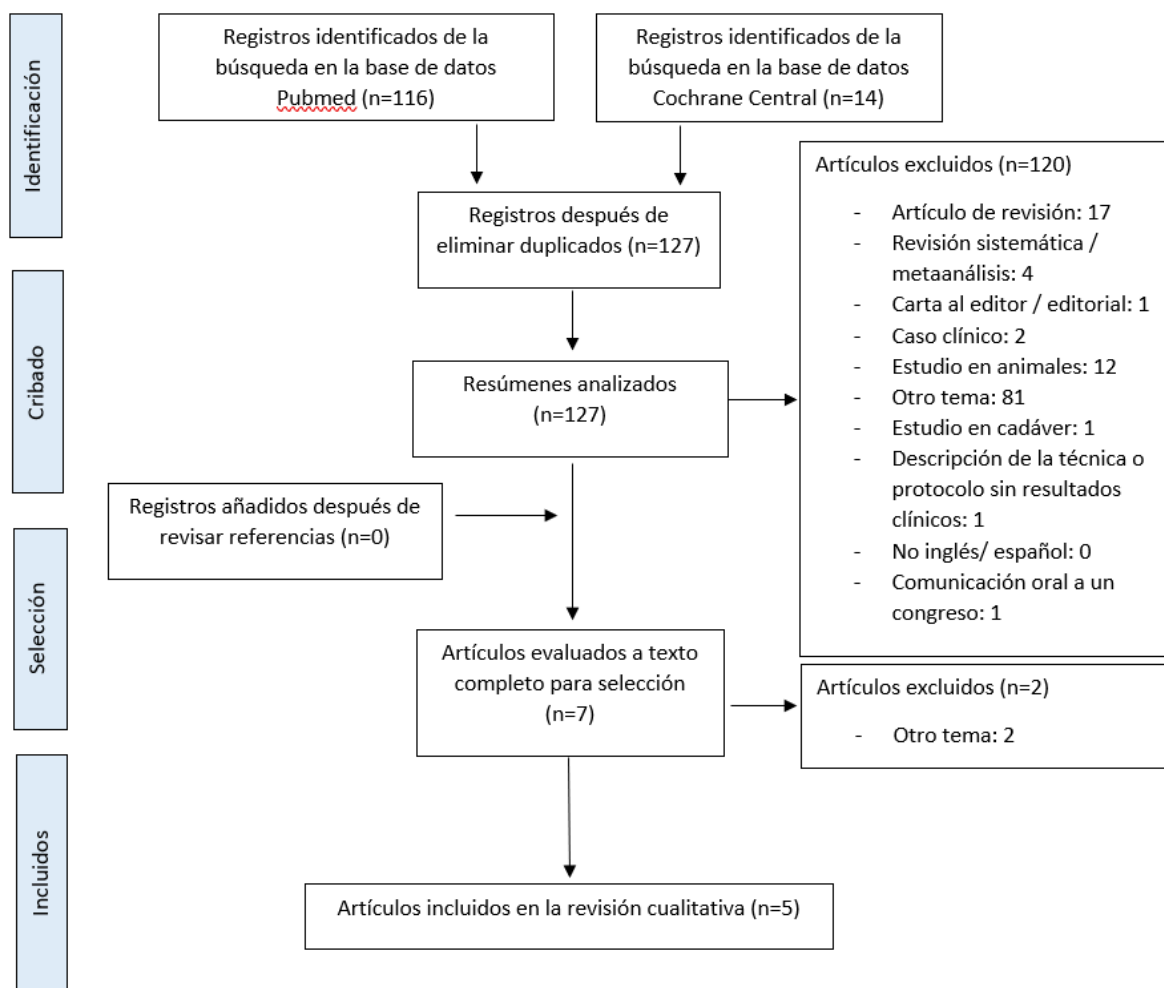


Figura 10. Diagrama de flujo

Para la evaluación de los artículos seleccionados se ha utilizado la lista de verificación del Joanna Briggs Institute (JBI checklist) para ensayos clínicos (64) (Tabla 1) (versión original en inglés en ANEXO I) y para estudios cuasi-experimentales (64) (Tabla 2) (versión original en inglés en ANEXO II).

Tabla 1. Lista de verificación del Joanna Briggs Institute para ensayos clínicos.

	Zou et al. (65)	De Carli et al. (66)	Schepull et al. (67)
¿Se utilizó una verdadera aleatorización para la asignación de los participantes a los grupos de tratamiento?	SÍ	SÍ	SÍ
¿Se ocultó la asignación a los grupos de tratamiento?	SÍ	NO	SÍ
¿Eran similares los grupos de tratamiento en la línea de base?	SÍ	SÍ	SÍ
¿Se ocultó a los participantes la asignación al tratamiento?	SÍ	SÍ	SÍ
¿Las personas que administraban el tratamiento desconocían la asignación del mismo?	NO	NO	NO
¿Los evaluadores de resultados no conocían la asignación al tratamiento?	SÍ	Dudoso.	SÍ
¿Se trató a los grupos de tratamiento de forma idéntica, aparte de la intervención de interés?	NO	SÍ	SÍ
¿Se completó el seguimiento y, en caso contrario, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	Dudoso.	SÍ	SÍ
¿Se analizó a los participantes en los grupos a los que fueron asignados aleatoriamente?	SÍ	SÍ	SÍ
¿Se midieron los resultados de la misma manera en los grupos de tratamiento?	SÍ	SÍ	SÍ
¿Se midieron los resultados de forma fiable?	SÍ	SÍ	SÍ
¿Se utilizó un análisis estadístico adecuado?	SÍ	SÍ	SÍ
¿Fue adecuado el diseño del ensayo y se tuvo en cuenta cualquier desviación del diseño estándar de un ECA (aleatorización individual, grupos paralelos) en la realización y el análisis del ensayo?	SÍ	SÍ	SÍ

Tabla 2. Lista de verificación del Joanna Briggs Institute para estudios cuasi-experimentales.

	Hung et al. (68)	Sánchez et al. (69)
¿Está claro en el estudio cuál es la "causa" y cuál es el "efecto" (es decir, no hay confusión sobre qué variable va primero)?	SÍ	SÍ
¿Eran similares los participantes incluidos en las comparaciones?	SÍ	SÍ
¿Recibieron los participantes incluidos en las comparaciones un tratamiento o atención similares, aparte de la exposición o intervención de interés?	SÍ	SÍ
¿Había un grupo de control?	SÍ	SÍ
¿Se realizaron múltiples mediciones del resultado antes y después de la intervención/exposición?	SÍ	SÍ
¿Se realizó un seguimiento completo y, en caso negativo, se describieron y analizaron adecuadamente las diferencias entre los grupos en cuanto a su seguimiento?	SÍ	SÍ
¿Se midieron del mismo modo los resultados de los participantes incluidos en cualquier comparación?	SÍ	SÍ
¿Se midieron los resultados de forma fiable?	SÍ	SÍ
¿Se utilizó un análisis estadístico adecuado?	SÍ	SÍ

5. RESULTADOS

En esta revisión sistemática se han incluido 5 artículos (Figura 10) que estudian la utilización de PRP como adyuvante a la reparación quirúrgica del tendón de Aquiles. De los 5 artículos seleccionados, 3 son ensayos clínicos y 2 son estudios comparativos (Tabla 3). Los ensayos clínicos poseen un nivel de evidencia I; los 2 estudios comparativos son retrospectivos y poseen un nivel de evidencia III.

Tabla 3. Trabajos que comparan la reparación quirúrgica del tendón de Aquiles con y sin utilización de PRP como adyuvante

Autor y año	Tipo de estudio	N	Técnica quirúrgica	Tipo PRP Protocolo administración
Hung et al. 2022 (68)	Estudio comparativo	62	Sutura percutánea (Bunnell modificado) con asistencia endoscópica	PRP Regen Kit (REGENLAB, RegenACR-C Classic, Le Mont-sur-Lausanne, Switzerland) 1 PRP IOp; 1 PRP ecoguiada 2 semanas después
Zou et al. 2016 (65)	Ensayo clínico	36	Sutura de Krackow modificada. Ethibond 2 En grupo control, desbridamiento tendón antes de sutura	Kits de preparación de plasma rico en plaquetas de WEGO. 1 PRP IOp vaina del paratenón y tejido lacerado circundante.
De Carli et al. 2015 (66)	Ensayo clínico	30	Sutura percutánea y miniincisión. Sutura absorbible del 2.	MyCells® Autologous Platelet Preparation System (Kaylight LTD, Ramat-Hasharon, Israel). 1 PRP IOp líquido y sólido. 1 PRP 14 días postoperatorio
Schepull et al. 2011 (67)	Ensayo clínico	30	Sutura abierta mediante punto de kessler. Vicryl 1.	PRP laboratorio propio. 1 PRP IOp.
Sánchez et al. 2007 (69)	Estudio comparativo	12	Sutura abierta con punto de kessler. PDS de 5 mm de ancho + sutura circunferencial con Vicryl 0.	PRGF sin leucos (PRGF System II, BTI, Vitoria-Gasteiz, Spain). 1 PRP IOp

IOp, intraoperatorio; N, número de pacientes totales; PRP, plasma rico en plaquetas.

En la mayoría de los trabajos no se han observados grandes diferencias en los resultados funcionales, rango de movilidad ni escalas de valoración (tabla 4). En la mayoría de los trabajos analizados tampoco se han encontrado diferencias en cuanto a las complicaciones, ni en las pruebas de imagen (tabla 5).

Tabla 4. Tabla de resultados clínicos.

	PRO	ROM	Resultados funcionales
Hung et al. 2022 (68)	<i>ATRS score</i> : No mostró diferencias significativas entre ambos grupos a los 6,12,18 y 24 meses.	Grupo PRP tuvo mejor ROM a corto plazo. No diferencias entre ambos grupos a largo plazo.	Todos los pacientes volvieron al trabajo a los 24 meses y a hacer deporte al año. No hay diferencias significativas en ambos grupos.
Zou et al. 2016 (65)	<i>-Leppilahti score</i> : > grupo PRP, 6 y 12 meses. <i>-SF-36 score</i> : > grupo PRP 6 meses. A los 2 años no hubo diferencias significativas entre los dos grupos.	El grupo de PRP tuvo un ROM significativamente mayor a los 6,12 y 24 meses.	<i>Fuerza isocinética</i> : A los 3 meses, el grupo PRP > fuerza en la flexión plantar y dorsal. A los 6, 12 y 24 meses no se vieron diferencias.
De Carli et al. 2015 (66)	VISA-A, VAS, FAOS no mostraron diferencias significativas al mes, 3, 6 y 24 meses.	Completo en todos los casos.	Dinamómetro isocinético y las pruebas de salto bipodálico no mostraron diferencias entre los dos grupos.
Schepull et al. 2011 (67)	<i>ATRS</i> : a los 12 meses, pacientes PRP < controles.	No hay diferencia significativa en la función entre los grupos, excepto para la flexión plantar a los 12 meses que es mayor en el grupo PRP.	el índice de elevación del talón a los 12 meses no fue significativamente diferente entre los dos grupos. Sin diferencias en ninguna de las variables mecánicas
Sánchez et al. 2007 (69)	Escala de Cincinnati deportiva: a las 14 semanas en el grupo PRP fue la misma, y en el grupo control disminuyó.	El tiempo necesario para alcanzar el movimiento total fue más rápido en el grupo PRP.	El tiempo necesario para retomar la carrera suave y reanudar las actividades de entrenamiento fue más rápido en el grupo PRP.

ATRS: Aquilles tendón ruptura score VISA-A: Victorian Institute of Sports Assessment-Achilles VAS: Visual Analogic Scale FAOS: Foot and Ankle Outcome Score ROM: range of motion PRP: plasma rico en plaquetas. SF-36: Short form (36) survey score, PRO: paciente-reported outcome.

Tabla 5. Resultados estructurales, complicaciones y conclusiones.

	Complicaciones	Pruebas de imagen	Conclusiones
Hung et al. 2022 (68)	- Infección de la herida en grupo PRP. - Infección de la herida en grupo no-PRP. - Lesión del nervio sural. Grupo no-PRP		La aplicación de PRP en tendones de Aquiles reparados puede no ser beneficioso. Se necesitan más estudios.
Zou et al. 2016 (65)	- 2 infecciones superficiales, 1 profunda y 1 recidiva en grupo control.		PRP puede mejorar los resultados funcionales a corto y medio plazo. Se necesitan más estudios.
De Carli et al. 2015 (66)	Ningún caso de reruptura e infección. Sí que hubo complicaciones menores sin diferencias entre los dos grupos.	El grosor del tendón fue mayor en el tendón lesionado, pero sin diferencias significativas entre ambos grupos.	La adición de PRP a la cirugía no ofrece mejores resultados ni funcionales ni estructurales.
Schepull et al. 2011 (67)	-Reruptura en el grupo PRP. -Infección profunda en el grupo PRP. -Trombosis venosa, una en cada grupo. - Dolor con peso de 150-N.	No hubo diferencias significativas en el área transversa en ningún momento.	No existe un efecto positivo del PRP en la curación de la rotura del tendón de Aquiles, Posible efecto negativo en la curación de la rotura y en el resultado funcional a 1 año.
Sánchez et al. 2007 (69)	-En el grupo de control: dos pacientes con cicatrices queloides y una infección superficial y subcutánea.	El aumento medio de la sección transversal del tendón reparado fue mayor en el grupo de control.	El PRP añadido a la reparación quirúrgica puede abrir nuevas posibilidades de mejorar la cicatrización y la recuperación funcional.

PRP, plasma rico en plaquetas.

6. DISCUSIÓN

La ruptura del tendón de Aquiles es una de las lesiones más comunes entre los atletas. Debido a que la irrigación sanguínea es limitada y la renovación celular es lenta, la recuperación de estas roturas tarda más que en otras localizaciones tendinosas. Se han realizado numerosos intentos por mejorar la cicatrización del tendón, con el fin de minimizar el riesgo de sufrir una nueva lesión y reducir el tiempo de recuperación (67,69).

En esta revisión sistemática se han identificado 3 ensayos clínicos aleatorizados y 2 estudios comparativos que investigaron el uso de inyecciones de PRP como tratamiento adyuvante a la cirugía de la rotura aguda del tendón de Aquiles. El PRP tiene gran interés por su potencial en medicina regenerativa. Se trata de un tema novedoso y de gran interés, como lo demuestran los 47 artículos originales publicados sobre este tema en revistas de impacto, de lo que se han incluido los 3 ensayos clínicos y los 2 estudios comparativos en esta revisión sistemática. Además, suscita un nivel elevado de polémica o al menos de opiniones contrapuestas (47)(59)(61)(62).

El PRP en el tratamiento de lesiones ortopédicas se ha estudiado ampliamente durante años para mejorar la cicatrización de huesos y tejidos blandos. Se han evaluado muchas formulaciones diferentes, que se originaron en estudios in vitro, en animales y en humanos. Sin embargo, las recomendaciones de la investigación in vitro y con animales no son escenarios ideales para una traducción exitosa de la práctica clínica puesto que a menudo conducen a resultados que no son directamente trasladables a las lesiones en humanos (70) (71). Modelos de rotura del tendón de Aquiles en animales han mostrado resultados favorables a la aplicación de PRP. En un estudio realizado en perros (70) la aplicación de PRP autógeno pobre en leucocitos tras la reparación quirúrgica dio como resultado la restauración de las medidas anatómicas y funcionales. También vemos resultados favorables al uso del PRP en otro estudio realizado en ovejas (71) en los que se asoció con cambios histológicos consistentes con un proceso acelerado de cicatrización temprana en tendones de Aquiles reparados. En otro estudio comparativo realizado en perros (72) el PRP mejora la cicatrización del

tendón y la recuperación funcional. Sin embargo, un estudio realizado en ratas (61) el PRP no tuvo efecto en el proceso de curación 28 días después de la ruptura. Asimismo, el PRP ha demostrado su eficacia en estudios in vitro (73,74).

Hay varias razones por las que los resultados obtenidos en estos estudios de laboratorio no son trasladables directamente a los estudios clínicos. En varios estudios de laboratorio se han añadido otras sustancias al PRP para potenciar sus efectos como anticoagulante de citrato dextrosa A (70), cloruro de calcio (61) (69), citrato de sodio (73), simvastatina (74), citrato fosfato dextrosa (67), citrato trisódico (69), trombina y Ca-gluconato (66). En segundo lugar, cabe señalar que el tiempo medio de seguimiento de los estudios de laboratorio fue mucho más corto (6 semanas) que el de los estudios clínicos (12 (67)(69) -24 meses (65)(66)(68)).

Los PRP se prepararon a partir de sangre entera del paciente en todos los estudios incluidos en esta revisión sistemática (68)(65)(66)(67)(69). Sin embargo, el volumen y composición final del PRP administrado a los pacientes no fue el mismo en todos los estudios, lo que puede influir en los resultados. En cuanto a la composición del PRP, en el estudio de Zou et al. (65), se produjeron 3-4 ml de plasma con una concentración de plaquetas 6 veces superior a la fisiológica normal y una concentración de leucocitos 4 veces mayor que en la sangre normal. En cambio, en el trabajo de Schepull et al. (67), las preparaciones de PRP tenían un volumen medio de 21 ml y una concentración media de $3673 \pm 1051 \times 10^9$ plaquetas por mL. El PRP se almacenó a 22°C con rotación constante hasta 20 horas antes de su uso, cuando se valoró su viabilidad mediante el fenómeno de arremolinamiento. En el estudio de Sánchez et al. (69) se utilizó PRGF, que contiene plaquetas incrustadas en una matriz de fibrina sin leucocitos.

La aplicación del PRP en cada estudio se realiza en cantidades, sitios y tiempos distintos. Hung et al. (68) inyectaron 4ml PRP bajo guía endoscópica durante la cirugía, y otros 4 ml dos semanas después en una clínica ambulatoria. Zou et al. (65) inyectaron PRP intraoperatoriamente en la vaina del paratenón y en el tejido lacerado circundante. De Carli et al. (66), en el grupo B, añadieron 2 ml de PRP en forma líquida tras la sutura del tendón y 2 ml de PRP gelatinizado al peritoneo antes del cierre cutáneo. Estos pacientes recibieron una segunda

inyección de 4 ml de PRP en forma líquida 14 días después de la operación. Schepull et al. (67) inyectaron unos 6 mL del concentrado de plaquetas en el lugar de la rotura, se suturó la piel y se inyectaron los 4 ml restantes por vía transdérmica. Sánchez et al. (69) inyectaron 4 ml de PRP entre las fibras tendinosas tras su sutura y después de cerrar el paratenón se cubrió la zona afectada con el pliegue de fibrina preparado. Esto hace difícil realizar una comparación directa entre unos estudios y otros. Pese a eso, es importante remarcar que el PRP es un producto autólogo sin efectos adversos conocidos, en contraste con los corticosteroides de uso común (43).

Los estudios en humanos in vivo muestran resultados muy dispares. Se utilizaron escalas para medir la percepción que tienen los pacientes sobre diferentes aspectos de su proceso de recuperación. En cada estudio utilizaron una escala diferente con parámetros y elementos a valorar diversos, pero en general en los resultados no se mostraron diferencias con los del grupo control. Zou et al.(65) utilizaron Leppilahti score y SF-36 score. Leppilahti score incluye factores subjetivos (dolor, rigidez, debilidad...) y objetivos (rango de movimiento del tobillo, fuerza), y fue mayor en el grupo PRP los 3 y 6 meses después de la operación. El SF-36 score hace una evaluación postoperatoria tanto física como psicológica, y fue mayor a los 3 meses tras la operación en el grupo PRP. A los dos años no había diferencias entre los grupos. En cambio, De Carli et al.(66) valoraron el dolor de los pacientes con VISA-A, VAS y FAOS y no mostraron diferencias significativas entre los dos grupos en ningún momento. Hung et al.(68) y Schepull et al. (67) utilizaron el ATRS score, que valora si el paciente tiene funcionalidad plena y ausencia de dolor durante la actividad. Estos estudios mostraron resultados distintos, en el primero (68) no se observaron diferencias con el grupo control, mientras en Schepull et al.(67) el ATRS a los 12 meses fue inferior respecto a la funcionalidad para los pacientes PRP que para los controles. Los dos muestran coherencia con los resultados aportados anteriormente sobre el dolor (65)(66). Sánchez et al. (69) emplearon la escala de Cincinnati para preguntarle a los pacientes sobre el periodo de tiempo requerido para volver a las diferentes actividades. Los pacientes con PRGF alcanzaron las mismas puntuaciones de actividad deportiva a las 14 semanas (90 ± 12), mientras que las del grupo control fueron menores (82 ± 11) a

las 22 semanas. En el grupo de control, 1 atleta aficionado volvió a competir y 5 atletas se retiraron, aunque con buena forma física y sin ningún problema funcional al realizar deporte a un nivel inferior.

Sanchez et al.(69) también evidenciaron la eficacia del PRP en la recuperación del rango de movimiento (ROM), ya que el tiempo total en alcanzar la movilidad total fue en 7 ± 2 semanas en comparación con 11 ± 3 en el grupo control. Además, como se ha comentado, el grupo PRP también retomó la carrera suave y las actividades de entrenamiento más rápido. Asimismo, Zou et al.(65), reportan que en el grupo PRP se logró un mayor ROM a los dos años de seguimiento y mayor fuerza en la flexión plantar y dorsal a corto plazo (3 meses), aunque sin diferencias a largo plazo. En cambio, Schepull et al. (67) señalan que no hay diferencia significativa en la función entre los grupos, excepto para la flexión plantar a los 12 meses que es mayor en el grupo PRP. El índice de elevación del talón fue la variable principal y a los 12 meses no fue significativamente diferente entre los dos grupos. Carli et al. (66) encontraron que también se alcanzó el ROM completo en todos los casos y no hubo diferencias significativas tampoco en la capacidad de salto. Hung et al. (68) tuvieron mejores resultados con el uso del PRP a corto plazo ya que se obtuvo un mejor rango de movimiento, pero no hubo diferencias significativas ni a largo plazo ni en cuanto a resultados funcionales. No se ha visto una relación entre la composición del PRP y los resultados obtenidos. Los dos trabajos que sugieren un efecto beneficioso tienen diferentes formulaciones, uno es rico en leucocitos (65) y otro pobre en leucocitos (69).

No se realizaron pruebas de imagen en todos los estudios. De Carli et al.(66) y Schepull et al.(67) no observaron diferencias significativas en comparación con el grupo control, mientras Sánchez et al. (69) vieron un aumento de la sección transversa del tendón en el grupo control mediante ultrasonidos. En el estudio de Schepull et al.(67) se utilizó la tomografía computarizada y las radiografías tridimensionales (análisis estereofotogramétrico roentgen; RSA) para calcular la tensión del tendón por carga y el módulo de elasticidad. No se pudieron demostrar diferencias significativas entre grupos en el módulo de elasticidad excepto a las 7 semanas que fue un 13% superior en el grupo PRP. Tampoco se vieron diferencias en el área transversal en ningún momento. En el trabajo de De Carli et al.(66) la

evaluación ecográfica mostró una recuperación completa de la integridad del tendón, junto con un mayor diámetro anteroposterior y de lado a lado, en todos los casos, sin haber una diferencia significativa entre los grupos, al contrario de lo observado por Sánchez et al. (69) .En el grupo PRP los tendones mostraron una disminución gradual de la intensidad de la señal y no mostraron realce tras la inyección de gadolinio. Esto hace intuir un mayor índice de maduración, pero este resultado no se correlaciona con los resultados clínicos ni ecográficos.

Respecto a las complicaciones, los resultados son muy variables en todos los estudios analizados, dificultando llegar a una conclusión sobre la eficacia del PRP en este aspecto. Al analizar las complicaciones debemos tener en cuenta la técnica quirúrgica realizada y el mecanismo de rotura pueden ser distintos en los diferentes grupos, lo que limita obtener una conclusión clara. Hay estudios que no encuentran diferencias entre ambos grupos: Hung et al.(68) reportan dos infecciones de la herida, una en el grupo con PRP y otra en el grupo sin PRP, y una lesión del nervio sural en el grupo control; De Carli et al.(66) no registraron ningún caso de asimetría de la marcha, nueva rotura, ni de infecciones en ninguno de los grupos; sí que se detectó un retraso en la cicatrización de la herida en dos pacientes del grupo control y en un paciente del grupo PRP; dolor leve al terminar de entrenar en cuatro pacientes del grupo control y cinco pacientes del grupo PRP; y debilidad tras el entrenamiento en seis pacientes de cada grupo. Otros autores reportan menos complicaciones en el grupo en el que se utiliza el PRP como adyuvante: en el trabajo de Sanchez et al.(69) ningún paciente presentó una reeruptura o una infección profunda, pero todas las complicaciones de la herida (queloides, infección superficial) aparecieron en el grupo de control; Zou et al.(65), señalan que en el grupo PRP no hubo ni infección ni reeruptura mientras que en el grupo de control se produjeron 2 infecciones superficiales, una infección profunda y una reeruptura. Por el contrario, vemos que en el estudio Schepull et al.(67) en el grupo PRP un paciente sí que sufrió una reeruptura y otro una infección profunda, mientras que no se detectaron complicaciones en el grupo control.

El uso del PRP ha sido ampliamente estudiado también en otras localizaciones anatómicas (75–78). Así mismo las preparaciones de PRP han ganado una creciente popularidad con un uso generalizado en diversos campos

médicos. Diferentes ensayos y revisiones sistémicas han estudiado la eficacia del PRP en áreas como dermatología (79), cirugía cardíaca (80) , cirugía plástica (81) y medicina deportiva y ortopedia (82) entre otros. A pesar de esto, y de los avances tecnológicos en los dispositivos y metodologías de preparación de PRP que muestran resultados prometedores para los pacientes, hay que ser cauto en su utilización a nivel general, y hay que ser muy cuidadoso con las indicaciones y formas de administración. Los resultados obtenidos por algunos autores, sobre todo a corto y medio plazo en la utilización del PRP como adyuvante a la cirugía de la reparación de la rotura aguda del tendón de Aquiles abren nuevas posibilidades para mejorar la cicatrización y la recuperación funcional (68)(65)(69). Sin embargo, se necesitan más estudios clínicos bien diseñados para determinar los efectos terapéuticos del PRP en el tendón de Aquiles de una manera más reproducible y constante, así como en qué tipo de rotura o lesión del tendón de Aquiles sería más útil y el modo de prepararlo y aplicarlo.

Esta revisión sistemática tiene algunas limitaciones. Solo se incluyeron cinco estudios con un una N relativamente pequeña; el número limitado de ensayos clínicos limita la solidez de la evidencia y la generalización de los hallazgos. En segundo lugar, las variables que recogidas variaron considerablemente entre los estudios lo que dificulta su comparación. Además, la causa de la ruptura, la heterogeneidad en la bioformulación del PRP y la técnica de reparación quirúrgica, son factores a tener en cuenta, y que dificultan la comparación de resultados y su extrapolación a otras poblaciones.

7. CONCLUSIONES

En esta revisión sistemática no se han encontrado evidencias científicas y clínicas sólidas que justifiquen el uso de PRP como adyuvante a la cirugía en el tratamiento de la rotura aguda del tendón de Aquiles en la práctica clínica habitual.

La utilización de PRP no ha demostrado una reducción de las complicaciones en la reparación quirúrgica de las roturas agudas del tendón de Aquiles.

Algunos autores han encontrado resultados funcionales prometedores con la utilización del PRP sobre todo a corto y medio plazo, pero no se han podido demostrar mejores resultados clínicos con la utilización del PRP de forma consistente.

No se ha visto una relación entre la composición del PRP y los resultados obtenidos.

8. FINANCIACION, CONFLICTO DE INTERÉS Y REGISTRO

No se ha recibido financiación pública o privada para la realización de este trabajo. Los autores no tienen ningún conflicto de interés. No se ha registrado el protocolo de revisión sistemática.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Bach S, Biedlingmaier R. Achilles tendon rupture. *Nurse Pract.* 2022 Sep;47(9):13–7.
2. Winnicki K, Ochała-Kłós A, Rutowicz B, Pękala PA, Tomaszewski KA. Functional anatomy, histology and biomechanics of the human Achilles tendon — A comprehensive review. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger.* 2020 May;229:151461.
3. Schulze-Tanzil GG, Delgado Cáceres M, Stange R, Wildemann B, Docheva D. Tendon healing: a concise review on cellular and molecular mechanisms with a particular focus on the Achilles tendon. *Bone Joint Res.* 2022 Aug 1;11(8):561–74.
4. Sobotta J. Sobotta. Atlas de Anatomía Humana. Tomo 2: Tronco, vísceras y miembro inferior. In: Reinhard Putz RP, editor. Sobotta Atlas de Anatomía Humana. reimpressa. Ed. Médica Panamericana ; 2006. p. 206–16.
5. O'Brien M. The Anatomy of the Achilles Tendon. *Foot Ankle Clin.* 2005 Jun;10(2):225–38.
6. Abate M, Salini V. Mid-portion Achilles tendinopathy in runners with metabolic disorders. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology.* 2019 Apr 26;29(3):697–703.
7. Dederer KM, Tennant JN. Anatomical and Functional Considerations in Achilles Tendon Lesions. Vol. 24, *Foot and Ankle Clinics.* W.B. Saunders; 2019. p. 371–85.
8. Chen TM, Rozen WM, Pan W ren, Ashton MW, Richardson MD, Taylor GI. The arterial anatomy of the Achilles tendon: Anatomical study and clinical implications. *Clinical Anatomy.* 2009 Apr;22(3):377–85.
9. Wolff KS, Wibmer AG, Binder H, Grissmann T, Heinrich K, Schauer S, et al. The avascular plane of the Achilles tendon: A quantitative anatomic and

- angiographic approach and a base for a possible new treatment option after rupture. *Eur J Radiol.* 2012 Jun;81(6):1211–5.
10. Blackmon JA, Atsas S, Clarkson MJ, Fox JN, Daney BT, Dodson SC, et al. Locating the Sural Nerve during Calcaneal (Achilles) Tendon Repair with Confidence: A Cadaveric Study with Clinical Applications. *The Journal of Foot and Ankle Surgery.* 2013 Jan;52(1):42–7.
 11. Redín Huarte JM, Díaz Fernández R, Gil Santos L. Patología tendinosa de tobillo y pie. En: Gil Santos L, Ed. *COT. Traumatología y ortopedia.* 1ªed. Madrid: Marbán; 2020. p. 534-542
 12. Amendola F, Barbasse L, Carbonaro R, Alessandri-Bonetti M, Cottone G, Riccio M, et al. The Acute Achilles Tendon Rupture: An Evidence-Based Approach from the Diagnosis to the Treatment. *Medicina (B Aires).* 2022 Sep 1;58(9):1195.
 13. Pozo BS, Moreno García A, Rubio Toledano L. Ankle injuries. Vol. 11, *Primary Health Care.* 2001.
 14. Touzell A. The Achilles tendon: Management of acute and chronic conditions. *Aust J Gen Pract.* 2020 Nov 1;49(11):715–9.
 15. Ruch JA, Weinstein RB. Capítulo 36. Reparación de la rotura aguda del tendón de Aquiles. En: Chang TJ Ed.. *Técnicas en Cirugía Ortopédica Pie y Tobillo.* Edición en español. Madrid: Marbán Libros SL.; 2006. p. 467–479.
 16. Moati JC. Patología del tendón calcáneo, rupturas recientes y antiguas, heridas del tendón y tendinopatías. *EMC - Podología.* 2021;23(3):1–18.
 17. Barcina García E, Lorente Ramos R, Díez Uriel E, Herraiz Garvin J, De Dios Alvarez R, Azpeitia Armán J. Diagnóstico por imagen del tendón de Aquiles. Anatomía y espectro patológico. *Radiología.* 2016;58(Espec Cong):1199
 18. Amigo SC, Sandra D, Amigo C. Rotura aguda del tendón de Aquiles. Cirugía percutánea versus cirugía abierta. Resultado funcional y morfológico. *Rev Pie Tobillo [Internet].* 2021;35(1):17–26. Available from: <https://doi.org/10.24129/j.rpt.3501.fs2005013>

19. Jiang N, Wang B, Chen A, Dong F, Yu B. Operative versus nonoperative treatment for acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis based on current evidence. *Int Orthop*. 2012 Apr 9;36(4):765–73.
20. Wilkins R, Bisson LJ. Operative Versus Nonoperative Management of Acute Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med*. 2012 Sep 16;40(9):2154–60.
21. Möller M, Movin T, Granhed H, Lind K, Faxén E, Karlsson J. Acute rupture of tendo Achillis. *J Bone Joint Surg*. 2001 Aug 1;83(6):843–8.
22. Jones MP, Khan RJK, Carey Smith RL. Surgical Interventions for Treating Acute Achilles Tendon Rupture: Key Findings from a Recent Cochrane Review. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2012 Jun 20;94(12):e88.
23. Willits K, Amendola A, Bryant D, Mohtadi NG, Giffin JR, Fowler P, et al. Operative versus nonoperative treatment of acute achilles tendon ruptures: A multicenter randomized trial using accelerated functional rehabilitation. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2010 Dec 1;92(17):2767–75.
24. Twaddle BC, Poon P. Early Motion for Achilles Tendon Ruptures: Is Surgery Important? *Am J Sports Med*. 2007 Dec 30;35(12):2033–8.
25. Doty J, Phisitkul P, Xiao W, Cooper MT, Brigido SA. Update on Acute Achilles Tendon Injuries. *Foot Ankle Spec*. 2019 Jun 1;12(3):278–80.
26. Campillo-Recio D, Comas-Aguilar M, Ibáñez M, Maldonado-Sotoca Y, Albertí-Fitó G. [Artículo traducido] Reparación percutánea del tendón de Aquiles con sutura reabsorbible: resultados y complicaciones. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2023 Jan;67(1):T56–61.
27. Deng S, Sun Z, Zhang C, Chen G, Li J. Surgical Treatment Versus Conservative Management for Acute Achilles Tendon Rupture: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2017 Nov;56(6):1236–43.
28. Myhrvold SB, Brouwer EF, Andresen TKM, Rydevik K, Amundsen M, Grün W, et al. Nonoperative or Surgical Treatment of Acute Achilles' Tendon Rupture. *New England Journal of Medicine*. 2022 Apr 14;386(15):1409–20.

29. Manent A, López L, Coromina H, Santamaría A, Domínguez A, Llorens N, et al. Acute Achilles Tendon Ruptures: Efficacy of Conservative and Surgical (Percutaneous, Open) Treatment—A Randomized, Controlled, Clinical Trial. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*. 2019 Nov;58(6):1229–34.
30. Gatz M, Driessen A, Eschweiler J, Tingart M, Migliorini F. Open versus minimally-invasive surgery for Achilles tendon rupture: a meta-analysis study. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2021 Mar 7;141(3):383–401.
31. Kadakia AR, Dekker RG, Ho BS. Acute Achilles Tendon Ruptures: An Update on Treatment. Vol. 25, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. Lippincott Williams and Wilkins; 2017. p. 23–31.
32. Park SH, Lee HS, Young KW, Seo SG. Treatment of Acute Achilles Tendon Rupture. *Clin Orthop Surg*. 2020;12(1):1.
33. W315 WALKER BIVALVO FIJO NEUMÁTICO [Internet]. [cited 2023 May 2]. Available from: <https://www.emo.es/producto/w315-walker-bivalvo-fijo-neumatico-esp/>
34. W900 CUÑAS PARA WALKER [Internet]. [cited 2023 May 2]. Available from: <https://www.emo.es/producto/w900-cunas-para-walker-esp/>
35. WALKER ARTICULADO | Orliman [Internet]. [cited 2023 May 2]. Available from: <https://www.orliman.com/producto/walker-articulado/>
36. Xu L, Jin J, Liu Z, Wu M, Peng B, Jiang J, et al. A New Technique of Achilles Tendon Rupture Repaired by Double Transverse Mini-incision to Avoid Sural Nerve Injury: A Consecutive Retrospective Study. *Orthop Surg*. 2023 Feb 26;15(2):517–24.
37. Climent Peris V, Delgado Martínez AD, Vilà i Ricó J. Capítulo 69. Lesiones de los tendones aquileo, tibiales y peroneos. Pie parálítico del adulto. Síndromes compartimentales del pie. En: Delgado Martínez AD ed. *Cirugía Ortopédica y traumatología*. 4a Ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana SA; 2018. p. 789–798.

38. Yin L, Wu Y, Ren C, Wang Y, Fu T, Cheng X, et al. Treatment of acute achilles tendon rupture with the panda rope bridge technique. *Injury*. 2018 Mar 1;49(3):726–9.
39. Dhillon MS, Behera P, Patel S, Shetty V. Orthobiologics and platelet rich plasma. *Indian J Orthop*. 2014 Feb 1;48(1):1–9.
40. Van Schaik KD, Lee KS. Orthobiologics: Diagnosis and Treatment of Common Tendinopathies. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2021 Dec 22;25(06):735–44.
41. Lin SS, Montemurro NJ, Krell ES. Orthobiologics in foot and ankle surgery. Vol. 24, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. Lippincott Williams and Wilkins; 2016. p. 113–22.
42. West TA, Williams ML. Orthobiologics. *Clin Podiatr Med Surg*. 2019 Oct;36(4):609–26.
43. 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.
44. Xiao YT, Xiang LX, Shao JZ. Bone morphogenetic protein. *Biochem Biophys Res Commun*. 2007 Oct;362(3):550–3.
45. Bowers RL, Troyer WD, Mason RA, Mautner KR. Biologics. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2020 Dec;23(4):100704.
46. Hernigou J, Verdonk P, Homma Y, Verdonk R, Goodman SB, Hernigou P. Nonoperative and Operative Bone and Cartilage Regeneration and Orthopaedic Biologics of the Hip: An Orthoregeneration Network (ON) Foundation Hip Review. *Arthroscopy*. 2022 Feb;38(2):643–56.
47. Taylor DW, Petrera M, Hendry M, Theodoropoulos JS. A Systematic Review of the Use of Platelet-Rich Plasma in Sports Medicine as a New Treatment for Tendon and Ligament Injuries [Internet]. Vol. 21, *Clin J Sport Med*. 2011. Available from: www.cjsportmed.com

48. Mautner K, Kneer L. Treatment of tendinopathies with platelet-rich plasma. Vol. 25, *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2014. p. 865–80.
49. Hutchinson ID, Rodeo SA. The Current Role of Biologics for Meniscus Injury and Treatment. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2022 Jul 26;15(6):456–64.
50. Daniels T, DiGiovanni C, Lau JTC, Wing K, Younger A. Prospective clinical pilot trial in a single cohort group of rhPDGF in foot arthrodeses. *Foot Ankle Int*. 2010 Jun;31(6).
51. DiGiovanni CW, Lin SS, Baumhauer JF, Daniels T, Younger A, Glazebrook M, et al. Recombinant Human Platelet-Derived Growth Factor-BB and Beta-Tricalcium Phosphate (rhPDGF-BB/ β -TCP): An Alternative to Autogenous Bone Graft. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 2013 Jul 3;95(13).
52. Marx RE. Platelet-Rich Plasma (PRP): What Is PRP and What Is Not PRP? *Implant Dent*. 2001 Dec;10(4):225–8.
53. Everts PA, van Erp A, DeSimone A, Cohen DS, Gardner RD. Platelet Rich Plasma in Orthopedic Surgical Medicine. *Platelets*. 2021 Feb 17;32(2):163–74.
54. Giusti I, Rughetti A, D'Ascenzo S, Millimaggi D, Pavan A, Dell'Orso L, et al. Identification of an optimal concentration of platelet gel for promoting angiogenesis in human endothelial cells. *Transfusion (Paris)*. 2009 Apr;49(4):771–8.
55. Boswell SG, Schnabel L V., Mohammed HO, Sundman EA, Minas T, Fortier LA. Increasing Platelet Concentrations in Leukocyte-Reduced Platelet-Rich Plasma Decrease Collagen Gene Synthesis in Tendons. *Am J Sports Med*. 2014 Jan 17;42(1):42–9.
56. Kevy S, Jacobson M, Mandle R. Defining the composition and healing effect of platelet-rich plasma. Presented at: platelet rich plasma symposium. Hospital for special surgery. NY, USA, August 5, 2010. In.

57. Carofino B, Chowaniec DM, McCarthy MB, Bradley JP, Delaronde S, Beitzel K, et al. Corticosteroids and Local Anesthetics Decrease Positive Effects of Platelet-Rich Plasma: An In Vitro Study on Human Tendon Cells. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2012 May;28(5).
58. Chen X, Jones IA, Park C, Vangsness CT. The Efficacy of Platelet-Rich Plasma on Tendon and Ligament Healing: A Systematic Review and Meta-analysis With Bias Assessment. Vol. 46, *American Journal of Sports Medicine*. SAGE Publications Inc.; 2018. p. 2020–32.
59. Sadoghi P, Rosso C, Valderrabano V, Leithner A, Vavken P. The role of platelets in the treatment of Achilles tendon injuries. *Journal of Orthopaedic Research*. 2013 Jan;31(1):111–8.
60. Uysal CA, Tobita M, Hyakusoku H, Mizuno H. Adipose-derived stem cells enhance primary tendon repair: Biomechanical and immunohistochemical evaluation. *Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*. 2012 Dec;65(12):1712–9.
61. Şen B, Güler S, Çeçen B, Kumtepe E, Bağrıyanık A, Özkal S, et al. The effect of autologous platelet rich plasma in the treatment of achilles tendon ruptures: An experimental study on rabbits. *Balkan Med J*. 2016 Jan 1;33(1):94–101.
62. Alsousou J, Thompson M, Harrison P, Willett K, Franklin S. Effect of platelet-rich plasma on healing tissues in acute ruptured Achilles tendon: a human immunohistochemistry study. *The Lancet*. 2015 Feb;385:S19.
63. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021 Mar 29;n71.
64. Munn Z, Tufanaru C, Aromataris E. JBI's Systematic Reviews. *AJN, American Journal of Nursing*. 2014 Jul;114(7):49–54.

65. Zou J, Mo X, Shi Z, Li T, Xue J, Mei G, et al. A Prospective Study of Platelet-Rich Plasma as Biological Augmentation for Acute Achilles Tendon Rupture Repair. *Biomed Res Int.* 2016;2016.
66. De Carli A, Lanzetti RM, Ciompi A, Lupariello D, Vadalà A, Argento G, et al. Can platelet-rich plasma have a role in Achilles tendon surgical repair? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2016 Jul 22;24(7):2231–7.
67. Schepull T, Kvist J, Norrman H, Trinks M, Berlin G, Aspenberg P. Autologous Platelets Have No Effect on the Healing of Human Achilles Tendon Ruptures. *Am J Sports Med.* 2011 Jan 3;39(1):38–47.
68. Hung CY, Lin SJ, Yeh CY, Yeh WL. Effect of Platelet-Rich Plasma Augmentation on Endoscopy-Assisted Percutaneous Achilles Tendon Repair. *J Clin Med.* 2022 Sep 14;11(18):5389.
69. 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 30;35(2):245–51.
70. Schulz KS, Ash KJ, Cook JL. Clinical outcomes after common calcanean tendon rupture repair in dogs with a loop-suture tenorrhaphy technique and autogenous leukoreduced platelet-rich plasma. *Veterinary Surgery.* 2019 Oct 4;48(7):1262–70.
71. Fernández-Sarmiento JA, Domínguez JM, Granados MM, Morgaz J, Navarrete R, Carrillo JM, et al. Histological Study of the Influence of Plasma Rich in Growth Factors (PRGF) on the Healing of Divided Achilles Tendons in Sheep. *Journal of Bone and Joint Surgery.* 2013 Feb 6;95(3):246–55.
72. Hernández-Martínez JC, Vásquez CR, Ceja CB, Fuentes CCE, Sesma JF, Benítez AG. [Comparative study on animal model of acute Achilles tendon rupture with surgical treatment using platelet-rich plasma]. *Acta Ortop Mex.* 2012;26(3):170–3.
73. Imai S, Kumagai K, Yamaguchi Y, Miyatake K, Saito T. Platelet-Rich Plasma Promotes Migration, Proliferation, and the Gene Expression of Scleraxis and

- Vascular Endothelial Growth Factor in Paratenon-Derived Cells In Vitro. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*. 2019 Mar 30;11(2):142–8.
74. Zhang Y, Yu J, Zhang J, Hua Y. Simvastatin With PRP Promotes Chondrogenesis of Bone Marrow Stem Cells In Vitro and Wounded Rat Achilles Tendon–Bone Interface Healing In Vivo. *Am J Sports Med*. 2019 Mar 22;47(3):729–39.
75. Rossi LA, Piuzzi N, Giunta D, Tanoira I, Brandariz R, Pasqualini I, et al. Subacromial Platelet-Rich Plasma Injections Decrease Pain and Improve Functional Outcomes in Patients With Refractory Rotator Cuff Tendinopathy. *Arthroscopy*. 2021 Sep;37(9):2745–53.
76. Palco M, Fenga D, Basile GC, Rizzo P, Cavalieri B, Leonetti D, et al. Platelet-Rich Plasma Combined with Hyaluronic Acid versus Leucocyte and Platelet-Rich Plasma in the Conservative Treatment of Knee Osteoarthritis. A Retrospective Study. *Medicina (B Aires)*. 2021 Mar 3;57(3):232.
77. Ünlü B, Çalış FA, Karapolat H, Üzdü A, Tanıgör G, Kirazlı Y. Efficacy of platelet-rich plasma injections in patients with adhesive capsulitis of the shoulder. *Int Orthop*. 2021 Jan 18;45(1):181–90.
78. Kothari SY, Srikumar V, Singh N. Comparative Efficacy of Platelet Rich Plasma Injection, Corticosteroid Injection and Ultrasonic Therapy in the Treatment of Periarthritis Shoulder. *J Clin Diagn Res*. 2017 May;11(5):RC15-RC18.
79. Gupta AK, Cole J, Deutsch DP, Everts PA, Niedbalski RP, Panchaprateep R, et al. Platelet-Rich Plasma as a Treatment for Androgenetic Alopecia. *Dermatologic Surgery*. 2019 Oct;45(10):1262–73.
80. Kirmani BH, Jones SG, Datta S, Mclaughlin EK, Hoschitzky AJ. A meta-analysis of platelet gel for prevention of sternal wound infections following cardiac surgery. *Blood Transfus*. 2017 Jan;15(1):57–65.

81. Willemsen JCN, Van Dongen J, Spiekman M, Vermeulen KM, Harmsen MC, van der Lei B, et al. The Addition of Platelet-Rich Plasma to Facial Lipofilling. *Plast Reconstr Surg*. 2018 Feb;141(2):331–43.
82. Mlynarek RA, Kuhn AW, Bedi A. Platelet-Rich Plasma (PRP) in Orthopedic Sports Medicine. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2016;45(5):290–326.

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR RANDOMIZED CONTROLLED TRIALS

Reviewer _____

Date _____

Author _____ Year _____

Record

Number _____

	Yes	No	Unclear	NA
1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was allocation to treatment groups concealed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were treatment groups similar at the baseline?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were participants blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Were outcomes measured in a reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)

JBI CRITICAL APPRAISAL CHECKLIST FOR QUASI-EXPERIMENTAL STUDIES

Reviewer _____

Date _____

Author _____ Year _____ Record

Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Is it clear in the study what is the 'cause' and what is the 'effect' (i.e. there is no confusion about which variable comes first)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Were the participants included in any comparisons similar?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were the participants included in any comparisons receiving similar treatment/care, other than the exposure or intervention of interest?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Was there a control group?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were there multiple measurements of the outcome both pre and post the intervention/exposure?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were the outcomes of participants included in any comparisons measured in the same way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Were outcomes measured in a reliable way?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was appropriate statistical analysis used?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (Including reason for exclusion)

Utilidad del Plasma Rico en Plaquetas como adyuvante en el tratamiento quirúrgico de las roturas tendinosas del tendón Aquiles. Una revisión sistemática



Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir

Autora: Laura Fernández Domínguez
Tutor: Ignacio Miranda Gómez

Introducción

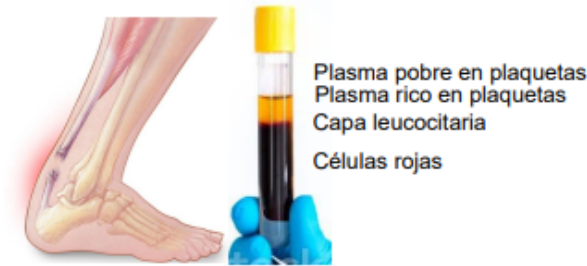
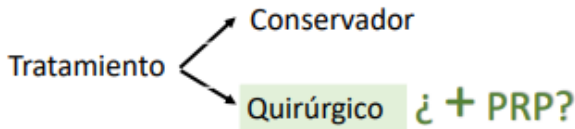


Figura 1. Rotura del tendón de Aquiles y tubo con PRP tras centrifugación

Hipótesis y objetivos

Analizar la utilidad del plasma rico en plaquetas (PRP) como adyuvante al tratamiento quirúrgico en la rotura aguda del tendón de Aquiles. La hipótesis de partida es que la utilización de PRP como coadyuvante de reparación quirúrgica de las roturas del tendón de Aquiles puede acelerar la recuperación y mejorar los resultados funcionales

Metodología

Revisión sistemática de la literatura siguiendo las normas de la guía PRISMA. Se realizó una búsqueda el 21 de diciembre de 2022 en las bases de PubMed y Cochrane Library con los términos: (((platelet rich plasma) AND (therapy OR treatment)) AND (surgery)) AND (Achilles tendon).

Resultados

Tabla 1. Complicaciones, resultados y conclusiones.

	Complicaciones	PRO	Resultados funcionales/ ROM	Conclusión
Hung et al. 2022	Infección de la herida en grupo PRP y no-PRP. Lesión del nervio sural. Grupo no-PRP.	ATRS score: No mostró diferencias significativas entre ambos grupos a los 6, 12, 18 y 24 meses.	No hay diferencias significativas en ambos grupos. Grupo PRP tuvo mejor ROM a corto plazo.	La aplicación de PRP puede no ser beneficioso. Se necesitan más estudios.
Zou et al. 2016	2 infecciones superficiales, 1 profunda y 1 recidiva en grupo control.	Leppilahti score: > grupo PRP, 6 y 12 meses. SF-36 score: > grupo PRP 6 meses. A los 2 años no hubo diferencias.	A los 3 meses, el grupo PRP > fuerza en la flexión plantar y dorsal. El grupo de PRP > ROM a los 6, 12 y 24 meses.	PRP puede mejorar los resultados funcionales a corto y medio plazo. Se necesitan más estudios.
De Carli et al. 2015	Ningún caso de reruptura e infección.	VISA-A, VAS, FAOS no mostraron diferencias significativas al mes, 3, 6 y 24 meses.	No hubo diferencias entre los dos grupos.	La adición de PRP no ofrece mejores resultados.
Schepull et al. 2011	Reruptura e infección profunda en el grupo PRP. Trombosis venosa y Dolor con peso en los dos.	ATRS: a los 12 meses, pacientes PRP < controles.	No hay diferencia entre los grupos, excepto flexión plantar a los 12 meses > grupo PRP.	No existe un efecto positivo del PRP. Posible efecto negativo en la curación y en el resultado funcional a 1 año.
Sánchez et al. 2007	Grupo de control: dos pacientes con cicatrices queloides y una infección superficial y subcutánea.	Escala de Cincinnati deportiva: a las 14 semanas en el grupo PRP fue =, y el grupo control -.	El tiempo en recuperar la función + rápido en el grupo PRP.	El PRP puede abrir nuevas posibilidades de mejorar la cicatrización y la recuperación funcional.

PRP: Plasma rico en plaquetas; ATRS: Aquiles tendón ruptura score VISA-A: Victorian Institute of Sports Assessment-Achilles VAS: Visual Analogic Scale FAOS: Foot and Ankle Outcome Score ROM: range of motion PRP: plasma rico en plaquetas. SF-36: Short form (36) survey score, PRO: paciente-reported outcome.

Discusión:

Los resultados obtenidos por algunos autores, sobre todo a corto y medio plazo en la utilización del PRP como adyuvante a la cirugía de la reparación de la rotura aguda del tendón de Aquiles abren nuevas posibilidades para mejorar la cicatrización y la recuperación funcional; sin embargo en los ensayos clínicos y estudios comparativos no se ha podido demostrar que la utilización del PRP como coadyuvante en la cirugía ofrezca una mejoría en los resultados de la sutura de la rotura aguda del tendón de Aquiles.

Conclusiones

- No hay evidencias sólidas que justifiquen el uso de PRP como adyuvante a la cirugía en el tratamiento de la rotura aguda del tendón de Aquiles en la práctica clínica habitual.
- La utilización de PRP no ha demostrado una reducción de las complicaciones en la reparación quirúrgica de las roturas agudas del tendón de Aquiles.
- Algunos autores han encontrado resultados funcionales prometedores con la utilización del PRP sobre todo a corto y medio plazo, pero no se han podido demostrar mejores resultados clínicos con la utilización del PRP de forma consistente.
- No se ha visto una relación entre la composición del PRP y los resultados obtenidos.

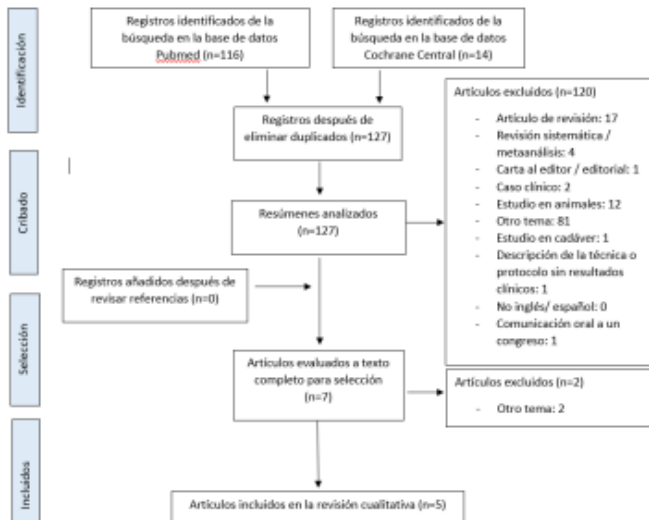


Figura 2. Diagrama de flujo.

Bibliografía:

