



TESINA

**Presentada para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

Título:

**“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la
pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”**

Autoras:

Castagno, María Lina - N° DNI 42.333.752

Scalzo, Florencia - N° DNI 42.204.767

Director:

Lic. Calandriello, Nery Lucas

Santa Fe

Fecha de Presentación:

12/07/2023

Firmas de Autoras:

RESUMEN

Introducción: El escafoides carpiano es un hueso que presenta escaso riego sanguíneo. Cuando el mismo sufre una fractura, debido a la anatomía del mismo, resulta un desafío diagnosticarla. En consecuencia, su riesgo de retardo de la consolidación o pseudoartrosis es muy elevado. Esta se considera una complicación frecuente, que en casos de no ser tratada, podría evolucionar al colapso y artrosis radiocarpiana generando un impacto significativo en el bienestar del paciente y la biomecánica de la muñeca. El procedimiento más utilizado para su tratamiento es el injerto óseo autólogo combinado con la fijación con tornillos, sin embargo, la literatura propone diversas opciones de terapias conservadoras, donde se destaca el uso del ultrasonido pulsado de baja intensidad (LIPUS) y la terapia de ondas de choque extracorpóreas (EWST).

Objetivos: Realizar una revisión bibliográfica a fin de analizar la eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides teniendo en cuenta el dolor, ausencia de espacio entre los fragmentos y valoración funcional.

Métodos: Se realizó una revisión bibliográfica consultando artículos publicados durante el período de 2008 a 2023 en las siguientes bases de datos: Google Académico, PubMed y Biblioteca Virtual en Salud (BVS).

Resultados: Se evidenciaron cambios estadísticamente significativos en cuanto a las tasas de consolidación, disminución del dolor y mejora de la función mediante la utilización de la terapia ESWT en pacientes diagnosticados con pseudoartrosis del hueso escafoides, según diversos estudios.

Conclusión: En los casos en que la cirugía esté contraindicada o el paciente no desee someterse a un procedimiento quirúrgico, la terapia LIPUS y ESWT podrían proporcionar una alternativa viable debido a su carácter no invasivo y sus efectos beneficiosos sobre la tasa consolidación. A su vez, la ESWT demostró efectos adicionales en la disminución del dolor y mejora de la función.

Palabras claves: Pseudoartrosis, Hueso Escafoides, Tratamiento Conservador, ESWT, LIPUS, Consolidación, Dolor, Función.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
II.a. Objetivo general	4
II.b. Objetivos específicos.....	4
III. MARCO TEÓRICO	5
III.a. Tejido óseo.....	5
III.b. Fracturas	5
III.b.I Clasificación general de las fracturas	6
III.b.II Complicaciones	7
III.c. Hueso escafoides.....	8
III.c.I Recuerdo Anatómico	8
III.c.II Fractura de escafoides y mecanismo de lesión.....	11
III.c.III Epidemiología de la fractura del escafoides.....	13
III.c.IV Clasificación de la fractura del escafoides	14
III.c.V Diagnóstico de la fractura del escafoides.....	15
III.c.VI Tratamiento de la fractura del escafoides	17
III.d. Pseudoartrosis del escafoides	20
III.d.I Generalidades	21
III.d.II Factores de riesgo de la pseudoartrosis del escafoides.....	21
III.d.III Diagnóstico de la pseudoartrosis del escafoides.....	22
III.e. Tratamiento de la pseudoartrosis.....	22
III.e.I Tratamiento conservador.....	23
III.e.II Tratamiento quirúrgico	26
IV. JUSTIFICACIÓN	28
V. MATERIALES Y MÉTODOS	29
V.a. Palabras claves.....	29
V.a.I Términos DeCs:.....	29
V.a.II Términos MeSH:.....	29
V.a.III Términos libres:	30
V.b. Combinación de palabras claves.....	30

V.b.I	Combinación de palabras claves en español:	30
V.b.II	Combinación de palabras clave en inglés:	31
V.c.	Criterios de inclusión:	32
V.d.	Criterios de exclusión:	33
V.e.	Diagrama de flujo	34
VI.	RESULTADOS	35
VI.a.	Análisis de resultados	44
VI.a.I	Dolor.....	44
VI.a.II	Consolidación	44
VI.a.III	Valoración funcional	47
VI.a.IV	Factores de riesgo	48
VII.	DISCUSIÓN.....	49
VIII.	CONCLUSIÓN.....	55
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

ABREVIATURAS

- ✚ **RX:** Radiografía.
- ✚ **NOA:** Necrosis ósea avascular.
- ✚ **TAC:** Tomografía axial computarizada.
- ✚ **RM:** Resonancia magnética.
- ✚ **LIPUS:** Ultrasonido pulsado de baja intensidad.
- ✚ **ESWT:** Ondas de choque extracorpóreas.
- ✚ **PEMF:** Campos electromagnéticos pulsados.
- ✚ **MEC:** Matriz extracelular.
- ✚ **DISI:** Inestabilidad del segmento dorsal intercalado.
- ✚ **ROM:** Rango de movimiento articular.
- ✚ **SLL:** Ligamento interóseo escafolunar.
- ✚ **BMP:** Proteína morfogenética ósea.
- ✚ **SNAC:** Colapso avanzado de la pseudoartrosis del escafoides.
- ✚ **IMC:** Índice de masa corporal.
- ✚ **DASH:** Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand.
- ✚ **MWS:** Mayo Wrist Score.
- ✚ **VAS:** Visual Analogue Scale.
- ✚ **SL:** Angulo escafolunar.

I. INTRODUCCIÓN

El trauma músculo esquelético resulta en la actualidad uno de los motivos de consulta más frecuentes en los servicios de urgencias debido a que afecta a gran parte de la población. Se considera de vital importancia que el personal de salud posea los conocimientos suficientes acerca de las patologías traumáticas, a fin de realizar un correcto manejo inicial, solicitud de exámenes complementarios, diagnóstico y tratamiento, con el objetivo de prevenir complicaciones derivadas de una atención inadecuada o tardía. Para interpretar e identificar las lesiones se debe conocer el concepto general de cada una de ellas, y así lograr diferenciar entre una contusión, luxación, desgarro muscular, lesión tendinosa, esguince o fractura. (1)

Resulta interesante definir el término “fractura” como una interrupción en la continuidad del tejido óseo, posterior a un evento de alta, media o baja energía. Para lograr un correcto diagnóstico, es necesario realizar una adecuada historia clínica y un examen físico completo. Mediante la anamnesis se obtienen datos importantes, tales como el mecanismo de producción o la magnitud del trauma, a su vez, el examen físico debe incluir todas las maniobras semiológicas pertinentes para cada caso. Se debe tener en cuenta, que los síntomas de una fractura generalmente son: dolor, impotencia funcional, actitud antiálgica, presencia de deformidad, hematomas, equimosis, movilidad anormal, crepitación y daño cutáneo, que puede o no estar presente. Dentro de los estudios de imágenes, la radiografía (RX) suele ser el primer recurso al cual se acude para llegar al diagnóstico. (1–3)

El manejo inicial en los servicios de urgencias involucra la inmovilización del foco fracturario en forma temporal o definitiva, mediante férula o yeso. Estos dispositivos permiten disminuir el dolor, evitar desplazamientos y prevenir complicaciones a corto y largo plazo, donde las que se presentan con mayor frecuencia son: lesiones vasculonerviosas, osteomielitis, necrosis ósea avascular (NOA), rigidez articular, retardo de la consolidación y pseudoartrosis. (1,2) El término “retardo de la consolidación” es aplicable a la fractura que consolida en un tiempo mayor al esperado. Contrariamente, “pseudoartrosis” se utiliza para definir una falta de consolidación absoluta posterior a un tratamiento quirúrgico u ortopédico que persiste en el tiempo y que ha desarrollado una falsa articulación a nivel del foco de fractura con marcada movilidad. (2,3)

El escafoides es uno de los ocho huesos que conforman el carpo. Aproximadamente, el 80% de su superficie está recubierta por cartílago, lo que limita las

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

inserciones tendinosas. En cuanto a la circulación, la misma se da de manera retrógrada, las arteriolas principales penetran por el polo distal, generando una circulación vulnerable en la parte proximal del hueso. Debido a esto, cuando se lesiona, el riesgo de desarrollar NOA, retardo de la consolidación o pseudoartrosis es muy elevado. (2, 4,5)

La fractura del escafoides constituye el 60% de todas las fracturas del carpo, considerándose una lesión ortopédica común, que puede tener un impacto significativo en el bienestar del paciente. Afecta generalmente a los jóvenes, siendo más frecuente en hombres y en el contexto de una caída con apoyo sobre la mano. (5–8) A pesar de los importantes avances en el tratamiento, la falta de consolidación sigue siendo una complicación presente. (9)

Inicialmente, se realiza una evaluación clínica y radiográfica de la lesión, controlando de cerca aquellos pacientes con hallazgos clínicos positivos, pero que a su vez presentan hallazgos radiográficos negativos. En estos casos se procede a inmovilizar la zona de forma temprana y preventiva. Si persiste la sospecha clínica y la imagen radiográfica es negativa, se realiza una tomografía computarizada (TAC) o una resonancia magnética (RM). (5,10) Ante la ausencia de un diagnóstico y tratamiento temprano, aumenta la probabilidad de desarrollar cambios degenerativos en la muñeca. (11)

Según la evidencia clínica, se determinó que las fracturas estables pueden tratarse de forma conservadora y las fracturas inestables, son pertinentes de ser abordadas mediante cirugía, como así también cuando la fractura no muestra signos de consolidación luego de 3 a 4 meses de inmovilización con yeso. (5,12)

La no consolidación del escafoides ha sido determinada por un lapso de tiempo de 6 meses posterior a un manejo médico o quirúrgico. Este tiempo depende principalmente de factores como: el sitio de fractura, la energía del trauma, estado vascular de los segmentos óseos, presencia de inestabilidad del carpo asociada, edad del paciente, comorbilidades, tabaquismo y procedimientos previos realizados. (13) No existe consenso en la literatura sobre el tratamiento de esta afección, el mismo depende de la etapa de la enfermedad en la cual se encuentre el paciente al momento del diagnóstico. Las técnicas utilizadas y sus resultados permanecen en constante discusión entre la comunidad de cirujanos de la mano. (9,14) Si la misma no es tratada, se podría evolucionar al colapso y artrosis radiocarpiana, generando consecuencias sociales y económicas significativas, principalmente debido a alteraciones funcionales

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

en la muñeca y la mano. (6,9)

El procedimiento más utilizado es el injerto óseo autólogo combinado con la fijación con tornillos. Este tipo de cirugía tiene como desventaja la necesidad de un entrenamiento específico por parte del cuerpo médico, equipamiento adecuado que no siempre se encuentra disponible y una mayor dificultad técnica, por ende un tiempo de quirófano más prolongado lo cual incrementa la morbilidad y el costo económico. Por otro lado, en cuanto a las opciones más actuales de tratamiento conservador se encuentran el ultrasonido pulsado de baja intensidad (LIPUS) y la terapia de ondas de choque extracorpóreas (EWST). Según la literatura, como condiciones previas para lograr el éxito de estas terapias, la pseudoartrosis debe ser estable, libre de infección, no debe mostrar ninguna desalineación y el área del defecto debe ser inferior a 5 mm. (16)

A partir de esto surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Es el tratamiento conservador efectivo para la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides teniendo en cuenta el dolor, ausencia de espacio entre los fragmentos y valoración funcional?

II. OBJETIVOS

II.a. Objetivo general

Analizar la eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides teniendo en cuenta el dolor, ausencia de espacio entre los fragmentos y valoración funcional, mediante la realización de una revisión bibliográfica.

II.b. Objetivos específicos

- Identificar los efectos de la terapia conservadora considerando las diversas dosificaciones propuestas por la evidencia científica.
- Detectar en la literatura los principales factores que afectan la eficacia del tratamiento conservador.
- Comparar los efectos de la terapia conservadora versus el tratamiento quirúrgico en cuanto al dolor, complicaciones, resolución del foco lítico de pseudoartrosis y valoración funcional.

III. MARCO TEÓRICO

III.a. Tejido óseo

El hueso es considerado un tejido activo y sumamente dinámico, debido a que sus propiedades cambian constantemente en respuesta a estímulos químicos y mecánicos generados por la realización de diferentes actividades. Sus funciones principales son: proporcionar un sostén y soporte mecánico, regular la respuesta inmune, moderar la actividad metabólica mediante la secreción de hormonas, equilibrar el pH y las concentraciones de iones en sangre, además de contribuir a la actividad hematopoyética. Es posible diferenciar dos tipos de tejido: el hueso cortical o compacto y el hueso trabecular o esponjoso. El hueso cortical constituye el 80% de la masa ósea, se compone de capas de fibrillas de colágeno y proporciona resistencia mecánica. A su vez, el hueso trabecular tiene una estructura porosa y desempeña un papel fundamental en el control de las actividades metabólicas. (17)

La mayor parte del tejido óseo se forma mediante un proceso denominado “osificación endocondral”, que consiste inicialmente en la diferenciación de las células madre mesenquimales en células de cartílago denominadas condrocitos, que al aumentar su proliferación secretan proteínas de la matriz extracelular (MEC). Será necesario que en la siguiente fase, los osteoclastos degraden el tejido en el centro de la matriz de cartílago, para obtener la formación de vasos sanguíneos que generan el aporte vascular necesario para la formación ósea. Los osteoblastos utilizan el modelo creado por las células de condrocitos para construir tejido óseo, al adherirse a la matriz cartilaginosa existente y secretar matriz ósea. (17)

III.b. Fracturas

La Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología define a una fractura como *“la solución de continuidad de un hueso producto de un mecanismo de alta o baja energía”*. (2) Posterior a la misma, se inicia un proceso de curación específico denominado consolidación ósea; la cual se define como la presencia de trabeculaciones cruzadas en el foco fracturario de manera que la línea de fractura se vuelve invisible en la RX, produciendo un restablecimiento de la continuidad cortical. (5,6) Clínicamente, se considera consolidada cuando existe capacidad del paciente para soportar carga axial y hay ausencia de dolor o sensibilidad en el sitio de fractura. (3)

III.b.I Clasificación general de las fracturas

Se establecen diferentes criterios con el objetivo de clasificar adecuadamente las fracturas. Estos se complementan unos con otros y permiten determinar distintos protocolos de tratamiento según las características de cada una. (2)

Los criterios de máxima relevancia son:

- Localización anatómica: en los huesos largos se distinguen fracturas diafisarias, metafisarias y epifisarias. En los huesos cortos y planos, las fracturas se clasifican según la anatomía particular de cada uno. Si el trazo se extiende hasta la superficie articular, se denominan fracturas intraarticulares.
- Etiología: pueden ser espontáneas o traumáticas.
- Según el mecanismo de producción: pueden generarse como resultado de un mecanismo directo o indirecto.
- Energía del traumatismo: las fracturas de alta energía son producidas por un gran traumatismo. Dentro de las fracturas de baja energía se encuentran las fracturas por estrés y las patológicas.
- Momento de presentación: según si la fractura ocurre en edad adulta, infantil u obstétrica.
- Presencia de comunicación o no con el exterior: en las fracturas cerradas la piel que recubre al hueso está intacta o, en el caso de que exista una herida ésta es superficial y no guarda relación con el sitio de fractura. Cuando existe comunicación del foco fracturario con el exterior, la fractura se denomina abierta.
- Extensión de su trazo: las fracturas completas son aquellas en las que el trazo afecta todo el espesor del hueso y se dirige de cortical a cortical. En una fractura incompleta, el trazo solo afecta una única cortical.
- Número de fragmentos óseos y su complejidad: se considera fractura simple aquella que presenta un único trazo, dando como resultado la presencia de dos fragmentos óseos. En una fractura compuesta o conminuta se encuentra más de un trazo y, consecuentemente, más de dos fragmentos óseos. O una fractura compleja, la misma se da por una combinación de mecanismos traumáticos.
- Trazo fracturario: dependiendo si es transversal, oblicua, espiroidea o

longitudinal.

- Relación de los fragmentos entre sí: una fractura desplazada, es aquella en la que los fragmentos óseos pierden sus relaciones anatómicas normales. En las fracturas no desplazadas, los fragmentos óseos mantienen las relaciones anatómicas normales.
- Estabilidad: puede ser una fractura estable sin riesgo de desplazamiento dentro de la medida de inmovilización, o inestable con potencial riesgo de desplazamiento posterior a la inmovilización.
- Según la presencia de lesiones asociadas: cuando se produce una fractura, a su vez se pueden afectar distintas estructuras como: el periostio, los músculos y la piel, vasos, nervios y articulaciones vecinas. Cuando la lesión es una luxación, hablamos de una luxofractura. (2)

III.b.II Complicaciones

Dentro de las complicaciones relevantes producidas cuando ocurre una fractura se encuentran: las lesiones de vasos sanguíneos o nervios, generadas por la energía del mismo traumatismo o el desplazamiento posterior de sus fragmentos. También pueden ocurrir en el contexto del acto quirúrgico, por la manipulación del instrumental o de los fragmentos, conocidas en este caso, como afecciones de causa iatrogénica. Las lesiones vasculares pueden ser de tipo arterial o venosas, debido a secciones, desgarros, compresiones o contusiones de vasos aledaños a la zona afectada. Cuando la fractura ocurre a nivel de las extremidades, las lesiones de los nervios periféricos serán relativamente frecuentes sobre todo en regiones óseas que presentan un gran arco de movimiento, donde el nervio se encuentra muy superficial o con estrecha relación a nivel del hueso. (2)

Cabe destacar que las fracturas abiertas presentan un riesgo mayor de infección debido a su conexión directa con el exterior dando la posibilidad a que ocurra una inflamación del hueso generada por un germen piógeno, afección que se conoce como osteomielitis. Se debe considerar una fractura potencialmente infectada, hasta que se demuestre lo contrario. Además de afectar la integridad de la estructura ósea, se puede alterar la vascularización generando un trastorno en la circulación de un área del hueso, donde la misma puede verse disminuida o ausente, lo que provoca isquemia, necrosis celular y colapso del fragmento óseo, suceso conocido como NOA. Se presenta con mayor frecuencia en la cabeza del fémur, polo proximal del escafoides, semilunar, cuerpo del astrágalo y cabeza del húmero. La característica que tienen en común las

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

estructuras anteriormente nombradas es que la mayor parte de su aporte sanguíneo proviene de la cavidad medular, antes que del periostio o los tejidos blandos circundantes. (2,5)

Cuando ocurre una fractura intraarticular, es necesario lograr una reducción anatómica y restablecer las superficies articulares para evitar la generación de una artrosis postraumática. En estos casos, es necesario un tiempo adecuado de inmovilización para conseguir la consolidación ósea. Se debe tener en cuenta, que si la inmovilización se mantiene durante un tiempo prolongado, puede generarse un cuadro de rigidez articular, debido a las adherencias intraarticulares que se crean entre pliegues capsulares y sacos sinoviales o la fibrosis extraarticular, formada entre los tejidos blandos y el propio hueso. Este cuadro suele presentarse con mayor frecuencia en codo, rodilla y mano. Es considerada una complicación invalidante, ya que altera la totalidad de la función del miembro afectado, ya sea de forma transitoria o permanente extendiendo el tiempo de rehabilitación. Por esto, se hace especial hincapié en la prevención para evitar llegar a ese punto. (2)

Dentro de las complicaciones tardías de las fracturas, se encuentran el retardo de la consolidación y la pseudoartrosis, cuya incidencia se relaciona directamente con el grado de vascularización que presente el hueso afectado. (12) La falta de unión se suele dar con mayor frecuencia a nivel del escafoides (15,5%), seguido de la tibia y el peroné (14%); y el fémur (13,9%). (4,18)

III.c. Hueso escafoides

III.c.I Recuerdo Anatómico

El escafoides o navicular es un hueso que se ubica en la primera fila del carpo, a nivel del extremo radial de la muñeca. Su nombre deriva de la palabra griega “skaphe” que significa barco, haciendo referencia a su compleja estructura tridimensional y su forma única, que se asemeja a un elipsoide irregular torcido y doblado en forma de S. (10,13) (Ver figura 1A)

Se puede dividir en 3 zonas: en primer lugar un polo tetraédrico proximal; una parte central que presenta una superficie cóncava y otra convexa, conocida como cuerpo o cintura; y por último se encuentra el polo distal que se caracteriza por tener un tubérculo en la cara palmar o volar. (Ver figura 1B) Cuando se lo observa desde una

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

vista lateral y dorsopalmar se encuentra inclinado en un ángulo de 45° con respecto al eje longitudinal de la mano. La longitud del escafoides dependerá del sexo, ya que en hombres se encontraron valores de $31,3 \pm 2,1$ y en mujeres de $27,3 \pm 1,7$ mm. (9, 19,20)

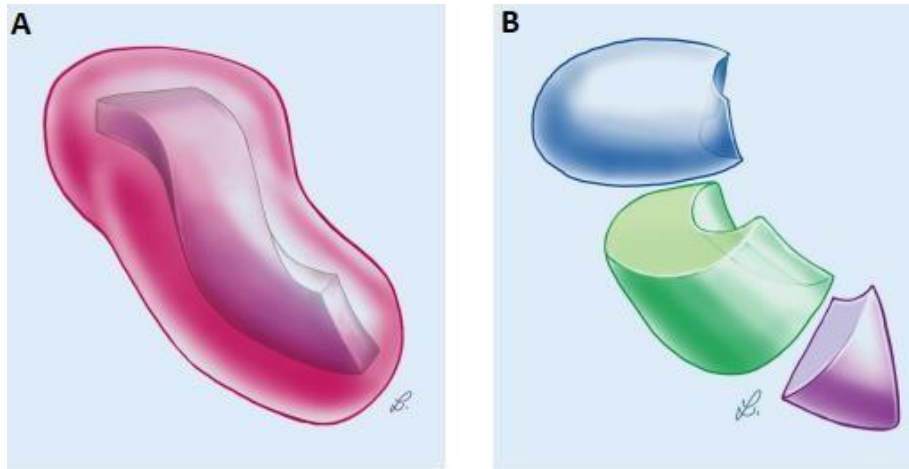


Figura 1A: Forma del escafoides como un elipsoide torcido en forma de S. **Figura 1B:** División anatómica del hueso escafoides. (19)

Las superficies articulares incluyen: la unión del polo proximal con el radio y el semilunar, el polo distal se articula con el hueso grande, el trapecio y el trapezoide. Estos se encuentran unidos mediante una red de ligamentos intrínsecos y extrínsecos. (21)

Los ligamentos intrínsecos tienen gran participación en cuanto a la estabilidad y función. Uno de los principales estabilizadores es el ligamento interóseo escafolunar (SLL). En la zona mediocarpiana, se encuentra el ligamento escafo capitado-trapezoide palmar, otro estabilizador crucial. Dorsalmente, se encuentra el ligamento intercarpiano dorsal que se origina en el trapezoide y el polo proximal del escafoides y se dirige hacia el piramidal. A nivel extrínseco, el tubérculo del escafoides sirve como punto de unión para el retináculo flexor y el tendón del abductor corto del pulgar, estructuras que colaboran con la estabilización de este hueso. Por debajo del tendón del flexor radial del carpo, se encuentra el ligamento colateral radial y el ligamento radioescafo capitado, que conecta el radio con el escafoides y el hueso grande. Otra estructura de gran importancia, es el ligamento radioescafolunar o ligamento de Testut, que transporta estructuras neurovasculares a la membrana interósea escafolunar y cabe destacar que una ruptura del mismo presentará consecuencias graves en cuanto a la biomecánica de la muñeca. (9,19)

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

Debido a las características de sus superficies articulares, los polos proximal y distal tienen una orientación diferente, lo que da lugar a hablar de los ángulos intraescafoideos. Su valor varía según el método de medición y el plano en el cual se midan, siendo de 19° a 29° o de 27° a 37° en el plano sagital, mientras que en el plano coronal son de 37° a 43° o de 36° a 44°. (19)

Este hueso presenta alrededor del 80% de su superficie recubierta por cartílago, lo que limita la entrada de vasos sanguíneos y las inserciones tendinosas. (18) Su irrigación está dada por dos redes vasculares: extraósea e intraósea. La red extraósea se forma a partir de la arteria radial y sus ramas, que se anastomosan y penetran en el hueso de forma retrógrada a nivel de las inserciones ligamentarias por los agujeros nutricios. La arteria dorso radial, es la de mayor importancia ya que proporciona el 70 a 80% de la vascularización de dicho hueso y se la conoce como “arteria única” o “dominante”. El 20 al 30% restante, corresponde a la vascularización proveniente de la rama anterior de la arteria radial y la arcada palmar superficial, que penetran en el hueso a nivel de la parte externa de la tuberosidad, y también por el aporte vascular que pueda proveer el ligamento radioescafolunar. (21,22) (Ver figura 2)

No existe anastomosis entre las dos redes anteriormente nombradas, como consecuencia, la vascularización del polo proximal depende exclusivamente del sistema intraóseo de la arteria dorso radial. Esto puede explicar la dificultad de consolidación y el riesgo de NOA de las fracturas a nivel del polo proximal, asociado a un retardo de la consolidación. (22–24)

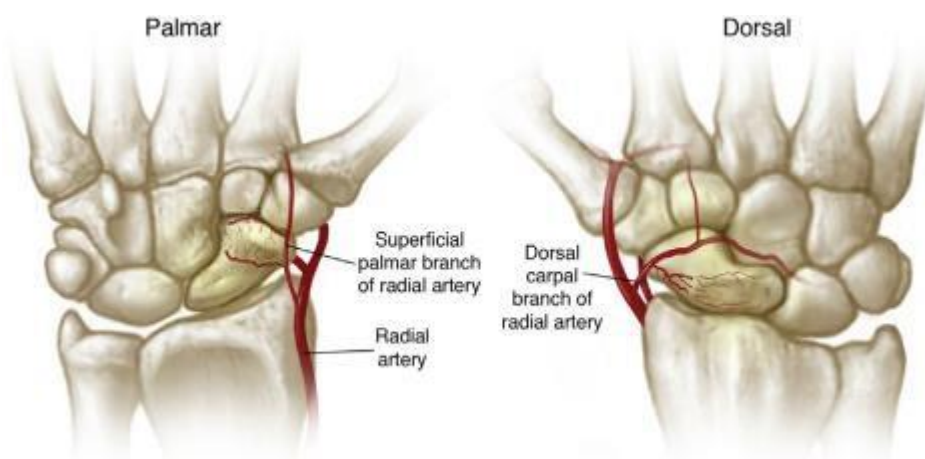


Figura 2: Vascularización del hueso escafoides. (25)

Este hueso tiene una función importante en la biomecánica, movilidad y estabilidad de la articulación de la muñeca. A pesar de estar firmemente conectado al semilunar mediante uniones ligamentosas sólidas, es un hueso sumamente móvil, en comparación con el resto que conforman el carpo. Resulta esencial para llevar a cabo los movimientos de flexión, extensión, desviación radial y cubital. Entonces, ante la presencia de una fractura, el alto riesgo de no consolidación surge debido a la magnitud de los movimientos alrededor del escafoides lo que deriva en una pequeña área de contacto entre los fragmentos. (19) Para posibilitar la correcta consolidación, será necesario conseguir una adecuada reducción y mantener una máxima superficie de contacto entre los fragmentos, así se logra conservar la congruencia articular y permitir un deslizamiento óptimo a ese nivel. (23)

III.c.II Fractura de escafoides y mecanismo de lesión

Es frecuente que la lesión se produzca por una caída como consecuencia de accidentes deportivos, de tráfico o desde la altura de pie con el brazo en extensión, dorsiflexión forzada de 95 a 100° y desviación radial de la muñeca, aplicando una carga a la mitad radial de la misma con el ligamento radioescafo capitado como punto de apoyo (24,25). (Ver figura 3) Esto genera una compresión que cierra la curva sagital del escafoides, produciendo un atrapamiento del polo proximal entre el hueso grande, el radio y la cápsula palmar, mientras que el polo distal se mueve libremente. La cintura o el cuerpo tiende a ser el foco de estrés, lo que conduce a fracturas en este sitio en un 80% de los casos. (23,27)



Figura 3: Mecanismo de lesión más frecuente mediante una caída y apoyo de la mano en hiperextensión de muñeca. (19)

En la fractura a nivel de la cintura del escafoides, este se abre hacia palmar. En la mayoría de los casos se produce una reducción espontánea, lo que dificulta la identificación de la misma. Posteriormente, dicho hueso se abre dorsalmente; lo que genera una deformidad jorobada. Si se rompe el SLL, este se flexiona de manera palmar, mientras que el semilunar y trapecio giran dorsalmente lo que se conoce como posición DISI del semilunar o "inestabilidad del segmento dorsal intercalado". Aquí es donde surgen los primeros cambios artríticos dolorosos. En la posición jorobada sólo los bordes palmares de los fragmentos del escafoides tienen un contacto mínimo, lo que contribuye a una alta tasa de pseudoartrosis. (19)

Al momento de la caída, la articulación mediocarpiana actúa como punto móvil y la apófisis estiloides radial como punto fijo. Dependiendo de la posición en la que se encuentre la muñeca, al caer con mayor desviación radial o cubital, habrá diferentes tipos de trazo fracturario. Si predomina la desviación radial, es más probable que se produzcan fracturas transversales a nivel de la cintura, mientras que la desviación cubital conduce a fracturas más proximales. (19) (Ver figura 4)

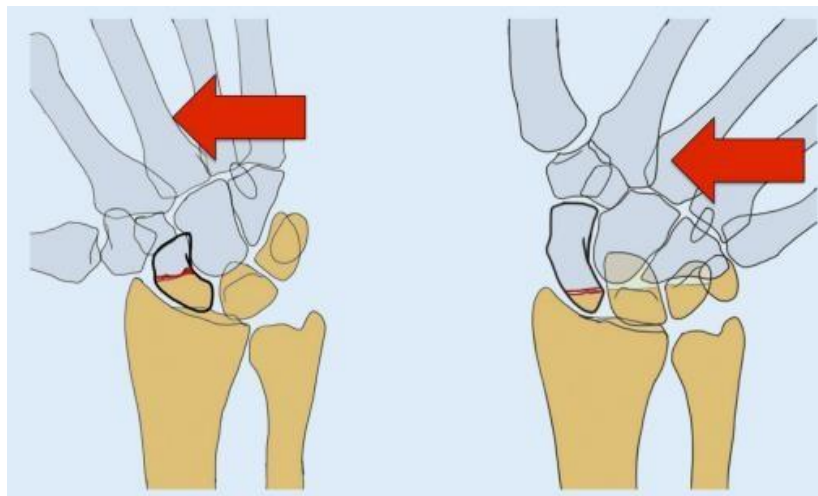


Figura 4: Trazos de fractura según la posición de la muñeca durante una caída. (19)

Otro mecanismo que puede dar lugar a la producción de una fractura es un golpe directo, con el puño cerrado y la muñeca levemente flexionada. (20) Cuando la lesión ocurre durante un evento traumático, como puede ser un accidente de tráfico o caídas desde una altura significativa, se trata de un trauma de alta energía, donde es probable que la lesión del escafoides coexista con múltiples fracturas a nivel del resto de los huesos del carpo. (28)

Es importante destacar cómo varía la distribución de la carga en las diferentes posiciones que adopta la muñeca. Cuando se encuentra en posición neutra, la carga de compresión axial se distribuye desde la primera fila del carpo hacia la superficie distal del radio y el cúbito. Desde el escafoides hacia la fosa escafoidea del radio, se absorbe el 46% de la fuerza, el hueso semilunar y la punta del escafoides absorben el 35%, y el 19% el hueso semilunar y piramidal hacia el complejo triangular del carpo. Esto significa que el radio absorbe el 81% de la fuerza y el 19% restante es absorbida por el complejo triangular de fibrocartilago y el cúbito. Esta presión del escafoides sobre el radio aumenta significativamente frente al movimiento de desviación radial (87%). (19) (Ver figura 5)

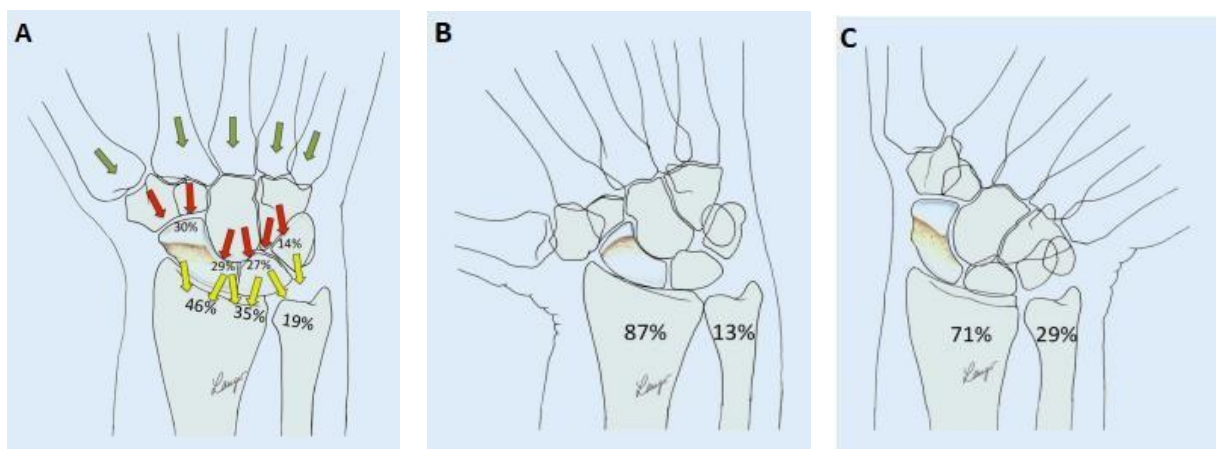


Figura 5A: Distribución de la presión a nivel de la muñeca. **Figura 5B:** Distribución de la carga sobre la articulación radiocarpiana en desviación radial. **Figura 5C:** Distribución de la carga sobre la articulación radiocarpiana en desviación cubital. (19)

III.c.III Epidemiología de la fractura del escafoides

Debido al estilo de vida más activo que adoptó la población, la incidencia de fractura de escafoides afrontó un abrupto crecimiento, presentando una tasa anual de hasta 43 casos cada 100.000 personas. (13,29) Corresponde a la segunda fractura más frecuente de la muñeca luego de las fracturas del radio, representando el 11% de las fracturas de la mano, el 70 al 80% de los traumatismos del carpo y alrededor del 2-3% de todas las fracturas óseas. (13,25,29) Su aparición se da con mayor frecuencia a nivel del cuerpo o cintura en un 65% de los casos, un 25% afecta al tercio distal y el 10% restante al tercio proximal. (9,21,23)

Esta lesión se suele observar en sujetos jóvenes y activos, entre los 20 y 40 años, siendo más frecuente en hombres que en mujeres. (21,24,30) Las fracturas de los huesos del carpo representan un problema de salud pública, ya que, al afectar a trabajadores pueden llevar a la pérdida de ingresos, aumento de la discapacidad y deterioro de la calidad de vida, debido a que es la mano dominante la que se afecta con mayor frecuencia. (26,29) Como ocupación de riesgo se detectó a los miembros del servicio militar; estudiantes y trabajadores de la construcción, donde se ve aumentada la probabilidad de caídas y traumas directos. (28) En las mujeres, los picos de edad se observan durante la adolescencia, de los 10 a los 19 años resultado de deportes o actividades de riesgo; y de los 70 a 79 años luego de la menopausia debido a caídas de baja energía. (30)

Es poco frecuente la aparición de esta fractura en niños menores de 8 años, debido a la progresión de la osificación del escafoides. Esta evoluciona de distal a proximal y se completa alrededor de los 13-14 años en niñas y casi 2 años más tarde en niños. La osificación del primer metacarpiano se da en simultáneo con la del escafoides, por lo tanto, se considera un indicador confiable de la madurez del mismo. Las fracturas proximales en manos inmaduras son muy poco frecuentes, ya que el escafoides hasta su osificación se compone principalmente de cartílago, tejido que tiene gran capacidad de absorber las fuerzas de impacto sin lesionarse. En el caso de que se produzca una fractura condral, será dificultoso visualizarla en RX convencionales. Como la osificación comienza en el polo distal, es donde primero se volverá identificable una fractura. (29)

III.c.IV Clasificación de la fractura del escafoides

Existen diferentes sistemas utilizados para clasificar las distintas variaciones de la fractura del escafoides. Entre los más destacados actualmente se encuentran: la clasificación de Mayo, Russe y Herbert-Fisher. (9)

En primer lugar, la clasificación de Mayo divide el escafoides en tres segmentos, cuyos límites no se encuentran bien definidos: el tercio proximal representa el 10% del total del hueso, el 70% corresponde al tercio medio y 20% al tercio distal. A su vez, las fracturas del tercio distal se dividen en fracturas articulares distales y del tubérculo. Cuanto más distal es la fractura, mayor será la tasa de consolidación. (20)

En la clasificación de Russe, se intenta correlacionar la orientación de la fractura con su estabilidad. Las fracturas se clasifican en oblicuas horizontales, transversales y oblicuas verticales. Esta última es considerada la más inestable, siendo probable que se desplace debido a las fuerzas que actúan a nivel del foco fracturario, además, el riesgo de no unión se verá aumentado. Un desplazamiento será significativo cuando el mismo sea superior a 1 mm o que presente un ángulo intraescafoideo lateral mayor a 35°. (20)

Finalmente, la clasificación de Herbert y Fisher es la más utilizada por los cirujanos de mano en la actualidad, ya que reduce la variabilidad interobservador y permite evaluar indicaciones de tratamiento y resultados. Abarca fracturas agudas como así también pseudoartrosis. (20,23,24) Se denomina Grupo A a aquel que incluye fracturas estables, donde se encuentran, A1: fracturas del tubérculo y A2: fractura incompleta de la cintura. El grupo B representa a las fracturas inestables agudas e incluye el subtipo B1: fracturas oblicuas del tercio distal del escafoides; B2: fracturas completas desplazadas de la cintura; B3: fracturas del polo proximal; B4: fracturas luxaciones del carpo y B5: fracturas conminutas. El Grupo C corresponde a los casos de retardo de consolidación o uniones tardías. Por último, el Grupo D se encuentra constituido por las pseudoartrosis establecidas, el cual presenta dos variedades; D1: pseudoartrosis fibrosa; D2: pseudoartrosis esclerótica. (13,21,23)

III.c.V Diagnóstico de la fractura del escafoides

En las fracturas del escafoides será fundamental establecer un diagnóstico de forma precoz, debido a que las lesiones no tratadas llevan a múltiples complicaciones. (31,32) La RX convencional no resulta suficientemente sensible para detectar todas las variaciones de trazos fracturarios, lo que genera que el 20 al 30% de las mismas sean ocultas. Esto hace a la anamnesis y al examen físico puntos muy importantes a realizarse dentro de la evaluación de rutina. (10,11,27)

Resulta imperativo buscar signos y síntomas clínicos como hinchazón o dolor a la palpación en la región de la caja de rapé anatómica o a nivel del tubérculo del escafoides en la cara palmar. La palpación de la caja de rapé, está delimitada por el tendón del extensor largo del pulgar en el lado cubital y el extensor corto en conjunto con el abductor largo del pulgar en el lado radial. Se realiza con la muñeca en ligera extensión y desviación cubital para dejar al descubierto la mayor superficie posible. (Ver

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

figura 6A y 6B) Se debe tener en cuenta que aunque la fractura se encuentre ausente, la caja de rapé anatómica puede presentar un aumento de la sensibilidad debido a la compresión de una rama sensitiva del nervio radial, para descartarlo, la evaluación se realiza de forma bilateral. (20,27,31)

En cuanto a las maniobras semiológicas, se pueden nombrar: la “prueba de compresión longitudinal”, también conocida como “prueba de carga axial”, en la que el pulgar extendido y en abducción media se presiona hacia abajo generando dolor. (Ver figura 6C) Otra prueba clínica de utilidad, es la “pronación de la muñeca con desviación cubital”, dando lugar a la presencia de dolor en la región de la caja de rapé anatómica. Otra maniobra de exploración física es el “signo de la pinza”, el cual consiste en preguntar al paciente dónde siente exactamente el dolor, la maniobra es positiva si lo indica formando una pinza con el pulgar y el índice en ambos lados del escafoides lesionado. Resulta de gran importancia evaluar la fuerza de agarre y el rango de movimiento articular (ROM), ya que ambos pueden estar disminuidos. (13,25,32)

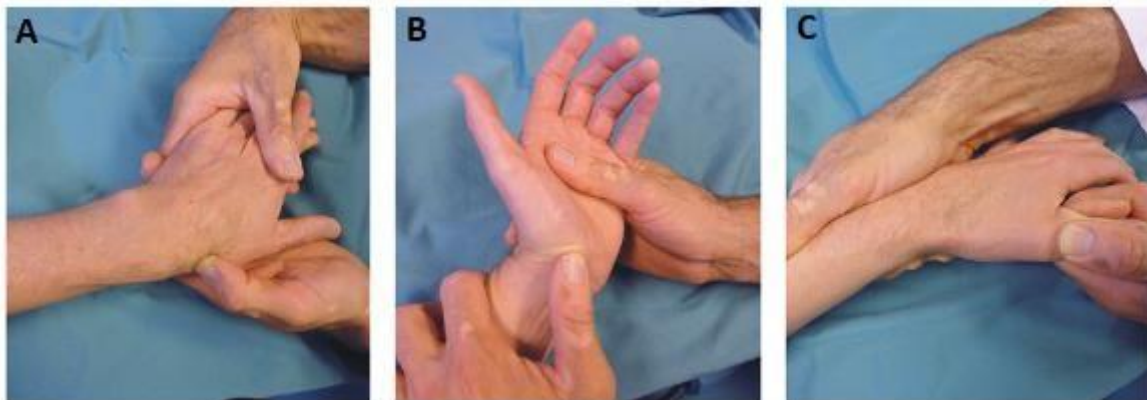


Figura 6: Examen clínico de sospecha de fractura de escafoides. **Figura 6A:** palpación del escafoides en la caja de rapé con la muñeca inclinada cubitalmente. **Figura 6B:** palpación del tubérculo del escafoides en la cara palmar. **Figura 6C:** Prueba de compresión axial del pulgar.

Las pruebas anteriormente nombradas resultan sensibles pero poco específicas debido al número considerable de pacientes sobretratados. El dolor a nivel de la caja de rapé anatómica es la prueba clínica más sensible, pero es la combinación de maniobras lo que resulta en un aumento de la especificidad. Esto mantiene una alta sensibilidad y por lo tanto, un alto valor predictivo negativo. (21,23)

Ante la presencia de signos clínicos que evidencian una fractura de escafoides, esta se comprueba mediante la realización de cinco proyecciones radiográficas, ya que la posición anatómica del mismo no permite registrar la presencia de una lesión de forma óptima mediante las proyecciones estándar. Para la confirmación diagnóstica se requiere de: una proyección anteroposterior y lateral, anteroposterior con inclinación radial y cubital y una proyección oblicua a 45° en pronación. (10,23) Se debe tener en cuenta que la desaparición de la banda grasa periescafoidea en la proyección anteroposterior, orienta a pensar en la presencia de una fractura. (20,23,29)

Cuando existe sospecha clínica de fractura y el examen radiográfico resulta negativo, se procede a inmovilizar la extremidad de forma temporal durante 10 a 14 días mediante una férula o yeso antebraquial. Esto permite que ocurra la reabsorción ósea a nivel del foco fracturario y la descalcificación perifracturaria lo que hace que la fractura se vuelva visible. En este punto, se procede a repetir el examen clínico y radiográfico en busca del diagnóstico. (24,25) Para obtener una referencia comparativa, se puede realizar una RX de la muñeca contralateral. (21,23) En caso de no haber una confirmación diagnóstica y permanecer la sospecha clínica de fractura, se requiere la realización de estudios de mayor complejidad para diagnosticar fracturas ocultas como: TAC, RM o gammagrafía ósea. (5,9)

III.c.VI Tratamiento de la fractura del escafoides

La elección del tipo de tratamiento es una decisión que debe tomarse entre el cirujano y el paciente, una vez que se han contemplado los riesgos/beneficios de los distintos abordajes; características de la fractura (dirección del trazo, desplazamiento, tamaño del fragmento, existencia de lesiones asociadas y el tiempo transcurrido desde el traumatismo) como también las características del propio paciente (edad, hábitos, profesión). (23) El objetivo principal de cualquier tratamiento es lograr la consolidación ósea restaurando la alineación, el ROM y la funcionalidad. (9)

Según la clasificación de Herbert, las fracturas estables pueden tratarse de forma conservadora y en fracturas inestables se recomienda un abordaje quirúrgico. (12)

III.c.VI.A. Tratamiento conservador

El tratamiento conservador se encuentra indicado en fracturas estables, no desplazadas o con mínimo desplazamiento (2 mm o menos). Consiste en una inmovilización con yeso que comienza de forma temprana, ya que un retraso de la misma da como resultado un retardo en la consolidación en más del 80% de los casos y un aumento en la frecuencia de pseudoartrosis. (5) Se utiliza un yeso de Colles antebraquial metacarpiano que incluye la columna del pulgar dejando libre la articulación interfalángica, con la muñeca en posición neutra o en ligera extensión de 20°, sin necesidad de inmovilizar el codo. (21,23) Se evita la inmovilización de la muñeca en flexión, ya que esto produce un aumento de la tensión en el foco fracturario causando un desplazamiento que da como resultado una deformidad en joroba, que restringe la extensión y causa dolor; síntomas que también pueden darse por la lesión de tejidos blandos, adherencias articulares o contractura de la cápsula palmar. (21)

La inmovilización oscila entre 6 y 8 semanas para fracturas no desplazadas, hasta 10 semanas para fracturas mínimamente desplazadas y en fracturas del polo proximal la inmovilización puede durar hasta 6 meses. El progreso de la consolidación es supervisado de cerca mediante la realización de RX periódicas, para prevenir una falta de unión. (9,20,21) La mayoría de las fracturas reportan tiempos de consolidación de 3 a 6 meses, con un promedio de 14 semanas. (6,34)

La pseudoartrosis ocurre aproximadamente en el 4% de los pacientes tratados mediante inmovilización con yeso. Generalmente se asocia con fracturas que presentan un trazo vertical oblicuo, donde puede producirse un desplazamiento y diastasis entre los fragmentos. (21)

El tratamiento quirúrgico se justifica en fracturas mínimamente desplazadas con la intención de obtener una fijación sólida que permita reducir la duración de la inmovilización, cuando una profesión o la realización de un deporte lo requiera. (23)

III.c.VI.B. Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico está indicado en fracturas inestables, fracturas del polo proximal, de cintura desplazada más de 2 mm, fracturas luxación del carpo, presencia de deformidad en joroba o ángulo intraescafoideo mayor a 35-45°. En estos casos el

yeso no proporciona suficiente estabilidad para lograr la consolidación. (9)

En relación a los materiales de osteosíntesis utilizados para la fijación, los mismos se eligen en función de las características, localización de la fractura y de las habilidades del cirujano. (23)

Las clavijas percutáneas, se indican en fracturas no desplazadas o con mínimo desplazamiento con posibilidad de reducción cerrada, que pueden ser asistidas mediante artroscopia. Al proporcionar una rigidez menor a nivel del foco de fractura, se combinan con una posterior inmovilización por un período de 6 semanas. (9,21,23)

La fijación con tornillos de compresión sin cabeza introducido por Herbert y Fisher es el tratamiento de elección en fracturas agudas y pseudoartrosis. La adhesión de un tornillo desrotacional secundario resulta factible en términos de fijación rígida y estabilidad rotacional. (31,35) Su diseño fue avanzando al de un tornillo de compresión canulado, permitiendo una inserción precisa sobre un alambre guía, asistido mediante artroscopia y mini fluoroscopia, para colocar el mismo en el eje central del escafoides proporcionando una óptima estabilización de la fractura. (20) Este abordaje tiene como ventaja la preservación de los ligamentos y del suministro de sangre, lo que permite la rehabilitación inmediata de la mano. (21)

Cuando se produce el fracaso de la consolidación posterior al tratamiento mediante la colocación de un tornillo, surge como método alternativo la fijación con placas, que también son utilizadas en casos de fracturas conminutas, en presencia de un tercer fragmento y en pseudoartrosis del escafoides después de una falla en la fijación primaria con tornillo. Las mismas presentan una configuración anatómica que contornea al escafoides, consiguiendo una fijación estable, manteniendo la longitud, el eje del hueso y otorgando estabilidad rotacional y axial. La existencia de un tercer fragmento o de una conminución importante precisa, además, la colocación de un injerto óseo para restablecer la anatomía del escafoides. Posteriormente, la zona se inmoviliza durante 25 días y pasado este periodo de tiempo se inicia la rehabilitación. La progresión en el programa de ejercicios es posible una vez demostrada la consolidación mediante RX. (35)

En cuanto a los abordajes quirúrgicos, para la reducción abierta y fijación interna, el abordaje volar o anterior se utiliza generalmente en fracturas del tercio medio o distal, introduciendo el tornillo de forma anterógrada. Mientras que el abordaje dorsal o

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

posterior se suele utilizar para fracturas del polo proximal, introduciendolo de forma retrógrada. (9,23)

Durante los 2 a 3 meses posteriores a la operación, el riesgo de refractura será alto, por esto el paciente debe evitar realizar actividades físicas extenuantes como deportes de contacto, retomando las actividades de la vida diaria cuando exista evidencia radiológica de al menos un 50% de consolidación. (9)

El tratamiento quirúrgico puede presentar las siguientes complicaciones postoperatorias: cicatrices hipertróficas, disminución del ROM debido a la formación de adherencias capsulares, infecciones, NOA y distrofia simpática refleja. (5,6,9) A su vez, el paciente puede sufrir dolor residual a pesar de tener una fuerza de agarre y un movimiento de la muñeca normal después de la cirugía, esto puede deberse al daño intraoperatorio del cartílago articular. (21)

La fractura del escafoides es sumamente propensa a complicaciones, que se deben en su mayoría a diagnósticos erróneos o tratamientos tardíos. Su tratamiento ha mejorado con el tiempo, pero la falta de unión sigue siendo un problema clínico importante. (4,24)

III.d. Pseudoartrosis del escafoides

Esta afección se define como la ausencia o falta de consolidación ósea, parcial o total, luego de 6 meses de tratamiento conservador, quirúrgico o en casos de ausencia de tratamiento inicial. (9,13) A pesar de esto, no existe consenso en la literatura con respecto a los parámetros temporales que definen a la pseudoartrosis, según diversos autores el periodo de tiempo varía entre 3 a 12 meses. (18)

Herbert clasifica esta afección, basándose en la deformidad del hueso y la existencia de cualquier conexión entre los fragmentos de la fractura, en pseudoartrosis estables (fibrosas) e inestables (escleróticas). En la pseudoartrosis estable, el hueso mantiene su altura y alineación con la formación de una unión fibrosa en lugar de una unión ósea sólida. En cambio, en una pseudoartrosis inestable, el hueso ha perdido su longitud y alineación, y no existe unión entre los fragmentos. (9,20)

III.d.I Generalidades

La pseudoartrosis del escafoides es la más prevalente de todos los huesos del carpo y su incidencia varía entre el 10% y el 32%, siendo más común en el polo proximal(30-40%), seguido por la cintura (10-20%) y en menor frecuencia a nivel del polo distal. (9,20) Existe un predominio a favor del hombre y la edad media del diagnóstico de pseudoartrosis es de 20 a 26 años. (29)

Resulta crucial determinar el tratamiento previo con el cual se abordó la fractura, ya sea mediante una inmovilización con yeso, donde en muchos casos la duración de la misma es insuficiente; como también, se debe tener en cuenta si el paciente ha sido sometido a alguna cirugía, ya que esto puede influir en la planificación de una cirugía de revisión en caso de ser necesaria, la cual puede presentar riesgos y no ser tan exitosa.(20)

Los pacientes suelen presentar síntomas como dolor en la muñeca que se puede apreciar ante la palpación, disminución del ROM sobre todo durante la extensión, fuerza de agarre y crepitaciones. Sin embargo, alrededor del 30% de los pacientes diagnosticados con pseudoartrosis son asintomáticos. (9,20)

III.d.II Factores de riesgo de la pseudoartrosis del escafoides

La probabilidad de pseudoartrosis posterior a una fractura de escafoides depende de la presencia de distintos factores de riesgo que pueden ser propios del paciente, de la anatomía del sitio de lesión, de la fractura o debido a causas iatrogénicas. (4,9,20)

Dentro de los factores relacionados con el paciente se encuentran: el tabaquismo, la obesidad y el exceso de movimiento y/o la movilización precoz. El riesgo de pseudoartrosis es 3,7 veces mayor en fumadores que en no fumadores. (9,20) Se describieron comorbilidades asociadas que aumentan las probabilidades de falta de consolidación en un 40%, como es el caso de osteoartritis, artritis reumatoide y diabetes tipo 1. Asimismo, se debe tener en cuenta el efecto significativo que tienen ciertos medicamentos sobre el proceso de consolidación ósea, donde se destacan: los antiinflamatorios no esteroideos, opioides y en menor medida los anticonvulsivos, con o sin benzodiazepinas. (36) Cabe destacar a la falta de cumplimiento por parte del

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

paciente como un factor de gran importancia. (4,21)

Los factores anatómicos o biológicos que conducen a la falta de unión de la fractura son propios de las características de dicho hueso carpiano y de su suministro vascular de forma retrógrada, escasez de hueso esponjoso, falta de periostio, precaria inserción de tejido blando y la anatomía intrínseca de la cintura del escafoides que aumenta la tensión en el sitio de la fractura, con una mayor probabilidad de encontrar fragmentos óseos intraarticulares e inestabilidad carpiana. (9)

Los factores relacionados a la fractura son: el sitio donde ocurre el trazo, un desplazamiento mayor a 1 mm, aumento del ángulo intraescafoideo lateral mayor a 35°, gran conminución de los fragmentos, presencia de fracturas asociadas a luxación perilunar, DISI y un mayor tiempo hasta el tratamiento. (9,20,29,34,37)

El tratamiento médico tardío y el diagnóstico erróneo inicial representan el principal factor de riesgo para la pseudoartrosis. La detección de esta fractura es considerada un gran desafío para el cuerpo médico, ya que, a menudo se interpreta como un esguince de muñeca, lo cual conduce a la omisión de estudios complementarios, un diagnóstico erróneo y al retardo del tratamiento. (4)

III.d.III Diagnóstico de la pseudoartrosis del escafoides

Las pseudoartrosis del hueso escafoides se pueden diferenciar de las fracturas agudas por el tiempo transcurrido desde la lesión y los hallazgos radiológicos tardíos característicos, como lo son: la separación y esclerosis de los extremos óseos, presencia de quistes, deformidades, ausencia de sombras de osificación adyacente al foco de fractura, recalcificación y cierre del canal medular. (5,10) Otro hallazgo puede ser la presencia de una deformidad jorobada, que se evidencia ante un ángulo intraescafoideo lateral mayor a 45° o un ángulo radiolunar mayor a 10-15°. (9)

Sin embargo, estos hallazgos radiológicos pueden no ser evidentes en una etapa temprana, donde se requieren estudios complementarios como una TAC o RM. (9)

III.e. Tratamiento de la pseudoartrosis

El tratamiento de la pseudoartrosis del escafoides se enfoca en dos objetivos principales: lograr la unión y corregir la deformidad, con el fin de evitar el desarrollo de

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

artritis postraumática y la inestabilidad articular. Resulta importante a la hora de tomar una decisión acerca del tratamiento tener en cuenta las características del paciente y el tipo de pseudoartrosis. (9,24)

Esta deficiencia en la unión ósea no tiene expectativas de curación espontánea y requiere necesariamente de un cambio en el tratamiento, ya sea de manera quirúrgica o conservadora que tenga como objetivo reactivar el proceso de curación. (5,37,38)

III.e.I Tratamiento conservador

En casos particulares, se intenta como primera línea de tratamiento la aplicación de una inmovilización adicional. Sin embargo, esto puede retrasar aún más el retorno a las actividades de la vida diaria y al trabajo. (9)

La literatura propone como terapia coadyuvante a la inmovilización el uso de dispositivos inductores de la cicatrización cuya acción se basa en el principio de la mecanoterapia, la cual se define como el uso de fuerzas mecánicas que favorecen la curación de ciertos tejidos. Estas fuerzas pueden ser producidas por una fuente externa como es el caso del ultrasonido pulsado de baja intensidad (LIPUS), terapia de ondas de choque extracorpóreas (ESWT) y campos electromagnéticos pulsados (PEMF). (17,39) Donde el principal beneficio de los mismos consiste en evitar riesgos potenciales de una cirugía de revisión principalmente en pacientes con grandes comorbilidades. (37)

III.e.I.A. Ultrasonido pulsado de baja intensidad

Las ondas ultrasónicas son ondas sonoras que presentan una frecuencia superior a 20 kHz. (19,42) El ultrasonido se puede clasificar según su intensidad en: baja intensidad (3 W/cm^2) o alta intensidad ($> 5 \text{ W/cm}^2$), y según la frecuencia en: bajafrecuencia ($< 500 \text{ kHz}$) o alta frecuencia ($> 500 \text{ kHz}$). (40)

Específicamente, se define al LIPUS como ondas sonoras que poseen una intensidad espacial y temporal promedio por debajo de 150 mW/cm^2 . La respuesta osteogénica de las células in vitro está relacionada con la intensidad del ultrasonido, debido a que la cantidad de energía que se transfiere al hueso tiene un impacto en la temperatura y la tensión del tejido. El LIPUS genera efectos que son en su mayoría “no térmicos”, sin embargo, pueden inducir pequeños cambios de temperatura, cumpliendo un papel importante en la formación de hueso, ya que, gran parte del

proceso de remodelación ósea se basa en la actividad enzimática. (17)

Los cambios a nivel del tejido óseo están regulados por la carga mecánica y señales químicas u hormonales. El LIPUS es una herramienta que se puede utilizar como fuente externa de estimulación mecánica al hueso mediante la propagación de ondas ultrasónicas que por el proceso de mecanotransducción, convierten dicho estímulo mecánico en una respuesta bioquímica. (17,41) Los osteocitos desempeñan una función importante en la detección y la amplificación de dichas señales mecánicas, considerándose la célula principal del hueso. Se caracterizan por su forma estrellada con prolongaciones citoplasmáticas, ubicadas en lagunas dentro de la MEC formando una red que sensa la carga mecánica y envía señales a los osteoblastos u osteoclastos, para regular el proceso de remodelación ósea. (17)

Las ondas mecánicas del LIPUS inducen la activación de las integrinas ubicadas en la membrana celular con la formación de adherencias focales. Esta vía desencadena la formación de ciclooxigenasa-2 (COX-2) y prostaglandina E2 (PGE2), fundamentales para estimular la formación ósea, al inducir la mineralización y regular la expresión de proteínas osteogénicas, como el receptor activador del factor nuclear kappa-B ligando (RANKL), proteína morfogenética ósea (BMP), fosfatasa alcalina y osteocalcina. Es por esto, que el LIPUS promueve la osteogénesis al activar las vías de quinasa y regular la traducción de proteínas pro osteogénicas. Además, también puede mejorar la vascularización al aumentar la expresión del factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) y regular la síntesis de interleucina 8, molécula de señalización importante en la vía de la angiogénesis. (16,17)

El LIPUS a intensidades de 0,5 a 50 mW/cm² se usa con frecuencia, para estimular o acelerar la cicatrización ósea. (42,43) Las ondas ultrasónicas clínicamente aprobadas para la estimulación osteogénica suelen ser de 30 mW/cm², con una frecuencia de 1,5 MHz, una tasa de repetición de pulso de 1 kHz y un ancho de pulso de 200 µseg. Sin embargo, no existe un consenso sobre cuáles son los parámetros ideales para estimular la formación ósea. (17) Se debe tener en cuenta, que las pseudoartrosis hipertróficas, caracterizadas por ser biológicamente más activas, responden mejor al tratamiento que las pseudoartrosis atróficas, con una baja tasa de complicaciones. (16,37,40)

III.e.I.B. Ondas de choque extracorpóreas

La ESWT se caracteriza por ser una onda acústica rápida y de corta duración (<10 μ s) que transporta energía y puede propagarse a través de un medio tisular. (41,44) Su aplicación sobre el tejido óseo, consiste en: 1000 a 4000 pulsos con una densidad de energía entre 0,2 y 0,6 mJ/mm², donde entre el aplicador y la piel del paciente se coloca un intermediario como puede ser un gel de contacto ultrasónico y el tratamiento suele durar entre 20 y 60 minutos con la necesidad de hasta 4 sesiones, dependiendo del caso. (45)

Existen diversas fuentes que pueden generar una ESWT, como los sistemas electrohidráulicos, electromagnéticos o piezoeléctricos. (38,41,46) Esta terapia se puede realizar como un procedimiento ambulatorio y su uso podría llegar a generar efectos secundarios menores que incluyen: enrojecimiento, hinchazón, hemorragias petequiales y hematomas sin impacto clínico, dado que generalmente desaparecen entre los 5 a 7 días posterior a la aplicación. (47,48) En la terapia de ESWT puede existirefectos beneficiosos tanto en pseudoartrosis hipertróficas como atróficas. (3,16)

Actualmente, se cree que las ESWT actúan bajo el mismo mecanismo de mecanotransducción que el LIPUS. En respuesta a la presión, las fuerzas de tracción y cizallamiento aplicadas a las células y a la MEC provoca la liberación de mensajeros con la posterior activación de diferentes genes en el núcleo celular. Esto estimula la liberación de factores de crecimiento y la expresión de citoquinas, lo que da lugar a una serie de eventos moleculares y celulares que inducen la consolidación ósea. También se manifiesta que su administración local estimula la expresión temprana de factores relacionados con la angiogénesis, como el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF); resultando en una neoformación de vasos sanguíneos que potencia el suministro de sangre, aumenta la proliferación celular, acelera la regeneración tisular. (38,44,49,50)

III.e.I.C. Campos electromagnéticos pulsados

Los campos electromagnéticos pulsados (PEMF) son una modalidad terapéutica de baja frecuencia con formas de onda y amplitudes específicas, que oscilan entre 6 y 500 Hz. Se caracterizan por inducir corrientes bioeléctricas en los tejidos, produciendo diversos efectos biológicos. La frecuencia de PEMF en el tratamiento clínico suele ser

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

inferior a 100 Hz y la densidad de flujo magnético se encuentra entre 0,1 mT y 30 mT.
(51)

Estos dispositivos producen un campo eléctrico variable en el tiempo generando un estrés mecánico con los subsiguientes efectos biológicos de crecimiento y remodelación a nivel del hueso favoreciendo el proceso de osteogénesis y angiogénesis para la cicatrización ósea de fracturas agudas, uniones retrasadas y pseudoartrosis. Su efecto general en el sitio de la fractura es estimular al hueso simulando una carga mecánica. (52) A nivel celular y molecular, se ha establecido que promueve la síntesis de proteínas de la MEC, ejerciendo un efecto directo sobre la producción de proteínas que regulan la transcripción génica. Los PEMF actúan sobre varios receptores de membrana estimulando a distintas células, entre ellas a los osteoblastos, que secretan factores de crecimiento como las BMP y factor de crecimiento transformador beta (TGF-beta), sumamente importantes para el proceso de consolidación ósea. (53)

III.e.II Tratamiento quirúrgico

Las terapias operatorias se pueden agrupar en dos tipos de procedimientos: las cirugías reconstructivas y los procedimientos de rescate. La planificación de la cirugía y el tipo de procedimiento se eligen teniendo en cuenta distintos factores como: la edad del paciente en el momento de la presentación, ubicación, el subtipo de pseudoartrosis y la exposición a cualquier intervención quirúrgica previa. (9)

Es relevante examinar estudios complementarios y el historial médico del paciente para detectar lesiones previas y/o comorbilidades que pueden llegar a afectar al tratamiento quirúrgico. El pronóstico clínico empeora con las reintervenciones y con la presencia de cambios artrósicos secundarios a la lesión inicial. Los resultados beneficiosos a largo plazo y el éxito luego de una cirugía aumentan si se efectúa un diagnóstico de forma precoz y la articulación se encuentra conservada. (5)

En base a la progresión de las pseudoartrosis según su estadio, las tipo I son consideradas estables y no desplazadas o con mínimo desplazamiento sin cambios degenerativos. En estos casos, se opta por la fijación percutánea mediante agujas de Kirschner o fijación con tornillos, donde se puede adicionar, o no, el uso de injerto óseo.
(9,24)

Las pseudoartrosis tipo II se caracterizan por su inestabilidad, formación de quistes, reabsorción ósea de más de 1 mm y por no presentar signos de artrosis degenerativa. Se suelen abordar mediante la colocación de un injerto de corticoesponjosa con la combinación de fijación interna para tratar la falta de unión y restaurar la estabilidad del carpo. Cuando la vascularización está preservada, se utiliza un injerto óseo no vascularizado comúnmente proveniente de la cresta ilíaca o del extremo distal del radio. (9,24) Posteriormente, se aplica una inmovilización con yeso hasta lograr la consolidación y el alivio sintomático. (5)

A su vez, las pseudoartrosis del polo proximal pueden ser tratadas mediante la cirugía estándar descrita anteriormente. Sin embargo, el empleo de injerto óseo vascularizado se debe considerar cuando se determina de manera intraoperatoria o mediante RM la presencia de un polo proximal avascular. (5,24) Dado que si el injerto óseo inicial falla, es menos probable que la cirugía de revisión con injerto vascularizado sea exitosa. (24)

Por otra parte, en casos de pseudoartrosis más avanzados con presencia de SNAC (Colapso Avanzado de Pseudoartrosis de Escafoides) en un primer estadio, la cual se acompaña de artrosis radiocarpiana leve, se debe abordar tanto la falta de unión, como el daño articular. Intraoperatoriamente, se observa si el escafoides puede ser salvado, en caso de ser factible se realiza una fijación interna, con la adición de un injerto óseo. Ante la presencia de cambios degenerativos únicamente a nivel de la estiloides radial, se puede optar por una estiloidectomía. Si la superficie articular afectada es la del escafoides, se puede optar por la escisión de ese fragmento, siempre y cuando el ligamento escafolunar se encuentre indemne. (9,24)

Por otro lado, en SNAC tipo II y III las cuales se acompañan de degeneración radiocarpiana importante, artrosis mediocarpiana, y puede asociarse o no a una afectación a nivel radiolunar; las opciones de tratamiento adecuadas implican procedimientos de rescate como son la carpectomía de la fila proximal del carpo o la fusión de las cuatro esquinas la cual consiste en fusionar al hueso piramidal, grande, semilunar y ganchoso. En casos de que el ROM de la muñeca se encuentre disminuido, se puede considerar la necesidad de una artrodesis parcial o completa. Otra de las opciones disponibles en estos casos, es la artroplastia total de muñeca (TWA). (9,24) Cabe destacar que los procedimientos de rescate suelen acompañarse de una denervación, mediante una resección selectiva de los nervios interóseos anteriores y posteriores, para un mayor alivio del dolor. (9)

IV. JUSTIFICACIÓN

Cabe destacar que el escafoides carpiano cumple una función importante en la biomecánica de la muñeca; es fundamental su integridad tanto para la movilidad como para la estabilidad de la misma. La importancia de su fractura radica en que presenta una alta frecuencia de aparición, afecta a gran parte de la población y la posibilidad de no consolidación de la misma está presente, sobre todo cuando se produce en el polo proximal. Esta última cuestión se ve agravada debido a que la misma puede pasar inadvertida, por la ausencia de síntomas y cambios inflamatorios iniciales, lo que conlleva a diagnósticos tardíos. A su vez también la combinación de una pequeña área de contacto entre los fragmentos fracturarios y la presencia de grandes movimientos alrededor del escafoides al flexionar y extender la muñeca, resulta en un alto riesgo de no cicatrización si la fractura no se estabiliza. (5,13,14)

Entonces, ante la falta de manejo de la lesión traumática inicial, se producirán cambios estructurales degenerativos en el escafoides y en los restantes huesos del carpo que se reflejará en disminución de la movilidad y dolor crónico en la muñeca, derivando en incapacidad funcional que impedirá la realización de las actividades diarias. (8,14)

Por lo tanto, el propósito de este estudio será evaluar si el tratamiento conservador genera cambios significativos en cuanto a la tasa de consolidación de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides, para así evitar un abordaje quirúrgico con todas las complicaciones que este acarrea.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

El método principal que se utilizó en este trabajo fue la revisión bibliográfica, partiendo de una pregunta problema sobre una temática específica, donde se consultaron artículos publicados en las principales revistas nacionales e internacionales (bases de datos PubMed, Biblioteca Virtual de salud (BVS) y Google Académico), para su posterior análisis, abordando una línea temporal comprendida entre los años 2008 y 2023. Se llevó a cabo una evaluación crítica de toda la información seleccionada, para finalmente llegar a la conclusión y respuesta final de la pregunta problema. A continuación, se detallan las palabras claves que se utilizaron para la búsqueda de trabajos científicos.

V.a. Palabras claves

Se utilizaron las siguientes palabras clave y las consiguientes combinaciones durante la recolección de datos.

V.a.I Términos DeCs:

- “Hueso Escafoides”
- “Seudoartrosis”
- “Fracturas no Consolidadas”
- “Tratamiento Conservador”
- “Ondas Ultrasónicas”
- “Terapia por ultrasonido”
- “Tratamiento con Ondas de Choque Extracorpóreas”
- “Campos Electromagnéticos”

V.a.II Términos MeSH:

- "Pseudarthrosis"
- "Scaphoid Bone"

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

- “Conservative Treatment”
- "Fractures, Ununited"
- "Extracorporeal Shockwave Therapy"
- "High-Energy Shock Waves"
- "Electromagnetic Fields"
- "Ultrasonic Waves"
- "Ultrasonic Therapy"

V.a.III Términos libres:

- “Delayed Union”
- "Scaphoid Nonunion"
- “Non-union”
- “LIPUS”
- “ESWT”
- “PEMF”

V.b. Combinación de palabras claves

Se realizaron las siguientes combinaciones en las bases de datos mencionadas:

V.b.I Combinación de palabras claves en español:

- (“Seudoartrosis” OR “Fracturas no Consolidadas”) AND (“Hueso Escafoides”) AND (“Tratamiento Conservador”): Se encontraron 0 artículos en BVS y 24 en Google Académico de los cuales no se seleccionó ninguno.
- (“Seudoartrosis” OR “Fracturas no Consolidadas”) AND (“Ondas Ultrasónicas” OR “Terapia por ultrasonido” OR “LIPUS”): Se encontraron 50 artículos en BVS de los cuales se seleccionó 1 y 25 en Google Académico de los cuales no se seleccionó ninguno.

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

- (“Seudoartrosis” OR “Fracturas no Consolidadas”) AND (“Tratamiento con Ondas de Choque Extracorpóreas” OR “ESWT”): Se encontraron 16 artículos en BVS de los cuales se seleccionaron 2 y 32 en Google Académico de los cuales no se seleccionó ninguno.
- (“Seudoartrosis” OR “Fracturas no Consolidadas”) AND (“Campos Electromagnéticos” OR “PEMF”): Se encontraron 61 artículos en BVS y 62 en Google Académico. No se seleccionaron artículos de esta combinación.
- (“Fracturas no Consolidadas” OR “Seudoartrosis”) AND (“Tratamiento con Ondas de Choque Extracorpóreas” OR “Ondas Ultrasónicas” OR “Campos Electromagnéticos”): Se encontraron 0 artículos en BVS y 67 en Google Académico. No se seleccionaron artículos de esta combinación.

V.b.II Combinación de palabras clave en inglés:

- (“Pseudarthrosis” OR “Fractures, Ununited”) AND (“Scaphoid Bone” OR “Scaphoid Nonunion”) AND (“Conservative Treatment”): Se encontraron 14 artículos en Pubmed de los cuales se seleccionó 1, 16 en BVS de los cuales se seleccionó 1 y 480 en Google Académico de los cuales se seleccionaron 2.
- (“Pseudarthrosis” OR “Fractures, Ununited”) AND (“Extracorporeal Shockwave Therapy” OR “High-Energy Shock Waves” OR “ESWT”): Se encontraron 70 artículos en Pubmed de los cuales se seleccionaron 3, 46 en la BVS de los cuales se seleccionaron 2 y 839 en Google Académico de los cuales se seleccionaron 3.
- (“Pseudarthrosis” OR “Fractures, Ununited”) AND (“Scaphoid Bone” OR “Scaphoid Nonunion”) AND (“Extracorporeal Shockwave Therapy” OR “High-Energy Shock Waves” OR “ESWT”): Se encontraron 5 artículos en Pubmed de los cuales se seleccionaron 2, 0 en BVS y 49 en Google Académico de los cuales se seleccionaron 2.
- (“Pseudarthrosis” OR “Fractures, Ununited” OR “Non-union” OR “Scaphoid Nonunion”) AND (“Ultrasonic Waves” OR “Ultrasonic Therapy” OR “LIPUS”): Se encontraron 120 artículos en Pubmed de los cuales se seleccionaron 2, 490 en BVS de los cuales se seleccionaron 3 y 1220 en Google Académico de los cuales

se seleccionaron 3.

- ("Pseudarthrosis" OR "Fractures, Ununited" OR "Non-union") AND ("Scaphoid Bone" OR "Scaphoid Nonunion") AND ("Ultrasonic Waves" OR "Ultrasonic Therapy" OR "LIPUS"): Se encontraron 4 resultados en Pubmed de los cuales no se seleccionó ninguno, 8 en BVS de los cuales se seleccionaron 2 y 56 en Google Académico de los cuales se seleccionaron 2.
- ("Extracorporeal Shockwave Therapy" OR "High-Energy Shock Waves" OR "Ultrasonic Waves" OR "Ultrasonic Therapy") AND ("Pseudarthrosis" OR "Fractures, Ununited") AND ("Scaphoid Bone"): Se encontraron 7 resultados en Pubmed de los cuales se seleccionó 1, 7 en BVS de los cuales se seleccionó 1 y 28 en Google Académico de los cuales se seleccionó 1.
- ("Pseudarthrosis" OR "Fractures, Ununited") AND ("Scaphoid Bone" OR "Scaphoid Nonunion") AND ("Electromagnetic Fields" OR "PEMF"): Se encontraron 2 artículos Pubmed de los cuales no se seleccionó ninguno, 3 en BVS de los cuales no se seleccionó ninguno y 81 en Google Académico de los cuales se seleccionó 1.
- ("Pseudarthrosis" OR "Delayed Union" OR "Non-union") AND ("Scaphoid Bone" OR "Scaphoid Nonunion") AND ("PEMF" OR "LIPUS" OR "ESWT"): Se encontraron 0 resultados en Pubmed, 8 en BVS de los cuales se seleccionaron 3 y 38 en Google Académico de los cuales no se seleccionó ninguno.

Se consideraron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para la selección de los artículos:

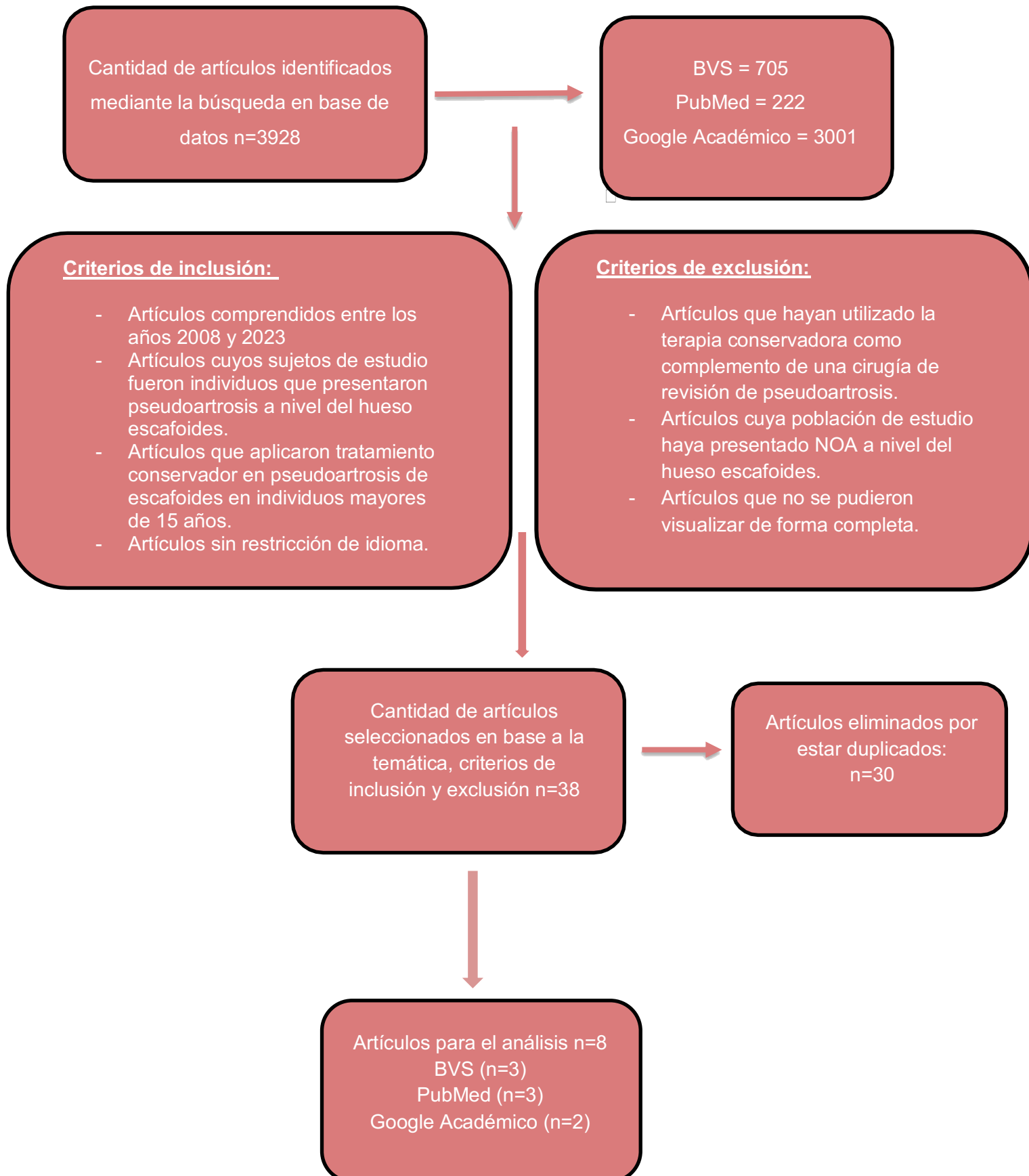
V.c. Criterios de inclusión:

- Artículos comprendidos entre los años 2008 y 2023.
- Artículos cuyos sujetos de estudio fueron individuos que presentaron pseudoartrosis a nivel del hueso escafoides.
- Artículos que aplicaron tratamiento conservador en pseudoartrosis de escafoides en individuos mayores de 15 años.
- Artículos sin restricción de idioma.

V.d. Criterios de exclusión:

- Artículos que hayan utilizado la terapia conservadora como complemento de una cirugía de revisión de pseudoartrosis.
- Artículos cuya población de estudio haya presentado NOA a nivel del hueso escafoides.
- Artículos que no se pudieron visualizar de manera completa.

V.e. Diagrama de flujo



VI. RESULTADOS

En total fueron recuperados 3928 artículos, de los cuales 38 cumplían los criterios de inclusión y exclusión. Luego de haber eliminado los artículos duplicados, quedaron una cantidad de 8 (ocho) artículos para el análisis.

Tabla 1.

TÍTULO	Low-intensity pulsed ultrasounds for treating delayed unión scaphoid fractures: case series		
AUTORES	Farkash U et al (54)		
AÑO	2015		
DISEÑO	Ensayo clínico prospectivo		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
29 pacientes hombres de 18 a 34 años, con diagnóstico de retardo de la consolidación o pseudoartrosis del escafoides, durante el periodo de 2011 a 2013.	Se asignó a los pacientes a un grupo de diagnóstico precoz que incluyó 13 pacientes con fracturas detectadas en un rango de 0 a 17 días, donde el tratamiento consistió en inmovilización con yeso sumado a la aplicación de LIPUS 3 meses después de la lesión. A su vez, el grupo de diagnóstico tardío incluyó 16 pacientes con fracturas detectadas en un promedio de 7 meses, donde se aplicó un yeso en espiga y se inició de inmediato el tratamiento con LIPUS. En ambos grupos fue administrado a través de una ventana en el yeso y la dosis utilizada fue de 20 min diarios, con una intensidad de 30 mW/cm ² , frecuencia de 1,5 MHz, duración del pulso de la señal de 200 µs y tasa de repetición de 1,0 KHz. La duración media del tratamiento fue de 2,3 meses (rango 1-4)	-Consolidación: RX o TAC.	Se logró la consolidación en 22 de 29 pacientes (76%), correspondiendo 12/13 (92%) al grupo de diagnóstico temprano y 10/16 (63%) al grupo de diagnóstico tardío (p=0,06). La consolidación se observó en 9/11 (82%) a nivel del polo proximal, 12/17 (71%) en la cintura y 1/1 (100%) en el polo distal; sin encontrar una diferencia estadísticamente significativa entre los distintos territorios de afectación. La duración media del tratamiento de los pacientes que alcanzaron la consolidación fue de 2,2 meses y de 2,6 meses en los que no la lograron.

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

Tabla 2.

TÍTULO	Treatment of chronic (>1 year) fracture nonunion: heal rate in a cohort of 767 patients treated with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS)		
AUTORES	Zura R et al (55)		
AÑO	2015		
DISEÑO	Estudio de cohorte observacional retrospectivo		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
401 hombres, 348 mujeres y 18 pacientes de sexo desconocido diagnosticados con pseudoartrosis crónica, donde 55 se presentaron en él escafoides.	Se aplicó LIPUS a nivel del escafoides, durante 20 minutos continuos de manera diaria hasta la evidencia de consolidación.	<ul style="list-style-type: none"> -Consolidación: RX. -Consolidación clínica. -Características de la fractura. -Días desde el trauma inicial hasta el tratamiento. -Duración del tratamiento. -Presencia de procedimientos quirúrgicos previos. -Factores demográficos: edad, sexo, peso, altura, Índice de masa corporal (IMC), comorbilidades, ingesta de medicamentos, tabaquismo. 	<p>La tasa de curación de las pseudoartrosis de escafoides fue del 87,3% (48/55) con un tiempo promedio de consolidación de 24 semanas (+/- 16,2).</p> <p>Se encontró que la edad del paciente (p=0,004) y la cantidad de días en tratamiento (p<0,0001) fueron estadísticamente significativos en cuanto al riesgo de falta de cicatrización. El resto de las variables no fueron estadísticamente significativas en la tasa de éxito/fracaso del tratamiento.</p>

Tabla 3.

TÍTULO	Low-Intensity Pulsed Ultrasound for Nonoperative Treatment of Scaphoid Nonunions: A Meta-Analysis		
AUTORES	Seger E. W et al (56)		
AÑO	2018		
DISEÑO	Metaanálisis		
MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
5 estudios que informaron acerca de 166 casos de pseudoartrosis de escafoides. Los pacientes presentaban entre 18 y 49 años, con una antigüedad de la pseudoartrosis de 1 año y medio.	20 minutos diarios de LIPUS a una intensidad de 30 mW/cm ² , con una frecuencia de 1,5 mHz.	-Consolidación: RX y TAC.	Se informó una tasa de curación promedio del 78,6% ([IC] del 95% de 62,8% a 90,9%) producida en un tiempo medio de 4,2 meses. 4 estudios informaron la localización de la pseudoartrosis que lograron la consolidación después del tratamiento con LIPUS: 23/29 casos se dieron a nivel de la cintura, 11/15 en el polo proximal y 1/2 en el polo distal. 4 estudios registraron un total de 43 casos que inicialmente se trataron de forma conservadora con yeso. Se detectó una tasa de consolidación del 77% posterior a la aplicación de LIPUS, en comparación con el 83% cuando se administró LIPUS después de una corrección quirúrgica fallida.

Tabla 4.

TÍTULO	Extracorporeal Shockwave Therapy for the treatment of scaphoid delayed unión and nonunion: a retrospective analysis examining the rate of consolidation and further outcome variables		
AUTORES	Fallnhauser T et al (57)		
AÑO	2019		
DISEÑO	Estudio de cohorte retrospectivo		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
42 pacientes, 37 hombres y 5 mujeres, con una edad media de 28,3 años, con retraso de la consolidación ósea (21) o pseudoartrosis (21) del escafoides tratados con ESWT.	Se aplicó una sesión de ESWT mediante el dispositivo MTS orthogold 280®, con una densidad de flujo de 0,41 mJ/mm ² , frecuencia de 4 Hz y 4000 pulsos entregados, se realizó bajo anestesia general o regional. Luego, se aplicó una inmovilización con yeso durante 10 a 12 semanas. Se adquirieron datos acerca de factores con influencia potencial en la cicatrización. Se aplicó en el examen clínico de seguimiento a 34 pacientes la escala Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH), Mayo Wrist Score (MWS) y Visual Analogue Scale (VAS).	-Consolidación: TAC. -Función: escala DASH y MWS. -Movilidad y Fuerza de prensión: MWS. -Dolor: VAS. -Factores con influencia potencial en la cicatrización: sitio de fractura/falta de unión, ángulo escafolunar (SL), edad, IMC, conducta tabáquica (Índice paquetes año), consumo de alcohol (Unidades de vidrio estándar registradas por semana).	71% de los pacientes mostraron consolidación en un tiempo promedio de 8,4 meses. El sitio de la fractura (p=1,000), ángulo SL, el consumo de alcohol (p=0,250) o de tabaco, la edad (p=0,051) y el IMC (p=0,617), no tuvieron influencia en la tasa de éxito de la ESWT. Con respecto al cambio en el ángulo SL antes y después de la intervención, no hubo una diferencia significativa entre los pacientes que usaron ESWT con y sin éxito (p=0,923). La puntuación DASH, MWS y VAS mostraron que entre los pacientes cuyo último tratamiento fue ESWT y aquellos que requirieron una operación de seguimiento, no hubo diferencia en el resultado final. Se obtuvo una puntuación promedio de 80 en la MWS, el puntaje de la VAS fue 0 en reposo y 2 en carga. El ROM fue del 97% en comparación con el lado no lesionado en extensión, flexión, desviación radial y cubital, pronación y supinación.

Tabla 5.

TÍTULO	Shock Waves in Scaphoid Pseudarthrosis: A Case Series		
AUTORES	Terán P. G et al (58)		
AÑO	2022		
DISEÑO	Serie de casos retrospectivo		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
6 pacientes hombres con una edad media de 31,3 años con retraso de consolidación o pseudoartrosis a nivel del hueso escafoides tratados mediante ESWT durante el periodo de 2018 a 2021.	El tratamiento consistió en la aplicación de 3 a 4 sesiones de ESWT focal de alta intensidad (equipo BTL 6000) con un intervalo de 7 días, entre cada sesión. Se aplicaron 2500 pulsos con una frecuencia de 3 Hz y una densidad de energía entre 0,25 y 0,4 mJ/mm ² . Posteriormente, se inmovilizo la muñeca incluyendo el pulgar. La aplicación de ESWT se llevó a cabo bajo guía ultrasónica indirecta midiendo la evolución en cada sesión.	-Consolidación: RX. -Dolor. -Función: DASH.	La tasa de consolidación de la población estudiada fue del 100% en un promedio de 12 semanas desde la última sesión con ESWT. El total de la muestra estudiada mostro una disminución en el dolor de un promedio del 75% a las 2 semanas de la última sesión y del 100% a las 12 semanas. La capacidad funcional fue evaluada al inicio del tratamiento y 3 semanas después de la última sesión de ESWT mediante la escala DASH arrojando mejoras estadísticamente significativas luego de la terapia (p<0,05). No hubo complicaciones durante o después del tratamiento.

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

Tabla 6.

TÍTULO	Shock wave therapy of fracture nonunions		
AUTORES	Alkhashki H (59)		
AÑO	2015		
DISEÑO	Ensayo clínico		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
44 pacientes (49 huesos), 35 hombres y 9 mujeres con una edad media de 34 años, diagnosticados con pseudoartrosis, de los cuales se detectaron 4 casos a nivel del hueso escafoides.	Se utilizó el dispositivo de ESWT OssaTron con cabeza de terapia móvil de aproximadamente 3508°. Para los sitios pequeños se optó por 2000 a 3000 pulsos. La frecuencia se fijó en 4Hz con una densidad de flujo de energía de 0,59 mJ/mm ² . 2 de los 4 casos de pseudoartrosis en el escafoides tuvieron 2 sesiones y los dos restantes tuvieron 3, con un intervalo entre sesiones de 12 semanas. Cada una duro entre 15 a 20 minutos. Se realizó una evaluación clínica y radiológica cada 6 semanas durante los primeros 6 meses, y cada 3 meses a partir de entonces, con un seguimiento mínimo de 18 meses.	-Consolidación: RX. -Dolor: escala VAS.	La curación ósea se produjo en 37 de 49 huesos (75,5%), a un promedio de tiempo de 10,2 meses (rango de 3-19). La consolidación se logró solo en 2 de los 4 casos de pseudoartrosis del escafoides (50%). La VAS preterapia media fue de 3,4 (5-7), y posterior a la terapia fue de 0,46 (0-2) (p<0,05).

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

Tabla 7.

TÍTULO	The Effect of the Extracorporeal Shock Wave Therapy on Scaphoid Fracture Nonunions		
AUTORES	Omaima K. et al (60)		
AÑO	2018		
DISEÑO	Estudio de cohorte retrospectivo		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
30 pacientes con una edad entre 20 y 60 años, diagnosticados con pseudoartrosis de escafoides divididos aleatoriamente en 2 grupos; el grupo A (grupo control) y el grupo B (grupo experimental).	<p>-Grupo control: compuesto por 15 pacientes que recibieron tratamiento médico conservador mediante inmovilización con yeso.</p> <p>-Grupo experimental: compuesto por 15 pacientes que recibieron ESWT (Gymna Shock master 5000) seguido de inmovilización con yeso. Se aplicaron 1500 pulsos y una densidad de flujo de energía de 0,2 mJ/mm². Cada ciclo de tratamiento incluyó 3 sesiones en intervalos de 72 horas. Se administraron 3 ciclos de tratamiento con intervalos de 1 mes.</p> <p>Se realizó un seguimiento pre y postratamiento mediante RX anteroposterior y oblicua.</p>	<p>-Consolidación: RX.</p> <p>-Factores demográficos: edad, peso (Kg), altura (cm) y sexo.</p>	<p>No se encontró diferencias significativas entre ambos grupos con lo que respecta a la edad (p=0,836), peso (p=0,854), altura (p=0,372) y sexo (p>0,05).</p> <p>El grupo control presentó en el “post-tratamiento” una ausencia de consolidación en todos sus integrantes.</p> <p>El grupo experimental en el “post-tratamiento” mostró una tasa de consolidación del 80%, 12 sujetos lograron la consolidación.</p> <p>En el “post-tratamiento” se encontró una diferencia significativa en relación a la consolidación entre ambos grupos (p=0,0001)</p>

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

Tabla 8.

TÍTULO	EXTRACORPOREAL SHOCKWAVES VERSUS SURGERY IN THE TREATMENT OF PSEUDOARTHROSIS OF THE CARPAL SCAPHOID		
AUTORES	Notarnicola A et al (61)		
AÑO	2010		
DISEÑO	Estudio de cohorte retrospectivo		
POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
<p>118 pacientes diagnosticados con pseudoartrosis de escafoides, subdivididos en dos grupos.</p> <p>Grupo I: 58 pacientes (53 hombres, 5 mujeres) a los cuales se les aplicó ESWT.</p> <p>Grupo II: 60 sujetos (52 hombres, 8 mujeres) que recibieron tratamiento quirúrgico.</p>	<p>Ambos grupos recibieron un seguimiento clínico y radiográfico pretratamiento y a los 2, 6 y 12 meses postratamiento.</p> <p>Grupo I: se aplicaron 3 sesiones de ESWT con intervalos de 72 hs, cada una compuesta por 4000 pulsos, densidad media de flujo de energía de 0,09 mJ/mm². Entre cada sesión, el brazo fue inmovilizado con un cabestrillo y al finalizar el tratamiento se inmovilizó con un yeso hasta el primer control clínico y radiográfico a los 60 días.</p> <p>Grupo II: recibieron tratamiento quirúrgico según el método Matti-Russe, luego se inmovilizó el brazo durante 60 días.</p>	<p>-Función: MWS.</p> <p>-Consolidación: RX.</p>	<p>Grupo I: la MWS arrojó un valor medio de 74,65 (p<0,001) a los 2 meses y de 77,41 (p<0,001) a los 6 meses. En cuanto a la consolidación 75,9% de los sujetos mostraron consolidación a los 2 meses, 79,3% a los 6 meses y al año, la tasa de consolidación se mantuvo sin cambios. Grupo II: la MWS aplicada pretratamiento evidenció un valor medio de 27,5, siendo a los 2 meses de 74,16 (p<0,001) y a los 6 meses demostró un puntaje promedio de 79,7 (p<0,001). En cuanto a la tasa de consolidación radiográfica, a los 2 meses se observó consolidación en el 76,7% de los pacientes, a los 6 meses en el 78,3% y al año, se observó que ese valor se mantuvo.</p> <p>No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos en cuanto a la consolidación radiográfica y el puntaje obtenido en la MWS a los 2, 6 y 12 meses (p>0,05). Tampoco se encontraron diferencias en la duración media de la pseudoartrosis (p=0,46), distribución por sexo (p=0,41), localización anatómica (p=0,96) y edad media (p=0,95) entre los dos grupos. No se presentaron complicaciones adicionales en ninguno de los grupos de estudio.</p>

VI.a. Análisis de resultados

Todos los pacientes incluidos en esta revisión bibliográfica presentaron falta de consolidación a nivel del hueso escafoides y recibieron tratamiento conservador. Dentro de los 8 (ocho) artículos seleccionados y analizados, 3 evaluaron la eficacia del LIPUS de manera aislada (54–56), en 3 artículos se analizó el resultado de la aplicación de ESWT aislada en pseudoartrosis de escafoides (57–59), mientras que 1 estudio (60) comparó la eficacia de ESWT con el tratamiento conservador estándar de inmovilización con yeso y el último (61), comparó esta terapéutica con el tratamiento quirúrgico.

VI.a.I Dolor

Esta variable fue medida en 3 artículos (57–59) quienes estudiaron el uso de ESWT de manera aislada en la pseudoartrosis del hueso escafoides. En el estudio de Fallnhauser T et al (57) se aplicó ESWT en 42 pacientes, sin embargo, el dolor se registró en 34 pacientes que estuvieron disponibles para realizar un examen clínico de seguimiento. El instrumento de medición utilizado fue la escala VAS. Entre los pacientes cuyo último tratamiento fue ESWT y aquellos que requirieron una cirugía de revisión por pseudoartrosis, no se encontraron diferencias en el resultado final, donde se obtuvo una puntuación promedio de 0 en reposo y 2 en carga. Se observa como similitud que en el estudio de Alkhawashki H (59) se utilizó la misma herramienta de medición, con la diferencia de que el dolor fue evaluado preterapia y postterapia en una muestra heterogénea comprendida por 44 pacientes (49 huesos) diagnosticados con pseudoartrosis, donde se detectaron 4 casos a nivel del hueso escafoides. Se obtuvo una puntuación media inicial de 3,4 (5-7) y de 0,46 (0-2) posterior a la aplicación de la terapia ($p < 0,05$). El estudio de Terán P. G. et al (58), mostró una disminución del dolor en un promedio del 75% a las 2 semanas y del 100% a las 12 semanas de la última sesión en la totalidad de la muestra, comprendida por 6 pacientes hombres con falta de consolidación a nivel del hueso escafoides.

VI.a.II Consolidación

La consolidación fue la única variable estudiada en la totalidad de los artículos analizados. En tres de los mismos (54–56), fue analizada posterior a la

aplicación de LIPUS. El estudio de Farkash U et al (54) evaluó una muestra compuesta por 29 pacientes con diagnóstico de retardo de consolidación o pseudoartrosis del hueso escafoides, subdivididos en un grupo de diagnóstico precoz (13) y diagnóstico tardío (16). En ambos grupos la terapia se aplicó a través de una ventana en el yeso, durante 20 minutos diarios a una intensidad de 30 mW/cm² y una frecuencia de 1,5 MHz; con una duración media del tratamiento de 2,3 meses. Se determinó el porcentaje de consolidación mediante la visualización en una RX o TAC donde el mismo fue del 76%, 12 pacientes (92%) pertenecían al grupo de diagnóstico temprano y 10 (63%) al grupo de diagnóstico tardío. No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($p=0,06$). Se puede apreciar que en el metaanálisis de Seger E. W et al (56) se utilizó los mismos parámetros de dosificación y las mismas herramientas de medición que en el estudio mencionado anteriormente, sin embargo, los 5 estudios informaron 166 casos de pseudoartrosis de escafoides, correspondiéndose a una muestra mucho mayor, con una tasa de curación promedio del 78,6% ([IC] del 95%) con un tiempo medio de tratamiento de 4,2 meses.

Por su parte, Zura R et al (55) aplicó dicha terapia durante 20 minutos continuos de forma diaria hasta la evidencia de consolidación registrada en un tiempo promedio de 24 semanas (+/-16,2) en una muestra de 55 pseudoartrosis a nivel del escafoides, con una antigüedad media de 7,5 meses (DE+/-13,5). La tasa de consolidación encontrada fue del 87,3% (48/55). La diferencia entre las tasas de éxito no fue significativa entre fracturas de 1 a 2 años (87,9%) de antigüedad y fracturas de más de 3 años (82,9%) tratadas con LIPUS.

A su vez, 5 artículos analizaron la eficacia de ESWT en la tasa de consolidación en cuadros de pseudoartrosis de escafoides (57–61). El estudio de Fallnhauser T et al (57) analizó esta variable mediante la realización de una TAC en la totalidad de la muestra compuesta por 42 pacientes, los cuales recibieron ESWT con una densidad de flujo de energía de 0,41 mJ/mm², frecuencia de disparo de 4 Hz y 4000 pulsos; seguido de inmovilización con yeso a nivel del antebrazo durante 10 a 12 semanas. El 71% de los pacientes presentó consolidación en un tiempo promedio de 8,4 meses. En el estudio de Terán P. G. et al (58) los pacientes recibieron 3 a 4 sesiones de ESWT focal de alta intensidad con intervalos de 7 días, en cada sesión se aplicaron 2500 pulsos con un frecuencia de 3 Hz y una intensidad entre 0,25 y 0,4 mJ/mm². Posteriormente, se inmovilizó la muñeca utilizando un yeso. La aplicación de ESWT se llevó a cabo bajo guía ultrasónica indirecta que

permitió identificar el sitio y la profundidad del defecto óseo, planificar la dosificación, evaluar la cicatrización y presencia de neovascularización. La tasa de consolidación fue del 100% a las 12 semanas desde la última sesión con ESWT. Alkhashki H. (59) estudió esta variable en 4 casos de pseudoartrosis a nivel del hueso escafoides. La terapéutica se aplicó administrando 2000 a 3000 pulsos, con una frecuencia de 4 Hz y una densidad de energía de 26 kV lo que equivale a una media de 0,59 mJ/mm². En dos de los cuatro casos se aplicaron 2 sesiones y los dos casos restantes recibieron 3, con un intervalo de tiempo entre sesiones de 12 semanas, donde cada una duró de 15 a 20 minutos. La consolidación radiográfica se logró en el 50% de la muestra.

Por su parte, Omama K. et al (60) incluyó 30 pacientes diagnosticados con pseudoartrosis de escafoides en su estudio, los mismos fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: un grupo control compuesto por 15 pacientes que recibieron tratamiento médico conservador mediante inmovilización con yeso; y un grupo experimental, conformado también por 15 pacientes que recibieron ESWT con una dosificación de 1500 pulsos y una densidad de flujo de energía de 0,2 mJ/mm². Cada ciclo de tratamiento incluyó 3 sesiones con intervalos de 72 horas y se administraron 3 ciclos con intervalos de 1 mes cada uno; seguido de inmovilización con yeso. Se realizó un seguimiento pre y postratamiento mediante RX anteroposterior y oblicua, donde el grupo control presentó en el "post-tratamiento" una ausencia de consolidación en todos sus integrantes, mientras que el grupo experimental mostró una tasa de consolidación del 80%, representando una diferencia significativa entre ambos grupos ($p=0.0001$).

A su vez, Notarnicola A. et al (61) comparó la eficacia de las ESWT con el tratamiento quirúrgico en 118 pacientes diagnosticados con pseudoartrosis de escafoides. Se dividió la muestra en 2 grupos; el grupo I se encontró conformado por 58 sujetos con un intervalo de tiempo medio transcurrido entre el trauma inicial y el tratamiento de 14,8 meses (rango 9–36), a los cuales se les aplicó ESWT. Se realizaron 3 sesiones con intervalos de 72 hs, cada una compuesta por 4000 pulsos, densidad de flujo de energía de 0,09 mJ/mm² (rango 0,05 a 0,12 mJ/mm²). Entre cada sesión, el brazo fue inmovilizado con un cabestrillo y al finalizar el tratamiento se inmovilizó con un yeso braquio-metacarpiano durante 60 días. Por otro lado, el grupo II se encontraba compuesto por 60 sujetos que recibieron tratamiento quirúrgico bajo el método Matti-Russe. Posteriormente, se inmovilizó el brazo con un yeso braquio-metacarpiano durante 60 días. Ambos grupos recibieron un

seguimiento radiográfico a los 2, 6 y 12 meses postratamiento. A los 2 meses, en el grupo I se observó consolidación radiográfica en el 75,9% de los sujetos. A los 6 meses se evidenció consolidación en el 79,3% de los pacientes. Al año, la tasa de consolidación no presentó cambios.

VI.a.III Valoración funcional

Esta variable fue documentada en tres (57, 58,61) de los estudios seleccionados para el análisis, los cuales utilizaron como terapéutica las ESWT. El estudio de Fallnhauser T et al (57) aplicó un examen clínico de seguimiento mediante la utilización de las escalas DASH y MWS, donde se incluyó el examen del ROM de ambas muñecas y la fuerza de la mano medida al cerrar el puño. En promedio, se obtuvo una puntuación de 80 en la MWS posterior a la terapia, además, el ROM de la muñeca en extensión, flexión, desviación radial y cubital así como pronación y supinación fue del 97% en comparación con el lado no lesionado. Los resultados obtenidos demostraron que entre los pacientes cuyo último tratamiento fue ESWT y aquellos que requirieron una operación de revisión, no hubo diferencia significativa en el resultado final. En contraposición, el estudio de Terán P. G. et al (58) midió la capacidad funcional al inicio del tratamiento y 3 semanas después de la última sesión de ESWT mediante la escala DASH, encontrando un valor medio preterapia de 28,47 y post terapia de 3,33 arrojando mejoras estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Finalmente, Notarnicola A. et al (61) realizó una valoración clínica con la MWS en ambos grupos. El grupo I presentó un valor medio preterapia de 28, mientras que el grupo II, previo a la cirugía evidenció un valor medio de 27,5; calificados como "insatisfactorios". Ambos grupos recibieron un seguimiento clínico a los 2, 6 y 12 meses postratamiento. En el grupo I, a los 2 meses se observó una mejora significativa en la evaluación clínica al obtener una puntuación media de 74,65 ($p < 0,001$), a los 6 meses la puntuación fue de 77,41 ($p < 0,001$) y al año, mejoró a un 77,58 ($p < 0,001$). En el grupo II, a los 2 meses se observó una puntuación media de 74,16 ($p < 0,001$), a los 6 meses la evaluación clínica arrojó una puntuación promedio de 79,7 ($p < 0,001$) y al año de 78,91 ($p < 0,001$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos respecto al nivel funcional a los 2, 6 y 12 meses ($p > 0,05$).

VI.a.IV Factores de riesgo

Se detectaron en 5 artículos (54, 55, 57, 60, 61) seleccionados para el análisis, diferentes factores de riesgo potenciales para el fracaso de la terapia conservadora.

Zura R et al. (55) encontró que la edad del paciente ($p=0,004$) y la cantidad de días en tratamiento ($p<0,0001$) fueron factores de riesgo estadísticamente significativos. A diferencia del IMC, porcentaje de fracturas abiertas, comorbilidades (enfermedad cardiovascular, hipertensión, insuficiencia vascular, enfermedad renal, diabetes, alcoholismo, artritis, osteoporosis y cáncer), ingesta medicamentosa, conducta tabáquica y tipo de procedimiento quirúrgico previo a la terapia LIPUS que no fueron estadísticamente significativos en la tasa de éxito/fracaso de la consolidación en pseudoartrosis crónicas ($p>0,01$).

Por su parte, Fallnhauser T et al. (57) detectó que el sitio de fractura ($p=1,000$), consumo de alcohol ($p=0,250$) y tabaco, la edad ($p=0,051$) y el IMC ($p=0,617$), no tuvieron influencia significativa en la tasa de éxito de la ESWT. Con respecto al cambio en el ángulo SL antes y después de la intervención, no hubo una diferencia significativa entre los pacientes que usaron ESWT con y sin éxito ($p=0,923$). Notarnicola A. et al (61) y Farkash U et. al (54) tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres zonas afectadas del escafoides ($p>0,05$).

Notarnicola A. et al (61) también detectó una ausencia de diferencias estadísticamente significativas respecto a la duración media de la pseudoartrosis ($p=0,46$), distribución por sexo ($p=0,41$) y edad media ($p=0,95$) entre ambos grupos.

En el estudio de Omaira K. et al. (60) se recopiló del grupo experimental un promedio de los siguientes datos: edad ($39 \pm 7,37$), peso ($80,8 \pm 5,22$) y altura ($169,66 \pm 5,36$). Como así también se recolectaron del grupo control: edad ($39,6 \pm 8,3$) años, peso ($80,4 \pm 6,5$), altura ($171,33 \pm 4,67$). Sin embargo, no se encontró diferencias significativas entre grupos con lo que respecta a la edad ($p=0,836$), peso ($p=0,854$), altura ($p=0,372$) y sexo ($p>0,05$).

VII. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio fue analizar, a través de una revisión bibliográfica de 8 artículos, la eficacia de las opciones de tratamiento conservador actuales propuestas por la evidencia para la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides.

A pesar de que en la actualidad el abordaje quirúrgico es considerado como primera opción de tratamiento para la mayoría de las pseudoartrosis de escafoides, la literatura destaca diversas alternativas terapéuticas no invasivas para favorecer la cicatrización mediante la aplicación de estimuladores del crecimiento óseo; que engloba distintos dispositivos como son la ESWT, PEMF y LIPUS. (39) A partir de una búsqueda exhaustiva, dentro de los últimos 15 años hasta la actualidad, la mayor evidencia disponible acerca del abordaje conservador para el tratamiento de las falta de unión del hueso escafoides se aboca al uso de la terapia LIPUS y ESWT. (42)

Con respecto a las variables consideradas en el presente estudio, la consolidación se puede decir que fue la más estudiada por los autores en ambas terapéuticas. Posterior al análisis detallado de los resultados presentados en los artículos seleccionados, se encontró que la terapia LIPUS aplicada a nivel del escafoides mostró resultados positivos en cuanto a la consolidación, como se denota en los estudios de Farkash et al, Zura et al y Seger E. W et al (54-56). En cuanto a las dosificaciones empleadas, se detectaron semejanzas en las dosis utilizadas y en las tasas de consolidación obtenidas, tanto en la investigación de Farkash et al (54) como en el metaanálisis realizado por Seger E. W et al (56). A su vez, el estudio de Zura et al (55) presentó un porcentaje de consolidación superior, sin embargo, carece de una especificación detallada en relación a los parámetros de dosificación empleados durante la implementación de esta terapia, lo que trae a discusión la fiabilidad del mismo. A pesar de los resultados prometedores alcanzados en cuanto a las altas tasas de consolidación evidenciadas en los estudios nombrados anteriormente, resulta de gran importancia para futuras investigaciones la implementación de grupos control para corroborar que los efectos alcanzados se adjudican a la aplicación de la terapia LIPUS y corroborar la significancia estadística de los resultados.

Como se mencionó previamente, se han considerado otras terapias conservadoras dentro de las opciones posibles para lograr la consolidación en pseudoartrosis de escafoides, este es el caso de las ESWT. Se encontró evidencia controversial en la literatura con respecto a esta terapia en dicha complicación al analizar dos estudios (62,63) que evaluaron la aplicación de ESWT en muestras grandes pero heterogéneas, incluyendo solamente dos y un caso de pseudoartrosis de escafoides respectivamente. Cabe destacar, que en estos se utilizó la misma dosificación para todos los huesos; además, de que el tamaño de la muestra de interés resultó poco significativa. De manera similar, ocurre en el estudio de Alkhashki H (59) quien aplicó ESWT a una muestra compuesta por 4 pseudoartrosis de escafoides, donde a pesar de haber utilizado parámetros de dosificación específicos para huesos pequeños, se logró una tasa de consolidación baja a nivel de la cohorte de interés. En el caso de haber utilizado una muestra considerablemente mayor, quizás los resultados serían otros, como se evidenció en el estudio de Fallnhauser T et al (57) donde se presentó una tasa de consolidación mayor al evaluar el efecto de la terapéutica en 42 pacientes con diagnóstico de falta de unión a ese nivel, sin embargo, dichos resultados no pueden ser considerados como estadísticamente significativos dada la falta de grupo control. En contraste, Omaira K. et al. (60) evaluó la consolidación pre y post tratamiento, en una muestra considerable de pacientes. El grupo control, no presentó evidencia de consolidación, lo cual apoya la idea de que las pseudoartrosis establecidas en la población adulta no muestran signos de curación espontánea, siendo necesario modificar el tratamiento inicial. Este estudio arrojó resultados positivos en relación a la ESWT como alternativa dentro del grupo de terapias conservadoras; ya que en el post-tratamiento se encontró una diferencia significativa a favor del grupo experimental en relación a la consolidación.

Por otro lado, se encontró que las dosis arrojadas en la mayoría de los estudios que aplican ESWT fueron diversas, se utilizó un rango de 1500 a 4000 pulsos, una densidad de 0,09 hasta 0,6 mJ/mm² y una frecuencia entre 3 - 4 Hz. Dependiendo la densidad y la cantidad de pulsos entregados se aplicaron un número de 1 a 4 sesiones, con intervalos de 72 hs, semanales, o mensuales, en combinación con inmovilización con yeso o férula entre sesiones y 2 a 3 meses posterior a la terapia. Alkhashki (59) las aplicó con intervalos de 12 semanas, Terán P. G. et al (58) en sus estudios las administró con intervalos semanales, mientras que Notarnicola et al (61) las llevó a cabo cada 72 hs. Este último fue quien arrojó tasas de consolidación comparables a las conseguidas mediante la

intervención quirúrgica aplicando ESWT de manera aislada, considerándose eficiente dado el menor intervalo de tiempo entre sesiones, y por ende acotando la duración total del tratamiento previniendo la aparición de complicaciones dado que la densidad de flujo de energía utilizada fue considerablemente menor. En contraposición, los estudios de Fallnhauser T et al (57) y Alkhawashki (59) utilizaron una única sesión o sesiones más espaciadas en el tiempo respectivamente, con la utilización de una densidad de flujo mayor y la consecuente aparición de complicaciones locales mínimas. Lo que sugiere que intervalos de tiempo de 72 hs entre sesiones, administrando un flujo bajo de densidad de energía, aportarían una tasa de éxito mayor como se logra evidenciar en los estudios de Notarnicola et al (61), Omaira K. et al. (60) y Vulpiani et al (64).

Con respecto a la variable dolor, el estudio de Alkhawashki H (59) la evaluó pre y post terapia mediante la escala VAS, encontrando una disminución significativa en la percepción del mismo. La ESWT cumple un rol importante no solo en la consolidación, sino también en la modulación del dolor, como se logra apreciar en el estudio de Quadlbauer et al (65) quien evaluó pacientes que fueron tratados mediante cirugía para la resolución de la pseudoartrosis de escafoides, donde un grupo recibió terapia ESWT adicional y presentó una puntuación de dolor significativamente más baja en comparación con el grupo de solo cirugía.

Fallnhauser T et al (57) evaluó la función mediante la escala DASH y MWS realizando una comparación entre los pacientes cuyo último tratamiento fue ESWT y aquellos que requirieron cirugía de revisión para lograr la consolidación, encontrando que no hubo diferencias entre ambos grupos en el resultado final. Sin embargo, sería interesante realizar una comparación de los resultados de las mismas pre y post terapia para objetivar el efecto de la ESWT en cuanto a la movilidad y la fuerza; como ocurre en el estudio de Notarnicola et al (61), quien realizó un seguimiento pretratamiento y a los 2, 6 y 12 meses post terapia de la función mediante la aplicación de la MWS, donde no se encontraron diferencias entre el grupo ESWT y grupo cirugía, pero sí presentó cambios significativos respecto a los valores medidos preterapia en ambas poblaciones de estudio. Cabe destacar que la función mostró mejoras durante los 3 controles, en cambio, la tasa de consolidación llegó a su mejoría máxima a los 6 meses, con un mantenimiento de los resultados a los 12 meses; evidenciando que la ventana terapéutica de éxito abarca 6 meses posterior al inicio del tratamiento para lograr la consolidación y esto, sumado a la disminución del dolor, posibilita una mejora de la función hasta un año

después de la aplicación de la terapia.

En todos los estudios la función se evaluó mediante escalas funcionales, que son útiles pero no reflejan la capacidad real del paciente, ya que los resultados pueden estar influenciados por la subjetividad del mismo o la ausencia de dolor post terapia que hace que este sobreestime su función. Por esto resulta necesaria la adhesión de métodos de evaluación confiables como son los test funcionales, para lograr cuantificar los resultados y detectar limitaciones del paciente; además de llevar el estudio a un nivel de jerarquía mayor a la hora del análisis, ya que para los resultados de los mismos, la aplicación de medidas evaluativas modernas y específicas, hacen a la calidad metodológica del estudio. Esto trae a discusión la implementación de las medidas utilizadas para determinar la “consolidación clínica” o ausencia de dolor como, fue el caso de Pretorius et al (66) quien identificó a la misma mediante las notas clínicas del paciente o de un modo similar, Carlson et al (67) quien lo determinó mediante la ausencia de sensibilidad en el escafoides o sobre la tabaquera anatómica a la palpación; que si bien son métodos aceptables y arrojaron resultados positivos, se pone en duda su validez, dando lugar a una posible conclusión inespecífica en cuanto a la eficacia del LIPUS para el alivio del dolor.

Pese a que el objetivo general del presente estudio fue evaluar la eficacia del tratamiento conservador en la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides, en los estudios de Farkash et al (54), Fallnhauser et al (57) y Notarnicola et al (61), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto a cuál fue el sitio de pseudoartrosis a la hora de determinar la tasa de consolidación al aplicar LIPUS u ESWT. Por esto, el tratamiento se lleva a cabo de forma generalizada en la mayor parte de los estudios, sin establecer parámetros particulares para cada zona.

A su vez, Fallnhauser et al (57) realizó el estudio de otros factores que podrían tener una influencia potencial en la cicatrización, como son el ángulo SL, la edad, el IMC, la conducta tabáquica y el consumo de alcohol. No se encontró que los factores anteriormente nombrados tuvieran influencia en la tasa de éxito de la ESWT. Sin embargo, cabe destacar que la población estudiada presentó un rango de edad entre 15 a 70 años, pero el promedio de la misma fue de 28,3 años, lo cual indica que la mayor parte de la muestra está conformada por jóvenes. En contraste,

el estudio de Zura et al (55), evalúa la efectividad del LIPUS en una cohorte mayor de pacientes con una edad media de 45,8 años determinando la incidencia de esta variable como un factor de riesgo para el fracaso de la terapia conservadora. En adición, este estudio determina que a mayor tiempo de tratamiento, el riesgo de no consolidación se verá aumentado. Esto se observa en el estudio de Farkash et al (54), donde el grupo de diagnóstico precoz presentó una duración total del tratamiento con LIPUS de 2 meses, mientras que en el grupo de diagnóstico tardío fue de 2,6 meses. Y si bien, la diferencia entre estos grupos no fue estadísticamente significativa, el estudio mostró una tendencia hacia mejores tasas de curación en el grupo de pacientes con diagnóstico precoz. Mientras más tarde comience el tratamiento, más tiempo durará el mismo y el riesgo de no consolidación, con el consecuente fracaso de la terapia conservadora, será mayor.

Con lo que respecta al uso de PEMF, la literatura (68,69) muestra evidencia actual de la utilización de esta terapia para acelerar los tiempos de unión en fracturas agudas de escafoides, con escasos indicios de su uso en pseudoartrosis o en retardo de la consolidación. Frykman (70,71) en sus dos investigaciones utilizó PEMF en conjunto con inmovilización con yeso para la falta de unión con tasas de éxito considerables a nivel del polo proximal del escafoides, sin embargo, esta evidencia no se encuentra actualizada.

Cabe destacar, que no se encontraron efectos adversos al aplicar la terapia LIPUS, ya que el mismo tiene efectos térmicos mínimos debido a que se administró a baja intensidad. Es la modalidad de ultrasonido de alta intensidad la que puede llegar a provocar daño térmico. (54) En contraposición, se detectó en la literatura (57,59) la presencia de complicaciones locales mínimas y transitorias en una baja tasa de pacientes al aplicar ESWT, como fue la presencia de ligero enrojecimiento, sangrado petequial y formación de hematomas en el área de tratamiento. El estudio de Omaira K. et al (60) establece que al optar por una densidad de flujo de energía baja ($<0,1 \text{ mJ/mm}^2$) se logró principalmente una disminución del dolor, mientras que a valores altos de densidad ($0,2$ a $0,4 \text{ mJ/mm}^2$) se generaría un aumento del flujo sanguíneo regional, produciendo lesiones capilares y promoviendo el crecimiento de neovasos. En el estudio de Notarnicola et al (61) se logra apreciar la ausencia de complicaciones mínimas lo cual se puede adjudicar a la baja densidad de flujo de energía utilizada (una media de $0,09 \text{ mJ/mm}^2$) administrada en una mayor cantidad de sesiones para lograr los efectos deseados.

“Eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides”

A su vez, Fallnhauser et al (57) recomendó colocar gel de acople entre la piel del paciente y el cabezal de aplicación para evitar la generación de un hematoma en el punto de penetración de la ESWT. Además, esto resalta la importancia de respetar el protocolo de aplicación por parte del personal para tratar de evitar cualquier tipo de variación en los efectos producidos.

VIII. CONCLUSIÓN

El objetivo principal de la presente revisión bibliográfica fue analizar la eficacia del tratamiento conservador en la resolución de la pseudoartrosis del polo proximal del hueso escafoides teniendo en cuenta las variables de dolor, función y ausencia de espacio entre los fragmentos. Se demostró que la utilización ESWT en dicha población presentó tasas de consolidación estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Mientras que con la terapia LIPUS se encontraron resultados prometedores con lo que respecta a este variable, sin embargo, no se pudo determinar la incidencia estadística del resultado debido a la carencia de grupo control en los estudios pertinentes.

En cuanto a los efectos sobre la variable dolor, se observó una disminución de la misma tanto en reposo como en carga, posterior a la aplicación de la terapia ESWT, evidenciándose cambios estadísticamente significativos ($p < 0,05$). Vale destacar que dichos resultados se obtuvieron con la comparación de las medidas basales del grupo ESWT, sin estar relacionadas con un grupo control. Con respecto a la función, se observó en la escala DASH, una disminución significativa media de 25,14 puntos postterapia ($p < 0,05$) y la MWS arrojó una mejora de 46,6 puntos a los 2 meses de seguimiento, incrementando este valor gradualmente hacia los 12 meses ($p < 0,001$).

En base a lo detallado anteriormente, se logró identificar que posterior a la aplicación de la terapia de ESWT los efectos conseguidos fueron la consolidación del foco fracturario, disminución del dolor y un consecuente aumento en la función. Estos se alcanzaron mediante la aplicación de diversas dosificaciones arrojadas por los estudios analizados donde se encontró como segura y eficaz la aplicación de 3 a 4 sesiones con intervalos de 72 hs, la entrega de 3000 - 4000 pulsos, con una densidad de flujo de energía baja (menor a $0,2 \text{ mJ/mm}^2$) y una frecuencia de 3 a 4 Hz, en combinación con inmovilización con yeso o férula entre sesiones y hasta la evidencia de consolidación, o 2 a 3 meses posterior a la terapia; para lograr los efectos buscados con una baja probabilidad de complicaciones. En contraposición, la terapia LIPUS mostró consolidación del foco de pseudoartrosis mediante la aplicación diaria del mismo a través de una ventana a nivel del yeso, durante 20 minutos a una intensidad de 30 mW/cm^2 , con una frecuencia de 1,5 mHz y el tratamiento se mantuvo hasta la evidencia de consolidación o pasados los 3 a 4 meses de su inicio. La ventana de éxito de la aplicación del LIPUS es de hasta 1

año luego del trauma inicial, aumentando la probabilidad de éxito cuando se aplica inmediatamente diagnosticada la falta de unión. La dosificación específica dependerá del equipo utilizado, la experiencia clínica del personal y de la sensibilidad de cada paciente.

En base a nuestro segundo objetivo específico, que busca detectar los principales factores de riesgo que afectan la eficacia de la terapia conservadora, se pudo concluir que la edad avanzada, un mayor intervalo de tiempo entre el trauma inicial y la aplicación de la terapéutica, junto con una cantidad prolongada de días en tratamiento sin presencia de resultados, fueron los principales factores de riesgo que influyeron en el fracaso de la terapia.

Finalmente, al comparar los efectos de la terapia ESWT versus el tratamiento quirúrgico, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la tasa de consolidación obtenida y a los resultados alcanzados en relación a las variables de dolor y función ($p > 0,05$). A su vez, cabe destacar la ausencia de complicaciones posteriores a la aplicación de ambas opciones de tratamiento. Frente a la falta de estudios que comparen la efectividad del LIPUS con el tratamiento quirúrgico, no se pudo determinar si presenta tasas de éxito comparables a la cirugía en relación a las variables de interés.

El éxito de las investigaciones analizadas es alentador para su uso futuro, especialmente en lo que respecta a la terapia ESWT, en aquellos pacientes que se puedan ver beneficiados mediante este abordaje conservador. Se recomienda la realización de investigaciones que evalúen la eficacia del LIPUS teniendo en cuenta una mayor cantidad de variables, además de la tasa de consolidación obtenida. En conclusión, se necesita una mayor cantidad de estudios prospectivos aleatorizados, incluyendo grupos control y utilizando métodos de medición confiables con muestras homogéneas de mayor tamaño, para permitir extrapolar los resultados a la práctica clínica.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Del Gordo D’Amato RJ. Principios de tratamiento en fracturas de extremidades. 1ª edición. Colombia: Unimagdalena; 2012.
2. Forriol Campos F, Marco Martínez F, Vaquero Martín J, Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Manual de cirugía ortopédica y traumatológica. 2ª edición. Vol. 2. Buenos Aires, Bogotá, Caracas, Madrid, México, Porto Alegre: Médica Panamericana; 2012.
3. Stojadinovic A, Kyle Potter B, Eberhardt J, Shawen SB, Andersen RC, Forsberg JA, et al. Development of a prognostic naive bayesian classifier for successful treatment of nonunions. J Bone Joint Surg Am [Internet]. 2011;93(2):187-94. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24430409/>
4. Yin Y, Xu K, Zhang N, Yi Z, Liu B, Chen S. Clinical and Epidemiological Features of Scaphoid Fracture Nonunion: A Hospital-Based Study in Beijing, China. Orthop Surg [Internet]. 2022 [citado 2 de febrero de 2023];14(10):2455-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9531078/>
5. Reigstad O, Thorkildsen R, Grimsgaard C, Melhuus K, Røkkum M. Undersøkelse og behandling av brudd og pseudartrose i skafoid. Tidsskr Den Nor Legeforening [Internet]. 2015 [citado 15 de agosto de 2022];135:1138-42. Disponible en: <https://tidsskriftet.no/2015/06/oversiktsartikkel/undersokelse-og-behandling-av-brudd-og-pseudartrose-i-skafoid>
6. Eastley N, Singh H, Dias JJ, Taub N. Union rates after proximal scaphoid fractures; meta-analyses and review of available evidence. J Hand Surg Eur Vol [Internet]. 2013 [citado 7 de febrero de 2023];888-97. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1177/1753193412451424>
7. Ezquerro Herrando L, Corella Abenia E, Castillo Palacios A, Blanco Rubio N, Albareda Albareda J. [Bone healing after surgery for pseudarthrosis of the carpalscaploid]. Acta Ortop Mex [Internet]. 2012;26(6):354-7. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24712201/>

8. Valen B. Behandling av skafoidfrakturar i eit lokalsjukehus. Tidsskr Den Nor Legeforening [Internet]. 2013 [citado 15 de agosto de 2022];133(10):1079-82. Disponible en: <https://tidsskriftet.no/2013/05/originalartikkel/behandling-av-skafoidfrakturar-i-eit-lokalsjukehus>
9. Soufi M, See A, Hassan S. Scaphoid fractures and non-union: a review of current evidence. Orthop Trauma [Internet]. 2021 [citado 2 de febrero de 2023];35(4):198-207. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877132721000609>
10. Kahl T, Razny FK, Benter JP, Mutig K, Hegenscheid K, Mutze S, et al. [Diagnosis of the scaphoid bone : Fractures, nonunion, circulation, perfusion]. Orthopade [Internet]. 2016 [citado 7 de febrero de 2023];45(11):938-44. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-27637547>
11. Reigstad O, Grimsgaard C, Thorkildsen R, Reigstad A, Røkkum M. Scaphoid non- unions, where do they come from? The epidemiology and initial presentation of 270scaphoid non-unions. Hand Surg [Internet]. 2012 [citado 9 de febrero de 2023];17(3):331-5. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1142/S0218810412500268>
12. Mehling IM, Sauerbier M. Skaphoidfrakturen und Skaphoidpseudarthrosen. Z Für Orthop Unfallchirurgie [Internet]. 2013 [citado 15 de agosto de 2022];151(6):639-60. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0033-1360131>
13. Bahamón CM, Valencia JA, Náquira LF, Londoño JA, Cuesta DP. Seudoartrosis del escafoides: experiencia con injerto óseo vascularizado del primer metacarpiano. Serie de casos. Rev Colomb Ortop Traumatol [Internet]. 2020 [citado 15 de agosto de 2022];34(1):60-4. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-ortopedia-traumatologia-380-articulo-seudoartrosis-del-escafoides-experiencia-con->

S0120884520300390

14. Yarar-Schlickewei S, Frosch KH, Schlickewei C. [Scaphoid pseudarthrosis without circulatory disorder : Management and standard procedure for primary treatment]. *Unfallchirurg*. 2019;122(3):191-9.
15. Rellán I, Gallucci GL, Boretto JG, Donndorff A, Zaidenberg EE, De Carli P. Bloqueo óseo metafisario de radio y fijación estable en pseudoartrosis de polo proximal de escafoides sin necrosis. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* [Internet]. 2019 [citado 15 de agosto de 2022];84(1):46-54. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-74342019000100007
16. Großner T, Schmidmaier G. [Conservative treatment options for non-unions]. *Unfallchirurg* [Internet]. 2020;123(9):705-10. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00113-020-00851-1>
17. McCarthy C, Camci-Unal G. Low Intensity Pulsed Ultrasound for Bone Tissue Engineering. *Micromachines* [Internet]. 2021 [citado 6 de febrero de 2023];12(12):1488. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8707172/>
18. Xu ZH, Jiang Q, Chen DY, Xiong J, Shi DQ, Yuan T, et al. Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures. *Int Orthop* [Internet]. 2009;33(3):789-93. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00264-008-0553-8>
19. Langer MF, Unglaub F, Breiter S, Ueberberg J, Wieskötter B, Oeckenpöhler S. Anatomie und Pathobiomechanik des Skaphoids. *Unfallchirurg* [Internet]. 2019 [citado 2 de febrero de 2023];122(3):170-81. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00113-018-0597-1>
20. Adam JR, Woodruff MJ. Acute scaphoid fractures and non-unions. *Orthop Trauma* [Internet]. 2017 [citado 2 de febrero de 2023];31(4):257-65. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877132717300623>
21. Cheung, Jason P Y. Current management of acute scaphoid fractures: a review [Internet]. *HKMJ*. 2014 [citado 8 de febrero de 2023]. Disponible en:

<https://www.hkmj.org/abstracts/v20n1/52.htm>

22. Morsy M, Sabbagh MD, van Alphen NA, Laungani AT, Kadar A, Moran SL. The Vascular Anatomy of the Scaphoid: New Discoveries Using Micro-Computed Tomography Imaging. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2019 [citado 7 de febrero de 2023];44(11):928-38. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2019.08.001>
23. Macías M. Fracturas de escafoides. Diagnóstico y tratamiento. 2005;3(8). Disponible en: https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/6172/1/0514198_00008_0008.pdf
24. Steinmann SP, Adams JE. Scaphoid fractures and nonunions: diagnosis and treatment. *J Orthop Sci* [Internet]. 2006 [citado 2 de febrero de 2023];11(4):424-31. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0949265815325343>
25. Sabbagh MD, Morsy M, Moran SL. Diagnosis and Management of Acute Scaphoid Fractures. *Hand Clin* [Internet]. 2019 [citado 7 de febrero de 2023];35(3):259-69. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.hcl.2019.03.002>
26. Chang MTK, Price M, Furness J, Kemp-Smith K, Simas V, Pickering R, et al. The current management of scaphoid fractures in the emergency department across an Australian metropolitan public health service: A retrospective cohort study. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2022 [citado 2 de febrero de 2023];101(28):e29659. Disponible en: https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2022/07150/The_current_management_of_scaphoid_fractures_in.27.aspx
27. Carpenter CR, Pines JM, Schuur JD, Muir M, Calfee RP, Raja AS. Adult scaphoid fracture. *Acad Emerg Med* [Internet]. 2014 [citado 7 de febrero de 2023];21:101-21. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1111/acem.12317>
28. Hey HWD, Dennis HHW, Chong AKS, Sze ACK, Murphy D. Prevalence of carpal fracture in Singapore. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2011 [citado 7 de febrero de 2023];36(2):278-83. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2010.11.009>

29. Jørgsholm P, Ossowski D, Thomsen N, Björkman A. Epidemiology of scaphoid fractures and non-unions: A systematic review. *Handchir · Mikrochir · Plast Chir*[Internet]. 2020 [citado 2 de febrero de 2023];52(5):374-81. Disponible en: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/a-1250-8190>
30. Holloway KL, Moloney DJ, Brennan-Olsen SL, Kotowicz MA, Bucki-Smith G, Morse AG, et al. Carpal and scaphoid fracture incidence in south-eastern Australia: an epidemiologic study. *Arch Osteoporos* [Internet]. 2015;10(1):10. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25910867/>
31. Cheng C, Jiang Z, Sun H, Hu J, Ouyang Y. Arthroscopic treatment of unstable scaphoid fracture and nonunion with two headless compression screws and distal radius bone graft. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2023 [citado 2 de febrero de 2023];18(52):52-52. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9847075>
32. Andjelkovic SZ, Vuckovic CD, Lesic AR, Tulic GC, Milutinovic SM, Palibrk TD, et al. Fractures of the scaphoid, diagnosis and management--a review. *Acta Chir Iugosl* [Internet]. 2013 [citado 7 de febrero de 2023];60(2):99-102. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-24298746>
33. Giugale JM, Leigey D, Berkow K, Bear DM, Baratz ME. The Palpable Scaphoid Surface Area in Various Wrist Positions. *J Hand Surg Am* [Internet]. 2015 [citado 7 de febrero de 2023];40(10):2039-44. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016/j.jhsa.2015.06.121>
34. Grewal R, Lutz K, MacDermid JC, Suh N. Proximal Pole Scaphoid Fractures: A Computed Tomographic Assessment of Outcomes. *J Hand Surg* [Internet]. 2016 [citado 8 de febrero de 2023];41(1):54-8. Disponible en: [https://www.jhandsurg.org/article/S0363-5023\(15\)01367-2/fulltext](https://www.jhandsurg.org/article/S0363-5023(15)01367-2/fulltext)
35. Leti Acciaro A, Lana D, Fagetti A, Cherubino M, Adani R. Plate fixation in challenging traumatic carpal scaphoid lesions. *Musculoskelet Surg* [Internet]. 2022 [citado 2 de febrero de 2023];106(2):179-85. Disponible en:

<https://doi.org/10.1007/s12306-020-00689-1>

36. Zura R, Xiong Z, Einhorn T, Watson JT, Ostrum RF, Prayson MJ, et al. Epidemiology of Fracture Nonunion in 18 Human Bones. *JAMA Surg* [Internet]. 2016;151(11). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27603155/>
37. Leighton R, Watson JT, Giannoudis P, Papakostidis C, Harrison A, Steen RG. Healing of fracture nonunions treated with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS): A systematic review and meta-analysis. *Injury* [Internet]. 2017 [citado 6 de febrero de 2023];48(7):1339-47. Disponible en: [https://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383\(17\)30341-8/fulltext](https://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383(17)30341-8/fulltext)
38. Mittermayr R, Haffner N, Feichtinger X, Schaden W. The role of shockwaves in the enhancement of bone repair - from basic principles to clinical application. *Injury* [Internet]. 2021 [citado 8 de febrero de 2023];52:S84-90. Disponible en: [https://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383\(21\)00184-4/fulltext](https://www.injuryjournal.com/article/S0020-1383(21)00184-4/fulltext)
39. Phillips MR, Harrison A, Mehta S, Nolte PA, Bhandari M, Zura R. A scoping review of operative and non-invasive management in the treatment of non-unions. *Injury* [Internet]. 2022 [citado 19 de mayo de 2023];53(12):3872-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020138322006805>
40. Nicholson JA, Tsang STJ, MacGillivray TJ, Perks F, Simpson AHRW. What is the role of ultrasound in fracture management? *Bone Jt Res* [Internet]. 2019 [citado 6 de febrero de 2023];8(7):304-12. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6691369/>
41. Padilla F, Puts R, Vico L, Raum K. Stimulation of bone repair with ultrasound: a review of the possible mechanic effects. *Ultrasonics* [Internet]. 2014;54(5):1125-45. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26486349/>
42. Knobloch K. Novel extracorporeal magnetotransduction therapy with Magnetolith and high-energy focused electromagnetic extracorporeal shockwave therapy as bone stimulation therapy for scaphoid nonunion: A case report. *Med Case Rep Study Protoc* [Internet]. 2021 [citado 20 de mayo de 2023];2(1). Disponible en:

<https://journals.lww.com/10.1097/MD9.0000000000000028>

43. Bawale R, Segmeister M, Sinha S, Shariff S, Singh B. Experience of an isolated use of low-intensity pulsed ultrasound therapy on fracture healing in established non-unions: a prospective case series. *J Ultrasound* [Internet]. 2020 [citado 6 de febrero de 2023];24(3):249-52. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8363719/>
44. Cheng JH, Wang CJ. Biological mechanism of shockwave in bone. *Int J Surg Lond Engl* [Internet]. 2015;24:143-6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26118613/>
45. Arand M. [Physical treatment options with impact on bone healing]. *Unfallchirurg* [Internet]. 2019;122(7):526-33. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31201491/>
46. Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. *J Orthop Surg* [Internet]. 2012[citado 6 de febrero de 2023];7:11. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3342893/>
47. Schaden W, Fischer A, Sailler A. Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. *Clin Orthop* [Internet]. 2001;(387):90-4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11400900/>
48. Schaden W, Mittermayr R, Haffner N, Smolen D, Gerdesmeyer L, Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) — First choice treatment of fracture non-unions? *Int J Surg* [Internet]. 2015 [citado 6 de febrero de 2023];24:179-83. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743919115012674>
49. Tamma R, dell'Endice S, Notarnicola A, Moretti L, Patella S, Patella V, et al. Extracorporeal shock waves stimulate osteoblast activities. *Ultrasound Med Biol* [Internet]. 2009;35(12):2093-100. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301562909002580>

50. Schaden W, Mittermayr R, Haffner N, Smolen D, Gerdesmeyer L, Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT)--First choice treatment of fracture non-unions? *Int J Surg Lond Engl*. 2015;24(Pt B):179-83.
51. Hu H, Yang W, Zeng Q, Chen W, Zhu Y, Liu W, et al. Promising application of Pulsed Electromagnetic Fields (PEMFs) in musculoskeletal disorders. *Biomed Pharmacother* [Internet]. 2020 [citado 20 de mayo de 2023];131:110767. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332220309604>
52. Yuan J, Xin F, Jiang W. Underlying Signaling Pathways and Therapeutic Applications of Pulsed Electromagnetic Fields in Bone Repair. *Cell Physiol Biochem* [Internet]. 2018 [citado 20 de mayo de 2023];46(4):1581-94. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000489206>
53. Chalidis B, Sachinis N, Assiotis A, Maccauro G. Stimulation of bone formation and fracture healing with pulsed electromagnetic fields: biologic responses and clinical implications. *Int J Immunopathol Pharmacol* [Internet]. 2011;24(1 Suppl 2):17-20. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21669132/>
54. Farkash U, Bain O, Gam A, Nyska M, Sagiv P. Low-intensity pulsed ultrasound for treating delayed union scaphoid fractures: case series. *J Orthop Surg* [Internet]. 2015;10:72. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25986554/>
55. Zura R, Della Rocca GJ, Mehta S, Harrison A, Brodie C, Jones J, et al. Treatment of chronic (>1 year) fracture nonunion: heal rate in a cohort of 767 patients treated with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS). *Injury* [Internet]. 2015;46(10):2036-41. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020138315003010>
56. Seger EW, Jauregui JJ, Horton SA, Davalos G, Kuehn E, Stracher MA. Low-Intensity Pulsed Ultrasound for Nonoperative Treatment of Scaphoid Nonunions: A Meta-Analysis. *HAND* [Internet]. 2018 [citado 2 de noviembre de 2022];13(3):275- 80. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/1558944717702470>

57. Fallnhauser T, Wilhelm P, Priol A, Windhofer C. [Extracorporeal Shockwave Therapy for the treatment of scaphoid delayed union and nonunion: a retrospective analysis examining the rate of consolidation and further outcome variables]. *Handchir Mikrochir Plast Chir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Handchir Organ Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft Mikrochir Peripher Nerven Gefasse Organ V* [Internet]. 2019;51(3):164-70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31167276/>
58. Terán PG, Cayon FE, Lozada EA, Marie SL. Shock Waves in Scaphoid Pseudarthrosis: A Case Series. *J Regen Sci* [Internet]. 2022;2(1):39-42. Disponible en: http://jrsonweb.com/wp-content/uploads/2022/06/Article_Paul-SHOCK-WAVES-IN-SCAPHOID-PSEUDOARTHROSIS_JRC-9.pdf
59. Alkhashki H. Shock wave therapy of fracture nonunion. *Injury* [Internet]. 2015;46(11):2248-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26323379/>
60. Omaira Kattabei, Ph.D. A, Aber Ramadan, Ph.D. A. The Effect of the Extracorporeal Shock Wave Therapy on Scaphoid Fracture Nonunions. *Med J Cairo Univ* [Internet]. 2018 [citado 22 de mayo de 2023];86(1):1-6. Disponible en: https://mjcu.journals.ekb.eg/article_54996.html
61. Notarnicola A, Moretti L, Tafuri S, Gigliotti S, Russo S, Musci L, et al. Extracorporeal shockwaves versus surgery in the treatment of pseudoarthrosis of the carpal scaphoid. *Ultrasound Med Biol* [Internet]. 2010;36(8):1306-13. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301562910002231>
62. Everding J, Freistühler M, Stolberg-Stolberg J, Raschke MJ, Garcia P. [Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of pseudarthrosis: New experiences with an old technology]. *Unfallchirurg* [Internet]. 2017;120(11):969-78. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27638552/>
63. Kertzman P, Császár NBM, Furia JP, Schmitz C. Radial extracorporeal shock wave therapy is efficient and safe in the treatment of fracture nonunions of superficial bones: a retrospective case series. *J Orthop Surg* [Internet]. 2017;12(1):164.

Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5674749/>

64. Vulpiani MC, Vetrano M, Conforti F, Minutolo L, Trischitta D, Furia JP, et al. Effects of extracorporeal shock wave therapy on fracture nonunions. *Am J Orthop Belle Mead NJ* [Internet]. 2012;41(9):122-7. Disponible en: <https://cdn.mdedge.com/files/s3fs-public/Document/September-2017/04109E122.pdf>
65. Quadlbauer S, Pezzeri C, Beer T, Jurkowitsch J, Keuchel T, Schlintner C, et al. Treatment of scaphoid waist nonunion by one, two headless compression screws or plate with or without additional extracorporeal shockwave therapy. *Arch Orthop Trauma Surg* [Internet]. 2019;139(2):281-93. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30523445/>
66. Pretorius J, Mohamed Y, Mustafa A, Nemat N, Ellanti P, Hammad Y, et al. A Retrospective Study: Is Low-Intensity Pulsed Ultrasound (LIPUS) an Effective Alternate Treatment Option for Non-union? *Cureus* [Internet]. 2022 [citado 6 de febrero de 2023];14(9). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9578507/>
67. Carlson EJ, Save AV, Slade JF, Dodds SD. Low-intensity pulsed ultrasound treatment for scaphoid fracture nonunions in adolescents. *J Wrist Surg* [Internet]. 2015;4(2):115-20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4408126/>
68. Hannemann PFW, Göttgens KWA, van Wely BJ, Kolkman KA, Werre AJ, Poeze M, et al. The clinical and radiological outcome of pulsed electromagnetic field treatment for acute scaphoid fractures: a randomised double-blind placebo-controlled multicentre trial. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2012;94(10):1403-8. Disponible en: <https://boneandjoint.org.uk/article/10.1302/0301-620x.94b10.28844>
69. Fernandez Cuadros ME, Perez Moro OS, Albaladejo Florin MJ, Ramos Gonzalez

- C, Cabrera Rodriguez L, Algarra Lopez R. Delayed Union of Scaphoid Fracture and Effectiveness of Pulsed Electromagnetic Fields: A Case Report and Review of the Literature. Middle East J Rehabil Health [Internet]. 2018 [citado 20 de mayo de 2023];5(1). Disponible en: <https://brieflands.com/articles/mejrh-63850.html#abstract>
70. Frykman GK, Taleisnik J, Peters G, Kaufman R, Helal B, Wood VE, et al. Treatment of nonunited scaphoid fractures by pulsed electromagnetic field and cast. J Hand Surg [Internet]. 1986 [citado 19 de mayo de 2023];11(3):344-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036350238680140X>
71. Adams BD, Frykman GK, Taleisnik J. Treatment of scaphoid nonunion with casting and pulsed electromagnetic fields: A study continuation. J Hand Surg [Internet]. 1992 [citado 19 de mayo de 2023];17(5):910-4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0363502392904674>