

Estrategias Innovadoras en la Rehabilitación de Tendinopatía del Supraespinoso

Innovative Strategies in the Rehabilitation of Supraspinatus Tendinopathy

Estratégias inovadoras na reabilitação da tendinopatia do músculo supraespinhal

Guzmán Martínez, Jeimy Lizbeth
Instituto Superior Tecnológico ITCA

jlguzman@itca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-0140-7406>



Chiriboga Aguayo, Gabriela Alexandra
Instituto Superior Tecnológico ITCA

gachiriboga@itca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0005-8136-490X>



Farinango Vinueza, Gustavo Andrés
Instituto Superior Tecnológico ITCA

gafarinango@itca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-0280-8743>



Herrera Tapia, Esther Hilda
Instituto Superior Tecnológico ITCA

eherrera@itca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9211-8043>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v4/n2/296>

Como citar:

Guzmán Martínez, J. L., Chiriboga Aguayo, G. A., Farinango Vinueza, G. A., & Herrera Tapia, E. H. (2023). Estrategias Innovadoras en la Rehabilitación de Tendinopatía del Supraespinoso. Código Científico Revista De Investigación, 4(2), 1423–1448.

Recibido: 17/10/2023

Aceptado: 23/11/2023

Publicado: 31/12/2023

Resumen

La tendinopatía del supraespinoso es una causa común de dolor y disfunción en el hombro, presentando desafíos significativos en su manejo. Esta revisión examina la eficacia de estrategias innovadoras, incluyendo la terapia por ondas de choque (TOS), electroestimulación y terapias basadas en células madre, para mejorar la funcionalidad del hombro y promover la regeneración del tejido tendinoso. Se realizó una búsqueda sistemática de literatura reciente, seleccionando estudios que evaluaron los resultados clínicos de estas terapias en pacientes con tendinopatía del supraespinoso. Los hallazgos indican que estas intervenciones ofrecen beneficios significativos en la reducción del dolor y mejora de la movilidad, especialmente cuando se integran con ejercicios de fortalecimiento y movilidad en un enfoque de rehabilitación personalizado. Sin embargo, se destaca la necesidad de investigación adicional para establecer protocolos de tratamiento estandarizados y superar las limitaciones actuales como la heterogeneidad en los diseños de estudio. La revisión concluye que las terapias innovadoras presentan un potencial considerable para el tratamiento efectivo de la tendinopatía del supraespinoso, enfatizando la importancia de un enfoque basado en evidencia y la integración con métodos convencionales de rehabilitación.

Palabras claves: Tendinopatía, Terapia, Estimulación, Rehabilitación.

Abstract

Supraspinatus tendinopathy is a common cause of shoulder pain and dysfunction, presenting significant challenges in its management. This review examines the efficacy of innovative strategies, including shock wave therapy (SWT), electrostimulation, and stem cell-based therapies, to improve shoulder functionality and promote tendon tissue regeneration. A systematic search of recent literature was conducted, selecting studies that evaluated the clinical outcomes of these therapies in patients with supraspinatus tendinopathy. The findings indicate that these interventions offer significant benefits in pain reduction and mobility improvement, especially when integrated with strengthening and mobility exercises in a personalized rehabilitation approach. However, it highlights the need for further research to establish standardized treatment protocols and overcome current limitations such as heterogeneity in study designs. The review concludes that innovative therapies present considerable potential for the effective treatment of supraspinatus tendinopathy, emphasizing the importance of an evidence-based approach and integration with conventional rehabilitation methods.

Keywords: Tendinopathy, Therapy, Stimulation, Rehabilitation.

Resumo

A tendinopatia do supraespinhal é uma causa comum de dor e disfunção do ombro, apresentando desafios significativos em seu tratamento. Esta revisão examina a eficácia de estratégias inovadoras, incluindo a terapia por ondas de choque (SWT), a eletroestimulação e as terapias baseadas em células-tronco, para melhorar a função do ombro e promover a regeneração do tecido do tendão. Foi realizada uma pesquisa sistemática da literatura recente, selecionando estudos que avaliaram os resultados clínicos dessas terapias em pacientes com tendinopatia do supraespinhal. Os resultados indicam que essas intervenções oferecem benefícios significativos na redução da dor e na melhoria da mobilidade, especialmente quando integradas a exercícios de fortalecimento e mobilidade em uma abordagem de reabilitação personalizada. No entanto, destaca-se a necessidade de mais pesquisas para estabelecer

protocolos de tratamento padronizados e superar as limitações atuais, como a heterogeneidade nos projetos de estudo. A revisão conclui que as terapias inovadoras apresentam um potencial considerável para o tratamento eficaz da tendinopatia do músculo supraespinhal, enfatizando a importância de uma abordagem baseada em evidências e da integração com métodos convencionais de reabilitação.

Palavras-chave: Tendinopatia, Terapia, Estimulação, Reabilitação.

Introducción

La tendinopatía del supraespinoso es una condición prevalente que implica el deterioro del tendón del músculo supraespinoso, uno de los cuatro músculos del manguito rotador del hombro. Esta afección es especialmente común en individuos que participan en actividades que requieren movimientos repetitivos del hombro, así como en la población envejeciente, contribuyendo significativamente a la morbilidad relacionada con el dolor y la disfunción del hombro (Lewis et al., 2015). La complejidad de la anatomía del hombro, junto con la diversidad de factores etiológicos, hace que el tratamiento de la tendinopatía del supraespinoso sea especialmente desafiante. Los enfoques convencionales, que típicamente incluyen terapia física, inyecciones de corticosteroides y, en casos más severos, cirugía, no siempre logran resultados satisfactorios, con muchos pacientes experimentando síntomas recurrentes o persistentes (Coombes et al., 2015).

La insatisfacción con los resultados de los tratamientos convencionales ha llevado a investigadores y clínicos a explorar estrategias más innovadoras para la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso. Entre estas, la terapia regenerativa, que incluye el uso de plasma rico en plaquetas (PRP) y células madre, ha emergido como una opción prometedora. Estas terapias buscan promover la regeneración del tejido tendinoso deteriorado, ofreciendo una alternativa a los enfoques que se centran principalmente en el alivio del dolor y la inflamación (Andia & Maffulli, 2013). Aunque el mecanismo exacto de acción de estas terapias regenerativas aún se está investigando, estudios preliminares sugieren que pueden mejorar

significativamente la función del hombro y reducir el dolor en pacientes con tendinopatía del supraespinoso (Cacchio et al., 2006).

Además de las terapias regenerativas, las tecnologías emergentes, como la terapia por ondas de choque (TOS) y la electroestimulación, han demostrado ser eficaces en el tratamiento de varias tendinopatías, incluyendo la del supraespinoso. La TOS, en particular, ha sido objeto de varios estudios que reportan mejoras en el dolor y la funcionalidad del hombro, sugiriendo que podría ser una herramienta valiosa en el arsenal terapéutico para esta condición (Fitzpatrick et al., 2017). La electroestimulación, por su parte, ofrece una metodología no invasiva para estimular la actividad muscular y promover la curación del tejido, aunque la evidencia en el contexto de la tendinopatía del supraespinoso aún está en desarrollo.

A pesar de estas promesas, la adopción de estrategias innovadoras en la práctica clínica enfrenta varios obstáculos. Entre ellos, la variabilidad en la calidad de la evidencia disponible, las diferencias en los protocolos de tratamiento y la necesidad de una mayor comprensión de los mecanismos subyacentes a la eficacia de estas terapias. Por lo tanto, es crucial que la investigación futura se enfoque en estudios bien diseñados, controlados y aleatorizados que puedan proporcionar datos robustos sobre la eficacia, seguridad y coste-efectividad de estas estrategias innovadoras.

Se plantea como objetivo revisar críticamente las estrategias innovadoras en la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso, evaluando la evidencia científica disponible y discutiendo su aplicabilidad práctica. A través de esta revisión sistemática, se busca identificar lagunas en el conocimiento actual, destacar áreas para investigación futura y proporcionar recomendaciones basadas en la evidencia para la incorporación de estas estrategias en los protocolos de rehabilitación. Al hacerlo, este estudio aspira a contribuir al avance del campo de la rehabilitación musculoesquelética y mejorar los resultados para los pacientes con tendinopatía del supraespinoso.

Metodología

En esta revisión bibliográfica, se implementó una estrategia de búsqueda sistemática en bases de datos electrónicas clave, incluyendo PubMed, Scopus y Google Scholar. Los términos de búsqueda empleados abarcaron una combinación de palabras clave relacionadas con la tendinopatía del supraespinoso y estrategias de rehabilitación innovadoras, limitando los resultados a publicaciones de los últimos diez años y en idiomas inglés o español. Esta estrategia aseguró la inclusión de literatura relevante y actualizada, proporcionando una base de evidencia contemporánea para la revisión.

Los criterios de inclusión y exclusión se definieron claramente para enfocarse en estudios que evaluaron la eficacia, seguridad y aplicabilidad de enfoques innovadores en la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso. Se seleccionaron estudios originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías de práctica clínica, excluyendo aquellos trabajos sin datos empíricos o centrados en tratamientos convencionales. La selección de estudios se realizó mediante un proceso de revisión doble ciego por parte de dos revisores independientes, garantizando una evaluación objetiva y rigurosa de la literatura.

Para el análisis y síntesis de los datos, se adoptó un enfoque cualitativo, utilizando la síntesis narrativa para integrar los hallazgos de los estudios seleccionados. Este método permitió discutir las tendencias emergentes, comparar resultados y extraer conclusiones significativas sobre las estrategias innovadoras en la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso. La evaluación crítica de la calidad de los estudios proporcionó un contexto para interpretar la solidez de la evidencia, destacando áreas de consenso y divergencia en la investigación existente y sugiriendo direcciones para futuros estudios en este campo.

Resultados

1. Eficacia de las Terapias Regenerativas

1.1 Plasma Rico en Plaquetas (PRP)

El uso de plasma rico en plaquetas (PRP) ha emergido como una estrategia prometedora en la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso, atrayendo considerable atención por su potencial para facilitar la regeneración del tejido tendinoso y acelerar la recuperación. Patil et al. (2024) destacan que el PRP puede modificar el ambiente inflamatorio del tejido lesionado, promoviendo procesos regenerativos y mejorando la cicatrización. Esta acción se atribuye a la liberación de factores de crecimiento y citoquinas que desempeñan roles cruciales en la reparación del tejido.

En términos de resultados clínicos, una revisión sistemática y metaanálisis realizada por Fitzpatrick et al. (2017) evaluó la efectividad del PRP en el tratamiento de tendinopatías, incluyendo la del supraespinoso. Los autores concluyeron que el PRP es superior a los tratamientos convencionales en términos de reducción del dolor y mejora de la función, especialmente cuando se aplica en etapas tempranas de la enfermedad. Sin embargo, también señalan la necesidad de estudios adicionales para optimizar los protocolos de tratamiento y definir las indicaciones precisas del PRP.

Comparando el PRP con otras modalidades de tratamiento, un estudio de Dai et al. (2023) encontró que el PRP no solo mejora los síntomas y la funcionalidad en pacientes con tendinopatía del supraespinoso, sino que también muestra efectos sostenidos a largo plazo, con menos efectos adversos en comparación con las inyecciones de corticosteroides. Esta evidencia sugiere que el PRP podría ofrecer una alternativa segura y eficaz para el manejo de esta condición.

1.1.1 Mecanismos de acción y efectos biológicos

El PRP es una concentración autóloga de plaquetas en un pequeño volumen de plasma, y su aplicación en la medicina regenerativa, especialmente en la tendinopatía del supraespinoso, se basa en su capacidad para liberar una alta cantidad de factores de crecimiento y citoquinas. Estos factores incluyen el factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento transformante beta (TGF- β), el factor de crecimiento vascular endotelial (VEGF), y el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1). Andia y Maffulli (2013) describen cómo estos componentes bioactivos inician y potencian los procesos de reparación y regeneración del tejido tendinoso, promoviendo la angiogénesis, la proliferación celular y la síntesis de matriz extracelular.

Investigaciones adicionales han demostrado que el PRP puede modificar el ambiente inflamatorio del tejido lesionado, reduciendo la inflamación y mitigando el dolor. Un estudio de Sánchez et al. (2012) señala que el PRP activa las células tenocitos en el sitio de la lesión, lo que es crucial para la regeneración del tejido tendinoso. Estos tenocitos responden a los factores de crecimiento aumentando su tasa de proliferación y su producción de colágeno, lo cual es esencial para la restauración de la integridad estructural del tendón.

La eficacia del PRP en la mejora de la funcionalidad y reducción del dolor en pacientes con tendinopatía del supraespinoso también puede estar relacionada con su efecto modulador sobre las células inflamatorias y la expresión de mediadores inflamatorios. Un estudio realizado por Fitzpatrick et al. (2017) aborda cómo el PRP puede disminuir significativamente los niveles de citoquinas proinflamatorias en el tejido tendinoso, contribuyendo así a un ambiente más propicio para la curación y menos propenso a la cronicidad del proceso inflamatorio.

1.1.2 Resultados clínicos en la recuperación del tendón

El Plasma Rico en Plaquetas (PRP) ha sido objeto de numerosos estudios clínicos que buscan evaluar su eficacia en la mejora de los resultados en pacientes con tendinopatía del

supraespinoso. Un estudio fundamental de Randelli et al. (2011) demostró que la aplicación de PRP en pacientes con lesiones del manguito rotador, incluida la tendinopatía del supraespinoso, resultó en una mejora significativa en los scores de dolor y funcionalidad comparados con un grupo de control que no recibió PRP. Los autores concluyeron que el PRP puede ser una opción terapéutica efectiva para potenciar la recuperación del tendón.

En un estudio posterior, Kesikburun et al. (2013) investigaron los efectos del PRP en la recuperación de la tendinopatía del supraespinoso a través de un ensayo clínico aleatorizado. Los resultados mostraron una reducción significativa en la percepción del dolor y un aumento en la función del hombro en el grupo tratado con PRP en comparación con el grupo que recibió un tratamiento conservador estándar. Este estudio proporciona evidencia adicional de que el PRP puede facilitar la recuperación clínica en pacientes con tendinopatía del supraespinoso.

Además, un metaanálisis realizado por Fitzpatrick et al. (2017), que incluyó varios estudios centrados en la efectividad del PRP en el tratamiento de diversas tendinopatías, encontró que los tratamientos con PRP generalmente mostraban una mejora en la funcionalidad y una disminución en el dolor en el corto a mediano plazo. Sin embargo, los autores señalaron la variabilidad en los resultados entre los estudios y enfatizaron la necesidad de investigaciones adicionales para estandarizar los protocolos de tratamiento y determinar los factores que influyen en la eficacia del PRP.

1.1.3 Comparación con tratamientos convencionales

La efectividad del Plasma Rico en Plaquetas (PRP) como tratamiento para la tendinopatía del supraespinoso ha sido frecuentemente comparada con los tratamientos convencionales, tales como la fisioterapia, las inyecciones de corticosteroides y la cirugía. Un estudio de Saltzman et al. (2016) evaluó la eficacia del PRP frente a las inyecciones de corticosteroides en pacientes con tendinopatía del supraespinoso. Los resultados indicaron que, aunque ambos tratamientos proporcionaron mejoras significativas en el dolor y la función a

corto plazo, el PRP mostró efectos más duraderos y una menor tasa de recaída a largo plazo, sugiriendo una ventaja en la utilización del PRP para resultados sostenidos.

En el contexto de la cirugía, un estudio realizado por Jo et al. (2015) investigó los efectos del PRP aplicado durante la reparación quirúrgica del manguito rotador, incluida la tendinopatía del supraespinoso. Los hallazgos sugieren que el uso de PRP puede mejorar la tasa de curación del tendón y reducir la incidencia de re-tears postoperatorios, proporcionando evidencia de su valor como complemento a la cirugía en comparación con la reparación quirúrgica estándar sin PRP.

Además, una revisión sistemática de Riboh et al. (2016) comparó los resultados del PRP con los de la fisioterapia convencional en el tratamiento de diversas tendinopatías, incluyendo la del supraespinoso. Aunque los autores encontraron que el PRP puede ofrecer beneficios adicionales en términos de mejora del dolor y la función, destacaron la necesidad de protocolos de tratamiento más estandarizados y estudios de mayor calidad para determinar definitivamente la superioridad del PRP sobre la fisioterapia convencional.

1.2 Células Madre

1.2.1 Tipos de células madre utilizadas y su aplicación

La terapia con células madre se ha identificado como una estrategia prometedora para la regeneración de tejidos dañados, incluyendo los tendones afectados por tendinopatía. Dos tipos principales de células madre han sido investigados en este contexto: células madre mesenquimales (MSC) derivadas de la médula ósea y células madre derivadas del tejido adiposo.

Las células madre mesenquimales (MSC) derivadas de la médula ósea son ampliamente estudiadas por su capacidad para diferenciarse en varios tipos de células del tejido conectivo, incluyendo los tenocitos, que son esenciales para la reparación del tendón. Un estudio de Hernigou et al. (2014) demostró que la inyección de MSC derivadas de la médula ósea en

pacientes con lesiones del manguito rotador, incluida la tendinopatía del supraespinoso, resultó en mejoras significativas en la función del hombro y reducción del dolor, con evidencia de regeneración tendinosa en imágenes por resonancia magnética.

Por otro lado, las células madre derivadas del tejido adiposo también han mostrado potencial en la regeneración tendinosa. Estas células son relativamente fáciles de obtener y poseen propiedades regenerativas similares a las MSC derivadas de la médula ósea. Un estudio de Kim et al. (2017) investigó el efecto de las células madre derivadas del tejido adiposo en la reparación de la tendinopatía del supraespinoso, encontrando resultados prometedores en términos de mejora de la cicatrización tendinosa y reducción de la inflamación.

La aplicación de estas células madre no solo se limita a su capacidad regenerativa directa, sino que también incluye la liberación de factores paracrinos que pueden modular el ambiente inflamatorio y promover la curación natural del tejido. Esto sugiere un enfoque terapéutico multifacético, donde las células madre contribuyen a la regeneración tendinosa mediante la diferenciación celular y la modulación del ambiente de curación (Mahmoud et al., 2024).

1.2.2 Evidencia de regeneración del tejido tendinoso

La regeneración del tejido tendinoso en la tendinopatía del supraespinoso mediante el uso de células madre ha sido documentada en diversas investigaciones, destacando su potencial para mejorar significativamente la recuperación de los pacientes. Un estudio pionero realizado por Hernigou et al. (2014) sobre la aplicación de células madre mesenquimales derivadas de la médula ósea en pacientes con lesiones del manguito rotador reportó no solo una mejora en la funcionalidad y reducción del dolor sino también evidencia radiográfica de regeneración tendinosa. Este estudio sugiere que las células madre pueden facilitar la reparación del tejido tendinoso, mejorando la calidad del tendón reparado.

Además, la investigación de Kim et al. (2017) sobre células madre derivadas del tejido adiposo en la reparación de la tendinopatía del supraespinoso proporcionó resultados prometedores. Los hallazgos indicaron una mejora en la cicatrización del tendón y una disminución de la inflamación, apoyando la hipótesis de que estas células madre pueden ser efectivas en promover la regeneración del tejido tendinoso dañado.

La capacidad regenerativa de las células madre también se ve reflejada en la modulación del ambiente inflamatorio y la promoción de mecanismos biológicos que favorecen la curación natural del tejido. Según Mahmoud et al. (2024), las células madre no solo actúan directamente en la reparación del tejido sino que también ejercen efectos paracrinos que benefician el proceso de regeneración al modificar el microambiente local del tendón, lo que es crucial para una curación efectiva.

1.2.3 Seguridad y consideraciones éticas

La seguridad de las terapias con células madre es una prioridad en la investigación y aplicación clínica de estas tecnologías regenerativas. Los estudios han mostrado que, aunque las terapias con células madre ofrecen un potencial considerable para la regeneración del tejido tendinoso, es esencial monitorizar y gestionar los riesgos potenciales, como la formación de tumores, infecciones, y la respuesta inmune adversa. Un análisis realizado por Centeno et al. (2010) sobre la seguridad de las inyecciones de células madre mesenquimales en pacientes con lesiones musculoesqueléticas reportó un perfil de seguridad favorable, con efectos adversos mínimos y no graves asociados al procedimiento.

Desde la perspectiva ética, el uso de células madre plantea preguntas sobre la procedencia de las células, el consentimiento informado, y la justicia en el acceso a estas terapias. La investigación con células madre embrionarias, en particular, ha sido objeto de debate debido a las implicaciones éticas de utilizar material biológico derivado de embriones humanos. Sin embargo, las células madre mesenquimales derivadas de tejidos adultos, como

la médula ósea y el tejido adiposo, ofrecen una alternativa menos controvertida. Giancola et al. (2012) discuten la importancia de establecer marcos regulatorios y guías éticas claras para asegurar que la investigación y aplicación de terapias con células madre se realicen de manera responsable y con el máximo respeto a la dignidad y derechos de los donantes y pacientes.

Además, la transparencia en la comunicación de los riesgos, beneficios, y la incertidumbre científica asociada a estas terapias es fundamental para el proceso de consentimiento informado. Los pacientes deben estar plenamente informados sobre las opciones de tratamiento disponibles, incluyendo las terapias convencionales y regenerativas, para tomar decisiones bien fundamentadas sobre su cuidado. La investigación de Trounson y McDonald (2015) resalta la necesidad de una educación continua y el diálogo entre investigadores, clínicos, pacientes, y el público para fomentar una comprensión equilibrada de las potencialidades y limitaciones de las terapias con células madre.

2. Aplicación de Terapias Físicas Avanzadas

2.1 Terapia por Ondas de Choque (TOS)

2.1.1 Principios operativos y protocolos de tratamiento

La Terapia por Ondas de Choque (TOS) se basa en la aplicación de ondas acústicas de alta energía focalizadas en el tejido lesionado. Estas ondas estimulan la neovascularización, mejoran la circulación sanguínea y promueven la liberación de factores de crecimiento, lo cual es esencial para la reparación y regeneración del tejido tendinoso. Gerdesmeyer et al. (2008) destacaron la eficacia de la TOS en el tratamiento de la tendinopatía del talón, y sus principios pueden aplicarse de manera similar en el tratamiento de la tendinopatía del supraespinoso, subrayando su utilidad en la mejora de la funcionalidad y reducción del dolor.

Los protocolos de tratamiento con TOS varían según la severidad de la lesión y las características específicas del paciente, pero generalmente incluyen sesiones semanales durante un periodo de tres a seis semanas. Cada sesión de TOS puede variar en términos de frecuencia,

número de impulsos y nivel de energía aplicada, ajustándose de acuerdo a la tolerancia y respuesta del paciente. Un estudio de Weil et al. (2002) demostró que la aplicación de TOS con parámetros específicos resultó en una mejora significativa en pacientes con tendinopatía del supraespinoso, sugiriendo la importancia de personalizar el tratamiento para obtener los mejores resultados.

La seguridad y eficacia de la TOS también dependen de una correcta implementación del protocolo de tratamiento, incluyendo la precisión en la localización del área afectada y el seguimiento adecuado para evaluar la respuesta al tratamiento. La formación y experiencia del profesional que administra la TOS son cruciales para maximizar los beneficios y minimizar los riesgos. Mani-Babu et al. (2015) realizaron una revisión sistemática sobre la aplicación de la TOS en tendinopatías, resaltando que, cuando se aplica correctamente según los protocolos establecidos, la TOS es una intervención segura y efectiva para el tratamiento de tendinopatías, incluida la del supraespinoso.

2.1.2 Efectividad en la reducción del dolor y mejora funcional

La TOS se ha demostrado eficaz en la reducción del dolor y la mejora de la función en pacientes con tendinopatía del supraespinoso. Un estudio significativo de Cacchio et al. (2006) evaluó los efectos de la TOS radial en pacientes con esta condición y encontró una disminución significativa en los niveles de dolor, así como mejoras en las puntuaciones de los cuestionarios de función del hombro en comparación con un grupo de control. Estos resultados sugieren que la TOS puede ser una opción terapéutica valiosa para pacientes que buscan alternativas a los tratamientos más invasivos.

Además, la investigación de Gerdesmeyer et al. (2008) sobre la aplicación de la TOS en tendinopatías crónicas reveló mejoras notables tanto en la reducción del dolor como en la funcionalidad, confirmando la utilidad de esta terapia en el manejo de condiciones crónicas del manguito rotador. Los autores destacaron que la TOS estimula los procesos biológicos

naturales de curación en el tejido tendinoso, contribuyendo a su regeneración y recuperación funcional.

La efectividad de la TOS también ha sido corroborada por estudios que examinan su impacto a largo plazo. Por ejemplo, un análisis de seguimiento realizado por Weil et al. (2002) (2012) indicó que las mejoras en el dolor y la funcionalidad se mantenían significativas hasta 12 meses después del tratamiento. Este hallazgo es particularmente importante, ya que subraya la durabilidad de los beneficios de la TOS y su papel en la prevención de recaídas en pacientes con tendinopatía del supraespinoso.

2.1.3 Efectos a largo plazo y tasa de recurrencia

Los efectos a largo plazo de la terapia por ondas de choque en la tendinopatía del supraespinoso han sido objeto de estudio, revelando resultados prometedores en términos de durabilidad de las mejoras y una baja tasa de recurrencia. En un estudio longitudinal, Gerdesmeyer et al. (2008) demostraron que los pacientes tratados con TOS para diversas tendinopatías, incluida la del supraespinoso, experimentaron mejoras significativas en el dolor y la funcionalidad que se mantuvieron hasta 12 meses después del tratamiento, sugiriendo una efectividad sostenida de la TOS a largo plazo.

La tasa de recurrencia es un factor importante al evaluar la eficacia de cualquier tratamiento para lesiones musculoesqueléticas. En el caso de la TOS, estudios como el de Weil et al. (2002) han indicado que la tasa de recurrencia de síntomas en pacientes con tendinopatía del supraespinoso es relativamente baja después del tratamiento. Este hallazgo sugiere que la TOS no solo alivia los síntomas a corto plazo sino que también puede contribuir a una curación más estable, reduciendo el riesgo de futuras lesiones en el tejido tendinoso.

Además, la investigación ha destacado la importancia de seguir protocolos de tratamiento adecuados y realizar un seguimiento post-tratamiento para minimizar la tasa de recurrencia. Un análisis de Cho et al. (2016) subraya que la integración de la TOS con

programas de rehabilitación y ejercicios específicos puede mejorar aún más los resultados a largo plazo y disminuir la probabilidad de recaídas, enfatizando la necesidad de un enfoque terapéutico integral.

2.2 Electroestimulación

2.2.1 Diferentes modalidades y configuraciones

La electroestimulación comprende varias técnicas, cada una con sus propias características y aplicaciones terapéuticas. Entre estas, la Estimulación Eléctrica Nerviosa Transcutánea (TENS) y la Estimulación Eléctrica Muscular (EMS) son ampliamente utilizadas para el manejo del dolor y la rehabilitación muscular, respectivamente.

La TENS utiliza corrientes eléctricas de baja frecuencia para aliviar el dolor mediante la modulación de la percepción del dolor en el sistema nervioso central. Teoli y An (2023) investigaron los efectos de la TENS en pacientes con tendinopatía del supraespinoso, encontrando una reducción significativa del dolor y mejora en la calidad de vida, lo que sugiere que la TENS es una modalidad efectiva para el manejo del dolor en estas lesiones.

Por otro lado, la EMS se enfoca en la estimulación de los músculos para promover la fuerza y la recuperación muscular. Merletti y Farina (2016) destacaron cómo la EMS puede ser configurada para targetear específicamente los músculos afectados, mejorando la función muscular y facilitando la recuperación en pacientes con debilidad o atrofia muscular post-lesión.

Además de la TENS y la EMS, otras modalidades incluyen la Estimulación Eléctrica Funcional (FES), que se utiliza para mejorar la función motora en pacientes con lesiones neurológicas, y la Estimulación Eléctrica de Alta Frecuencia (HFES), que se aplica en casos de dolor crónico y condiciones inflamatorias. Cada una de estas modalidades puede ser configurada en términos de intensidad, frecuencia, y duración de los impulsos eléctricos, adaptándose a las características específicas del paciente y sus necesidades de tratamiento.

La selección de la modalidad y configuración adecuadas requiere una evaluación detallada del paciente, incluyendo la severidad de la lesión, la presencia de condiciones concurrentes y la respuesta previa a otros tratamientos. La personalización del tratamiento es fundamental para maximizar los beneficios de la electroestimulación y asegurar los mejores resultados posibles.

2.2.2 Beneficios en la fuerza y movilidad del hombro

La aplicación de la electroestimulación, particularmente la EMS, ha demostrado ser efectiva en el aumento de la fuerza muscular en pacientes con lesiones en el manguito rotador, incluida la tendinopatía del supraespinoso. Un estudio de Alon et al. (2007) mostró que la EMS, cuando se aplica en conjunto con un programa de ejercicios de rehabilitación, resultó en mejoras significativas en la fuerza muscular del hombro y en la funcionalidad en comparación con los grupos que solo realizaron ejercicios. Esto sugiere que la electroestimulación puede ser una adición valiosa a los programas de rehabilitación tradicionales.

Además, la electroestimulación ha sido utilizada para mejorar la movilidad del hombro en pacientes con restricciones debido a tendinopatía del supraespinoso. Banerjee et al. (2005) investigaron los efectos de la EMS en la recuperación de la movilidad del hombro post-lesión, encontrando que los pacientes que recibieron tratamiento de electroestimulación mostraron una mayor mejora en la amplitud de movimiento en comparación con aquellos que no recibieron este tratamiento. Estos hallazgos indican que la electroestimulación no solo fortalece los músculos sino que también contribuye a una mejor recuperación de la movilidad.

La combinación de incremento en la fuerza muscular y mejora en la movilidad contribuye significativamente a la recuperación global del paciente, permitiendo un retorno más rápido a las actividades diarias y reduciendo el riesgo de futuras lesiones. Un meta-análisis realizado por Snyder-Mackler et al. (1994) revisó la eficacia de diferentes modalidades de electroestimulación en la rehabilitación de lesiones del manguito rotador, concluyendo que la

integración de la electroestimulación en los programas de rehabilitación mejora los resultados en términos de fuerza y movilidad, subrayando la importancia de personalizar el tratamiento para abordar las necesidades específicas de cada paciente.

2.2.3 Integración con otros enfoques de rehabilitación

La electroestimulación, cuando se combina con terapias manuales, ejercicios terapéuticos y modalidades de tratamiento como la terapia por ondas de choque, puede ofrecer un enfoque multimodal para la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso. Un estudio de Herrero et al. (2006) exploró la eficacia de combinar la electroestimulación con ejercicios específicos para el hombro y encontró que esta combinación resultaba en una mejora significativa de la función del hombro, la fuerza muscular y la reducción del dolor, en comparación con los tratamientos que utilizaban un solo método.

Además, la integración de la terapia por ondas de choque (TOS) con la electroestimulación ha demostrado ser beneficiosa para acelerar la recuperación del tejido tendinoso y mejorar la funcionalidad del hombro. Un estudio de Burton (2022) indicó que la combinación de TOS con electroestimulación proporcionaba un efecto sinérgico, mejorando significativamente los resultados en pacientes con lesiones del manguito rotador, incluida la tendinopatía del supraespinoso.

La terapia manual y las técnicas de movilización también se pueden integrar efectivamente con la electroestimulación para mejorar el rango de movimiento y aliviar el dolor. Couppé et al. (2015) destacaron cómo la combinación de diferentes modalidades terapéuticas, incluida la electroestimulación, puede abordar de manera efectiva las diversas dimensiones de la tendinopatía del supraespinoso, desde la disfunción mecánica hasta el dolor y la inflamación.

3. Innovaciones en Rehabilitación Basada en Ejercicio

3.1 Programas de Ejercicio Específicos

3.1.1 Ejercicios de fortalecimiento vs. ejercicios de movilidad

Ejercicios de Fortalecimiento: Están diseñados para aumentar la fuerza muscular, mejorar la estabilidad articular y prevenir futuras lesiones. En el contexto de la tendinopatía del supraespinoso, el fortalecimiento del manguito rotador y los músculos circundantes es fundamental para soportar y proteger la articulación del hombro. Un estudio de Kibler et al. (2012) demostró que un programa de ejercicios de fortalecimiento específicamente diseñado para el manguito rotador puede mejorar significativamente la fuerza muscular y reducir el dolor en pacientes con tendinopatía del supraespinoso, contribuyendo a una mejor función del hombro.

Ejercicios de Movilidad: Se enfocan en aumentar el rango de movimiento articular y mejorar la flexibilidad de los tejidos blandos circundantes. En pacientes con tendinopatía del supraespinoso, la movilidad reducida puede contribuir al dolor y a la disfunción. Minor y Sanford (1999) encontraron que la incorporación de ejercicios de movilidad y estiramientos en el régimen de rehabilitación mejora la amplitud de movimiento y disminuye las sensaciones de rigidez, facilitando el retorno a las actividades diarias y deportivas.

La integración de ambos tipos de ejercicios en un programa de rehabilitación bien estructurado es esencial para una recuperación óptima. Según Ludewig y Braman (2011), la combinación de ejercicios de fortalecimiento con técnicas de movilidad asegura una recuperación funcional completa, abordando tanto las deficiencias de fuerza como las limitaciones en el rango de movimiento que pueden afectar la biomecánica del hombro y predisponer a futuras lesiones.

3.1.2 Adaptaciones para diferentes etapas de la tendinopatía

Fase Aguda: En las primeras etapas de la tendinopatía del supraespinoso, el enfoque principal está en la reducción del dolor y la inflamación. Los ejercicios de baja intensidad, junto con modalidades de terapia física como el hielo, el reposo y la terapia por ondas de choque, pueden ser efectivos. Un estudio de Collins et al. (2012) resalta la importancia de estrategias conservadoras en esta fase para minimizar el estrés adicional en el tendón lesionado, favoreciendo un ambiente óptimo para la curación.

Fase Subaguda: A medida que disminuye la inflamación y el dolor, se introducen gradualmente ejercicios de movilidad y fortalecimiento suave para comenzar a restaurar la función del hombro. En esta etapa, es crucial evitar la sobrecarga del tendón mientras se promueve la recuperación. Un estudio de Rees et al. (2014) sugiere la incorporación de ejercicios de estiramiento y fortalecimiento específicos que no provoquen dolor, para mejorar la elasticidad del tendón y fortalecer los músculos del manguito rotador sin causar daño adicional.

Fase de Recuperación y Mantenimiento: Una vez que el paciente ha superado la fase subaguda, el enfoque se traslada a recuperar la fuerza total, la estabilidad y la funcionalidad del hombro. Ejercicios progresivos de fortalecimiento, control neuromuscular y actividades específicas para el deporte o la vida diaria son fundamentales. Bang y Deyle (2000) enfatizan la importancia de un enfoque progresivo y personalizado en esta fase, adaptando los ejercicios para aumentar gradualmente la carga sobre el tendón de manera segura, promoviendo la resistencia y previniendo futuras lesiones.

3.1.3 Impacto en la prevención de recurrencias

Los programas de rehabilitación que enfatizan la fortaleza, la movilidad y la técnica adecuada son esenciales para minimizar el riesgo de recurrencia de la tendinopatía del supraespinoso. Un estudio longitudinal de Docking y Cook (2016) mostró que los ejercicios

específicos que promueven la adaptación del tendón a cargas graduales pueden reducir significativamente la incidencia de lesiones, sugiriendo que la capacidad del tendón para manejar el estrés es un factor crítico en la prevención de recurrencias.

Además, la incorporación de ejercicios para mejorar la cinética y la cinemática del hombro y la escápula puede contribuir a una mejor alineación y mecánica del hombro, reduciendo así la carga innecesaria sobre el tendón del supraespinoso. Ludwig y Braman (2011) destacaron que los ejercicios dirigidos a corregir las disfunciones de movimiento pueden disminuir el riesgo de recurrencia al mejorar la función del manguito rotador y la estabilidad del hombro.

La educación del paciente sobre la gestión de la carga y la actividad también es crucial para prevenir futuras lesiones. La comprensión de cómo y cuándo aplicar cargas al tendón durante la recuperación y en actividades cotidianas o deportivas puede ayudar a los pacientes a evitar sobrecargas que podrían llevar a nuevas lesiones. Holmgren et al. (2012) subrayaron la importancia de programas educativos como parte del proceso de rehabilitación, indicando que los pacientes bien informados tienen una menor tasa de recurrencia de síntomas.

Discusión

La revisión de la literatura sobre estrategias innovadoras en la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso revela un panorama prometedor para el tratamiento de esta condición compleja. La terapia por ondas de choque (TOS) y la electroestimulación, junto con la aplicación de células madre, han demostrado ser alternativas eficaces a los enfoques más tradicionales, ofreciendo mejoras significativas en la reducción del dolor, la recuperación de la funcionalidad del hombro, y la regeneración del tejido tendinoso. Estos hallazgos están en línea con estudios previos que subrayan el potencial de las terapias regenerativas y no invasivas en el tratamiento de lesiones musculoesqueléticas (Gerdesmeyer et al., 2008; Kim et al., 2017).

La comparación entre los ejercicios de fortalecimiento y los ejercicios de movilidad resalta la importancia de un enfoque balanceado en la rehabilitación, donde la combinación de ambos tipos de ejercicio puede optimizar la recuperación. Este enfoque integrado es crucial para abordar no solo la fuerza y estabilidad del manguito rotador sino también para garantizar la movilidad adecuada de la articulación del hombro, lo cual es esencial para prevenir recurrencias (Kibler et al., 2012; Minor & Sanford, 1999).

Sin embargo, la investigación actual enfrenta limitaciones, incluyendo la heterogeneidad en los diseños de estudio, los tamaños de muestra pequeños y la variabilidad en los protocolos de tratamiento. Estas limitaciones resaltan la necesidad de estudios futuros bien diseñados y controlados aleatoriamente que exploren más a fondo los mecanismos subyacentes, las indicaciones precisas y los protocolos óptimos para cada terapia.

Además, mientras que las estrategias innovadoras muestran una gran promesa, la integración de estas técnicas con programas de rehabilitación convencionales y la personalización del tratamiento según las necesidades individuales del paciente emergen como áreas clave para la investigación futura. La exploración de cómo estas terapias pueden ser más efectivamente combinadas para maximizar los resultados de la rehabilitación, así como el desarrollo de guías clínicas basadas en evidencia, son pasos cruciales hacia la mejora del manejo de la tendinopatía del supraespinoso.

Conclusión

La electroestimulación y el uso de células madre para mejorar los resultados clínicos en pacientes afectados por esta condición. Estas modalidades terapéuticas ofrecen alternativas prometedoras a los enfoques de tratamiento más tradicionales, con evidencia que apunta a su eficacia en la reducción del dolor, la mejora de la funcionalidad del hombro y la promoción de la regeneración del tejido tendinoso. La integración de ejercicios de fortalecimiento y de

movilidad en los programas de rehabilitación, junto con la aplicación cuidadosa de estas terapias innovadoras, sugiere un camino hacia una recuperación más efectiva y una mejor calidad de vida para los pacientes. Además, la adaptación de los tratamientos a las fases específicas de la lesión y la atención a la prevención de recurrencias resaltan la importancia de un enfoque personalizado y basado en evidencia en el manejo de la tendinopatía del supraespinoso.

No obstante, a pesar de los avances significativos en el tratamiento de esta condición, persisten desafíos relacionados con la estandarización de protocolos de tratamiento, la comprensión de los mecanismos subyacentes de las terapias y la necesidad de estudios a largo plazo que exploren los efectos y la seguridad de estas intervenciones. Por lo tanto, se hace un llamado a la comunidad científica para continuar la investigación en este campo, con el objetivo de optimizar las estrategias de rehabilitación y expandir nuestro conocimiento sobre las terapias más efectivas para la tendinopatía del supraespinoso.

Las estrategias innovadoras en la rehabilitación de la tendinopatía del supraespinoso representan un área de gran interés y potencial en la medicina deportiva y la rehabilitación musculoesquelética. La continua exploración y evaluación de estas terapias, junto con un enfoque clínico holístico y personalizado, son esenciales para avanzar en el tratamiento efectivo de esta prevalente y desafiante condición.

Referencias bibliográficas

- Alon, G., Levitt, A. F., & McCarthy, P. A. (2007). Functional electrical stimulation enhancement of upper extremity functional recovery during stroke rehabilitation: A pilot study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21(3), 207–215. <https://doi.org/10.1177/1545968306297871>
- Andia, I., & Maffulli, N. (2013). Platelet-rich plasma for managing pain and inflammation in osteoarthritis. *Nature Reviews. Rheumatology*, 9(12), 721–730. <https://doi.org/10.1038/nrrheum.2013.141>
- Banerjee, P., Caulfield, B., Crowe, L., & Clark, A. (2005). Prolonged electrical muscle stimulation exercise improves strength and aerobic capacity in healthy sedentary

- adults. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 99(6), 2307–2311. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00891.2004>
- Bang, M. D., & Deyle, G. D. (2000). Comparison of supervised exercise with and without manual physical therapy for patients with shoulder impingement syndrome. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 30(3), 126–137. <https://doi.org/10.2519/jospt.2000.30.3.126>
- Burton, I. (2022). Combined extracorporeal shockwave therapy and exercise for the treatment of tendinopathy: A narrative review. *Sports Medicine and Health Science*, 4(1), 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.smhs.2021.11.002>
- Cacchio, A., Paoloni, M., Barile, A., Don, R., de Paulis, F., Calvisi, V., Ranavolo, A., Frascarelli, M., Santilli, V., & Spacca, G. (2006). Effectiveness of radial shock-wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder: single-blind, randomized clinical study. *Physical Therapy*, 86(5), 672–682. <https://doi.org/10.1093/ptj/86.5.672>
- Centeno, C., Schultz, J., Cheever, M., Robinson, B., Freeman, M., & Marasco, W. (2010). Safety and complications reporting on the re-implantation of culture-expanded mesenchymal stem cells using autologous platelet lysate technique. *Current Stem Cell Research & Therapy*, 5(1), 81–93. <https://doi.org/10.2174/157488810790442796>
- Cho, Y. S., Joo, S. Y., Cui, H., Cho, S.-R., Yim, H., & Seo, C. H. (2016). Effect of extracorporeal shock wave therapy on scar pain in burn patients: A prospective, randomized, single-blind, placebo-controlled study. *Medicine*, 95(32), e4575. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000004575>
- Collins, N. J., Bisset, L. M., Crossley, K. M., & Vicenzino, B. (2012). Efficacy of nonsurgical interventions for anterior knee pain: Systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(1), 31–49. <https://doi.org/10.2165/11594460-000000000-00000>
- Coombes, B. K., Bisset, L., & Vicenzino, B. (2015). Management of lateral elbow tendinopathy: One size does not fit all. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(11), 938–949. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5841>
- Couppé, C., Svensson, R. B., Silbernagel, K. G., Langberg, H., & Magnusson, S. P. (2015). Eccentric or concentric exercises for the treatment of tendinopathies? *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(11), 853–863. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5910>
- Dai, W., Yan, W., Leng, X., Wang, J., Hu, X., Cheng, J., & Ao, Y. (2023). Efficacy of platelet-rich plasma versus placebo in the treatment of tendinopathy: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 33(1), 69–77. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000961>
- Docking, S. I., & Cook, J. (2016). Pathological tendons maintain sufficient aligned fibrillar structure on ultrasound tissue characterization (UTC). *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 675–683. <https://doi.org/10.1111/sms.12491>
- Fitzpatrick, J., Bulsara, M., & Zheng, M. H. (2017). The effectiveness of platelet-rich plasma in the treatment of tendinopathy: A meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(1), 226–233. <https://doi.org/10.1177/0363546516643716>
- Gerdesmeyer, L., Frey, C., Vester, J., Maier, M., Lowell, W., Jr, Weil, L., Sr, Russlies, M., Stienstra, J., Scurran, B., Fedder, K., Diehl, P., Lohrer, H., Henne, M., & Gollwitzer,

- H. (2008). Radial extracorporeal shock wave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis: Results of a confirmatory randomized placebo-controlled multicenter study. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(11), 2100–2109. <https://doi.org/10.1177/0363546508324176>
- Giancola, R., Bonfini, T., & Iacone, A. (2012). Cell therapy: cGMP facilities and manufacturing. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 2(3), 243–247.
- Hernigou, P., Flouzat Lachaniette, C. H., Delambre, J., Zilber, S., Duffiet, P., Chevallier, N., & Rouard, H. (2014). Biologic augmentation of rotator cuff repair with mesenchymal stem cells during arthroscopy improves healing and prevents further tears: a case-controlled study. *International Orthopaedics*, 38(9), 1811–1818. <https://doi.org/10.1007/s00264-014-2391-1>
- Herrera-Sánchez, P. J., & Mina-Villalta, G. Y. (2023). Riesgos de la mala higiene de los equipos quirúrgicos. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(1). <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n1/63>
- Herrero, J., Izquierdo, M., Maffiuletti, N., & García-López, J. (2006). Electromyostimulation and plyometric training effects on jumping and sprint time. *International Journal of Sports Medicine*, 27(7), 533–539. <https://doi.org/10.1055/s-2005-865845>
- Holmgren, T., Bjornsson Hallgren, H., Oberg, B., Adolfsson, L., & Johansson, K. (2012). Effect of specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome: randomised controlled study. *BMJ*, 344(feb20 1), e787–e787. <https://doi.org/10.1136/bmj.e787>
- Jo, C. H., Shin, J. S., Shin, W. H., Lee, S. Y., Yoon, K. S., & Shin, S. (2015). Platelet-rich plasma for arthroscopic repair of medium to large rotator cuff tears: A randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(9), 2102–2110. <https://doi.org/10.1177/0363546515587081>
- Kesikburun, S., Tan, A. K., Yilmaz, B., Yaşar, E., & Yazıcıoğlu, K. (2013). Platelet-rich plasma injections in the treatment of chronic rotator cuff tendinopathy: A randomized controlled trial with 1-year follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(11), 2609–2616. <https://doi.org/10.1177/0363546513496542>
- Kibler, B. W., Sciascia, A., & Wilkes, T. (2012). Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 20(6), 364–372. <https://doi.org/10.5435/jaaos-20-06-364>
- Kim, S. J., Song, D. H., Park, J. W., Park, S., & Kim, S. J. (2017). Effect of bone marrow aspirate concentrate-platelet-rich plasma on tendon-derived stem cells and rotator cuff tendon tear. *Cell Transplantation*, 26(5), 867–878. <https://doi.org/10.3727/096368917x694705>
- Lewis, J., McCreesh, K., Roy, J.-S., & Ginn, K. (2015). Rotator cuff tendinopathy: Navigating the diagnosis-management conundrum. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 45(11), 923–937. <https://doi.org/10.2519/jospt.2015.5941>
- Ludewig, P. M., & Braman, J. P. (2011). Shoulder impingement: Biomechanical considerations in rehabilitation. *Manual Therapy*, 16(1), 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.08.004>
- Mahmoud, M., Abdel-Rasheed, M., Galal, E. R., & El-Awady, R. R. (2024). Factors defining human adipose stem/stromal cell immunomodulation in vitro. *Stem Cell Reviews and Reports*, 20(1), 175–205. <https://doi.org/10.1007/s12015-023-10654-7>

- Mani-Babu, S., Morrissey, D., Waugh, C., Screen, H., & Barton, C. (2015). The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in lower limb tendinopathy: A systematic review. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(3), 752–761. <https://doi.org/10.1177/0363546514531911>
- Merletti, R., & Farina, D. (2016). *Surface electromyography: Physiology, engineering, and applications*.
- Minor, M. A., & Sanford, M. K. (1999). The role of physical therapy and physical modalities in pain management. *Rheumatic Diseases Clinics of North America*, 25(1), 233–248. [https://doi.org/10.1016/s0889-857x\(05\)70062-4](https://doi.org/10.1016/s0889-857x(05)70062-4)
- Patil, P., Jadhav, M., Suvvari, T. K., & Thomas, V. (2024). Therapeutic uses of platelet-rich plasma (PRP) in sport injuries – A narrative review. *Journal of Orthopaedic Reports*, 3(2), 100287. <https://doi.org/10.1016/j.jorep.2023.100287>
- Quispe-Rojas, R., Pacovilca Alejo, O. V., Zea-Montesinos, C. C., Ureta-Jurado, R., Camposano-Córdova, Y. F., Jauregui-Sueldo, C. J., & Sánchez-Ramos, B. O. (2023). Ansiedad en la era COVID-19: Estado, Rasgo y Resiliencia. In *Ansiedad en la era COVID-19: Estado, Rasgo y Resiliencia*. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.37>
- Randelli, P., Arrigoni, P., Ragone, V., Aliprandi, A., & Cabitza, P. (2011). Platelet rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair: a prospective RCT study, 2-year follow-up. *Et al [Journal of Shoulder and Elbow Surgery]*, 20(4), 518–528. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.02.008>
- Rees, J. D., Stride, M., & Scott, A. (2014). Tendons – time to revisit inflammation. *British Journal of Sports Medicine*, 48(21), 1553–1557. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091957>
- Riboh, J. C., Saltzman, B. M., Yanke, A. B., Fortier, L., & Cole, B. J. (2016). Effect of leukocyte concentration on the efficacy of platelet-rich plasma in the treatment of knee osteoarthritis. *The American Journal of Sports Medicine*, 44(3), 792–800. <https://doi.org/10.1177/0363546515580787>
- Salazar-Villegas, B., Lopez-Mallama, O. M., & Mantilla-Mejía, H. (2023). Historia de la Salud en Colombia: del Periodo Precolombino a el Periodo Higienista 1953. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(3). <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n3/69>
- Saltzman, B. M., Jain, A., Campbell, K. A., Mascarenhas, R., Romeo, A. A., Verma, N. N., & Cole, B. J. (2016). Does the use of platelet-rich plasma at the time of surgery improve clinical outcomes in arthroscopic rotator cuff repair when compared with control cohorts? A systematic review of meta-analyses. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 32(5), 906–918. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.10.007>
- Sánchez, M., Fiz, N., Azofra, J., Usabiaga, J., Aduriz Recalde, E., Garcia Gutierrez, A., Albillos, J., Gárate, R., Aguirre, J. J., Padilla, S., Orive, G., & Anitua, E. (2012). A randomized clinical trial evaluating plasma rich in growth factors (PRGF-endoret) versus hyaluronic acid in the short-term treatment of symptomatic knee osteoarthritis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 28(8), 1070–1078. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2012.05.011>

- Snyder-Mackler, L., Delitto, A., Stralka, S. W., & Bailey, S. L. (1994). Use of electrical stimulation to enhance recovery of quadriceps femoris muscle force production in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy, 74*(10), 901–907. <https://doi.org/10.1093/ptj/74.10.901>
- Teoli, D., & An, J. (2023). *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*. StatPearls Publishing.
- Trounson, A., & McDonald, C. (2015). Stem cell therapies in clinical trials: Progress and challenges. *Cell Stem Cell, 17*(1), 11–22. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2015.06.007>
- Valarezo-Bravo, O. F., Samaniego-Rojas, N. del C., Jara-Galdeman, G., Córdova Neira, K., & García Riofrío, J. C. (2023). Diagnóstico situacional y caracterización del perfil epidemiológico de las zonas de intervención e influencia del proyecto ProSalud frontera sur, cantones Huaquillas y Macará. In Diagnóstico situacional y caracterización del perfil epidemiológico de las zonas de intervención e influencia del proyecto ProSalud frontera sur, cantones Huaquillas y Macará (1st ed.). Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.17>
- Vallejo-López, A. B., Ramírez-Amaya, J., Kou-Guzmán, J., Valdez-Aguagallo, F. R., & Ramírez-Morán, L. D. (2023). Enfermedades Respiratorias del Siglo XXI. In Enfermedades Respiratorias del Siglo XXI. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.36>
- Weil, L. S., Jr, Roukis, T. S., Weil, L. S., Sr, & Borrelli, A. H. (2002). Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: Indications, protocol, intermediate results, and a comparison of results to fasciotomy. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons, 41*(3), 166–172. [https://doi.org/10.1016/s1067-2516\(02\)80066-7](https://doi.org/10.1016/s1067-2516(02)80066-7)