



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Universidad Nacional
ARTURO JAURETCHE

Tesis de Grado

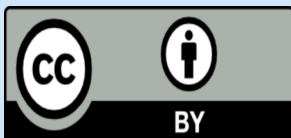
Miranda, Francisco

La presencia de la diskinesia escapular en tenistas profesionales

Instituto de Ciencias de la Salud

2025

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.
Atribución 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Miranda, F. (2025). *La presencia de la diskinesia escapular en tenistas profesionales* [Tesis de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3663>



Instituto de Ciencias de la Salud

TESINA presentada para solicitar su inscripción en el marco normativo vigente de la carrera de **LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

“La presencia de la diskinesia escapular en tenistas profesionales”

Autor: Miranda Francisco

DNI:42.001.482

Legajo:44497

Nro. de Libreta Director/a: Licenciado: Fernández Rodrigo Sebastián

Fecha de Presentación: 10/02/2025

Firma de Autor/

Agradecimientos:

A cada persona que me ha ayudado a llegar a esta instancia en la que me encuentro hoy. Pero sobre todo a mi familia que han creído en mí y que siempre me han apoyado.

ÍNDICE:

I. Abreviaturas:	4
II. Introducción:	5
II. Pregunta de investigación:	7
III. Objetivos:	7
III.a. Objetivo general:	7
III.b. Objetivos específicos:	7
IV. Justificación:	7
V. Marco teórico:	8
V.A Interiorización al tenis:	8
V.B Anatomía de la cintura escapular:	10
V.C.a introducción a la biomecánica:	12
V.C.b biomecánica de la cintura escapular:	16
V.C.c biomecánica aplicada al deporte tenis:	21
V.D.a Normalidad y anormalidad en los movimientos escapulares:	29
V.D.b Relación de la biomecánica alterada a la disminución del espacio subacromial	30
V.E Etiología de la disquinesia escapulohumeral:	30
V.F.a CAUSAS:	31
V.F.b Causas relacionadas con la disminución del desempeño deportivo:	33
V.F.b.a Discinesia:	33
V.F.b.b Propiedades rotacionales del hombro:	34
V.G Clasificación:	36
V.H Evaluación:	37
V.I.a Consecuencias:	40
V.I.b Patologías asociadas:	40
V.I.b.a Deficiencia de rotación interna glenohumeral	41
V.I.b.b Pinzamiento del hombro y desgarros del manguito rotador	41
V.I.b.c Inestabilidad de hombro (IS):	41
VI.A TRATAMIENTO:	42

VI.B programa de ejercicios:	45
VI.B.a Ejercicios de fortalecimiento muscular:	45
VI.B.b Ejercicio de equilibrio muscular	46
VI.B.c Ejercicio de control del movimiento	46
VII Estrategia metodológica:	48
VII.A. Materiales y métodos:	48
Tabla 1. Términos para la búsqueda en las bases de datos.	49
Tabla 2. Combinación de palabras clave.	49
VIII RESULTADOS:	51
VIII.A Criterios de inclusión:	51
VIII.B Criterios de exclusión:	51
VIII.C Cuadro de resultados	51
VIII.D Contexto del análisis	54
IX.CONCLUSIÓN:	73
X. Referencias bibliográficas:	76

I. Abreviaturas:

DS: diskinesia escapular.

SA: serrato anterior.

SAT: asistencia escapular modificada.

GIRD: déficit de rotación interna.

STAM: movilidad anormal escapulotorácica.

RI: Rotación interna limitada.

ROM: rango de movimiento.

SFRT: prueba de resistencia a la flexión del hombro.

EMG: electromiografía.

SLAP: lesión labral de anterior a posterior.

IS: inestabilidad del hombro.

SHR: ritmo escapulohumeral.

LSST: deslizamiento lateral de la escápula.

PNF: facilitación muscular propioceptiva.

SICK: malposición escapular, prominencia del borde medial inferior, dolor y malposición coracoides y discinesia del movimiento escapular

SIS: síndrome subacromial o síndrome de impingement.

II. Introducción:

La discinesia, disquinesia o diskinesia escapular (son sinónimos) es un fenómeno que aparece habitualmente en atletas de alto rendimiento, en especial, en aquellos que realizan gestos motores por encima de la cabeza. La literatura actual sugiere que la diskinesia escapular es la causa más olvidada de dolor y disfunción del complejo del hombro. Además, estas alteraciones presentan dificultades que afectan el desempeño y pueden aumentar el riesgo de lesiones a largo plazo. También, es posible que este tipo de alteración del movimiento es una adaptación al deporte, ya que, el organismo responde con procesos adaptativos frente a estímulos que recibe del entorno.(1)

Las patologías como el síndrome del manguito rotador, síndrome de pinzamiento subacromial, problemas del labrum glenoideo, inestabilidad glenohumeral y trastorno del ritmo escápulo-humeral son comunes en individuos con disquinesia escapular (DS de ahora en más). Se sabe que las activaciones de los músculos del manguito rotador y del bíceps aumentan en los individuos para compensar la DS resultante. Como resultado de esta mayor activación, puede desarrollarse inestabilidad y la DS puede continuar. Después de la inestabilidad resultante, el sentido propioceptivo puede verse afectado negativamente. Esta condición, que generalmente se ignora en el tratamiento de los problemas del hombro, puede provocar que se produzcan lesiones de hombro relacionadas y vuelvan a aparecer si no se tratan, o una estabilización anormal y pérdida de control. Pueden producirse lesiones de hombro como resultado de estos cambios negativos en los patrones de movimiento de la escápula.(2)

Los factores desencadenantes identificados con la diskinesia escapular incluyen, cifosis torácica, el cual puede promover indirectamente el síndrome de pinzamiento subacromial. Otros factores pueden ser el aumento de la lordosis cervical, alteración de la función muscular escapular, disminución de la flexibilidad de los músculos alrededor de la escápula, déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD), disminución del espacio subacromial pinzamiento del hombro y disminución de la fuerza del mismo.(3,4)

Estudios más recientes han sugerido un patrón menos variable de movimiento escapular, siendo el componente clave la rotación ascendente, seguida de la inclinación posterior y la rotación externa. Las investigaciones han destacado que el trapecio superior e inferior junto con el serrato anterior son los grupos musculares mayormente involucrados en la disfunción escapulo humeral.(5)

La DS es una causa de dolor y disfunción en el hombro y se conoce como el movimiento inadecuado de la escápula durante el movimiento. Es una afección caracterizada por síntomas como alzamiento escapular, dolor, debilidad muscular, pérdida de control y crepitación. Durante los movimientos del hombro, se observan hallazgos como prominencia del borde medial y ángulo inferior de la escápula, elevación escapular temprana y rotación repentina hacia abajo. Si bien la DS se observa en el 33% de los atletas que no realizan actividades por encima de la cabeza, se ha informado que se observa en el 61% de los atletas que realizan actividades por encima de la cabeza.(2)

La diskinesia escapular se describe como cualquier alteración en la posición o movimiento de la escápula, puede afectar la estabilidad y función del hombro. Esta afección se puede encontrar en individuos sanos, pero se reveló una prevalencia más alta en los atletas que realizan movimientos por encima de la cabeza (61%) que en los que no realizan movimientos por encima de la cabeza (33%).(6)

Los movimientos armoniosos de la articulación escapulotorácica que ocurren durante los movimientos glenohumerales se basan en la sinergia entre los músculos escapulotorácicos. La activación muscular unilateral, y más específico, la relación inherente de activación muscular antagonista-agonista, proporciona el equilibrio óptimo de los movimientos escapulotorácicos. Las relaciones de activación muscular que requieren atención especial son la relación protactor/retractor y elevador/depresor de la escápula. Estudios recientes han demostrado que los pacientes con diskinesia escapular tienen una activación muscular escapulotorácica alterada durante la elevación/depresión del brazo.(7)

En el tenis, el saque es el golpe más predominante en este deporte y representa entre el 45 y el 60% de todos los golpes en un partido. La mayoría de los torneos se componen de juegos de tres sets y un jugador promedia 120 saques y 210 golpes de fondo por partido. Un tenista de alto nivel puede acumular alrededor de 5400 saques durante una temporada competitiva (45 partidos por año). En las fases tardías de preparación y aceleración temprana del lanzamiento, cuando el húmero está abducido al máximo y rotado externamente, la escápula experimenta una rotación ascendente para ayudar a mantener la congruencia articular glenohumeral. La debilidad de los músculos periescapulares alteran la relación dinámica de la escápula. De aquí nace la pregunta de investigación que dará origen a este proyecto de tesis.(8)

II. Pregunta de investigación:

¿En los tenistas profesionales la diskinesia escapular es el resultado de la adaptación de los gestos motores repetidos del deporte?

III. Objetivos:

III.a. Objetivo general:

Analizar, mediante una revisión bibliográfica, si la diskinesia escapular es una alteración biomecánica secundaria del gesto motor: saque de tenis u otros movimientos que se realicen en el deporte por encima de la cabeza de manera repetitiva.

III.b. Objetivos específicos:

- Estudiar las alteraciones biomecánicas del complejo del hombro que se relaciona con la diskinesia escapulo humeral.

-Analizar el gesto motor presente en el saque de tenis y relacionarlo con la predisposición a padecer diskinesia escapular.

-Proponer ejercicios preventivos para evitar futuras lesiones, posiblemente desencadenadas por la diskinesia escapular.

IV. Justificación:

La elección del deporte tenis tiene su origen en la falta de información sobre cómo prevenir la diskinesia sintomática en estos deportistas, el llamado dolor de hombro u omalgia es muy frecuente en los deportistas que realizan gestos motores por encima de la cabeza. Específicamente en tenis, el saque es una acción que involucra un gesto motor potencialmente lesivo o que puede llegar a ser a largo plazo un desencadenante de futuras lesiones de hombro. Esto se debe a una incoordinación neuromuscular de los músculos trapecio superior e inferior junto con el serrato anterior, estos son los grupos musculares mayormente involucrados en la diskinesia escapular. Es por eso que, a través del estudio del movimiento, se permitirá analizar y evaluar los gestos motores más involucrados como lo son el saque u otros que involucren movimientos por encima de la

cabeza, para así poder contribuir, desde su estudio, el abordaje de las afecciones neuromusculares que pueda desarrollar el complejo del hombro al realizar estos gestos motores repetidos, como también evitar la recidiva.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de proporcionar información que pueda ayudar a comprender la biomecánica de la cintura escapular y de cómo la diskinesia escapular influye en el deporte. Tal es así, que, solo entendiendo el origen de esta disfunción del movimiento de la escápula, es como podremos prevenir lesiones futuras o averiguar si es una alteración biomecánica esperable en estos deportistas.

V. Marco teórico:

V.A Interiorización al tenis:

El tenis es un deporte intermitente en el que los jugadores combinan componentes físicos, como velocidad de sprint lineal y de cambio de dirección, agilidad, potencia muscular y aptitud cardiovascular para lograr altos niveles de rendimiento. Se requiere que los jugadores ejecuten una gran cantidad de golpes por entrenamiento/partido con tiros potentes que incluyen servicios y golpes de fondo. En particular, el servicio juega un papel importante en el resultado del partido de tenis, permitiendo al jugador ganar el punto directamente a través de dominar el peloteo desde el principio.(9,10)

Durante las primeras etapas del desarrollo de los atletas a largo plazo (es decir, jugadores menores de 14 años, los jugadores pasan una gran cantidad de tiempo de entrenamiento dominando sus habilidades individuales específicas del tenis, con sesiones técnicas y tácticas que a menudo superan las 15-20 h por semana. Además, las prácticas de entrenamiento diarias de los jugadores de tenis jóvenes, a menudo, implican la realización de sesiones de entrenamiento programadas de manera inadecuada realizadas en estrecha proximidad. Como consecuencia, los jugadores tienen que realizar protocolos de calentamiento cortos y no apropiados. Estos protocolos de calentamiento normalmente implican 8-10 minutos de ejercicios generales, seguidos de rutinas de fortalecimiento de hombros (es decir, uso de bandas elásticas), golpes de fondo, voleas y remates de baja intensidad. A partir de entonces, los jugadores realizan 40-50 minutos de ejercicios específicos de tenis (es decir, ejercicios técnicos/tácticos mixtos abiertos/cerrados). Esto normalmente es seguido por un entrenamiento de servicio durante otros 10 minutos.(9)

Aunque las exigencias en el tenis son multifactoriales, incluyendo atributos físicos, psicológicos, técnicos y tácticos, los entrenadores y los propios jugadores a menudo asocian el resultado final de un partido con una disminución en la precisión del golpe y/o el rendimiento/aptitud física debido a la fatiga. En este sentido, la fatiga puede considerarse la reducción transitoria inducida por el ejercicio en la capacidad de generación de fuerza de un músculo. Aunque no está claro en qué medida los jugadores experimentan fatiga durante las sesiones de entrenamiento regulares, pocos estudios han informado de los efectos negativos de la fatiga en el rendimiento del golpe. Cabe destacar, que hay información disponible de estudios previos que indican que la velocidad del servicio y del golpe de fondo disminuyeron con la progresión de los partidos de tenis o después de la finalización de los partidos.(9)

Estas lesiones son causadas principalmente por la conjunción de golpes de tenis unilaterales y repetidos, cargas de trabajo biomecánicas, de entrenamiento y de competición, que conducen a un rango de movimiento (ROM) alterado del hombro y una fuerza muscular desequilibrada. De hecho, se puede plantear la hipótesis de que la fatiga puede incluso aumentar el riesgo de sufrir lesiones durante el saque. En base a estos supuestos, la secuencia de entrenamiento del saque durante las sesiones de tenis es importante desde dos perspectivas. En primer lugar, hay evidencia de que el aprendizaje de las habilidades motoras debe realizarse en una condición sin fatiga (es decir, al comienzo de la sesión) para lograr mejores resultados. En segundo lugar, el riesgo de sufrir lesiones puede aumentar si el entrenamiento del saque se realiza al final de la sesión.(9,10)

El atleta de tenis es susceptible a las patologías del hombro debido a los movimientos repetitivos que generan fuerza en el hombro, en particular durante el saque de tenis. Este movimiento se realiza con alta frecuencia y velocidad. Durante cada fase del golpe, la escápula desempeña un papel crucial en la transmisión de fuerza a la cintura escapular mientras mantiene la estabilidad de la articulación glenohumeral. Cuando se presenta la discinesia escapular, la cinética se inhibe y el atleta puede tener un mayor riesgo de lesión.

Como sucede en otros deportes, la fatiga muscular juega un papel en la discinesia escapular.(11)

Los pacientes con dolor de hombro actual o antecedentes de lesión de hombro muestran un espacio subacromial significativamente más pequeño y los jugadores de tenis con discinesia escapulohumeral muestran una reducción aún mayor del espacio subacromial en comparación con jugadores de tenis sanos.(11)

V.B Anatomía de la cintura escapular:

Comenzando con el hueso más relevante de la misma, la escápula es un hueso triangular complejo que se encuentra en la parte posterior de la caja torácica, entre los niveles de T2 y T7. Está compuesta por:

Superficie anterior (costal): tiene una superficie cóncava que sirve como inserción para el subescapular y el serrato anterior. La apófisis coracoides se origina en la superficie anterior lateral superior. Se trata de una proyección “similar a un dedo” donde se insertan el pectoral menor, el bíceps braquial (porción corta) y el coracobraquial. En el aspecto superior de la superficie anterior se encuentra la inserción del omohioideo, uno de los músculos de la correa.

La superficie lateral: contiene la fosa glenoidea, la porción de la escápula de la articulación glenohumeral. También se encuentran aquí los tubérculos supraglenoideo e infraglenoideo, que proporcionan inserción a la cabeza larga del bíceps braquial y al tríceps braquial, respectivamente.

La superficie posterior: contiene las estructuras óseas de la columna vertebral, el acromion, la fosa supraespinosa y la fosa infraespinosa. La columna vertebral y el acromion contienen la inserción del trapecio y el deltoides, mientras que las fosas supraespinosa e infraespinosa sirven como inserciones para el supraespinoso y el infraespinoso, respectivamente. La superficie posterior lateral inferior también proporciona inserción para el redondo menor, el redondo mayor y el dorsal ancho.

La superficie medial: proporciona uniones para el elevador de la escápula, el romboide menor y el romboide mayor.(5)

Además de las diversas inserciones musculares, existen dos articulaciones. La primera es la articulación acromioclavicular, sostenida por los ligamentos trapecoide y conoide que se unen a la apófisis coracoides y la cápsula articular acromioclavicular que incorpora el ligamento acromioclavicular. La clavícula cumple tres funciones

Además de las diversas inserciones musculares, existen dos articulaciones. La primera es la articulación acromioclavicular, sostenida por los ligamentos trapezoide y conoide que se unen a la apófisis coracoides y la cápsula articular acromioclavicular que incorpora el ligamento acromioclavicular. La clavícula cumple tres funciones:

- A. Sostiene el brazo, manteniendo el húmero alejado del tórax;
- B. Protege el canal cervicoaxilar;
- C. Actúa como un medio de transferencia de fuerza desde el núcleo hasta el brazo.

La segunda articulación es la glenohumeral, que está estabilizada por cuatro ligamentos anteriores: los ligamentos glenohumerales superior, medio e inferior y el ligamento coracohumeral. La estabilidad posterior se ve facilitada por la cápsula posterior.

Además de estas articulaciones, hay que tener en cuenta la articulación entre la escápula y el tórax. Aunque aquí no hay articulación ósea, permite un amplio grado de movimiento de "deslizamiento" en un plano tridimensional. La función de la escápula y sus inserciones musculares es controlar dinámicamente la posición de la cavidad glenoidea para permitir un movimiento biomecánico óptimo en la articulación de movimiento glenohumeral.(5)

Dentro de esta gran cantidad de músculos anteriormente nombrados, dos de los más importantes son el serrato anterior y el trapecio, empezando por el primeramente mencionado, el serrato anterior (SA) surge de los aspectos laterales de las primeras nueve costillas. Estas inserciones parecen "dentadas", lo que explica el origen del nombre del músculo. Desde las costillas, el músculo expansivo fluye posteriormente, frente a la escápula, y finalmente se une a la superficie anterior de todo el borde medial de la escápula. Estas inserciones están cerca de algunas inserciones mediales del subescapular y a menudo se interconectan con ellas. Además, las inserciones costales del SA se interconectan parcialmente con las inserciones costales del oblicuo externo del abdomen.

La SA está inervada por el nervio torácico largo. Este nervio surge de las raíces nerviosas C5 a C7 del plexo braquial. Las raíces nerviosas se fusionan en un solo nervio que desciende por las fibras costales más superiores de la SA. El nervio viaja en una vaina fibrosa delgada que se adhiere a la superficie externa de la SA, inervando las fibras musculares a medida que desciende. El camino relativamente largo y expuesto del nervio, lo hace relativamente vulnerable a la neuropatía de base mecánica, debido a un traumatismo o estiramiento excesivo asociado con el movimiento de la extremidad

superior. Además, la neuropatía puede estar asociada con neuritis o por causas desconocidas. La SA también puede debilitarse o paralizarse debido a una patología o lesión a las raíces nerviosas cervicales o la médula espinal.(12)

La escápula desempeña un papel vital en la función normal de las extremidades superiores y en el control de la posición de la glenoides. Pequeños cambios en la articulación escapulotorácica pueden afectar la alineación y las fuerzas involucradas en el movimiento alrededor de la articulación glenohumeral, lo que puede causar dolor de hombro. Un estudio previo informó que en atletas con dolor de hombro, la escápula rotaba hacia arriba durante la elevación del brazo para compensar el pinzamiento del hombro, además de una inclinación posterior inadecuada de la escápula para estrechar el espacio subacromial.(13)

V.C.a introducción a la biomecánica:

La compleja estructura de la articulación glenohumeral confiere al hombro la mayor movilidad de todas las articulaciones principales del cuerpo humano. Esta característica se debe principalmente a una interfaz limitada entre el húmero y la escápula, que requiere la presencia de una gran red de ligamentos, tendones y otros elementos de tejido conectivo para proporcionar estabilidad y permitir el movimiento funcional. La función de la articulación del hombro es colocar los brazos y las manos en varias posiciones para que puedan realizar varias tareas. El dolor y la disfunción del hombro se encuentran entre los problemas más comunes manejados por los kinesiólogos, y la prevalencia de enfermedades de la articulación del hombro es alta (70%) en comparación con la de otros trastornos musculoesqueléticos.(14)

La cinemática apropiada de la escápula es crucial para la función óptima de la articulación del hombro, como permitir movimientos repetitivos de la mano sobre la cabeza. La escápula realiza varias funciones que contribuyen a la estabilidad y movilidad del complejo escapular. Además de ser la base para las inserciones musculares, la orientación apropiada de la escápula optimiza la relación longitud-tensión de los músculos asociados con el complejo escapular. El serrato anterior y el trapecio son los músculos principales que optimizan la posición de la escápula y el ritmo escapulohumeral que reducen el dolor y aumentan la función.(14)

Sin embargo, si los músculos estabilizadores de la escápula se debilitan viéndose la función del hombro afectada y alterada, como así también la posición y la cinemática de la escápula. Una posición anormal de la escápula es un signo de cambios en la actividad de los músculos circundantes, y un movimiento anormal de la escápula interfiere con su movimiento coordinado con el húmero, lo que resulta en la pérdida del ritmo escapulohumeral y un mayor daño a la escápula. Por lo tanto, se sugiere que, si la escápula no cumple una función estabilizadora, la función de la articulación del hombro se vuelve ineficiente, afectando al sistema neuromuscular, lo que resulta en una lesión en la articulación del hombro. Kibler(15) sugirió que la escápula juega un papel clave en la función del hombro y el brazo como una base estable para la activación muscular óptima, una cavidad congruente para la cinemática de rótula y cavidad, y como un enlace de transferencia para las fuerzas desarrolladas en la cadena cinética.(14)

Siguiendo con el análisis de los dos músculos más relevantes, tanto anatómicamente como biomecánicamente: En primer lugar, estaría el trapecio este es más superficial y prominente que el serrato anterior (SA). Este extenso músculo se subdivide en partes superior, media e inferior. El trapecio superior surge del occipital, el ligamento nuchal superior y las apófisis espinosas de la vértebra tan baja como C6, y la mayoría de las fibras descienden casi verticalmente para unirse al borde posterior del tercio distal de la clavícula. El trapecio medio e inferior se originan en las apófisis espinosas de C7 a T12. El trapecio medio, que discurre horizontalmente, se une al acromion y la espina de la escápula, mientras que el trapecio inferior discurre oblicuamente en dirección superior para unirse a la base medial de la espina de la escápula. Como se observa en las diferentes partes del trapecio tienen direcciones de fibras claramente diferentes, lo que explica las múltiples acciones del músculo.(16)

El trapecio recibe su inervación motora primaria del nervio accesorio espinal (XI par craneal). La inervación sensitiva la recibe de las ramas de las raíces nerviosas C2, C3 y C4. El nervio accesorio espinal discurre oblicuamente en dirección inferior entre el borde posterior de la porción media del esternocleidomastoideo y el borde anterior del trapecio superior. La lesión del nervio relativamente vulnerable puede causar parálisis o debilidad marcada tanto de los músculos trapecio como esternocleidomastoideo. La debilidad aislada del trapecio generalmente da como resultado una "caída" de la cintura escapular (es decir, escápula y clavícula deprimidas y protraídas), junto con una rotación excesiva hacia abajo de la escápula. La cintura escapular pierde su fuente esencial de

estabilización muscular, lo que puede llevar a la subluxación de las articulaciones glenohumeral y esternoclavicular si la afección permanece crónica.(16)

Las acciones principales del SA es la protracción y la rotación hacia arriba de la articulación escapulotorácica. Ambas acciones son esenciales para el movimiento óptimo del complejo del hombro. La fuerte función de protracción se basa en la línea de fuerza casi horizontal general del músculo, junto con su brazo de momento largo (palanca) en relación con la articulación esternoclavicular. La protracción escapular se produce de forma natural al aumentar la longitud funcional hacia delante de la extremidad superior, como al alcanzar hacia delante o empujar objetos lejos del cuerpo. Cuando se combina con la activación del trapecio inferior, el SA puede usarse para extender la longitud funcional de la extremidad superior en direcciones oblicuas inferior-anterior.(12)

La función de protracción del SA es esencial para realizar una “flexión” completa en decúbito prono. Mientras que el tríceps es esencial para extender el codo y aducir horizontalmente el hombro durante las fases inicial y media de la maniobra, la fase tardía está dominada por las fuerzas de protracción producidas por el SA.(12)

El SA proporciona una base para la abducción y flexión activa del hombro. Estos movimientos son esenciales para maximizar el potencial funcional, el alcance y el agarre de la extremidad superior. El SA y el trapecio interactúan como el par de fuerza primario que rota hacia arriba la escápula durante la abducción y flexión del hombro. Este par de fuerza se muestra junto con el deltoides medio activo durante la abducción del hombro. Aunque el supraespinoso también es un abductor primario de la articulación glenohumeral. El papel dominante del SA en este par de fuerza se debe al brazo de momento favorable del músculo (palanca) para la rotación hacia arriba, combinado con la convergencia de múltiples fibras que se unen al ángulo inferior de la escápula. Debido a que el SA es un músculo primario tanto para la protracción como para la rotación hacia arriba de la escápula, la parálisis, la debilidad o la fatiga de este músculo pueden alterar drásticamente la cinemática del complejo del hombro. Aunque el trapecio medio puede tener un apalancamiento limitado en relación con el eje de rotación de la escápula para la rotación hacia arriba, la fuerza del músculo es esencial para compensar la fuerte fuerza de protracción del músculo aponeurótico. Sin la fuerza adecuada del trapecio medio, la flexión o abducción activa del hombro en el plano escapular puede ser posible; aunque, debido a la tracción sin oposición del músculo, la escápula que gira hacia arriba normalmente se desvía hacia afuera en protracción.(12)

En última instancia, los movimientos específicos causados por la contracción del trapecio se basan en qué puntos de inserción del músculo se mantienen más fijos (rígidos). Por ejemplo, con una región craneocervical relativamente fija, el trapecio superior eleva y retrae la clavícula; con una clavícula relativamente fija, el trapecio superior contribuye a la extensión craneocervical y la flexión lateral. Se pueden aplicar otros ejemplos similares al trapecio medio e inferior. Con la escápula relativamente fija, el trapecio medio flexiona lateralmente y rota contralateralmente la columna torácica; con la columna torácica fija, el trapecio medio retrae y rota externamente (dentro del plano horizontal) la escápula. Como ejemplo final basado en esta lógica, con la escápula fija, el trapecio inferior flexiona lateralmente la columna torácica inferior; Con la columna vertebral fija, el trapecio inferior rota externamente la escápula y deprime la cintura escapular, y (con la ayuda del serrato anterior y el trapecio superior) rota hacia arriba la escápula.(16)

El trapecio y el serrato anterior actúan sinérgicamente para producir muchas acciones de la escápula o la clavícula, típicamente asociadas con la flexión o abducción del hombro. Desde una perspectiva funcional amplia, el trapecio puede considerarse un estabilizador dominante de la escápula, mientras que el serrato anterior un motor dominante de la escápula, aunque existe una superposición considerable en estas funciones generalizadas.(16)

A medida que el brazo se eleva durante la abducción o flexión, la escápula rota hacia arriba, rota interna/externamente y se inclina posteriormente. De lejos, la rotación hacia arriba es el movimiento más obvio y extenso, que se puede verificar palpando la trayectoria de movimiento del ángulo inferior de la escápula. Otros movimientos accesorios más sutiles refinan la posición de la escápula a medida que rota hacia arriba. Simultáneamente con la rotación hacia arriba, por ejemplo, la escápula rota interna o externamente, dependiendo del plano de elevación del brazo y la porción del rango de movimiento. Las rotaciones internas y externas de la escápula también se denominan comúnmente protracción y retracción, respectivamente. Aunque variable, la escápula tiende a rotar internamente ligeramente durante la flexión para proyectar la fosa glenoidea más anteriormente; una ligera rotación externa ocurre típicamente al final del rango de flexión. Sin embargo, la abducción más cercana al plano frontal suele estar asociada a una ligera rotación externa de la escápula, que proyecta la fosa glenoidea más cerca del plano frontal para lograr una mejor congruencia con el húmero en abducción. La posición de la escápula que gira hacia arriba se refina aún más mediante un movimiento de

inclinación posterior. Este movimiento relativamente constante lleva el acromion hacia atrás, alejándolo de la cabeza humeral que avanza. Es probable que se trate de una estrategia mecánica que favorece un aumento del espacio subacromial, lo que reduce la probabilidad de un contacto excesivo entre la cabeza humeral y el acromion u otros tejidos blandos.(16)

Las fuerzas producidas por cada una de las tres partes del trapecio, que actúan en conjunto con el serrato anterior, son esenciales para el movimiento fluido de la articulación escapulotorácica y, por lo tanto, de todo el complejo del hombro. El movimiento y/o la estabilidad escapulotorácicos sirven como base para todos los movimientos del hombro, no solo para la abducción y la flexión.(16)

V.C.b biomecánica de la cintura escapular:

La escápula cumple cuatro funciones biomecánicas:

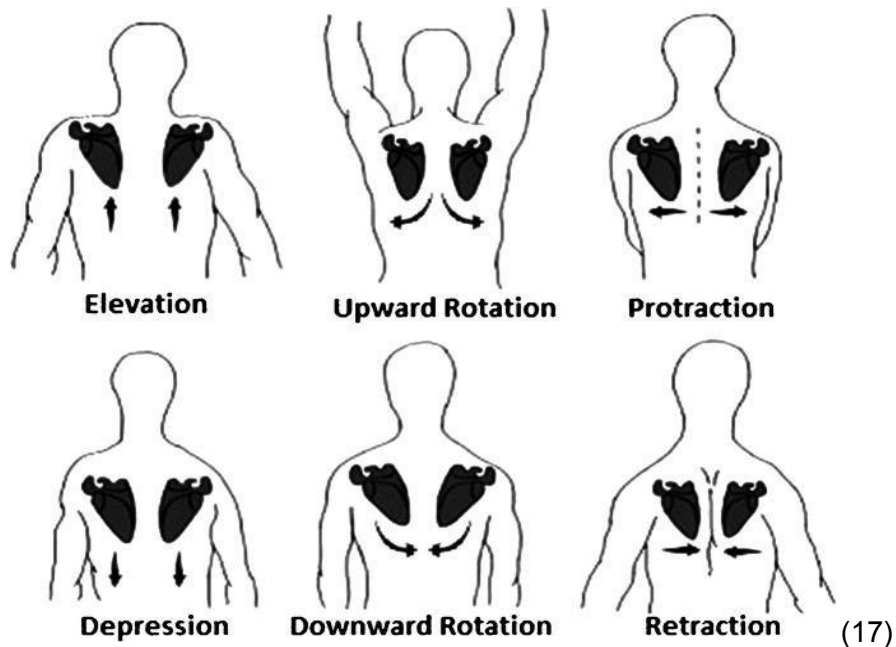
- Es el centro de rotación del húmero.
- Es el anclaje del húmero a la pared torácica.
- Evita que el acromion obstruya el movimiento del húmero tanto en abducción como en flexión, por lo que no se produce pinzamiento.

Es el medio por el cual se transmiten las fuerzas desde el núcleo hasta el brazo.

Dado que la escápula es parte integral de la cadena cinemática del brazo superior, la posición escapular y, por lo tanto, la posición glenoidea determinan los grados de libertad dentro de cada plano de movimiento del hombro.(5)

- Elevación/depresión;
- Protracción/retracción;
- Rotación interna/externa;
- Rotación superior/inferior;
- Inclinación anterior/posterior

Figura 1 muestra los movimientos de la escápula:



El análisis de los movimientos clave del hombro, la flexión y la abducción, ha proporcionado una apreciación integral de las etapas de movimiento involucradas. Se entiende que para que ocurran estos movimientos, la articulación glenohumeral y la articulación escapulotorácica se mueven en armonía. Se ha encontrado que durante los primeros 30 grados de flexión y 60 grados de abducción del húmero, la escápula busca encontrar una posición de estabilidad para optimizar la potencia de estos movimientos. En algunos casos, la escápula permanecería fija con la articulación glenohumeral siendo el área principal de movimiento o la escápula se trasladaría medial o lateralmente para ayudar al movimiento glenohumeral. El estudio concluyó que, para los primeros grados de movimiento, el movimiento de la escápula era específico de la persona, con variación observada. La posición óptima que encontró la escápula se denominó fase de ajuste. Una vez que la flexión o abducción excedía esos niveles, el comportamiento de la escápula era mucho más uniforme, con una relación de movimiento entre el ángulo glenohumeral y escapulotorácico de 2:1, por ejemplo, para una extensión de 15 grados del húmero, se producirían 10 grados en la articulación glenohumeral y 5 grados en la escapulotorácica.(5)

Estudios más recientes han sugerido un patrón menos variable de movimiento escapular, siendo el componente clave la rotación ascendente, seguida de la inclinación posterior y la rotación externa. Las investigaciones han destacado que el trapecio superior e inferior

junto con el serrato anterior son los músculos que más afectan el movimiento escapular y causan discinesia. Cuando se considera la biomecánica de la escápula en relación con la anatomía, se hace evidente que la combinación de movimientos, planos y músculos involucrados allí es una amplia gama de combinaciones que podrían conducir a una función de movimiento anormal.(5)

El movimiento de la escápula consiste en 3 movimientos de rotación: como la rotación hacia arriba/abajo alrededor de un eje perpendicular al cuerpo de la escápula, la rotación interna/externa alrededor de un eje vertical y la inclinación anterior/posterior alrededor de un eje horizontal en el plano de la escápula, y 2 movimientos de traslación que involucran la clavícula, como la retracción/protracción alrededor del tórax y la traslación hacia arriba/abajo en la pared torácica.(15)

Estos movimientos dependen de grupos de músculos que se insertan en la escápula y la cabeza humeral, lo que lleva a una estabilización adecuada y, por lo tanto, permite un movimiento coordinado del brazo superior. Varias articulaciones también están involucradas en el rango global de movimiento del hombro, como: articulaciones glenohumeral, escapulotorácica, esternoclavicular y acromioclavicular. Cualquier modificación de uno de los elementos anteriores puede afectar la cadena cinemática. Por lo tanto, la DS es una respuesta no específica a diferentes problemas que afectan al hombro, y se correlaciona con muchas condiciones patológicas diferentes que se pueden dividir en proximales (lesión nerviosa, debilidad muscular) o distales (lesión del manguito rotador, lesión de la articulación acromioclavicular, inestabilidad glenohumeral, desgarros del labrum, síndrome de pinzamiento).(15)

Los músculos periescapulares, incluidos el serrato anterior, el romboide mayor, el romboide menor y el elevador de la escápula, desempeñan un papel crucial en la biomecánica compleja del movimiento del hombro. Estos músculos colaboran para estabilizar la escápula contra la pared torácica, lo que proporciona una base sólida para el funcionamiento eficiente de la articulación glenohumeral. Como la escápula es la "casa del manguito rotador", la estabilidad de la escápula es esencial para el funcionamiento adecuado del hombro y el rango de movimiento. El serrato anterior es particularmente vital para la protracción y rotación ascendente de la escápula, lo que facilita la elevación del brazo por encima de la cabeza y garantiza una alineación óptima de la articulación glenohumeral para el movimiento máximo de la extremidad superior. La funcionalidad de este músculo es fundamental en actividades que requieren alcance por encima de la

cabeza, donde su debilidad o disfunción puede resultar en un alado escapular, lo que afecta negativamente la biomecánica del hombro.(18)

Por el contrario, los romboides y el elevador de la escápula median principalmente la retracción y la elevación de la escápula, respectivamente, actuando como antagonistas del serrato anterior. La acción coordinada de estos músculos es crucial para mantener la estabilidad y la alineación de la escápula, en particular durante la aducción del brazo y las actividades que implican tirar o levantar. La función sinérgica de estos músculos periescapulares asegura que los movimientos de la escápula se ajusten finamente a las demandas de las actividades de las extremidades superiores, lo que facilita la transmisión eficiente de la fuerza desde el tronco hasta el brazo. Esta compleja interacción es vital para la preservación de la estabilidad y la función del hombro.(18)

La articulación glenohumeral permite el mayor rango de movimiento en el cuerpo humano y es fundamental en la transmisión de fuerza para los atletas que realizan movimientos de saque. El tenis, específicamente el movimiento de saque, requiere un momento repetitivo de abducción-rotación externa por encima de la cabeza que coloca una carga antinatural y altamente dinámica en el hombro, que a menudo excede los límites fisiológicos de la articulación. Por lo tanto, la transferencia óptima de energía desde el tronco hasta el aspecto distal de la extremidad superior requiere un equilibrio delicado y reproducible entre la movilidad y la estabilidad del hombro. Cualquier aberración dentro de esta compleja cadena cinética deja al hombro altamente susceptible a lesiones. Lehman informó una prevalencia del 24% de dolor de hombro en jugadores de tenis adolescentes de alto nivel con un aumento de hasta el 50% en participantes de mediana edad. Otros estudios demostraron lesiones de hombro en jugadores de tenis de todos los niveles que van desde el 4 al 17%.(17)

La escápula está íntimamente relacionada con la biomecánica glenohumeral, y su disfunción se ha asociado con un mayor riesgo de dolor de hombro en hasta el 43% de los atletas de arriba. La discinesia escapular, acertadamente llamada por la posición patológica y el movimiento de la escápula, se ha asociado con patologías comunes como desgarros del manguito rotador, desgarros del labrum y pinzamiento del hombro. Se demostró además un mayor riesgo de dolor de hombro en jugadores de balonmano de élite con discinesia escapular obvia. Además, Lopes mostró que los pacientes con síntomas de pinzamiento subacromial y discinesia escapular tenían una rotación externa escapular reducida y una mayor pérdida de la función del hombro en comparación con

aquellos sin discinesia. Sin embargo, ha habido múltiples estudios que no han podido encontrar ninguna asociación entre la discinesia escapular y el dolor de hombro en los jugadores de béisbol. A pesar del debate actual sobre la causalidad, la literatura actual apoya la discinesia escapular como un contribuyente indirecto al dolor de hombro en el atleta que realiza lanzamientos por encima de la cabeza.(17)

Con respecto a la biomecánica alterada en los deportistas, durante la abducción o flexión del hombro, la SA debe proporcionar un gran torque de rotación ascendente a la escápula. Aunque este torque ocurre a través de las articulaciones esternoclavicular y acromioclavicular, puede visualizarse como ocurriendo alrededor de un eje de rotación casi anteroposterior a través de la propia escápula. Este torque, generado por el par de fuerza formado por la SA y el trapecio superior e inferior debe superar el torque de rotación descendente producido por el deltoides medio y el supraespinoso en contracción. Con debilidad de la SA, la fuerte tracción sin oposición de los abductores glenohumerales puede hacer que la escápula rote paradójicamente hacia abajo durante los intentos activos de abducción del hombro. Además de la obvia posición rotada hacia abajo, la escápula también está ligeramente inclinada anteriormente y rotada internamente. (12)

Una posición de escapula alada, si se mantiene, probablemente causaría un acortamiento adaptativo del músculo pectoral menor. Este músculo promovería además una posición inclinada anteriormente y rotada internamente de la escápula. Además de un pectoral menor hipertónico y un SA debilitada, la postura o cinemática anormal de la articulación escapulotorácica puede estar asociada con una alineación alterada de la columna cervical y torácica; postura “encorvada”, es decir, hipercurvatura; promoviendo dolor de cuello o mayor activación del músculo trapecio superior. Una posición anormal de la escápula puede alterar la línea natural de tracción de los músculos del manguito rotador, lo que potencialmente limita su capacidad para controlar la artrocinemática y la estabilidad dinámica normalmente asociadas con la abducción de la articulación glenohumeral. Además, la cinemática escapular anormal puede, en algunas personas, causar potencialmente compresión o cizallamiento del supraespinoso u otros tejidos en el espacio subacromial. Aunque el diagnóstico de pinzamiento subacromial se utiliza a menudo en la clínica, es probable que esta patología sea multifactorial y no la única fuente del dolor percibido por los pacientes. Sin embargo, es una premisa generalmente aceptada, que poder controlar de forma óptima la posición y la cinemática de la escápula durante la

abducción del hombro es un paso importante para reducir el estrés potencial en la articulación glenohumeral.(12)

V.C.c biomecánica aplicada al deporte tenis:

Al igual que otros deportes de raqueta, el tenis se compone de diversos golpes y servicios, cada uno de los cuales consta de diferentes factores biomecánicos que podrían contribuir al espectro de lesiones de las extremidades superiores. El servicio de tenis es el movimiento que más energía demanda y se ha demostrado que comprende casi el 45-60% de todos los golpes realizados en un partido de tenis. El servicio se caracteriza por cinco fases de movimiento diferentes:(19)

Las fases del saque de tenis se las denomina: Dar cuerda, amortillado temprano, amortillado tardío, aceleración y seguir adelante.(19)

Otros tipos de golpe incluyen el golpe de derecha o el golpe de revés, cada uno de los cuales tiene tres fases de movimiento diferentes:

Preparación de la raqueta, aceleración y seguir adelante.

La posición específica y dinámica de las extremidades superiores puede explicar en gran medida la velocidad en el impacto y varía según el tipo de golpe. Al investigar la producción de golpes de tenis de alta energía y su contribución a la etiología de las lesiones en el tenis, no se puede ignorar el concepto de cadena cinética del movimiento. La cadena cinética describe la ruta y la dirección del flujo de energía en los golpes y servicios de tenis. En este proceso, las articulaciones musculoesqueléticas como la rodilla, el hombro y el codo sirven como eslabones en la cadena cinética al absorber, generar y transmitir energía al siguiente eslabón, completando un ciclo de energía desde el suelo hasta la pelota de tenis en el impacto con la raqueta. En un solo partido de tenis, este ciclo se repite numerosas veces y depende en gran medida de la fuerza, la resistencia, la flexibilidad y la técnica de un atleta. Si la transferencia de energía en una articulación no se coordina de manera eficiente, las articulaciones posteriores pueden sobrecargarse fácilmente. Por ejemplo, un estudio biomecánico del servicio de tenis encontró, que las cargas mecánicas transmitidas al hombro y al codo, aumentaron en un 17% y un 23% en ausencia de una flexión de rodilla adecuada al intentar producir una velocidad similar a la de un servicio realizado con una flexión de rodilla correcta. Además,

la capacidad de un jugador de tenis para utilizar la cadena cinética a menudo depende del nivel de experiencia. Varios estudios, han descubierto que los jugadores avanzados, son más eficientes en la manipulación de la cadena cinética para reducir las fuerzas de impacto transmitidas a las articulaciones de las extremidades superiores. A su vez, los jugadores de tenis novatos o recreativos a menudo utilizan una fuerza excesiva y descoordinada en ausencia de una técnica eficiente, lo que no se traduce en un aumento de la velocidad de la pelota y, en cambio, sobrecarga la articulación y aumenta el riesgo de lesiones. Estos resultados implican que la técnica óptima puede contribuir enormemente a maximizar la prevención de lesiones y minimizar las cargas colocadas en cada articulación.(19)

Las altas velocidades de la pelota y la posición de la raqueta imponen grandes cargas sobre las articulaciones de los jugadores de tenis, con efectos suprafisiológicos. Las fuerzas que se generan en el hombro y el codo se multiplican cientos de veces por partido. Para minimizar la carga sobre cada articulación, el jugador debe hacer un uso eficiente de la cadena cinética, en particular en golpes potentes como el servicio, el remate por encima de la cabeza y los golpes de fondo. El servicio de tenis se ha dividido en cinco fases: (1)

preparación (flexión de rodilla, rotación del tronco), (2) preparación temprana, (3) preparación tardía (abducción máxima, rotación externa), (4) aceleración y (5) seguimiento.

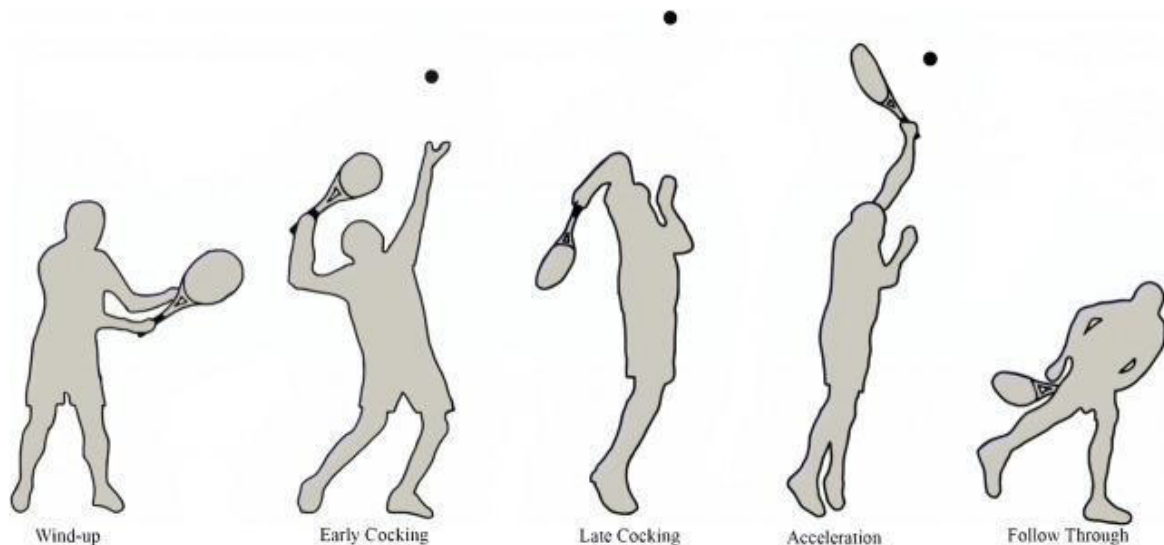
El saque es el golpe más extenuante del tenis, y durante este golpe se produce la mayor actividad muscular máxima en el hombro y el antebrazo. Los segmentos musculares y las fuerzas vinculadas por la cadena cinética comienzan en los pies y las rodillas y viajan desde la extremidad inferior a través del núcleo (tronco/espalda) hasta el hombro y el codo, terminando en la muñeca, la mano y el antebrazo.(20)

El rendimiento óptimo durante el saque de tenis implica la vinculación sucesiva de movimientos independientes entre las piernas, el tronco, la cintura escapular y las extremidades superiores. Estos movimientos coordinados en suma proporcionan la generación de fuerza necesaria para golpear la pelota con la máxima eficiencia, y se conocen colectivamente como la cadena cinética. A lo largo de la cadena cinética, las extremidades inferiores y el núcleo proporcionan una base estable y son responsables de la mayor cantidad de generación de fuerza. Kibler(15) calculó que el 51% de la energía

cinética total y el 54% de la fuerza total se generan a través de las piernas, las caderas y el tronco. La escápula actúa como un embudo para la transmisión de fuerza y sirve como punto de apoyo para la estabilidad a lo largo de la secuencia rápida del brazo, transmitiendo la energía a través del codo, la mano y, en última instancia, la raqueta. El movimiento de saque más eficaz crea una flexión de rodilla adecuada, rotación del tronco y estabilidad central que permite que la escápula se retraiga completamente para un máximo almacenamiento y transferencia de energía.(17)

Como se mencionó antes, la cadena cinética durante un servicio de tenis se divide en cinco fases distintas (figura 2):

Figura 2:



(17)

Los cuales son preparación, preparación temprana, preparación tardía, aceleración y seguimiento. Dentro de cada fase, el movimiento escapular es fundamental para mantener la articulación concéntrica de la articulación glenohumeral. La fase de preparación inicia el almacenamiento de energía en las extremidades superiores e inferiores cuando comienza el movimiento de servicio y concluye cuando se suelta la pelota de la mano no dominante. La fase de preparación temprana comienza con la rotación externa y abducción glenohumeral. A medida que el húmero se acerca a los 90° de elevación, el trapecio y los romboides se contraen para permitir la rotación ascendente y externa de la escápula. A medida que el hombro progresa hacia la fase de preparación tardía, la

contracción sinérgica del serrato anterior proporciona una mayor retracción escapular que preserva el espacio subacromial. Esto permite la liberación del manguito rotador y la tuberosidad mayor a medida que se logra la abducción máxima y la rotación externa del hombro. Durante este tiempo, las extremidades inferiores también se cargan y comienzan a impulsarse hacia arriba, lo que permite una rotación externa exagerada de la articulación glenohumeral. Posteriormente, comienza la fase de aceleración cuando el hombro inicia la rotación interna utilizando el pectoral menor para ayudar a la escápula con la inclinación anterior, la rotación interna y la protracción. Este movimiento convierte el potencial de energía almacenado de las fases anteriores en energía cinética cuando finalmente se golpea la pelota. Finalmente, la fase de seguimiento comienza justo después del contacto con la pelota y consiste en la rotación interna y descendente de la escápula para acomodar la flexión humeral, la rotación interna y la aducción. El desacoplamiento en cualquier punto dentro de esta cadena cinética altamente dinámica inicia una mecánica compensatoria y una mayor carga en los segmentos restantes, lo que predispone a los atletas a lesiones y un rendimiento deteriorado.(17)

Con respecto a la escápula se mueve a lo largo de la pared torácica en coordinación con el movimiento humeral para asegurar la congruencia de la cabeza humeral con la cavidad glenoidea, con mínima tensión sobre las estructuras pasivas glenohumerales (12). Durante la fase inicial de preparación del saque de tenis, la abducción y la extensión humerales requirieron rotaciones escapulares ascendentes y externas, respectivamente. La magnitud de la rotación escapular ascendente requerida fue pequeña debido a que la articulación escapulotorácica contribuye en un 60% a la abducción humeral (21,25).

El desplazamiento de la escápula hacia la columna vertebral, generado por la acción concéntrica de los músculos trapecio medio y romboides (6), permitió preservar el espacio para el manguito rotador y la tuberosidad mayor (26). En este contexto, la compresión de los tendones supraespinoso e infraespinoso por la tuberosidad mayor de la cabeza humeral contra la porción posterior de la cavidad glenoidea puede ser limitada (22). Durante la fase de preparación tardía del saque de tenis, se produce una flexión contralateral del tronco, lo que contribuye a mantener la elevación de la extremidad superior (19). El logro de la rotación externa humeral exigió una inclinación posterior de la escápula mientras se mantenía la rotación externa de la escápula. Esta rotación externa humeral máxima es generada por la acción concéntrica de los músculos infraespinoso y redondo menor. Debido a su origen en la escápula, ejercen simultáneamente un movimiento de rotación interna escapular (5), que exige la contribución de los músculos

trapezio medio y romboides para estabilizar la escápula en rotación externa. Además, como sugieren Konda et al. (17), la inclinación posterior de la escápula se genera tanto por contracciones musculares activas como por restricciones estructurales pasivas de la articulación glenohumeral durante la fase de armado tardío. La acción del músculo serrato anterior es crucial para preservar el espacio bajo el acromion (12), limitar las traslaciones anterior y superior de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea (3) y evitar la elongación de los ligamentos capsulares anteriores, en particular la banda anterior del ligamento glenohumeral inferior (27). En consecuencia, la posición de la escápula en rotación externa e inclinación posterior para alcanzar la rotación externa máxima es crucial para limitar la aparición de pinzamiento interno posterior (3,22) y la laxitud anterior adquirida del hombro. Durante la fase de aceleración del saque de tenis, el húmero se abdujo para alcanzar su elevación máxima, mientras que el húmero rotaba internamente de forma abrupta.(21)

Se han descrito varios mecanismos que causan lesiones del manguito rotador en atletas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza, incluyendo sobrecarga por tensión, déficit de rotación interna, pinzamiento interno, discinesia escapular y, con menos frecuencia, pinzamiento externo. La contracción excéntrica repetitiva y rápida del manguito rotador para desacelerar el brazo durante la fase de seguimiento del lanzamiento genera fuerzas de tensión que sobrecargan progresivamente los tendones del manguito rotador, lo que lleva a hipertrofia, microtraumatismo y eventual falla de las fibras del tendón. Estas lesiones han sido bien estudiadas en lanzadores de béisbol profesionales, con literatura que informa cargas de compresión tan altas como 860 N a través de la articulación glenohumeral y velocidades angulares humerales de hasta 8000°/s durante el movimiento de lanzamiento; los músculos del manguito rotador actúan para compensar estas fuerzas extremas para mantener la cabeza humeral estable y centrada en la glenoides. Durante el saque de tenis, existe una tensión importante en los tendones del manguito rotador posterosuperior, debido a la contracción excéntrica para desacelerar el brazo desde su velocidad angular máxima.(8)

La mecánica escapular alterada también desempeña un papel en las lesiones del manguito. En las fases tardías de preparación y aceleración temprana del lanzamiento, cuando el húmero está abducido al máximo y rotado externamente, la escápula experimenta una rotación ascendente para ayudar a mantener la congruencia articular glenohumeral. El desequilibrio o la debilidad de los músculos periescapulares o posteriores del manguito pueden alterar la relación dinámica de la escápula y se

denomina discinesia escapular. Burkhart y colegas han descrito el síndrome de la escápula SICK (malposición escapular, prominencia del borde medial inferior, dolor y malposición coracoides y discinesia del movimiento escapular), que comprende un conjunto característico de características y hallazgos asociados con la cinemática escapular alterada en atletas de lanzamientos por encima de la cabeza. La alteración del ritmo escapulohumeral también puede provocar un pinzamiento externo del manguito a lo largo del arco coracoacromial y provocar lesiones del manguito rotador. La capacidad de mantener la rotación escapular hacia arriba durante el servicio parece ser importante para prevenir el riesgo de lesiones crónicas en los jugadores de tenis. Se demostró que los jugadores de tenis fatigados tenían una rotación escapular hacia arriba reducida durante el servicio, lo que sugiere que la actividad de servicio intensa durante los torneos conduce de forma aguda a patrones de movimiento escapular anormales, que pueden desempeñar un papel en las lesiones del manguito rotador a largo plazo. Los autores recomiendan una estrecha monitorización de la rotación escapular hacia arriba en los jugadores de tenis que vuelven a jugar después de lesiones de hombro.(8)

Los jugadores de tenis competitivos y los atletas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza con frecuencia desarrollan una rotación externa excesiva del hombro que parece ser una adaptación a la rotación externa repetitiva involucrada en la fase de preparación tardía del movimiento de lanzamiento. Esto conduce a un déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD) correspondiente, ya que, el microtraumatismo repetido en la cápsula posterior durante la fase de desaceleración del lanzamiento conduce a la formación de cicatrices y la posterior contractura de la cápsula posterior. Como la rotación interna del hombro es esencial en el tenis, especialmente para golpes de servicio de alta velocidad y golpes de fondo de derecha, el GIRD altera la cinemática del hombro, lo que aumenta el riesgo de lesiones de hombro en jugadores de tenis y atletas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza.(8,22)

Durante la fase de preparación tardía del servicio, la rotación externa máxima y la abducción del hombro causan un tope entre la tuberosidad mayor del húmero y el labrum glenoideo posterosuperior. Este tope aumenta la presión de contacto en la superficie articular del manguito rotador posterosuperior, lo que conduce a una lesión bipolar característica en el labrum posterosuperior y el aspecto articular de los tendones supraespinoso posterior e infraespinoso anterior. Se denominó a esto "pinzamiento interno" y se describieron hallazgos artroscópicos de deshilachado del labrum

posterosuperior y desgarró de espesor parcial de la superficie inferior del manguito rotador. El GIRD y el pinzamiento interno parecen estar íntimamente asociados entre sí. Se propuso que la contractura capsular posterior puede ser la alteración estructural primaria para el desarrollo del pinzamiento interno. La contracción excéntrica repetida del manguito posterosuperior produce hipertrofia y posterior rigidez de las estructuras posteriores, lo que limita la traslación anterior de la cabeza humeral en abducción y rotación externa, lo que en última instancia conduce a un pinzamiento interno.(8,13)

El saque de tenis es un golpe complicado que implica rotaciones segmentarias a lo largo de la cadena cinética. Las rotaciones externas repetidas durante la fase de preparación del saque de tenis pueden reducir el ROM para IR (rotación interna) y aumentar el ROM para la rotación externa del hombro en el brazo dominante. La fase de desaceleración del saque crea una gran fuerza de compresión en el hombro del jugador. Se ha sugerido que estas fuerzas repetitivas, dan lugar a cambios secundarios en los músculos presentes posteriormente a la articulación del hombro (redondo menor, infraespinoso, deltoides posterior y dorsal ancho) y la cápsula articular del hombro que dan lugar a un ROM alterado.(23)

El movimiento del saque de tenis se ha descrito principalmente a través del movimiento del brazo superior en relación con el tórax. Específicamente, desde el lanzamiento de la pelota, el brazo dominante se abduce en el plano escapular, luego se extiende durante la fase de preparación temprana, luego rota externamente al máximo durante la fase de preparación tardía, seguido de una abducción asociada con una rotación interna rápida hasta el impacto de la pelota para la fase de aceleración. En promedio, la abducción máxima se ha evaluado en $101^{\circ} \pm 13^{\circ}$ en jugadores de tenis de clase mundial. Después del impacto, el brazo se aduce mientras cruza el cuerpo del jugador para desacelerar el complejo miembro superior-raqueta.(21)

Con respecto a la escapula durante el saque de tenis, esta se mueve a lo largo de la pared torácica en coordinación con el movimiento humeral para asegurar la congruencia de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea, con un estrés mínimo en las estructuras pasivas glenohumorales. Durante la fase de preparación inicial del servicio de tenis, la abducción y extensión humeral requirieron rotaciones escapulares hacia arriba y hacia afuera, respectivamente. La cantidad de rotación escapular hacia arriba requerida fue pequeña en magnitud porque la articulación escapulotorácica contribuye desde 60° en la abducción humeral. El desplazamiento de la escápula hacia la columna, generado por la

acción concéntrica de los músculos trapecio medio y romboides, permitió preservar el espacio libre para el manguito rotador y la tuberosidad mayor. En este contexto, la compresión de los tendones supraespinoso e infraespinoso por la tuberosidad mayor de la cabeza humeral contra la porción posterior de la cavidad glenoidea puede ser limitada. Durante la fase de preparación tardía del saque de tenis, se produce una flexión contralateral del tronco, que contribuye a mantener la elevación de la extremidad superior. El logro de la rotación externa humeral extensa exigió una inclinación posterior de la escápula mientras se mantenía la rotación externa de la escápula. Esta rotación externa humeral máxima es generada por la acción concéntrica de los músculos infraespinoso y redondo menor. Debido al sitio de su origen en la escápula, ejercen concomitantemente un movimiento de rotación interna de la escápula, que exige la contribución de los músculos trapecio medio y romboides para estabilizar la escápula en rotación externa. Además, la inclinación posterior de la escápula se genera tanto por contracciones musculares activas como por restricciones estructurales pasivas de la articulación glenohumeral durante la fase de armado tardío. La acción del músculo serrato anterior es crucial para preservar la cantidad de espacio debajo del acromion, para limitar las traslaciones anterior y superior de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea, y para evitar la elongación de los ligamentos capsulares anteriores, en particular la banda anterior del ligamento glenohumeral inferior. Como consecuencia, el posicionamiento de la escápula en rotación externa e inclinación posterior para alcanzar la rotación externa máxima es fundamental para limitar la aparición de pinzamiento interno posterior y laxitud anterior adquirida del hombro. Durante la fase de aceleración del servicio de tenis, el húmero se abduce para alcanzar su elevación máxima, mientras que el húmero rota internamente de manera abrupta. Un estudio previo ha demostrado que la rotación interna humeral sola está acompañada por una rotación escapular hacia abajo y una inclinación anterior. Este último movimiento, podría estar en conflicto con la necesidad de una mayor rotación escapular hacia arriba para abducir al máximo el húmero para el impacto del servicio de tenis. Dicha abducción humeral cae dentro del rango de valores para los cuales es susceptible de ocurrir un pinzamiento subacromial, lo que coloca al hombro del tenista en alto riesgo de dolor y lesión del tendón del manguito rotador. Durante la fase de seguimiento, la aducción, flexión y rotación interna humerales requirieron rotación interna escapular, rotación hacia abajo e inclinación posterior. La cantidad de rotación interna de la escápula parecía ser menor que durante la fase de seguimiento del golpe de derecha en tenis, pero se cree que dicha magnitud en la rotación interna de la escápula es un

mecanismo potencial que contribuye a la inestabilidad anterior y las lesiones del labrum. Además, las altas fuerzas musculares excéntricas necesarias en las articulaciones glenohumeral y escapulotorácica para desacelerar el complejo miembro superior-raqueta podrían potencialmente resultar en traslaciones anteriores y en laxitud escapular adquirida. Por lo tanto, el logro de un servicio de tenis, requiere movimientos complejos sincrónicos del húmero y la escápula durante todo el movimiento del servicio para mantener la posición adecuada de la cabeza humeral en la cavidad glenoidea y limitar los riesgos de lesiones en el hombro.(21)

Debido a estos cambios, algunas adaptaciones biomecánicas escapulares favorecen o aumentan el riesgo de lesión musculotendinosa del manguito rotador en un atleta. Estas adaptaciones incluyen una disminución en la rotación ascendente de la escápula, un aumento en la elevación esternoclavicular, un aumento en la inclinación anterior y protracción de la escápula, y una escápula caída en la posición de reposo. La rigidez posterior del hombro puede contribuir a la alteración en el eje de rotación de la cabeza del húmero. Este tipo de rigidez hace que la cabeza del húmero se desplace en una dirección superior y posterior, causando un aumento en la rotación externa y una disminución en el ROM IR, lo que finalmente resulta en una anomalía en el ROM del hombro de los atletas.(23)

V.D.a Normalidad y anormalidad en los movimientos escapulares:

Se considera que el movimiento "óptimo" de la escápula es crucial para el funcionamiento del hombro y, como tal, se cree que cualquier alteración en la cinemática de la escápula es un factor que contribuye al desarrollo de la patología del hombro. En particular, cualquier variación en la cantidad de rotación ascendente de la escápula que se produce, está particularmente implicada como un factor predisponente en el desarrollo de los síntomas del hombro. Esto se debe a que la escápula debe rotar hacia arriba y hacia afuera e inclinarse hacia atrás adecuadamente, para evitar que la cabeza humeral se comprima y choque contra la superficie inferior del acromion: uno de los mecanismos propuestos para producir el síndrome comúnmente conocido como pinzamiento subacromial. Basándose en esta opinión generalizada, el objetivo de muchos programas de rehabilitación del hombro es corregir la mecánica de la escápula.(24)

El ritmo escapulohumeral (SHR) es la coordinación entre los movimientos humerales y escapulares, y fue descrito por primera vez por Codman, posteriormente popularizado

por Inman. Se utilizaron rayos para calcular el movimiento de la escápula de aparentemente un solo sujeto, y se llegó a la conclusión de que había un ritmo escapulohumeral general constante de 2:1 durante la flexión y abducción del hombro. Considerando que un arco completo de movimiento del hombro es de 180°, esto es el resultado de 120° de movimiento glenohumeral y 60° de rotación ascendente.(24)

Cuando se produce un movimiento glenohumeral, la escápula también debe moverse para permitir el reposicionamiento de la fosa glenoidea, aumentando así el rango de movimiento disponible. Durante este movimiento, los músculos escapulohumeral y axioescapular deben funcionar colectivamente para mantener una alineación mecánica óptima. La actividad del manguito rotador evita la traslación no deseada de la cabeza humeral, pero, si no se controla, tiraría de la escápula lateralmente, creando esencialmente una fuerza desestabilizadora. Los músculos axioescapulares responden evitando que los músculos escapulohumerales desestabilicen la escápula y producen la rotación hacia arriba, la inclinación posterior y la rotación externa necesarias para un movimiento y una función óptimos. Por lo tanto, existe una alta correlación entre la acción de los músculos escapulohumeral y axioescapular y la actividad en un grupo no existe sin la actividad correspondiente en el otro.(24)

V.D.b Relación de la biomecánica alterada a la disminución del espacio subacromial.

Un estudio de correlación clínica y ecográfica en la escápula concluye que existe una disminución del espacio subacromial.(24) En este estudio se investigó que los tenistas con discinesia escapular presentan un espacio subacromial más pequeño que los no deportistas. Además, cuando se analizó el hombro de forma dinámica, pasando de una abducción a una elevación, los tenistas con discinesia escapular presentaron una mayor reducción del espacio subacromial en comparación con atletas no afectados.(25)

Se cree que las lesiones por sobrecarga de los tendones ubicados en el espacio subacromial son muy comunes entre los jugadores de tenis. Debido a esta reducción en el espacio subacromial tiende a aumentar la carga sobre el manguito rotador.(25)

Varios estudios han determinado que existe una relación significativa entre el movimiento inadecuado de la escápula y la presencia de hombro doloroso, que puede dar lugar a lesiones por sobrecarga. Por lo tanto, es importante la detección temprana de la discinesia escapular para establecer programas de ejercicios preventivos.(25)

V.E Etiología de la disquinesia escapulohumeral:

Las principales causas de la disquinesia escapular fueron, fuerza muscular reducida del manguito rotador, músculos de la escápula débiles, rango de movimiento reducido del hombro, lesiones de tejidos blandos en las articulaciones del hombro, movimiento inadecuado de la escápula, aumento del riesgo de impacto y disminución de la fuerza del manguito rotador. La inestabilidad, que es una de las causas de la SD y se observa en individuos con SD, afecta negativamente el sentido propioceptivo. Como se sabe, la activación de los músculos del manguito rotador y del bíceps también aumenta para compensar la SD. Como resultado de esta mayor activación muscular, los receptores musculares propioceptivos podrían haber sido estimulados más, afectando positivamente el sentido propioceptivo en estos ángulos donde las capacidades de estabilización de los músculos del manguito rotador eran mayores.(2)

V.F.a CAUSAS:

Las causas de la discinesia escapular se pueden dividir en tres grupos:

a) **Causas de discinesia escapular relacionadas con el hombro.**

Relacionadas con el hombro: las patologías del hombro son el origen más común de quejas. Casi todas las patologías del hombro van acompañadas de cierto grado de discinesia. Las patologías más comunes que se asocian con alguna forma de discinesia escapular son: inestabilidad acromioclavicular, pinzamiento del hombro, lesiones del manguito rotador, lesiones del labrum glenoideo, fractura de clavícula y relacionado con los nervios. La característica común de todas estas patologías es la alteración del ritmo escapulohumeral.(5)

Se mencionó anteriormente en la sección de Biomecánica, el ritmo escapulohumeral puede verse alterado por un patrón inadecuado de activación muscular (demasiado lento o demasiado rápido) o por una fuerza inadecuada de contracción muscular (demasiado fuerte o demasiado débil). Muchos músculos que actúan en diferentes direcciones influyen en la escápula y es comprensible que el momento y la fuerza de la actividad muscular dicte su movimiento.(5)

La fatiga es un determinante importante del rendimiento muscular. Se ha demostrado que a medida que aumenta la fatiga el ritmo escapulo humeral es menos eficaz. Sería interesante si la misma configuración experimental se extendiera a actividades más complejas, que incluyeran más músculos. De esa manera, los investigadores pudieron observar, la fatiga muscular después de movimientos de la vida real, qué músculos eran más susceptibles a la fatiga y si los músculos asumen el dominio una vez que los sinérgicos están fatigados.(5)

Se ha informado que otros problemas musculares, como la rigidez del dorsal ancho, afectan la rotación de la escápula, traccionando del hueso hacia arriba. Los músculos trapecio y serrato anterior se han relacionado con el desarrollo de discinesia tanto en el pinzamiento como en la inestabilidad del hombro. En el pinzamiento, el trapecio superior e inferior junto con el serrato anterior han alterado su patrón de activación, y los trapecios muestran una mayor fuerza de activación en comparación con el serrato anterior.(5)

En los tejidos blandos que rodean el hombro se han relacionado con el desarrollo de una mecánica escapular alterada. Es decir, tanto los músculos pectorales (mayores y menores) como la cápsula glenohumeral se han identificado como factores importantes. La tensión de los músculos de la región pectoral promueve la tracción anterior de la cintura escapular y, en consecuencia, de la escápula. Además, la rigidez de la cara posterior de la cápsula glenohumeral muestra una posición escapular en reposo alterada, más anteriormente en comparación con los individuos normales, un patrón similar al pinzamiento del hombro.(5)

b) Relacionado con el cuello

Existen dos subtipos de patologías del cuello que pueden afectar el hombro: 1) síndromes de "dolor de cuello mecánico" y 2) síndromes relacionados con la raíz del nervio cervical. Los síndromes de "dolor de cuello mecánico" se definen como un grupo de patologías que afectan a las articulaciones (cambios degenerativos) y a los músculos (por ejemplo, fatiga o desequilibrio) del cuello. Aún no se ha establecido cómo se refieren los síntomas al hombro, pero se puede apreciar la proximidad de dichas estructuras a la zona. Se ha postulado que la postura corporal afecta la fuerza muscular. De hecho, debido al estilo de vida occidental y al uso extensivo de computadoras, los pacientes adquieren una postura "encorvada". Como resultado, las columnas cervical y torácica superior pierden sus curvaturas naturales.(5)

Por el contrario, está bien establecida la relación entre las patologías nerviosas (p. ej., compresión o avulsión de las raíces nerviosas) en el cuello y las molestias relacionadas con los hombros. Todos los nervios que proporcionan inervación sensitiva y motora al hombro se originan en el plexo braquial, especialmente en las raíces C5 y C6, y en el nervio accesorio (transversa desde las porciones superiores de la médula espinal y las partes inferiores del cerebro hacia el músculo esternocleidomastoideo). Las patologías surgen cuando los nervios activan de manera inapropiada uno o más nervios alrededor de la escápula, y en consecuencia desorganizan el ritmo de los movimientos escapulares en relación con el esqueleto principal o el miembro superior. El patrón de activación muscular es una parte importante de la evaluación clínica y la rehabilitación.(5)

c) Causas de discinesia escapular relacionadas con la postura

La cifosis torácica excesiva y la lordosis cervical alteran la posición de reposo de la escápula. Los atletas son más susceptibles a estos cambios. Dependiendo de su deporte, desarrollan desequilibrios de los músculos centrales que alteran las curvaturas de la columna y las tensiones de los tejidos blandos.(5)

Han identificado tanto los músculos que rodean la escápula como los músculos del manguito rotador como factores importantes en el desarrollo de la mecánica escapular alterada. En estudios recientes, se ha demostrado que especialmente el acortamiento/rigidez de los músculos alrededor de la escápula es eficaz en el desarrollo de la discinesia escapular. En un estudio, se ha informado que la rigidez del dorsal ancho afecta la rotación de la escápula y tira de la escápula hacia arriba. Además, han afirmado que los músculos trapecio y serrato anterior se han relacionado con el desarrollo de la discinesia escapular tanto en el pinzamiento del hombro como en la inestabilidad del hombro. Se afirmó que el acortamiento de los músculos de la región pectoral conduce a la traslación hacia delante de la cintura escapular y, por lo tanto, de la escápula. Se descubrió que la activación voluntaria del músculo trapecio en casos de dolor de cuello disminuyó y mostró signos clínicos de disfunción escapular.(26)

V.F.b Causas relacionadas con la disminución del desempeño deportivo:

V.F.b.a Discinesia:

Las alteraciones visibles (escapula alada o asimétrica) en la posición y el movimiento de la escápula se han denominado discinesia escapular, responsable de los cambios en la activación de los músculos estabilizadores de la escápula. Burn y colegas(27) informaron que los atletas que realizan movimientos por encima de la cabeza tienen una mayor prevalencia de desarrollar discinesia escapular que los atletas que no realizan movimientos por encima de la cabeza, y se encontró que está presente en el 61% de los atletas que realizan movimientos por encima de la cabeza. Cools y colegas(28) destacaron la discinesia escapular como una posible variable para la patología del hombro en los jugadores de tenis. El impulso de derecha del tenis podría contribuir a la discinesia escapular, según un estudio de Rogowski y colegas(29) principalmente debido al ancho de la inclinación anterior escapulotorácica y la rotación interna observada durante la fase de seguimiento del movimiento de derecha. Se encontró que los jugadores de tenis con discinesia escapular tenían un espacio subacromial reducido, según un estudio de Silva y colegas(25). Este estudio utilizó la evaluación ultrasonográfica para medir el espacio subacromial, lo que confirma la hipótesis de que los jugadores de tenis pueden desarrollar pinzamiento subacromial. El impacto de la cinemática del hombro y la escápula en el pinzamiento del hombro fue estudiado por Lädermann y colegas (30). Sus hallazgos indicaron que se encontró que nueve de cada 10 ex jugadores de tenis profesionales tenían pinzamiento del hombro posterosuperior, especialmente al sacar, lo que refuerza la teoría de que este golpe es el golpe más dañino en el tenis. La presencia de discinesia escapular entre los jugadores de tenis se definió claramente en esta revisión y se ha identificado como un factor de riesgo para la lesión de las extremidades superiores.(31)

V.F.b.b Propiedades rotacionales del hombro:

La rotación interna limitada (RI), en lugar del déficit de rotación interna glenohumeral GIRD, se asoció con el historial de dolor de hombro, la duración de la práctica de tenis y la edad del jugador, después de comparar el rango de rotación del hombro entre jugadores de tenis profesionales con y sin antecedentes de dolor de hombro.(32) Se encontró que la flexibilidad y el ROM del hombro estaban limitados según un período de estudio de dos años. Este estudio identificó un movimiento disminuido o asimétrico en la rotación interna del hombro, sin responder cómo la inflexibilidad podría reproducir una lesión. La

inflexibilidad del hombro afecta teóricamente la cinética del hombro, aumentando la carga de la articulación y causando un trauma. Sin embargo, este mecanismo es multifactorial, ya que varios factores clave como la fuerza muscular, la integridad de la cadena cinética, la cinemática del hombro, la calidad de los golpes y la exposición juegan un papel importante en la fisiopatología de la lesión del hombro. (31)

La escápula desempeña un papel clave en la estabilización de la movilidad de la articulación glenohumeral durante el movimiento del brazo al cambiar de posición con frecuencia para promover los movimientos del hombro. En el saque de tenis, la escápula sigue patrones de movimiento distintos, caracterizados por la retracción/protracción a medida que el saque progresa desde la etapa de preparación temprana a la tardía y la rotación hacia arriba durante la fase de aceleración(21). Estos movimientos finos están orquestados por los músculos circundantes del manguito rotador que se unen a la escápula y otras estructuras capsulares circundantes. Si las estructuras del hombro se debilitan o funcionan mal como resultado de una sobrecarga crónica, los jugadores de tenis pueden desarrollar diskinesia escapular.

Esta afección se caracteriza por un desequilibrio de la escápula, que conduce a alteraciones en el movimiento de la escápula, lo que produce dolor y deficiencia funcional durante los movimientos de saque por encima de la cabeza. En algunos casos, la escápula afectada puede mostrar una apariencia caída o prominencia del borde medial inferior en reposo en comparación con el hombro no afectado, una condición comúnmente conocida como escápula SICK (malposición escapular, prominencia del borde medial inferior, dolor coracoides y discinesia del movimiento escapular). En la mayoría de los atletas de tenis, se ha encontrado que la presencia de discinesia escapular o escápula SICK está asociada con lesiones de hombro, aunque las interacciones exactas de estas condiciones con las lesiones de hombro son en gran parte indefinidas.(33) El papel de la escápula en el rendimiento óptimo del hombro indica que una evaluación de la función escapular es crucial tanto en las evaluaciones deportivas previas a la participación como en la evaluación de los atletas de tenis que presentan dolor o disfunción del hombro. Una vez identificadas, las anomalías escapulares se pueden corregir con programas de estiramiento rehabilitadores que apuntan con éxito a la restauración de la fuerza y flexibilidad muscular y capsular en el hombro.(19)

En el tenis, la rotación interna del hombro se considera uno de los contribuyentes positivos más importantes a la velocidad de la pelota, especialmente durante el servicio.

Sin embargo, la repetición del movimiento de abducción-extensión de los servicios de tenis y otros golpes por encima de la cabeza puede alterar el arco de rotación del hombro, produciendo un mayor grado de rotación externa a expensas del endurecimiento de la cápsula posterior. Aunque el aumento de la rotación externa produce un servicio más potente, el endurecimiento posterior disminuye el grado en el que el hombro del atleta puede rotar internamente y eventualmente puede conducir al desarrollo del déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD). Este se caracteriza cuantitativamente por una pérdida de $>18^\circ$ de rotación interna en el hombro dominante del atleta en comparación con el hombro no dominante, según se mide durante la evaluación clínica. La presencia de este déficit cambia la cinemática glenohumeral del servicio de tenis y también se ha encontrado que está asociada con mayores riesgos de lesión de hombro.(34) Los atletas con GIRD suelen presentar dolor profundo en la parte posterior del hombro que se acompaña de una disminución de los grados de rotación interna y un aumento de la rotación externa, en comparación con el brazo no dominante y medido con un goniómetro. La progresión de la GIRD se puede revertir mediante programas de estiramiento dirigidos a la cápsula posteroinferior, que han demostrado aumentar con éxito la rotación interna y total y reducir la GIRD en jugadores de tenis de alto nivel.(19)

El pinzamiento interno es otra afección relacionada con el desarrollo de lesiones en el hombro. Se define como el pinzamiento mecánico anormal de los tendones del manguito rotador contra el borde glenoideo superior y el labrum. El pinzamiento interno se produce en hombros sanos de deportistas. Sin embargo, puede lesionarse por una mayor compresión de la cápsula posterior. Las fuerzas de compresión continuas en la cápsula posterior del hombro pueden provocar un desplazamiento del eje de la articulación glenohumeral. De manera similar a la GIRD y la discinesia escapular, estas cargas compresivas se experimentan durante la rotación externa exagerada en la etapa final del saque de tenis y los pacientes presentarán dolor y disfunción posterosuperiores. Se ha demostrado que el pinzamiento interno posterior se produce junto con la GIRD y la discinesia escapular, y puede volverse cada vez más patológico cuando se asocia con estos factores de riesgo.(19)

V.G Clasificación:

La DS puede caracterizarse por bordes u ángulos alados o prominentes de la escápula, falta de movimiento coordinado y elevación rápida de la escápula durante la elevación del brazo o rotación rápida hacia debajo de la escápula durante el descenso. Kibler et al.(15)

propusieron un sistema de clasificación de 4 tipos para caracterizar la afección. La prominencia del borde inferomedial de la escápula (con rotación anormal sobre un eje transversal) se considera DS de tipo 1, la prominencia de todo el borde medial de la escápula (con rotación anormal alrededor de un eje vertical) es de tipo 2, y la prominencia del borde superomedial (con traslación superior de toda la escápula) es de tipo 3. El tipo 4 describe el estado normal sin asimetría escapular y movimiento escapular adecuado. Además, existe el síndrome de escápula SICK, el cual es una mala posición escapular, con prominencia del borde inferomedial, genera dolor y mala posición de la coracoides y promueve la discinesia del movimiento escapular. Se la ha descrito como una forma grave de DS y a menudo se observa en atletas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza.(11,18,35)

En conclusión, según Kibler la clasificación para la SD se divide en tres patrones diferentes: desplazamiento del ángulo medial inferior de la escápula desde el tórax posterior (tipo I), desplazamiento de todo el borde medial de la escápula (tipo II), elevación escapular temprana o rotación escapular excesiva hacia arriba durante la elevación del brazo (tipo III).(15)

V.H Evaluación:

Esta conlleva una serie de normas relevantes para un buen diagnóstico, como lo son ciertas maniobras, observar al paciente y la palpación.

- (1) Observación visual en reposo y durante la elevación del brazo para determinar la presencia (es decir, flotación anormal de la escápula o movimiento escapular anormal o ambos) o ausencia de discinesia.
- (2) Prueba de deslizamiento lateral de la escápula de Kibler (LSST), que consiste en medir la distancia entre el ángulo inferior de la escápula y la apófisis espinal vertebral correspondiente. Esta medición se realiza en tres posiciones: el brazo a lo largo del cuerpo, las manos en las caderas y el brazo en abducción de 90° en rotación interna máxima. La prueba se considera positiva para una asimetría $\geq 1,5$ cm en dos de las tres posiciones.
- (3) Rigidez del pectoral menor: Con el participante en decúbito supino, con los brazos relajados a lo largo del cuerpo y las palmas de las manos hacia abajo, se mide la distancia (en cm) entre el borde posterior del acromion y la mesa. La prueba es positiva si la distancia es >4 cm.

- (4) Rigidez de las estructuras posteriores del hombro: mientras el participante está en posición de estiramiento del durmiente (decúbito lateral, hombro y codo flexionados a 90°), el investigador aplica la máxima rotación interna y mide la distancia entre el estiloides radial y la mesa. La prueba es positiva si la distancia es >19 cm.

Para que el hombro se considerara discinético, el participante debía cumplir los siguientes criterios: criterio 1 (observación) positivo y criterio 2 (LSST) positivo y criterio 3 (rigidez del pectoral menor) o criterio 4 (rigidez de las estructuras posteriores) positivo.

Una vez identificados los participantes con hombro discinético, se los incluyó en el grupo sintomático si presentaban dolor o debilidad en ≥ 3 de las siguientes 5 pruebas isométricas (los datos de confiabilidad y las ilustraciones se proporcionan en el Material complementario):

- (1) Test de Jobe (supraespinoso): elevación del hombro y rotación interna con el brazo extendido a 90° de abducción en el plano escapular.
- (2) Test de Patte 0° (infraespinoso): rotación externa del hombro a 0° de abducción con el codo flexionado.
- (3) Test de Patte 90° (redondo menor): rotación externa del hombro a 90° de abducción con el codo flexionado.
- (4) Prueba de despegue (subescapular): rotación interna del hombro comenzando con la mano detrás de la espalda.
- (5) Prueba de palma hacia arriba (bíceps cabeza larga): elevación del hombro con el brazo extendido a 90° y rotado externamente.(36)

Evaluación de la discinesia escapular:

Para identificar la discinesia escapular se utilizó la prueba de deslizamiento lateral de la escápula (LSST). La LSST se evaluó bilateralmente en tres posiciones diferentes: (a) brazos en posición neutra y junto al cuerpo, (b) manos en la cintura con los pulgares apuntando hacia atrás y (c) brazos en posición de abducción de 90° y rotación interna máxima. La distancia entre el ángulo inferior de la escápula y las apófisis espinosas de las vértebras torácicas se midió con una cinta métrica en las tres posiciones y se registró. La prueba se consideró positiva si se detectó una diferencia mayor a 1,5 cm entre las mediciones bilaterales.

La prueba mSAT (asistencia escapular modificada) se realiza de la siguiente manera. El examinador se coloca detrás del paciente, con un mano en el borde superior de la escápula del hombro doloroso con la punta de los dedos tocando la clavícula. La palma de la otra mano se coloca en el ángulo inferior de la escápula. Luego se le pide al paciente que eleve el brazo en el plano sagital mientras el examinador asiste la rotación hacia arriba y la inclinación posterior de la escápula durante el movimiento.

Otro método de evaluación de discinesia escapular es la SDT descrita por McClure el cual consiste en el plano sagital realizar cinco elevaciones anteriores del brazo realizadas con una mancuerna de 2 kg para individuos que pesan 68 kg o más, y con una mancuerna de 1 kg para aquellos que pesen menos de 68 kg. La ejecución de este movimiento se registró con una cámara desde una vista posterior con el torso desnudo a una distancia de 1,5 m para registrar las elevaciones.

La presencia/ ausencia de SD se determinó durante la elevación y el descenso del brazo. Se consideró “alado” como cualquier movimiento excesivo del aspecto medial de la escápula separándose del tórax.(37)

El diagnóstico de STAM se basa principalmente en un examen musculoesquelético completo. Durante esta evaluación, es esencial observar la posición y el movimiento de ambas escápulas con la espalda del paciente completamente expuesta, evaluando cualquier signo de STAM, asimetría o atrofia muscular al levantar los brazos. Para evaluar más a fondo la fuerza y la funcionalidad mecánica de las escápulas, se emplean maniobras específicas como la prueba de resistencia a la flexión del hombro, que evalúa el movimiento de la escápula durante la elevación del brazo hacia adelante, y la prueba de compresión escapular, donde la presión manual sobre la escápula puede aliviar el dolor y mejorar la movilidad. (Figura 3) Estas pruebas son fundamentales para confirmar la presencia de STAM y guiar las estrategias de tratamiento posteriores.(18)

Figura 3:



(18)

En pacientes que presentan STAM debido a hiperactividad del pectoral menor y patrones de activación anormales de los músculos circundantes, las manifestaciones clínicas a menudo imitan la disfunción del serrato anterior. Este escenario se caracteriza por hiperactividad del pectoral menor y del trapecio superior, junto con la hipoactividad del serrato anterior.(18)

La distinción entre hiperactividad del pectoral menor y parálisis del serrato anterior a través del examen físico implica varias pruebas específicas: la prueba de resistencia a la flexión del hombro (SFRT) a 30°, la prueba de flexión de pared y la protracción del hombro contra resistencia. Si bien la SFRT a 30° y las pruebas de flexión de pared pueden indicar hiperactividad del pectoral menor, no son exclusivas de la disfunción del serrato. Es importante señalar que cuando se utiliza la prueba de flexión de pared para evaluar el movimiento de la escápula, solo evalúa 2 planos de movimiento de la escápula y no tiene en cuenta la función dinámica completa de la musculatura escapular.(38,39) Como resultado, puede no ser una herramienta confiable para evaluar STAM, y no se recomienda su uso. Las evaluaciones EMG de superficie revelan que la activación del pectoral menor no altera significativamente la posición de la escápula en la pared torácica cuando el hombro se flexiona más allá de los 90°. La realización de la SFRT en ángulos variables (30°, 60° y 100°) facilita la diferenciación entre estas afecciones. En concreto, una SFRT negativa a 100° sugiere un serrato anterior funcional, lo que muestra un valor predictivo negativo del 100 % para la parálisis del serrato anterior. Por el contrario, una SFRT positiva en ángulos de 30°, 60° y 100° indica claramente una parálisis del serrato anterior.(18)

V.I.a Consecuencias:

Patologías como el síndrome del manguito rotador, síndrome de pinzamiento subacromial, problemas del labrum glenoideo, inestabilidad glenohumeral y trastorno del ritmo escapulo-humeral son comunes en individuos con SD. Se sabe que las activaciones de los músculos del manguito rotador y del bíceps aumentan en los individuos para compensar la SD resultante. Como resultado de esta mayor activación, puede desarrollarse inestabilidad y la SD puede continuar. Después de la inestabilidad resultante, el sentido propioceptivo puede verse afectado negativamente. Esta condición, que generalmente se ignora en el tratamiento de los problemas del hombro, puede provocar que se produzcan lesiones de hombro relacionadas y vuelvan a aparecer si no se tratan o una estabilización anormal y pérdida de control. Pueden producirse lesiones de hombro como resultado de estos cambios negativos en los patrones de movimiento de la escápula.(2,4)

V.I.b Patologías asociadas:

Existen numerosas patologías asociadas que pueden enmascarar o acompañar la discinesia escapular subyacente en tenistas. Algunas de estas incluyen la deficiencia de rotación interna glenohumeral (GIRD), los desgarros de SLAP, el pinzamiento del hombro y la patología del manguito rotador.(17)

V.I.b.a Deficiencia de rotación interna glenohumeral

La GIRD es un hallazgo común bien documentado en atletas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza. Se cree que esta patología se produce por actividades repetitivas, como lanzar o servir, que inducen un endurecimiento de la cápsula posteroinferior y una atenuación de las estructuras ligamentosas anteriores. Esto produce una biomecánica del hombro alterada con un desplazamiento posterosuperior del punto de rotación glenohumeral. La inmovilidad relativa de la cápsula posterior también induce una protracción escapular excesiva y una inclinación anterior. Estas fuerzas combinadas acentúan el mecanismo de desprendimiento en el labrum posterosuperior en la fase de armado tardía, lo que finalmente provoca un fallo de tracción, desgarros SLAP y dolor posterior con las actividades que realizan lanzamientos por encima de la cabeza.(17)

V.I.b.b Pinzamiento del hombro y desgarros del manguito rotador.

Estos coexisten con frecuencia y se han asociado con una cinemática escapular alterada de la cabeza humeral para la estabilidad y la rotación de la extremidad superior para la movilidad. Sin embargo, en los atletas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza, el pinzamiento repetitivo y a menudo suprafisiológico entre la cavidad glenoidea posterosuperior y la tuberosidad mayor puede conducir al desarrollo de desgarros parciales del manguito rotador del lado articular y cizallamiento del labrum. Un estudio cinemático más reciente realizado en tenistas respalda esta teoría, ya que demostró un pinzamiento posterosuperior durante la fase de preparación tardía del movimiento de servicio en casi el 75 % de su población.(40) Además, el estudio mostró un pinzamiento subacromial preocupante con traslación superior de la cabeza humeral a medida que el brazo se acercaba a 65° de abducción.(40) Aunque el mecanismo exacto sigue sin estar claro, el aumento de la protracción escapular, que a menudo se encuentra en pacientes con discinesia escapular, puede disminuir aún más el espacio libre subacromial y predisponer el manguito rotador al desgaste.(17)

V.I.b.c Inestabilidad de hombro (IS):

problema común del hombro que perjudica significativamente la calidad de vida de los pacientes. La posición y el movimiento anormales de la escápula están estrechamente asociados con lesiones del manguito rotador y IS, como lo demuestran varios estudios. La etiología de la discinesia escapular (DS) afecta negativamente la estabilidad y la función del hombro, incluyendo anomalías posturales, problemas musculoesqueléticos y afecciones neurológicas.(41)

la IS es un trastorno común, que representa el 45% de todas las dislocaciones articulares en los Estados Unidos, con una tasa de incidencia anual de 23,9 casos por cada 100.000 personas. La aparición de IS afectará negativamente la calidad de vida de un paciente, obstaculizando gravemente su capacidad para realizar actividades típicas y utilizar sus hombros, lo que conduce a un rendimiento atlético reducido y síntomas de dolor crónico de hombro.(41)

La reciente revisión sistemática ha identificado que solo el 12% de los estudios de rehabilitación de IS publicados en la última década han incorporado el análisis cinemático escapular, lo que destaca una brecha crítica en la comprensión de las contribuciones dinámicas de la escápula a la resolución de la inestabilidad. Cada vez hay más pruebas que indican que el posicionamiento escapular anormal y las trayectorias de movimiento

están asociadas con lesiones del manguito rotador y SI.(4) La discinesia escapular (SD) es cualquier alteración de la postura o movimiento escapular que puede afectar la estabilidad y función del hombro. Una tendencia predominante sugiere que la SI y la discinesia se atribuyen cada vez más a anomalías en la cinética escapular en lugar de una debilidad general en la fuerza muscular escapulotorácica, que anteriormente se consideraba la causa principal de las anomalías de la articulación del hombro y la trayectoria escapular.(41)

La evidencia emergente de un estudio de EMG demuestra que los pacientes con IS exhiben una reducción del 40-60% en la activación del trapecio/serrato anterior inferior durante las tareas funcionales, lo que contribuye directamente a la inestabilidad glenohumeral. Este déficit neuromuscular se correlaciona con un riesgo 2,3 veces mayor de luxación recurrente en comparación con los pacientes con mecánica escapular estándar.(41)

VI.A TRATAMIENTO:

El pilar del tratamiento para la disquinesia escapular sigue siendo un régimen de fisioterapia integral centrado en mejorar el control de la escápula, el núcleo y el fortalecimiento del manguito rotador con el objetivo de mejorar la estabilidad del hombro. El tratamiento inicial debe centrarse en abordar los desajustes en los aspectos proximales de la cadena cinética identificados. Esto establece la estabilidad de la musculatura central para maximizar la eficiencia en la generación de fuerza y la secuencia de activación de los músculos estabilizadores periescapulares. Una vez que se ha logrado esto, el enfoque debe cambiarse a la musculatura periescapular para restaurar la posición óptima de la escápula. Esto puede presentarse como dos condiciones subyacentes, falta de flexibilidad de los tejidos blandos o falta de rendimiento muscular, aunque rara vez son mutuamente excluyentes. La rehabilitación de los déficits de flexibilidad debe centrarse en los músculos centrales involucrados en la estabilización periescapular y glenohumeral. Estos incluyen, entre otros, el trapecio, el pectoral mayor y menor, el serrato anterior, los romboides y los músculos del manguito rotador.(17)

La rehabilitación del rendimiento muscular se clasifica en tres fases separadas: control muscular consciente activo, control muscular y fuerza necesarios para las actividades diarias y control avanzado durante las actividades deportivas. La primera etapa se centra en mejorar la propiocepción y normalizar la posición escapular en reposo. El paciente

avanza a través de ejercicios de orientación escapular y entrenamiento de movimiento consciente que permiten cambios transitorios en las estrategias motoras y la cinemática de las extremidades superiores. Durante este tiempo, se revisa y enfatiza la mecánica postural para limitar la cifosis torácica y la protracción escapular asociada. La segunda fase se centra en la activación muscular concurrente para simular actividades de la vida diaria. Esto implica la utilización de actividades de cadena abierta y cerrada que sean consistentes con los requisitos funcionales del paciente. Se pueden incluir ejercicios simples que imiten tareas funcionales problemáticas en esta etapa y avanzar progresivamente con un mayor tiempo de retención, repeticiones o resistencia. La última etapa incluye ejercicios generales de fortalecimiento periescapular que se utilizan para aumentar la fuerza y la resistencia muscular. Durante esta fase, se perfecciona el mantenimiento del equilibrio muscular mediante movimientos y ejercicios específicos del deporte.(17)

El tratamiento debe ser también para los estabilizadores de la escápula, se debe abordar la falta de flexibilidad de los tejidos, ya que, si no se recupera flexibilidad puede inhibir la activación de la fuerza de contracción muscular.(17)

El fortalecimiento del hombro es la terapia de ejercicios convencional más prescrita para pacientes con discinesia escapular y con dolor de hombro. Estudios previos han demostrado que los programas de ejercicios que enfatizan en el control de la escápula, la relajación del trapecio superior, la corrección del desequilibrio muscular y el entrenamiento sensoriomotor fueron efectivos para disminuir el dolor y mejorar la función muscular de la escápula. Sin embargo, algunos investigadores sugirieron que el entrenamiento físico para la discinesia escapular debe considerar la integración de todos los componentes de la cadena cinética, incluida la musculatura de los miembros inferiores y del core, ya que, en otros deportes, que realizan ejercicios por encima de la cabeza como en el vóley, se descubrieron hallazgos, que demostraron, que estos deportistas presentaron disminución en la estabilidad y el equilibrio del core (balanceo postural y pérdida de equilibrio al estar de pie sobre una pierna o en cuclillas) tuvieron más probabilidades de mostrar discinesia escapulohumeral y de presentar problemas de dolor de hombro. Se hace mención de esto porque, el vóley y el tenis comparten gestos motores similares como lo son el saque de tenis y el remate en vóley, ambos son ejercicios que se realizan por encima de la cabeza y en la repetición del mismo durante los partidos son los que sobrecargan al hombro.(42)

El entrenamiento de la cadena cinética se basa en el concepto de que los movimientos de los distintos segmentos de la cadena cinética son interdependientes. La rotación secuencial sincronizada inicia desde las extremidades inferiores y es transmitida a través del tronco, luego a la escápula y las extremidades superiores. Es decir, que una buena sincronización de toda la cadena cinética mejora la capacidad del complejo del hombro para actuar de manera más eficiente en deportes con sobrecarga. Por ejemplo, los movimientos en diagonal de todo el cuerpo, permiten que, rotando el tronco en un miembro inferior fijo como eje, podría usarse para facilitar la retracción y protracción escapular. Los déficits en la cadena cinemática pueden interrumpir la transmisión de fuerza durante el movimiento. Lo que resulta en un mayor riesgo de lesiones de hombro.(42)

Por lo tanto, el entrenamiento de fuerza convencional como el cinético reducen el dolor y mejoraron la rotación ascendente de la escápula. Estos cambios en el movimiento de la escápula y el tronco pueden proporcionar un mejor brazo de palanca para los músculos escapulotorácicos para producir el movimiento coordinado entre la cintura escapular y el tronco.(42)

El tratamiento en el jugador de tenis debe evaluar la mecánica del saque y del golpe del atleta. Como se mencionó anteriormente, se debe evaluar toda la cadena cinética, incluidas las extremidades inferiores y el core porque una técnica incorrecta en cualquier eslabón de la cadena puede interrumpir la transferencia de energía generando compensaciones, que luego pueden manifestarse en lesiones por uso excesivo de las extremidades superiores. Por lo tanto, se debe enfatizar el entrenamiento de fuerza del core, las extremidades inferiores y superiores, así como la mecánica adecuada del saque y del golpe durante el proceso de rehabilitación para minimizar las lesiones recurrentes o nuevas en el sitio. La fisioterapia comienza con ejercicios enfocados en maximizar el rango de movimiento seguido del fortalecimiento del manguito rotador y los músculos periescapulares.

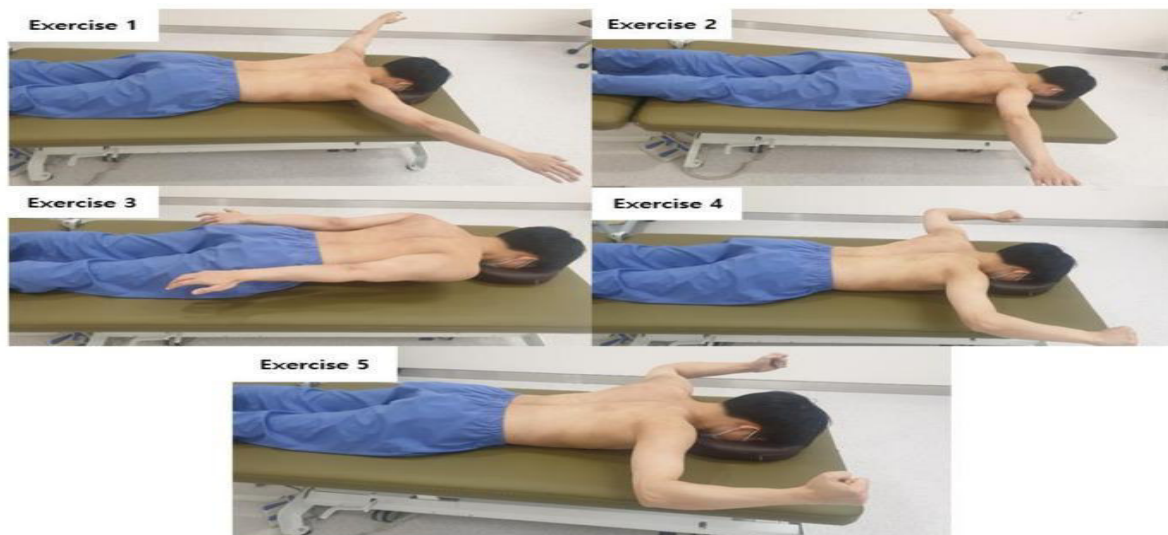
La GIRD debe abordarse con estiramientos de la cápsula posterior. La discinesia escapular y la escápula SICK requieren un programa de estiramiento progresivo y la integración de ejercicios de fortalecimiento escapular, haciendo que el atleta retraiga la escápula a su posición anatómica normal. Una vez que el rango de movimiento del hombro mejora y se fortalece el manguito rotador, la última fase de rehabilitación en el tratamiento no quirúrgico implica un retorno gradual a ejercicios y entrenamiento

específicos del deporte. se ha informado sobre un programa de rehabilitación integral de 4 fases basado en evidencia para el tratamiento no quirúrgico de problemas de hombro, incluidos desgarros del manguito rotador en el atleta que realiza ejercicios por encima de la cabeza. Otra revisión describe las pautas de rehabilitación para el pinzamiento interno específicamente en el jugador de tenis.(8)

VI.B programa de ejercicios:

VI.B.a Ejercicios de fortalecimiento muscular.

El método de ejercicio consta de cinco movimientos y es un ejercicio bilateral que fortalece los músculos alrededor de la escápula levantando el brazo desde la posición prona (figura 4).(14) Figura 4:



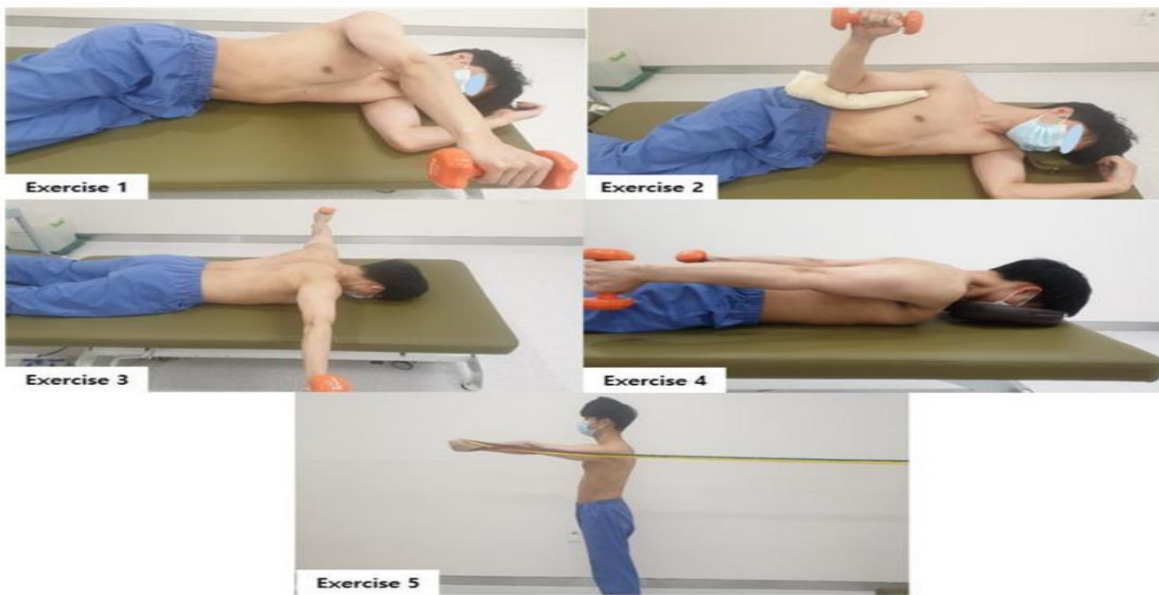
(14)

VI.B.b Ejercicio de equilibrio muscular.

El ejercicio de equilibrio muscular utilizado en estudios previos se aplicó para el ejercicio de equilibrio muscular de la escápula en este estudio. Este método de ejercicio reduce la hiperactividad del tríceps y equilibra las actividades de los músculos trapecio medio, trapecio inferior y serrato anterior. El ejercicio se realizó en tres series de 10 repeticiones, con una carga máxima de 10 repeticiones, durante un total de 25 minutos (5 minutos por serie con un descanso de 5 minutos entre series). El ejercicio 1,2,3 es un ejercicio de equilibrio muscular para el trapecio superior y medio, el ejercicio 1,2,4 es un ejercicio de equilibrio muscular para el trapecio superior e inferior, y el ejercicio 5. Es un ejercicio de

equilibrio muscular de los músculos trapecio superior y serrato anterior como un movimiento de protracción que se ve en la figura 5. La secuencia de ejercicios se llevó a cabo de la siguiente manera aplicando un estudio previo. Semana 1: 1, 2, 3, 4, 5/2 semanas: 5, 4, 3, 2, 1/3 semanas: 1, 5, 2, 3, 4/4 semanas: 5, 3, 1, 4, 2/5 semanas: 1, 4, 3, 2, 5/6 semanas: 5, 2, 4, 1, 3.(14)

Figura 5:



(14)

VI.B.c Ejercicio de control del movimiento.

Para el ejercicio de control del movimiento se hizo referencia al estudio de Timas et al.(35) Este ejercicio es un método de aprendizaje motor que controla el movimiento de la escápula extendiendo el brazo hacia adelante utilizando la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (PNF). Es un método de ejercicio que estabiliza dinámicamente la escápula y minimiza la disfunción del hombro. El movimiento se controló mediante la flexión hacia adelante de la articulación del hombro. Este ejercicio de aprendizaje motor enfatiza la movilización de los músculos trapecio y serrato anterior. Para estabilizar dinámicamente la escápula cuando el brazo se eleva o se estira hacia adelante, se utilizó el patrón de flexión de miembro superior. Este patrón enfatiza la coordinación entre los músculos y consta de los componentes D1 (flexión, aducción,

rotación externa) y D2 (flexión, abducción y rotación externa). El patrón escapular PNF es un control de movimiento que mejora la estabilización dinámica de la escápula en pacientes con disfunción de la articulación del hombro. La técnica PNF se realizó con “sincronización normal” para todo el patrón y con “sincronización para énfasis” enfatizando la posición de la escápula.(14)

El objetivo del tratamiento de la discinesia escapular consta en restaurar la posición y la dinámica de la escápula. Dentro del tratamiento conservador en los casos de discinesia escapular tiene como objetivo restaurar la retracción escapular, la inclinación posterior y la ER. Los ejercicios específicos para la rehabilitación escapular incluyen ejercicios de flexibilidad para disminuir la tracción escapular y ejercicios de estabilización escapular para optimizar la cinemática escapular.(43)

La tracción en la postura escapular se puede reducir realizando ejercicios que aumenten la flexibilidad muscular.(39,44) Se ha demostrado que los ejercicios de estiramiento con abducción horizontal del hombro a 90° y 150° de elevación son útiles para aumentar la flexibilidad del pectoral menor y la inclinación ER y posterior de la escápula durante la elevación hacia adelante.(45)

Los ejercicios de estabilización de la escápula, basados en el estiramiento y el fortalecimiento, tienen como objetivo mejorar la fuerza muscular y el sentido de la posición articular(46,47) Los músculos serrato anterior y trapecio actúan como estabilizadores de la escápula. El serrato anterior juega un papel esencial en la determinación del ER escapular y la inclinación posterior, y el trapecio inferior ayuda a estabilizar la posición de la escápula. Los ejercicios de estabilización de la escápula se basan en ejercicios de cadena cinética cerrada y abierta, que incluyen flexiones en una superficie estable o inestable, ejercicios con cortadora de césped y retracción escapular resistida.

Las flexiones sobre una superficie estable mejoran el estiramiento del serrato anterior, obteniéndose mejoras generales de la fuerza muscular(48); el mismo ejercicio, realizado sobre una superficie inestable, aumenta la activación del trapecio, mientras que disminuye la activación del serrato anterior.(49) Los músculos trapecio superior e inferior pueden estimularse mejor con encogimientos de hombros con rotación hacia arriba.(50) Los ejercicios específicos de encogimiento de hombros pueden ser beneficiosos para aumentar el ángulo de rotación hacia arriba y la actividad del trapecio superior en sujetos con SD y el correspondiente síndrome de rotación escapular hacia abajo.(51)

Los tratamientos no quirúrgicos pueden ser ventajosos para los atletas que practican continuamente actividades de arriba. En los atletas de arriba (p. ej., lanzadores de béisbol), la articulación del hombro está predispuesta a sufrir configuraciones alteradas de la articulación GH, déficits de ROM y debilidad muscular, lo que resulta en una SD cuyo grado de lesión aumenta con el nivel de la competencia.(52) En atletas de élite con pinzamiento interno común, los investigadores han descubierto que los tratamientos centrados en enfoques no quirúrgicos intensos brindan mejores resultados que otros tratamientos y que los protocolos de entrenamiento físico podrían integrarse en sus ejercicios diarios habituales. El protocolo de entrenamiento físico debe promover el refuerzo de los músculos escapulares y garantizar la relación óptima longitud-tensión de los músculos RC.(53) Los programas de ejercicios incluyen la neutralización de las posiciones escapulares y el fortalecimiento de los estabilizadores escapulares, es decir, el trapecio inferior y medio, el serrato anterior y los romboides.(4,54)

VII Estrategia metodológica:

VII.A. Materiales y métodos:

La investigación se llevará a cabo a través de una revisión bibliográfica, en la cual, se utilizarán tres bases de datos principales como lo son Pubmed, Biblioteca Virtual en Salud Y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT. Entre el período de publicación 2014 hasta 2025.

Las palabras clave que se usarán son, las que se presentan en la Tabla 1. Además, habrá una segunda tabla, donde estarán las combinaciones de palabras clave que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 1. Términos para la búsqueda en las bases de datos.

#	Términos Libres	DeCS	MeSH
#1	Discinesia	discinesia	"Dyskinesias"[Mesh]
#2	Escápula	Escápula	"Scapula"[Mesh]

#3	Dolor de hombro	Dolor de hombro	"Shoulder Pain"[Mesh]
#4	Fenómenos Biomecánicos	Fenómenos Biomecánicos	"Biomechanical Phenomena"[Mesh]
#5	tenis	tenis	"Tennis"[Mesh]
#6	Escápula alada
#7	Lesiones de hombro
#8	Shoulder kinetic
#9	Scapular dyskinesia
#10	Terapia por Ejercicio	Exercise Therapy	"Exercise Therapy"[Mesh]

Tabla 2. Combinación de palabras clave.

#11	#1 AND #2
#12	#11 AND #5
#13	#3 AND #4

#14	#1 AND #3 AND #4
#15	#3 AND #5
#16	1# AND #5
#17	#4 AND #5
#18	#5 AND #8
#19	#1 AND #8
#20	#8 AND #9
#21	#10 AND #11

VIII RESULTADOS:

Revisión bibliográfica diskinesia escapular.

VIII.A Criterios de inclusión:

- Estudios que incluyan a jugadores de tenis o que realicen gestos motores por encima de la cabeza.

- Estudios que incluyan deportistas profesionales de entre 18 a 40 años.
- Trabajos preventivos que incluyan todas las medidas, estrategias y recomendaciones o herramientas preventivas sobre la diskinesia escapular.
- Fecha de publicación de artículos en el período comprendido entre los años 2014 y 2025.
- Ensayos clínicos aleatorizados, no aleatorizados, reporte de casos, revisión de literatura y revisiones sistémicas.

VIII.B Criterios de exclusión:

- Investigaciones inferiores a 2010.
- Artículos que estudien solo las lesiones del complejo del hombro y no la alteración biomecánica del hombro.
- Estudios observaciona
- Estudios que no traten sobre el deporte de tenis u deportes que realicen gestos motores por encima de la cabeza.

VIII.C Cuadro de resultados: producción propia.

Autores, año y título	Tipo de estudio. Materiales métodos	objetivos	resultados
Rogowski, Isabell; Creveaux, Thomas; Sevrez, Violaine; Chéze Laurence; Dumas, Raphael 2015 “Cómo se mueve la escápula durante el saque de tenis?”	Estudio descriptivo Trece jugadores competitivos masculinos realizaron primeros servicios planos mientras ocho cámaras de alta velocidad registraron las trayectorias tridimensionales de los 15 marcadores ubicados en puntos de referencia óseos. La posición de la escápula a través del saque de tenis se determinó utilizando el método de grupo de marcadores acromiales.	describir la cinemática escapulotorácica durante el saque de tenis en tenistas altamente habilidosos.	revelaron que, durante la fase de amortillado, la escápula rotó externamente y se inclinó posteriormente para alcanzar la rotación externa humeral máxima. Durante la fase de aceleración, la escápula rotó hacia arriba y se inclinó anteriormente para alcanzar la altura máxima de la cabeza de la raqueta. Durante la fase de seguimiento, la escápula rotó interna y hacia abajo, y se inclinó posteriormente, mientras que la extremidad superior bajó y cruzó el cuerpo del jugador.
Willmore, elaine; Smith , Michael 2016	estudio de Revisión sistemático	resumir los conceptos actuales y brindar al médico no sólo una base de razonamiento	La fusión de las técnicas de evaluación y tratamiento da como resultado un enfoque de síntomas y sistemas

<p>“Discinesia escapular: evolución hacia un enfoque sistémico”</p>		<p>sobre la cual basar la toma de decisiones clínicas, sino también algunas sugerencias prácticas sobre cómo estos podrían incorporarse y utilizarse en la práctica diaria.</p>	<p>centrado en el paciente y relevante para los requisitos funcionales del individuo</p>
<p>Afxentios Kekeleki , Pantelis Theodoros Nikolaidis , Isabel Sarah Moore , Thomas Rosemann , Beat Knechtle 2020</p> <p>“factores de riesgo de lesiones en las extremidades superiores en tenistas: una revisión sistemática”</p>	<p>Estudio de revisión sistemático</p>	<p>identificar y evaluar críticamente la evidencia relacionada con los factores de riesgo para lesiones de miembros superiores en jugadores de tenis.</p>	<p>En esta revisión, se evidencia que la mayoría de las lesiones en el tenis se asocian con el uso excesivo y una evolución crónica; sin embargo, las lesiones en el tenis no surgen de una combinación lineal de factores aislados y predictivos. Por lo tanto, es necesario profundizar en la naturaleza multifactorial y compleja de las lesiones en el tenis</p>
<p>Saini, sundeep Shah, sarav Curtis, alan 2020</p> <p>“discinesia escapular y cadena cinética: reconocimiento de disfunciones y tratamiento de lesiones en el tenista”.</p>	<p>Revision sistemática</p>	<p>Proporcionar una comprensión integral de la evaluación, el diagnóstico y el tratamiento de la discinesia escapular y su impacto en la cadena cinética de los atletas de tenis.</p>	<p>La escápula juega un papel fundamental en la transmisión de fuerza a través de la cintura escapular, convirtiendo la energía potencial desarrollada en las piernas y el tronco en energía cinética que se disipa en la extremidad superior al golpear la pelota. La discinesia escapular, que involucra el movimiento patológico y la posición de la escápula, es un punto de ruptura común en la cadena cinética y se ha implicado en la lesión sucesiva de las estructuras distales a través de mecanismos compensatorios.</p>
<p>Fu, Yahui Ma, Shuai Han, Meng Zhao, Dongxue Li, Ziteng 2025</p> <p>“marco diagnóstico innovador para la estabilidad del hombro: una revisión narrativa sobre la evaluación de la discinesia escapular</p>	<p>revisión sistemática se realizó según las directrices de PRISMA 8 ítems de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis). En febrero de 2025, se realizaron búsquedas en las bases de datos electrónicas PubMed y Web of Science para identificar artículos relevantes. Dos</p>	<p>proporcionar una base teórica completa y una guía práctica para la rehabilitación de pacientes con SI, mejorando así la comprensión de los médicos sobre el mecanismo de la enfermedad y permitiendo el desarrollo de programas de</p>	<p>El artículo analiza la relación entre la discinesia escapular (DS) y la inestabilidad del hombro (IS), destacando que la DS incrementa el riesgo de lesiones recurrentes en el hombro. Se identifican anomalías en el movimiento, como una inclinación posterior reducida y una rotación ascendente insuficiente, que afectan la estabilidad</p>

<p>mejorada con aprendizaje automático en lesiones deportivas”</p>	<p>investigadores (SM y MH), con formación en revisiones sistemáticas y experiencia en SI, evaluaron de forma independiente la elegibilidad de todos los artículos.</p>	<p>rehabilitación más efectivos.</p>	<p>glenohumeral y complican la rehabilitación. Se enfatiza la importancia de incluir el fortalecimiento de los estabilizadores periescapulares en los protocolos de rehabilitación. ya que su debilidad puede llevar a luxaciones. Asimismo, se sugiere el uso del análisis cinemático y el aprendizaje automático puede mejorar la precisión en el diagnóstico y la personalización del tratamiento.</p>
<p>Melo, Ana Moreira, Juliana Afreixo, Vera Moreira, Daniel Donato, Helena 2024 “Efectividad de ejercicios terapéuticos escapulares específicos en pacientes con dolor de hombro: una revisión sistemática con metanálisis””</p>	<p>Revisión sistemática con metanálisis. La búsqueda se realizó en EMBASE, la Biblioteca Cochrane, MEDLINE via PubMed, Web of Science, PEDro (Base de Datos de Evidencia de Fisioterapia) y bases de datos de registro de ensayos. El metanálisis consideró ensayos controlados aleatorizados/cruzados que compararon el efecto de los ejercicios escapulares con otros tipos de intervención para el dolor de hombro, la función del hombro, el movimiento escapular y/o la actividad muscular. El riesgo de sesgo se evaluó mediante la escala PEDro.</p>	<p>evaluar la eficacia de los ejercicios terapéuticos escapulares en el dolor de hombro e identificar el tipo de ejercicio más eficaz (focal o multiarticular) y sus métodos de aplicación (dosis y progresión).</p>	<p>De los 8318 registros identificados, se incluyeron 8 (riesgo de sesgo alto a bajo, con una puntuación de 4 a 8 en la escala PEDro). Los datos generales, antes del análisis de sensibilidad, indicaron que los ejercicios terapéuticos escapulares son: a) más eficaces que los comparadores para mejorar la función del hombro</p>
<p>2017 “Efectos del entrenamiento con ejercicios de estabilización escapular sobre la cinemática escapular, la discapacidad y el dolor en el pinzamiento subacromial: un ensayo clínico aleatorizado y controlado”</p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado.</p>	<p>Investigar los efectos de dos programas de ejercicios diferentes sobre la cinemática escapular tridimensional, la discapacidad y el dolor en participantes con síndrome de pinzamiento subacromial (SIS).</p>	<p>Se observaron diferencias significativas entre los grupos control e intervención en la rotación externa y la inclinación posterior tras 6 semanas de entrenamiento, y en la rotación externa, la inclinación posterior y la rotación ascendente tras 12 semanas de entrenamiento.</p>

VIII.D Contexto del análisis

A continuación, se desarrollarán los artículos pertinentes a este trabajo de investigación que cumplieron con los criterios anteriormente mencionados.

Si bien se tomaran en cuenta todos los estudios desarrollados, se enfatizará en aquellos que se centren en programas preventivos sobre disquinesia escapular, ya que, uno de los objetivos de este trabajo es focalizar en métodos de intervención preventiva. Además de investigar sobre las alteraciones biomecánicas del complejo del hombro que promueven la disquinesia escapular debido a gestos motores repetidos del deporte como es el caso del saque de tenis.

¿Cómo se mueve la escápula durante el saque de tenis?

Este estudio tuvo como objetivo describir la cinemática escapulotorácica durante el saque de tenis en tenistas altamente habilidosos.

Métodos: Trece jugadores competitivos masculinos realizaron primeros servicios planos mientras ocho cámaras de alta velocidad registraron las trayectorias tridimensionales de los 15 marcadores ubicados en puntos de referencia óseos. La posición de la escápula a través del saque de tenis se determinó utilizando el método de grupo de marcadores acromiales.

se analizaron los tres saques con mayor velocidad de bola que aterrizaron en el cuadro de saque. El saque de tenis se dividió en cuatro fases basadas en cinco eventos clave.

La fase de amortillado comenzó con el lanzamiento de la pelota y terminó cuando la articulación humerotorácica estaba en rotación externa máxima (MER). La fase de amortillado se dividió en amortillado temprano (fase 1), correspondiente al primer 75% de duración de la fase de amortillado, y amortillado tardío (fase 2), correspondiente al último 25% restante. La fase de aceleración (fase 3) comenzó en MER y duró hasta el impacto de la pelota. La fase de seguimiento (fase 4) representó la fase final, desde el impacto de la pelota hasta la altura mínima de la raqueta de tenis. El análisis cinemático primero se centró en los valores máximos del ángulo de abducción de la articulación humerotorácica alcanzados por cada jugador.

Resultados: Los resultados revelaron que, durante la fase de amortillado, la escápula rotó externamente y se inclinó posteriormente para alcanzar la rotación externa humeral máxima. Durante la fase de aceleración, la escápula rotó hacia arriba y se inclinó anteriormente para alcanzar la altura máxima de la cabeza de la raqueta. Durante la fase

de seguimiento, la escápula rotó interna y hacia abajo, y se inclinó posteriormente, mientras que la extremidad superior bajó y cruzó el cuerpo del jugador.

Conclusiones: Los hallazgos de este estudio aportan nuevos conocimientos sobre el movimiento escapular asintomático durante el saque de tenis, lo que puede ayudar a los médicos y entrenadores a comprender la mecánica del movimiento en deportes de saque por encima de la cabeza y a prevenir y rehabilitar mejor las lesiones de hombro por encima de la cabeza.

Discinesia escapular: evolución hacia un enfoque sistémico

El artículo menciona que, a lo largo del tiempo, la discinesia escapular se ha denominado para describir una entidad clínica aislada, que presenta una anomalía en la posición, el movimiento o la función de la escápula. Es por esto, los enfoques terapéuticos se han centrado en abordar la actividad muscular local aislada. Sin embargo, en estos últimos años se ha observado una tendencia progresiva hacia la consideración de la escápula como parte de un sistema más amplio de movimiento, regulado y controlado por múltiples factores, incluyendo la cadena cinética más amplia y las necesidades individuales del paciente. Por lo tanto, en este artículo se propone un cambio de paradigma mediante el cual la discinesia escapular no se considere de forma aislada, sino dentro del contexto más amplio de la atención centrada en el paciente y de todo el sistema neuromuscular.

Entonces, el movimiento escapular óptimo se considera crucial para el funcionamiento del hombro y, por lo tanto, se cree que cualquier alteración en la cinemática escapular contribuye al desarrollo de patología del hombro. En particular, cualquier variación en la rotación ascendente de la escápula se considera un factor predisponente para el desarrollo de síntomas de hombro. Esto se debe a que la escápula debe rotar hacia arriba y hacia afuera, e inclinarse posteriormente adecuadamente, para evitar que la cabeza humeral se comprima y se corte contra la superficie inferior del acromion: uno de los mecanismos propuestos para producir el síndrome comúnmente conocido como pinzamiento subacromial. Con base en esta opinión generalizada, el objetivo de muchos programas de rehabilitación del hombro es corregir la mecánica escapular local aberrante.

La noción de discinesia escapular a los efectos de la presente revisión no incluye presentaciones en las que hay una anomalía definida del sistema neuromuscular; por ejemplo, neuritis, neuropatía, neuropraxia u otras formas de lesión de los nervios periféricos.

El propósito de la presente revisión es resumir los conceptos actuales y brindar no sólo una base de razonamiento sobre la cual basar la toma de decisiones clínicas, sino también algunas sugerencias prácticas sobre cómo estos podrían incorporarse y utilizarse en la práctica diaria. Algunos ejercicios que pueden ser la clave del éxito con este enfoque de rehabilitación reside en comprender la función de los músculos de la escápula y el manguito rotador con cada ejercicio, por qué pueden ser beneficiosos o no y cómo adaptarlos si el paciente no puede realizarlos sin movimientos o síntomas compensatorios. Con este conocimiento, y con razonamiento clínico, creatividad y, a menudo, ensayo y error, debería ser posible encontrar al menos un ejercicio que el paciente pueda realizar, con la seguridad de que puede influir en sus propios síntomas mediante el movimiento.

“Factores de riesgo de lesiones en las extremidades superiores en tenistas: una revisión sistemática”

Se realizó una revisión sistemática de acuerdo con el marco de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA), utilizando una pregunta de investigación desarrollada por el problema del paciente (o población), intervención, comparación o control y resultado (PICO). La calidad de los estudios incluidos fue de moderada a baja, lo que indica que el tenis prolongado (exposición al tenis), la discinesia escapular, la fatiga muscular, las propiedades escapulotorácicas, la cinética o cinemática del hombro, el nivel de habilidad y la técnica son factores de riesgo de lesiones en las extremidades superiores en tenistas. En esta revisión, se evidencia que la mayoría de las lesiones en el tenis se asocian con el uso excesivo y una evolución crónica.

El objetivo de esta revisión fue identificar y evaluar críticamente la evidencia relacionada con los factores de riesgo para lesiones de miembros superiores en jugadores de tenis.

Con respecto a los resultados que se obtuvieron mediante la investigación y selección de artículos, se proporciona una descripción general del proceso de identificación de estudios. La búsqueda inicial arrojó 17.431 artículos (8044 de PubMed, 5028 de SPORTDiscus, 2673 de MEDLINE, 1679 de CINAHL y 7 de otras fuentes). Después de eliminar los duplicados, quedaron 2622 artículos potencialmente relevantes para procedimientos posteriores. Tras la eliminación de los estudios que no cumplían los criterios de inclusión basados en la revisión del resumen (los artículos no eran relevantes para las lesiones de tenis y cualquier factor de riesgo potencial para lesiones de tenis), quedaron 144 artículos para evaluar la elegibilidad. Se excluyeron un total de 124 artículos por las siguientes razones: el título y el contenido del resumen no eran relevantes ($n = 80$); no se identificaron factores de riesgo para lesiones en las extremidades superiores ($n = 18$); examinar las posibles lesiones de tenis según su ubicación anatómica ($n = 5$). Nueve artículos adicionales no cumplieron con los criterios de inclusión del diseño del estudio y, por lo tanto, fueron excluidos por ser estudios epidemiológicos; seis artículos eran estudios de revisión; dos artículos eran estudios de estimulación informática; dos artículos eran estudios de caso; un estudio de casos y controles; un editorial y un estudio de caso. Finalmente, se incluyeron 20 artículos en esta revisión sistemática.

En base a los criterios de Downs y Black (DB), la calidad metodológica media de los 20 estudios fue de 12 sobre 33 (rango 5-15). De todos los estudios incluidos, el estudio de ensayo clínico de control aleatorizado y el estudio de cohorte recibieron las puntuaciones más altas, 15/33 y 14/33, respectivamente. Un estudio no describió claramente la hipótesis de la pregunta de investigación, mientras que tres estudios no describieron claramente los resultados de la investigación ni las características de los participantes. El nivel más alto de evidencia demostrado por todos los estudios revisados fue el nivel 2b (ensayo clínico controlado aleatorizado y estudios de cohorte). Alrededor del 30% de los estudios ($n = 7$) se clasificaron como nivel 3 (diseño de estudio transversal y estudios de laboratorio).

Dentro de los hallazgos que se identificaron fueron, que El factor de riesgo más común investigado fue el tenis prolongado, ya que, cinco estudios examinaron diferentes efectos del tenis prolongado en las propiedades anatómicas, estructurales y biomecánicas de las extremidades superiores. La exposición prolongada de la práctica del tenis, está

relacionada con las lesiones, afectando el rendimiento de los músculos del hombro, causando una disminución de las velocidades angulares máximas del servicio y la cinética articular. El nivel de habilidad y la técnica se han identificado como factores de riesgo para las lesiones de las extremidades superiores en el tenis. La carga del hombro, especialmente durante el servicio y el remate, está directamente relacionada con el nivel de habilidad de los jugadores. Los tenistas profesionales pueden colocar cargas más bajas en la cinética de la articulación del hombro, lo que disminuye los porcentajes de desarrollo de lesiones de hombro, codo o muñeca. La flexibilidad del hombro y las lesiones previas se investigaron a partir de dos estudios respectivamente que investigaron el impacto del juego de tenis en la flexibilidad del hombro, especialmente la rotación interna del hombro. Ambos estudios revelaron que los tenistas presentan cambios significativos en las propiedades rotacionales dominantes del hombro. Varios estudios identificaron factores de riesgo relacionados con las propiedades de la raqueta, el agarre de la raqueta y la inercia de la raqueta, mientras que, un número limitado de estudios se centró en la cinemática y la cinética del hombro y la escápula. Solo un estudio investigó la relación entre la edad y las lesiones de tenis en la extremidad superior. El nivel más alto de evidencia (Nivel 2) fue proporcionado por dos estudios; un estudio de cohorte que examinó el efecto del tenis prolongado en la rotación glenohumeral y un ensayo de control aleatorio, que examinó la influencia de la fatiga en la cinemática escapular. Los estudios restantes fueron estudios de menor calidad (Nivel 3), ocho estudios transversales, nueve estudios de laboratorio y un estudio prospectivo de seguimiento de dos años.

Es la primera revisión sistemática que evalúa los factores de riesgo de lesiones en miembros superiores en tenistas a través de una evaluación crítica de la literatura. Se han investigado un total de 14 factores de riesgo, incluidos el tenis prolongado, las propiedades de la raqueta, la cinemática del hombro y la escápula, las lesiones previas, la flexibilidad del hombro, las habilidades, la técnica, las propiedades de los músculos del hombro, la asimetría del hombro y la escápula, la fatiga muscular, la posición escapulotorácica, la inestabilidad glenohumeral, la edad y la integridad de la cadena cinética. A pesar de la cantidad de factores de riesgo investigados, la calidad general y el nivel de evidencia fueron bajos a moderados. El nivel más alto de evidencia (Nivel 2) se informó de solo dos estudios, un estudio de cohorte, que examinó el efecto del tenis prolongado en la rotación glenohumeral, y un estudio de ensayo de control aleatorizado

que examinó la influencia de la fatiga en la cinemática escapular. Solo tres estudios utilizaron tenistas profesionales.

El tenis prolongado afecta las propiedades rotacionales glenohumerales. Jayanthi y colegas documentaron que el volumen de partidos jugados aumentó el riesgo de lesión dentro de un torneo, especialmente después del cuarto partido jugado. Moore-Reed y colegas informaron cambios en componentes clave del movimiento glenohumeral, incluyendo una rotación glenohumeral disminuida y rango total de movimiento del hombro, fuerza disminuida del hombro y rigidez muscular aumentada 24 horas después de jugar tenis; variables que pueden contribuir a lesiones de hombro y codo.

La muestra agrupada fue de 961 participantes (681 atletas masculinos y 280 femeninos) incluidos 640 adultos, 293 juveniles y 28 mayores. De estos participantes, el 11,2% eran tenistas profesionales, el 16,9% jugadores juveniles de élite, el 3,7% tenistas universitarios y el 68,2% eran tenistas recreativos. Hubo nueve estudios de laboratorio, ocho estudios transversales, un estudio de cohorte, un ensayo clínico controlado aleatorizado y un estudio prospectivo de seguimiento de dos años. La muestra de participación de los estudios fueron tenistas de diferentes edades, géneros y niveles de habilidad. La mayoría de los estudios utilizaron una cohorte de un solo nivel de habilidad, excepto un estudio, que examinó los posibles factores de riesgo entre tenistas profesionales y avanzados.

La investigación de datos no pudo identificar una gran cantidad de estudios que cumplieran con los criterios de inclusión, y esto no se debe a las restricciones aplicadas, sino a la mala calidad de los estudios o a la falta de estudios en absoluto. Sorprendentemente, las lesiones previas, la edad o la patología de la muñeca no se investigaron exhaustivamente. La calidad de los estudios y el nivel de evidencia fueron bajos a moderados, a pesar de que el área de la investigación no se limitó a un área anatómica. Además, se reconocieron las limitaciones según el marco PRISMA (p. ej., riesgo de sesgo y recuperación incompleta de la investigación identificada y sesgo de informe). Por otro lado, la fortaleza del presente estudio fue su novedad, ya que fue la primera revisión sistemática en identificar los factores de riesgo de lesión de miembros superiores en tenistas. Considerando la novedad de este estudio, los hallazgos serían de gran relevancia práctica para los proveedores de atención médica, los formuladores de

políticas y los entrenadores para el desarrollo de programas de prevención de lesiones en tenistas competitivos y recreativos.

En esta revisión, se evidencia que la mayoría de las lesiones en el tenis se asocian con el uso excesivo y una evolución crónica; sin embargo, las lesiones en el tenis no surgen de una combinación lineal de factores aislados y predictivos.

El tenis se diferencia de otros deportes en términos de duración del partido (exposición), superficie de juego y equipo y se caracteriza por movimientos repetitivos de alta velocidad de las extremidades superiores, lo que lleva a lesiones por uso excesivo, mientras que correr, detenerse, saltar, aterrizar y pivotar colocan altas fuerzas de carga lineales y rotacionales en las articulaciones de las extremidades inferiores, lo que aumenta el riesgo de lesión aguda. Los datos de uno de los estudios epidemiológicos más recientes sobre lesiones de tenis informaron que las lesiones de las extremidades superiores representan el 28% de todas las lesiones para los jugadores adultos masculinos y el 23% para las jugadoras, mientras que se informó que la articulación del hombro es el sitio lesionado con mayor frecuencia de la extremidad superior.

Las lesiones en la articulación del hombro son muy frecuentes en tenistas profesionales, principalmente debido a la sobrecarga mecánica repetitiva de la articulación del hombro. El dolor de hombro estaba presente en el 24% de los tenistas de élite de 12 a 19 años, con una prevalencia que aumentaba al 50% en los ex tenistas profesionales sénior (mayores de 35 años). En los deportes de lanzamiento, se ha informado que las alteraciones en la posición escapular y el control motor representan el 67% al 100% de las lesiones de hombro, incluyendo desgarros del manguito rotador, pinzamiento e inestabilidad glenohumeral. Las alteraciones en las propiedades de los músculos periescapulares podrían causar rigidez posterior del hombro y un mayor déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD), que se ha definido como una de las adaptaciones rotacionales más frecuentes de la articulación del hombro. El GIRD se ha definido como la pérdida de grados de rotación interna glenohumeral del hombro de lanzamiento en comparación con el hombro de no lanzamiento. Se cree que la GIRD es uno de los factores de riesgo detrás de una lesión de hombro entre los jugadores de tenis.

“Discinesia escapular y cadena cinética: reconocimiento de disfunciones y tratamiento de lesiones en el tenista”

El propósito del estudio es proporcionar una comprensión integral sobre la evaluación, diagnóstico y tratamiento de la discinesia escapular, y su impacto en la cadena cinética de los atletas de tenis. Se busca también resaltar la relación entre esta condición y el riesgo de lesiones en el hombro.

Datos relevantes:

- La escápula actúa como un transductor de fuerza en el movimiento de saque, y cualquier disfunción puede resultar en lesiones.
- El dolor de hombro tiene una alta prevalencia en tenistas, con estudios que reportan tasas de hasta el 50% en jugadores de mediana edad y un 24% en tenistas adolescentes.
- La discinesia escapular se asocia con un riesgo incrementado de lesiones del hombro, afectando hasta el 43% de los atletas que realizan lanzamientos por encima de la cabeza.

El diagnóstico de discinesia escapular incluye una historia clínica completa y una exploración física, además de un análisis observacional de la cadena cinética durante la actividad tenística. Se utilizan herramientas como la Prueba de Retracción Escapular (SRT) para evaluar la función escapular y la fuerza del manguito rotador.

El artículo menciona estudios previos que incluyen cohortes de tenistas y atletas de diferentes disciplinas, pero no especifica un número concreto de participantes dentro de su propio estudio. Sin embargo, se hace referencia a investigaciones anteriores con decenas de atletas para establecer la prevalencia y los riesgos de lesiones.

Los hallazgos indican que la discinesia escapular es un factor importante que contribuye a lesiones del hombro. La rehabilitación a través de fisioterapia y el fortalecimiento de la musculatura periescapular han demostrado ser efectivos en la mejora de la función y reducción del dolor. Se establece que el tratamiento conservador es la primera línea de intervención, reservándose la cirugía para casos en los que la rehabilitación no ha tenido éxito.

El estudio concluye que reconocer y tratar la discinesia escapular de forma temprana puede prevenir lesiones serias en tenistas y mejorar su rendimiento en el deporte. La correcta mecánica escapular es esencial para la salud del hombro y proporciona un enfoque vital para la rehabilitación de atletas que participan en deportes que requieren movimientos de lanzamiento por encima de la cabeza. En resumen, el artículo subraya la necesidad de un enfoque proactivo en la evaluación y tratamiento de la discinesia escapular en todo atleta involucrado en deportes de raqueta

“Marco diagnóstico innovador para la inestabilidad del hombro: una revisión narrativa sobre la evaluación de la discinesia escapular mejorada con aprendizaje automático en lesiones deportivas”.

Esta revisión sistemática se realizó según las directrices PRISMA (Ítems de Informe Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis). En febrero de 2025, se realizaron búsquedas en las bases de datos electrónicas PubMed y Web of Science para identificar artículos relevantes. Dos investigadores (SM y MH), con formación en revisiones sistemáticas y experiencia en SI, evaluaron de forma independiente la elegibilidad de todos los artículos.

La pregunta de investigación se definió utilizando el marco del Estudio de Comparación de Resultados de Intervenciones con Pacientes (PICOS). Se incluyeron los artículos que reportaban estudios clínicos (S) que evaluaban la actividad muscular, el movimiento escapular o la posición escapular (O) en personas con luxación de hombro (P). Las intervenciones (I) y los controles (C) no estaban predefinidos. La estrategia de búsqueda combinó palabras clave y encabezamientos de materia médica (MeSH) derivados de la pregunta PICOS: «inestabilidad del hombro», «cinemática escapular», «aprendizaje automático» y «cadena cinética», utilizando operadores booleanos (AND/OR).

En la selección de estudios se incluyeron estudios si cumplían los siguientes criterios: participantes adultos (≥ 18 años) con IS; evaluación de la actividad muscular, movimiento escapular o posicionamiento escapular; diseño del estudio: ensayos controlados aleatorizados o no aleatorizados, estudios de casos y controles, estudios transversales o

de cohorte; texto completo en inglés; comparación de individuos con IS con controles sanos.

Dinámica escapular deteriorada en pacientes con SI

El mecanismo de depresión-compresión, la alineación de la glenoides escapular y la cabeza humeral, y la actividad del grupo muscular de la cintura escapular son los principales procesos que mantienen la estabilidad de la articulación glenohumeral durante el movimiento del hombro.

En un estudio, 15 pacientes con inestabilidad de hombro, que no recibieron tratamiento exhibieron una alineación glenoidea-humeral escapular anormal, caracterizada por un mayor desplazamiento relativo del centro de rotación entre la escápula y el húmero cuando sus brazos superiores estaban elevados en el plano escapular. Los investigadores han postulado que este fenómeno puede resultar de una alineación incorrecta de la glenoides escapular-cabeza humeral debido a la laxitud del ligamento, actividad muscular inadecuada que regula el movimiento escapular o laxitud de la cápsula articular. Cuando el brazo superior estaba elevado en el plano escapular. Se observó que los individuos con IS exhibieron una mayor movilidad de rotación interna y una disminución de la movilidad de rotación ascendente. Sugirieron que esto podría atribuirse a la cápsula glenohumeral o a los ligamentos. Plantearon la hipótesis de que la articulación glenohumeral puede ser inestable debido a una movilidad escapular anormal, lo que resulta en que la cabeza humeral descienda del centro de la glenoides, o que la cápsula articular glenohumeral y los ligamentos pueden estar laxos, alterando la dinámica de la escápula. Los músculos asociados con la escápula, incluidos el trapecio, el serrato anterior, el subescapular, el pectoral menor y los romboides, gobiernan principalmente la posición y la estabilidad cinética de la escápula. La discinesia escapular puede ocurrir debido a cambios funcionales en estos músculos que afectan la estabilidad cinética de la escápula.

La investigación actual sobre los grupos musculares periescapulares se concentra principalmente en el trapecio y el serrato anterior debido a su función sinérgica, que facilita la rotación superior, posterior y externa adecuada de la escápula durante la elevación de la articulación del hombro, esencial para mantener la estabilidad escapular. Estudios que utilizan electromiografía y sensores de movimiento electromagnéticos

indican que las personas con DS presentan sobreactivación del trapecio superior y subactivación del trapecio medio, trapecio inferior y serrato anterior.

Siete de los estudios previos que evaluaron la DS se centraron en los ángulos de movimiento de las articulaciones, incluida la elevación del brazo en el plano escapular, con un rango de movimiento de 80° a 150°, además de tres artículos que examinaron la abducción coronal y la flexión/extensión en el plano sagital evaluado en dos estudios de movimiento. En tres estudios, se analizaron movimientos funcionales adicionales como empujar, tirar y ejercicios de lanzamiento lentos y rápidos por encima de la cabeza. Nueve artículos han empleado la electromiografía de superficie (EMG) de los músculos periescapulares, junto con parámetros indicativos del momento de la actividad (p. ej., duración de la actividad muscular, amplitud temporal, inicio de la actividad muscular).

Aborda la inestabilidad del hombro (IS), un trastorno común que afecta significativamente la calidad de vida de los pacientes. La IS se caracteriza por la incapacidad de la cabeza humeral para mantener una posición central durante el movimiento, atribuyéndose a inestabilidades estáticas y cinéticas, como lesiones en el manguito rotador.

El artículo resalta que la discinesia escapular (DS) está estrechamente relacionada con la IS, mostrando que la posición y movimiento anormales de la escápula pueden contribuir a esta condición. Además, se señala que la etiología de la DS incluye anomalías posturales, problemas musculoesqueléticos y afecciones neurológicas. A pesar de los progresos en la investigación sobre DS a través de técnicas tradicionales, el artículo destaca la falta de estudios sobre las alteraciones cinéticas escapulares en la rehabilitación de la IS.

El documento propone que la comprensión de las anomalías cinéticas es crucial para el diagnóstico y tratamiento de la IS, sugiriendo que los protocolos de rehabilitación deben enfocarse en los estabilizadores periescapulares y deben integrar el análisis de la cadena cinética y herramientas de aprendizaje automático. Se enfatiza la importancia de personalizar los programas de rehabilitación y se sugiere que futuras investigaciones deben validar modelos de aprendizaje automático para la evaluación de la DS y realizar ensayos multicéntricos sobre nuevas terapias.

Se evidencian patrones de movimiento anormales de la escápula que pueden desencadenar mecanismos compensatorios en otras áreas del cuerpo, llevando a un

deterioro funcional y al riesgo de lesiones agudas o crónicas. Investigaciones han demostrado que la actividad muscular inadecuada en tejidos como el trapecio y el serrato anterior, que son críticos para la correcta función escapular, se asocia con una mayor incidencia de lesiones en el manguito rotador y casos recurrentes de IS. Por ejemplo, los pacientes con DS pueden exhibir una disminución del 40 al 60% en la activación muscular de estos grupos, contribuyendo a la inestabilidad glenohumeral y, por ende, aumentando la probabilidad de lesiones futuras.

La literatura sugiere que las trayectorias de movimiento anormales, junto con la reducción en la inclinación y rotación adecuada de la escápula, pueden facilitar un ambiente propicio para lesiones, como el pinzamiento del hombro. Esto destaca la importancia de abordar la DS en los programas de rehabilitación, ya que la identificación y corrección de estas disfunciones pueden no solo mejorar la funcionalidad del hombro, sino también disminuir el riesgo de nuevas lesiones.

En resumen, la relación entre la DS y las lesiones futuras es evidente, y el artículo enfatiza la necesidad de un diagnóstico preciso y de protocolos de rehabilitación individualizados que incluyan análisis dinámicos de la escápula y enfoques de aprendizaje automático, para abordar y mitigar esta elevada predisposición a lesiones en los pacientes con inestabilidad del hombro. Es decir, el artículo proporciona una base teórica y práctica para mejorar la rehabilitación de pacientes con IS, abogando por un enfoque más integral y basado en evidencia, que podría revolucionar la gestión de esta condición al permitir intervenciones más personalizadas y eficaces en el tratamiento de la inestabilidad del hombro.

“Eficacia de ejercicios terapéuticos específicos para la escápula en pacientes con dolor de hombro: una revisión sistemática con metaanálisis”

la búsqueda se realizó en EMBASE, la Biblioteca Cochrane, MEDLINE vía PubMed, Web of Science, PEDro (Base de Datos de Evidencia de Fisioterapia) y bases de datos de registro de ensayos. El metanálisis consideró ensayos controlados aleatorizados/cruzados que compararon el efecto de los ejercicios escapulares con otros tipos de intervención para el dolor de hombro, la función del hombro, el movimiento escapular y/o la actividad muscular. El riesgo de sesgo se evaluó mediante la escala PEDro.

El documento examina la efectividad de los ejercicios terapéuticos escapulares en la rehabilitación de pacientes con dolor de hombro. La búsqueda inicial identificó 8,318 registros, de los cuales 8 estudios cumplieron con los criterios de elegibilidad tras filtrar los duplicados y analizar los textos completos.

Esta revisión sistemática sigue las pautas de PRISMA y fue registrada en PROSPERO (CRD42020215869). Como estrategia de búsqueda se realizó una búsqueda sistemática en abril de 2023 en cinco bases de datos principales (EMBASE; Cochrane Library; MEDLINE vía PubMed; Web of Science; PEDro), en la base de datos de la Organización Mundial de la Salud (WHO ICTRP) y en los Institutos Nacionales de Salud de EE. UU. La búsqueda se limitó a estudios publicados después del año 2000. Estos criterios se utilizaron porque la mayoría de los estudios sobre el papel de la escápula en la rehabilitación del dolor de hombro y sobre las pruebas clínicas escapulares (posicionamiento e influencia en el dolor de hombro). Se basó en los términos más comunes relacionados con "dolor de hombro" y "ejercicio terapéutico".

Tras eliminar los duplicados con el software Endnote, dos revisores evaluaron de forma independiente todos los títulos y resúmenes. Para este proceso, se utilizó una plantilla preestablecida que considera los criterios de elegibilidad de la presente revisión con metanálisis y se comparó después de que cada revisor completara todas las decisiones. Posteriormente, los dos revisores realizaron de forma independiente una revisión completa del texto de los estudios potencialmente elegibles. Al final de este proceso independiente, se compararon las decisiones y los desacuerdos se resolvieron mediante discusión o por un tercer revisor independiente.

Con respecto a los ensayos controlados aleatorios, ensayos clínicos controlados y estudios de diseño intervencionista pre-post, publicados en inglés, francés, portugués o español, fueron elegibles si, de acuerdo con la estrategia PICO (paciente, intervención, comparación, resultado), consideraron: a) adultos (≥ 18 años) con dolor de hombro, no específico o asociado con un diagnóstico (como tendinopatía o desgarramiento del manguito rotador, síndrome de pinzamiento, bursitis, inestabilidad, capsulitis adhesiva y periartritis)^{59, 18}; b) cualquier tipo de ejercicios terapéuticos que se hayan centrado exclusivamente en la musculatura escapular y que se hayan realizado en cualquier tipo de contexto, con o sin supervisión y con o sin resistencia [peso corporal (propio o manual) y/o

resistencia elástica o con pesas]; c) comparadores como ninguna intervención u otros tipos de control; d) Resultados como dolor y/o función (mediante un cuestionario autoadministrado estandarizado y validado), movimiento escapular (mediante cinemática 3D) y/o nivel o ratios de actividad muscular (mediante electromiografía). Se excluyeron los estudios en los que no fue posible aislar los efectos de los ejercicios escapulares en el grupo experimental. Se consideraron otros criterios de exclusión, a saber, estudios con muestras animales o cadavéricas; dolor de hombro resultante de infección, neoplasia, cirugía, fracturas o luxación, o asociado con patología o disfunción espinal; y dolor originado en otras áreas relacionadas, como las regiones cervical o torácica.

Se desarrolló, probó y utilizó un formulario estandarizado de extracción de datos para recopilar datos para su análisis. Dos revisores extrajeron los siguientes datos: identificación del estudio, datos de los participantes, descripción de la intervención, resultados de interés, momentos de evaluación y resultados principales. Los desacuerdos se resolvieron de mutuo acuerdo o con un tercer revisor. Se utilizó la plantilla para la descripción de la intervención y la lista de verificación de replicación para garantizar la extracción de todos los detalles relevantes sobre las intervenciones incluidas (considerando parámetros como el nombre del ejercicio; el objetivo/justificación del ejercicio; el proveedor del ejercicio; el número de sesiones, la duración, la intensidad y la dosis; la personalización o adaptación de la intervención a cada participante; y las modificaciones a lo largo del estudio). En caso de falta de datos importantes, se contactó con los autores del estudio por correo.

La calidad metodológica del estudio se evaluó de forma independiente mediante la escala PEDro. Esta escala es una medida válida de la calidad metodológica de los ensayos clínicos, que evalúa la validez interna y externa del estudio, así como la idoneidad de la información estadística para la interpretación de los resultados. Las puntuaciones de 0 a 5 se consideraron de alto riesgo de sesgo (ROB) de 6 a 10, que cumplieran al menos el 50% de los criterios, y de bajo ROB.

Se encontró un total de 8314 registros y 4 registros mediante la búsqueda inicial. Tras eliminar 3024 duplicados y filtrar el título y el resumen, se analizaron 152 a texto completo. Como se muestra en, ocho estudios cumplieron los criterios de elegibilidad (7 ensayos controlados aleatorizados y 1 ensayo cruzado aleatorizado). Los estudios excluidos (n =

144) se enumeran. La concordancia entre los dos revisores independientes fue sustancial ($\kappa = 0,65$).

Los estudios incluidos consideraron un total de 346 participantes de ambos sexos, con afecciones de dolor de hombro. La edad media de los participantes osciló entre $33,4 \pm 9,3$ y $58,6 \pm 11,3$. grupos de intervención realizaron ejercicios terapéuticos escapulares, 2 -7 veces por semana, a través de una duración total que varió desde una sesión de una hora hasta un programa de 12 semanas,

Los resultados indican que los ejercicios escapulares son efectivos para mejorar la función del hombro, especialmente cuando se implementan durante un periodo de intervención de 6 semanas o más. La duración del programa, la frecuencia semanal y el número máximo de repeticiones son parámetros importantes que influyen en la eficacia de estos ejercicios. El metaanálisis determinó que la adición de ejercicios terapéuticos escapulares tiene un efecto positivo moderado sobre la función del hombro en comparación con otras intervenciones de control, lo que sugiere que estos ejercicios ayudan a restaurar el control motor de la escápula y a disminuir los síntomas asociados al dolor de hombro.

La revisión también destacó que la investigación sobre la cinemática escapular y la actividad muscular aún es limitada. Solo dos revisiones sistemáticas previas consideraron la cinemática 3D como medida de resultado, y el movimiento muscular escapular no fue abordado adecuadamente en la mayoría de los estudios. Esto pone de relieve la relevancia de incluir estos factores en futuras investigaciones para proporcionar una comprensión más completa de cómo los ejercicios afectan a la función del hombro.

El análisis de los estudios incluidos reveló variabilidad en el riesgo de sesgo, siendo los niveles de cegamiento de los terapeutas y evaluadores dos de las principales fuentes de potencial sesgo. A pesar de estas limitaciones, la evidencia apunta hacia la efectividad de integrar ejercicios terapéuticos escapulares en los programas de tratamiento para el dolor de hombro, lo que puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes.

Además, se observa que la introducción de un mayor volumen de ejercicio escapular diurno es beneficiosa, ya que los estudios mostraron que combinar estos ejercicios con otros tipos de intervención puede resultar en una mayor disminución del dolor y mejora en

la función del hombro. Sin embargo, es necesario llevar a cabo más estudios para aclarar y confirmar estos hallazgos, considerando la alta variabilidad y el riesgo de sesgo presente en la investigación actual.

En conclusión, los ejercicios terapéuticos escapulares son una estrategia eficaz para tratar el dolor de hombro y mejorar la función en pacientes afectados, destacando la necesidad de un enfoque orientado a la duración de la intervención y la cantidad de ejercicio realizado.

“Efectos del entrenamiento con ejercicios de estabilización escapular en cinemática escapular, discapacidad y dolor en impacto subacromial: un estudio controlado aleatorio”

El diseño de este artículo fue mediante un ensayo controlado aleatorio llevado a cabo por Elif Turgut y colaboradores, investiga los efectos de dos programas de ejercicios en la cinemática escapular, la discapacidad y el dolor en pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial (SIS). Se realizó un ensayo aleatorio en el Departamento de Fisioterapia y Rehabilitación de la Universidad de Hacettepe, donde los participantes fueron diagnosticados con SIS y discinesia escapular. Donde el ámbito fue clínica ambulatoria y laboratorio de investigación. Los Participantes a quienes se les diagnosticó SIS y que también presentaron discinesia escapular. Estos fueron asignados aleatoriamente a 2 grupos de ejercicios diferentes: (1) estiramiento y fortalecimiento de la cintura escapular con ejercicios adicionales de estabilización escapular basados en un enfoque de cadena cinética (grupo de intervención) y (2) solo ejercicios de estiramiento y fortalecimiento de la cintura escapular (grupo de control).

Se incluyeron en el estudio pacientes con dolor unilateral de hombro que duró >6 semanas. Un cirujano ortopédico consultante diagnosticó a los pacientes con SIS si exhibían al menos 2 de los siguientes: (1) arco doloroso durante la flexión o abducción; (2) una prueba positiva de Neer¹¹ o Hawkins-Kennedy¹ ; y (3) rotación externa resistida, abducción o prueba de Jobe dolorosas. Los pacientes fueron elegibles para este estudio si tenían discinesia escapular tipo 1(caracterizada por prominencia del ángulo escapular medial inferior) o tipo 2 (caracterizada por prominencia de todo el borde medial) basada

en un examen observacional y una prueba de asistencia escapular positiva o prueba de reposición, para asegurar que los síntomas de SIS estuvieran relacionados con la discinesia escapular. Los pacientes fueron excluidos de este estudio si tenían antecedentes de cirugía, fractura o dislocación y aparición traumática de dolor de hombro; existencia de acromion tipo 3; desgarro masivo del manguito rotador; desgarro del tendón de la porción larga del bíceps o trastorno articular degenerativo en el complejo del hombro. También se excluyó a los pacientes con trastornos reumatológicos, sistémicos o neurológicos; cualquier trastorno neuromusculoesquelético. También fueron excluidos aquellos que habían recibido inyecciones de esteroides y fisioterapia durante los 6 meses anteriores.

El tamaño de la muestra de aproximadamente 36 participantes como población de estudio.

Como resultado Todos los participantes completaron el programa de ejercicios con una tasa de cumplimiento del 91 % (88,8 %-93,1 %) en el grupo de intervención y del 93,5 % (91,7 %-95,2 %) en el grupo control ($p > 0,05$). Se observó una interacción estadísticamente significativa entre el grupo y el tiempo en todos los niveles de elevación humerotóraca evaluados para la rotación interna-externa de la escápula.

Es decir, se evaluó la cinemática escapular tridimensional, el dolor de hombro autoinformado y la discapacidad al inicio del estudio, después de 6 semanas de entrenamiento y después de 12 semanas de entrenamiento. Se observaron diferencias significativas entre los grupos control e intervención en la rotación externa y la inclinación posterior tras 6 semanas de entrenamiento, y en la rotación externa, la inclinación posterior y la rotación ascendente tras 12 semanas de entrenamiento. Todos los grupos mostraron una mejoría en las puntuaciones de dolor y discapacidad autoinformadas.

El objetivo del trabajo fue Investigar los efectos de dos programas de ejercicios diferentes sobre la cinemática escapular tridimensional, la discapacidad y el dolor en participantes con síndrome de pinzamiento subacromial (SIS).

El estudio tiene limitaciones, incluyendo su enfoque en un grupo específico de adultos jóvenes con diagnósticos particulares, lo que limita la generalización de los resultados. Sin embargo, los hallazgos respaldan la idea de que la combinación de ejercicios de estabilización, estiramiento y fortalecimiento puede ser beneficioso para la rehabilitación en caso de pinzamiento subacromial.

En conclusión, este artículo señala que el entrenamiento con ejercicios, incluyendo tanto estiramientos como fortalecimiento y estabilización escapular, es eficaz para disminuir la

discapacidad y la severidad del dolor en pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial. A pesar de que no se encontraron diferencias significativas entre los dos tipos de intervención evaluados, ambos grupos mostraron mejoras en la cinemática escapular y en los niveles de dolor y discapacidad. Esto sugiere que una rutina de ejercicios progresivos puede ser una estrategia fundamental en la rehabilitación de pacientes con este síndrome, contribuyendo a una mejor recuperación funcional, aunque el estudio también destaca la necesidad de considerar limitaciones en la aplicación de estos hallazgos a poblaciones más amplias.

IX.CONCLUSIÓN:

La discinesia escapular afecta significativamente la función del hombro, con una incidencia vinculada a más del 68% de los casos de disfunción. Esta condición se caracteriza por desequilibrios musculares, especialmente la hiperactividad del trapecio superior y la hipoactividad del trapecio inferior y el serrato anterior, lo cual genera patrones compensatorios que alteran el movimiento escapular, afectando el rendimiento deportivo.

El tratamiento basado exclusivamente en ejercicios de fortalecimiento muscular ha demostrado ser insuficiente. En cambio, un enfoque más integral que combine el fortalecimiento selectivo de músculos hipotónicos (debilitados) para obtener un buen equilibrio muscular y control motor resulta más eficaz. El reentrenamiento propioceptivo y el trabajo específico sobre la cadena cinética permiten restablecer patrones funcionales adecuados y prevenir lesiones a largo plazo.

En el contexto deportivo, y particularmente en disciplinas como el tenis, la repetición de gestos por encima de la cabeza, como el saque, acentúa las demandas sobre la cintura escapular. Las alteraciones biomecánicas asociadas a la discinesia pueden conducir a fallos en la transmisión de fuerza y a lesiones secundarias. Por ello, es fundamental realizar una evaluación funcional integral y aplicar programas terapéuticos individualizados orientados al gesto deportivo y a las necesidades del atleta.(14)

Siguiendo con el análisis sobre el fortalecimiento de músculos hipotónicos como el serrato anterior, el cual juega un papel importante en la estabilización de la escápula, manteniendo la alineación torácica en armonía con el trapecio inferior y estabilizando

dinámicamente el movimiento de la escápula. En particular, la activación selectiva de las fibras inferiores del serrato anterior tiene una mayor activación sinérgica con el trapecio inferior que con el trapecio superior. Si la activación de estos músculos no está equilibrada, los demás músculos del complejo del hombro tienden a compensar el movimiento de la escápula. Por tanto, al realizar ejercicios terapéuticos para la discinesia de la escápula, los ejercicios de equilibrio muscular que se centran en la coordinación y activación del serrato anterior y el trapecio inferior son eficientes.(14)

Un sistema de control motor propioceptivamente funcional requiere la coordinación y, por lo tanto, la integración de todas las diferentes partes del cuerpo a lo largo de la cadena cinética necesaria para ese patrón de movimiento en particular. Para el hombro, esto requerirá la evaluación de las partes constituyentes que trabajan tanto en sus funciones agonistas como estabilizadoras a lo largo de todos los rangos de fases de movimiento concéntricas y excéntricas. También será necesaria la participación de la cadena cinética más amplia para entrenar patrones motores relevantes que se asemejen a las demandas funcionales del paciente.

En las primeras etapas de la rehabilitación, puede ser necesario limitar el número de funciones simultáneas que se requiere que el paciente realice. Se pueden utilizar tareas de rotación del hombro sin apoyo y con carga baja para entrenar patrones motores normales complejos; por lo tanto, la parte inicial del patrón motor se puede reclutar y reentrenar de la manera adecuada. A medida que avanza la rehabilitación, se desafía al paciente a mantener el patrón motor correcto a pesar de la creciente demanda y complejidad de la tarea relevante. Esto puede implicar elementos de velocidad, coordinación, carga y requisitos funcionales específicos relevantes para el individuo, hasta que se pueda establecer un patrón de control motor normal y completamente funcional y, fundamentalmente, reforzarlo con la repetición. Al utilizar los principios fundamentales del aprendizaje motor y la adquisición de habilidades con lo que se entiende sobre la rehabilitación musculoesquelética mediada propioceptivamente, podemos utilizar nuestras habilidades al máximo de su potencial. La fusión de técnicas de evaluación y tratamiento da como resultado un enfoque de síntomas y sistemas que está centrado en el paciente y es relevante para los requisitos funcionales del individuo. Sostenemos que esto tiene ventajas sobre un modelo biomecánico tradicional, que utiliza principios de evaluación centrados en diferencias minúsculas en centímetros y grados y desviaciones de una normalidad que posiblemente no existan.(24)

El tenista es muy susceptible a las patologías del hombro debido a la carga repetitiva y altamente dinámica que requiere la competencia. El médico examinador debe tener un conocimiento profundo de la cadena cinética involucrada durante el movimiento de saque de tenis para reconocer las deficiencias musculares. La escápula juega un papel fundamental en la transmisión de fuerza a través de la cintura escapular, convirtiendo la energía potencial desarrollada en las piernas y el tronco en energía cinética disipada en la extremidad superior cuando se golpea la pelota. La discinesia escapular, que involucra el movimiento patológico y el posicionamiento de la escápula, es un punto de ruptura común en la cadena cinética y se ha implicado en la lesión sucesiva de las estructuras distales a través de mecanismos compensatorios.

El diagnóstico implica un examen integral que puede incluir la evaluación de los síntomas del hombro con corrección simulada de la posición de la escápula. Se debe realizar una evaluación detallada de los nodos específicos del tenis para evaluar los posibles puntos de ruptura dentro de la cadena cinética. El pilar del tratamiento de la disquinesia escapular sigue siendo un tratamiento fisioterapéutico extenso que incluye reentrenamiento propioceptivo escapular, fortalecimiento y ejercicios específicos para cada deporte.(17)

El saque de tenis es un movimiento potencialmente lesivo debido a la naturaleza repetitiva de esta mecánica de lanzamiento por encima de la cabeza, la potencia, la aceleración requerida en un tiempo muy corto y las grandes cargas aplicadas sobre el miembro superior dominante, especialmente en la articulación del hombro. Las lesiones de hombro observadas en atletas que lanzan por encima de la cabeza comúnmente involucran una alteración en la posición y el movimiento de la escápula.(21)

La presente revisión bibliográfica confirma que, en tenistas profesionales, la discinesia escapular es una consecuencia de la adaptación del sistema musculoesquelético a los gestos motores repetitivos propios del deporte, particularmente el saque. La repetición constante de movimientos por encima de la cabeza genera desequilibrios musculares en la cintura escapular, afectando la cinemática normal de la escápula y provocando compensaciones que podrían derivar en lesiones, si bien, el 68% de las disfunciones del hombro están relacionadas con alteraciones escapulares, no confirma en su totalidad que esto conlleve a lesiones a largo plazo en el deportista.

Los estudios analizados evidencian que estos cambios no son aleatorios, sino adaptaciones funcionales a las altas demandas biomecánicas del tenis. Sin embargo,

estas adaptaciones, al no ser controladas o compensadas con un entrenamiento adecuado, terminan alterando la eficiencia mecánica del hombro. La hiperactividad de ciertos músculos, como el trapecio superior, y la hipoactividad del serrato anterior y el trapecio inferior, son hallazgos recurrentes.

Por lo tanto, la discinesia escapular en estos deportistas no solo es el resultado de sobreuso, sino de una adaptación específica a los patrones del gesto deportivo, lo que justifica la necesidad de abordajes terapéuticos individualizados que incluyan fortalecimiento selectivo, reeducación propioceptiva y control motor enfocado en la cadena cinética del saque.

X. Referencias bibliográficas:

1. Cools AMJ, Struyf F, Mey KD, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B. Rehabilitation of scapular dyskinesia: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br J Sports Med.* 1 de abril de 2014;48(8):692-7.
2. Sayaca C, Erkan B. Does scapular dyskinesia affect upper extremity performance, proprioception, and body image in kickboxers? Case-control study. *J Orthop Surg.* 18 de diciembre de 2024;19:829.
3. Jung JW, Kim YK. Scapular Dyskinesia in Elite Boxers with Neck Disability and Shoulder Malfunction. *Med Kaunas Lith.* 9 de diciembre de 2021;57(12):1347.
4. Giuseppe LU, Laura RA, Berton A, Candela V, Massaroni C, Carnevale A, et al. Scapular Dyskinesia: From Basic Science to Ultimate Treatment. *Int J Environ Res Public Health.* abril de 2020;17(8):2974.
5. Panagiotopoulos AC, Crowther IM. Scapular Dyskinesia, the forgotten culprit of shoulder pain and how to rehabilitate. *SICOT-J.* 5:29.
6. Teixeira DC, Alves L, Gutierrez M. The role of scapular dyskinesia on rotator cuff tears: a narrative review of the current knowledge. *EFORT Open Rev.* 19 de octubre de 2021;6(10):932-40.
7. Deniz V, Sariyildiz A, Buyuktas B, Basaran S. Comparison of the activation and mechanical properties of scapulothoracic muscles in young tennis players with and without scapular dyskinesia: an observational comparative study. *J Shoulder Elbow Surg.* enero de 2024;33(1):192-201.
8. Alrabaa RG, Lobao MH, Levine WN. Rotator Cuff Injuries in Tennis Players. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 22 de agosto de 2020;13(6):734.
9. Fernandez-Fernandez J, Moya-Ramon M, Santos-Rosa FJ, Gantois P, Nakamura FY, Sanz-Rivas D, et al. Within-Session Sequence of the Tennis Serve Training in Youth Elite Players. *Int J Environ Res Public Health.* 31 de diciembre de 2020;18(1):244.
10. Moreno-Pérez V, López-Samanes Á, Domínguez R, Fernández-Elías VE, González-Frutos P, Fernández-Ruiz V, et al. Acute effects of a single tennis match on passive shoulder rotation range of motion, isometric strength and serve speed in professional tennis players. *PLoS ONE.* 12 de abril de 2019;14(4):e0215015.
11. Sonnier JH, Ciccotti MC, Darius D, Hall AT, Freedman KB, Tjoumakaris F. Scapular Dyskinesia in the Athletic Patient: A Sport-Specific Review. *JBJS Rev [Internet].* febrero de 2023 [citado 9 de febrero de 2025];11(2). Disponible en: <https://journals.lww.com/10.2106/JBJS.RVW.22.00195>
12. Neumann DA, Camargo PR. Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles - part 1: serratus anterior. *Braz J Phys Ther.* 2019;23(6):459-66.

13. Kim T, Park JM, Kim YH, Park JC, Choi H. The short-term effectiveness of scapular focused taping on scapular movement in tennis players with shoulder pain: A within-subject comparison. *Medicine (Baltimore)*. 30 de septiembre de 2022;101(39):e30896.
14. Hwang M, Lee S, Lim C. Effects of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Technique on Scapula Function in Office Workers with Scapula Dyskinesia. *Medicina (Mex)*. 1 de abril de 2021;57(4):332.
15. D'Antonio L, Fiumana G, Reina M, Lodi E, Porcellini G. Breaking the operator variability in Kibler's scapular dyskinesia assessment. *Musculoskelet Surg*. 2024;108(3):347-57.
16. Camargo PR, Neumann DA. Kinesiologic considerations for targeting activation of scapulothoracic muscles – part 2: trapezius. *Braz J Phys Ther*. 2019;23(6):467-75.
17. Saini SS, Shah SS, Curtis AS. Scapular Dyskinesia and the Kinetic Chain: Recognizing Dysfunction and Treating Injury in the Tennis Athlete. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 22 de agosto de 2020;13(6):748-56.
18. Gedik CC, Eren İ, Demirhan M, Elhassan B. A comprehensive review of scapulothoracic abnormal motion (STAM): evaluation, classification, and treatment strategies. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 1 de julio de 2024;58(4):187-95.
19. Chung KC, Lark ME. Upper Extremity Injuries in Tennis Players: Diagnosis, Treatment, and Management. *Hand Clin*. febrero de 2017;33(1):175.
20. Dr. Joshua S Dines, Dr. Asheesh Bedi. *tennis_injuries__epidemiology,_pathophysiology,*. marzo de 2015.6 (1).
21. Rogowski I, Creveaux T, Sevrez V, Chèze L, Dumas R. How Does the Scapula Move during the Tennis Serve? *Med Sci Sports Exerc*. julio de 2015;47(7):1444.
22. Busra Cigercioglu NB, Guney-Deniz H, Unuvar E, Colakoglu F, Baltaci G. Shoulder Range of Motion, Rotator Strength, and Upper-Extremity Functional Performance in Junior Tennis Players. *J Sport Rehabil*. 1 de noviembre de 2021;30(8):1129-37.
23. D. A, Sudhan M. A, Chandran S, Nuhmani S, Ahsan M, Alghadir AH, et al. Effects of modified sleeper stretch and modified cross-body stretch on upper limb functions and shoulder ROM in tennis players: a randomized trial. *Sci Rep*. 5 de junio de 2023;13:9124.
24. Willmore EG, Smith MJ. Scapular dyskinesia: evolution towards a systems-based approach. *Shoulder Elb*. enero de 2016;8(1):61-70.
25. Da Silva RT, Hartmann LG, De Souza Laurino CF, Bilo JPR. Paper # 71: Clinical and Ultrasonographic Correlation Between Scapular Dyskinesia and Subacromial Space Measurement Among Junior Elite Tennis Players. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*. octubre de 2011;27(10):e113.
26. Saglam G. The Prevalence of Scapular Dyskinesia In Patients With Back, Neck and Shoulder Pain And The Effect Of This Combination On Pain And Muscle Shortness. *Ağrı - J Turk Soc Algol*

[Internet]. 2022 [citado 4 de marzo de 2025]; Disponible en:
<https://agridergisi.com/jvi.aspx?pdire=agri&plng=eng&un=AGRI-87059>

27. Burn MB, McCulloch PC, Lintner DM, Liberman SR, Harris JD. Prevalence of Scapular Dyskinesia in Overhead and Nonoverhead Athletes. *Orthop J Sports Med.* 17 de febrero de 2016;4(2):2325967115627608.
28. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Velde AV, Palmans T, Witvrouw EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med.* julio de 2010;44(9):678-84.
29. Rogowski I, Creveaux T, Chèze L, Dumas R. Scapulothoracic kinematics during tennis forehand drive. *Sports Biomech.* junio de 2014;13(2):166-75.
30. Lädermann A, Chagué S, Kolo FC, Charbonnier C. Kinematics of the shoulder joint in tennis players. *J Sci Med Sport.* enero de 2016;19(1):56-63.
31. Department of Sports Science AK Pantelis Theodoros Nikolaidis , Isabel Sarah Moore , Thomas Rosemann , Beat Knechtle. Risk Factors for Upper Limb Injury in Tennis Players: A Systematic Review - PMC. abril de 2020 [citado 20 de febrero de 2025]; Disponible en:
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7215945/>
32. Moreno-Pérez V, Moreside J, Barbado D, Vera-Garcia FJ. Comparison of shoulder rotation range of motion in professional tennis players with and without history of shoulder pain. *Man Ther.* abril de 2015;20(2):313-8.
33. Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. Clinical implications of scapular dyskinesia in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the «Scapular Summit». *Br J Sports Med.* septiembre de 2013;47(14):877-85.
34. Mihata T, Gates J, McGarry MH, Neo M, Lee TQ. Effect of posterior shoulder tightness on internal impingement in a cadaveric model of throwing. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA.* febrero de 2015;23(2):548-54.
35. Voermans NC, van der Bilt RC, Ijspeert J, Hogrel JY, Jeanpierre M, Behin A, et al. Scapular dyskinesia in myotonic dystrophy type 1: clinical characteristics and genetic investigations. *J Neurol.* 2019;266(12):2987-96.
36. Martens G, Gofflot A, Tooth C, Schwartz C, Bornheim S, Croisier JL, et al. Differences in Strength and Fatigue Resistance of Scapular Protractors and Retractors Between Symptomatic and Asymptomatic Dyskinesia. *J Athl Train.* 16 de agosto de 2024;59(8):814-21.
37. Soliño S, Raguzzi I, Castro LV, Porollan JC, Aponte BG, De Ilzarbe MG, et al. Prevalence of positive modified scapular assistance test in patients with shoulder pain with and without scapular dyskinesia: a cross-sectional study. *J Hand Ther.* enero de 2024;37(1):136-43.
38. Lohre R, Elhassan B. Serratus anterior dysfunction examination: wall push-up or shoulder flexion resistance test? *JSES Int.* 27 de mayo de 2022;6(5):859-66.

39. Umehara J, Nakamura M, Nishishita S, Tanaka H, Kusano K, Ichihashi N. Scapular kinematic alterations during arm elevation with decrease in pectoralis minor stiffness after stretching in healthy individuals. *J Shoulder Elbow Surg.* julio de 2018;27(7):1214-20.
40. Lädermann A, Chagué S, Kolo FC, Charbonnier C. Kinematics of the shoulder joint in tennis players. *J Sci Med Sport.* enero de 2016;19(1):56-63.
41. Fu Y, Ma S, Ma B, Han M, Zhao D, Li Z. Innovative diagnostic framework for shoulder instability: a narrative review on machine learning-enhanced scapular dyskinesis assessment in sports injuries. *Eur J Med Res.* 9 de abril de 2025;30:257.
42. Chang CC, Chang CM, Shih YF. Kinetic Chain Exercise Intervention Improved Spiking Consistency and Kinematics in Volleyball Players With Scapular Dyskinesis. *J Strength Cond Res.* octubre de 2022;36(10):2844-52.
43. Sciascia A, Kibler WB. Current Views of Scapular Dyskinesis and its Possible Clinical Relevance. *Int J Sports Phys Ther.* 17(2):117-30.
44. Umehara J, Nakamura M, Fujita K, Kusano K, Nishishita S, Araki K, et al. Shoulder horizontal abduction stretching effectively increases shear elastic modulus of pectoralis minor muscle. *J Shoulder Elbow Surg.* julio de 2017;26(7):1159-65.
45. Morais N, Cruz J. The pectoralis minor muscle and shoulder movement-related impairments and pain: Rationale, assessment and management. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* enero de 2016;17:1-13.
46. Struyf F, Nijs J, Meeus M, Roussel NA, Mottram S, Truijen S, et al. Does scapular positioning predict shoulder pain in recreational overhead athletes? *Int J Sports Med.* enero de 2014;35(1):75-82.
47. Turgut E, Duzgun I, Baltaci G. Effects of Scapular Stabilization Exercise Training on Scapular Kinematics, Disability, and Pain in Subacromial Impingement: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* octubre de 2017;98(10):1915-1923.e3.
48. De Mey K, Danneels L, Cagnie B, Borms D, T'Jonck Z, Van Damme E, et al. Shoulder muscle activation levels during four closed kinetic chain exercises with and without Redcord slings. *J Strength Cond Res.* junio de 2014;28(6):1626-35.
49. Pirauá ALT, Pitangui ACR, Silva JP, Pereira dos Passos MH, Alves de Oliveira VM, Batista L da SP, et al. Electromyographic analysis of the serratus anterior and trapezius muscles during push-ups on stable and unstable bases in subjects with scapular dyskinesis. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* octubre de 2014;24(5):675-81.
50. Pizzari T, Wickham J, Balster S, Ganderton C, Watson L. Modifying a shrug exercise can facilitate the upward rotator muscles of the scapula. *Clin Biomech Bristol Avon.* febrero de 2014;29(2):201-5.

51. Lee JH, Cynn HS, Choi WJ, Jeong HJ, Yoon TL. Various shrug exercises can change scapular kinematics and scapular rotator muscle activities in subjects with scapular downward rotation syndrome. *Hum Mov Sci.* febrero de 2016;45:119-29.
52. Pellegrini A, Pogliacomì F, Costantino C, Desimoni S, Giovanelli M, Golz A, et al. Does scapula stabilizing t-shirt help over-head athletes in shoulder discomfort? A randomized control study. *Acta Bio-Medica Atenei Parm.* 15 de abril de 2016;87 Suppl 1:84-9.
53. Corpus KT, Camp CL, Dines DM, Altchek DW, Dines JS. Evaluation and treatment of internal impingement of the shoulder in overhead athletes. *World J Orthop.* 18 de diciembre de 2016;7(12):776-84.
54. Kim JT, Kim SY, Oh DW. An 8-week scapular stabilization exercise program in an elite archer with scapular dyskinesis presenting joint noise: A case report with one-year follow-up. *Physiother Theory Pract.* febrero de 2019;35(2):183-9.