Brújula. Semilleros de Investigación
Volumen 10, Número 19, enero-junio, 2022. pp. 26-40
Bogotá D. C., Colombia
ISSN 2346-0628 (en línea)
https://doi.org/10.21830/23460628.107

DOSIER

Diseño de un programa de flexibilidad en los miembros superiores para tenistas juveniles de alto rendimiento en la Escuela Colombiana de Rehabilitación

Sebastián Orlando Prieto Buitrago
Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación

Fabiola González Ortiz
Institución Universitaria Escuela Colombiana de Rehabilitación

RESUMEN

El tenis se ubica como una de las potencias del deporte de competición a nivel mundial. Es fundamental trabajar la flexibilidad a una edad temprana para prevenir desórdenes y/o alteraciones del rango de movilidad articular (ROM) de la articulación glenohumeral. El objetivo fue identificar los posibles déficits del ROM en el hombro y el codo y la flexibilidad. Ocho tenistas juveniles masculinos competitivos sanos con una media ± DE: edad 16,3 ± 2,1 años, peso 57,7 ± 4,3 kg, altura 169 ± 10 cm participaron en este estudio. Los resultados de goniometría demostraron un déficit significativo en el ROM de las articulaciones del hombro y del codo. Se concluye la necesidad de combinar diferentes tipos de estiramientos, como estáticos activos asistidos y dinámicos de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) que aumenten el ROM del hombro y del codo.

PALABRAS CLAVE

Deporte de raqueta, ejercicios de estiramiento muscular, flexibilidad, rango de movimiento articular, miembro superior, tenis.

CITACIÓN

Prieto, S., & González, F. (2022). Diseño de un programa de flexibilidad en los miembros superiores para tenistas juveniles de alto rendimiento en la Escuela Colombiana de Rehabilitación. *Revista Brújula de Investigación, 10*(19). *26-40.* https://doi.org/10.21830/23460628.107

Recibido: 8 de febrero de 2022
Aceptado: 9 de mayo de 2022
Contacto: Fabiola González Ortiz ✉ Fabiola.gonzalez@ecr.edu.co

Introducción

En los deportes de raqueta es muy importante para los atletas contar con unas capacidades condicionales correctas, especialmente la flexibilidad en los miembros superiores que respalden la ejecución de movimientos repetitivos por encima de la cabeza; normalmente estos generan tensión que altera el ROM de rotación interna del hombro dominante, en comparación con el lado no dominante. La disminución de flexibilidad en el hombro conlleva a un alto desgaste y reducción en el rendimiento deportivo, también aumenta el riesgo de padecer lesiones en la articulación glenohumeral (Ching-Cheng Chiang *et al.*, 2016).

Los tenistas adolescentes necesitan tener suficiente flexibilidad en la articulación glenohumeral con el fin de lograr las cadenas cinéticas de un golpe o servicio de tenis (Bi-Fon *et al.*, 2018). El trabajo de flexibilidad en una edad temprana es fundamental para prevenir desórdenes y/o alteraciones del ROM de la articulación glenohumeral para evitar lesiones comunes en la práctica deportiva del tenis; también ayuda a la mejora del rendimiento deportivo así este no pueda ser visto o concebido como un atributo predominante. Por esto se plantea la necesidad de analizar e investigar las causas y consecuencias del déficit en el ROM de miembro superior en tenistas juveniles y si estas tienen impacto en el rendimiento deportivo.

Al entender la importancia de mantener una flexibilidad óptima en el desarrollo deportivo competitivo en tenistas juveniles, el objetivo de este proyecto fue identificar los posibles déficits del ROM en el hombro y el codo y la flexibilidad de los músculos del hombro en 8 deportistas, con el fin de diseñar un programa de flexibilidad enfocado en los miembros superiores para tenistas juveniles de alto rendimiento pertenecientes a una práctica formativa de la Escuela Colombiana de Rehabilitación.

Marco teórico

El tenis es una de las potencias del deporte de competición a nivel mundial, involucra jugadores de todas las edades, quienes en todas sus categorías deben viajar, por ejemplo, en la clasificación juvenil se cuenta con 397 torneos en 118 países (USTA, 2014). La inmensa carga de movimiento articular, biomecánica específica y fuerza muscular de la cintura escapular durante la realización de gestos deportivos por encima de la cabeza, conlleva la generación de adaptaciones netamente del deporte a zonas como la articulación glenohumeral y escapulotorácica (Cools *et al.*, 2010).

La capacidad física de flexibilidad posibilita incrementar la amplitud de los movimientos articulares y musculares de un individuo, aspecto que permite mejorar el rendimiento deportivo de forma directa e indirecta en numerosos deportes (Bermeo, 2020). Para el caso de la flexibilidad muscular, esta se identifica como la capacidad de un músculo para poder ser estirado sin sufrir daños, por lo cual está determinada por el espectro del movimiento muscular (Morales y González, 2015).

El hombro presenta una tasa de lesión bastante alta en aquellos deportistas que practican deportes con actividad repetitiva, lanzamientos y servicios por encima de la cabeza. Esto como consecuencia de la falta de estabilidad del hombro, a expensas de movilidad como característica principal, lo que hace que se generen grados variables de pinzamiento secundario asociados a inestabilidad.

Es fundamental comprender la importancia de mantener un equilibrio entre los estabilizadores dinámicos y estáticos del hombro y la identificación prematura de los factores de

riesgo que impliquen desarrollar lesiones en la articulación glenohumeral, todo con la finalidad de implementar proyectos de rehabilitación preventiva con el propósito de mejorar el rendimiento deportivo y mantener a los deportistas en competencia (De la Rosa-Morillo *et al*., 2019). Por esto se recomienda la aplicación de estiramientos de la cápsula articular posterior para corregir el déficit de rotación interna glenohumeral, generar una disminución en el arco de movimiento total y la aducción horizontal. El estiramiento del durmiente con manejo de estabilización escapular y de hombro en el plano escapular se puede llevar a cabo para este fin. Estas rutinas de estiramiento frecuente y suave han demostrado mejores resultados en el aumento del ROM de hombro que el estiramiento agresivo. Por lo tanto, el estiramiento muy fuerte puede ser nocivo y producir nuevas lesiones en la articulación.

Un deportista de alto rendimiento necesita mantener un ROM adecuado en los complejos musculares y articulares, específicamente en las articulaciones de miembro superior (MMSS) para los tenistas, es importante tanto para los deportistas de alto rendimiento como para los no deportistas aficionados o no deportistas en todas las edades. Las consecuencias para la salud y el desempeño de una flexibilidad inadecuada son bien conocidas en el ámbito deportivo. En el deporte existen aspectos fundamentales que llevarán al éxito deportivo, tales como el entrenamiento táctico, psicológico y físico, en el que se ubica el trabajo de fuerza, resistencia y flexibilidad. A pesar de las recomendaciones del American College of Sports Medicine (Riebe et al., 2018), en las que plantea que los ejercicios de estiramiento deben usarse en los programas de entrenamiento con el fin de mejorar los elementos fundamentales de la condición física y la salud en los deportistas, la información científica sobre las respuestas del entrenamiento de flexibilidad en los tenistas es escasa.

Para producir un contacto raqueta-bola efectivo y potente, los deportistas deben generar una transferencia de fuerzas dadas desde el suelo con dirección ascendente, mediante la cadena cinética que es una compilación de movimientos de extremidades y articulaciones de tobillo, rodilla, cadera, hombro, codo y muñeca, antes de lograr impactar la pelota (Kovacs y Ellenbecker, 2011). Se debe comprender la importancia de la articulación glenohumeral del hombro dominante en las fases de preparación, aceleración y seguimiento de un golpe de tenis, con una correcta rotación glenohumeral en el hombro dominante que es fundamental para los tenistas en su rendimiento deportivo (Chandler *et al*., 1990). Se tiene en cuenta que la rotación glenohumeral interna es importante y porta a la velocidad lineal media de la velocidad de la raqueta (Cools *et al*., 2010).

Los tenistas jóvenes necesitan una vigilancia periódica de la flexibilidad del hombro, ya que la rotación glenohumeral eficiente podría ser beneficiosa para la biomecánica del golpe de tenis, así como la prevención de lesiones en el hombro.

Métodos

Ocho tenistas juveniles masculinos competitivos, sanos y clasificados a nivel nacional (media ± DE: edad 16,3 ± 2,1 años, peso 57,7 ± 4,3 kg, altura 169 ± 10 cm) participaron en este estudio. Los sujetos se dividieron en un único grupo de entrenamiento (n = 8). Todos los deportistas participaron en promedio 21,25 h de entrenamiento combinado (es decir, dentro y fuera del club) por semana.

El programa se centró en el desarrollo y la mejora de la capacidad condicional de la flexibilidad en MMSS específica del tenis, que

incluían ejercicios estáticos asistidos y dinámicos asistidos. Ninguno de los deportistas intervenidos en el estudio tenía experiencia especial en entrenamiento de flexibilidad de MMSS, contaban solo con sesiones normales del entrenamiento cotidiano del tenis como deporte. Todos los deportistas tenían un mínimo de 5 años de entrenamiento anterior específico para el tenis. Los criterios de inclusión para todos los participantes requerían que fueran jugadores de tenis sanos, sin antecedentes de cirugía en MMSS, sin rehabilitación durante los últimos 12 meses y sin participación en un programa formal de entrenamiento de flexibilidad de MMSS 2 meses antes del estudio. Se obtuvo el asentimiento informado de forma escrita de los jugadores y el consentimiento informado de sus padres también (asentimientos y consentimientos de elaboración propia).

Este estudio examinó los efectos de un programa de entrenamiento de la flexibilidad en MMSS de 8 semanas con relación al déficit del ROM en el hombro y el codo sobre la velocidad de lanzamiento en tenistas juveniles.

Mediciones

Escala análoga verbal de dolor: para la valoración de dolor en el hombro, el codo, la muñeca, la escápula, la espalda alta y la espalda baja, la cual se divide 11 categorías numéricas de 0 a 10, en la que 0 se toma como ausencia de dolor y 10 como dolor máximo.

Movilidad articular pasiva: para la valoración se ubica al paciente de decúbito supino en la camilla y se realizan los movimientos anatómicos correspondientes a cada articulación individual de MMSS (codo y hombro) de forma pasiva, con el fin de encontrar las respuestas fisiológicas del movimiento. Se divide en dos: fisiológica, la cual se subdivide en (1) contacto compresivo, (2) alargamiento elástico y (3) choque óseo; no fisiológica, la cual se subdivide en (1) capsular, (2) contracción muscular protectora, (3) sin restricción estructural, (4) impacto óseo y (5) de rebote.

El ROM: se midió siguiendo los métodos de Ellenbecker *et al*. (2014) con el deportista acostado en decúbito supino sobre la camilla, y se utilizó un goniómetro 360° de 12», con dos brazos superpuestos ajustables; para valorar la flexibilidad de utilizó la goniometría descrita en el libro de Palmer (2002), la cual se fue realizada en MMSS (codo y hombro).

La flexión del hombro y el movimiento en la articulación del hombro (glenohumeral) se produce en el plano sagital. El paciente permanece en posición supina, con las caderas y las rodillas flexionadas. Los pies reposan planos sobre la camilla para prevenir la hiperextensión de la columna vertebral lumbar. La palma de la mano y el antebrazo están pronados. ROM de 0° a 180°, alineación goniométrica: brazo fijo colocado a lo largo de la línea media axilar del tronco, en línea con el trocánter mayor del fémur; brazo móvil colocado a lo largo de la línea media longitudinal lateral del húmero, en línea con el epicóndilo lateral del húmero.

La extensión del hombro es el retorno del movimiento de flexión. En el plano sagital, el paciente permanece en posición prono con la cabeza cómodamente colocada sin almohada. La articulación del hombro está en la posición anatómica, con el codo ligeramente flexionado. ROM de 0° a 50°, alineación goniométrica: brazo fijo colocado a lo largo de la línea media axilar del tronco, en línea con el trocánter mayor del fémur. Brazo móvil colocado a lo largo de la línea media longitudinal lateral del húmero, en línea con el epicóndilo lateral del húmero.

La abducción de la articulación del hombro se produce en el plano frontal. El paciente está en posición supina con las caderas y las rodillas

flexionadas y los pies planos encima de la camilla. El miembro superior que va a ser evaluado se coloca en la posición anatómica. La articulación del codo permanece extendida. ROM de 0° a 180°, alineación goniométrica: brazo fijo colocado en la cara lateral de la superficie anterior del pecho, paralelo a la línea media del esternón. Brazo móvil colocado en la cara lateral del brazo, paralelo a la línea media del húmero, en línea con el epicóndilo medial del húmero.

La aducción horizontal de la articulación glenohumeral tiene lugar en el plano transverso. Paciente sentado. La articulación del hombro está abducida 90° y el codo flexionado 90°. La articulación del hombro está también posicionada en rotación neutra. ROM de 0° a 120°, alineación goniométrica: brazo fijo a lo largo de la línea media del hombro, hacia el cuello (el brazo del goniómetro debe ser corto), brazo móvil a lo largo del eje medio del húmero, en línea con el epicóndilo lateral del húmero.

La abducción horizontal en la articulación del hombro se realiza en el plano transversal. El paciente se sienta con la articulación del hombro en rotación neutra, flexionado a 90° y el codo se flexiona 90°. ROM de 0° a 120°, alineación goniométrica: brazo fijo alineado en la línea media del hombro. Hacia el cuello. El brazo del goniómetro debe ser corto, brazo móvil. A lo largo del eje medio del húmero, en línea con el epicóndilo lateral del húmero.

En la rotación interna del hombro, el movimiento se realiza en el plano transversal. El paciente permanece en posición supina, con las rodillas flexionadas y las plantas de los pies sobre la camilla. La articulación del hombro está abducida y el codo flexionado 90°. El antebrazo se encuentra en una posición media entre supinación y pronación y está colocado perpendicularmente a la superficie de la camilla. Todo el húmero se apoya en la camilla. Sería necesario colocar una toalla debajo del brazo para mantenerlo en el nivel adecuado. ROM de 0° a 90°, alineación goniométrica: brazo fijo. Colocado paralelo a la superficie de la camilla o perpendicular al suelo. Brazo móvil. A lo largo de la cabeza del cúbito, dirigido hacia la apófisis estiloides del cúbito.

Rotación externa del hombro, el movimiento de rotación lateral del hombro tiene lugar en el plano transversal. ROM de 0° a 90°, la posición y la alineación goniométrica es la misma que la descrita para la rotación interna de la articulación del hombro.

La flexión de codo. El movimiento de prueba ocurre en el plano sagital. El paciente permanece en posición supina, con la extremidad superior paralela a la línea media lateral del tronco y el antebrazo en la posición anatómica. El brazo está colocado tan cerca del tronco como sea factible. ROM de 0° a 145°, alineación goniométrica: brazo fijo. Colocado a lo largo de la línea media lateral del húmero, en línea con la apófisis acromial de la escápula. Brazo móvil. Colocado a lo largo de la línea media lateral del radio, en línea con la apófisis estiloides del radio.

La extensión del codo es retorno desde la flexión de la articulación del codo, tiene lugar en el plano sagital. El paciente está en posición supina, con el brazo paralelo a la línea medial lateral del tronco y el antebrazo en supinación. ROM de 145° a 0°, la alineación goniométrica es la misma descrita para la flexión de la articulación del codo.

Pronación radio cubital, el movimiento de pronación tiene lugar en el plano transverso. El paciente está sentado o permanece en posición supina, con el codo flexionado aproximadamente 90° y con el brazo mantenido cerca del lateral del tronco, el antebrazo se coloca a medio camino entre la supinación y la pronación. ROM

de 0° a 90°, alineación goniométrica: brazo fijo colocado a nivel de la cara dorsal de la muñeca y paralelo al eje largo del húmero, con el transportador dirigido fuera del tronco, a la altura de la muñeca. Brazo móvil colocado en línea a través del dorso de la muñeca, proximal a las apófisis estiloides del radio y del cúbito.

La supinación radio cubital, el movimiento ocurre en el plano transverso. El paciente está sentado o echado en posición supina, con el codo flexionado 90° y el brazo mantenido cerca del costado, el antebrazo está colocado a medio camino entre la supinación y la pronación. ROM de 0° a 90°, la alineación goniométrica es la descrita para la pronación.

Se utilizó la prueba de extensión de brazos y manos descrita por Chiang, et al. (2016). El objetivo de esta prueba es valorar la flexibilidad del hombro y de la muñeca. En este test el deportista debe estar bocabajo y sobre el suelo, con los brazos completamente extendidos por encima de la cabeza, sosteniendo un metro de madera con las dos manos y manteniéndolas separadas con una anchura igual a la de los hombros. Levantar la regla lo más alto posible mientras se mantiene el mentón tocando el suelo, para obtener la medida de la prueba. Luego se debe medir la longitud del brazo desde la prominencia acromial hasta la punta de los dedos y restar esta al mejor intento de la prueba. Será nula cualquier ejecución en la que se produzca separación, elevación de cadera, pies o mentón del suelo. Para esta prueba se requiere de un medidor vertical y una barra.

Programa de entrenamiento

Para ser incluido en los análisis de datos los deportistas debían asistir a más del 90% de las sesiones de formación. El programa de entrenamiento fue de aproximadamente 30 a 40 minutos de duración y se realizó 3 veces por semana, durante 8 semanas. Todas las sesiones fueron realizadas después del entrenamiento diario correspondiente a la jornada de tenis, las sesiones se repetían a lo largo de la semana e iban cambiando con el paso de una nueva semana.

Tabla 1. *Distribución de trabajo por semanas*

Semanas	Programación de las tareas	Flexibilidad
1	Aplicación formato de valoración a 8 deportistas	Valoración flexibilidad de MMSS (codo y hombro)
2	Tareas de flexibilidad: ejercicios de flexibilidad estático en pectoral, deltoides, tríceps, infraespinoso y trapecio	Aumento de la longitud muscular y eficacia del movimiento
3	Tareas de flexibilidad: ejercicios de flexibilidad estático activo asistido en pectoral, deltoides, tríceps, infraespinoso y trapecio	
4	Ejercicios de flexibilidad dinámica, contraer relajar con activación del agonista. FNP en dorsal ancho, deltoides anterior, supinador, pronador	
5	Tareas de flexibilidad: ejercicios de flexibilidad estático en infraespinoso y trapecio	
6	Estiramientos FNP contraer relajar con contraccion del agonista (bíceps braquial, tríceps, pectoral, dorsal ancho, deltoides anterior, supinador)	
7	Estiramiento FNP, contraer- relajar con activación del agonista (bíceps braquial, tríceps, pectoral, dorsal ancho, deltoides anterior, supinador)	
8	Estiramientos estáticos, activos asistidos (estiramiento del durmiente y de aducción transversal)	Valoración flexibilidad de MMSS (codo y hombro)

Fuente: elaboración propia.

La primera y segunda semanas consistieron en estiramientos estáticos activos asistidos: *one-arm pectoralis stretch, one-arm deltoid stretch, one-arm triceps stretch*, cada deportista realizó 2 repeticiones durante 30 segundos (estiramiento del durmiente, estiramiento de aducción transversal); cada deportista realizó 2 repeticiones durante 120 segundos.

La tercera semana consistió en estiramientos estáticos activos asistidos: estiramiento de pectoral en sedente, con apoyo de mano en supinación contra la camilla; estiramiento del deltoides en bípedo, con ayuda del brazo contrario; estiramiento del tríceps en bípedo, con apoyo de codos a 90° de flexión y muñecas en supinación contra la camilla; estiramiento de extensor radial del carpo en cuatro apoyos, muñecas en pronación apuntando hacia el dorso del cuerpo; estiramiento del braquiorradial en bípedo, con agarre en pared con muñeca en neutro con el dorso de la muñeca apuntando a la línea media del cuerpo; estiramiento del pronador redondo, con agarre en pared con muñeca en neutro con el dorso de la muñeca apuntando a la línea externa del cuerpo. Cada deportista realizó 2 repeticiones durante 30 segundos (estiramiento del durmiente, estiramiento de aducción transversal); cada deportista realizó 2 repeticiones durante 120 segundos.

La cuarta semana consistió en estiramientos estáticos activos asistidos: estiramiento de pectoral en sedente, con apoyo de mano en supinación contra la camilla, estiramiento del deltoides en bípedo, con ayuda del brazo contrario; estiramiento del tríceps en bípedo, con apoyo de codos a 90° de flexión y muñecas en supinación contra la camilla; estiramiento de extensor radial del carpo en cuatro apoyos, muñecas en pronación apuntando hacia el dorso del cuerpo; estiramiento del braquiorradial en bípedo, con agarre en pared con muñeca en neutro con el dorso de la muñeca apuntando a la línea media del cuerpo; estiramiento del pronador redondo, con agarre en pared con muñeca en neutro con el dorso de la muñeca apuntando a la línea externa del cuerpo. Cada deportista realizó 2 repeticiones durante 30 segundos (estiramiento del durmiente, estiramiento de aducción transversal); cada deportista realizó 2 repeticiones durante 120 segundos. Estiramientos FNP, contraer relajar con activación del agonista (bíceps braquial y tríceps), comenzar con un estiramiento suave hasta un punto de molestia, contraer isométricamente el músculo estirado durante unos 10 segundos, relajación de la contracción durante 2 o 3 segundos, pero sin mover la postura, estirar unos grados más de movimiento y sostener la nueva posición unos 30 segundos, contraer y repetir el proceso. Cada deportista realizó 2 repeticiones.

La quinta, sexta y séptima semanas consistieron en estiramientos FNP, contraer, relajar con activación del agonista (bíceps braquial, tríceps, pectoral, dorsal ancho, deltoides anterior, supinador), comenzar con un estiramiento suave hasta un punto de molestia, contraer isométricamente el músculo estirado durante unos 10 segundos, relajación de la contracción durante 2 o 3 segundos pero sin mover la postura, estirar unos grados más de movimiento y sostener la nueva posición unos 30 segundos, contraer y repetir el proceso. Cada deportista realizó 2 repeticiones. Estiramientos estáticos, activos asistidos (estiramiento del durmiente, estiramiento de aducción transversal), cada deportista realizó 2 repeticiones durante 120 segundos.

La octava semana se hicieron estiramientos estáticos, activos asistidos (estiramiento del durmiente, estiramiento de aducción transversal), cada deportista realizó 2 repeticiones durante 120 segundos.

Resultados

De la caracterización realizada (tabla 2) correspondiente a la primera valoración se obtuvieron resultados dicientes para la frecuencia y los porcentajes de dolor de la Escala Visual Analógica (EVA) en la escápula izquierda, la espalda alta y la espalda baja, siendo la espalda baja la del resultado más alto (7) en un deportista y, la escápula izquierda y la espalda alta con los resultados más bajos (0) en 6 deportistas cada una.

La goniometría de flexión del hombro izquierdo se presenta en la tabla 3, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -20° y el menor en -2° con respecto a la normalidad.

Tabla 2. *Dolor EVA*

Zona	Resultado	Frecuencia	Porcentaje (%)
Escápula izquierda	5	6	75
	4	1	12,5
	5	1	12,5
Espalda alta	0	6	75
	3	1	12,5
	4	1	12,5
Espalda baja	0	6	75
	4	1	12,5
	7	1	12,5

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. *Goniometría de flexión del hombro, interpretación izquierda*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-20	1	12,5
-14	1	12,5
-10	1	12,5
-9	1	12,5
-8	1	12,5
-4	2	25
-2	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

La goniometría de extensión del hombro derecho se presenta en la tabla 4, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -10° y el menor en 4° con respecto a la normalidad. Los valores de -2° y 2° sobre la normalidad fueron los de mayor frecuencia (2).

La goniometría de aducción horizontal del hombro derecho se presenta en la tabla 5, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -22° y el menor en -5° con respecto a la normalidad. El valor de -12° acerca de la normalidad fue el de mayor frecuencia (2).

Tabla 4. *Goniometría de la extensión del hombro, interpretación derecha*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-10	1	12,5
-8	1	12,5
-5	1	12,5
-2	2	25
2	2	25
4	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. *Goniometría de aducción horizontal del hombro, interpretación derecha*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-22	1	12,5
-20	1	12,5
-18	1	12,5
-12	2	25
-10	1	12,5
-8	1	12,5
-5	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

La goniometría de abducción horizontal del hombro derecho se presenta en la tabla 6, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -20° y el menor en -2° con respecto a la normalidad. Los valores de -20°, -8° y -6° sobre la normalidad presentaron mayor frecuencia (2).

La goniometría de aducción del hombro izquierdo se presenta en la tabla 7, en la que se hallaron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -12° y el menor en -2° con respecto a la normalidad. El valor de -2° sobre la normalidad fue el de mayor frecuencia (3).

Tabla 6. *Goniometría de abducción horizontal del hombro, interpretación derecha*

Interpretación grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-20	2	25
-10	1	12,5
-8	2	25
-6	2	25
-2	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. *Goniometría de aducción del hombro, interpretación izquierda*

Interpretación en grados (°)	**Frecuencia**	**Porcentaje (%)**
-12	1	12,5
-10	1	12,5
-8	1	12,5
-6	1	12,5
-5	1	12,5
-2	3	37,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

La goniometría de abducción del hombro izquierdo se presenta en la tabla 8, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -60° y el menor en 0° con respecto a la normalidad. El valor de -8° sobre la normalidad fue el de mayor frecuencia (2).

La goniometría de rotación externa del hombro izquierdo se presenta en la tabla 9, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -12° y el menor en 0° en relación con la normalidad. Los valores de -6° y 0° con respecto a la normalidad fueron los que presentaron mayor frecuencia (3) y (2) respectivamente.

Tabla 8. *Goniometría de abducción del hombro, interpretación izquierda*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-60	1	12,5
-48	1	12,5
-34	1	12,5
-16	1	12,5
-8	2	25
-2	1	12,5
0	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. *Goniometría de rotación externa del hombro, interpretación izquierda*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-12	1	12,5
-6	3	37,5
-4	1	12,5
-2	1	12,5
0	2	25
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

La goniometría de rotación interna del hombro derecho se presenta en la tabla 10, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -30° y el menor en 2° referente a la normalidad. Los valores de -22° y -6° con respecto a la normalidad fueron los que presentaron mayor frecuencia (2).

La goniometría de flexión del codo derecho se presenta en la tabla 11, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -19° y el menor en 3° con respecto a la normalidad. El valor de -13 con respecto a la normalidad fue el de mayor frecuencia (3)

Tabla 10. *Goniometría de la rotación interna del hombro, interpretación derecha*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-30	1	12,5
-22	2	25
-18	1	12,5
-10	1	12,5
-6	2	25
2	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. *Goniometría de la flexión del codo, interpretación derecha*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-19	1	12,5
-17	1	12,5
-13	3	37,5
-5	1	12,5
-3	1	12,5
3	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

La goniometría de pronación del codo derecho se presenta en la tabla 12, en la que se encontraron amplios resultados que demuestran y afirman la disminución del ROM en la articulación, ubicando el mayor déficit en -32° y el menor en 6° con respecto a la normalidad.

La calificación, la frecuencia y los porcentajes de prueba de extensión de brazos y manos aparecen en la tabla 13. Se ubican los resultados en una calificación máxima de 64 en un participante y una mínima de 15 en otro.

Tabla 12. *Goniometría de la pronación del codo, interpretación derecha*

Interpretación en grados (°)	Frecuencia	Porcentaje (%)
-32	1	12,5
-22	1	12,5
-20	1	12,5
-18	1	12,5
-14	1	12,5
-12	1	12,5
-10	1	12,5
6	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. *Prueba de extensión de brazos y manos, calificación*

Calificación	Frecuencia	Porcentaje (%)
15	1	12,5
17	1	12,5
35	1	12,5
36	1	12,5
37	1	12,5
40	1	12,5
42	1	12,5
64	1	12,5
Total	8	100

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los resultados mostraron la necesidad de implementar un proyecto de flexibilidad en MMSS en tenistas jóvenes, que permita lograr un mejor desempeño deportivo en el que se pueda ubicar la velocidad de servicio y la disminución del riesgo de una posible lesión por uso excesivo (Fernández-Fernández *et al*., 2013). Queda en evidencia que el dolor con niveles más altos se ubica en la espalda baja con un resultado de 7, presentado en la tabla 2. No obstante, la población se encuentra ubicada en la frecuencia más alta (6) con resultado 0 de dolor. Por esto no se toma el dolor como un valor relevante o influyente en el déficit de ROM en el hombro y el codo. Al correlacionar la falta de información científica de análisis de dolor en relación con el déficit de ROM se confirma que el dolor no es una variable significativa en las variaciones de resultados en el ROM.

Los resultados de las goniometrías (tablas 3 a 12) demostraron un déficit significativo en el ROM de las articulaciones del hombro y el codo, en la abducción del hombro (tabla 8). Se encontraron los resultados con mayor déficit de ROM (-60°) con respecto a la normalidad, movimiento fundamental en la realización del gesto técnico de saque en tenis, comparando con la evidencia científica disponible. Fernández-Fernández *et al*. (2013) nos plantean que el compromiso principal de déficit de ROM se encuentra en la rotación externa e interna del hombro, no obstante, los resultados del estudio no ubican en primer lugar la rotación externa e interna del hombro (tablas 9 y 10), con el resultado más alto (-30) para rotación externa del hombro izquierdo, por lo cual se debe implementar un programa de entrenamiento de flexibilidad (Carter *et al*., 2007; Wooden *et al*., 1992).

Conclusión

En conclusión, este estudio mostró la necesidad de implementar un programa de flexibilidad de MMSS en el hombro y el codo a corto plazo de 8 semanas para los deportistas juveniles del tenis, combinando diferentes tipos de estiramientos, como estáticos activos asistidos y dinámicos FNP, con el fin de disminuir el déficit del ROM en el hombro y el codo, y generar una reducción significativa de lesiones por uso repetitivo.

Se plantea la necesidad de llevar a cabo más programas de flexibilidad de corte investigativo sobre el hombro y el codo en tenistas, que sustenten las causas y consecuencias del déficit de ROM en estas articulaciones con respecto al rendimiento deportivo.

Declaración de divulgación

Los autores declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el artículo. Los puntos de vista y los resultados de este artículo pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente los de las instituciones participantes.

Sobre el artículo

Este artículo hace parte de los resultados de caracterización del proyecto de investigación “Programa de flexibilidad en miembro superior para tenistas juveniles” de la Escuela Colombiana de Rehabilitación.

Sobre los autores

Sebastián Orlando Prieto Buitrago es estudiante de último año, pasante en fisioterapia de la Escuela Colombiana de Rehabilitación. Contacto: sebastian.prieto@ecr.edu.co

Fabiola González Ortiz es docente de la Escuela Colombiana de Rehabilitación. Fisioterapeuta de la Universidad Manuela Beltrán,

especialista en Ejercicio Físico para la Salud de la Universidad del Rosario, magíster en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Universidad Nacional de Colombia). Contacto: Fabiola.gonzalez@ecr.edu.co

Referencias

Bailey, L. B., Thigpen, C. A., Hawkins, R. J., Beattie, P. F., & Shanley, E. (2017). Eficacia de la terapia manual y el estiramiento para jugadores de béisbol con déficit de rango de movimiento en los hombros. *Salud Deportiva*, *9*(3), 230-237. https://doi.org/10.1177/1941738117702835

Bi-Fon, C., Chia-Che, L., & Hsiao-Yun, C. (2018). Characteristic of shoulder and hip rotation range of motion in adolescent tennis players. *The Journal of Sports Medicine and Physical* Fitness, *58*(4), 450-456.

Carter, A., Kaminski, T., Douex, A., Jr., Knight, C., & Richards, J. (2007). Efectos del entrenamiento pliométrico de alto volumen de las extremidades superiores sobre la velocidad de lanzamiento y las relaciones de fuerza funcional de los rotadores del hombro en jugadores universitarios de béisbol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 208-215.

Chandler, T., Kibler, W., Uhl, T., Wooten, B., Kiser, A., & Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, *18*(2), 134-136.

Ching-Cheng Chiang, C.-C. H., Jinn-Yen, C., Weng-Cheng, C., & Jong-Chang, T. (2016). Flexibility of internal and external glenohumeral rotation of junior female tennis players and its correlation with performance ranking. *The Journal of Physical Therapy* Science, *28*(12), 3296-3299.

Cools, A., Johansson, F., Cambier, D., Velde, A., Palmans, T., & Witvrouw, E. (2010). Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, *44*(9), 678-684. https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.070128

De la Rosa-Morillo, F., Galloza-Otero, J. C., & Micheo, W. (2019). Rehabilitación del hombro doloroso en el atleta joven. *Rehabilitación*, *53*(2), 85-92.

Ellenbecker, T., & Roetert, E. (2004). An isokinetic profile of trunk rotation strength in elite tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36, 1959-1963.

Fernández-Fernández, J., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A., & Ferrautia, A. (2013). Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *Journal of Sports Science and Medicine*, *12*(2), 232-239. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761833/

Jiménez Bermeo, L. M. (2020). *Potenciación de la capacidad de flexibilidad en gimnastas masculinos categorías menores de la escuela de gimnasia artística "Retos de Loja"* [tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].

Kovacs, M., & Ellenbecker, T. (2011). An 8-stage model for evaluating the tennis serve: implications for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health*, *3*(6), 504-513.

Morales, S. C., & González, S. A. (2015). *Preparación física y deportiva*. Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Palmer, M., Marcia, E. (2002) Fundamentos de las técnicas de evaluación musculoesqueletica. Ed Paidotribo.

Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., Magal, M., & American College of Sports Medicine (Eds.). (2018). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Wolters Kluwer.

USTA. (2014). *Official rules of tennis*. Triumph Books.

Wooden, M., Greenfield, B., Johanson, M., Litzelman, L., Mundrane, M., & Donatelli, R. (1992). Efectos del entrenamiento de fuerza en la velocidad de lanzamiento y el rendimiento de los músculos del hombro en jugadores de béisbol adolescentes. *Journal of Orthopaedic Sports and Physical Therapy*, 15, 223-228.