

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA PROPIOCEPCIÓN EN DEPORTISTAS. REVISIÓN DE LA LITERATURA

METHODS OF EVALUATING THE PROPIOCEPTION IN ATHLETES. REVIEW OF LITERATURE

Margareth Lorena Alfonso Mora

Fisioterapeuta

Magister intervención integral en el deportista

Margareth.Alfonso@unisabana.edu.co

Natalia Jimena Rincón Bolívar

Fisioterapeuta

Maestrante en Ciencias del Deporte,

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA).

nataliarinconb@hotmail.com

Paula Andrea Betancourt Cárdenas

paulita199511@hotmail.com

Nubia Esperanza Camargo Caldas,

nunu.es@hotmail.com

Elizabeth Andrea Rojas Tavera

liz032494@gmail.com

Carolina Sáenz Garzón

Fisioterapeuta

Universidad de La Sabana

carolinasaenzga@gmail.com

RESUMEN

Antecedentes: Las lesiones deportivas generan déficits en la respuesta sensoriomotora, afectando el sistema neuromuscular, propioceptivo, somatosensorial y vestibular (Sadegui, H., et al., 2017). La importancia de la propiocepción

ha sido bien establecida en la prevención y rehabilitación de lesiones deportivas, en el desempeño deportivo y la identificación de talentos (Riemann, B., et al., 2002). No obstante, en el deporte las lesiones musculoesqueléticas son frecuentes, trayendo consigo alteraciones en el sistema propioceptivo (Fort, A., Romero, D., 2013). **Objetivo:** describir cuáles son los métodos que son usados actualmente para la valoración de la propiocepción según lo reportado por la literatura y si alguno de ellos tiene aplicabilidad clínica en el ámbito deportivo. **Materiales y Métodos:** Se consultaron los buscadores y bases de datos de ProQuest, Science Direct, PEDro, Embase y Clinicalkey. Se incluyeron artículos en donde se valorará la propiocepción en atletas y jóvenes físicamente activos, publicados entre los años 2013 a 2017, con los términos: "Proprioception", "Athletes" y "Assessment" unidos mediante el operador booleano "AND". **Resultados:** se encontraron 21 artículos que describen métodos de valoración de la propiocepción. **Conclusiones:** Los métodos de valoración se enfocan principalmente a la valoración del sentido de posición articular, el umbral de detección de movimiento pasivo y el sentido de la fuerza.

Palabras clave: Propiocepción, valoración, atletas, deporte

ABSTRACT

Background: Sports injuries cause deficits in the sensorimotor response, affecting the neuromuscular, proprioceptive, somatosensory and vestibular system (Sadegui, H., et al., 2017). The importance of perception itself has been established in The prevention and rehabilitation of sports injuries, sports performance and the identification of talents (Riemann, B., et al., 2002). However, in the sport of musculoskeletal injuries of its frequent, bringing with it alterations in the proprioceptive system (Fort, A., Romero, D., 2013). **Objective:** to describe the methods currently used for property valuation based on the literature and in which they have a clinical application in the sports field. **Materials and Methods:** The search engines and databases of ProQuest, Science Direct, PEDro, Embase and Clinicalkey. " Proprioception ", " Athletes " and " Evaluation " joined by the Boolean operator " Y ". **Results:** 21 articles were found describing proprioception assessment methods. **Conclusions:** Valuation methods are mainly focused on the assessment of the joint position, the threshold of the detection of the passive movement and the direction of the force.

Key words: Proprioception, assessment, athletes, sport

INTRODUCCIÓN

La participación en los diferentes deportes requiere de una gran demanda psicológica, biomecánica y fisiológica (Johnson, U.,

Ivarsson, A., 2017), lo cual hace que el atleta incremente sus factores de riesgo para sufrir algún tipo de lesión relacionada a la práctica deportiva (4,5), dichas lesiones ocurren debido a las demandas que se dan sin una respuesta neurofisiológica adecuada, afectando de este modo el reintegro del deportista a su actividad (Aparicio, F., 2002).

Las lesiones deportivas generan déficits en la respuesta sensoriomotora, afectando el sistema neuromuscular, propioceptivo, somatosensorial y vestibular, como resultado de trastornos musculoesqueléticos, tales como las lesiones sobre tendones, ligamentos, músculo, hueso y piel (Sadegui, H., et al., 2017). Adicionalmente, cuando las repuestas de estos sistemas no son adecuadas no sólo dificulta el retorno a la actividad deportiva sino que se convierte en un factor de riesgo para futuras lesiones deportivas (Fort, A., Romero, D., 2013).

Con respecto al sistema neuromuscular se tiene en cuenta que, el correcto funcionamiento de este ejerce un rol importante en el control de la estabilidad articular (Grab, K., et al., 2002). La expresión "sistema sensoriomotor" (figura 1), se relaciona con la combinación de los procesos neurosensorial y neuromuscular, que hacen parte de la propiocepción. Este sistema sensoriomotor está compuesto por receptores periféricos, integración y procesamiento central y respuesta motora, implicados en el mantenimiento de la homeostasis articular durante los movimientos corporales que confieren estabilidad funcional de la articulación (Fort, A., Romero, D., 2013), a través de la función simultánea y coordinada de los huesos, articulaciones, cápsulas, ligamentos, músculos, receptores sensoriales, vías neuronales espinales y corticales.

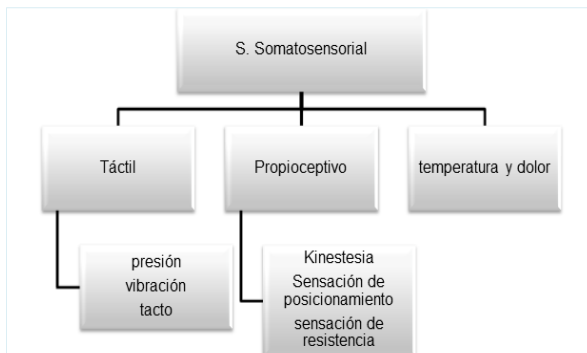


Figura 1. Sistema somatosensorial. Adaptado de: (Riemann, B., Lephart, S., 2002)

La definición de propiocepción más clásica es la propuesta por Sherrington, la cual, la define como la percepción de la articulación y el movimiento del cuerpo, así como la posición del cuerpo, o segmentos del cuerpo, en el espacio (Riemann, B., Lephart, S., 2002). Otros autores como Riemann, la define como la percepción consciente y/o inconsciente del posicionamiento de las extremidades y de las articulaciones, el movimiento, la fuerza y el esfuerzo muscular (Proske, U., Gandevia, S., 2012).

Sumado a lo anterior, el control postural involucra el control del cuerpo y su posición en el espacio para propósitos duales de estabilidad y orientación, lo cual, está directamente relacionado con la información sensorial proveniente de mecanorreceptores que juegan un papel en la neuroplasticidad a través de mecanismos relacionados entre sí. Razón por la cual, Han y cols. definen la propiocepción como la habilidad individual para integrar las señales sensoriales dadas por los mecanorreceptores, de este modo, determina las posiciones de los segmentos corporales y los movimientos en el espacio (Riemann, B., Lephart, S., 2002).

En ámbitos relacionados con el deporte, el control de la estabilidad articular está relacionado con el aumento del rendimiento deportivo, prevención de lesiones deportivas y readaptación a la competición deportiva tras una lesión (Grab, K., et al., 2002), en donde se debe tener en cuenta que el deportista desarrolla posturas complejas acordes a las demandas de la modalidad practicada, por este motivo requiere de un adecuado control postural dependiente del trabajo en conjunto de los sistemas visual, vestibular y propioceptivo (Riemann, B., Lephart, S., 2002). Especialmente, se ha evidenciado que la estimulación sobre propioceptores generada a partir de la práctica deportiva produce mejoría en la velocidad de reacción muscular, sentido cinestésico y aumento en la propiocepción (Chaitow, L., et al., 2007).

Hasta la fecha, los mecanismos periféricos y centrales que subyacen al control propioceptivo todavía no están claros (Riemann, B., Lephart, S., 2002). En el ejercicio físico y el deporte, se desconoce si las estrategias enfocadas en la rehabilitación propioceptiva asociada con el ejercicio es el resultado de la adaptación periférica o la plasticidad neural, o ambas; Y si la capacidad propioceptiva es superior en los atletas, debido a un entrenamiento intensivo o determinado por la selección de factores genéticos (Riemann, B., Lephart, S., 2002).

Sin embargo, la importancia de la propiocepción ha sido bien establecida en la prevención y rehabilitación de lesiones deportivas, en el desempeño deportivo y la identificación de talentos (Riemann, B., Lephart, S., 2002). No obstante, en el deporte las lesiones articulares son frecuentes, ya sea por motivos intrínsecos (propios del deportista) o extrínsecos (dependientes del entorno en donde se desarrolla el deporte)

trayendo consigo alteraciones en el sistema propioceptivo (Fort, A., Romero, D., 2013). Razón por la cual, es necesario identificar las estrategias de evaluación de la propiocepción para examinar los mecanismos propioceptivos.

En la literatura se han reportado diferentes técnicas, siendo la más usual la evaluación de la percepción del movimiento pasivo en una articulación, si bien esta prueba es altamente fiable, no se correlaciona bien con el desempeño motor durante tareas dinámicas como será necesario evaluar en deportistas. Sin embargo, Belley y cols refieren que no existe una prueba de este tipo para el miembro inferior en este momento (Proske, U., Gandevia, S., 2012).

Existen tres métodos clásicos utilizados en experimentos psicofísicos: el método de ajuste, el método de límites y el método de estímulos constantes.

Por su parte el método de ajuste, que es también conocido como el método del error promedio, muestra el protocolo de prueba de propiocepción de Joint Position Sense-JPS (ver figura 2), el cual es una forma del método de ajuste, donde a los participantes se les pide que coincidan o reproduzcan las posiciones conjuntas de referencia previamente experimentadas, usando su miembro ipsilateral o contralateral (Riemann, B., Lephart, S., 2002). El método de los límites puede llevarse a cabo de una manera ascendente o descendente.

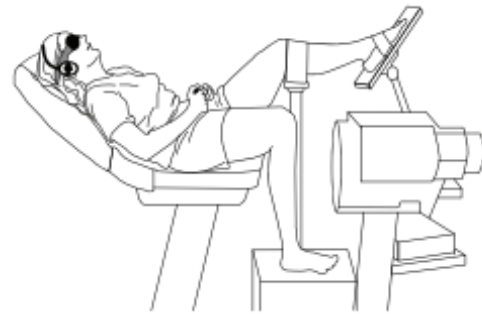


Figura 2: protocolo de la prueba JPS. Fuente (Han, J., et al., 2015).

En el método ascendente de límites, el experimentador comienza el estímulo a un nivel tan bajo que no puede ser detectado por el participante. El nivel de estímulo se incrementa gradualmente hasta que el participante informa que puede percibirlo. En el método descendente de límites, el procedimiento se invierte. la técnica de propiocepción: thresholds to detection of passive motion: TTDPM (figura 3), es una forma del método de límites, en la que se requiere que los participantes detecten el movimiento de la articulación bajo diferentes velocidades (Riemann, B., Lephart, S., 2002).



Figura 3: protocolo de prueba TTDPM Fuente: (Han, J., et al., 2015).

Por el contrario, en el método de los estímulos constantes (originalmente, los casos correctos y erróneos), evita que el participante prediga el nivel del siguiente estímulo, y así reduce los errores de expectativa y de habituación. Los participantes comparan dos movimientos, los cuales tienen posiciones de inicio y fin claramente definidas, para determinar qué estímulo es mayor. Desde el trabajo de Fullerton y Cattell, el método de estímulos constantes se ha utilizado ampliamente para evaluar la sensibilidad de un individuo a los movimientos de las extremidades superiores e inferiores. Sin embargo, Fullerton y Cattell señalaron que el método de estímulos constantes "requiere un gran número de ensayos, que no es práctico para fines clínicos, antropométricos o provisionales" (Riemann, B., Lephart, S., 2002).

Si bien, existen pruebas que evalúan la propiocepción, se hace necesario establecer cuáles son los métodos que son usados actualmente y si alguno de ellos tiene aplicabilidad clínica en el ámbito deportivo por tal motivo, el objetivo de esta revisión es identificar cuáles son los métodos de evaluación de la propiocepción en deportistas según lo que reporta la literatura actual.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión de literatura en bases de datos de 01 de abril a 06 de mayo de 2017. Dicha búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed, ScienceDirect y ProQuest. Se revisaron los artículos individualmente, empleando para realizar la búsqueda las palabras clave, validadas en los descriptores de ciencias de la salud DeCS

«assessment» «proprioception» «sports» junto con la implementación de operadores booleanos como AND para optimizar la selección de los artículos (véase la fig. Para las ecuaciones de búsqueda específicas en cada caso) y estableciendo los siguientes criterios de inclusión:

- Artículos científicos publicados desde 1 de enero de 2014 hasta 2017.
- Publicaciones académicas arbitradas.
- Artículos que evalúen la propiocepción en deportistas
- Artículos con texto completo.
- Artículos escritos en inglés, español y/o portugués.

Por otro lado los criterios de exclusión fueron:

- Estudios puros desde la disciplina de Terapia Ocupacional y otros.
- Estudios que validen que no expliquen la evaluación.

Recuperación de la información: para la búsqueda se tomarán en cuenta fuentes de tipo primarias que respondan al objetivo de la presente investigación a partir de la búsqueda de artículos en revistas indexadas de las bases de datos de Embase, Science Direct, Clinical Key, ProQuest y PEDro.

RESULTADOS

En la presente revisión de literatura se encontraron 21 artículos en las bases de datos de Science Direct, ProQuest, PEDro, Embase y Clinicalkey, posteriormente, se incluyeron los términos de búsqueda MeSH y DEC's, los cuales fueron filtrados por fechas comprendidas entre los años 2013 a 2017

con un resultado de 122 artículos elegibles, posteriormente se aplicaron criterios de inclusión y de exclusión estipulados en el marco metodológico. Luego de un screening detallado de títulos, resumen y contenido, se obtuvo un total de 22 artículos texto completo, los cuales fueron organizados en un formato que incluyó los siguientes parámetros: autor, fecha de publicación, base de datos, revista, muestra, prueba, descripción de la prueba, resultados y hallazgos (ver figura 4: diagrama de flujo).

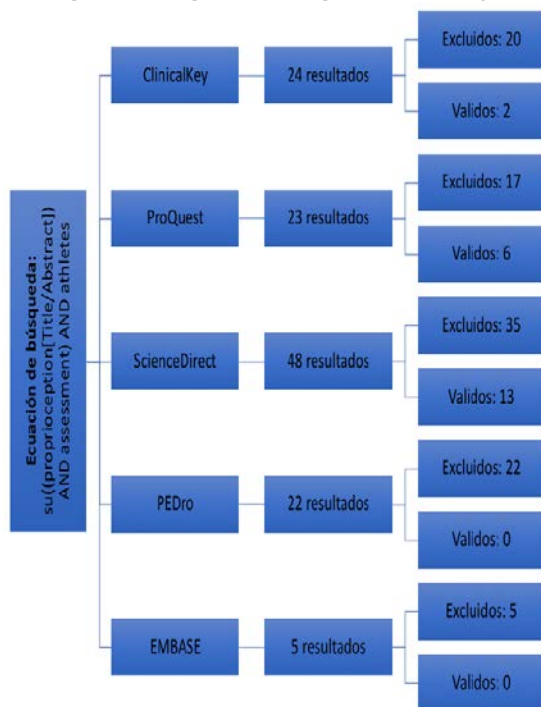


Fig. 4 Diagrama de flujo para representar los resultados de la estrategia de búsqueda.

Características de los estudios incluidos:

De acuerdo con la revisión de literatura realizada se eligieron 22 artículos, con métodos de valoración de la propiocepción en atletas y sujetos físicamente activos, se seleccionaron los artículos de la siguiente forma: Science Direct: 13, Clinical Key: 2, ProQuest: 7, PEDro: 0 y Embase: 0.

Adicionalmente 3 de los artículos seleccionados son de la revista Knee, 2 de la revista Clinical Biomechanics, 1 de Gait & Posture, 2 de Journal of Athletic Training, 1 de Journal of Bodywork and Movement Therapies 2 de Journal of Science and Medicine in Sport, 2 de la revista Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1 de Manual Therapy, 1 de Manual Therapy and Posturology & Rehabilitation Journal, 1 de Musculoskeletal Science and Practice, 1 de physiotherapy y 5 de Physical Therapy in Sport. Se incluyeron artículos de diseño ECA:5, cohorte retrospectivo:1, prospectivo:1, caso control:1, estudio de caso:1, cuasiexperimental:2, transversal:7, experimental:2 y observacional:2

Participantes:

La mayoría de los estudios fueron realizados con poblaciones de sexo mixto, los estudios incluidos proporcionan datos sobre 714 participantes entre atletas y sujetos físicamente activos, todos los sujetos fueron vendados y usaron auriculares para la realización de las diferentes pruebas

Métodos de valoración:

Dentro de los artículos incluidos en la presente revisión se encuentra que los métodos más usados son el sentido de posición articular, el cual fue medido en 10 de los artículos y el Umbral de Detección de Movimiento Pasivo (TTDPM) que fue incluido en 6 artículos, algunos autores realizan medición de ambas variables dentro del mismo estudio, otro de los métodos de valoración que se presentó fue el sentido de la fuerza, como parte del sentido de la

propiocepción en 2 artículos, también se incluye el sistema de balance master y el balance funcional system, estas variables fueron medidas mediante diferentes herramientas como AMEDA, goniometría y fotografía, electrogoniometría, y haz de láser para la medición de la JPS y el TTDPM, para la medición del sentido de fuerza (FS), se utilizó dinamometría con sistema biodex.

Adicionalmente, las valoraciones de la propiocepción estaban dirigidas a los

siguientes segmentos corporales: de rodilla se incluyó en 10 de los 21 artículos incluidos, de tobillo 6 artículos, de hombro 3 artículos y solo 1 realizó la valoración de la propiocepción de tronco.

A continuación se muestra una tabla 1 donde se evidencia el autor, el año, la muestra del estudio, el tipo de prueba y la descripción de la misma.

Tabla 1. De revisión

Autor	Año	Muestra	Tipo de prueba	Descripción
Hides J. et al. (11).	2017	Jugadores de entre 18-33 años pertenecientes a la liga profesional de Rugby (n=54).	Prueba de mareos cervicogenicos, mediante una prueba de error de JPS usando torsión de tronco.	Sujeto en posición sedente realizan torsion del tronco mientras el examinador mantiene la cabeza en neutro,y el sujeto debe regresar luego de la torsión a lo que él considera es neutro luego se miden los ángulos formados en el esternón, tras 6 torsiones a la izquierda y a la derecha.
Long Z et al. (12).	2017	24 universitarios físicamente activos, saludables.	AMEDA(Active Movement Extent Discrimination Apparatus).	Los participantes colocan un miembro en la plataforma, realizan inversión activa de tobillo y regresan a la posición inicial. Debían reconocer las 4 posiciones de inversión (10 °, 12 °, 14 °, y 16 °) sin información visual.
Keenan K. et al. (13).	2017	Grupo control: individuos sanos. Grupo con síndrome de pinzamiento subacromial (N=30).	Umbral de detección de movimiento pasivo (TTDPM).	Sujetos ubicados en el dinamómetro isocinético, con el hombro en posición neutra, debían presionar un disparador de mano cuando detectaran movimiento y la dirección de movimiento, se realizó a una velocidad de 0,25 ° /segundo.
Relph N et al. (14).	2016	10 atletas elite que habían vuelto a práctica deportiva tras una reconstrucción de LCA.	JPS(Joint Position Sense) con goniometría.	El paciente en sedente, con ojos vendados, la pierna se mueve pasivamente desde 30 ° a 60 ° partiendo de 90 ° y desde 0 grados a través de 60 a 90° de flexión de rodilla, el paciente mantuvo la posición de forma activa durante 5", se tomó una foto, se regresó la pierna a la posición inicial. Se realiza comparativamente.
Hauptenthal D. et al. (15).	2016	20 sujetos sanos.	Sentido de la fuerza.	Los sujetos en sedente con los miembros superiores cruzados sobre el pecho, el miembro inferior se pone sobre la superficie de un tablero inclinado sin que los dedos tocan la plataforma, donde realizaron 5 dorsiflexiones submáximas de tobillo para familiarizarse, a continuación se le pidió una contracción máxima isométrica durante 5 segundos, después se replicó al 20 y al 50%.
Alexander J et al. (16).	2016	11 hombres saludables quienes	Protocolo de SKB (Small Knee Bend).	Se les aplicó hielo 800 g en la región anterior de la rodilla durante 20'. Los atletas realizaron una flexión

		regularmente participan en deportes, con un promedio de 21.3 ± 1.7 años.		de rodilla de 45° por 5 " del miembro inferior no dominante. Se midió el ángulo máximo de la rodilla, el mínimo y el rango de movimiento en todos los planos de movimiento.
Torres R. et al. (17).	2016	30 universitarios físicamente activos y sanos.	Dinamómetro isocinético Biodex, evaluación de la Joint Position Sense y la TDPM.	JPS a 30° y 60° de flexión de rodilla en la pierna dominante y posicionamiento pasivo y reposicionamiento activo. Sentados con 100° de flexión de cadera, el dinamómetro se llevó a la rodilla en dirección a extensión 10° deteniéndose a 30° y 60° y permanece por 5", luego vuelve a posición inicial y se le pide al sujeto que logre el ángulo, para el TTDPM se movió de forma pasiva a 0,25° por segundos hacia la extensión, el sujeto tenía que identificar el inicio del movimiento de la rodilla.
De Vries A. et al. (18).	2016	Dos grupos (18 y 50 años): Participantes sanos y pacientes con tendinopatía patelar.	Umbral para detectar el movimiento pasivo.	El sujeto en la camilla con la férula mientras que el otro miembro inferior estaba en la plataforma, solo eran posible los movimientos en plano sagital, sin retroalimentación visual y uso de audifonos, la pierna se movía a velocidad de 0,5 por segundo, tan pronto el participante detecta el movimiento en la rodilla activa un dispositivo.
Groot H. et al. (19).	2016	22 Atletas con síndrome rotuliano, 22 atletas sanos.	Umbral para detectar el movimiento pasivo TTDPM.	Se usó una férula de posicionamiento en una camilla, el sujeto en decúbito lateral, realiza los movimientos para llegar a los 20 y 40 grados de flexión de rodilla luego de haber sido familiarizado con los movimientos
De Almeida Lins C. et al. (20).	2015	30 personas sanas.	JPS con electrogoniómetro.	Evaluación de JPS: Fijación del electrogoniómetro en MI dominante. Sujeto en sedente, cadera y rodilla a 90°, luego con rodilla extendida se le pide que flexione lentamente hasta un ángulo de 135° y permanecieran 5 segundos. Se realizó tres veces el mismo procedimiento, y en el cuarto intento se les pidió que realizaran el mismo ángulo previamente entrenado, en cadena cinética abierta. Posterior a esto, sujeto en bípedo donde se pide que flexione la rodilla a 145° , se entrenó esta posición y en el cuarto intento se le pidió que realizara el mismo movimiento.
Vandekerckhove P et al. (21).	2015	45 pacientes.	Sistema Balance Master.	La sentadilla de peso: Tres posiciones de flexión de rodilla (30°, 60° y 90 °). Tratar de mantener el mismo peso en las dos piernas en todo momento. Los sujetos necesitan mantener su equilibrio en una posición vertical bilateral en cuatro condiciones diferentes. Los límites de la prueba de estabilidad: Se pidió a los participantes que cambiaran su cuerpo lo más posible en la dirección de los objetivos consecutivos sin perder su equilibrio.
Hall et al. (22).	2015	39 atletas con inestabilidad de rodilla.	Prueba de Y-Balance (FunctionalMovement.com, Functional Movement Systems, Danville, VA).	Los participantes se colocaron en el miembro a medir detrás de la línea en la plataforma situada en el centro de las 3 líneas divergentes. Las mediciones inician cuando el participante empuja la placa objetivo a lo largo del tubo con la pierna opuesta. El participante regresa a la posición inicial sin perder el equilibrio después de cada prueba.

				Para la prueba, el participante realizó 3 ensayos consecutivos en 1 dirección. Después de cada prueba, el examinador registró la distancia indicada por la placa objetivo.
Gisele G. et al. (23).	2015	24 sujetos sanos físicamente activos.	JPS con aplicación móvil.	Se realizó el reposicionamiento articular y los grados fueron medidos con una aplicación móvil la cual se ubicó en el deltoides, la prueba se realiza en el plano escapular y deben reconocer los grados de movimiento propuesto con ojos vendados y con auriculares.
Steinberg N. et al. (24).	2015	44 bailarines de ballet clásico de elite 13 a 19 años.	AMEDA – aparato de discriminación de movimiento de tobillo.	El participante hace el movimiento de inversión activa y regresa a la posición inicial y hace un juicio sobre el grado de inversión alcanzado, se les presento 5° de movimiento al azar después de haber sido familiarizados.
Numanoglu A. et al. (25).	2015	25 personas físicamente activos entre 21 y 36 años.	Joint Position Sense activo.	Los individuos se ubicaron en cuclillas con cojinete en posición supina, flexión de rodilla de 30 y 90°, el ángulo se midió mediante goniometría y fotografías digital, después regresa a la posición inicial y se repite el ángulo para la segunda toma de imagen.
Sole G. et al. (26).	2015	20 universitarios sanos, físicamente activos.	Dinamómetro Biodex: JPS y TTDPD.	Sujeto sentado con el hombro en 60° de abducción en el plano escapular. Posición inicial es 40° de rotación externa y el ángulo objetivo 60, el brazo del participante se mueve de forma pasiva a partir del ángulo de partida al ángulo objetivo manteniendo la posición por 10", al volver a la posición la maquina mueve el brazo hacia el ángulo objetivo y se le pide al paciente que pulse stop cuando sienta que habían alcanzado el ángulo.
Chang-Yong K. et al. (27).	2014	69 universitarios de los cuales 35 tenían inestabilidad de tobillo funcional y 34 sanos.	Sentido de posición de articular JPS y sentido de fuerza FS.	Se utilizó un electrogoniómetro de eje flexible y se usó para cuantificar el JPS en cuatro momentos que fueron pasados al azar, se midió la fuerza lineal para el sentido de fuerza, se familiarizo a los sujetos con la fuerza: contracciones voluntarias máximas del 10, 20 y 30%.
Witchalls J. (28).	2014	61 universitarios, físicamente activos.	Test AMEDA-stand.	El paciente debe discriminar los ángulos de inversión en una plataforma, se usaron 5 ángulos para identificar, la puntuación total es la media d las puntuaciones para los grados de libertad propuestos, 1 indica perfecto en la posición y 0,5 es equivalente a la casualidad.
Smith T. et al. (29).	2014	30 personas.	Prueba de reproducción de ángulo pasivo.	Participante en supino. Se eligieron cuatro ángulos "objetivo" predeterminados para cada rodilla. Para la interpretación, los ángulos 10 ° y 15 ° se clasificaron en el rango interior, 50 ° y 60 ° en el rango medio y los ángulos 75 ° y 80 ° se denominaron rango exterior. Todas las pruebas se iniciaron a partir de 0 ° de flexión de rodilla. Se usó un método de prueba de reproducción de ángulo pasivo para evaluar el sentido de posición de la articulación.
Hopper D. et al. (30).	2014	20 sujetos sanos universitarios.	JPS con Dinamómetro doble de tobillo.	Sujeto en posición sedente y los pies en dos placas conectadas a un vástago giratorio conectada a una polea para determinar el desplazamiento de tobillo, los ángulos se usaron de 10, 15 y 20 grados de flexión plantar ojos vendados, se movió pasivamente a 1 grado por segundo, el sujeto debía igualar la

				posición del tobillo contralateral.
Mohsen S. et al. (31).	2014	30 atletas hombres, edades entre 24.19 ± 5.27 años.	JPS electrogoniómetro con	Se utilizó el electrogoniómetro Biometrics colocado en la región lateral de la rodilla en posición neutral. Los pacientes debían realizar el movimiento activo con un miembro inferior en los ángulos de riesgo de lesión de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) y en apoyo durante 5 segundos y con el miembro contrario sin apoyo, retornar a la posición inicial por 7 segundos y realizar nuevamente.

DISCUSIÓN

Las lesiones deportivas generan déficits en la respuesta sensoriomotora, afectando el sistema neuromuscular, propioceptivo, somatosensorial y vestibular (Sadegui, H., et al., 2017). La importancia de la propiocepción ha sido bien establecida en la prevención y rehabilitación de lesiones deportivas, en el desempeño deportivo y la identificación de potenciales. Ahora bien, este proceso de evaluación de la función propioceptiva ha recibido una mayor atención en habilidades clínicas, debido a que la información propioceptiva controla casi todas las facetas del movimiento humano hasta llegar al desarrollo de los patrones de movimiento en el deportes, promoviendo así el aprendizaje y el reaprendizaje motor según sea el caso (Han, J., et al., 2016).

Por tal motivo, este estudio quiere dar a conocer los diferentes métodos actualmente más aplicados en la valoración de la propiocepción según lo reportado por la literatura y si alguno de ellos tiene aplicabilidad clínica en el ámbito deportivo.

De los estudios incluidos, el 90% corresponde con valoraciones realizadas en los miembros inferiores, esto puede ser explicado porque los miembros inferiores al recibir la carga del cuerpo generan mejor

sensibilidad y tienen mayor número de mecanorreceptores comparado con los miembros superiores (Sadegui, H., et al., 2017) y a partir de los miembros inferiores se realizan los ajustes de las sinergias posturales basados en el sistema de información exteroceptiva (García, I., 2007).

En relación con los métodos de valoración de la propiocepción se encuentra que los más frecuentes son el JPS y el TTDPM, seguido del sentido de fuerza FS, estos datos son similares a los encontrados por Han J, quien en su revisión encuentra que estos dos métodos son los más usados y recomienda el uso de ambos siendo valorados en conjunto, ya que proporcionan información complementaria (Han, J., et al., 2016).

En cierta medida, Groot H, difiere en este concepto ya que ha demostrado que la medición del TTDPM resulta ser más sensible que el JPS (Groot, H., et al., 2016). Como se evidencia en el estudio titulado 'Is proprioception diminished in patients with patellar tendinopathy? Gait Posture' del 2016 (Groot, H., et al., 2016) en donde el objetivo del estudio fue determinar las diferencias en la propiocepción, con la aplicación de un instrumento validado el cual midió el umbral para detectar el movimiento pasivo (TTDPM) entre dos grupos de atletas recreativos; un grupo con diagnóstico médico tendinopatía

rotuliana y un grupo control el cual se encontraba sano.

En el estudio no se encontraron diferencias significativas en TTDPM entre atletas recreativos con tendinopatía rotuliana y controles sanos. Pero si encontraron una diferencia significativa entre la rodilla lesionada y la no lesionada en atletas recreativos con tendinopatía rotuliana; el TTDPM promedio fue 0.02° más alto en la rodilla lesionada ($p = 0.044$) (Groot, H., et al., 2016).

Hasta cierto punto, no está claro si esa pequeña diferencia sea un valor importante en el entorno clínico.

En otro estudio denominado Proprioceptive deficits after ACL injury: are they clinically relevant? del 2012 (Gokeler, A., et al., 2012) cuyo objetivo fue establecer la relevancia clínica de los déficits propioceptivos informados después de una lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) a través de una búsqueda bibliográfica en bases de datos electrónicas entre enero de 1990 y junio de 2009.

A pesar que encontraron 24 estudios que cumplieron los criterios de inclusión, dentro de su metodología no lograron realizar mediciones de fiabilidad del dispositivo de prueba utilizado. Entre los resultados se hallaron una correlación entre la propiocepción y la laxitud, el equilibrio fue baja. Mientras que en cuatro estudios se encontró una correlación moderada entre las variables.

Finalmente, se estableció que existe una evidencia limitada de que los déficits propioceptivos detectados por los exámenes de implementación común, afectan la función en los pacientes con deficiencia y/o

reparación del ligamento cruzado anterior (LCA).

CONCLUSIÓN

En la actualidad los métodos aplicados con mayor frecuencia corresponden con el sentido de posicionamiento articular, el umbral de detección de movimiento pasivo y el sentido de la fuerza. Si bien los miembros inferiores tienen gran influencia sobre la propiocepción en general, hay que tener en cuenta la medición en miembros superiores sobre todo para los atletas que practican algún deporte que los involucre como por ejemplo el balón mano, el voleibol, el basketball, el tenis entre otros. Por esta razón, se sugieren que para futuras investigaciones se incluya métodos de valoración de la propiocepción en muñeca, codo y hombro. A su vez es importante comparar estos métodos de valoración con la actividad cerebral.

El uso clínico de las pruebas presentadas en esta revisión se da en la mayoría de casos. No obstante, no se establece el uso de este tipo de pruebas en campo deportivo y su efectividad, por tanto se recomienda contemplar el desarrollo de nuevas pruebas para determinar el papel principal del sistema sensoriomotor (34).

Conflicto de interés

Ninguno presentado por los autores

Financiación

Ninguna declarada por los autores

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sadeghi, H., Hakim, M., Hamid, T., Amri, S., Razeghi, M., Farazdaghi, M., et al. (2017). The effect of exergaming on knee proprioception in older men: A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*; 69: 144-50.
- Riemann, B., Lephart, S. (2002). The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *J Athl Train*; 37(1):71-9.
- Fort, A., Romero, D. (2013). Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts Med Esport*; 48(178):69-76.
- Johnson, U., Ivarsson, A. (2017). Psychosocial Factors and Sport Injuries: Prediction, Prevention and Future Research Directions. *Curr Opin Psychol* [Internet]. [citado 11 de mayo de 2017]; Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2352250X16301634>
- Bahr, R., Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries--a methodological approach. *Br J Sports Med*; 37(5):384-92.
- Aparicio, F. (2002). Rehabilitación en lesiones deportivas. *Bases neurofisiológicas1. Rehabilitación*; 36(1):3-5.
- Grob, K., Kuster, M., Higgins, S., Lloyd, D., Yata, H. (2002). Lack of correlation between different measurements of proprioception in the knee. *J Bone Joint Surg Br*; 84(4):614-8.
- Proske, U., Gandevia, S. (2012). The Proprioceptive Senses: Their Roles in Signaling Body Shape, Body Position and Movement, and Muscle Force. *Physiol Rev*; 92(4):1651-97.
- Chaitow, L., DeLany, J., Simons, D., Wernicke, C. (2007). Aplicación clínica de las técnicas neuromusculares. II, II. Badalona: Paidotribo.
- Han, J., Anson, J., Waddington, G., Adams, R., Liu, Y. (2015). The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. *BioMed Res Int*. 1-8.
- Hides, J., Franettovich, M., Mendis M., Smith, N., Cooper, A., Treleaven J, et al. (2017). A prospective investigation of changes in the sensorimotor system following sports concussion. An exploratory study. *Musculoskelet Sci Pract*; 29:7-19.
- Long, Z., Wang, R., Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J. (2017). Optimizing ankle performance when taped: Effects of kinesiology and athletic taping on proprioception in full weight-bearing stance. *J Sci Med Sport*; 20(3):236-40.
- Keenan, K., Akins, J., Varnell, M., Abt, J., Lovalekar, M., Lephart, S., et al. (2017). Kinesiology taping does not alter shoulder strength, shoulder proprioception, or scapular kinematics in healthy, physically active subjects and subjects with Subacromial Impingement Syndrome. *Phys Ther Sport*; 24:60-6.
- Relph, N., Herrington, L. (2016). Knee joint position sense ability in elite athletes who have returned to international level play following ACL reconstruction: A cross-sectional study. *The Knee*; 23(6):1029-34.
- Hauptenthal, D. Dos, S, De Noronha, M., Hauptenthal, A., Ruschel, C., Nunes, G. (2015). Skin Cooling and Force Replication at the Ankle in Healthy Individuals: A Crossover Randomized Controlled Trial. *J Athl Train*; 50(6):621-8.

- Alexander, J., Selfe, J., Oliver, B., Mee, D., Carter, A., Scott, M., et al. (2016). An exploratory study into the effects of a 20 minute crushed ice application on knee joint position sense during a small knee bend. *Phys Ther Sport*. 18:21-6.
- Torres, R., Trindade, R., Gonçalves, R. (2016). The effect of kinesiology tape on knee proprioception in healthy subjects. *J Bodyw Mov Ther*. 20(4):857-62.
- De Vries, A., Akker-Scheek, V., Diercks, R., Zwerver, J., Worp, V. (2016). The effect of a patellar strap on knee joint proprioception in healthy participants and athletes with patellar tendinopathy. *J Sci Med Sport*. 19(4):278-82.
- Groot, H., Worp, V., Nijenbanning, L., Diercks, R., Zwerver, J., Akker-Scheek, V. (2016). Is proprioception diminished in patients with patellar tendinopathy? *Gait Posture*. 45:224-8.
- Lins, C., Macedo, L., Silveira, R., Borges, D., Brasileiro, J. (2015). Influence of cryotherapy on balance and joint position sense in healthy subjects: randomized clinical trial. *Man Ther Posturology Rehabil J*. 13:276.
- Vandekerckhove, P., Parys, R., Tampere, T., Linden, P., Daelen, V., Verdonk, P. (2015). Does cruciate retention primary total knee arthroplasty affect proprioception, strength and clinical outcome? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 23(6):1644-52.
- Hall, E., Docherty, C., Simon, J., Kingma, J., Klossner, J. (2015). Strength-Training Protocols to Improve Deficits in Participants With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *J Athl Train*. 50(1):36-44.
- Zanca, G., Mattiello, S., Karduna, A. (2015). Kinesio taping of the deltoid does not reduce fatigue induced deficits in shoulder joint position sense. *Clin Biomech*. 30(9):903-7.
- Steinberg, N., Waddington, G., Adams, R., Karin, J., Tirosh, O. (2016). The effect of textured ballet shoe insoles on ankle proprioception in dancers. *Phys Ther Sport*. 17:38-44.
- Numanoğlu, E., Can, F., Erden, Z. (2014). Do Body Mass, Body Mass Index and Body Fat Ratio have an Effect on Proprioception? *Orthop J Sports Med*. 2(3_suppl):2325967114S0015.
- Sole, G., Osborne, H., Wassinger, C. (2015). The effect of experimentally-induced subacromial pain on proprioception. *Man Ther*. 20(1):166-70.
- Kim, C., Choi, J., Kim, H. (2014). No correlation between joint position sense and force sense for measuring ankle proprioception in subjects with healthy and functional ankle instability. *Clin Biomech*. 29(9):977-83.
- Witchalls, J., Waddington, G., Adams, R., Blanch, P. (2014). Chronic ankle instability affects learning rate during repeated proprioception testing. *Phys Ther Sport*. 15(2):106-11.
- Smith, T., Mann, C., Donell, S.. (2014). Does knee joint proprioception alter following medial patellofemoral ligament reconstruction? *The Knee*. 21(1):21-7.
- Hopper, D., Grisbrook, T., Finucane, M., Nosaka, K. (2014). Effect of ankle taping on angle and force matching and strength of the plantar flexors. *Phys Ther Sport*. 15(4):254-60.
- Mir, S., Talebian, S., Naseri, N., Hadian, M. (2014). Assessment of Knee Proprioception in the Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Position in Healthy Subjects: A Cross-sectional Study. *J Phys Ther Sci*. 26(10):1515-8.
- García, I. (2007). Educación física: Cuerpo de Profesores de Enseñanza Secundaria / coordinación, Isabel García Lucas. Alcalá de Guadaíra, Sevilla: MAD.
- Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: A critical review of methods. *J Sport Health Sci*. 5(1):80-90.

Gokeler, A., Benjaminse, A., Hewett, T., Lephart, S., Engebretsen, L., Ageberg, E., et al. (2012). Proprioceptive deficits after ACL injury: are they clinically relevant? *Br J Sports Med.* 46(3):180-92.