



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

Título:

“Evaluación funcional propioceptiva de miembros inferiores en deportistas”

Autor: Tironi, Juan Cruz

Tutor: Lic. Sales, Leonardo

Asesor Metodológico: Cappelletti, Andrés

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

Rosario, Santa Fe, República Argentina.

- Febrero 2009 -



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

Título:

“Evaluación funcional propioceptiva de miembros inferiores en deportistas”

Autor: Tironi, Juan Cruz

Tutor: Lic. Sales, Leonardo

Asesor Metodológico: Cappelletti, Andrés

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA
FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

Rosario, Santa Fe, República Argentina.

- Febrero 2009 -



1) RESUMEN

El objetivo general de este trabajo fue realizar una actualización bibliográfica sobre Propiocepción y sobre la existencia de métodos de evaluación de propiocepción de miembros inferiores en deportistas. Además se buscó determinar, en caso de que existan, si poseen un carácter dinámico-funcional.

En cuanto al diseño metodológico, esta fue una investigación de tipo bibliográfico, clasificada según su carácter como cualitativa, según su profundidad como exploratoria, y según su alcance temporal como longitudinal.

Para llevar a cabo esta tesina se recolectó información, en bibliografía impresa y en formato digital, y en trabajos de investigación, para efectuar una actualización del tema y observar cuáles son los instrumentos de evaluación utilizados. Se analizaron las características de dichas evaluaciones y se determinó el carácter dinámico (o no) de las mismas.

Se observó que no existe consenso sobre cuál es el instrumento evaluativo más fiable y el que proporciona los mejores resultados. En relación a esto se hallaron 3 instrumentos de evaluación propioceptiva: La prueba de Sensación de Posición Articular (con su variante Reproducción Angular Activa), la prueba de Kinestesia, y la prueba de Sensación de Tensión. Se encontraron además otros 2 instrumentos (Instrumento de Evaluación Propioceptiva en Adultos y Propioceptómetro DLJ), que aún no se han probado en poblaciones significativas, por lo que se consideraron como proyectos futuros.

Se concluyó que estos instrumentos **NO CONTEMPLAN EL ASPECTO FUNCIONAL BUSCADO EN ESTA INVESTIGACIÓN**. Por lo tanto se puede decir que no existen en la actualidad instrumentos que evalúen Propiocepción de una manera dinámico/funcional.

“Evaluación funcional propioceptiva de miembros inferiores en deportistas”



Se propone para futuras investigaciones el desarrollo de Instrumentos con las mencionadas características, a fin de que tales evaluaciones reflejen las máximas capacidades propioceptivas que un deportista se encuentra en condiciones de desarrollar durante su práctica deportiva, y que estos instrumentos sean accesibles y de fácil utilización para los terapeutas.



2) PALABRAS CLAVE:

- Propiocepción
- Entrenamiento y Evaluación
- Evaluación funcional
- Deportistas



3) **INDICE:**

1) RESUMEN	3
2) PALABRAS CLAVE	5
3) INDICE	6
4) INTRODUCCION – PROBLEMÁTICA	7
5) FUNDAMENTACION	10
6) OBJETIVOS	
General.....	12
Específicos	12
7) MARCO TEORICO	
Propiocepción. Definición	13
Propioceptores.....	16
Reflejos y Habilidad Motora.....	23
Beneficios del Entrenamiento Propioceptivo	26
Métodos de Entrenamiento	27
Evidencia de los beneficios del entrenamiento propioceptivo.....	29
8) METODOS Y PROCEDIMIENTOS	32
9) DESARROLLO	
Evaluación en Deportistas.....	34
Evaluación Funcional.....	36
Evaluación de la Propiocepción.....	39
Sensación de Posición Articular (Joint Position Sense) (JPS)	41
Reproducción Angular Activa (Active Angle Reproduction)	44
Evaluación de la Kinestesia (Kinesthesia Testing)	45
Sensación de Tensión (Sense of Tension)	49
Otros instrumentos de evaluación	
Instrumento de Evaluación Propioceptiva en Adultos (IEPA)	52
Propioceptómetro DLJ	55
10) CONCLUSIONES	57
11) BIBLIOGRAFIA	
Referencias Bibliográficas	59
Referencias de Internet.....	63
Trabajos presentados en congresos o conferencias.....	74



4) INTRODUCCIÓN. PROBLEMÁTICA

El deporte competitivo supone la utilización máxima de las capacidades de quienes lo practican para obtener los mejores rendimientos que se traducirán en los mejores resultados. Para ello los atletas se someten a rutinas de entrenamiento intensas, donde no se deja ni el más mínimo detalle sin trabajar, esto combinado a unos hábitos y modos de vida acordes, con lo que se consigue emplear todo el potencial que un deportista posee para la actividad en cuestión.

Pero no sólo se trata de entrenamiento, sino que a la hora de la competencia, y de la búsqueda de resultados, los requerimientos son aún mayores, y la victoria se la llevará quién logre conjugar las capacidades físico-técnicas con la mejor táctica y la estrategia adecuada.

En el proceso de búsqueda de estos rendimientos máximos suelen ocurrir lesiones que afectan la integridad física y obligan al deportista a interrumpir su ritmo de entrenamiento/competición normal, para adoptar una conducta que logre recuperar esas capacidades alteradas.

Es aquí donde toma mayor importancia el terapeuta deportivo, quien junto a todo el equipo de salud deportiva, pondrán todos sus conocimientos y herramientas a disposición del tratamiento, con la meta de reinsertar al deportista lo más pronto posible y en las mejores condiciones.

Al hablar de práctica deportiva, (y específicamente a niveles mas “profesionalizados”) respecto a cantidad de entrenamiento, seguimiento de los deportistas y características de los mismos, se torna fundamental la realización de pruebas o tests con el fin de evaluar el estado de los practicantes, y de esta manera obtener un registro del rendimiento, así



como también para planificar el entrenamiento de ciertas cualidades (por Ej.: fuerza, flexibilidad, velocidad, etc.)

Es así que, por ejemplo, se evalúa la flexibilidad de la musculatura isquiotibial a través del Test de Wells y Dillon (Di Santo, 2000); se evalúa la Fuerza Máxima a través de la Prueba de 1RM (Kinesiología Deportiva, 2008), solo por citar algunos de los métodos de evaluación que se encuentran a disposición del terapeuta.

El terapeuta deportivo no puede diseñar un programa eficaz sin llevar a cabo una evaluación de la lesión completa, detallada y ordenada, en la clínica o en los vestuarios. A través del proceso de rehabilitación, el terapeuta debe reevaluar continuamente el estado del atleta lesionado y modificar o adaptar el programa según las necesidades, en base a sus conocimientos sobre el proceso de curación. (Prentice, 2001)

En cuanto a deportistas, y más aún si estos son de alto rendimiento, se necesitan pruebas que pongan en situación de stress máximo a las estructuras a evaluar, con el objetivo de crear una situación que demande las mismas (o muy similares) exigencias que el deportista deberá afrontar en la práctica de su disciplina deportiva; de esta manera la obtención de resultados satisfactorios indicará la aptitud para llevar adelante el deporte en cuestión.

En este sentido el terapeuta tiene la necesidad (y por qué no la obligación) de contar con evaluaciones que se adapten a las características del deporte y del deportista en cuestión, en lo posible evaluando durante la ejecución de gestos técnicos específicos de cada disciplina, o en su defecto, lo más similares posibles, ya que de lo contrario se obtendrán valores que reflejarán una aptitud que no será la máxima requerida para practicar el deporte de forma segura, y sin riesgos.

Estas son las llamadas “Evaluaciones Funcionales” a las que se hace referencia, y a las que se considera de vital importancia a la hora de llevar adelante un plan de



rehabilitación, especialmente en las últimas etapas donde el deportista es exigido de manera más intensa para conseguir la pronta reinserción a la competencia.

El continuo seguimiento que se realiza de los practicantes de un determinado deporte demanda que no se deje ningún aspecto del total de las capacidades sin evaluar, para, obteniendo datos concretos sobre cada una de ellas, poder efectuar un análisis global del deportista a los efectos de determinar rendimiento y/o para observar la evolución durante un plan de rehabilitación o durante un período de entrenamiento.

Estos tests deberían ser accesibles y de práctica ejecución para llevarse a cabo en el gimnasio/consultorio, o también en el mismo campo de deportes cuando sea necesario, y deberían dar como resultado un valor objetivo a fin de efectuar comparaciones y observar las modificaciones en el estado del evaluado.

En referencia al tema de esta investigación, no existe en la bibliografía un consenso en cuanto a la forma en que se debe evaluar la propiocepción (a diferencia del resto de las cualidades), y los estudios de investigación que resaltan el valor de entrenar esta cualidad, tampoco hacen referencia a métodos dinámicos/funcionales de evaluación.

Sólo en algunas publicaciones se hace referencia a la medición de la propiocepción, pero en ningún caso es efectuada mediante tests dinámico-funcionales.

En base a estos hallazgos surgió el interés por realizar esta tesina, y se planteó el problema de la misma: **“¿Existen en la actualidad instrumentos que evalúen propiocepción en miembros inferiores de una manera funcional?”**



5) FUNDAMENTACIÓN

El concepto de hacer ejercicios propioceptivos para restaurar control neuromuscular fue introducido inicialmente en programas de la rehabilitación. Fue pensado porque los ligamentos contienen mecano receptores, y una lesión a un ligamento alteraría información aferente, así que en el entrenamiento, después de una lesión, sería necesario restaurar esta función neurológica alterada. Más recientemente, las técnicas de acondicionamiento neuromuscular se han utilizado para la prevención de lesiones (Griffin, 2003. Citado por Ávalos Ardila y Berrío Villegas, 2007).

Coarasa et al. y Lorza et al. (Citados por Casáis Martínez, 2008) han resaltado el papel de la propiocepción en la prevención y el tratamiento de las lesiones deportivas. Fundamentaban esta recomendación en que después de lesiones articulares, suelen afectarse mecanismos mecanorreceptores que inhiben la estabilización refleja neuromuscular normal de la articulación, lo que contribuye a que se reproduzcan las lesiones, así como al deterioro progresivo de la articulación. El mismo autor (Casáis Martínez) llegó a la conclusión que las medidas preventivas que mayor evidencia científica ofrecen son el uso de vendajes funcionales, el entrenamiento de flexibilidad y de fuerza (especialmente el trabajo excéntrico), y el trabajo propioceptivo.

Diversos autores (citados por Scavo, 2005) establecen principalmente los siguientes criterios de retorno a la actividad deportiva luego de una lesión:

- Lograr un rango de movimiento dinámico completo sin dolor, con un adecuado nivel de fuerza muscular y nivel propioceptivo que le permita realizar con éxito todas las habilidades que el deporte le exige.



- Alcanzar niveles propioceptivos necesarios para el máximo rendimiento deportivo.
- Lograr un valor simétrico de por lo menos 90% en los tests funcionales de saltabilidad (en la valoración del salto en miembros inferiores).

A pesar de ser la propiocepción una de las características fundamentales tanto para la evaluación, el diagnóstico y la intervención fisioterapéutica, existen entre los profesionales de Fisioterapia grandes vacíos sobre los elementos conceptuales y sobre los métodos de evaluación de la misma. (Alvis y cols., 2002)

Partiendo de estas afirmaciones, se observó que las pruebas de evaluación utilizadas (utilizadas sólo en una pequeña proporción del total de las investigaciones publicadas) no contemplan el aspecto “Funcional” al momento de ser diseñadas, y que no existen valores o escalas para efectuar una correlación entre lo que se puede considerar adecuado o normal, y el valor que puede obtenerse con la evaluación.



6) OBJETIVOS

General:

- Realizar una actualización bibliográfica sobre la existencia de métodos de evaluación de propiocepción de miembros inferiores en deportistas

Específicos:

- Efectuar una revisión de las publicaciones relacionadas con la evaluación y el entrenamiento propioceptivos
- Determinar si los instrumentos de evaluación propioceptiva de miembros inferiores existentes son de carácter dinámico-funcional
- Fundamentar la necesidad de evaluar propiocepción de una manera funcional



7) MARCO TEÓRICO

Propiocepción. Definición

Existen en la bibliografía científica diversos términos como lo son: sistema sensoriomotor, cinestesia, sistema neuromotor, sensibilidad articular y otros, que hacen referencia a un mismo sistema: “El Sistema Propioceptivo”.

Si bien son similares, no es lo mismo hablar de propiocepción, control neuromuscular ni equilibrio.

La Propiocepción se define como la apreciación de la posición de la articulación tanto de forma consciente como de forma inconsciente, además de la sensación de movimiento articular en el espacio y el rango de movimiento.

El control neuromuscular se basa en la planificación de movimientos basados en información sensorial de experiencias pasadas y de reflejos musculares. Esta cualidad es la que daría respuesta a la información que recibimos gracias a la propiocepción de la articulación y que modificaría el gesto a realizar para estabilizar la posición.

Por su parte, equilibrio se puede definir como el mantenimiento del centro de gravedad en la base de sustentación del cuerpo. (Navarro, G., 2003)

La palabra "propiocepción" fue acuñada en 1906 por el neurofisiólogo Inglés Charles Sherrington, que recibió el Premio Nobel de Fisiología-Medicina en 1932 por la investigación sobre la función de la neurona y el estudio de acciones reflejas. Describió a la propiocepción como la información sensorial que contribuye al sentido de la posición propia y al movimiento. (Sherrington, 1906. Citado por Ávalos Ardila y Berrío Villegas, 2007)



Rasch define la Cinestesia como la percepción de la posición y movimientos de las propias partes corporales en el espacio. Afirma que ésta también comprende la percepción de las fuerzas internas y externas que tienden a movilizar o estabilizar las partes corporales. Las percepciones cinestésicas suelen retransmitirse a los centros corticales de la conciencia, aunque el proceso del aprendizaje motor puede permitirles ejercer su influencia automáticamente o en forma subconsciente. (Rasch, P., 1991)

A pesar de la diversidad de las fuentes informativas proporcionadas por los propioceptores parece que el sujeto las percibe a todas ellas de forma unificada gracias a la integración que realiza el sistema de procesamiento de la información. Pero, además, la información propioceptiva integrada se unifica, a su vez, para el movimiento, con otras fuentes sensoriales como puede ser la información visual, y todas juntas se integran para un procesamiento superior. Para estos procesos de integración informativa de las fuentes sensoriales el aprendizaje del sujeto es decisivo, básicamente en ese aprendizaje cognitivo lo que se realiza es un proceso de reducción de incertidumbre. Con la práctica se consigue integrar todas las fuentes propioceptivas en unidades mayores, que además se unen a la integración proporcionada por la fuente visual. Todo ello se aprecia en la estabilidad del gesto y en el control de la situación cada vez que la misma se repite. (Oña Sicilia y cols., 2003)

La propiocepción se define como una “variación especializada de la modalidad sensorial del tacto, que abarca las sensaciones de movimiento (cinestesia) y la posición de las articulaciones (sentido de la posición de las articulaciones)”. (Prentice W.; 2001. Op. Cit.)



Benjaminse la define como la conciencia de la posición del cuerpo, la orientación, el movimiento y la sensación de fuerza. Es la entrada aferente derivada del interior de las áreas periféricas del cuerpo hacia el sistema nervioso central para el procesamiento que contribuye al control postural, a la estabilidad articular y a varias sensaciones conscientes. (Benjaminse, 2008)

Como afirman Guillén del Castillo y Linares Girela (Op. Cit.; 2002), la sensibilidad propioceptiva resulta de interés en los músculos y en los tejidos internos. La sensación de movimiento o propiocepción es una de las características más evidentes del entrenamiento expresivo, deportivo o psicomotor. Resulta extremadamente fina e informa de la posición, el equilibrio y sus cambios, por lo cual se incluye el sentido de posición, además de la posición estacionaria de cada segmento y la cinestesia de cada segmento en relación con el resto.

El término Propiocepción ha evolucionado; se conoce como la conciencia de posición y movimiento articular, velocidad y detección de la fuerza de movimiento, la cual consta de tres componentes:

- a. Estarestesia: Provisión de conciencia de posición articular estática.
- b. Cinestesia: Conciencia de movimiento y aceleración.
- c. Actividades efectoras: Respuesta refleja y regulación del tono muscular. (Saavedra, 2003)

La propiocepción ocurre por una compleja integración de impulsos somatosensoriales (conscientes e inconscientes) los cuales se transmiten por medio de propioceptores, permitiendo el control neuromuscular de parte del atleta. (Buz, 2004)



La propiocepción consciente es esencial para un funcionamiento apropiado de las articulaciones en los deportes, las actividades cotidianas y las tareas laborales. La propiocepción inconsciente modula la función muscular e inicia la estabilización refleja. Se dice que la propiocepción es la capacidad para detectar los estímulos que surgen en el seno del cuerpo. Por ejemplo: si se vendara los ojos, una persona sabe (a través de su propiocepción) si su brazo está por encima de su cabeza o colgando a su lado.

El conocimiento de que una disminución de la propiocepción puede predisponer a una lesión articular ha llevado a los investigadores a considerar la agudeza propioceptiva antes de una temporada atlética, y después variar las intensidades y modos de ejercicio.

(Riemann, B., Myers, J. y Lephart, S., 2002)

Propioceptores

De acuerdo con Sherrington, los propioceptores son los órganos terminales estimulados por las acciones del propio cuerpo. Son órganos sensoriales somáticos situados de modo que puedan conseguir información interna y lograr una cooperación y coordinación efectiva entre los músculos.

El SNC utiliza estos receptores sensoriales para modificar y ajustar la función muscular de modo que la regulación (subconsciente) automática periférica domine en la mayor parte de nuestros movimientos denominados voluntarios o volitivos.

Cuando el movimiento o la posición estimulan los propioceptores, los impulsos atraviesan las cadenas neuronales para actuar sobre los músculos de diversas formas e



interrelacionadas. Excitando varios propioceptores, la contracción de cualquier músculo tiende a organizar otros de modo que cooperen con aquella.

En otras palabras, aspectos del proceso de movimiento, como la tensión muscular, la longitud muscular absoluta, la velocidad de cambio de la longitud muscular, el ángulo de la articulación, el movimiento articular, la posición de la cabeza y el contacto con las superficies actúan como estímulos para iniciar señales en las fibras nerviosas que después son enviadas al sistema nervioso central.

De algún modo aún desconocida, esta información se compara con el patrón deseado que la naturaleza, la experiencia o el condicionamiento hayan establecido. Si la señal aferente indica cualquier divergencia de este patrón, los centros del sistema nervioso modifican las señales eferentes de modo que realicen los ajustes necesarios, a fin de que la actividad de los músculos apropiados aumente o disminuya adecuadamente para corregir la diferencia y así conseguir el movimiento deseado.

Podemos decir que los propioceptores forman parte de un mecanismo de control de la ejecución del movimiento. Es un proceso subconsciente y muy rápido, lo realizamos de forma refleja.

En la fisiología general de los receptores sensoriales desempeña un papel clave la adquisición de información somestésica, que se recoge desde múltiples receptores sensoriales y es transmitida como mensaje somestésico o señal biológica, que es analizada e interrelacionada en términos de procesos neuronales. Estos dan lugar a diferentes sensaciones después de una larga travesía que requiere un complejo conjunto de operaciones en el SN y para que la formación orgánica de percepciones sensoriales –, a modo de conjunto de operaciones corticales – permita identificar el objeto



estimulador, contextualizarlo y organizar una reacción motora en respuesta a su presencia.

Para la descripción de las propiedades generales se considera que los receptores intermedian entre el organismo y su medio, esto es, exterior-interior del organismo y el SNC. En los mecanismos de transducción sensorial un receptor convierte un estímulo en actividad nerviosa, por lo que es posible correlacionar de algún modo la actividad de los receptores sensoriales con las sensaciones y percepciones. En este proceso de transducción la membrana del receptor o sensor se caracteriza estructuralmente por la gran cantidad de proteínas específicas que tomarán parte en la detección de la energía. (Guillén del Castillo, M. y Linares Girela, D.; 2002)

Existen básicamente tres clases de receptores periféricos, los cuales incluyen receptores musculares, articulares y cutáneos, que responden a deformación mecánica producida en los tejidos y envían esta información al sistema nervioso central, modulando constantemente el sistema neuromuscular.

Las vías aferentes hacen sinapsis en el asta dorsal de la medula espinal y de allí pasan directamente o por medio de las interneuronas a las neuronas alfa y gamma, las cuales controlan la información proveniente de la periferia.

La información aferente, también es procesada y modulada en otros centros de control en el sistema nervioso central como son el cerebelo y la corteza.

Trabajando en forma completamente subconsciente, el cerebelo tiene un rol esencial en la planificación y modificación de las actividades motoras.



El cerebelo es dividido en tres áreas funcionales, la primera es el Vestíbulo – cerebellum responsable de controlar los músculos axiales primarios que tienen que ver con el equilibrio postural; mientras que la segunda división, el cerebro – cerebellum, esta principalmente involucrada en la planificación e iniciación de movimientos que requieren precisión, rapidez y destreza. La tercera división, el espino – cerebellum, recibe información aferente somato sensorial, visual y vestibular, sirve para ajustar movimientos a través de conexiones con el bulbo raquídeo y la corteza motora. Adicionalmente, esta división regula el tono muscular por medio de motoneuronas gamma.

A partir de lo anterior, los tres tipos de mecanorreceptores (musculares, articulares y cutáneos), tienen un rol interactivo en el mantenimiento de la estabilidad articular (Childs, 2003; Citado por Ávalos Ardila y Berrío Villegas, 2007. Op. Cit.).

Por otro lado, la respuesta selectiva de las diferentes unidades sensoriales se debe a una combinación de factores, entre los que se incluyen las características del tejido donde se encuentran los terminales nerviosos, la localización del receptor dentro del tejido y el tipo de uniones que se establecen entre ellos.

Huso Muscular:

Es un receptor sensorial, propioceptor, situado dentro de la estructura del músculo, que se estimula ante estiramientos lo suficientemente fuertes de éste. Mide la longitud (grado de estiramiento) del músculo, el grado de estimulación mecánica y la velocidad con que se aplica el estiramiento y manda la información al SNC.



Su “función clásica” sería la inhibición de la musculatura antagonista al movimiento producido (relajación del antagonista para que el movimiento se pueda realizar de forma eficaz).

Ante velocidades muy elevadas de incremento de la longitud muscular, los husos proporcionan una información al SNC que se traduce en una contracción refleja del músculo denominada **REFLEJO MIOTÁTICO O DE ESTIRAMIENTO**, que sería un reflejo de protección ante un estiramiento brusco o excesivo (ejemplo: ante la inversión brusca de tobillo, hace que se contraigan los Peroneos laterales como mecanismo eversor de defensa, disminuyendo el riesgo de producir lesiones por distensión ligamentaria).

La información que mandan los husos musculares al SNC también hace que se estimule la musculatura sinergista al músculo activado, ayudando a una mejor contracción. (En este hecho se basan algunas técnicas de facilitación neuromuscular, como las técnicas de KABAT, en las que se usa el principio de que un músculo pre-estirado se contrae con mayor fuerza).

Por tanto, tenemos como resultado de la acción de los husos musculares:

- * Facilitación de los agonistas
- * Inhibición de los antagonistas

Algunos investigadores (Ávalos Ardila y Berrío Villegas, 2007. Op. Cit.), han hipotetizado que el sistema de husos musculares puede ser el componente más significativo del sistema neuromuscular durante las actividades normales de la vida diaria. Esto se debe a que los receptores articulares contribuyen con información sensorial básicamente al final del movimiento articular, posiciones que no ocurren durante las actividades normales.



Este sistema es especialmente activo durante la deambulación para facilitar la progresión del ciclo de marcha normal. Los receptores articulares juegan un rol mucho más significativo en el rendimiento atlético, en el cual los extremos del movimiento articular es más posible que ocurran.

Órgano Tendinoso De Golgi:

Se trata de receptores musculares de forma fusiforme, localizados en el colágeno de la unión mio-tendinosa, y posiblemente en los elementos contráctiles del músculo, conectados en serie con grupos de fibras musculares (aunque también se han encontrado en los ligamentos y los meniscos).

Se encargan de medir la tensión desarrollada por el músculo. Fundamentalmente, se activan cuando se produce una tensión peligrosa (extremadamente fuerte) en el complejo músculo-tendinoso, sobre todo si es de forma “activa” (generada por el sujeto y no por factores externos). Sería un reflejo de protección ante excesos de tensión en las fibras músculo-tendinosas que se manifiesta en una relajación de las fibras musculares.

Así pues, sería el **REFLEJO MIOTÁTICO INVERSO**.

Al contrario que con el huso muscular, cuya respuesta es inmediata, los órganos de Golgi necesitan un periodo de estimulación de unos 6-8 segundos para que se produzca la relajación muscular.

Receptores de la Cápsula Articular y los Ligamentos Articulares

Parece ser que la carga que soportan estas estructuras con relación a la tensión muscular ejercida, también activa una serie de mecanoreceptores capaces de detectar la posición y



movimiento de la articulación implicada. Parece que sean propioceptores relevantes sobre todo cuando las estructuras descritas se hallan dañadas.

Receptores De La Piel:

Proporcionan información sobre el estado tónico muscular y sobre el movimiento, contribuyendo al sentido de la posición y al movimiento, sobre todo, de las extremidades, donde son muy numerosos.

La integración entre músculos se logra por medio de reacciones de reflejos básicos iniciadas por receptores colocados estratégicamente para retransmitir información al sistema nervioso central. Se debe recibir información continuamente con respecto a la posición del cuerpo, la longitud y la tensión muscular, la rapidez, el alcance y el ángulo de movimiento, la aceleración del cuerpo o sus partes y el equilibrio. A continuación, esta información debe ser integrada por la médula espinal y los centros encefálicos inferiores, y convertida en una modificación adecuada del flujo saliente de impulso para producir el ajuste inmediato de cada músculo. A medida que cambia el estado de un músculo, también cambiará la entrada, provocando nuevas modificaciones en una sucesión interminable.

El movimiento voluntario requiere una base de respuestas automáticas que garanticen una combinación apropiada de la movilidad y la estabilidad de las partes del cuerpo.

Es esencial una regulación precisa, por esto, el control neuronal de los músculos, tanto si la actividad es consciente como si es deliberada, es principalmente involuntario: los músculos son suavemente regulados por mecanismos reflejos.



La contribución voluntaria al movimiento está casi completamente limitada al inicio, la regulación de la velocidad, fuerza, amplitud y dirección, y la terminación del movimiento. La volición no suele incluir el control de músculos individuales.

Por ejemplo, el acto de alargar el brazo para tomar un objeto está voluntariamente prescrito en lo que se refiere a dirección, velocidad y objeto deseado; pero las características funcionales de la fijación de la cintura escapular, la extensión del codo, la estabilización de la muñeca y el movimiento de los dedos están regulados por mecanismos subcorticales.

Hay indicaciones de que los aferentes articulares no desempeñan un papel crucial en la impresión sensorial de la posición estática de las extremidades, pero muy probablemente sus informes sean importantes en la locomoción (Astrand y Rodahl; 1997). (Mattheus; y Proske y Cols.; Citados por Vega; 1999)

En una investigación (Benjaminse, A., 2008) se afirma que el deterioro de la propiocepción predice el riesgo de sufrir lesiones de rodilla en atletas de sexo femenino.

Reflejos y habilidad motora

Una habilidad motora es un grupo de movimientos sencillos y naturales combinados de un modo nuevo o poco habitual para conseguir un objetivo prefijado. El movimiento especializado requiere tanto movilidad como estabilidad de las partes del cuerpo.

Cada movimiento consiste en una combinación coordinada de diversos movimientos articulares, y cada movimiento articular consiste en una combinación coordinada de las acciones musculares: contracción de los desplazadores primarios, relajación de los antagonistas y apoyo de la contracción de sinergistas y fijadores. Estas combinaciones



están mediadas por la información aferente recibida y procesada en el sistema nervioso central, y convertida en las señales apropiadas que finalmente convergen en los fondos comunes de motoneuronas, provocando la actividad apropiada de cada músculo. (Melas, I. 2002)

Todos los músculos deben ser interregulados en cuanto a actividad, velocidad y duración, y en lo que se refiere a los cambios de actividad, desde el principio hasta el final del movimiento. Esto requiere una función integradora precisa, demasiado precisa para dejarla en manos de los esfuerzos conscientes del ser humano. De aquí que la regulación se haya delegado en los mecanismos automáticos, entre los cuales los reflejos propioceptivos ocupan un lugar destacado.

El objetivo último del aprendizaje motor, y más aún en deportistas, es el automatismo, la puesta en práctica de una habilidad con un mínimo de implicación consciente. Con este fin, la retroalimentación propioceptiva de cada movimiento o posición se convierte en la señal de entrada (estímulo condicionado) del siguiente, y el movimiento sigue adelante con un mínimo de dirección consciente. El córtex se relaja y controla la situación, preparado para imponer alguna modificación si se presenta la necesidad, y ajeno a la dirección del movimiento individual a menos que se requiera una corrección, y sin la necesidad de ocuparse de detalles de organización, es libre para ocuparse de la estrategia.

Aunque el mecanismo de retroalimentación (feedback) ha sido considerado tradicionalmente el mecanismo primario de control neuromuscular, el mecanismo de anticipación o anterógrado (feedforward) que planifica programas de movimiento y



activa la musculatura en base a las experiencias vividas anteriormente, también juega un papel importante en el mantenimiento de la estabilidad articular.

Este mecanismo está caracterizado por el uso de información propioceptiva en preparación para cargas anticipadas o actividades que pueden ser realizadas. Este mecanismo sugiere, que es desarrollada una construcción interna para la estabilidad articular y sufre continuas actualizaciones sobre la base de experiencias previas bajo condiciones conocidas.

Esta información preparatoria es acoplada con impulsos propioceptivos de tiempo real, para generar comandos motores preprogramados que permitan lograr los resultados deseados (Childs, 2003; Buz, 2004. Citados por Ávalos Ardila y Berrío Villegas, 2007. Op. Cit.).

De aquí que un entrenamiento propioceptivo adecuado sirve como potenciador de este mecanismo anterógrado.

Durante las primeras etapas del aprendizaje de una habilidad difícil, el sujeto debe ser consciente de las partes individuales del patrón total. Puesto que la dirección consciente suele interferir en la operación regular de los mecanismos subcorticales, el rendimiento suele incluir una serie de movimientos que carecen de un propósito concreto y que pueden interferir en la consecución del objetivo. A medida que progresa el aprendizaje hay una reducción gradual de la cantidad de implicación cortical, hasta que finalmente un solo pensamiento puede ser suficiente para iniciar toda una sucesión de eventos motores.

Una vez establecida por completo, la actitud se convierte en un patrón regulado por la retroalimentación que de algún modo queda almacenado en el sistema nervioso central, desde el que puede recuperarse por completo por medio de una señal simple pero específica de entrada (dentro de una cierta amplitud de variación permisible).



Una vez iniciada, la secuencia de acciones musculares sigue adelante casi por completo bajo el control de los mecanismos subcorticales. La principal porción del control del movimiento se ha desplazado por medio del proceso de aprendizaje de los mecanismos corticales a los periféricos.

En las habilidades motoras se identifican fácilmente casos de operación de respuestas propioceptivas; las ventajas de su utilización pueden inferirse a partir de porciones específicas de patrones de movimiento especializados. Esto posibilita que el deportista centre su atención, por ejemplo, en quién será el destinatario de un pase durante un partido de fútbol, y el apoyo y la colocación correcta de los pies sea efectuada de manera subconsciente.

Beneficios del entrenamiento propioceptivo

La gran mayoría de la bibliografía publicada a nivel mundial destaca el valor del entrenamiento propioceptivo tanto para la prevención como para la rehabilitación de lesiones deportivas.

A través del entrenamiento propioceptivo, el atleta aprende a sacar ventajas de los mecanismos reflejos, mejorando los estímulos facilitadores que aumentan el rendimiento y disminuyendo las inhibiciones que lo reducen.

Así, reflejos como el de estiramiento, que pueden aparecer ante una situación inesperada (por ejemplo, perder el equilibrio), se pueden manifestar de forma correcta (ayudan a recuperar la postura) o incorrecta (provocar un desequilibrio mayor). Con el entrenamiento propioceptivo, los reflejos básicos incorrectos tienden a eliminarse para optimizar la respuesta. (Tarantino Ruiz, 2004. Op. Cit.)



La propiocepción desempeña un papel protector en la lesión aguda de rodilla por medio de la fijación refleja. (Saavedra, M., 2003. Op. Cit.)

Las técnicas de entrenamiento deben ser diseñadas para desarrollar respuestas compensatorias neuromusculares individualizadas para cargas potencialmente desestabilizadoras que se pueden dar durante las diversas actividades deportivas y de la vida diaria. La aplicación de estas cargas debe ser de una manera controlada.

Finalmente, el entrenamiento debe proveer la adquisición de respuestas aprendidas para las actividades funcionales y ellas pueden ser mas exitosas, si son practicadas en el contexto funcional del deporte específico (Childs, 2003. Citado por Ávalos Ardila y Berrío Villegas, 2007. Op. Cit.).

Métodos de Entrenamiento

Técnicas de balance y entrenamiento de agilidad, tales como carreras de lanzamiento, aceleración y desaceleración repentina, desplazamientos laterales y tablas de balance, pueden proveer al individuo mejoramiento en el control neuromuscular.

Otras opciones de entrenamiento para mejorar el control neuromuscular de las extremidades inferiores, involucra superficies de soporte inestable, tales como la tabla rodante y la tabla inestable.

Estas técnicas pueden ser modificadas, para que el individuo pueda experimentar las perturbaciones durante las actividades propias de su deporte. Estas actividades, generalmente progresan desde velocidades lentas a rápidas, desde baja a alta fuerza y desde actividades controladas hasta actividades no controladas.



Se pueden implementar ejercicios que faciliten las respuestas preparatorias y reactivas de los músculos. Estos ejercicios incluyen estabilización rítmica, durante los cuales el individuo es animado a mantener la posición articular mientras el entrenador o terapeuta aplica grados y direcciones variables de perturbación articular.

Los ejercicios en los cuales se soportan pesos también son necesarios. Ejercicios de cadena cinética cerrada como por ejemplo el trípode para el hombro, producen mecanismos de acople de fuerza (co-contracción) necesarios para la centralización de la cabeza humeral dentro de la fosa glenoidea.

Los patrones de movimiento funcional pueden ser entrenados a través de actividades que simulan la actividad deportiva. El entrenamiento funcional debe semejar las demandas puestas sobre la articulación durante las actividades deportivas, haciendo la transición a la práctica deportiva completa menos estresante para el individuo.

El sistema propioceptivo puede entrenarse a través de ejercicios específicos para responder con mayor eficacia de forma que nos ayuda a mejorar la fuerza, coordinación, equilibrio, tiempo de reacción ante situaciones determinadas y a compensar la pérdida de sensaciones ocasionada tras una lesión articular para evitar el riesgo de que ésta se vuelva a producir. Es sabido también que el entrenamiento propioceptivo tiene una transferencia positiva de cara a acciones nuevas similares a los ejercicios que se han practicado.

Existe infinidad de modos y ejercicios para entrenar la propiocepción; queda a criterio del terapeuta escoger el que sea más adecuado a las características del deportista, y del deporte en cuestión, como así también determinar el tiempo durante el cual trabajar esta



calidad que, a continuación se verá, otorga muchos beneficios a nivel físico cuando es correctamente entrenada. Lo que no se puede es obviar el desarrollo y entrenamiento de esta tan importante capacidad que nos guiará hacia los mejores rendimientos y a los menores riesgos de lesión.

Evidencia de los beneficios del entrenamiento propioceptivo

Estas son algunas de las muchas investigaciones disponibles en la bibliografía publicada a nivel mundial, que resaltan la importancia de entrenar propiocepción (tanto a nivel preventivo como rehabilitador), y su correspondiente justificación teórica.

Renström, en su libro “Prácticas clínicas sobre Asistencia y Prevención de Lesiones Deportivas” recomienda la utilización de platos inestables (también conocidas como “Tablas de Propiocepción”) como método preventivo de lesiones, como por ejemplo, a causa de inestabilidad funcional residual luego de esguinces de tobillo en futbolistas. Afirma que este entrenamiento con platos inestables mejora el control de las posturas corporales y la debilidad de los músculos pronadores, así como las sensaciones subjetivas de inestabilidad. (Renström, 2001)

En Noruega (Holm, 2004) un estudio prospectivo de intervención determinó que la participación en un entrenamiento neuromuscular produjo mejora del equilibrio dinámico en un equipo de élite de jugadoras de handball. Se trabajó un mínimo de 3 veces a la semana durante un período de preparación de 5 a 7 semanas, y luego una vez a la semana durante la temporada. La duración de cada sesión de entrenamiento fue de aproximadamente 15 minutos.



También en Canadá (Emery, C: y cols., 2005) encontraron mejoras clínicas importantes en el equilibrio estático y dinámico, así como una reducción del reporte de lesiones deportivas a lo largo de más de 6 meses entre los estudiantes de secundaria que participaron en un programa regular de educación física, que utiliza un sencillo plan de 6 semanas de ejercicios propioceptivos y de equilibrio realizados en el hogar.

Primariamente se evaluaron el tiempo de equilibrio estático y dinámico (a través del mantenimiento de una posición unipodal sobre una plataforma estática y sobre una inestable, respectivamente), el test de 20 metros (“YO-YO Test” o “Bip Test”) y el salto vertical para evaluar la fuerza funcional. También se tomó el auto-reporte de datos sobre lesiones, que fue recopilado durante el período de seguimiento. Las evaluaciones se realizaron antes del entrenamiento, y 8 semanas y 12 meses después del mismo. El efecto sobre el equilibrio dinámico se mantuvo 1 año después de concluido el entrenamiento.

En EE.UU. (Mandelbaum, B. y cols., 2005), se halló, luego de un seguimiento de 2 años a un grupo de futbolistas, que el uso de un programa de entrenamiento neuromuscular puede tener un beneficio directo en la disminución del número de lesiones del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol femenino.

Una investigación brasileña (De Rose y cols., 2006) halló que el número de lesiones en basquetbolistas puede ser disminuído a través de un trabajo que incluya técnicas de propiocepción dentro de la dinámica del juego, entre otras pautas a entrenar. La justificación a esto es la recuperación del equilibrio y la estabilidad proporcionada por dicho entrenamiento en la ejecución de gestos deportivos.



En España se observó (Fort Vanmeerhaeghe, A. y cols., 2008) que un entrenamiento propioceptivo efectuado por jugadores de voleibol de una duración de 15 mins., de 4 días/semana y durante 12 semanas disminuye la presencia y la intensidad de dolor de rodilla en el caso de las chicas, tiende a la mejora en los chicos; mejora la presencia y la intensidad de dolor de tobillo en ambos sexos; y en el caso de la incidencia de lesiones deportivas existe una clara tendencia a la disminución de lesiones de tobillo.

Queda en evidencia el valor que posee la propiocepción dentro de un plan de entrenamiento, sin embargo este tipo de trabajos se llevan a cabo, en la mayoría de los casos, sin mediciones objetivas ni valores estándar a los cuales atenerse para documentar y cuantificar los cambios que se pueden ir produciendo en el estado del deportista. Sólo el criterio subjetivo del terapeuta o entrenador guían el proceso de entrenamiento determinando el ritmo de progreso del mismo.

He aquí la clave de este trabajo de tesis, que intenta encontrar un instrumento evaluativo sólido y confiable (que tenga en cuenta estos aspectos y una base científica que lo avale) sobre el cual determinar las variaciones en la capacidad propioceptiva del paciente.



8) MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

- Tipo de investigación: Bibliográfica

- Según el carácter: se clasifica como: Cualitativa
- Según la profundidad: se clasifica como: Exploratoria
- Según el alcance temporal: se clasifica como: Longitudinal

- Actividades:

- Se recolectó información, tanto en bibliografía impresa como en formato digital, sobre el tema planteado, a fin de obtener suficiente base teórica para emitir un juicio a la hora de responder al problema de investigación
- Se recopilaron trabajos de investigación para llevar a cabo una actualización del tema y observar cuáles son los instrumentos utilizados para estas evaluaciones
- Se analizaron las características de realización de dichas evaluaciones en cuanto a materiales y tiempo necesarios, costos, facilidad de aplicación por parte del evaluador y evaluado, etc.
- Se determinó el carácter dinámico (o no) de las evaluaciones
- Se expusieron las ventajas de realizar una evaluación de carácter dinámico en futuras investigaciones



A través de los pasos anteriores se dio una visión completa y actualizada sobre el tema de estudio, en cuanto a condiciones de evaluación, se analizaron los datos obtenidos y se planteó una conclusión respecto del formato dinámico-funcional de las evaluaciones propioceptivas.

- Técnicas de recolección de datos:

Esta investigación utilizó como técnicas de recolección de datos:

- Lectura y análisis de textos científicos



9) DESARROLLO

Evaluación en deportistas

Las actividades deportivas escolares y extraescolares, los procesos de ejercitación, de entrenamiento y de competencia contribuyen en gran medida al desarrollo de la personalidad de los individuos, en especial de la generación joven. Allí, es necesario entre otras cosas, comprobar continuamente el nivel de rendimiento y de las condiciones en que se encuentra el individuo para lograr un rendimiento determinado por medio de métodos apropiados.

Un programa de evaluación beneficia al deportista y al entrenador en varios aspectos:

- 1- Indica los puntos de un deportista en relación al deporte que practica y proporciona datos de base para la prescripción de un programa individual de entrenamiento. Aunque es relativamente fácil evaluar al atleta sobre el terreno, suele resultar más complicado apreciar cada uno de los componentes del deportista.
- 2- Proporciona retroalimentación. Comparando resultados de una prueba determinada con sus resultados anteriores se obtienen las bases para evaluar la efectividad del programa realizado.
- 3- Proporciona información sobre el estado de salud de un deportista. El entrenamiento es un proceso agotador y estresante que puede, por sí mismo, originar problemas de salud.
- 4- Un programa de evaluación es un proceso educativo en el que el deportista adquiere un conocimiento más profundo de su propio cuerpo y del deporte que practica. El proceso de interpretación de los resultados de



las pruebas es un medio a través del cual el deportista puede conocer más a fondo los componentes fisiológicos del deporte y sus propias necesidades corporales.

Una evaluación puede presentar limitaciones en la capacidad del evaluador de simular las exigencias de un deporte. En esos casos, las pruebas tienen un escaso valor práctico. Aquí radica la dificultad, y a la vez el valor de efectuar evaluaciones de este tipo. Además hay que tener en cuenta que el rendimiento global de un deportista es la suma de muchos factores, por lo que no se puede predecir el éxito o el fracaso con una sola prueba.

Un plan de evaluación debe poseer una serie de características que determinarán el grado de relevancia que tomen los datos obtenidos en él. Estas son las características de un programa de evaluación “Efectivo”:

- * Las variables evaluadas son importantes en ese deporte.
- * Las pruebas seleccionadas son válidas y fiables. Una prueba es válida cuando mide lo que afirma medir, y es fiable cuando los resultados son consistentes y pueden reproducirse. También debe reflejar cualquier cambio en el resultado, por más pequeño que sea.
- * Los protocolos de las pruebas son específicos al deporte.
- * La prueba debe ser administrada con absoluta rigidez. Para esto, se deben estandarizar las instrucciones al deportista, el calentamiento, el orden de los ejercicios y las pausas, el ambiente, la etapa de entrenamiento, etc.
- * La evaluación debe llevarse a cabo a intervalos regulares.



* El evaluador y el deportista deben recibir una explicación directa de los resultados de las pruebas. (MacDougall, D. y cols., 1995)

Los tests motores deportivos son, junto al examen del rendimiento complejo, la medición directa de los componentes del mismo, y la observación y estimación, métodos importantes de control e investigación que se divulgan cada vez más en el campo de la práctica y de la investigación científica deportiva. El test motor deportivo es un método de control e investigación fundamentado científicamente, el cual mide parámetros característicos, que sirven como indicadores de las capacidades y destrezas motoras deportivas, a través de la resolución de tareas motoras deportivas bajo condiciones estandarizadas. (Meinel y Schnabel; 2004)

Evaluación Funcional

Según MacDougall y cols., existen dos tipos de pruebas de evaluación: las pruebas de laboratorio y las pruebas de campo.

Una prueba de laboratorio es una evaluación llevada a cabo en un entorno controlado, y utiliza protocolos y equipos para simular un deporte o una actividad.

Una prueba de campo es una evaluación realizada mientras el atleta está llevando a cabo un ejercicio en una situación de competición simulada.

Por regla general, los resultados obtenidos en pruebas de campo no son tan fiables como los obtenidos en pruebas de laboratorio, pero suelen tener mayor validez debido a que son mucho más específicos. También se puede agregar que las pruebas de laboratorio, en muchos casos, requieren el uso de aparatos e instrumentos de un costo muy elevado,



y que suelen no estar al alcance ya sea del entrenador o del terapeuta que desee llevar a cabo la evaluación, además el uso de estos aparatos requiere de un entrenamiento por parte del evaluado y del evaluador en cuanto a su uso, lo que conlleva un tiempo mucho mayor que evaluar durante la ejecución de gestos que el deportista realiza cotidianamente, y que el terapeuta o entrenador que realiza la evaluación conoce a la perfección.

Puesto que los científicos no pueden controlar variables como la velocidad del viento, la humedad, estado del campo, el rendimiento del atleta suele variar más en las pruebas de campo.

Sin embargo, las pruebas de campo no tienen por qué ser menos “científicas” ni estar controladas con menos rigor que otras pruebas de laboratorio más tradicionales. Los resultados obtenidos de una prueba de campo realizada correctamente deben ser complementarios a los obtenidos en una prueba de laboratorio; no hay necesidad de que unos datos reemplacen a otros. (MacDougall, D. y cols., 1995, Op. Cit.)

Se podría establecer una mínima diferencia entre ambas pruebas; en etapas tempranas de la rehabilitación el uso de pruebas de laboratorio nos informará como se encuentra tal capacidad en su estado más puro, es decir, la evaluación se centrará sólo en tal o cual cualidad, sin centrar demasiado la atención en la función global del deportista, la cual en estas etapas tempranas de la recuperación, aún pueden ser imposibles de ejecutar de manera completa, o se pueden encontrar disminuidas en calidad de ejecución a causa de la inmovilización u otros factores que frecuentemente acompañan los estadíos iniciales de las lesiones.

Conforme avanza la rehabilitación es necesario someter al deportista a pruebas en donde se integren los aspectos específicos del deporte, para observar la capacidad de integrar



las diferentes cualidades durante la ejecución de actividades funcionales. Es en este momento donde cobran relevancia las Evaluaciones Funcionales.

No es nuevo el concepto de rehabilitación y evaluación funcional en el ámbito de la medicina deportiva. Marshall y Rubin, en 1977 (Citados por Ramírez y Sales, 2007), ya recomendaban permitir el retorno a la actividad deportiva cuando el atleta lesionado fuese capaz de superar, no solo pruebas analíticas de fuerza y volumen muscular, sino también pruebas funcionales como carreras en ocho, saltos sobre la pierna afecta, aceleraciones y desaceleraciones realizadas con confianza y rapidez.

En cuanto a la conveniencia de realizar evaluaciones de un modo dinámico-funcional, se puede citar el resultado de un estudio realizado en Estados Unidos (Sell, T. y cols., 2008), en el cual se investigó si existe correlación entre la medición estática y la medición dinámica de la estabilidad postural.

La estabilidad postural se evaluó mediante dos pruebas de equilibrio estática con una sola pierna (ojos abiertos y ojos cerrados), y dos tareas de equilibrio dinámico (a través de salto anterior-posterior y medial-lateral). Se arribó a la conclusión de que no existe una relación entre las medidas estáticas y dinámicas de la estabilidad postural, prueba que sugiere que la evaluación dinámica de estabilidad postural puede ser más funcional que la prueba estática para la evaluación del riesgo de lesión. Esto muestra claramente que los datos obtenidos varían según cual sea el método empleado para realizar la evaluación.

De ahí la propuesta de efectuar un análisis dinámico-funcional como complemento de los tests estáticos para obtener resultados precisos y completos del estado del evaluado.



Evaluación de la Propiocepción

El control neuromuscular y el sistema sensorio – motor, tienen interacciones y relaciones sumamente complejas, que hacen difícil medir y analizar las características específicas y funciones de este sistema (Lephart, 2003. Citado por Ávalos Ardila, C. y Berrío Villegas, J., 2007. Op. Cit.).

Las técnicas de medición sensoriomotoras son discutidas en referencia a los mecanismos fisiológicos, factores influyentes y la ubicación de la variable dentro del sistema, las preguntas de investigación clínica, y las limitaciones de la medición técnica. Las complejas interacciones y las relaciones entre los componentes individuales del sistema sensoriomotor hacen difícil la medición y el análisis de las características y funciones específicas. Adicionalmente, las técnicas específicas de evaluación utilizadas pueden influir en los resultados obtenidos. (Riemann, B., Myers, J. y Lephart, S., 2002)

Es preciso señalar que la medición directa de la propiocepción es muy difícil, si no imposible de realizar clínicamente, ya que la propiocepción es un fenómeno aferente que ocurre tanto consciente como inconscientemente en el cuerpo. (Benjaminse, A. 2008)

Los niveles de umbral de detección de movimiento articular son típicamente menores de 2° (Grados), tanto en mediciones de sensación de posición articular como en mediciones de cinestesia. (Konradsen, L., 2002)

La mayoría de las técnicas de evaluación disponibles en la actualidad evalúan la integridad y la función de los componentes sensoriomotores por mediciones variables a lo largo de las vías aferentes y eferentes, o del



resultado final de la activación del músculo esquelético, o de una combinación de estos. Actualmente, no están disponibles métodos de evaluación directa para aislar a la integración central mayor y a los centros de procesamiento.

Riemann y cols. recalcan la importancia de ser lo más específico posible al referirse a la variable y los presuntos mecanismos. Es esencial que ambos factores se consideren durante la interpretación de los resultados.

Los factores adicionales que confunden la validez y fiabilidad de las variables de medición son las técnicas utilizadas en la recopilación de datos, y el procesamiento y análisis de los mismos. Cada uno de estos puede tener profundos efectos en el resultado final de una medición e influir en los resultados del informe.

Aunque la polémica siempre rodea muchas de las técnicas de medición, no hay sustituto para describir claramente los procedimientos utilizados. Prestar atención a cada uno de estos facilitará la comprensión común de ambos, personal de salud e investigadores. (Riemann, B., Myers, J. y Lephart, S., 2002)

Una amplia variedad de equipos e instrumentación, incluidos dinamómetros isocinéticos, campos electromagnéticos y dispositivos de seguimiento han sido desarrollados para la medición de la propiocepción consciente.

También se efectuaron tests y pruebas que evaluaban indirectamente la propiocepción, a través de la reproducción de niveles de fuerza (Dover, G. y Powers, M., 2003), el equilibrio y la estabilidad articular.



Sensación de Posición Articular (Joint Position Sense) (JPS)

La prueba JPS es la más frecuente entre la bibliografía. Esta mide la exactitud de replicación de una posición y puede llevarse a cabo activa o pasivamente, en cadena cinética abierta y cerrada. Se han utilizado mediciones de reproducción de ángulos articulares directas (goniómetros, potenciómetros, vídeo) y mediciones indirectas (escalas analógicas visuales)

Los efectos de una articulación que ha perdido sus aferencias sobre la agudeza propioceptiva pueden pasar desapercibidos al momento de efectuar la evaluación, si no se presta especial atención a la reducción o eliminación de fuentes de información complementaria. Un buen ejemplo de ello es la estimulación de mecanorreceptores cutáneos provocados por las correas de estabilización de los equipos utilizados.

En cuanto al equipamiento utilizado, en uno de los estudios (Carter, N., 1997) se usó un dispositivo motor que puede mover pasivamente las extremidades para ambas evaluaciones, la kinestésica y la JPS. Los sujetos están con los ojos vendados, auriculares, brazaletes y manguitos neumáticos para eliminar señales confusas sobre la detección de movimiento y sensación de posición articular, incluyendo la visión, detección acústica de aparatos con motor, y las vibraciones inducidas por el motor sobre la extremidad. Una característica única del dispositivo utilizado es su capacidad para llevar a cabo evaluaciones a muy bajas velocidades (0,5 grados/seg.), a diferencia de la mayoría de los dispositivos isocinéticos con un mínimo de velocidades de 2 grados/seg. Se evalúan ambas extremidades, por ej: las piernas de cada sujeto; la contralateral (la normal, en caso de un paciente con lesión) actúa como control interno. El sujeto es



sentado en el dinamómetro isocinético. El equipo es ajustado al tamaño de la pierna del sujeto.

Cada rodilla a su vez se traslada pasivamente a posiciones entre 0 y 90 ° de flexión. La rodilla está escondida a la visión del sujeto por una pantalla. Se pide a continuación que el sujeto reproduzca la posición de la rodilla a través de una analogía visual de una pierna incorporando un goniómetro.

Cada rodilla se pone a prueba en un determinado número de posiciones (en este caso cinco posiciones), determinado según las necesidades del paciente. El operador de la Dinamometría no conoce cuál es la rodilla deficiente.

Se calcula entonces la media de error de detección, entre la cifra aplicada pasivamente y la percibida de flexión de rodilla, para todas las posiciones. (Carter, N. y cols., 1997)

Low Choy, en 1980, comparó pacientes que habían sufrido lesión con pacientes que no presentaban problemas neurológicos. La propiocepción fue evaluada por medio de la sensación de la posición de la articulación y la apreciación del movimiento pasivo del miembro inferior. El test se ejecutó manteniendo al paciente con los ojos vendados para eliminar la información visual y se tuvo especial cuidado con la colocación y presión de la mano del examinador.

En 1994, Gill Body y cols. describen el tratamiento de dos pacientes con disfunción vestibular periférica, en el cual, la propiocepción es evaluada haciendo que el paciente identifique la posición de cada una de las articulaciones, las cuales fueron movidas en diferentes direcciones mientras los ojos estaban cerrados.

El dinamómetro isocinético también fue usado en 1996 por McNair y colaboradores para evaluar la propiocepción cinestésica en su estudio "Brace de rodilla: efectos sobre la propiocepción". La variable en este caso fue que el sujeto debía imitar con una pierna el movimiento pasivo que ofrecía el dinamómetro sobre la pierna contralateral. La



medición fue realizada con un electrogoniómetro. (Low Choy, N., Gill Body, K. y McNair, P. Citados por Alvis, K. y cols., 2002. Op. Cit.)

Gilman recomienda, para realizar una evaluación propioceptiva integral, comenzar por los dedos de los pies para luego ir ascendiendo por tobillo, rodilla y cadera; y después continuar de igual manera por los miembros superiores. Y comenzar por la evaluación estática de reconocimiento de posición articular para luego realizar la evaluación de reconocimiento de posiciones dinámica. Refiere que normalmente los sujetos pueden identificar correctamente el movimiento de un grado o menos a través de las articulaciones de los dedos de los pies y el movimiento de tres grados en los tobillos. Y que la alteración de la propiocepción va acompañada en la mayoría de los casos por el hallazgo de Signo de Romberg positivo (Mantener el equilibrio sobre un pie, con los ojos cerrados, durante 30 seg. Es Positivo si el paciente no logra mantenerse sobre un pie durante ese tiempo). (Gilman, S., 2002)

Por ejemplo, otros investigadores (Erden, Z. y cols., 2003) utilizan la misma metodología de colocación del paciente, y la forma de ejecutar la prueba, pero el análisis se lleva a cabo a través de la filmación y posterior análisis por comparación entre la posición de inicio y la reproducida por el paciente.

Existen varias formas en las que el ángulo articular puede ser reproducido: utilizar una escala analógica visual, replicar el ángulo con el pie contralateral, y copiar el ángulo con el pie homolateral, ya sea activa o pasivamente. (Konradsen, L., 2002)

Como puede verse, en la bibliografía se encuentran diferentes variables en cuanto a análisis, número de intentos, condiciones de posición del evaluado, uso de vendajes o



elementos de protección, etc., pero la BASE de estas evaluaciones en todos los casos es: la colocación pasiva del segmento corporal en una determinada posición, el mantenimiento de la misma durante un lapso de tiempo predeterminado (de 5 a 10 segundos) para conseguir que el evaluado registre esa posición, el retorno a una posición neutra, y la consiguiente reproducción de la posición-objetivo por parte del paciente, a través de alguno de los diferentes medios descritos anteriormente. Los resultados se miden en grados de diferencia con la posición inicial o de partida, siendo los valores más pequeños indicadores de una adecuada sensación de posición articular.

Reproducción Angular Activa (Active Angle Reproduction)

Esta es una variable de la prueba anterior, que consiste en llevar “pasivamente” la extremidad a evaluar hasta una posición, permanecer en ella durante un corto tiempo (5-10 segundos, según los autores), y volver a la posición inicial. Luego, el sujeto comienza a mover “activamente” la extremidad a una velocidad controlada por el dinamómetro isocinético hasta que sienta que alcanzó la posición en la cual se detuvo anteriormente, momento en el cual el paciente detiene el dispositivo a través de un pulsador. (Callaghan, M. y cols., 2002).

En esta prueba las condiciones de los sujetos son similares a la evaluación de JPS en cuanto a eliminación de señales auditivas, visuales y cutáneas, como así también en relación a la vestimenta y a las posiciones durante la evaluación. También es una prueba que puede aplicarse en la mayoría de las articulaciones, respetando las características particulares de cada una.



Generalmente se aplica una de las dos (JPS o Reproducción Angular Activa), pero esto no quita que puedan realizarse ambas de forma complementaria.

Un ejemplo de esta prueba es el realizado por Halseth y cols en el que se evaluó el efecto del vendaje sobre la propiocepción de tobillo, mediante la reproducción activa de posiciones articulares, con las características arriba mencionadas, de parte de dos grupos de sujetos: un grupo con y el otro sin vendaje. (Halseth, T. y cols, 2004)

Evaluación de la Kinestesia (Kinesthesia Testing)

La prueba de Kinestesia (o Cinestesia) se realiza mediante la medición del umbral de detección de movimiento pasivo (TDPM o TTDPM, por sus siglas en inglés de: threshold to detection of passive motion); o a través de una prueba un tanto más específica, utilizando el criterio del umbral de detección de DIRECCIÓN del movimiento pasivo (TTDMD, por sus siglas en inglés de: threshold to detection of passive motion direction). El TTDMD evalúa la capacidad no sólo de detectar el movimiento, sino también de detectar en qué dirección se está produciendo el movimiento.

Las velocidades bajas, que van de 0,5 a 2°/seg., se utilizan para medir a los mecanorreceptores de adaptación lenta como son las terminaciones de Ruffini o de órganos tipo Golgi.

Una muestra de evaluación Kinestésica fue la realizada en Suecia (Ageberg, E., Flenhagen, J. y Ljung, J., 2007), donde se efectuó una medición del umbral de detección del movimiento pasivo (TDPM) donde las mediciones se realizaron hacia la extensión



(TE) y la flexión (TF) de rodilla, desde las dos posiciones de partida, 20 ° y 40 ° flexión, dando las variables TE20, TE40, TF20 y TF40.

Se tomaron precauciones para evitar estímulos auditivos (se colocó música para ocultar el sonido del motor del aparato), visuales (se ocultó de la vista el segmento corporal a evaluar y se pidió que el evaluado mantenga los ojos cerrados) y táctiles (se redujeron las fricciones provocadas por la mesa de apoyo). Se les pidió a los sujetos cerrar los ojos, concentrarse en su rodilla y responder (mediante el movimiento de la mano) cuando sintieron alguna sensación de movimiento en su rodilla. Cuando el sujeto responde, el evaluador detiene el movimiento del aparato y el movimiento se registra en grados.

Los valores más altos (medidos en grados de movimiento articular) indican valores pobres de agudeza propioceptiva. (NO SE LLEVARON A CABO CLASIFICACIONES OBJETIVAS O COMPARATIVAS DE LOS RESULTADOS, como podrían ser escalas de clasificación o valores medios en una determinada población)

Según estos autores (Ageberg, Flenhagen y Ljung), el TTDPM es la prueba más establecida, más fiable y más sensible en la detección de diferencias entre grupos, (como entre los pacientes con lesiones del ligamento cruzado anterior y pacientes ilesos tomados como controles), en comparación con las medidas de JPS (Joint Position Sense). Sin embargo, afirman que sería necesaria una diferencia relativamente grande en las mediciones kinestésicas para declarar con confianza que ha tenido lugar un cambio real en el paciente. Recomiendan puntualmente que el TDPM que parte de 20 grados de flexión de rodilla deba ser utilizado en futuros estudios sobre sujetos sin patología. (Ageberg, E., Flenhagen, J. y Ljung, J., 2007)



Hubbard y Kaminski realizaron un ensayo buscando determinar si los sujetos con inestabilidad funcional de tobillo poseían déficit kinestésico en el tobillo lesionado en comparación con el tobillo sano, a través de la prueba de detección del umbral de movimiento pasivo (TTDPM). En este caso, el movimiento a evaluar fue la inversión/eversión por ser el mecanismo lesional más frecuente en los esguinces. En este caso el paciente detenía el movimiento, a través de un interruptor que pausaba el aparato, cuando percibía el movimiento articular. (Hubbard y Kaminski, 2002)

Esta prueba se aplicó también en otras articulaciones del cuerpo, ya sea en miembro inferior (las más frecuentes), miembro superior, e incluso en la columna vertebral.

Por ejemplo, Maffey-Ward, Jull y Wellington realizaron la evaluación kinestésica en la columna lumbar, a través de una prueba similar a la recién expuesta, con características comunes y con algunas propias del caso, como fueron el no comer ni beber durante las 2 horas anteriores a la prueba para evitar la entrada aferente producida por los mecanorreceptores abdominales ante una posible distensión del abdomen, y utilizar como vestimenta solo shorts de ciclismo para evitar las aferencias de los receptores cutáneos. Las mediciones se efectuaron por sensores ubicados en la 10ma. vértebra torácica y en la 2da. vértebra sacra, conectados a un software que captaba la información emitida por el movimiento del sujeto. (Maffey-Ward, L., Jull, G. y Wellington, L., 1996)

Allegrucci y cols. efectuaron la evaluación kinestésica en el hombro, más precisamente evaluando el movimiento de rotación (tanto interna como externa), usando un dispositivo diseñado para la ocasión que contenía un goniómetro con el cual se registraban los valores de la prueba. (Allegrucci, M. y cols., 1995)



Existe un gran número de variables que hacen diferente a cada evaluación llevada a cabo por diferentes investigadores, como lo son la posición del evaluado, el aparato utilizado para registrar los valores (que van desde dispositivos confeccionados artesanalmente hasta aparatos de última tecnología como lo son los dinamómetros isocinéticos), las posiciones de partida y el movimiento a evaluar en cada articulación, entre otras; pero, al igual que en la Prueba de Sensación de Posición Articular (JPS), la ESTRUCTURA BÁSICA DE LA PRUEBA es siempre la misma: colocar al sujeto en determinada posición de partida y, evitando otros estímulos distractores, imprimir un movimiento pasivo a la articulación a evaluar, deteniendo tal movimiento cuando el sujeto (a través de una señal previamente establecida), informe que lo ha percibido. El resultado se expresa en grados de movimiento alcanzados al momento de detectar el mismo. En determinados casos se efectúa la evaluación de ambos miembros para establecer una comparación entre ambas y registrar los cambios en caso de haber existido lesiones previas.

Estas pruebas frecuentemente son realizadas en conjunto para obtener información más completa sobre el estado propioceptivo del evaluado, como por ejemplo, Buz Swanik y cols., Fred H. y cols. y Callaghan y cols. ejecutaron la prueba JPS y la prueba de Kinestesia conjuntamente. En el primer caso, estas dos pruebas se llevaron a cabo además en combinación con una evaluación del equilibrio sobre una plataforma inestable. (Buz Swanik, C. y cols., 2004. Op. Cit.) (Callaghan, M. y cols., 2002. Op. Cit.) (Fred H. y cols., 2005)



Sensación de Tensión (Sense of Tension)

La sensación de tensión (o Sensación de Fuerza) se mide mediante la evaluación de la capacidad de un sujeto para reproducir las magnitudes de fuerza producida por un grupo muscular.

La sensación de tensión o de fuerza, comúnmente evaluada usando la prueba de Reproducción de la Fuerza (Denominada FR por sus siglas en inglés: Force Reproduction), también se ha utilizado como medida de propiocepción, aunque cabe la aclaración de que no se encuentra con la misma frecuencia con la que se encuentran los otros métodos de evaluación de la propiocepción (Sensación de posición articular, Reproducción angular activa y evaluación de Kinestesia).

La evaluación FR implica el uso de una fuerza de referencia (por lo general determinada en un porcentaje (establecido por el evaluador) de la contracción isométrica voluntaria máxima (CIVM) del individuo a evaluar), y el intento de reproducir esa fuerza. La reproducción de la fuerza se puede producir con la misma extremidad o con la extremidad contralateral. La mayoría de los autores utilizan un ángulo articular específico para reproducir la fuerza dada, por ejemplo: mantener la fuerza a 20° de flexión de rodilla.

Sin embargo, la tensión muscular y la capacidad de reproducir la fuerza podrían cambiar en músculos de diferentes longitudes, por lo que puede resultar útil la medición de FR en músculos de diferentes longitudes.

La Reproducción de la fuerza podría proporcionar amplia información aferente sobre la propiocepción en el hombro (y en cualquier articulación), sin embargo, la investigación en este ámbito es muy limitada. (Dover, G. y Powers, M., 2003)



En cuanto a la cantidad de repeticiones de las que debe contar la prueba, algunos autores (Voight y cols.; y Myers y cols., citados por Dover y Powers) que midieron JPS y FR han utilizado un número diferente de intentos, y no está claro cuántos se deben realizar para una buena evaluación. Se suelen realizar de 2 a 6 ensayos y se toma la media de las mediciones para el análisis.

Algunas de las preocupaciones en la realización de múltiples ensayos incluyen la fatiga y el efecto de aprendizaje. Si el proceso de recogida de datos es largo o demasiado extenuante para los sujetos, éstos podrían fatigarse, y el posterior valor de puntuación sería erróneamente incrementado.

Por otra parte, la falta de explicación y práctica previas a la evaluación podría provocar que el evaluado no logre ejecutar correctamente la prueba por falta de aprendizaje, y los resultados de ensayos tomados algún tiempo después podrían reflejar mejoras sólo por este efecto, dando información irreal.

Para reflejar cómo se lleva a cabo esta prueba evaluativa se describirá a continuación, a modo de ejemplo, la medición de FR para rotación de hombro llevada a cabo por Dover y Powers (Op. cit.) utilizando como instrumento un dinamómetro isocinético:

El ensayo se realizó con el sujeto de pie, el eje de rotación del dinamómetro se alineó con el eje de rotación del hombro, por lo que la extremidad se ubicó a 90° de abducción y a 90° de flexión de codo. Se sujeta la muñeca del evaluado al brazo del dinamómetro

En primer lugar se calculó la Contracción isométrica Voluntaria Máxima. Se utilizó una fuerza equivalente al 50% de la CIVM para ambos ángulos a evaluar.

Para empezar la medición, el sujeto trató de girar el brazo dinamométrico hacia la rotación interna mientras recibía retroalimentación visual en relación con la fuerza que estaba realizando. Una vez que el sujeto logró el objetivo de la fuerza, recibió



instrucciones de mantener durante 3 segundos y de concentrarse en la cantidad de fuerza que ejercía. Después de 3 segundos, el sujeto se relajó. A continuación, se quitó la retroalimentación visual y se indicó que intente reproducir la fuerza.

Cuando el sujeto indicó verbalmente que había logrado igualar el objetivo de fuerza, el evaluador la registró durante 3 segundos. La medición se repitió 2 veces más para un total de 3 ensayos, en ambos ángulos. Se calculó el error de puntuación de cada ensayo, y la diferencia absoluta entre la fuerza-objetivo y la fuerza observada y se utilizó la media de los 3 ensayos para el análisis. (Dover, G. y Powers, M., Op. cit.)

Esta es la BASE ESTRUCTURAL de la prueba, la cual varía mínimamente y sólo en pequeños detalles de un investigador a otro y de un estudio a otro. Esta evaluación se puede adaptar a cualquier articulación del cuerpo, con sus modificaciones adecuadas. A continuación se citan algunos a modo de ejemplo.

Docherty y cols. emplearon el mismo protocolo en una prueba de FR para evaluar las consecuencias de la rigidez de tobillo sobre la propiocepción. En este caso se realizó además la prueba de Sensación de Posición Articular (JPS) como elemento evaluativo complementario. (Docherty C. y cols., 2004)

Won Whee y cols. llevaron a cabo una prueba para flexión de codo en la cual se utilizó un protocolo similar al descrito anteriormente, para determinar la influencia de la fatiga sobre la capacidad de reproducir una fuerza. (Won Whee y cols., 2007)

Angoules y cols. emplearon también este método para evaluar la propiocepción de rodilla en un grupo de pacientes con rotura del ligamento cruzado anterior. Ambas rodillas se pusieron a prueba en una secuencia al azar, de modo que la rodilla normal se usara como un control interno. Las pruebas se realizaron en un dinamómetro isocinético. (Angoules y cols., 2005)



Este subcomponente de evaluación de la Propiocepción es el menos frecuentemente probado en la columna vertebral en la literatura. Mientras que el software no ha sido específicamente diseñado para este fin, las modificaciones de los protocolos estándar permiten a los investigadores realizar estas pruebas en la columna vertebral. (Learman, K., 2007)

Otros Instrumentos de Evaluación

Además de los ya mencionados, se hallaron dos instrumentos de POSIBLE utilidad para evaluar el estado propioceptivo de un individuo, sin embargo, éstos aún no cuentan con una base científica y casuística que los avale. A continuación se describen:

A) Instrumento de Evaluación Propioceptiva en Adultos (IEPA)

Alvis y cols., en 2002, realizaron la propuesta de un instrumento para evaluar la propiocepción en adultos (IEPA), con su correspondiente manual de instrucciones; y una fase de comprobación en la cual se realizaron las pruebas pertinentes para determinar la validez de contenido del instrumento propuesto.

Se diseñó un cuestionario de validez y se entregó el mismo a una selección minuciosa de 30 expertos en el tema de propiocepción y diseño de instrumentos, entre los cuales fueron incluidos docentes de terapia física, terapia ocupacional y Psicometría de la Universidad Nacional, fisioterapeutas en área clínica, neurólogos y docentes en terapia física de la Universidad Autónoma de Manizales (Colombia).



Dividen la evaluación en diferentes categorías que corresponden a:

1 - Evaluación del Huso Muscular: a través de la Prueba de soporte de pesos: tiene como objetivo registrar el tiempo de respuesta del huso muscular ante un estiramiento rápido, por medio del uso de dos objetos de igual peso, uno de estos dando la apariencia de ser liviano.

2 - Evaluación del Órgano Tendinoso de Golgi: con la Prueba del Reflejo Tendinoso: El objetivo de esta prueba, es observar la respuesta de los reflejos tendinosos profundos. Para su realización se han tomado tres reflejos, el rotuliano, el tricípital y el aquiliano.

3 - Evaluación de los receptores articulares y del sistema vestibular: mediante 2 pruebas: **Prueba de Estabilización Articular:** el objetivo de esta prueba es observar en el individuo, la estabilización en las articulaciones de MI y la calidad del mantenimiento del equilibrio al adoptar una posición unipodal. Y **Prueba de Trote en el Puesto:** el objetivo de esta prueba es observar la simetría en cuanto a velocidad ritmo y rango del movimiento en Miembros Inferiores.

4 - Evaluación de los receptores articulares: a través de la Prueba de Percepción del Movimiento. El objetivo de esta prueba es observar la percepción del movimiento por medio de la reproducción de éste en el miembro contralateral.

5 - Evaluación del sistema vestibular: se subdivide en dos pruebas: **Prueba de Romberg:** El objetivo de esta prueba es detectar alteraciones a nivel central o vestibular. Y **Prueba de la Plataforma Móvil:** El objetivo de esta prueba es observar las reacciones primarias del individuo (dónde se presenta el mayor aumento del tono), ante desplazamientos anteroposteriores y laterolaterales.



Ellos califican una respuesta buena con un valor de 2, la regular con 1 y la mala con 0 (en algunas se colocan signos + [Positivo] para diferenciar la respuesta)

Para efectuar una calificación global, se deben sumarse las calificaciones totales de cada prueba y dividirla por el número de pruebas realizadas. Valores inferiores de 2 en esta casilla, indican presencia de alteración a nivel propioceptivo, a mayor cercanía a cero, mayor será el grado de alteración.

Una vez realizada la encuesta sobre la validez de contenido, se observó que:

Aunque las indicaciones para realizar las diferentes pruebas son claras, el instrumento en general no permite un diagnóstico preciso del estado propioceptivo del individuo, debido a la complejidad de la evaluación que involucra en muchas pruebas demasiados aspectos (coordinación, fuerza, etc.) lo que dificulta la observación específica de la parte propioceptiva. Además No existe acuerdo con que las pruebas se encasillen de tal manera que se dice que evalúan uno u otro tipo de receptor articular, debido a que en dichas pruebas interactúan todos y no un sólo tipo; por esto sugiere que no se dividan de esta manera.

A partir de la prueba de validez de contenido realizada al IEPA, este se considera válido en cuanto a forma, ya que el 87% de las preguntas fueron aprobadas. Sin embargo, hay algunos puntos que no fueron aprobados, los cuales deben ser modificados. En cuanto a fondo, teóricamente es válido ya que el 89% de las preguntas fueron aprobadas, pero se hace necesario aclarar que de estas, el 25% presentan porcentajes entre el 60 y 70%, lo que indica que es necesario realizar ajustes para afianzar la validez de contenido.

Los autores concluyeron que es necesario que luego de realizar las modificaciones pertinentes, se aplique una nueva prueba de validez de contenido, modificando a la vez



el formato de registro de esta, ya que para varios de los expertos el utilizado en este estudio fue extenso y confuso. (Alvis, K. y cols. Op. Cit.)

Al momento de realizada esta Tesis (Febrero de 2009) no se encontraron en la bibliografía nuevos estudios sobre este instrumento de evaluación.

B) Propioceptómetro DLJ

Se construyó (Astaiza Burbano y cols.) a través del mantenimiento del equilibrio sobre un balancín (que no es otra cosa que una tabla situada sobre una mitad de esfera, lo que comúnmente se denomina en nuestro país: “Tabla de Propiocepción”). Para la elaboración del método de evaluación propioceptiva, se requirió de la adecuación de un balancín por parte de un ingeniero automático, quien se encargó de disponer desde la electrónica la idea planteada por el grupo de fisioterapeutas a cargo de la elaboración de este estudio

El propioceptómetro DLJ da la capacidad de brindar información acerca del número de desestabilizaciones que tiene el deportista mientras que está de pie sobre el aparato. Este capta (por medio de sensores dispuestos en la base de la tabla) las diferentes direcciones en que se presenta la desestabilización: anterior, anterior-derecha, derecha, posterior-derecha, posterior, posterior-izquierda, izquierda y anterior-izquierda.

El estudio se efectuó en 6 deportistas (2 hombres, 4 mujeres) con edades comprendidas entre los 19 y 37 años pertenecientes a los equipos de fútbol, fútbol sala, atletismo y waterpolo.

La evaluación consistió en cuatro pruebas: con apoyo bipodal, con apoyo unipodal derecho e izquierdo y con apoyo bipodal anulando la vía visual. Para la realización de



cada prueba se solicitó un tiempo mínimo de duración, que fue de quince segundos, y solo se permitió tres intentos máximos por prueba en los casos en los que no pudiera mantenerse durante los quince segundos. Toda la información fue recogida y plasmada en un formato de evaluación asignado a cada deportista.

Los autores concluyeron que se hace necesario validar el instrumento y protocolo en diferentes poblaciones a riesgo y la ratificación de la escala de validación propioceptiva; y que es determinante que a la valoración se añada pruebas para determinar la relación entre propiocepción y fuerza muscular ya que es importante para la estabilidad contar con una adecuada fuerza estabilizadora por parte de los músculos vecinos de la articulación. (Astaiza Burbano, D. y cols., 2009)



10) CONCLUSIONES

- Es uniforme la opinión entre la comunidad científica que coloca a la propiocepción como un factor clave tanto para la prevención como para la rehabilitación de lesiones, ya sea en deportistas como en no deportistas.
- En cuanto a los instrumentos utilizados para evaluar Propiocepción, no existe consenso sobre cuál es el más fiable y el que proporciona los mejores resultados.
- Se hallaron en la bibliografía 3 instrumentos de evaluación propioceptiva: La prueba de **Sensación de Posición Articular** (con su variante **Reproducción Angular Activa**), la prueba de **Kinestesia**, y la prueba de **Sensación de Tensión**. Estos instrumentos cuentan con una considerable base científica que les otorga validez. Sin embargo, requieren de aparatos complejos y muy costosos, que no permiten la accesibilidad y la comodidad por parte de todos los terapeutas, que se verían beneficiados con su utilización.
- Se encontraron además otros 2 instrumentos (**Instrumento de Evaluación Propioceptiva en Adultos** y **Propioceptómetro DLJ**) que aún no fueron probados en poblaciones significativas, y no fueron avalados completamente por la opinión de expertos en la materia, por lo que se los puede considerar como proyectos a mejorar en futuras intervenciones.
- Las evaluaciones mencionadas evalúan movimientos en cadena cinética abierta, y en ningún caso se evalúa al sujeto en cadena cinética cerrada (Sí lo hace el Propioceptómetro DLJ, pero este es un instrumento que aún no se ha probado lo suficiente), posición solicitada constantemente en la mayoría de los deportes (fútbol, vóley, tenis, etc.), y que reflejaría las exigencias típicas de cada caso particular.



- Los instrumentos hallados en la bibliografía efectúan la evaluación en posición de sedestación, en bipedestación e incluso en diferentes decúbitos (supino o prono), pero sin solicitar desplazamientos por parte del evaluado, o sea ejecutando gestos puramente Analíticos. Por esto, se puede decir que **NO CONTEMPLAN EL ASPECTO FUNCIONAL BUSCADO EN ESTA INVESTIGACIÓN**, que sería necesario para evaluar a los deportistas en actividades con exigencias similares a las desarrolladas en sus respectivas disciplinas.

- Se propone para futuras investigaciones el desarrollo de Instrumentos que evalúen la Propiocepción desde un punto de vista **DINÁMICO-FUNCIONAL**, con el objeto de obtener información sobre el nivel de propiocepción empleado por los deportistas durante el desarrollo de sus gestos deportivos.

- También se propone diseñar estas evaluaciones con aparatos o elementos accesibles y de fácil utilización para que sea posible efectuar la evaluación en el mismo consultorio, gimnasio o donde se encuentren el terapeuta y el deportista



11) BIBLIOGRAFIA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astrand, P. y Rodahl, K.; “Fisiología del trabajo físico” 3era. Edición, Ed. Médica Panamericana; Madrid, España, Año 1997

- Bernhardt, D. “Fisioterapia del Deporte”. 1era. Edición. Ed. Jims. Barcelona, España. Año 1990

- Bordoli, P.; “Manual para el análisis de los movimientos” Tomo II, Ed. Centro Editor Argentino, Buenos Aires, Año 1996

- Buz Swanik C. y cols. “Neurofisiología de la rodilla”. En: Insall & Scott. “Cirugía de la rodilla”, Tomo I, 3ª ed. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. Año 2004

- Carpenter, M. “Neuroanatomía. Fundamentos”. 4ta. Ed. España. Ed. Médica Panamericana. Año 1994

- Eco, U. “Cómo se hace una Tesis”. España. Ed. Gedisa. Año 2002

- Ganong, W. “Fisiología Médica” 19na. Ed. México. Ed. El Manual Moderno. Año 2004.

- Génot, C. y cols. “Kinesioterapia. Evaluaciones. Técnicas activas y pasivas del Aparato Locomotor”. Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana. Año 2000.



- Gowitzke, B. y Milner, M.; “El cuerpo y sus movimientos. Bases Científicas”; Ed. Paidotribo; Barcelona, Año 1997

- Grupos de Estudio 757; “El papel de los analizadores en la información aferente y reaferente como elementos esenciales de la coordinación en la motricidad humana”; Kinesiología deportiva. Tomo II [Material de cátedra] UAI. Rosario. 2008

- Guillén del Castillo, M. y Linares Girela, D.; “Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano”; Ed. Médica Panamericana, Madrid, España, Año 2002.

- Gutiérrez Dávila, M.; “Biomecánica Deportiva Bases para el análisis”, Ed. Síntesis, España, Año 1999

- Guyton, A.; “Anatomía y fisiología del sistema nervioso. Neurociencia básica” 2da. Edición, Ed. Médica Panamericana, Madrid, España; Año 1997

- Harre, D.y cols. “Teoría del entrenamiento deportivo” Ed. Stadium. España. Año 1991

- Kinesiología Deportiva. “Entrenar los músculos para fortalecerlos”. [Apuntes de cátedra] Tomo II. Op. Cit. Año 2008.

- Kottke, F. y Lehmann, J. “Krusen. Medicina Física y Rehabilitación” 4ta Ed. España. Ed. Médica Panamericana. Año 2000

“Evaluación funcional propioceptiva de miembros inferiores en deportistas”



- López Chicharro, J. y Fernández Vaquero, A.; “Fisiología del ejercicio” 2da. Edición, Ed. Médica Panamericana, Madrid, España, Año 2001

- MacDougall, D. y cols. “Evaluación fisiológica del deportista”. 3era. Edición. Ed. Paidotribo. España. Año 1995

- Meinel, K. y Schnabel, G.; “Teoría del movimiento”. 2da. Edición, Ed. Stadium, Buenos Aires. Año 2004

- Melas, I.; “El movimiento natural. Bases, desarrollo y ejercicios”, Barcelona, España. Ed. Paidotribo. Año 2002.

- Oña Sicilia y cols. “Control y Aprendizaje Motor” España. Ed. Síntesis. Año 2003

- Platonov, V. N. “La Adaptación en el Deporte”. 2da. Ed. España. Ed. Paidotribo. Año 1995

- Prentice, W. “Técnicas de rehabilitación en medicina deportiva”. 3era. Ed. Barcelona. Ed. Paidotribo. Año 2001.

- Ramírez, S. y Sales, L. “Evaluaciones kinésicas funcionales de miembros inferiores en futbolistas”. Tesis de Grado. Universidad Abierta Interamericana. Rosario. 2007

- Rasch, P. “Kinesiología y Anatomía Aplicada”. 7ma. Ed. Buenos Aires. Ed. El Ateneo. Año 1991

“Evaluación funcional propioceptiva de miembros inferiores en deportistas”



- Renström, P. “Prácticas clínicas sobre Asistencia y Prevención de Lesiones Deportivas”. España. Ed. Paidotribo. Año 2001

- Rouvière, H. y Delmas, A. “Anatomía Humana”. 10ma. Ed. España. Ed. Masson. Año 2002

- Sabulsky, Jacobo; “Investigación científica en salud – enfermedad”; Año 1996

- Siff, M. y Verkhoshansky, Y. “Superentrenamiento”. España. Ed. Paidotribo. Año 2000

- Wilmore, J y Costill, D.; “Fisiología del esfuerzo y del deporte”. 6ta. Edición, Ed. Paidotribo; Badalona, España, Año 2007

- Xhardez, Y.; “Vademécum de Kinesioterapia y de Reeduación Funcional”. 4ta. Edición. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Año 2002



REFERENCIAS DE INTERNET

- Ageberg, E., Flenhagen, J. y Ljung, J. “Test-retest reliability of knee kinesthesia in healthy adults”. BMC Musculoskeletal Disorders. 2007; 8(3). Disponible desde: URL: <http://www.biomedcentral.com/1471-2474/8/57>

- Ageberg, E. y Fridén, T. “Normalized motor function but impaired sensory function after unilateral non-reconstructed ACL injury: patients compared with uninjured controls”. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2008; 16(5):449-56. Disponible desde: URL: <http://www.ingentaconnect.com/content>

- Allegrucci, M. y cols. “Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports”. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 1995; 21(4):220-6. Disponible desde: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7773274>

- Alvis, K. y cols. “Propuesta de un instrumento de evaluación de la propiocepción en adultos”. Colombia. 2002; 48(8):1-5. Educación Física y Deportes [Revista en línea] Disponible desde: URL: <http://www.efdeportes.com/efd48/propioc.htm>

- Angoules, A. y cols. “Proprioception in the anterior cruciate deficient knee”. Publicación independiente. European Federation of National Associations of Orthopaedics and Traumatology. 2005. Disponible desde: URL: <http://www.efort.org>



- Ávalos Ardila, C. y Berrío Villegas, J. Evidencia del trabajo propioceptivo utilizado en la prevención de lesiones deportivas. [Tesis] Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 2007. Disponible Desde: URL: <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf>

- Astaiza Burbano, D. y cols. “Método de evaluación propioceptiva en miembros inferiores”. Educación Física y Deportes. [Revista en línea]. Universidad del Cauca. 2009; 128(13):1. Disponible desde: URL: <http://www.efdeportes.com/efd128/metodo-de-evaluacion-propioceptiva-en-miembros-inferiores.htm>

- Bahr, R. y Krosshaug T. “Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport”. British Journal of Sport Medicine. 2005;39:324-329. Disponible desde: URL: <http://bjsm.bmj.com/cgi/content/abstract/39/6/324>

- Barrack, R. y cols. ‘Proprioception in the anterior cruciate deficient knee’. American Journal of Sports Medicine. 1995; 17(1): 1-6. Disponible desde: URL: <http://ajs.sagepub.com/content/17/1/1.abstract>

- Benjaminse, A. ‘Reliability and Precision of Hip Proprioception Methods in Healthy Individuals’. [Tesis] Universidad de Pittsburgh. EE.UU. 2008. Disponible desde: URL: <http://etd.library.pitt.edu/ETD/available>

- Benjaminse, A. y cols. ‘Fatigue alters lower extremity kinematics during a single-leg stop-jump task’. European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy. 2007; 16(4):400-407 Disponible desde: URL: <http://www.pitt.edu/~neurolab/publications/2008/2008.htm>



- Beynnon, B. y cols. “The Effect of Anterior Cruciate Ligament Trauma and Bracing on Knee Proprioception”. American Journal of Sports Medicine. 1999; 27(2): 150-155.
Disponible desde: URL: <http://ajs.sagepub.com/content/27/2/150.abstract>

- Blandón Ochoa, J. A. “Entrenamiento De Las Capacidades Físicas En El Tenis De Campo”. ITF Coaching [Monografía] Colombia. 2004. Disponible desde: URL: <http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original>

- Buz Swanik, C. y cols. “Proprioception, Kinesthesia, and Balance After Total Knee Arthroplasty with Cruciate-Retaining and Posterior Stabilized Prostheses”. The Journal of Bone and Joint Surgery (American). 2004; 86:328-334. Disponible desde: URL: <http://www.ejbs.org/cgi/content/abstract/86/2/328>

- Callaghan, M. y cols. “The Effects of Patellar Taping on Knee Joint Proprioception”. Journal of Athletic Training. 2002; 37(1): 19–24. Disponible desde: URL: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=164303>

- Carter, N. y cols. “Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee”. British Journal of Sports Medicine. 1997; 31(3): 209–212.
Disponible desde: URL: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1332521>

- Casáis Martínez, L. “Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física”. Apunts. Medicina de l’esport. 2008; 157(43).
Disponible desde: URL: <http://www.apunts.org/apunts>



- Cavanagh, P. “Attention-based motion perception”. American Association for the Advancement of Science. 1992; 257(50):1563 - 1565. Disponible desde: URL:

<http://www.sciencemag.org/cgi/content>

- Collins, D. y cols. “Cutaneous Receptors Contribute to Kinesthesia at the Index Finger, Elbow, and Knee”. Journal of Neurophysiology. 2005; 94(1):1699-1706.

Disponible desde: URL: <http://jn.physiology.org/cgi/content/full/94/3/1699>

- De Rose, G., Ferreira, F. y De Rose, D. “Lesões esportivas: um estudo com atletas do basquetebol brasileiro”. Educación Física y Deportes [Revista en línea] 2006; 94(10):1

Disponible desde: URL: <http://www.efdeportes.com/efd94/lesoes.htm>

- Descarreaux M, Mayrand N, Raymond J. “Neuromuscular control of the head in an isometric force reproduction task: comparison of whiplash subjects and healthy controls”. The Spine Journal. 2007; 7(6):647-53. Disponible desde: URL:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17509939>

- Di Santo, M. “Evaluación de la Flexibilidad”. PubliCE Standard. 2000; 22(3):1.

Disponible desde: URL: <http://www.sobreentrenamiento.com>

- Docherty C. y cols. “Relationship between two proprioceptive measures and stiffness at the ankle”. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004; 14(3):317-24.

Disponible desde: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>



- Dover, G. y Powers, M. “Reliability of Joint Position Sense and Force-Reproduction Measures During Internal and External Rotation of the Shoulder”. *Journal of Athletic Training*. 2003; 38(4): 304–310. Disponible desde: <http://www.pubmedcentral.nih.gov>
- Emery, C. y cols. “Effectiveness of a Home-Based Balance-Training Program in Reducing Sports-Related Injuries among Healthy Adolescents: A Cluster Randomized Controlled Trial”. *Canadian Medical Association Journal*. 2005; 172 (6):220-229. Disponible desde: URL: <http://www.cmaj.ca/cgi/content/abstract/172/6/749>
- Erden, Z. y cols. “Relationship between Pain Intensity and Knee Joint Position Sense in Patients with Severe Osteoarthritis”. *Pain Clinic*. 2003;15(3):293-297. Disponible desde: URL: <http://www.bago.com/BagoArg/Biblio/traumaweb172.htm>
- Fort Vanmeerhaeghe, A. y cols., “Efectos de un entrenamiento propioceptivo sobre la extremidad inferior en jóvenes deportistas jugadores de voleibol”. *Apunts. Medicina de l'esport*. 2008;147(43):5-13. Disponible desde: URL: <http://www.apunts.org/apunts>
- Fred H. y cols. “Effect of reconstruction of the anterior cruciate ligament on proprioception of the knee and the heel strike transient”. *Journal of Orthopaedic Research*; 2005;11(5):1-6. Disponible desde: URL: <http://www3.interscience.wiley.com>
- Fridén, T. y cols. “Review of knee proprioception and the relation to extremity function after an anterior cruciate ligament rupture”. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. 2001;31(10):567-76. Disponible desde: URL: <http://www.ncbi.nih.gov>
- Gilman, S. “Joint position sense and vibration sense: anatomical organization and assessment”. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry*. 2002;73:473-477. Disponible desde: URL: <http://jnnp.bmj.com/cgi/content/abstract/73/5/473>



- González Rojas, R. y cols. “Evaluación cuantitativa de propiocepción en hombro: Sentido de posición, umbral y repetición de velocidad de movimiento”. Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación. [Revista en Línea]. 2005;17 (3): 77-83. Disponible desde: URL: <http://www.medigraphic.com/espanol/e-htms/e-fisica>

- Gurney, Burke et al. “Rol de la Fatiga en la Propiocepción del Tobillo”. PubliCE Standard. 2006; 3(1):1. Disponible desde: URL: <http://www.sobreentrenamiento.com>

- Halseth, T. y cols. “The Effects Of Kinesio Taping On Proprioception At The Ankle”. Journal of Sports Science and Medicine. 2004; 3, 1-7. Disponible desde: URL: <http://www.jssm.org/vol3/n1/1/v3n1-1.htm>

- Holm, I. y cols. “Effect of Neuromuscular Training on Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Lower Limb Function in Female Team Handball Players”. Clinical Journal of Sport Medicine. 2004; 14(2):88-94. Disponible desde: URL: <http://www.cjsportmed.com/pt/re/cjasm>

- Hubbard, T. y Kaminski, T. “Kinesthesia Is Not Affected by Functional Ankle Instability Status”. Journal of Athletic Training. 2002; 37(4):481–486. Disponible desde: URL: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=164381>

- Janwantanakul, P. y cols. “Variation in shoulder position sense at mid and extreme range of motion”. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2001 82(6):840-4. Disponible desde: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11387592>



- Konradsen, L. “Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: Kinesthesia and Joint Position Sense”. *Journal of Athletic Training*. 2002; 37(4): 381–385 Disponible desde: URL: <http://www.nata.org/jat/readers/archives>

- Koralewicz, L. y Engh, G. “Comparison of Proprioception in Arthritic and Age-Matched Normal Knees”. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 2000; 82:1582. Disponible desde: URL: <http://www.ejbjs.org/cgi/content/abstract/82/11/1582>

- Learman, K. “Treatment Effects of Spinal Manipulation on Proprioception in Subjects with Chronic Low Back Pain. [Tesis] Universidad de Pittsburgh. EE.UU. 2007. Disponible desde: URL: <http://etd.library.pitt.edu/>

- Maffey-Ward, L., Jull, G. y Wellington, L. “Toward a Clinical Test of Lumbar Spine Kinesthesia”. *Journal of Orthopaedic and Sport Physical Therapy*. 1996; 24(6):354-58. Disponible desde: URL: <http://www.jospt.org/issues>

- Mandelbaum, B. y cols. “Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up”. *American Journal of Sports Medicine*. 2005; 33(7):1003-1010. Disponible desde: URL: <http://ajs.sagepub.com/content/33/7/1003.abstract>

- McChesney, J. y Woollacott, M. “The Effect of Age-Related Declines in Proprioception and Total Knee Replacement on Postural Control”. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2000; 55:658-666. Disponible desde: URL: <http://biomed.gerontologyjournals.org/cgi/content>



- Mokhtarinia, H. y cols. “The Effect Of Patellar Taping On Knee Joint Proprioception In Patients With Patellofemoral Pain Syndrome”. *Acta Medica Iranica*. 2008; 46(3): 183-190. Disponible desde: URL: <http://journals.tums.ac.ir>

- Myers, J. y Lephart, M. “The Role of the Sensorimotor System in the Athletic Shoulder”. *Journal of Athletic Training*. 2000; 35(3): 351–363. Disponible desde: URL: <http://www.pubmedcentral.nih.gov>

- Navarro, G. “Trabajo de propiocepción de hombro. Una orientación práctica”. *Apunts. Medicina de l’esport*. 2003; 38(142):17-26. Disponible desde: URL: <http://www.apunts.org/apunts>

- Putskey, N. y cols. “Kinesthesia Is Impaired in Focal Dystonia”. *Movement Disorder Society*. 2006; 21(6):754–760. Disponible desde: URL: <http://hsc.umn.edu/PDF>

- Reina Gómez, A. “Problemas de propiocepción: ¿consecuencia o causante de los esguinces de tobillo? Aplicación al Ballet Clásico”. *Educación Física y Deportes* [Revista en línea] 2003; 62(9):1. Disponible desde: URL: <http://www.efdeportes.com>

- Riemann, B., Myers, J. y Lephart, S. “Sensorimotor System Measurement Techniques”. Pittsburgh, EE.UU. *Journal of Athletic Training*. 2002; 37(1): 85–98 Disponible desde: URL: <http://www.pitt.edu/~neurolab/publications/2002>



- Roberts, D. y cols. “Bilateral proprioceptive defects in patients with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison between patients and healthy individuals”. *Journal of Orthopaedic Research*. 1999; 18(4):565 – 571. Disponible desde: URL: <http://www3.interscience.wiley.com/journal>

- Saavedra M. P. y cols. “Relación entre fuerza muscular y propiocepción de rodilla en sujetos asintomáticos”. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*. Año 2003; 15 (1): 17-23. Disponible desde: URL: <http://www.medigraphic.com/espanol>

- Scavo, M. “Retorno a la competencia luego de la rehabilitación: valoración de la fuerza y la función”. *Educación Física y Deportes*. [Revista en Línea] 2005; 80(10):1. Disponible desde: URL: <http://www.efdeportes.com/efd80/rehab.htm>

- Schoen, D. “The Unstable Shoulder. Research Update”. *Orthopaedic Nursing*. 2004; 23(6): 406-409. Disponible desde: URL: <http://www.orthopaedicnursing.com>

- Schubert, M. y cols. “Visual Kinesthesia and Locomotion in Parkinson’s Disease”. Alemania. *Movement Disorder Society*. 2004; 20(2): 141 - 150. Disponible desde: URL: <http://www3.interscience.wiley.com>

- Sell, T. y cols. “A lack of correlation between static and dynamic measures of postural stability”. *Journal of Athletic Training*. 2008; 16(4), 400-407. Disponible desde: URL: <http://www.pitt.edu/~neurolab/publications/2008/2008.htm>



- Smith, R. y Brunolli, J. “Shoulder kinesthesia after anterior glenohumeral joint dislocation”. American Physical Therapy Association. 1989; 69(2):106-112. Disponible desde: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>

- Tarantino Ruiz F. “Propiocepción: Introducción teórica”. E-Fisioterapia.net [Revista en Línea] 2004; 16(4):1-5. Disponible desde URL:<http://www.efisioterapia.net/articulos>

- Toffin, D. “Perception and Reproduction of Force Direction in the Horizontal Plane” Journal of Neurophysiology. 2003; 90(2): 3040-3053. Disponible desde: URL: <http://jn.physiology.org/cgi/content/full/90/5/3040>

- Tooru, K. y Minoru, Y. “The Time Threshold to Detection of Passive Shoulder External Rotation”. Japan Science and Technology Agency. 1999; 23(2):167-170. Disponible desde: URL: <http://sciencelinks.jp/j-east>

- Ulkar, B. y cols. “Effect of positioning and bracing on passive position sense of shoulder joint”. British Journal Of Sports Medicine. 2004; 38(9):549-552. Disponible desde: URL: <http://pt.wkhealth.com/pt/re/bjism>

- Voight, M. y cols. “The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder Proprioception”. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 1996; 23(6):348. Disponible desde: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites>

“Evaluación funcional propioceptiva de miembros inferiores en deportistas”



- Warner, J., Scott Lephart, P., Fu, F. “Role of Proprioception in Pathoetiology of Shoulder Instability”. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1996; 330(6):35-39.

Disponible desde: URL: <http://www.pitt.edu/~neurolab/publications>

- Won Whee, L. y cols. “Influence of Muscle Fatigue on the Sensing of Force Reproduction in Elbow Flexors”. *Korean Medical Database* 2007; 14(3):16-22.

Disponible desde: URL: <http://kmbase.medic.or.kr/Fulltext/06083/2007-14-3/16-22.pdf>

- Xu, D. y cols. “Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people”. *British Journal Of Sports Medicine*. 2004; 38(1): 50–54. Disponible desde:

URL: <http://pt.wkhealth.com/pt/re/bjasm>



TRABAJOS PRESENTADOS EN CONGRESOS O CONFERENCIAS:

- Vega, J. A.; “Propioceptores articulares y musculares”. En: XII Symposium de la Sociedad Ibérica de Biomecánica, 1998 Noviembre 27-28. Madrid, España. Publicación independiente. Oviedo, España. Año 1999. p. 79-93