

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**

**FACULTAD DE TECNOLOGIA MÉDICA**



**“ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO EN TERAPIA FÍSICA”**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar:**

**EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN TECNOLOGIA MÉDICA EN LA  
CARRERA PROFESIONAL DE TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACION.**

**PRESENTADO POR LA:**

**Bach. Macalupu More, Irene Rocío**

**ASESOR:**

**Mg.ARAKAKI VILLAVICENCIO, José Miguel Akira**

**Lima – Perú**

**Abril - 2018**

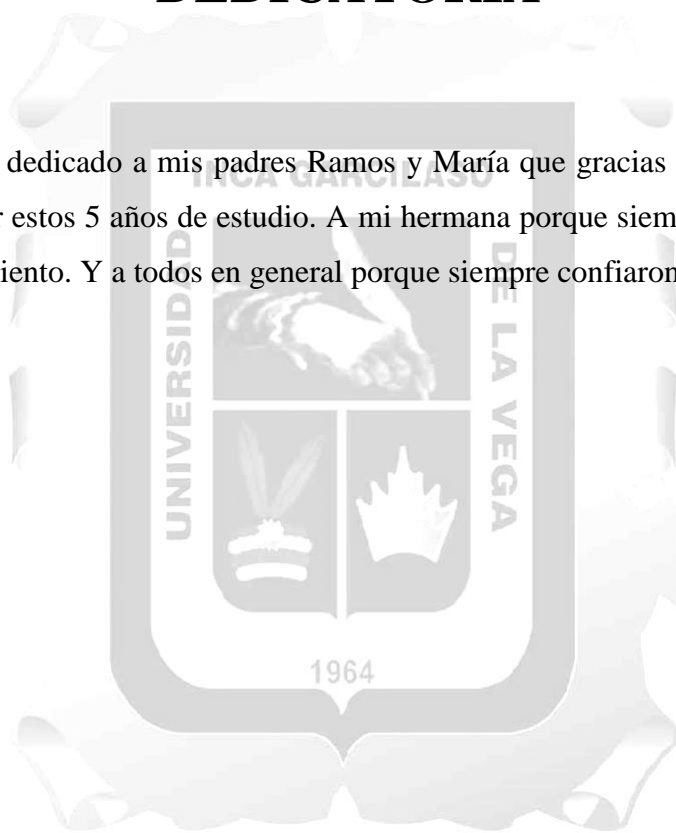


**ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO EN  
TERAPIA FÍSICA**



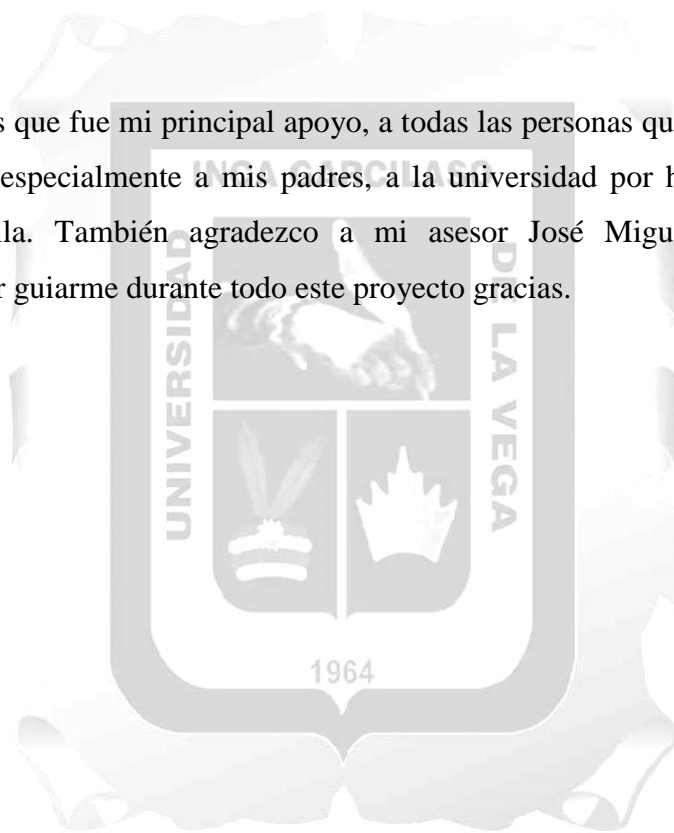
## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mis padres Ramos y María que gracias a sus esfuerzos he logrado culminar estos 5 años de estudio. A mi hermana porque siempre estuvo ahí con una palabra de aliento. Y a todos en general porque siempre confiaron en mí.



## **AGREDECIMIENTO**

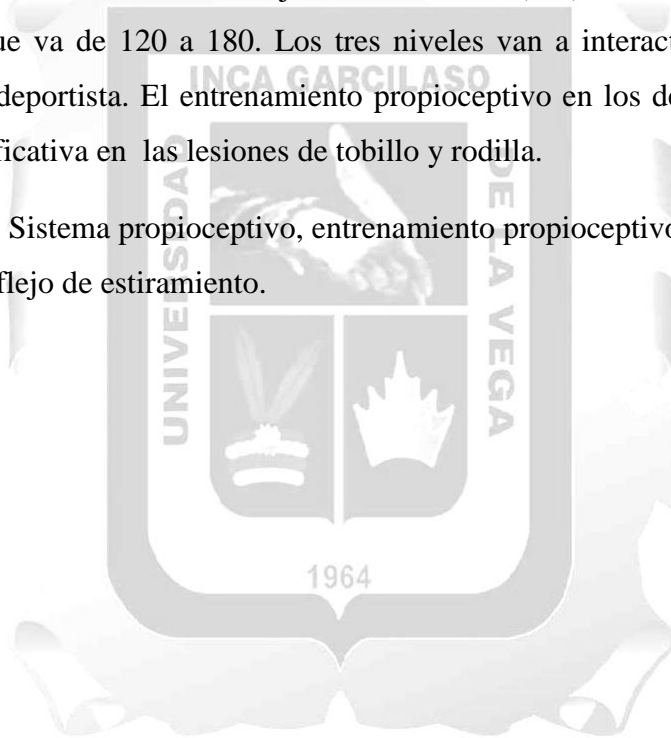
Agradezco a dios que fue mi principal apoyo, a todas las personas que fueron partícipes de este proceso especialmente a mis padres, a la universidad por haberme permitido formarme en ella. También agradezco a mi asesor José Miguel Akira Arakaki Villavicencio por guiarme durante todo este proyecto gracias.



# RESUMEN

El sistema propioceptivo tiene una gran importancia en la vida cotidiana ya que aportan información sobre posición del cuerpo, la elasticidad, la tensión, y los movimientos de las articulaciones. Esto permite que, en todo momento, nuestro organismo sepa exactamente lo que estamos haciendo. Cuando hablamos de entrenamiento propioceptivo estamos hablando de una técnica de mayor rendimiento con el mínimo esfuerzo. En cuanto el nivel de Integración del control motor en el SNC se dice que en el primer nivel de reflejo de estiramiento (M1) su respuesta es más corta ya que va de 30 a 50 ms, en el Segundo nivel de reflejo de estiramiento (M2) es una respuesta más completa que va de 50 a 80 ms, y en el Tercer nivel de reflejo de estiramiento (M3) es la respuesta voluntaria de ciclo largo que va de 120 a 180. Los tres niveles van a interactuar de acuerdo al movimiento del deportista. El entrenamiento propioceptivo en los deportistas, muestra una mejora significativa en las lesiones de tobillo y rodilla.

**Palabras claves:** Sistema propioceptivo, entrenamiento propioceptivo, elasticidad, control motor, reflejo de estiramiento.



# ABSTRACT

The proprioceptive system is of great importance in everyday life as they provide information on body position, elasticity, tension, and joint movements. This allows our body to know exactly what we are doing at all times. When we talk about proprioceptive training we are talking about a technique of greater performance with minimum effort. As for the level of Integration of the motor control in the SNC, it is said that in the first level of stretch reflex (M1) its response is shorter since it ranges from 30 to 50 ms, in the second level of stretch reflex (M2) is a more complete response that goes from 50 to 80 ms, and in the Third level of stretch reflex (M3) it is the voluntary long-cycle response that goes from 120 to 180. The three levels will interact according to the movement of the athlete. Proprioceptive training in athletes shows a significant improvement in ankle and knee injuries.

**Keywords:** Proprioceptive system, proprioceptive training, elasticity, motor control, stretching reflex.



# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DE PROPIOCEPCIÓN.....	2
1.1 DEFINICIÓN DE PROPIOCEPCIÓN .....	2
1.2 ANATOMÍA Y FISIOLÓGÍA DE LA PROPIOCEPCIÓN.....	4
CAPÍTULO II: SISTEMA PROPIOCEPTIVO.....	6
2.1 RECEPTORES .....	7
2.1.1 INTEROCEPTORES .....	7
2.1.2 EXTEROCEPTORES.....	7
2.2 TIPOS DE PROPIOCEPTORES.....	10
2.2.1 RECEPTORES VESTIBULARES .....	10
2.2.2 RECEPTORES (SENTIDO CINESTÉSICO).....	10
CAPÍTULO III: PROPIOCEPTORES.....	12
3.1 HUSOS NEUROMUSCULARES.....	12
3.2 ÓRGANO TENDINOSO DE GOLGI.....	13
3.3 PROPIOCEPTORES ARTICULARES.....	13
3.3.1 RECEPTORES TIPO I.....	14
3.4 PROPIOCEPTORES VESTIBULARES:.....	15
3.5 OTROS PROPIOCEPTORES SENSITIVOS EN EL CUERPO HUMANO.....	16
CAPITULO IV: INTEGRACIÓN DEL CONTROL MOTOR EN EL SNC.....	17
4.1 PRIMER NIVEL DE INTERACCIÓN: EL REFLEJO M1.....	19
4.2 SEGUNDO NIVEL DE INTEGRACIÓN: EL REFLEJO M2.....	21
4.3 TERCER NIVEL DE INTEGRACIÓN: EL VOLUNTARIO RESPUESTA EN TIEMPO DE REACCIÓN M3.....	27
4.4 FORMAS DE DIAGNÓSTICO DEL CONTROL PROPIOCEPTIVO.....	37
4.5 EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ALTERACIONES PROPIOCEPTIVAS.....	38



CAPITULO V: ENTRENAMIENTO PROPICEPTIVO EN DEPORTISTAS. ....	39
5.1 BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.....	40
5.2 EL DEPORTISTA REGULA SUS EJECUCIONES TÉCNICAS GRACIAS A LAS SENSACIONES PROPIOCEPTIVAS.....	41
5.3 PROGRAMA DE EJERCICIO DE ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO. ..	41
5.3.1 FASE I: ESTABILIZACIÓN ESTÁTICA (CADENA CERRADA DE CARGA / DESCARGA).....	42
5.3.2 FASE II: ESTABILIZACIÓN TRANSICIONAL (MOTIVO CONTROLADO CONSCIENTE SIN IMPACTO). ....	45
5.3.3 FASE III: ESTABILIZACIÓN DINÁMICA (CONTROL INCONSCIENTE / CARGA). ....	51
CAPÍTULO VI: EVIDENCIA CIENTÍFICA RELACIONADA AL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO .....	53
CONCLUSIONES .....	58
BIBLIOGRAFÍA .....	60
ANEXO 1.....	71
ANEXO 2.....	723
ANEXO 3.....	734
ANEXO 4.....	745
ANEXO 5.....	756
ANEXO 6.....	767
ANEXO 7.....	768
ANEXO 8.....	79
ANEXO 9.....	80
ANEXO 10.....	801
ANEXO 11.....	812
ANEXO 12.....	823

# INTRODUCCIÓN

En todo el mundo la población práctica deportes por distintos motivos, ya sea por interés, la relajación, la salud o el entrenamiento corporal. Cada vez es más gente la que ha incluido el deporte en su vida cotidiana y por ello es más grande la incidencia de lesiones deportivas. Una lesión deportiva causa dolor e invalidez para seguir con la práctica habitual, así como dependencia médica.

Las lesiones de rodilla, tobillo u hombro a menudo causan alteraciones propioceptivas y disfunciones neuromusculares a largo plazo. Su causa más frecuente es la destrucción, parcial o completa, de estructuras ligamentosas y articulares. Esto causa una alteración en la recepción e interpretación, tanto de estímulos internos como externos, desembocando en déficits de control postural, fuerza muscular y disminución del tiempo de reacción. Con el objetivo de mejorar todos estos parámetros, realizaremos el entrenamiento propioceptivo y las habilidades neuromusculares con la rehabilitación.

La propiocepción es la capacidad que posee el organismo para situarse en el espacio y percibir movimientos. Es un proceso neuromuscular complejo. Se ocupa de la conciencia interna de la posición del cuerpo y el movimiento. Es de vital importancia tener en cuenta la velocidad y la fuerza con el que se realiza el movimiento ya que esta juega un papel fundamental en la estabilidad articular. Por lo tanto, la reeducación propioceptiva consiste en que el organismo sea capaz de ejecutar una respuesta precisa y coordinada ante movimientos imprevistos, a través de la estimulación de los receptores nerviosos ya existentes.

El entrenamiento propioceptivo hace que llegue la información a los receptores, los receptores pasan la información a la medula hasta llegar al núcleo más importante a tener en cuenta en el SNC, el hipotálamo. El Tálamo se encarga de filtrar los estímulos sensoriales. Uno de los estímulos que llega es la propiocepción, pero también llega la visión y el dolor. A la hora de realizar el entrenamiento propioceptivo correctamente es indispensable evitar que pasen por el Tálamo otros estímulos que no sean de propiocepción.

# **CAPÍTULO I: DEFINICIÓN DE PROPIOCEPCIÓN.**

El término propiocepción deriva del latín, “proprius” (pertenece a uno mismo), y “cepción” (percibir). Fue introducido por Charles Scott Sherrington en 1906, por el Premio Nobel de Fisiología-Medicina 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. La propiocepción es uno de los sentidos somáticos más importantes. Los sentidos somáticos son funciones del sistema nervioso que recorren información sensorial pero que no son ninguno de los sentidos especiales (vista, oído, gusto, tacto, olfato y sentido vestibular. (1)

## **1.1 DEFINICIÓN DE PROPIOCEPCIÓN:**

Es la capacidad del cuerpo de detectar el movimiento y posición de las articulaciones. Es importante en los movimientos comunes que realizamos diariamente y, especialmente, en los movimientos deportivos que requieren una coordinación especial. 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, cómo no, a compensar la pérdida de sensaciones ocasionada tras una lesión articular para evitar el riesgo de que ésta se vuelva a producir. La propiocepción ocurre por una compleja integración de impulsos somato sensoriales (conscientes e inconscientes) los cuales se transmiten por medio de mecanorreceptores, permitiendo el control neuromuscular de parte del atleta. A partir de esta definición, entendemos que la propiocepción hace referencia a la capacidad del cuerpo para detectar el movimiento y posición de las articulaciones. Es importante en los movimientos que realizamos a diario, como caminar, pero es importante especialmente en los movimientos deportivos que requieren un mayor nivel de coordinación. (2)

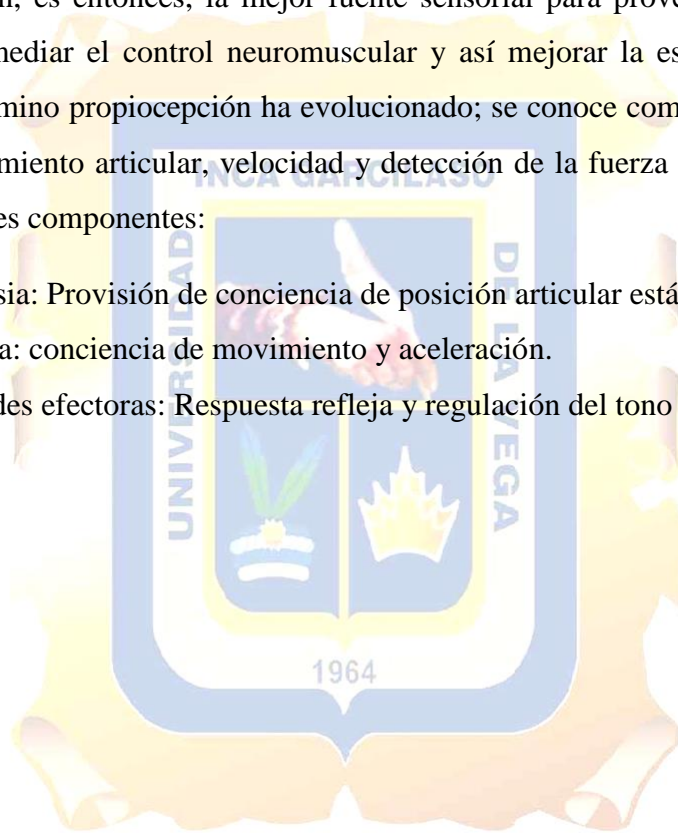
No obstante, la propiocepción mantiene la estabilidad articular bajo condiciones dinámicas, proporcionando el control del movimiento deseado y la estabilidad articular, mediante la coordinación y la coactivación muscular (agonistas-antagonistas). El sistema propioceptivo capta información desde los mecanorreceptores situados en los músculos, articulaciones, ligamentos y a nivel cutáneo. Para Saavedra, en el 2003, la propiocepción

depende de los estímulos sensoriales tales como: visual, auditivo, vestibular, receptores cutáneos, articulares y musculares. (3)

La reeducación propioceptiva tiene como objetivo desarrollar la protección conjunta a través del condicionamiento y la formación reflexiva, una de las últimas etapas de todo el proceso de rehabilitación y fundamental en la recuperación funcional. Dado que los estudios muestran que la inestabilidad y el desequilibrio están relacionados con este tipo de formación y son condiciones indispensables con el fin de tener la activación de los propioceptores. (4)

La propiocepción, es entonces, la mejor fuente sensorial para proveer la información necesaria para mediar el control neuromuscular y así mejorar la estabilidad articular funcional. 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. Estatesesia: Provisión de conciencia de posición articular estática.
- b. Cinestesia: conciencia de movimiento y aceleración.
- c. Actividades efectoras: Respuesta refleja y regulación del tono muscular. (5)



## 1.2 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DE LA PROPIOCEPCIÓN

La propiocepción depende de estímulos sensoriales provenientes de los sistemas visual, auditivo y vestibular, de los receptores cutáneos, articulares y musculares, que son responsables de traducir eventos mecánicos ocurridos en los tejidos en señales neurológicas. 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 ella. (6)

La propiocepción ha sido caracterizada como una variación especializada del tacto, la cual incluye la habilidad para detectar tanto la posición como el movimiento articular. Realmente ocurre por una compleja integración de impulsos somato sensoriales (conscientes e inconscientes) los cuales se transmiten por medio de mecanorreceptores, permitiendo el control neuromuscular de parte del atleta. La información propioceptiva es conducida al sistema nervioso central a través de una vía consciente y una vía inconsciente. La consciente alcanza la corteza sensitiva parietal. La inconsciente lleva la información al cerebelo. El cerebelo controla los movimientos del cuerpo. Desde el cerebelo salen tres vías aferentes que intervienen en el control del equilibrio y mantenimiento de la postura. (7)

El papel del cerebelo es conocer en cada momento las posiciones de cada parte del cuerpo, así como la dirección y velocidad de los movimientos. Aunque el mecanismo de retroalimentación (feedback) ha sido considerado tradicionalmente el mecanismo primario de control neuromuscular, el mecanismo de anticipación 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 un constructo interno para la estabilidad articular es desarrollado 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 pre programado que permitan lograr los resultados deseados. (8)

Precisamente esa importancia del feedback, como elemento exteroceptivo que ayuda a corregir los movimientos, y a reconocer los estímulos propioceptivos gracias a su asociación con estos, es la que nos ha llevado a utilizar dicho elemento en nuestra intervención. (9)

Este incremento de información exteroceptiva, gracias al feedback, ya ha sido utilizado en el control postural en personas mayores. En deportistas también se ha utilizado para: el control postural, (10) el aprendizaje del vóley, del fútbol o del baloncesto y otros deportes de siendo recomendable para la mejora de los tiempos de reacción. (11)

## **CAPÍTULO II: SISTEMA PROPIOCEPTIVO.**

Hay unas estructuras del sistema nervioso periférico que también intervienen en la propiocepción, estas son: neuronas sensitivas, fibras sensitivas y los mecanorreceptores. Algunos mecanorreceptores son considerados también propioceptores. Podemos decir entonces que la propiocepción es un proceso muy rápido y reflejo, y es posible entrenar el sistema sensorio motor o propioceptivo para producir respuestas más rápidas y coordinadas ante cargas o movimientos imprevistos de las articulaciones. (12)

El sistema propioceptivo consta de una serie de elementos denominados propioceptores que nos aportan información relacionada con la posición del cuerpo, la tensión y la elasticidad muscular y el movimiento de las articulaciones. (12)

Los propioceptores situados en los músculos y tendones informan acerca del grado de contracción muscular, de tensión y posición de las articulaciones. El oído interno nos da a conocer la orientación de la cabeza en relación con el suelo, tanto en movimiento como parado y otros que nos proporcionan el resto de propioceptores que tenemos en el cuerpo, el ser humano sabe en cada momento en la posición en la que se encuentra y dónde tiene cada miembro.(13)

La propiocepción es el que:

1. informa al organismo de la posición de los músculos, es la capacidad de sentir la posición relativa de partes corporales contiguas.
2. La propiocepción regula la dirección y rango de movimiento.
3. Permite reacciones y respuestas automáticas.
4. interviene en el desarrollo del esquema corporal y en la relación de éste con el espacio, sustentando la acción motora planificada.
5. Otras funciones en las que actúa con más autonomía son el control del equilibrio, la coordinación de ambos lados del cuerpo, el mantenimiento del nivel de alerta del sistema nervioso central y la influencia en el desarrollo emocional y del comportamiento. (13)

## **2.1 RECEPTORES.**

### 2.1.1 INTEROCEPTORES:

Los interoceptores se encuentran en el ambiente interno del cuerpo:

Proveen información sobre el estado de funcionamiento de los órganos internos, no asociados con el responsable del control del movimiento. Sin embargo, estos receptores sí transmiten información sobre el sentimiento interno del individuo (Ejemplo: nerviosismo), lo cual puede, indirectamente, y algunas veces directamente, influenciar el comportamiento. (14)

Receptores situados en los órganos internos:

- Corazón, vasos sanguíneos.
- Pulmones.
- Tubo gastrointestinal. (14)

### 2.1.2 EXTERORECEPTORES:

Responden a estímulos: Originados fuera del cuerpo.

Proveen información del ambiente que no está directamente en contacto con el cuerpo. No quisiera finalizar este apartado sin referirme a ellos, puesto que son los encargados de recibir las sensaciones que provienen del exterior, tales como el tacto, el dolor, la temperatura, la visión y la audición. Aquí distinguiremos tres grandes tipos de información, que podrán ser de utilidad: visual, auditiva y táctil. (15)

Importancia:

- La mayoría de los movimientos de alta destreza comunes en los deportes y situaciones cotidianas dependen de la información visual.
- La visión también puede proveer valiosa información sobre el grado de éxito de una respuesta (Ejemplo: la ubicación final de un tiro de flecha en la meta).
- La visión es crucial para la preparación, ejecución y evaluación de un movimiento. (15)

#### 2.1.2.1 INFORMACIÓN VISUAL.



La vista es capaz de modular la actividad motriz e interpretar la imagen. Por lo tanto, el control visual es indispensable en la realización de gestos precisos o complejos, ya que tiene la capacidad de anticipar respuestas motrices mediante el análisis de la situación. La información visual también contribuye al mantenimiento del equilibrio por la tensión relativa entre los músculos óculo-motores que actúan sobre las moto neuronas inervando los músculos de la nuca. Esto provoca, una reacción protectora ante un peligro o ante la posibilidad de una caída. Como antes señalaba para los propioceptores vestibulares, cuando un individuo, trabaja con los ojos cerrados sobre un plano móvil, pierde la posibilidad de utilizar, sus reacciones ópticas y debe superar este déficit, utilizando otros sistemas de equilibrio. (16)

Tipos de percepciones visuales:

- Agudeza visual.
- Profundidad en la percepción.
- Seguimiento/rastreo.
- Percepción del color.
- Percepción de las figuras en el terreno.

#### 2.1.2.2 INFORMACIÓN AUDITIVA.

Esta información carece de importancia en la recuperación de las EEII, pero diré que la percepción auditiva modula la actividad motriz, debido al reconocimiento del sonido y de su intensidad. (17)

**Función:** Responsable para la detección de sonido y la transmisión de estímulos en códigos neurales que provea información sobre el tono e intensidad (Ejemplo cuán alto el volumen del sonido). (18)

**Importancia:** Escuchar con precisión le permite al ejecutante determinar de manera efectiva específicamente está ocurriendo en el ambiente que no puede ser suministrado a través de sistema visual (Ejemplo: escuchar los pasos de un atleta que se está acercando). (19)

#### 2.1.2.3 INFORMACIÓN TÁCTIL.

La piel detecta las diferencias de presión en un punto determinado y las variaciones térmicas y topográficas de este punto. En la piel existen tres tipos de receptores cutáneos de naturaleza variable, y que dependen del tipo de sensibilidad que detectan. Estos son: mecanorreceptor, termorreceptor y nociceptores. Al igual que los propioceptores articulares, la concentración de los mecanorreceptores contenidos en la piel, en el tejido subcutáneo y en los músculos disminuyen con las inmovilizaciones. (20)

También las informaciones captadas por los receptores cutáneos plantares, están disminuidas al llevar zapatos. Como curiosidad añadiré, que las contenciones elásticas en rodilla, tobillo, etc. Cumplen una acción de seguridad y un control exteroceptivo basado en la tensión cutánea. Esta compresión permanente de la cápsula mantiene las aferencias en actividad y de esta forma, la tensión muscular alrededor de la articulación está elevada. Como resultado, se obtiene una sensación de buena puesta en guardia. (21)

- Tipos: Corpúsculos Meissner, entre otros.
- Localización: Piel y pelo.
- Estimulación/activación: Presión, tacto sobre la piel.

Función:

- Proveen información sobre un estímulo que se encuentra directamente en contacto con la piel.
- Proveen información relevante sobre presión, calor y dolor.
- Proveen información sobre estímulos relevantes así como el ambiente dentro del cual la ejecutoría se lleva a cabo.

Corpúsculos del tacto (corpúsculos de Meissner): Detección del movimiento en contra de la piel.

- Terminaciones nerviosas libres: Detección de los cambios de temperatura; responden a traumatismos en la piel (receptores de dolor).
- Plexo de raíces del pelo: Detección de los movimientos del pelo.

- Corpúsculos lamelados (corpúsculos de Pacinni): Detección de la presión profunda y vibración de alta frecuencia.
- Órganos de Ruffini: Detección de presión profunda, estiramiento.
- Bulbos de Krause: Detección de la presión ligera, vibración de baja frecuencia.

Los propioceptores son responsables de la recopilación de información acerca de los cambios de posición y de la velocidad angular de una articulación. Durante la práctica deportiva se producen infinidad de cambios de dirección y de posición que solicitarán los mecanismos propioceptores del deportista. Estos propioceptores se encuentran en las articulaciones y alrededor de las mismas. (22)

## **2.2 TIPOS DE PROPIOCEPTORES:**

### **2.2.1 RECEPTORES VESTIBULARES.**

Los receptores vestibulares son acelerómetros, miden la aceleración con que nos movemos, cuando después de un tiempo la aceleración se mantiene constante (más de 30 segundos), la endolinfa alcanza la velocidad de los canales óseos y deja de flexionar la cúpula, entonces los receptores de los canales dejan de dar información de aceleración al sistema y regresan a su tono de base. Si, en cambio, la persona ha girado y sigue girando aumentando la velocidad cada vez más, el sistema seguirá de flexionado y cuando el movimiento repentinamente cese, la deflexión será en sentido inverso porque nuevamente la endolinfa se estará moviendo a un ritmo diferente al de la estructura ósea, ya que continua con su inercia de movimiento. (23)

### **2.2.2 RECEPTORES (SENTIDO CINESTÉSICO).**

Localización:

- Oído medio.
- Músculos esqueléticos.

- Tendones y tejido conectivo.
- Cápsulas sinoviales de las articulaciones.

Función:

- Envían información a través de las fibras nerviosas sensitivas hacia las áreas del cerebro para su percepción y posterior toma de decisión. (24)

### **2.2.2.1 RECEPTORES CINESTESICOS.**

Localización:

- Tejido muscular.
- Tejido conectivo.
- Articulaciones.

Función: Suministran información sobre el movimiento de nuestras extremidades y cuerpo en el espacio. (25)



## **CAPÍTULO III: PROPIOCEPTORES.**

Función:

Proveer información a regiones conscientes e inconscientes del SNC sobre:

- Estado físico dinámica músculos esqueléticos.
- Posición Y movimiento de las extremidades, músculos esqueléticos y articulaciones. (26)

### **3.1 HUSOS NEUROMUSCULARES.**

Están colocados en paralelo y son activados por estiramientos breves y de escasa intensidad. Esta activación entraña un aumento rápido del tono. La información captada será conducida al centro nervioso, que a su vez provocará la excitación de las motoneuronas del músculo estirado y por tanto, su contracción. En un programa motor, esta acción juega un papel fundamental, por la rapidez de puesta en acción. Es lo que se denomina, inervación recíproca. Un claro ejemplo lo tenemos en el control de las oscilaciones antero-posteriores, de la posición erecta. Este control es debido en gran parte, al estiramiento sucesivo de la musculatura antero-posterior de las piernas. (27)

Por lo tanto, el ajuste postura rápido es una de las funciones que desempeñan los husos neuromusculares y la información de estos es conducida hacia los centros de integración superior, donde participan en la elaboración de la imagen cenestésica global, y a menos de que exista una inhibición, es necesario saber, que los husos neuromusculares nunca están en silencio. (28)

Por otro lado, siempre tendremos en cuenta, que los husos neuromusculares, tienen captadores estáticos y dinámicos, que trabajan constantemente en sociedad con los receptores articulares. Los dos sistemas son complementarios y por este motivo durante la recuperación funcional, se utilizarán invariablemente dos aspectos: la posición articular y la puesta en tensión muscular. (29)

### **3.2 ÓRGANO TENDINOSO DE GOLGI.**

Su actividad se desencadena cuando el desplazamiento es de más fuerte intensidad y duración. Esto provoca, por un lado, la inhibición del músculo elongado y de sus sinergias, mientras que por otro lado, facilita a sus antagonistas, que defenderán a los primeros en peligro. Los cuerpos tendinosos de Golgi no participan en la elaboración de la imagen cinestésica. Por lo tanto, la puesta en juego del sistema anteriormente expuesto, depende siempre de 3 parámetros: la intensidad, la duración y la rapidez de la elongación provocada en el músculo. (30)

### **3.3 PROPIOCEPTORES ARTICULARES.**

Los receptores propioceptivos situados en las estructuras capsulo-ligamentosas de las articulaciones no sólo son medios de contención articular, sino que a su vez son órganos sensibles, capaces de informar a nuestro organismo, sobre su posición y sobre sus movimientos. Debemos tener en cuenta que la ruptura permanente o la distensión de los frenos articulares (constituidos por los ligamentos), se acompaña siempre de una lesión en los elementos sensitivos de la articulación, donde la reparación espera aleatoriamente, con información errónea, a que alguien en algún momento ponga las condiciones necesarias para recuperarlos. (31)

Los receptores articulares son elementos sensitivos que a cada instante codifican y emiten señales destinadas a centros superiores, determinando la posición articular, la dirección, la fuerza, la rapidez y la amplitud del movimiento articular. En el caso de que exista una lesión, nos encontramos entonces en presencia de una verdadera des aferencia en la articulación, ya que toda lesión, provoca una emisión de informaciones falseadas a partir de los mecanorreceptores articulares, debido a que el número de receptores disminuye y las respuestas emitidas, frecuentemente son erróneas. (32)

La cápsula y los ligamentos poseen cuatro tipos de receptores:

### 3.3.1 RECEPTORES TIPO I.

Se encuentran en las cápsulas articulares, sobre todo en las capas superficiales. Son activos a la vez en reposo y durante el movimiento, tienen un umbral de activación bajo y se adaptan lentamente. Estos receptores envían a la vez mensajes estáticos y dinámicos. La proyección sobre el córtex parietal de las aferencias del Tipo 1, es muy importante debido a que nos sirven para percibir y utilizar las sensaciones cinestésicas de los receptores articulares de origen cervical, y sus proyecciones intraespinosas permiten contribuir al control de la actitud y de los movimientos del cuello. Estas aferencias además, se combinan con los movimientos del oído interno, para controlar la actividad muscular anti gravedad. Es fácil comprender que cuando la cabeza no puede desplazarse normalmente, la repercusión motriz es más grave de lo dicho en la teoría. (Con un collarín podemos observar un comportamiento motor anormal, que proviene de la perturbación sensitiva inducida a nivel del cuello). (33)

### 3.3.2 RECEPTORES TIPO II.

Se encuentran en las cápsulas articulares, particularmente en las capas profundas. Estos receptores, concentrados sobre todo lateralmente, son muy numerosos en las articulaciones distales (muñeca y tobillo), y son activos al inicio y al final del movimiento. Para estas articulaciones los receptores son tipo “*on-off*”, significa que envían señales, al principio y al final del movimiento. Resulta un medio de transmisión muy rápido, pero menos fino. (34)

### 3.3.3 RECEPTORES TIPO III.

Se encuentran en mayor número, en los ligamentos laterales de las articulaciones periféricas, en las articulaciones interfacetarias de la columna, y en los ligamentos longitudinales e interespinosos de la columna. No se encuentran en el cuello. Están inactivos cuando la articulación está en reposo y sólo responden a la movilización o a la tracción longitudinal. (35)

### 3.3.4 RECEPTORES TIPO IV.

Estos receptores no deben estimularse jamás. Tan sólo son activados por el dolor, envían exclusivamente mensajes nociocéptivos, y son el origen de sensaciones álgicas producidas por fenómenos mecánicos o químicos. Normalmente están inactivos y contribuyen en gran parte a la sensación de impotencia que en ocasiones siente en su articulación un paciente, tras un movimiento doloroso. Algo que hay que tener siempre en cuenta, es que la disminución del arco articular o la inmovilización de una articulación entraña obligatoriamente un empobrecimiento del tapizado de la cápsula por los receptores, y éstos, menos numerosos, enviarán señales menos claras y distorsionadas. (36)

### 3.4 PROPIOCEPTORES VESTIBULARES:

El vestíbulo es un órgano situado en el oído interno y comprende dos tipos de receptores:

#### 3.4.1 UN RECEPTOR ESTÁTICO.

Sensible a las posiciones mantenidas por mucho tiempo de la cabeza.

#### 3.4.2 UN RECEPTOR DINÁMICO.

Los canales semicirculares, sensibles a los desplazamientos de la cabeza en el espacio. El laberinto, está situado en el oído interno nos enseña la posición y los desplazamientos de la cabeza en los tres planos del espacio. El sistema de canales semicirculares orientados en esos tres planos constituye un receptor de aceleración, mientras que el utrículo y el sáculo forman un receptor estático, sensible a las posiciones mantenidas por mucho tiempo de la cabeza. Por lo tanto, la reacción de reequilibrio es a la vez un reflejo (reacción de protección a la caída, de origen articular y muscular), y un automatismo (reacción de origen laberíntico). Participando los dos conjuntamente en la evitación de la caída. Debo señalar que, en los tobillos, existen unos mecanorreceptores articulares, que funcionan con señales vestibulares. (37)

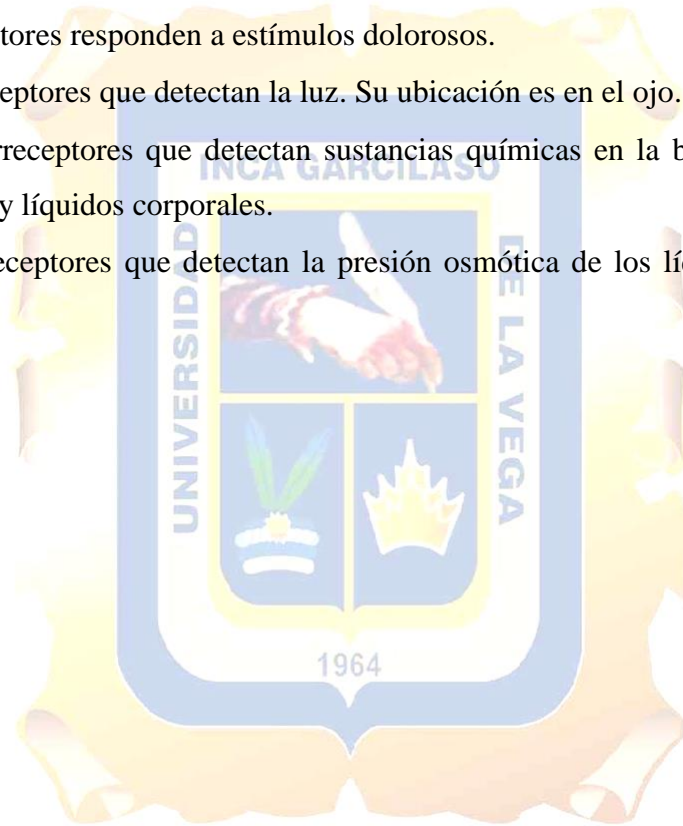
Por último y como dato muy importante de este apartado, cuando un sujeto está sobre una plataforma no móvil puede pasar de las aferencias vestibulares y visuales, pero



cuando la superficie de apoyo es móvil, la visión y las señales vestibulares, son indispensables. (38)

### **3.5 OTROS PROPIOCEPTORES SENSITIVOS EN EL CUERPO HUMANO.**

- Los mecanorreceptores son sensibles a estímulos mecánicos como la deformación o el estiramiento. Las sensaciones del tacto, son: la presión, vibración, propiocepción, audición y equilibrio.
  - Termorreceptores que detectan cambios de temperatura.
  - Nociceptores responden a estímulos dolorosos.
  - Foto receptores que detectan la luz. Su ubicación es en el ojo.
  - Quimiorreceptores que detectan sustancias químicas en la boca (gusto), nariz (olfato) y líquidos corporales.
  - Osmorreceptores que detectan la presión osmótica de los líquidos corporales.
- (39)



## **CAPITULO IV: INTEGRACIÓN DEL CONTROL MOTOR EN EL SNC.**

El control motor es la información sensorial precisa sobre las condiciones ambientales externas e internas del cuerpo. Durante el comportamiento dirigido a un objetivo, como levantar una caja mientras camina, se deben tomar medidas para adaptar el programa motor, para los cambios que ocurren en el entorno externo (terreno desigual) y el ambiente interno (cambio en el centro de masa debido a la carga). Estas disposiciones son estimuladas por desencadenantes sensoriales que ocurren tanto en la retroalimentación (detección de mecanorreceptor de la superficie de soporte alterada) como en la alimentación (anticipación del cambio en el centro de masa de la experiencia previa). Aunque parte de la información aferente puede ser redundante en las 3 fuentes sensoriales (somato sensorial, visual, vestibular), se asocian roles únicos específicos con cada fuente que pueden no ser completamente compensados por las otras fuentes sensoriales. Por ejemplo, que se ha demostrado que está parcialmente compensado por información visual. (40)

El papel de la información propioceptiva en el control motor se puede separar en 2 categorías: La primera categoría implica el papel de la propiocepción con respecto al entorno externo. Los programas motores a menudo tienen que ajustarse para adaptarse a las perturbaciones o cambios inesperados en el entorno externo. Aunque la fuente de información se asocia en gran medida con la información visual, existen muchas circunstancias en las que la información propioceptiva es la más rápida o la más precisa, o ambas. En el ejemplo anterior, se requirió la modificación del programa del control motor para caminar en respuesta a la superficie de soporte irregular. Si la vista de la persona se fijó en la caja para que la recogieran, es posible que no haya notado visualmente la superficie de soporte irregular. Además de las alteraciones en los receptores cutáneos plantares, los mecanorreceptores musculares y articulares habrían informado el grado de posición alterada de la articulación del tobillo y estimularían la modificación del programa motor requerida. (41)

La planificación de movimientos también requiere atención a las limitaciones ambientales. Esto es especialmente cierto con respecto a la selección de estrategias para el mantenimiento del control postural. Por ejemplo: la detección sensorial de una barandilla inestable a partir de señales periféricas (cinestesia, cambio de posición de las

articulaciones) alteraría el programa motor utilizado para evitar caer en una escalera resbaladiza. Durante las etapas de planificación de un movimiento, las imágenes visuales se utilizan para crear un modelo del entorno en el que se producirá el movimiento. La propiocepción se ha descrito como esencial durante la ejecución del movimiento para actualizar los comandos de previsión derivados de la imagen visual. (42)

La segunda categoría de papeles que la información propioceptiva desempeña en el control del motor se encuentra en la planificación y modificación de los comandos del motor generados internamente. El sistema de control del motor debe considerar las posiciones actuales y cambiantes de las articulaciones involucradas para tener en cuenta las interacciones mecánicas complejas dentro de los componentes del sistema musculoesquelético. La propiocepción mejora la información de movimiento y posición segmentaria necesaria al sistema de control del motor. En la situación de una articulación única moviéndose a través de un arco de  $10^\circ$  de movimiento, la fuerza muscular precisa requerida para realizar la tarea depende del ángulo de la articulación. Como uno puede suponer, la tarea de determinar cuánta tensión en un músculo se requiere para un movimiento se vuelve extremadamente compleja e importante con movimientos que involucran varias articulaciones. Acompañando cada cambio angular en la posición de la articulación hay cambios en las ventajas mecánicas asociadas con todos los músculos que atraviesan la articulación. Muchas tareas implican una secuencia de movimientos articulares superpuestos. El sistema de control motor debe considerar los movimientos múltiples que se producen como una función directa de la activación muscular e indirectamente de la dinámica intersegmental (movimiento de una articulación que induce el movimiento de otra). La propiocepción proporciona mucha de la información requerida para resolver todos estos problemas de movimiento. (43)

Ya se ha establecido que la información del SNC proporcionada por el mecanorreceptor periférico y los receptores visuales y vestibulares están integrados por el SNC para generar un motor respuesta. (44) Además de las muchas modificaciones conscientes que se pueden realizar durante el movimiento está en progreso, ciertas conexiones neuronales dentro del SNC contribuyen a la modificación o movimientos en progreso al proporcionar información sensorial a nivel subconsciente.

El programa debe ser hiperestimular los receptores articulares y musculares para alentar descarga máxima a los respectivos niveles del SNC. (45)

#### **4.1 PRIMER NIVEL DE INTERACCIÓN: EL REFLEJO M1.**

Cuando se produce una carga inesperada, la primera respuesta muscular reactiva es una explosión de la actividad de EMG ocurre entre 30 y 50 milisegundos. Las otras formas de los mecanorreceptores hacen sinapsis con las interneuronas espinales y producen una acción o inhibición de las neuronas motoras. (46) El reflejo de estiramiento monosináptico o reflejo M1 es uno de los más rápidos que experimenta el control subyacente de las extremidades. La latencia o el tiempo de la respuesta son muy corta porque involucra solo 1 sinapsis y la información tiene una distancia relativamente corta para viajar. Desgraciadamente, la respuesta muscular es breve y no da como resultado mucha contracción adicional del músculo. El reflejo de estiramiento monosináptico M1 se pone en juego más de una vez cuando se necesitan ajustes minuciosos en la longitud del músculo. Antes de eso, este mecanismo es responsable de regular el control motor o patrones antagónicos y sinérgicos o contracción muscular. (47) Estos ajustes son necesarios cuando existe una desalineación entre los músculos previstos, longitud y longitud real del músculo. En la desalineación es más probable que ocurra en situaciones donde las fuerzas inesperadas se aplican a la extremidad o el músculo se comienza a fatigar. El alargamiento involuntario e indeseable de los músculos de una articulación es durante condiciones o estrés anormal, el ciclo corto M1 debe proporcionar o re expandir el músculo para evitar que ocurra una lesión. El reflejo de estiramiento monosináptico M1 ocurre a nivel inconsciente y no es afectado por factores externos. Estas respuestas pueden ocurrir simultáneamente para controlar posición y postura de la extremidad ya que ocurren al mismo tiempo, están en paralelo, son subconscientes y no tienen interferencia cortical, no requieren atención y son por lo tanto automáticos. (48)

Hay 2 repeticiones cortas importantes que actúan en el cuerpo: el reflejo de estiramiento y el circuito reflejo gamma. El reflejo de estiramiento activa cuando la longitud de la fibra muscular extrafusar se altera, causando las terminaciones sensoriales dentro del eje muscular para ser mecánicamente diseñado. Una vez dominadas, estas terminaciones sensoriales reenvían al nervio impulsos, a la médula espinal a través de una neurona sensorial localizada justo afuera de la médula espinal. La información se envía esencialmente a 2 lugares: a las neuronas motoras alfa en el mismo músculo y hacia arriba a las diversas regiones sensoriales en la corteza cerebral. Tan pronto como estos impulsos

alcanzan la médula espinal, se transfieren a un motor alfa neuronas que inervan el mismo músculo que alberga los husos musculares activados. El tiempo del estiramiento inicial, hasta que aumentan las fibras extra fúsales en su inervación es de aproximadamente 30 a 40 milisegundos en humanos. (49) El huso muscular cesa cuando el músculo se contrae, porque las fibras del huso, que están paralelas a las fibras extra fusuales, regresen a su longitud original. Es a través de la operación de este por ejemplo: podemos alterar continuamente el tono muscular y / o hacer ajustes sutiles en longitud muscular durante el movimiento. Estos últimos ajustes pueden ser en respuesta a factores externos que producen cargas inesperadas en las extremidades móviles. (50)

Considere, por ejemplo: ¿Qué sucede cuando se aplica una carga adicional a un la extremidad ya cargada se mantiene en una posición determinada en el espacio? (51) Los músculos de la extremidad se establecen en una longitud determinada, y las neuronas motoras alfa son anillo para mantener la posición deseada de las extremidades a pesar de la carga y la gravedad. Ahora se agrega una carga adicional al término de la extremidad, lo que hace que los músculos se alarguen a medida que la extremidad se cae, se está estirando o las fibras musculares extra fusuales producen un estiramiento casi simultáneo del músculo, que luego pasa y envía señales a la médula espinal y las neuronas motoras alfa que sirven al mismo músculo, causando que los músculos de la extremidad caída se contraigan más, y la extremidad se restaura a su posición anterior. (52)

La información visual para el estímulo o carga también conduciría a un aumento de la contracción en la extremidad adyacente, pero iniciando la corrección la respuesta conscientemente implicaría retrasos considerablemente más largos porque adicionalmente el procesamiento es a nivel cortical. El tiempo de respuesta de estiramiento monosináptico (M1) es de ciclo corto, dentro de 30 a 50 milisegundos. (53) Las correcciones basadas en la vista involucraron retrasos en el orden de 150 a 200 milisegundos. Dado que la corrección rápida es necesaria o prevención de lesiones, es importante que estas vías de retorno de ciclo cortó sean disponible. (54)

Los husos musculares también juegan un papel importante en el control y la modificación del movimiento en virtud de su participación en un ciclo espinal conocido como el circuito reflejo gamma. La neurona motora alfa envía la información que recibe a los músculos involucrados en los movimientos. La neurona motora gamma envía la misma información de vuelta al eje muscular, que puede ser estimulado para comenzar a sonar

en sus extremos polares. La inervación independiente del eje muscular por la neurona motora gamma se piensa que es importante durante las contracciones musculares cuando las fibras intramusculares o el huso normalmente están laxos. La activación gamma del huso muscular da como resultado el estiramiento de las intrafusales a pesar de que las fibras extrafusales se están contrayendo. En esencia, el sistema gamma toma hasta la holgura en el huso causada por la contracción muscular, haciendo correcciones en cambios de longitud en el músculo más rápidamente. (55)

En el sistema de circuito corto o control espinal, determina la actividad de las otras fibras por 2 cosas: a) la longitud y la velocidad del estiramiento de las fibras musculares extra neurales, y b) la cantidad de tensión en las fibras intrafusales, que está determinada por el anillo de las fibras gamma aferentes. Ambas neuronas motoras alfa y gamma pueden ser controladas por centros motores más altos, y se cree que están "coordinados" en su acción mediante un proceso denominada coactuación alfa-gamma. (56) Antes de eso, la salida al cuerpo principal o la del músculo está determinado por: a) el nivel de inervación proporcionado directamente por los centros superiores y b) la cantidad de inervación añadida provista indirectamente del aferente Ia, ayuda a explicar cómo una persona puede responder rápidamente a un evento inesperado sin participación consciente del SNC. El resultado es un efecto en el anillo provocando una re-elongación que aumentará la actividad en el músculo principal, todo dentro de 40 milisegundos. Toda esta actividad ocurre en el mismo nivel de la médula espinal donde la inervación del músculo está en el primer lugar. En consecuencia, no hay centros altos involucrados en este ciclo de 40 milisegundos, en este nivel del control motor, las actividades para fomentar la estabilización de la articulación de ciclo corto deberían dominar. (57) Estas actividades se caracterizan por alteraciones repentinas en posición articular que requiere una estabilización muscular adicional. Con alteraciones o perturbaciones repentinas, tanto los mecanorreceptores articulares como musculares son estimulados, los ejercicios de estabilización rítmica fomentan la co-contracción mono sináptica, lo que produce una estabilización neuromuscular dinámica. Estos ejercicios sirven para construir una fundación o estabilidad dinámica. (58)

#### **4.2 SEGUNDO NIVEL DE INTEGRACIÓN: EL REFLEJO M2.**

Para ajustes más grandes en la extremidad y la posición general del cuerpo, es necesario involucrar al reflejo de estiramiento más largos que se extienden más allá de segmentos

individuales dentro de la médula espinal. Cuando el huso muscular se estira y las otras fibras se activan, la información es transmitida a la médula espinal, adicionalmente, la información se envía a niveles superiores de control, donde la información se integra con otra información en los centros sensoriales y motores en la corteza cerebral para producir una respuesta más completa al tramo impuesto. Aproximadamente de 50 a 80 milisegundos después de un estímulo inesperado, hay una segunda explosión de actividad. Debido a que las vías involucradas en estos circuitos neuronales viajan a la subcortical más distante y niveles corticales del SNC para conectarse con estructuras como la corteza motora y cerebelo dentro del sistema de proyección más grande, la revisión requiere más tiempo o tiene una latencia más larga. Antes de eso, el tiempo es de 80 milisegundos, esta actividad corresponde no solo a la distancia adicional que los impulsos tienen para viajar, sino también a la distancia sinapsis que deben tener lugar para cerrar el circuito. Ambas respuestas del reflejo M1 y M2 son responsables de la respuesta refleja que ocurre cuando se golpea un tendón. Un ejemplo esto ocurre cuando el tendón rotuliano se golpea con un martillo de retroceso, los músculos cuádriceps se estira, iniciando una respuesta refleja que contrae el cuádriceps y produce una extensión involuntaria de la parte inferior de la pierna. (59)

A pesar de que hay un lapso de tiempo o las reacciones de ciclo más largo tienen lugar a respuesta, hay 2 ventajas importantes: En primer lugar el sistema de reinicio Monosináptico del ciclo corto no da como resultado un aumento real de la fuerza, sin embargo, la repetición puede producir suficiente fuerza para mover la extremidad. En el segundo lugar, las respuestas de ciclo largo están organizadas en un centro superior, que son más flexibles que el reflejo monosináptico, esto permite la participación de otras fuentes de información sensorial durante la respuesta, un individuo puede ajustar voluntariamente el tamaño o la amplitud de la respuesta del reflejo M2, La habilidad para regular esta respuesta permite que un individuo prepare la extremidad para conferir a diferentes demandas ambientales. (60)

El segundo nivel o la interacción de control motor están en el nivel del tronco encefálico. (61) En este nivel, presentan diferentes mecanorreceptores que interactúan con el sistema vestibular y visual entrada de los ojos para controlar o facilitar la estabilidad y el equilibrio postural. (62) Una entrada de mecanorreceptor diferente también funciona en

concierto con el huso muscular inhibiendo la actividad muscular antagonista en condiciones rápidas de alargamiento y distorsión peri articular, ambos que acompañan a la disrupción postural. (63) En condiciones de desequilibrio donde existe una entrada neural simultánea, En el neural se genera un patrón que afecta a los estabilizadores musculares, regresando así al equilibrio al centro del cuerpo o la gravedad. Antes de eso, el equilibrio está influenciado por el mismo periférico un nuevo mecanismo que media la propiocepción articular y es al menos parcialmente dependiente sobre la capacidad inherente del individuo para integrar sentido de posición conjunta con el control neuromuscular. (64)

#### 4.2.1 INTEGRACIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE EQUILIBRIO: EL SEGUNDO NIVEL DE CONTROL DE MOTOR

Tanto la propiocepción como el entrenamiento del equilibrio han sido recomendados para restaurar el control motor a la extremidad inferior. En la clínica, el término "equilibrio" se usa sin una explicación clara de definición. (65) Es importante recordar que la propiocepción y el equilibrio no son lo mismo. La propiocepción es un precursor del buen equilibrio. El equilibrio es el proceso mediante el cual controlamos el centro o la masa del cuerpo con respecto a la base o soporte, ya sea estacionario o en movimiento. Berg intentó definir el equilibrio de 3 maneras: la capacidad de mantener una posición, la capacidad para moverse voluntariamente, y la capacidad de reaccionar a una perturbación. (66) Todos estos componentes y el equilibrio son importante en el mantenimiento de la postura erguida. El equilibrio estático se refiere a la capacidad de un individuo para mantener una posición anti gravitatoria es estable mientras está en reposo manteniendo el centro o masa dentro de la base o soporte disponible. El equilibrio dinámico implica ser automático en respuestas posturales a la interrupción del centro o posición de la masa. La postural reactiva las respuestas, donde se activan para recuperar la estabilidad cuando una orden inesperada desplaza al centro o masa. (67)

La influencia postural es un indicador comúnmente utilizado de la integridad del sistema de control postural. Horak definió el control postural como la capacidad de mantener el equilibrio y la orientación en presencia de la gravedad. (67)

La influencia postural como el máximo o la excursión total o centro de presión mientras está de pie sobre una placa frontal. Poco cambio se nota en adultos sanos en posición



tranquila, pero la frecuencia, la amplitud y el área total influyen a aumentar con el avance de la edad o cuando la visión o las entradas propioceptivas se alteran. (68)

Para mantener el equilibrio, el cuerpo debe hacer ajustes continuos. La mayoría de lo que está actualmente conocido sobre el control postural se basa en estrategias posturales estereotipadas activadas en respuesta a la perturbación anteroposterior. Horak y Nashner describieron varias estrategias diferentes utilizadas para mantener el equilibrio. (69) Estas estrategias incluyen el tobillo, estrategias de cadera y escalonamiento. Estas estrategias ajustan el centro o la gravedad del cuerpo para que el cuerpo se mantenga dentro de la base o soporte para evitar la pérdida del equilibrio o la formación, son varios los factores que determinan qué estrategia sería la respuesta más efectiva a desafío postural: velocidad e intensidad de las fuerzas desplazadoras, características del soporte, y la magnitud del desplazamiento o del centro o masa. En la postura automática las respuestas se pueden categorizar como una clase o respuestas de ciclo largo organizadas que producen activación muscular que lleva el centro o la masa del cuerpo a un estado de equilibrio. Cada una de las estrategias tiene componentes de reflejos, automáticos y volitivos que interactúan para que coincida con la respuesta al desafío. (70)

Las pequeñas perturbaciones en el centro de la gravedad pueden ser compensadas por el movimiento en el tobillo. La estrategia del tobillo reposiciona el centro de la masa y los pequeños desplazamientos causados por las perturbaciones de baja velocidad, que generalmente ocurren en una superficie grande, de apoyo. Las oscilaciones alrededor de la articulación del tobillo con balanceo postural normal son un ejemplo de la estrategia del tobillo. La oscilación anterior del cuerpo es contrarrestada por la actividad, que tira del cuerpo hacia atrás. Por el contrario, la oscilación posterior del cuerpo se contrarresta por la contracción o los músculos tibiales anteriores. La perturbación en el centro de la gravedad es demasiado ideal para contrarrestar el movimiento en el tobillo, el paciente usará una cadera o un escalón de estrategia para mantener el centro o gravedad dentro de la base o soporte. (71) La estrategia de la cadera usa flexión o extensión de cadera compensatoria rápida para redistribuir el peso corporal dentro de la base o soporte disponible cuando la masa central está cerca del borde sobre el balanceo. La estrategia de la cadera generalmente es en respuesta a una perturbación postural moderada o grande, la cadera es empleada mientras está de pie en un autobús que está acelerando rápidamente. Cuando de repente, hay gran amplitud de desplazar el centro de la masa está más allá de los límites de control, un paso se usa para agrandar la base o apoyar, un

ejemplo es la estrategia de escalonamiento es el paso descoordinado donde puedes tropezar con una acera inesperada o desigual. (72)

El mantenimiento del equilibrio requiere la integración de la información sensorial un número de diferentes sistemas: visión, vestibular y propiocepción. Para la mayoría, el sentido o el control postural provienen de la información propioceptiva. Antes de que se altere o disminuya la propiocepción, el equilibrio también se verá alterado. La evaluación funcional de las contribuciones periféricas, visuales y vestibulares combinadas al control neuromuscular se puede medir con medidas de equilibrio computarizadas o estabilidad postural. El protocolo de organización sensorial, se usa para evaluar la relativa contribución de la visión, entrada vestibular y propioceptiva al control o postural estabilidad cuando se produce una entrada sensorial conflictiva. Se evalúa la influencia postural. (73)

El sistema inteligente son 6 condiciones cada vez más desafiantes. La influencia de Baseline es grabado en pie silencioso con los ojos abiertos. La confianza en la visión se evalúa preguntando el paciente para cerrar los ojos. Un aumento significativo en el balanceo o la pérdida o el equilibrio sugiere una dependencia excesiva de la información visual. La integración sensorial se evalúa cuando lo visual el sonido envolvente se mueve en concierto con el balanceo (visión reorientada), creando una visión visual inexacta. Luego, el paciente se vuelve a analizar en un campo de soporte que se mueve con balanceo, reduciendo así la calidad y la disponibilidad de la entrada propioceptiva o integración sensorial. Con los ojos abiertos, la visión y la entrada vestibular contribuyen a las respuestas posturales. Con los ojos cerrados, la entrada vestibular es la principal fuente de información, porque la entrada propioceptiva está alterada. La condición más desafiante incluye la visión reflexionada y el apoyo reforzado sobre él. (74)

Las actividades de equilibrio, tanto cómo sin entrada visual, mejorarán la función motora en el nivel del tronco encefálico. Es importante que estas actividades sigan siendo específicas. El Balance estático debe usarse como un precursor de una actividad de habilidades más dinámica. Las Habilidades de equilibrio estático pueden iniciarse una vez que el individuo puede soportar el peso en la extremidad inferior. En general la progresión de las actividades de equilibrio estático es progresar de bilateral a unilateral con los ojos abiertos y luego con los ojos cerrados. Con el entrenamiento de equilibrio, es importante recordar que los sistemas sensoriales responden a la manipulación

ambiental o estimular o facilitar el sistema propioceptivo, la visión debe estar en desventaja. Se puede lograr en varias maneras: eliminar la visión con los ojos cerrados o ciegos, desestabilizar la visión exigentes movimientos de manos y ojos (lanzamiento de pelota) o mover el entorno visual, o con visiones inestables que no concuerdan con las entradas propioceptivas y vestibulares (cambio de posición). Para estimular la visión, la propiocepción debe ser desestabilizada o utilizada. Lógico la progresión para desestabilizar la propiocepción es progresar el entrenamiento del equilibrio superar un entorno inestable como una mini tramp, una tabla de equilibrio o una estabilización dinámica del entrenador. (75) **(ANEXO 1)**

A medida que cambia la posición de la articulación, debe producirse una estabilización dinámica para que el paciente pueda controlar la superficie inestable. La visión puede ser utilizada durante el entrenamiento de equilibrio haciendo que el paciente se pare sobre un tapete, la visión y la percepción propioceptiva puede estimular el sistema vestibular se puede lograr por varios métodos diferentes. La visión ausente con un súper as inestable se logra con el entrenamiento con los ojos cerrados en una superficie inestable, con exigentes movimientos de manos y ojos mientras se está sobre una alfombra de piso la almohadilla desestabilizará tanto la visión como la propiocepción. Un entorno móvil con una placa frontal móvil utilizará tanto la visión como la entrada propioceptiva. (76)

Los pacientes deben realizar inicialmente las actividades del equilibrio estático mientras se concentran en la tarea específica (sentido de posición y control neuromuscular) para facilitar y maximizar salida sensorial a medida que la tarea se vuelve más fácil, actividades para distraer la concentración del atleta (atrapar una pelota o realizar ejercicios mentales) debe incorporarse al entrenamiento de programa. Esto ayudará a facilitar la conversión de la programación consciente a la motora inconsciente. Los ejercicios de entrenamiento de equilibrio deben inducir perturbaciones conjuntas para facilitar ex activación muscular. Por lo general, las características de equilibrio de la extremidad lesionada se comparan con las de la extremidad ilesa. Midieron el balanceo postural en 2 grupos: grupo funcional estable y grupo funcional inestable, ambos tenían unilateral anterior ligamento cruzado (LCA) - rodillas deficientes. Un grupo adicional de individuos también fue estudió para servir como un grupo de control. Cuando se compara con el grupo de control, deterioro en equilibrio permanente se encontró en el grupo funcional inestable, pero no en el grupo funcional estable. Estos resultados sugieren que la establiometría fue una herramienta de uso en la evaluación de la estabilidad de rodilla

funcional. Tanto Friden como Gaun demostraron deterioro del equilibrio permanente durante la postura unilateral en individuos con LCA. Después de una lesión en el cuarto inferior, el equilibrio deficiente puede ser causado por la pérdida de coordinación muscular, que podría haber resultado de la pérdida o Feedback propioceptivo normal. (77)

#### **4.3 TERCER NIVEL DE INTEGRACIÓN: EL VOLUNTARIO RESPUESTA EN TIEMPO DE REACCIÓN M3.**

La respuesta final ocurre cuando se aplica una carga inesperada a la extremidad es la reacción voluntaria de ciclo largo o respuesta M3, es visto como el tercer estallido de la actividad. Es un poder y una respuesta sostenida que trae la extremidad de nuevo en la posición deseada. La latencia de la respuesta M3 es de aproximadamente 120 a 180 milisegundos, dependiendo de la tarea y las circunstancias. La información se procesa en la corteza cerebral, donde el mecanorreceptor interactúa e influyen en la conciencia cognitiva, cuerpo posición y movimiento en el que se inician los comandos de movimientos voluntarios. Es en esta región de la corteza sensorial primaria donde hay un alto grado de Orientación espacial. (78)

La respuesta M3 es muy flexible y puede ser modificada por un anfitrión o actores tales como verbal instrucciones o anticipación de la información sensorial entrante. El retraso en el M3 la respuesta lo hace sensible a un número de alternativas de estímulo. Antes de eso, el individuo para responder requerirá una atención consciente. La corteza cerebral estimula la conversión de la programación consciente a la programación inconsciente. Estas respuestas se han calificado como reacciones desencadenadas. Reacciones rigurosas son reacciones coordinadas y estructuradas en la misma musculatura o estrechamente relacionada que son "Activado" en acción por los mecanorreceptores. La reacción desencadenada puede eludir en los centros de procesamiento de formación porque la reacción es estereotipada y predecible. Estas reacciones tienen latencias de 80 a 180 milisegundos y son más variable que las latencias del Reflejo. Las reacciones desencadenadas pueden aprenderse y puede convertirse en una respuesta más o menos automática. El individuo no tiene que gastar tiempo procesando una reacción de respuesta y programación; la reacción es solo "disparada" casi como si fuera automático. Con el

entrenamiento, la velocidad de la respuesta M3 podría ser aumentado para producir una respuesta más automática. (79)

Es necesario incluir la apreciación de la posición conjunta en el nivel más alto o cognitivo en el programa, estos tipos de actividades se inician en el nivel cognitivo e incluyen programación de comandos del motor o movimiento voluntario. Las repeticiones de estos movimientos estimulará al máximo la conversión de programación consciente a inconsciente programación. Al hacer que una tarea signifique mucho más difícil o pedir más tareas, bombardeamos al SNC. El SNC intenta ordenar y procesar esta información de sobrecarga abriendo vías neuronales adicionales. Cuando el individuo vuelve a una tarea básica o AVD, la tarea se vuelve más fácil. Esta información se puede almacenar como un comando central y en última instancia, por orden, sin una referencia continua a la mente consciente como un "disparador" respuesta. Al igual que con todos los entrenamientos, el mayor obstáculo para el aprendizaje motor es la mente consciente. (80)

#### 4.3.1 COORDINANDO LA RESPUESTA MUSCULAR CON CARGAS INESPERADAS

Los roles relativos de estas 3 respuestas musculares dependen de la duración del movimiento. Como se discutió anteriormente, la acción más rápida que ocurre en el cuerpo tiene un movimiento tiempo o aproximadamente 40 milisegundos. Cuando ocurre este tipo o acción, el M2 la respuesta es incapaz de completar o modificar la actividad una vez que se inicia. Incluso la respuesta M1 solo tiene tiempo suficiente para comenzar a ejercer los músculos cerca del final o el movimiento. A medida que aumenta el tiempo de movimiento, hay un mayor potencial del M1 y respuestas M2 para contribuir a la acción prevista. Movimientos que toman un tiempo más largo el tiempo que debe completarse (> 100 milisegundos) permite que tanto las respuestas M1 como M2 su tiempo suficiente para contribuir a todos los niveles de la acción. Solo cuando la duración del movimiento es de 300 milisegundos o más existe el potencial o la respuesta de ciclo largo M3 para ser involucrado en la modificación del movimiento. Hay, movimientos que toman más tiempo que 300 milisegundos, en el control de circuito cerrado es posible que varios niveles de integración sean al mismo tiempo. (81)

#### 4.3.2 ¿POR QUÉ ES IMPORTANTE EL TIEMPO DE RESPUESTA?

Cuando se aplica una carga inesperada sobre una articulación, se produce daño ligamentoso pasando entre 70 y 90 milisegundos a menos que se dé una respuesta apropiada. Antes de eso, la actividad muscular reactiva debe ocurrir con una magnitud suficiente en el tiempo de carga de 80 milisegundos comienza la carga, con el fin de proteger la estructura capsuloligamentosa. El sistema de ciclo cerrado o la integración SNC puede no ser lo suficientemente astuto como para producir una respuesta para aumentar la fuerza muscular. Simplemente, no hay tiempo o el sistema para procesar la información y procesar el feedback sobre la condición. El fallo de la restricción dinámica, el sistema para controlar estas fuerzas anormales expone las estructuras estáticas excesivas. En este caso, el sistema o anticipación de circuito abierto se vuelve más importante en la producción de la respuesta deseada. La activación anticipada aumenta la sensibilidad o los husos musculares, lo que permite detectar las perturbaciones inesperadas más rápidamente. (82)

El retroceso se puede usar para producir una acción para alterar el curso del movimiento. Antes de eso, si el movimiento es lo más suficiente astuto, el programa del control motor tendría que ser utilizado para controlar toda la acción, con el movimiento se lleva a cabo sin ningún retroceso. Afortunadamente, el control de lazo abierto del sistema permite que el control motor organice una acción completa antes del tiempo. Para que esto pueda ocurrir, el movimiento necesita ser pre programado en la corteza sensorial:

- Los músculos particulares que se necesitan para producir una acción.
- El orden en que estos músculos necesitan ser activados.
- Las diversas contracciones musculares.
- El tiempo relativo y la secuencia de estas acciones.
- La duración de las contracciones respectivas.

En el sistema de circuito abierto, el movimiento se organiza de antemano por un programa que establece hasta algún tipo de mecanismo neuronal o red pre programada. Esto ocurre en el cuerpo ya que los ajustes posturales se realizan más allá del movimiento previsto. (82)

Un ejemplo clásico es; cuando un individuo levanta el brazo hacia la flexión, los primeros grupos musculares no están ni siquiera en la región de la cintura escapular. Los primeros músculos para contratar son aquellos en la parte inferior de la espalda y las piernas

(aproximadamente 80 milisegundos se debe a una actividad notable en el hombro). Debido a que los músculos del hombro están vinculados al resto del cuerpo, en la contracción de la postura. (83)

No se hicieron compensaciones en postura, elevar el brazo desplazaría el centro de la gravedad hacia adelante, causando una ligera pérdida de equilibrio. El sistema de control motor anterior se ocupa de este problema potencial mediante el pre programación de la modificación postural apropiada primero, en lugar de requerir que el cuerpo haga ajustes después de que el brazo comience a moverse. Lee ha demostrado que estos ajustes posturales preparatorios no son independientes del movimientos del brazo, sino más bien una parte del patrón total del control motor. (84) Cuando los brazos están en movimiento están organizados, las instrucciones del control motor están pre programadas para ajustar primero la postura y luego mueva el brazo. Antes de eso, el movimiento del brazo y el control postural no están separados, sino más bien están en diferentes partes de una acción integrada que levanta el brazo mientras se mantiene en equilibrio. Lee mostró que estos ajustes posturales preparatorios desaparecen cuando el individuo se apoya contra algún tipo de soporte antes de levantar el brazo. El sistema de control motor reconoce que la preparación previa o el control postural no son necesario cuando el cuerpo está apoyado contra la pared. (85)

Es importante recordar que la mayoría de las tareas motoras son una combinación compleja, de circuito cerrado o abierta. Además, ambos tipos de control están funcionando simultáneamente. El control neuromuscular feedback puede mejorar la dinámica estabilidad en las vías sensoriales y motoras ya que se estimulan frecuentemente. Cada vez una señal pasa a través de una secuencia de sinapsis, las sinapsis se vuelven más capaces y transmiten la misma señal. Cuando estas vías se "facilitan" regularmente, la memoria o esa señal se crea y se puede recuperar para programar movimientos óptimos. (86)

#### 4.3.3 RESTABLECIMIENTO DE LA PROPIOCEPCIÓN Y CONTROL NEUROMUSCULAR

Aunque el concepto y el valor de los mecanorreceptores propioceptivos han sido documentados en la literatura, las técnicas de tratamiento dirigidas a mejorar su función en general no se han incorporado al programa general de rehabilitación. La función neurosensorial o las estructuras capsuloligamentosas ha pasado a segundo plano a la

mecánica del papel estructural. Es principalmente un resultado de la falta de información sobre cómo los mecanorreceptores contribuyen en las actividades específicas y cómo se pueden activar específicamente, tras la lesión de las estructuras capsuloligamentosas. (87)

La desaparición de la articulación ocurre cuando los mecanorreceptores se rompen, es parcial. La desaparición, que es secundaria a una lesión, puede estar relacionada ya sea directa o indirectamente a la lesión. Los efectos directos del trauma incluyen la interrupción de la cápsula articular o de los ligamentos, mientras que la fusión de la articulación postraumática o hemartrosis puede ilustrar efectos indirectos. (88)

Ya sea una causa directa o indirecta, la desaparición parcial resultante altera las aferencias en el SNC y, allí, los caminos de Reflejo resultan a la dinámica de estructuras estabilizadoras. Estas vías son requeridas tanto por el feedback como el sistema del control motor para estabilizar dinámicamente la articulación. Una interrupción en el sistema propioceptivo, la vía resultará en una alteración de la posición y la cinestesia. (89) Barrack mostro un aumento en el umbral para detectar un movimiento pasivo en la mayoría de los pacientes con ruptura del LCA e inestabilidad funcional. Corrigan que también redujo la propiocepción en la ruptura del LCA, confirmó este hallazgo. (90) También disminuyó la sensibilidad propioceptiva, y se ha demostrado episodios de inestabilidad en la rodilla del deflector LCA. (91) Las lesiones de las estructuras capsuloligamentosas no solo reducen la estabilidad mecánica de la articulación sino también disminuye la capacidad del sistema dinámico de restricción neuromuscular. Por consiguiente, cualquier aberración en el movimiento de la articulación y el sentido de la posición impactará tanto hacia adelante como en el sistemas del control neuromuscular feedback. Sin actividad muscular anticipatoria adecuada, las estructuras estáticas pueden estar expuestas al menos que la actividad del músculo reactivo pueda iniciarse para contribuir a la restricción dinámica. (92)

Las déficits en las vías neuromusculares del reflejo pueden tener un efecto perjudicial en el sistema del control motor como un mecanismo de protección. Disminución de retroalimentación sensorial puede alterar las vías de estabilización posteriores, lo que provoca una respuesta motora latente cuando se analiza con inesperadas “orces” o trauma. Beard demostró la interrupción de la protección en sujetos con deficiencia del LCA. Una definición significativa en la activación anterior de los músculos isquiotibiales a una posición de cizalla anterior de 100 newtones en una posición de cadena cerrada de una



sola pierna fue identificada, en comparación con el miembro no lesionado contralateral. Beard demostró que la latencia estaba directamente relacionada con el grado de inestabilidad de la rodilla; cuanto mayor es la inestabilidad, mayor es la latencia. Otros investigadores presentan alteraciones similares en los patrones de anillo f en el paciente con déficit de LCA. Solomonow y Cols que aplicó un estrés directo al LCA resultó en una nueva actividad isquiotibial, contribuyendo así al mantenimiento de estabilidad articular. Aunque esta respuesta también estuvo presente en las rodillas con déficit de LCA, el reflejo de estiramiento fue significativamente más lento. (93)

Aunque se ha demostrado que una deficiencia propioceptiva ocurre a continuación de una lesión de rodilla, tanto la conciencia cinestésica como el sentido de reposicionamiento pueden ser al menos parcialmente restaurado con cirugía y rehabilitación. Varios estudios han examinado la propiocepción siguiendo la reconstrucción del LCA. Barrett midió la propiocepción como autógena, reparar y decir que la propiocepción es mejor que la del LCA del promedio paciente, pero aun significativamente peor que la propiocepción en la rodilla normal. Barrett señaló además que la acción de satisfacción del paciente estaba más estrechamente relacionada con la propiocepción del paciente que con el puntaje clínico del paciente. Harter no pudo demostrar una diferencia significativa en la reproducción o posicionamiento pasivo entre la rodilla operada y no operada a un promedio de 3 años después de la reconstrucción del LCA. (94)

Se informó que la cinestesia fue restaurada después de una cirugía según lo detectado por el umbral a la detección o movimiento pasivo en el rango medio o movimiento. Un umbral más largo para el detección o movimiento pasivo se observó en la rodilla reconstruida con ligamento cruzado anterior (LCA) en comparación con la rodilla no comprometida contralateral cuando se probó en el rango final. Lephart dio otros resultados similares en pacientes con tendón rotuliano asistido artroscópicamente para la reconstrucción del LCA. La importancia de incorporar un propioceptivo elemento en cualquier programa de rehabilitación integral se justifica en función de los resultados de estos estudios. (95)

Los efectos de cómo las intervenciones quirúrgicas y no quirúrgicas pueden facilitar la restauración o los roles neuro sensoriales no están claros; sin embargo, se ha demostrado que los ligamentos junto con la rehabilitación pueden restablecer la sensibilidad propioceptiva. Como una entrada diferente se altera y se produce una lesión en la

articulación, la rehabilitación propioceptiva debe estar en la restauración de la sensibilidad propioceptiva para volver a entrenar estas nuevas vías alteradas y mejorar la sensación de movimiento de la articulación. La restauración puede ser aclimatada por: a) mejora sensibilidad del mecano receptor, b) aumento del número de mecanorreceptores estimulados, y c) potenciar la sensación compensatoria de los sitios receptores secundarios. La investigación debe dirigirse hacia el desarrollo de nuevas técnicas para mejorar la propiocepción y la sensibilidad (96)

Los métodos para mejorar la propiocepción después de una lesión o cirugía podrían mejorar la función y disminuir el riesgo o la nueva lesión. Ihara y Nakayama demostraron una reducción en el tiempo de retraso neuromuscular con control dinámico de articulaciones después de un período de entrenamiento de 3 semanas en una tabla inestable. (97) El mantenimiento del equilibrio y la mejora en la reacción a las perturbaciones repentinas en el tablero inestable sirvió para mejorar la coordinación neuromuscular. Cuando se llevó a cabo ese entrenamiento propioceptivo a través de la establiometría, en la tabla inestable redujo significativamente los episodios o cedió debido a esguinces de tobillo, confirmaron el trabajo de Freeman al demostrar que los resultados de la establiometría podrían mejorarse con el entrenamiento de coordinación en una tabla inestable. Hocherman también mostró una mejora en la amplitud de movimiento en una placa inestable y la distribución del peso en pacientes hemipléjicos que recibieron entrenamiento en una tabla inestable. (98)

Barrett ha demostrado la relación entre la propiocepción y la función. El estudio de Barrett sugiere que la función de extremidades depende más de la información propioceptiva que en fuerza durante la actividad. Borsa también encontró una alta correlación entre la disminución cinestesia con la prueba de salto de una pierna. (99) Eligió la prueba de salto de una sola pierna para medir el control neuromuscular, debido a un alto grado de sensibilidad propioceptiva y la habilidad funcional es necesaria para impulsar exitosamente el cuerpo hacia adelante y hacia atrás. En la extremidad hay una mayor información, en atletas que regresan a la competencia de deportes a través de una adecuada rehabilitación de los isquiotibiales. (100) Ibone e Ihara and Nakayama comprobó que el simple fortalecimiento de los músculos isquiotibiales por sí solo, no era adecuado; era necesario obtener un control voluntario o de nuevo nivel sobre la inestabilidad de la rodilla para regresar al restablecimiento de la propiocepción y el control neuromuscular. Walla y Cols. Señalaron que el 95% de los pacientes lograron

evitar la cirugía una lesión posterior al LCA cuando pudieron lograr el control de los isquiotibiales "reexplandido". Ihara y Nakayama dice que la relación entre el estrés del LCA y la contracción de los isquiotibiales podría acortarse con la capacitación. Con el uso de tableros inestables, los investigadores fueron capaces de disminuir con éxito el tiempo de reacción. Debido a que una entrada diferente se altera en las lesiones de las articulaciones, la sensibilidad propioceptiva para volver a entrenar estas vías alteradas es crítica para acortar el retraso de la reacción muscular a fin de contrarrestar la tensión excesiva en las estructuras pasivas y para evitar lesiones. (101)

#### 4.3.4 OBJETIVOS DEL CONTROL NEUROMUSCULAR: ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR REACTIVO:

Las actividades están diseñadas para restaurar la estabilidad función sobre la articulación y mejorar habilidades del control motor. El programa se centra alrededor de la estimulación tanto y vías de acceso centrales a los músculos esqueléticos. El primer objetivo que debería ser abordado en el programa RN es la restauración de la estabilidad dinámica. Cinestética confiable y la información propioceptiva proporciona la fundación sobre la cual la estabilidad dinámica y el control del motor están basado. Ya se ha establecido que se modificó una nueva información en el sistema nervioso central puede alterar los sistemas de control del motor de ida y vuelta. El primer objetivo del programa RN es restaurar las propiedades neuro sensoriales, mientras que al mismo tiempo mejorar la sensibilidad de la periférica aferente. La restauración de la estabilidad dinámica permite el control de la articulación anormal durante las actividades funcionales. Para que esto ocurra, el restablecimiento dinámico de la estabilidad depende de que el sistema nervioso central reciba la información apropiada del sistema nervioso periférico (receptores). La información en el sistema es alterada, inapropiada en el estímulo, se producirá una mala respuesta motriz. (102)

Para facilitar la información cinestésica y propioceptiva apropiada para el SNC, Los ejercicios de reposicionamiento deben usarse para proporcionar una estimulación máxima en el sistema periférico mediante de un mecanorreceptor. El uso de actividades cerradas de la cadena cinética crea cargas axiales que maximizan estimular los mecanorreceptores articulares a través del aumento de las fuerzas compresivas. (103)

El uso de ejercicios de cadena cerrada no solo mejora la congruencia articular y neurosensorial si no también minimiza las tensiones de cizallamiento sobre la articulación. (104) Al mismo tiempo, los receptores musculares son asimilados tanto por el cambio de longitud como por la tensión. El objetivo es inducir perturbaciones no anticipadas, estimulando así la estabilización. El uso persistente de estas vías disminuirá el tiempo de respuesta cuando se produzca con una imprevista carga articular. Además de los ejercicios de carga, los ejercicios de reposicionamiento de la articulación se pueden usar para mejorar la apreciación consciente de la propiocepción. Estabilización rítmica los ejercicios pueden incluirse temprano en el programa RN para mejorar la coordinación neuromuscular en respuesta a una traducción conjunta inesperada. La intensidad de los ejercicios puede ser manipulado al aumentar el peso cargado a través de la articulación o el tamaño de la perturbación. La adición de una manga de compresión, de una cinta sobre la unión también puede proporcionar información propioceptiva adicional mediante la estimulación de los mecanorreceptores cutáneos. Después de la restauración o rango de movimiento y fuerza, estabilidad dinámica se puede mejorar con re estabilización y ejercicios básicos de aprendizaje motor. (105)

El segundo objetivo del programa RN es fomentar el agonista preparatorio cocontracción antagonista. La coactivación eficiente de la musculatura restaura la normalidad que es necesaria para equilibrar las articulaciones conjuntas y aumentar la congruencia conjunta, reduciendo así las cargas impartidas en las estructuras estáticas. La rehabilitación durante esta fase es el entrenamiento de estabilidad postural. Las condiciones ambientales son manipuladas para producir una respuesta sensorial. Específicamente, las 3 variables y el equilibrio que son manipulado incluyen postura bilateral a unilateral, los ojos abiertos a los ojos cerrados, y es estable a inestabilidad. El uso de superficies inestables le permite al fisioterapeuta usar posiciones de compromiso con el fin de producir una entrada máxima a la médula espinal, produciendo una respuesta. La coactivación dinámica de los músculos alrededor de la articulación para producir una estabilización que requiere los sistemas del control motor feedback y feedforward. Para facilitar estas vías, la articulación debe colocarse en posiciones de compromiso en orden para que el paciente pueda desarrollar estrategias estabilizadoras reactivas. Aunque una vez se creyó que la velocidad de las pruebas de estiramiento no pudo mejorarse directamente, los esfuerzos para lograrlo han sido exitosos en estudios humanos y animales. Tiene implicaciones significativas, restablecer la capacidad reactiva en el sistema de restricción dinámica,

reduciendo el retraso electromecánico entre la carga articular y la activación muscular protectora puede aumentar la estabilidad dinámica, las posiciones de vulnerabilidad pueden usarse completamente. (106)

Se ha documentado entrenamiento propioceptivo en las articulaciones funcionales inestables después de una lesión en la literatura. Tropp y Wester informaron que el entrenamiento reducía la incidencia del esguince de tobillo. En cuanto al mecanismo y efectos, Tropp sugirió que el entrenamiento inestable redujo la deflexión propioceptiva. (107) Sheth demostró cambios con adultos sanos en los patrones o contracciones en la inversión y la musculatura de eversión en un entrenamiento adicional, (terreno inestable). Toy concluye que los cambios estarían respaldados por el concepto de inhibición recíproca a través de los mecanorreceptores en los músculos. Konradsen y Ravin también sugirieron que la entrada diferente de la musculatura fue responsable o dinámica de protección contra el estrés por la inversión del tobillo. (108) Pinstaar informó que la influencia postural se restauró en 8 semanas de entrenamiento en el tobillo, realizándose de 3 a 5 veces por semana. Tropp y Odenrick también mostró que el control postural mejoró durante 6 semanas o más de entrenamiento, cuando la sesión por día era 15 minutos. Bernier y Perrin, cuyo programa consistió en ejercicios de equilibrio progresando las sesiones sencillas a complejas (3 veces a la semana por 10 minutos). El dominio se mejoró después de 6 semanas de entrenamiento. Aunque hubo algunas diferencias en cada estos programas de entrenamiento, el control postural mejoró entre 6 y 8 semanas. (109)

Una vez que se ha logrado la estabilidad dinámica, el objetivo del programa RN es restaurar LCA y habilidades específicas del deporte. Los simulacros de ejercicio y entrenamiento deben ser incorporados en programa que refinará los parámetros fisiológicos que se requieren o el retorno a la función previa a la lesión. El énfasis en el programa de RN se debe colocar en una progresión de patrones neuromotores de simples a complejos que son específicos de las demandas impuestas. El programa de capacitación debe comenzar con actividades simples, tales como caminar, correr, y luego progresar a habilidades motoras altamente complejas que requieren de mecanismos neuromusculares, incluida la conciencia propioceptiva y kinestésica que proporcionan estabilización conjunta. (110)

## **4.4 FORMAS DE DIAGNÓSTICO DEL CONTROL PROPIOCEPTIVO.**

Las dos formas tradicionales de medición de las sensaciones propioceptivas son:

### **4.4.1 DINEMATOMETRÍA:**

Se realiza con la ayuda de equipos calibrados, que informan sobre la exactitud del control propioceptivo de una articulación o segmento corporal (dinamómetros de mano, de piernas - utilizados en los bloques de arrancada de carreras de velocidad y de natación - plataformas dinamométricas, que miden el nivel de los esfuerzos musculares ante el salto vertical con ambas piernas – utilizados para medir la intensidad del esfuerzo muscular implícito para elevar el cuerpo en el remate en Voleibol - en el despegue con una pierna en el salto largo, alto y triple, etc. Todos estos equipos, construidos en centros especializados, ofrecen los valores en unidades de Kilogramos/fuerza. Por su difícil adquisición y alto costo, no se encuentran a disposición de todos los entrenadores, en especial de las categorías inferiores al alto rendimiento. (111)

### **4.4.2 KINEMATOMETRÍA:**

Se realiza con el apoyo de equipos que miden el esfuerzo muscular y la amplitud del movimiento articular en unidades de centímetros o grados. Se utiliza comúnmente el kinematometría de brazo, tanto horizontal como vertical, el de piernas, etc. (111)

### **4.4.3 PRUEBAS DE TERRENO O PRUEBAS DINÁMICAS.**

Dado que la mayoría de los entrenadores no cuenta con los equipos mencionados anteriormente en las salas de entrenamiento, es muy generalizado en la práctica del psicodiagnóstico deportivo los estudios del control propioceptivo, donde se utilizan referencias visuales en forma de medios o aditamentos elaborados con recursos propios y al alcance de todos, para que el sujeto realice un movimiento entrenado y se controla el nivel de eficiencia de la precisión y/o desviación en el plano horizontal y vertical,

teniendo en cuenta el lugar de contacto de la mano o el pie, cuando se trata de controlar la magnitud del esfuerzo y la amplitud del movimiento de brazos, piernas, tronco, etc., la zona donde el balón hace contacto con el piso, el tablero de Baloncesto, la portería en el Fútbol y otras acciones. No se requiere de profundos conocimientos de Psicología para su aplicación y constituyen recursos inapreciables que permiten brindar una gran cantidad de información, muy necesaria para poder comprender las dificultades específicas de un deportista o de un equipo en su conjunto en una técnica dada. (111)

#### **4.5 EPIDEMIOLOGÍA DE LAS ALTERACIONES PROPIOCEPTIVAS.**

En nuestro medio, la mayoría de las lesiones ocurren en la práctica deportiva; el fútbol, seguido del baloncesto y afectan a las extremidades inferiores, especialmente a la rodilla. Se presentan, sobre todo, entre los 15 y los 25 años y afectan más a los hombres. Las lesiones ligamentosas y las musculares son las más frecuentes. (112)

Se ha calculado que la tasa de lesiones deportivas en la población general es de 15,4 por 1.000 personas. Las tasas varían entre 1,7 y 53 lesiones por 1.000 horas de práctica deportiva, entre 0,8 y 90,9 por 1.000 horas de entrenamiento, entre 3,1 y 54,8 por 1.000 horas de competición y de 6,1 a 10,9 por 100 juegos. (112)

El 80% de las lesiones sufridas durante la práctica del deporte comprometen los tejidos blandos, tales como músculos, tendones, ligamentos y articulaciones. Las fracturas o los daños a órganos internos son responsables del 20% restante. (113)

Whitman y col. encontraron que las áreas más frecuentemente lesionadas fueron: rodilla 45,5%, tobillo 9,8% y hombro 7,7%. De estas lesiones, el 53,9% involucraron los tejidos blandos. (113)



## **CAPITULO V: ENTRENAMIENTO PROPICEPTIVO EN DEPORTISTAS.**

La propiocepción como entrenamiento de la sensibilidad profunda en todos sus aspectos nos ayudará en la ejecución de movimientos óptimos y económicos. Tiene un efecto de fortalecimiento de la postura y de la fuerza muscular que creará una base que nos permitirá influir positivamente en los posibles desequilibrios físicos producidos por un cuadro patológico determinado. (114)

El desarrollo de una buena coordinación permite, la experimentación de ejercicios creativos y variados, alcanzar sensaciones agradables, gozar del movimiento y desarrollar una nueva calidad de este. Especialmente en el ámbito de la salud. El entrenamiento propioceptivo pretende acortar las respuestas motoras ante situaciones no aprendidas o imprevistas. Para ello, se reproducen situaciones de perturbación ante las que el individuo aprenderá respuestas motrices y se preparará para cuando éstas lleguen de forma natural y espontánea. (115)



En el entrenamiento propioceptivo suele estar presente el entrenamiento del equilibrio como componente de control motor, cuyo objetivo es estimular los receptores propioceptivos para adaptar al máximo la cápsula y los ligamentos articulares ante la aparición de cargas en distintos sentidos y direcciones. Por tanto, se consigue una reacción más rápida ante desequilibrios por parte de los músculos, o al menos, éstos pueden llegar a su pico máximo de activación en menos tiempo. (116)

Además, esta introducción de perturbaciones es la mejor vía para crear adaptaciones, más allá del hecho de mantener el equilibrio. Cuando hablamos de perturbación hacemos referencia a cualquier estímulo físico que altera su estado de equilibrio. Introduciéndolas en el trabajo conseguimos un control postural, no sólo de la extremidad inferior sino del cuerpo en su totalidad, puesto que se controla por una interacción compleja de acciones musculares anticipatorias y preparatorias que se producen a lo largo de todo el cuerpo. (117)

De hecho, se ha observado que el SNC crea una base estable para el movimiento de las articulaciones inferiores mediante la coactivación de los músculos del tronco, concretamente los multifidos y el transversal del abdomen. Esto hace que haya un mejor control del movimiento y un menor riesgo lesivo. (117)

## **5.1 BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.**

La gran mayoría de la bibliografía publicada a nivel mundial destaca el valor del entrenamiento propioceptivo tanto para la prevención y 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). Con el entrenamiento propioceptivo, los reflejos básicos incorrectos tienden a eliminarse para optimizar la respuesta. (118)

Las técnicas de entrenamiento deben ser diseñadas para desarrollar respuestas compensatorias neuromusculares individualizadas para cargas potencialmente desestabilizadoras que 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 más exitosas, si son practicadas en el contexto funcional del deporte específico. (118)

## **5.2 EL DEPORTISTA REGULA SUS EJECUCIONES TÉCNICAS GRACIAS A LAS SENSACIONES PROPIOCEPTIVAS.**

Es posible porque las mismas se encargan de detectar el grado de tensión y estiramiento muscular y envían esta información inicialmente a la médula y con posterioridad al cerebro. Los propioceptores forman parte de un mecanismo de control de la ejecución del movimiento, en un proceso subconsciente y muy rápido, que se realiza de forma refleja y a esta etapa del proceso desde la recepción de la información propioceptiva, la conducción por la fibra nerviosa, hasta la llegada de la misma al centro motor del cerebro, se denomina mecanismo de retroalimentación. El centro motor procesa esta información y la envía a los músculos para que realicen los ajustes necesarios en cuanto a la tensión y estiramiento muscular y así conseguir el movimiento deseado. A todo este fenómeno se le conoce como control propioceptivo. El protagonismo del mismo y la necesidad de su desarrollo, se pone de manifiesto en el entrenamiento de la: fuerza, flexibilidad y coordinación. (119) (ANEXO 2)

Los ejercicios propioceptivos son una gran ayuda al paciente ya que sirven de enorme soporte para poder regresar a la persona a un nivel óptimo en cuanto a su fuerza, equilibrio, coordinación y estabilidad puesto que el exceso de ejercicio isotónico fatigaría al músculo lo que impide que el tratamiento cumpla con los objetivos deseados. (120)

## **5.3 PROGRAMA DE EJERCICIO DE ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.**

Las actividades dinámicas de control neuromuscular reactivo deben iniciarse en la rehabilitación en general, una vez que se haya producido la curación adecuada de la lesión. La progresión a estas actividades se basa en que el atleta complete satisfactoriamente las actividades que se consideran requisitos previos a la actividad que se está considerando. Teniendo esto en cuenta, la progresión de las actividades debe estar orientado a los objetivos y ser específico para las tareas que se esperarán del atleta. (121)

La progresión general o actividades para desarrollar control neuromuscular reactivo dinámico es una actividad lenta a velocidad lenta, actividades de baja a alta velocidad y controlado por las actividades no controladas. Inicialmente, estos ejercicios deben evocar un equilibrio de reacción o peso en las extremidades inferiores y finalmente progresa a un patrón de movimiento. Estas reacciones pueden ser tan simples como un control estático con poco o ningún movimiento visible o tan complejo como una respuesta polimétrica dinámica que requiere aceleración explosiva, desaceleración, o cambiar de dirección. Los ejercicios le permitirán al fisioterapeuta desafiar al paciente usando entrada visual y / o propioceptiva a través de las sogas y otros dispositivos (balones, rollos, obstáculos visuales). Aunque estos ejercicios mejorarán los parámetros fisiológicos, están específicamente diseñados para facilitar reacciones neuromusculares. Antes de eso, el fisioterapeuta debe ver el Control neuromuscular deteriorado preocuparse por la entrada y la calidad kinestésica de los patrones de movimiento en lugar del número particular de conjuntos y repeticiones. Una vez que se produce la fatiga, el control motor se vuelve pobre y todos los efectos del entrenamiento se pierden. Antes, durante la progresión del ejercicio, se debe observar el movimiento normal del control motor. Este debe incluir los ejercicios isométricos, control muscular concéntrico y excéntrico; carga y descarga articular; control de balance durante el cambio de peso y cambios de dirección; aceleración y deceleración controladas; y demostración de control consciente e inconsciente. (121)

### **5.3.1 FASE I: ESTABILIZACIÓN ESTÁTICA (CADENA CERRADA DE CARGA / DESCARGA).**

La fase I implica un movimiento mínimo de la articulación y siempre debe tener una cadena abierta completa programa de ejercicio que restablece el rango o movimiento activo casi total. El paciente debe pararse teniendo peso con distribución equitativa en la extremidad inferior afectada y no afectada. Él debe colocarse aproximadamente a la altura de los hombros. Mayor énfasis puede colocarse en la extremidad inferior afectada haciendo que el paciente ponga la parte inferior no afectada extremidad en un taburete de 6 a 8 pulgadas o banco de pasos. La cadera y la rodilla deben tener el peso hacia el lado afectado, permitiendo que la extremidad no afectada ayude con reacciones de equilibrio. (ANEXO 3) El estado de carga pasa entonces a tener la extremidad inactiva suspendida delante o detrás del cuerpo, forzando una postura de una sola pierna en el lado afectado.

Luego se le pide al paciente que continúe con la postura de una sola pierna al mismo tiempo que reduce el peso los dedos de los pies, al aflojar el talón y el plantar que sale del tobillo. Coloca la responsabilidad completa o reacciones de equilibrio y peso en el una extremidad inferior. La posición también requerirá una leve flexión de la cadera y la rodilla. (122) (ANEXO 4)

Los dispositivos de soporte son de gran ayuda y pueden minimizar la utilización. Cuando se le pide al paciente por primera vez que lleve la carga de peso hacia el pie y los dedos del pie. Un dispositivo de soporte también se puede usar para colocar el tobillo en dorsiflexión, inversión o eversión para aumentar entrada cenestésica o disminución de tensiones biomecánicas en la cadera, rodilla y tobillo. En cada progresión, el clínico puede pedirle al paciente entrenar con los ojos cerrados para disminuir la entrada visual y aumentar conciencia kinestésica. El fisioterapeuta también puede usar un dispositivo inestable, con entrenamiento en esta fase para aumentar las demandas del sistema mecanorreceptor, en el súper as inestable se facilitará. (123)

El fundamento fisiológico de esta fase es el uso de compresión estática de las estructuras articulares para producir máxima salida de los mecanorreceptores, facilitando así contracciones isométricas en la musculatura y proporcionar una estabilización dinámica. Las oscilaciones generadas por sí ayudarán a aumentar la interacción entre visual, mecanorreceptor y reequilibración. Los cambios en la tensión muscular isométrica ayudarán en la sensibilización del eje muscular (gamma vías). La técnica de ejercicio de soga utilizada en esta fase se llama técnica oscilante o estabilización isométrica (OIS). La técnica se puede usar para estimular el huso muscular y el mecanorreceptor. Los ejercicios implican carga continua movimientos cortos o parte del cuerpo, que, a su vez, causa una reacción de estabilización isométrica. Se logra llevando la soga hacia el cuerpo y devolviendo la soga a una posición de inicio en un rítmico suave con velocidades crecientes. Debido a que la parte del cuerpo involucrada solo se requiere para reaccionar o responder a un estímulo simple, el estímulo oscilante producirá una contracción isométrica en la extremidad inferior que debe producir una fuerza de estabilización en la dirección opuesta a la tracción de la soga. El propósito de esto técnica es involucrar rápidamente el sistema propioceptivo con un mínimo verbal y visual. Ognibene demostró una mejoría significativa en ambas posturas de pierna simple estabilidad y tiempo de reacción con un programa de entrenamiento de 4 semanas usando técnicas OIS. (124)

### 5.3.1.1 EJERCICIO UNIPLANAR.

- **CAMBIO DE PESO ANTERIOR:**

El paciente lleva la soga hacia el cuerpo usando un movimiento suave y combinable, se estabiliza con un contador isométrico que consiste en extensión de la cadera, extensión de la rodilla y plantar del tobillo flexión. Debe haber poco o ningún movimiento observado en la extremidad inferior, cuando el movimiento se observa, la resistencia debe reducirse para lograr la estabilidad deseada. (125)

- **CAMBIO DE PESO LATERAL:**

El paciente se para con el lado afectado tocando una superficie inestable. La soga se lleva con una mano hacia adentro del cuerpo y con la otra mano detrás del cuerpo para minimizar la rotación, esto causa el cambio de peso lateral, que se estabiliza con un contador isométrico que consiste en abducción de cadera, cocontracción de rodilla, y la eversión del tobillo. (125) **(ANEXO 5)**

- **CAMBIO DE PESO MEDIAL:**

El paciente se para con el lado no afectado accionando la soga hacia él, causando un cambio de peso pero a medial, que se estabiliza con un contador isométrico que consiste en aducción de cadera, cocontracción de rodilla, y la inversión de tobillo. (125)

- **CAMBIO DE PESO POSTERIOR:**

El paciente se encuentra de espaldas hacia la soga. La soga es llevada hacia la parte trasera del cuerpo, causando un peso posterior, que se estabiliza mediante un contador isométrico que consiste en flexión de cadera, flexión de rodilla y tobillo dorsiflexion. (125)

### 5.3.1.2 EJERCICIO MULTIPLANAR.

El programa de ejercicio básico puede progresar a una actividad multiplanar combinando el ejercicio propioceptivo con los patrones de acción neuromuscular en las extremidades

superiores. Los patrones de corte del lado afectado y no afectado causarán un estrés multiplanar que requiere estabilización isométrica. El paciente ahora se integra automáticamente a las respuestas isométricas que se desarrollaron en los ejercicios uniplanar. (ANEXO 6) Los patrones del lado afectado estarán añadidos a estrés multiplanar en la dirección opuesta (ANEXO 7) Cambiar la resistencia, la velocidad o movimiento, y orientación espacial relativa a la resistencia puede hacer modificaciones al ejercicio multiplanar, la resistencia aumenta, la velocidad de movimiento debe reducirse para permitir un fuerte contra ataque de estabilizador, la velocidad de movimiento aumenta luego. La resistencia se debe disminuir para permitir un contador rápido de respuesta. Alterando el ángulo del cuerpo en relación con la resistencia, la calidad o el movimiento está cambiado. Un mayor énfasis se puede poner en un componente al tiempo que reduce el énfasis en otro componente. (125)

#### 5.3.1.3 TÉCNICA DE MODIFICACIÓN.

Estas técnicas también se pueden usar con una pelota. La postura y la posición son casi iguales, pero el balón no permite las oscilaciones proporcionado por la soga. La pelota proporciona actividad de impulso y un gradiente de carga más complejo y descarga. (ANEXO 8) se refiere a la técnica de estabilización isométrica. Como se describe, el paciente está posicionado para alcanzar el estrés deseado. La pelota se utiliza como un dispositivo de rebote o arrojado por el fisioterapeuta. Las sogas elásticas y las técnicas de pelota medicinal son similar en su posición pero diferente en fisiología. Antes de eso, deberían usarse para complementarse entre sí y no reemplazar al otro. Cuando se realiza una actividad con un balón la soga ejercerá un tirón y la pelota ejercerá un empuje; allí están, serán distribuidos desde los lados opuestos a lograr el mismo peso. (125)

#### 5.3.2 FASE II: ESTABILIZACIÓN TRANSICIONAL (MOTIVO CONTROLADO CONSCIENTE SIN IMPACTO).

La fase II reemplaza la actividad isométrica con una actividad concéntrica y excéntrica controlada progresando a través del movimiento del rango Funcional. Las fuerzas de la gravedad se combinan con las sogas para simular el estrés en los planos vertical y horizontal. En la fase I, gravitacional las órbitas cargan estáticamente el sistema neuromuscular, en los diversos grados de estrés lateral impuesto a través de la soga se utilizan para estimular la estabilización isométrica. (126)

La Fase II requiere que el movimiento ocurra en presencia de diversos grados de estrés, el movimiento estimula los mecanorreceptores de 2 maneras: a) el movimiento articular causa el estiramiento capsular en una dirección dada a una velocidad dada y b) los cambios en la posición del cuerpo causan carga y descarga de las estructuras articulares y cambios de presión en el líquido intracapsular. Los ejercicios en esta fase usan movimientos simples como la sentadilla y la estocada, ya que la soga agrega una tensión horizontal. Otros movimientos simples como caminar, esquivar, y la placa de deslizamiento lateral también se puede enfatizar para estimular una mayor eficiencia y movimiento controlado. (126)

Las actividades fisiológicas en esta fase son la estimulación dinámica respuestas posturales y facilitación de contracciones concéntricas y excéntricas a través la compresión y traducción de las estructuras articulares. Eso, a su vez, ayuda a aumentar la rigidez muscular, que tiene un papel importante en la producción de estabilización dinámica sobre la articulación al resistir y absorber las cargas articulares. La investigación ha establecido que las cargas excéntricas aumentan la rigidez muscular y el tono. La unidad músculo tendinosa a través de contracciones excéntricas dará como resultado no solo la proliferación del tejido conectivo sino también una desensibilización del órgano tendinoso de Golgi y un aumento de la actividad del huso muscular. (127)

Los movimientos degenerados requieren un control dinámico en el rango medio y estático control en el rango final. Porque se requiere un cambio de dirección al final del rango de movimiento, la interacción entre visual, el mecanorreceptor y reacciones de equilibrio sigue aumentando El "sesgo gamma" ahora responde a los cambios en la longitud y tensión o la musculatura involucrada. Las técnicas asistidas también se pueden utilizar en esta fase para progresar pacientes que pueden encontrar el ejercicio de fase II. El ejercicio asistido se usa para reducir el efecto de la gravedad en el cuerpo o de una extremidad para permitir un aumento en la calidad o cantidad de un deseado movimiento. La técnica asistida establecerá el peso del cuerpo o extremidad en un porcentaje del peso total. Permitirá un mejor rango o movimiento, una reducción en la sustitución, de estrés excéntrico mínimo. (127)

El programa también puede beneficiarse de las técnicas asistidas, que permiten o reducen las fuerzas al disminuir el peso corporal relativo en una o ambas extremidades inferiores. La necesidad o el ejercicio asistido son solo de naturaleza transitoria. El objetivo es

progresar el peso con sobrecarga. La soga, que utilicé efectivamente, también puede proporcionar una sobrecarga de efecto al causar un ajuste de peso exagerado. Se sobrecargará se re errará como técnicas resistidas o todas las aplicaciones de cadena cerrada. Los 2 ejercicios básicos utilizados son los sentadillas y la estocada. (128)

#### 5.3.2.1 AGACHARSE O SENTADILLA:

La posición en cuclillas se usa primero porque emplea movimiento simétrico en las extremidades inferiores. Permite que la extremidad inferior afectada se beneficie de lo visual y propioceptivo retroceso de la extremidad inferior no afectada. El fisioterapeuta debe observar la postura y la apariencia del paciente o su peso, que casi siempre ocurre lejos de la extremidad afectada. Cada articulación se puede comparar con su contraparte no afectada. La sentadilla, puede ser proporcionada en 1 o 4 diferentes direcciones de peso. La soga se usa para ayudar, resistir y modificar el movimiento de patrones. Él trabaja para identificar el tobillo de cadena cerrada en la dorsiflexión. Una silla o banco puede usarse como un rango o movimiento de bloque (dispositivo limitador de rango) cuando sea necesario. Un tirón anterior que ayuda a facilitar la movilidad de la flexión de la cadera durante el descenso. Se pueden proporcionar cambios medial y lateral con resistencia, con el fin de promover el soporte de peso en el involucrado o disminuir el peso soportado en el lado afectado como progresión. (ANEXO 9) Se pueden usar los diferentes controles de peso, intencionalmente aumentar la carga o resistencia en particular lo que significa fortalecer o facilitar una respuesta neuromuscular en el lado opuesto. Por ejemplo, un individuo a soportar peso en el lado involucrado puede ser ayudado, causando aumento de peso al lado no involucrado. Creará la necesidad de reducir el peso al lado afectado, por lo tanto fomentando una respuesta conjunta al estímulo requerido. (129)

#### 5.3.2.2 TÉCNICA ASISTIDA:

El paciente, es colocado en un ángulo descendente y está unido a un cinturón. El cinturón se coloca debajo de las nalgas para simular la oscilación. Se usa un banco para permitir un punto de parada adecuado. La tensión elástica de la soga es mayor cuando el paciente está sentado y disminuye a medida que el la ventaja aumenta. Antes de eso, la curva de tensión de la soga complementa las necesidades del paciente. La soga ahora se está usado



para causar pérdida de peso y exige una pequeña cantidad de estabilidad dinámica. Los siguientes 4 ejercicios siguen la sentadilla asistida en dificultad: (129)

- **CAMBIO DE PESO ANTERIOR:**

El paciente toma la soga, que viene de un nivel de las caderas y de las rodillas y se adhiere a un cinturón. El cinturón se usa alrededor de la cintura, y causa el cambio de peso anterior; durante el movimiento en cuclillas, los tobillos se deben plantar como las rodillas ampliar. (129)

- **CAMBIO DE PESO POSTERIOR:**

El paciente se aleja de la soga al mismo nivel que arriba y se une a un cinturón. El cinturón se usa alrededor de la cintura y causa un cambio de peso posterior, mayor énfasis en los extensores de la cadera y menor énfasis en los extensores de la rodilla y plantiflexores. (129)

- **CAMBIO DE PESO MEDIAL:**

El paciente se para con el lado no afectado hacia la soga en el mismo nivel que arriba. El cinturón está alrededor de la cintura y causa un cambio de peso medial. Es menos lugar de estrés en la extremidad inferior afectada y permite que el paciente se incline hacia la parte inferior afectada extremidad sin incurrir en un estrés o carga excesivos. (129)

- **CAMBIO DE PESO LATERAL:**

El paciente se para con el lado afectado hacia la soga que está en el mismo nivel que arriba. El cinturón se usa alrededor de la cintura, lo que causa un aumento de peso en la extremidad inferior afectada. El ejercicio pondrá una mayor tensión en el lado afectado de la extremidad, lo que exige un mayor equilibrio y control. El ejercicio simula una sentadilla con una sola pierna, pero agrega equilibrio y bienestar permitiendo que la extremidad no afectada permanezca en el piso. (129)

### 5.3.2.3 ESTOCADA.

La estocada es más específica ya que se utiliza en los deportes y la actividad normal. El ejercicio disminuye la base mientras que al mismo tiempo produce la necesidad o disociación independiente. El paciente se le pide que alterne la estocada de la derecha a la otra pierna, el fisioterapeuta puede comparar fácilmente la calidad del movimiento entre las extremidades. Cuando se realiza la embestida, el paciente puede usar diez veces movimientos de extensión exagerados en la región lumbar para ayudar a los débiles en la extensión de cadera descoordinada. Es la sustitución no se produce durante el ejercicio de sentadilla. Antes de eso, la estocada debe usarse no solo como un ejercicio sino también como una parte funcional de la evaluación. La sustitución debe abordarse solicitando al paciente que mantenga un dorso vertical (tenga en cuenta que la técnica asistida ayudará al fisioterapeuta a minimizar esto sustitución). (130) **(ANEXO 10)**

### 5.3.2.4 TÉCNICA RESISTIDA:

El paciente coloca la soga que está a un ángulo ascendente desde el suelo hasta el nivel de la cintura. La soga ahora aumenta la carga excéntrica en los cuádriceps con la desaceleración hacia abajo del movimiento. Para el movimiento ascendente, se le pide al paciente que se enfoque en la extensión de la cadera y no extensión de rodilla. El paciente debe aprender a iniciar el movimiento desde la cadera y no desde hiperextensión lumbar. La extensión de cadera debe estimular automáticamente la estabilización lumbar isométrica junto con las cantidades apropiadas, extensión de la rodilla y flexión plantar del tobillo. Se usa un bloque para proteger la parte trasera de la rodilla y no exigir más allá de 90 grados y tocar el suelo. El bloque también se puede hacer más grande para limitar el rango o movimiento en cualquier punto de la embestida. (130) **(ANEXO 11)**

### 5.3.2.5 TÉCNICA RESISTIDA: CAMBIO DE PESO LATERAL Y MEDIAL.

Para estimular la estabilización estática lateral y medial durante la flexión dinámica y movimientos de extensión o las extremidades inferiores. La estocada está organizada por el posicionamiento del paciente con la extremidad inferior afectada hacia la dirección de

resistencia. La soga se coloca a un nivel medio entre la cintura y el tobillo. Luego se le pide al paciente que realice un movimiento lateral mínimo. Ese movimiento estimula lateral estático, estabilización de la cadera, la rodilla, el tobillo durante la flexión dinámica (descarga) y la extensión (cargando). La estocada se realiza colocando al paciente con el extremidad opuesta a la resistencia. La soga está conectado como se describe en el movimiento estimula la estabilización medial estática o la extremidad inferior afectada en presencia de la flexión dinámica y extensión. (130)

Las técnicas de la estocada enseñan el ajuste del peso en la extremidad inferior afectada durante movimientos laterales del cuerpo. La técnica asistida de estocada lateral complementa la asistencia técnica hacia adelante, porque también reduce el peso corporal relativo al tiempo que permite. El motor principal es la extremidad inferior no afectada que mueve el centro o gravedad sobre la extremidad inferior afectada o con el único propósito visual o propioceptivo entrada antes de una carga excesiva. La técnica resistida lateral complemento la técnica resistida, porque también proporciona un efecto de sobrecarga en la extremidad inferior afectada. En este ejercicio, la extremidad inferior afectada es la principal motor, así como la extremidad principal de carga. La extremidad inferior afectada no solo produce el peso, sino que también reacciona, responde y repite el movimiento. Las repeticiones y la resistencia o todos los ejercicios descritos son seleccionados por el fisioterapeuta para producir la reacción apropiada sin dolor. (130)

#### 5.3.2.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO.

Las pruebas funcionales proporcionan objetivos y pueden ayudar al fisioterapeuta a justificar una progresión a la fase III o una indicación de que el paciente debe continuar trabajando en la fase II. En una sentadilla de peso corporal de una sola pierna se puede ver la calidad del movimiento y la cantidad de las repeticiones que se comparan con la extremidad inferior no afectada. Una máquina de prensa de piernas isotónicas también se puede usar de esta manera estableciendo el peso del paciente y comparar las repeticiones. Las pruebas también pueden ser útiles para identificar áreas problemáticas, independientemente o el modo o prueba, se recomienda que la extremidad inferior afectada muestre 70% hasta el 80% de la capacidad demostrada por la extremidad inferior no afectada, o no más de una 20% a 30% de déficit de fuerza cuando el paciente cumple con estos criterios, el paciente puede moverse. (130)

### **5.3.3 FASE III: ESTABILIZACIÓN DINÁMICA (CONTROL INCONSCIENTE / CARGA).**

La Fase III introduce el impacto y el ejercicio balístico para el paciente. Ese movimiento producirá un ciclo de estiramiento-acortamiento que se ha descrito en ejercicios pliométricos. La función no es un resultado de la magnitud del pre estiramiento, sino que depende de la velocidad o estirar para producir una contracción, se hace de 2 maneras: (131)

1. El estiramiento relevó que es una respuesta neuromuscular a la tensión producida en el músculo pasivamente. El músculo responde con una contracción inmediata para reorientarse a la nueva posición, protegiéndola y manteniendo la postura en una contracción voluntaria(131)
2. Las propiedades elásticas del tendón le permiten almacenar energía temporalmente y liberarla. Cuando un pre estiramiento rápido es seguido por una contracción voluntaria, el tendón se agregará a la fuerza de la contracción proporcionando en la dirección opuesta. (131)

El entrenamiento dinámico en este nivel puede aumentar el impulso cortical descendente hacia los grandes nervios motores o los músculos esqueléticos, así como también los nervios pequeños del eje muscular. (131)

#### **5.3.3.1 RESISTIDO CAMINANDO.**

La resistencia al caminar se utiliza los mismos componentes principales que en el entrenamiento de la marcha, sin embargo, permite una respuesta reactiva no está disponible en no resistido. Por ejemplo, un paciente puede presentar una leve marcha de “Trendelenburg” asociada con un glúteo medio débil. Al iniciar un programa que incorporaría una progresión como el que se usa con la sentadilla, el paciente debe progresar para poder resistir al caminar. La resistencia permite aumentar la carga y también provoca la necesidad y mejora el equilibrio y el peso. (132)

#### **5.3.3.2 RESISTENCIA AL SALTO.**

El salto bilateral debe introducirse siguiendo un entrenamiento adecuado con la cuerda de saltar, luego seguido por un aumento en el entrenamiento unilateral. Utilizar la resistencia en la técnica de salto es promover una mayor resistencia en 1 o 4 direcciones. La mayor resistencia se usa para simular esas fuerzas que normalmente se ven en el campo o campo de juego o en el regreso a la actividad. El programa debería comenzar con una capacitación bilateral y luego progresar, puede acomodarse con cajas o entrenamiento diagonal. En mayor nivel, implementando conos, vallas, y / o rollos que se pueden utilizar para aumentar las demandas pliométricas durante los ejercicios de salto. (132)

#### 5.3.3.3 RESISTIDO CORRIENDO.

La resistencia a la carrera simplemente implica correr o correr en el lugar con una soga conectado a un cinturón alrededor de la cintura. El fisioterapeuta puede analizar la actividad de trotar o correr porque es una superficie estacionaria. La resistencia de la soga se aplica en 4 direcciones diferentes, proporcionando simulación a las diferentes situaciones que experimentará el paciente cuando regrese a su actividad. (132) **(ANEXO 12)**

#### 5.3.3.4 RESISTIDO DELIMITADOR.

El ejercicio de límite es una progresión tomada tanto del ejercicio de saltar como correr para aumentar las demandas colocadas en el componente horizontal. Antes de eso, el límite es una técnica de ejercicio que pone mayor énfasis en los movimientos laterales. La progresión o los ejercicios de delimitación siguen la misma secuencia de control de peso que la ejecución anterior. El borde de lado a lado en un ejercicio de resistencia lateral promueve el equilibrio simétrico y la resistencia requerida o la progresión a aplicaciones de fuerza y potencia de mayor nivel. (132)

## **CAPÍTULO VI: EVIDENCIA CIENTÍFICA RELACIONADA AL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO.**

### **6.1 EN EL SEGMENTO DE TOBILLO.**

- Marian Michalski Peres, Lisiane Cecchini, Ivan Pacheco, ortopedista y Adriana Pacheco Moreh, (2014) (1). En los deportes donde hay contacto entre los atletas, como en el voleibol, el esguince por mecanismo de inversión es la lesión más frecuente y el tobillo es la articulación más acometida cuando comparada con las otras, acarreando déficit importante como la inestabilidad articular. Los programas de entrenamiento propioceptivo se han utilizado ampliamente para minimizar estas cuestiones. El objetivo para poder evaluar el efecto de un entrenamiento propioceptivo en la estabilidad de la articulación del tobillo es a través de la Prueba de balance de Excusión (Set) en atletas de voleibol. Se evaluaron 11 atletas de voleibol de un club polideportivo de la ciudad de Porto Alegre, RS, Brasil, por medio de un test de evaluación para estabilidad articular del tobillo, SEBT. Los atletas pasaron por un programa de entrenamiento propioceptivo compuesto por seis ejercicios que trabajaron propiocepción en diferentes grados de exigencia durante cuatro semanas y esta prueba fue aplicada en el pre y post-intervención por el programa de entrenamiento propioceptivo de las atletas. Los resultados en las pruebas de Sebt de los atletas pre y post-intervención propioceptiva mostraron diferencias significativas en seis direcciones para el tobillo derecho y cinco para el tobillo izquierdo. En conclusión un programa de entrenamiento propioceptivo parece ser eficaz para el incremento de la estabilidad articular que es fundamental para atletas de voleibol expuestos al riesgo de esguinces de tobillo que generan inestabilidades crónicas. (133)

- Martín Larrain, Leire (2016) (2) Los esguinces de tobillo son una de las lesiones más comunes, que pueden desarrollar una inestabilidad crónica, pudiendo provocar recaídas con facilidad. Por lo que, la propiocepción podría ser un buen tratamiento para esta lesión ya que reestablece y fortalece los reflejos protectores del tobillo el objeto es realizar una revisión sistemática de la evidencia que aporta la literatura publicada en relación con la efectividad de un entrenamiento propioceptivo en la reducción de la incidencia y recurrencia de los esguinces de tobillo en personas con esguince o con alto riesgo de sufrirlo. Se realizó una búsqueda bibliográfica, en Medline, PEDro y Cochrane. Realizando una selección de los diferentes artículos que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Ensayos controlados Aleatorizados de alta-media calidad metodológica en base a la herramienta de lectura PEDro, y cuyos resultados han sido medidos mediante test estandarizados pre y post intervención. Los resultados obtenidos fueron que el entrenamiento propioceptivo aumenta la posibilidad de recuperar la capacidad funcional del tobillo y disminuye la incidencia de nuevos esguinces de tobillo, ya que se obtienen resultados beneficiosos: mejora del equilibrio y control postural, y de la función neuromuscular y reducción de la incidencia de esguinces. En conclusión existe evidencia moderada de que el entrenamiento propioceptivo es efectivo. Aun así, debido a la evidencia que presenta se necesitan más estudios para determinar claramente sus efectos a largo plazo y que concrete qué tipo de programa de entrenamiento propioceptivo es el más adecuado. (134)



- Ko KR, Lee H, Lee WY, Sung KS. (2018) (3) Describir la fuerza del tobillo y la estabilidad postural en pacientes con inestabilidad crónica del tobillo lateral y analizar la correlación entre los déficits en la fuerza del tobillo y la estabilidad postural. Se revisaron retrospectivamente los resultados de las pruebas isocinéticas y del equilibrio preoperatorias en 203 pacientes con tobillo contralateral normal. Se midieron los valores de par máximo isocinético de eversión e inversión a 2 velocidades angulares 30 ° / y 120 ° / en los tobillos lesionados y normales. En la prueba de equilibrio, se calcularon las diferencias

porcentuales de 3 puntuaciones reales (general, anterior-posterior y medial-lateral) entre los tobillos lesionados y los normales. Se realizaron análisis estadísticos adicionales para evaluar la debilidad de la fuerza del tobillo, los déficits de estabilidad postural y su correlación. Se encontraron diferencias significativas en 4 valores de toque máximo y 4 valores de toque máximo relativo (torque pico / peso corporal) entre los tobillos lesionados y los normales. Los 8 valores fueron significativamente más bajos en los tobillos lesionados. La debilidad fue severa durante la inversión. En la prueba de equilibrio, 49 sujetos (24.1%) tuvieron déficits significativos en la estabilidad postural y 109 (53.7%) tuvieron resultados favorables. No se encontró una asociación fuerte entre la debilidad de la fuerza del tobillo y los déficits en la estabilidad postural. La medición de la fuerza sola no es suficiente para evaluar los déficits funcionales preoperatorios, y se requieren otras pruebas funcionales para medir la estabilidad postural. Los resultados de este estudio proporcionan evidencia adicional de un programa de rehabilitación que consiste en entrenamiento propioceptivo y fortalecimiento. El entrenamiento propioceptivo debe ser una parte integral del programa de rehabilitación además de fortalecer el ejercicio. (135)

## **6.2 EN EL SEGMENTO DE RODILLA.**

- Bert R. Mandelbaum, Maryland, Holly J. Silvers, MPT, Diane S. Watanabe, MA, ATC (2005) (1). Entre las atletas no se ha establecido si un programa de entrenamiento neuromuscular y propioceptivo específico del deporte reducirá consistentemente la incidencia de lesiones del ligamento cruzado anterior. El propósito es determinar si un programa de rendimiento neuromuscular y propioceptivo fue eficaz para disminuir la incidencia de lesión del ligamento cruzado anterior en una población seleccionada de jugadoras femeninas competitivas de fútbol femenino. El método fue en el 2000, 1041 mujeres de 52 equipos recibieron una intervención de entrenamiento deportivo específico en un ensayo prospectivo no aleatorizado. El grupo de control consistió en las restantes 1905 jugadoras de fútbol femenino de 95 equipos que participaban en la misma liga y que igualaron la edad y la habilidad. En la temporada 2001, 844 mujeres atletas de 45 equipos se inscribieron en el estudio, con 1913 atletas (de 112



equipos) que servían como los controles de edad y habilidad. Todos los sujetos eran mujeres jugadoras de fútbol entre las edades de 14 y 18 años y participaron en su calentamiento tradicional o en una intervención de entrenamiento deportivo específico antes de la actividad atlética durante un período de 2 años. La intervención consistió en ejercicios de educación, estiramiento, fortalecimiento, pliometría y ejercicios de agilidad específicos del deporte diseñados para reemplazar el calentamiento tradicional. Los resultados obtenidos fueron durante la temporada 2000, hubo una disminución del 88% en la lesión del ligamento cruzado anterior en los sujetos incluidos en comparación con el grupo control. En el año 2000, durante la temporada 2001, hubo una reducción del 74% en los desgarros del ligamento cruzado anterior en el grupo de intervención en comparación con los controles emparejados por edad y habilidad. En conclusión 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 las jugadoras de fútbol femenino. (136)

- Serrano Barceló, María del Mar (2018) (2). En el fútbol, el riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es elevado, siendo mayor el riesgo de 3 a 5 veces en las mujeres que en los hombres. La lesión del LCA es la causa del mayor tiempo de pérdida de competición en el fútbol (de 6 a 9 meses independientemente de la técnica quirúrgica utilizada), lo que ha influido en el aumento del interés por conocer los factores de riesgo y los métodos de prevención de esta lesión. El objetivo de este trabajo tiene como finalidad conocer la eficacia del entrenamiento propioceptivo en la prevención de la lesión del LCA en mujeres futbolistas. Estrategia de búsqueda bibliográfica: Se realizó una búsqueda bibliográfica utilizando los metabuscadores BVS y EBSCOhost, las bases de datos Pubmed y Pedro, y las revistas electrónicas “Apunts de Medicina de l’Esport”, “BMJ” y “BMC medicine”. Los descriptores utilizados fueron “ligamento cruzado anterior”, “propiocepción” y “fútbol” en castellano; y, “anterior cruciate ligament”, “proprioception” y “soccer” en inglés. Resultados de la búsqueda bibliográfica: Se incluyeron en el trabajo 21 artículos, 17 de los cuales encontrados directamente de las bases de datos y 4 de revistas electrónicas. Discusión: No existe evidencia científica suficiente que demuestre la eficacia del entrenamiento aislado de la propiocepción para la prevención de la lesión del

LCA en el fútbol. En conclusión los programas de prevención que incluían la propiocepción han demostrado ser eficaces en la disminución de la incidencia de la lesión del LCA en mujeres futbolistas. (137)

### **6.3 EL ENTRENAMIENTO PROPIOCEPTIVO Y EL EQUILIBRIO.**

- McGuine TA, Keene JS (2006) (1). Los esguinces de tobillo son las lesiones musculoesqueléticas más comunes que ocurren en los atletas y tienen un profundo impacto en los costos y recursos de la atención médica. Un programa de entrenamiento de equilibrio puede reducir el riesgo de esguinces de tobillo en atletas de secundaria. Setecientos sesenta y cinco jugadores de fútbol y baloncesto de escuelas secundarias (523 niñas y 242 niños) fueron asignados aleatoriamente a un grupo de intervención (27 equipos, 373 sujetos) que participaron en un programa de entrenamiento de equilibrio en un grupo de control (28 equipos, 392 sujetos) que realizaron solo ejercicios de acondicionamiento estándar. El resultado fue que la tasa de esguinces de tobillo fue significativamente menor para los sujetos en el grupo de intervención (6,1%, 1,13 de 1000 exposiciones frente a 9,9%, 1,87 de 1000 exposiciones,  $p = 0,04$ ). Los atletas con antecedentes de esguince de tobillo tenían un riesgo 2 veces mayor de sufrir un esguince (relación de riesgo, 2,14), mientras que los atletas que realizaban el programa de intervención disminuían a la mitad el riesgo de esguince (relación de riesgo, 0,56). La tasa de esguinces de tobillo para los atletas sin esguinces previos fue del 4,3% en el grupo de intervención y del 7,7% en el grupo de control, pero esta diferencia no fue significativa ( $p = 0,059$ ). En conclusión un programa de entrenamiento de equilibrio reducirá significativamente el riesgo de esguinces de tobillo en jugadores de fútbol y baloncesto de la escuela secundaria. (138)

- Lamb Marianne, Priscila Daniele de Oliveira, Simone Tano Sayomi, Andrew Wilson de Oliveira Gil, Eliana Virginia Nobre dos Santos, Karen Barros

Fernandes Parron, Ali Florisvaldo Semeão, Rodrigo Franco de Oliveira. (2014)

(2) La gimnasia rítmica (GR) es una modalidad deportiva que combina arte a gestos biomecánicos de alta complejidad, que requiere alto nivel de desarrollo de cualidades físicas como: agilidad, flexibilidad, fuerza, impulsión y destreza. En esta modalidad, estudios comprueban que las lesiones más frecuentes ocurren en las articulaciones de la rodilla y el tobillo y, en algunos casos, en las extremidades del puño, siendo los esguinces más registrados, principalmente en atletas de nivel de competición. Por lo tanto, la propiocepción y el control muscular poseen un papel fundamental en la estabilidad articular dinámica, ya que tras lesiones ortopédicas algunas características sensorio-motoras son alteradas y deben ser el foco de programas de rehabilitación para que se obtenga mejor retorno a las actividades como antes de la lesión. El objetivo es evaluar el efecto del entrenamiento propioceptivo sobre el equilibrio postural de atletas de gimnasia rítmica, a partir de la utilización de la plataforma de fuerza. El método que se utilizó en el entrenamiento propioceptivo fue en el período de 2 meses, subdividido en tres fases, con progresión de la complejidad de los ejercicios a cada fase de entrenamiento. En los resultados obtenidos podemos observar que hubo una mejora significativa de los resultados de la última fase del entrenamiento, cuando se utilizaron ejercicios de mayor complejidad y agilidad, de acuerdo con el protocolo. En conclusión por tratarse de atletas de GR de alto desempeño y presentar predominio de actividades en apoyo unipodal, los protocolos de propiocepción deben ser más intensos, generando un mayor nivel de perturbaciones y desequilibrios posturales. (139)

## CONCLUSIONES

1. La información propioceptiva es conducida al SNC a través de una vía consciente y una vía inconsciente, la consciente alcanza la corteza sensitiva parietal y la inconsciente lleva información al cerebelo, del cerebelo salen tres vías que intervienen en el control del equilibrio y mantenimiento de la postura.
2. El sistema propioceptivo consta de una serie de elementos denominados propioceptores que nos aportan información relacionada con la posición del cuerpo, la tensión y la elasticidad muscular y el movimiento de las articulaciones.
3. El entrenamiento propioceptivo hace que llegue la información a los receptores, los receptores pasan la información a la medula hasta llegar al núcleo más importante del SNC, el hipotálamo. El Tálamo se encarga de filtrar los estímulos sensoriales. Uno de los estímulos que llega es la propiocepción, pero también llega la visión y el dolor, a la hora de realizar el entrenamiento propioceptivo.
4. Entrenamiento propioceptivo es (técnica = mayor rendimiento con el mínimo esfuerzo).
5. En el Nivel de Integración del control motor en el SNC se dice que en el Primer nivel Reflejo de estiramiento (M1) es uno de los más rápidos que va de 30 a 50 ms, el tiempo de respuesta es muy corta porque involucra una sinapsis, por ende no da como resultado un aumento real de la fuerza. En el Segundo nivel Reflejo de estiramiento (M2) es una respuesta más completa que es aproximadamente de 50 a 80 ms, es el reflejo de estiramiento más largo donde un individuo puede ajustar voluntariamente el tamaño o la amplitud de la respuesta del reflejo M2, y el Tercer nivel Reflejo de estiramiento (M3) es la reacción voluntaria de ciclo largo, la latencia es de 120 a 180 aproximadamente, dependiendo de la tarea y las circunstancias.
6. En la evidencia científica muestra una mejora significativa, sin embargo se necesitan más estudios para determinar claramente sus efectos a largo plazo y que concrete qué tipo de programa de entrenamiento propioceptivo es el más adecuado.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Lluch A, Salvà M, Esplugas M, Llusà E, Hagert, García E. El Papel de La Propiocepción y El Control Neuromuscular En Las Inestabilidades Del Carpo. Revista Iberoamericana de Cirugía de La Mano 43, n. 01 (mayo de 2015): 070-078.
2. Mercado, Dra. Saavedra P, Dr. Coronado Zarco R, Dr. Chávez Arias D, Dra. Díez García MP, Dr. Renán León S. Relación entre fuerza muscular y propiocepción de rodilla en sujetos asintomáticos, 2003, 8.
3. Lamb M, Oliveira DP, Sayomi Tano S, De Oliveira Gil AW, Nobre dos Santos EV, Barros Parron K, Aparecido Semeão F, De Oliveira R. Efeito do treinamento propioceptivo no equilibrio de atletas de ginástica rítmica. Revista Brasileira de Medicina do Esporte 20, n.o 5 (octubre de 2014): 379-82.
4. Ardila, Ávalos CN, Berrío Villegas JA, y Álvarez CM. Monografía para optar el título de Especialista en Educación Física: entrenamiento deportivo, s. f., 69.
5. Castillo M. Bases Biológicas Y Fisiológicas Del Movimiento Humano Manuel Guillen Del Castillo. Accedido 10 de abril de 2018.
6. Sillero, Benítez J, Póveda Leal J. La propiocepción como contenido educativo en primaria y secundaria en educación física. Revista Pedagógica ADAL, n.º 21 (2010): 24-28.
7. Brain Res. Excitatory pathways from the vestibular nuclei to the NTS and the PBN and indirect vestibulo-cardiovascular pathway from the vestibular nuclei to the RVLM relayed by the NTS. 2008 Nov 13;1240:96-104. Pub 2008 Sep 13.
8. Jamali M, Sadeghi SG, Cullen KE. Response of vestibular nerve afferents innervating utricle and saccule during passive and active translations. Department of Physiology, AerospacUnit, McGill University, 3655 Drummond St., Montreal, Quebec H3G 1Y6, Canada. Neurophysiol. 2009 Jan; 101(1):141-9. Pub 2008 Oct 29.
9. Montessor M. Efecto De Un Entrenamiento Propioceptivo En El Balance Postural De Los Alumnos Del Ii Semestre De La Carrera Profesional Técnico En Fisioterapia Y Rehabilitación Del Instituto Superior Tecnológico Privado Maria Montessori, Arequipa- 2014, S. F., 90.
10. Pérez Córdoba EA, Sánchez R, Estrada Contreras O, Chillón Martínez R. Intervención Mediante Feedback Auditivo Para La Mejora Del Equilibrio En

Mujeres que realizan Actividad Física Revista de Psicología del Deporte 23, N 2 (2014).

11. Ashton M, Wojtys, LJ, Huston D, FryWelch. Can Proprioception Really Be Improved by Exercises» Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA 9, n.º 3 (mayo de 2001): 128-36.
12. Bernier JN, Perrin DH. Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports phys. Ther.* 1998; 27: 264-275.
13. Eur J, Quarck G, Etard O, Gauthier A, Vestibulo-ocular reflex and motion sickness in figure skaters Tanguy. 2008 Dec;104(6):1031-7. Pub 2008 Aug 30.
14. Burgess PR. Signal of kinesthetic information by peripheral sensory receptors. *Annu Rev Neurosci* 1982; 5:171.
15. Cafarelli E, Bigland B. Sensation of static force in muscles of different length. *Exp Neurol.* 1979; 65:511-525.
16. Adrian ED, Zotterman. The impulses produced by sensory nerve endings II. The response of a single end organ. *J. Physiol.* 61: 151-171
17. Brandt Th. En Brandt Th. Vertigo, its multisensory syndromes, 2nd Edition. London: Springer Verlag; 2003: 3-19.
18. Bartual PJ, Perez Fernandez N. Anatomía y Fisiología del Sistema Vestibular Periferico. En *El sistema Vestibular y sus alteraciones. Vol. I.* Barcelona: Masson; 1999: 21-51
19. Baloh R. W., Honrubia V. Vestibular function: an overview. En Baloh R.W., Honrubia V. *Clinical Neurophysiology of the Vestibular System.* Philadelphia: F.A. Davis Company; 1990; 3-19.
20. Macefield VG. Physiological characteristics of low-threshold mechanoreceptors in joints, muscle and skin in human subjects. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2005; 32: 135-44.
21. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. *Principles of Neurosciences* McGraw-Hill 2013.
22. Valdo AB, Johansson RS. Properties of cutaneous mechanoreceptors in the human hand related to touch sensation. *Hum Neurobiol* 1984; 3: 3-14.
23. Bernal J, Garcia Valdecasas A, Aviñoa Arias, Arjona Montilla C. Fisiología Del Sistema Vestibular, s. f., 14. 1993; 21 (3): 425-430
24. Carter J, Fourney D. Research Based Tactile and Haptic Interaction Guidelines. Guidelines On Tactile and Haptic Interactions Conference. 2005 pp. 84–92.

25. Ruiz A. Reeducción propioceptiva, globalidad y T.R.A.L, s. f., 16.
26. Brusco HA, López LL, Loidl CF. Histología médico-práctica. Barcelona: 2014
27. Gartner LP, Hiatt JL. Texto atlas de histología. Tercera edición. México: McGraw-Hill; 2008.
28. Hullieger M. The mammalian muscle spindle and its central control. Rev Physiol Biochem Pharmacol. 1984; 101:1-110.
29. Perea Bartolomé V. Fundamentos de neuropsicología ED. U. de Salamanca (1989).
30. Viel, E. Concepts généraux sous tendant l'utilisation des stimuli propioceptifs pour aider a l'éducation ou a la rééducation ensori-musculaire reprogrammation neuro-motrice. Ann. Kinésithér., 1983, 10/9.
31. Viel E, Ogishima H. Reducción neuro-musculaire a partir de la propiocepcion Bases Kinésiologues. Masan, París, 1977.
32. Freeman MA. The etiology and prevention of functional instability of the Dean, M.R.E. Bone and Joint Surgery, 1965, Vol.47, B.nº4 (678-685).
33. Antolín P, Pinceladas de T.R.A.L. S.N.C. Reeducción neuromotriz, Apuntes cursos realizados en la E. U. F. "Gimbernat" Adscrita, a la U.A.B. 1997, (7-21).
34. Morin, G. Fisiología del sistema nervioso central. Tercera Edic. Ed. Masson, París, 1979.
35. Mountcastle VG. Physiology. Saint-Louis, Mosby et C0, 1968.
36. Lázaro A, Arnaiz P, Berruezo P. De La Emoción De Girar Al Placer De Aprender. Implicaciones Educativas De La Estimulación Vestibular. (2006).
37. Lázaro A, Gigantes con zancos. El placer de aprender a través del equilibrio. (2004)
38. Riemann B L, Scott M, Lephart. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. Journal of Athletic Training 37, n.º 1 (2002): 80-84.
39. Crutchf A, Barnes M, Motor Control and Motor Learning in Rehabilitation. Atlanta, GA: Stokesville; 1993.
40. Tippet S, Voight ML. Functional Progressions or Sports Rehabilitation. Champaign, IL: Human Kinetics; 1995.
41. Voight ML, Blackburn TA, Hardin JA. Effects of muscle fatigue on shoulder proprioception. J Orthop Sports Phys T er. 1996; 21:348-352.

42. Crutchfield C, Barnes M. Motor Control and Motor Learning in Rehabilitation. Atlanta, Ga. : Stokesville Pub. Co., 1993.
43. Guido J, Stemm J. Reactive Neuromuscular Training: A Multi-level Approach to Rehabilitation of the Unstable Shoulder». North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT 2, n.º 2 mayo de 2007 97-103.
44. Borsa PA, Scott M, Lephart, Mininder S. Kocher P, Lephart. Functional Assessment and Rehabilitation of Shoulder Proprioception for Glenohumeral Instability. Journal of Sport Rehabilitation 3, n.º 1 (1 de febrero de 1994): 84-104.
45. Guido JA, Stemm J. Reactive Neuromuscular Training: A Multi-level Approach to Rehabilitation of the Unstable Shoulder». North American Journal of Sports Physical Therapy : NAJSPT 2, n.º 2 (mayo de 2007): 97-103.
46. Clark FJ, Burgess PR. Slowly adapting receptors in catknee joint: can they signal joint angle J Neurophysiol.1975;38:1448-1463.
47. Granit R. T e Basis of Motor Control. New York, NY: Academic Press; 1970.
48. Kim, Wangdo. Efferent Copy and Corollary Discharge Motor Control Behavior Associated with a Hopping Activity Journal of Novel Physiotherapies 03, n.º 04 (2013).
49. Schmidt RA. Motor Control and Learning. Champaign, IL: Human Kinetics; 1988.
50. Grigg P. Peripheral neural mechanisms in proprioception. J Sport Rehabil. 1994;3:1-17.
51. Dewhurst DJ. Neuromuscular control system. IEEE Trans Biomed Eng. 1965;14:167-171.
52. Lewis M, Lawrence T. Taft. Developmental Disabilities: Theory, Assessment, and Intervention. Springer Science & Business Media, 2012.
53. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements. Adaptation to altered support surface conf gurations. J Neurophysiol. 1986;55:1369-1381.
54. Horak FB. Clinical measurement of postural control in adults. Phys T er. 1989;67:1881-1885.
55. Borsa P, Scott M. Lephart, Mininder S, Kocher, Susan P, Lephart. Functional Assessment and Rehabilitation of Shoulder Proprioception for Glenohumeral



- Instability. *Journal of Sport Rehabilitation* 3, n.o 1 (1 de febrero de 1994): 84-104.
56. Finucane SD, Mayhew M, Rothstein. Evaluation of the Gravity Correction Feature of a Kin-Com Isokinetic Dynamometer. *Physical Therapy* 74, n.º 12 (diciembre de 1994): 1125-33.
57. Voight, Michael L, Gray Cook. Impaired Neuromuscular Control, s. f., 42.
58. Haddad B. Protection of afferent fibers from the knee joint to the cerebellum of the cat. *Am J Physiol.* 1953;172:511-514.
59. Phillips CG, Powell S, Wiesendanger M. Protection from low threshold muscle afferents of hand and of rearm area 3A of Babson's cortex. *J Physiol.* 1971;217:419-446.
60. Voight L., Barb Hoogenboom, Gray Cook. Functional Training and Advanced Rehabilitation. En *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*, 503-23. 2012.
61. Swanik, Buz CH, Lephart, Stone D, Neuromuscular Dynamic Restraint in Women with Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 425 Agosto de 2004, 189-99.
62. Ekdahl C, Jarnlo. Standing Balance in Healthy Subjects. Evaluation of a Quantitative Test Battery on a Force Platform. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 21, n.º 4 1989, 187-95.
63. Gottlieb G, Corcos D, Agarwal G. Strategies for the Control of Voluntary Movements with One Mechanical Degree of Freedom». *Behavioral and Brain Sciences* 12, n.º 02 junio de 1989, 189.
64. Nashner LM. Sensory, Neuromuscular, and Biomechanical Contributions to Human Balance. *Proceeding of APTA*, 1989, 5-12.
65. Neil B. Postural Control in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 42, n.º 1 (enero de 1994): 93-108.
66. Era P, Heikkinen E. Postural Sway during Standing and Unexpected Disturbance of Balance in Random Samples of Men of Different Ages. *Journal of Gerontology* 40, n.º 3 (mayo de 1985) 287-95.
67. Scholz j, Gregor Schöner, Wei-Li Hsu, Horak F, Valère M. Motor equivalent control of the center of mass in response to support surface perturbations. Vol. 180, 2007.

68. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu F. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med.* 1997;25:130-137.
69. Voight ML. Functional Exercise training. Presented at the 1990 National Athletic training Association Annual Conference, Indianapolis, IN; 1990.
70. Cohen H, Keshner A. Current Concepts of the Vestibular System Reviewed: 2. «Visual/Vestibular Interaction and Spatial Orientation». *American Journal of Occupational Therapy* 43, n.º 5 (1 de mayo de 1989): 331-38.
71. Skoglund CT. Joint receptors and kinesthesia. In: Iggo A, ed. *Handbook of Sensory Physiology.* Berlin, Germany: Springer Verlag; 1973.
72. Ferrell WR, Craske B. Contribution of Joint and Muscle Afferents to Position Sense at the Human Proximal Interphalangeal Joint. *Experimental Physiology* 77, n.º 2 (1 de marzo de 1992): 331-42.
73. Goldberg, A, Hern ME, Neil B. Trunk repositioning errors are increased in balance-impaired older adults. 2005;60:1310-4. 1.
74. Roberts D, Fridén A, Stomberg A, Lindstrand, Moritz U. Bilateral Proprioceptive Defects in Patients with a Unilateral Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Comparison between Patients and Healthy Individuals. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society* 18, n.º 4 (Julio de 2000): 565-71.
75. Barrack RH, Skinner B, Buckley SL. Proprioception in the Anterior Cruciate Deficient Knee. *The American Journal of Sports Medicine* 17, n.º 1 (febrero de 1989): 1-6.
76. Voight M, Hoogenboom B, Gray Cook. Functional Training and Advanced Rehabilitation. En *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*, 503-23. 2012.
77. Hauert CA, Zanone P, Mounoud. Development of Motor Control in the Child: Theoretical and Experimental Approaches. En *Relationships Between Perception and Action*, 43. Berlin. 1990.
78. Myers, Joseph B. The Role of the Sensorimotor System in the Athletic Shoulder, s. f., 13.
79. Era, P., y E. Heikkinen. Postural Sway during Standing and Unexpected Disturbance of Balance in Random Samples of Men of Different Ages. *Journal of Gerontology* 40, n.º 3 (mayo de 1985): 287-95.

80. Swanik, Buz CH, Lephart S, Kathleen A S, Stone D. Neuromuscular Dynamic Restraint in Women with Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 425 (agosto de 2004): 189-99.
81. Windhorst. Muscle Proprioceptive Feedback and Spinal Networks. Documents. Accedido 19 de abril de 2018.
82. Lee WA, Anticipatory Control of Postural and Task Muscles during Rapid Arm Flexion. *Journal of Motor Behavior* 12, n.º 3 (septiembre de 1980) 185-96.
83. Montessori M. Efecto De Un Entrenamiento Propioceptivo En El Balance Postural De Los Alumnos Del Temestre De La Carrera Profesional Tecnico En Fisioterapia Y Rehabilitación Del Instituto Superior Tecnológico, Arequipa 2014, S. F., 90.
84. Moreno Pascual C, Rodríguez Pérez V, J. Seco Calvo. «Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia* 30, n.º 1 (febrero de 2008): 40-48.
85. Freeman MAR, Wyke B. Articular re exes o the ankle joint. An electromyographic study o normal and abnormal in uences o ankle-joint mechanoreceptors upon re ex activity in leg muscles. *Br J Surg.* 1967;54:990-1001.
86. Nashner LM, Sensory Neuromuscular, and Biomechanical Contributions to Human Balance. *Proceeding of APTA*, 1989, 5-12.
87. Nicolini AP, Teixeira de Carvalho R, Mitsuro Matsuda M, Sayum J, Cohen M. Common injuries in athletes' knee: experience of a specialized center. *Acta Ortopedica Brasileira* 22, n.º 3 (2014): 127-31
88. Noyes FR., Sue D, Westin B. The ACL: Anatomy, Biomechanics, Mechanisms of Injury, and the Gender Disparity. En *ACL Injuries in the Female Athlete*, 3-24. Springer, Berlin, Heidelberg, 2012.
89. Ramírez R. Observaciones sobre el control de los movimientos de paso y salto en el hombre. Accedido 19 de abril de 2018.
90. Pérez Córdoba EA, Sobrino Sánchez R, Estrada Contreras O, Chillón Martínez R. Intervención mediante feedback auditivo para la mejora del equilibrio en mujeres que realizan actividad física. *Revista de Psicología del deporte* 23 N. 5 (2014).

91. Perla RC, Fick G. The Effect of Elastic Bandages on Human Knee Proprioception in the Uninjured Population». The American Journal of Sports Medicine 23, n.º 2 (abril de 1995): 251-55.
92. Pintaar AJ, Brynhildsen, Tropp H. Postural corrections after standardised perturbations of single limb stance: effect of training and orthotic devices in patients with ankle instability. British Journal of Sports Medicine 30, n.º 2 (junio de 1996): 151-55.
93. Riemann BL, Lephart SM. The Sensorimotor System, Part II: The Role of Proprioception in Motor Control and Functional Joint Stability. Journal of Athletic Training 37, n.º 1 (2002): 80-84
94. Fridén A, Stomberg A, Lindstrand, U. Moritz. Bilateral Proprioceptive Defects in Patients with a Unilateral Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Comparison between Patients and Healthy Individuals. Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society 18, n.º 4 (julio de 2000): 565-71.
95. Ruiz, Antolín P. Reeducción propioceptiva, globalidad y T.R.A.L., s. f., 16. 2012.
96. Sabatier, Manning J, Wedewer W, Barton B, Henderson E, Murphy, Kar Ou. Slope walking causes short-term changes in soleus H-reflex excitability. Physiological Reports 3, n.º 3 (5 de marzo de 2015).
97. Scholz, J, Gregor S, Wei-Li Hsu, Horak F, Valère M. Motor equivalent control of the center of mass in response to support surface perturbations. Vol. 180, 2007.
98. Sheth P, Laskowski. Ankle Disk Training Influences Reaction Times of Selected Muscles in a Simulated Ankle Sprain. The American Journal of Sports Medicine 25, n.º 4 (agosto de 1997): 538-43.
99. Sillero, Juan de Dios Benítez, y Javier Póveda Leal. «La propiocepción como contenido educativo en primaria y secundaria en educación física». Revista Pedagógica ADAL, n.º 21 (2010): 24-28.
100. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu F. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med. 1997;25:130-13.

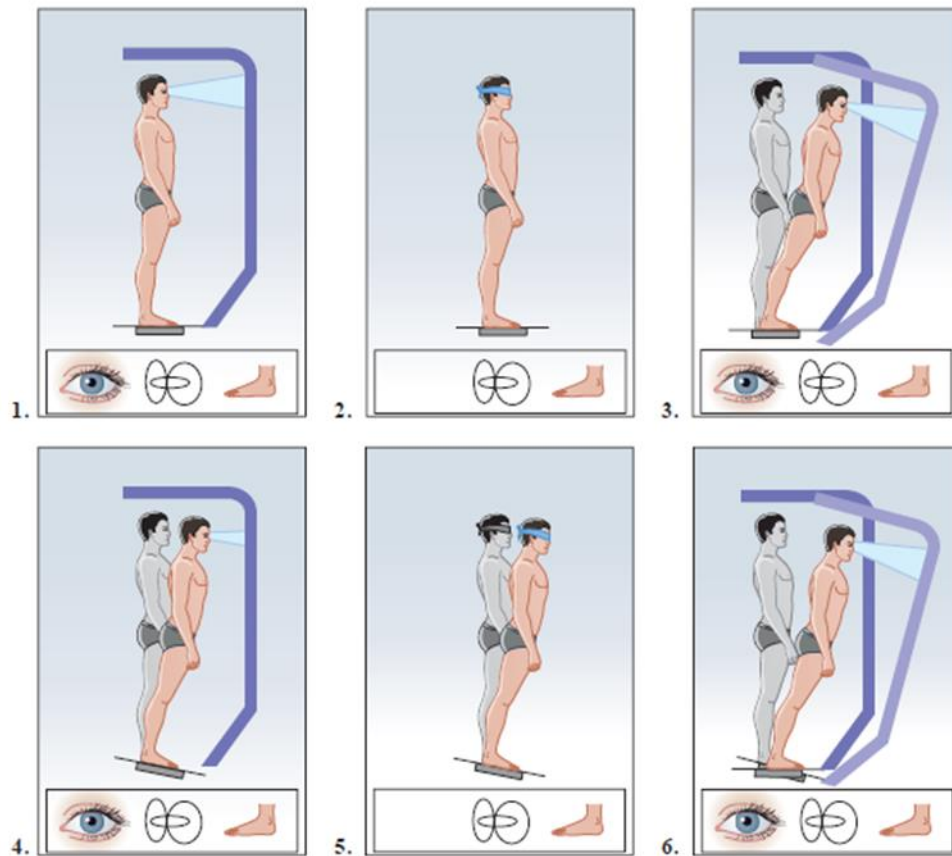
101. Solomonow MR, Baratta H, Bose C, Beck, D'Ambrosia R. The Synergistic Action of the Anterior Cruciate Ligament and Thigh Muscles in Maintaining Joint Stability. *The American Journal of Sports Medicine* 15, n.º 3 (junio de 1987): 207-13.
102. Strand T, Solheim E. Clinical Tests versus KT-1000 Instrumented Laxity Test in Acute Anterior Cruciate Ligament Tears. *International Journal of Sports Medicine* 16, n.º 1 (enero de 1995): 51-53.1
103. Sillero, Benítez JD, Póveda Leal J. La propiocepción como contenido educativo en primaria y secundaria en educación física». *Revista Pedagógica ADAL*, n.º 21 (2010): 24-28.
104. Solomonow MR, Baratta D, D'Ambrosia. The Synergistic Action of the Anterior Cruciate Ligament and Thigh Muscles in Maintaining Joint Stability. *The American Journal of Sports Medicine* 15, n.º 3 (junio de 1987): 207-13.
105. Strand T, Solheim D. Clinical Tests versus KT-1000 Instrumented Laxity Test in Acute Anterior Cruciate Ligament Tears. *International Journal of Sports Medicine* 16, n.º 1 (enero de 1995): 51-53.
106. Swanik, Buz CH, Lephart S, Kathleen A Swanik, Stone D. Neuromuscular Dynamic Restraint in Women with Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 425 (agosto de 2004): 189-99.
107. Tropp H, Ekstrand J, Gillquist. Factors Affecting Stabilometry Recordings of Single Limb Stance». *The American Journal of Sports Medicine* 12, n.º 3 (junio de 1984): 185-88.
108. Tropp H, Odenrick. Postural Control in Single-Limb Stance. *Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society* 6, n.º 6 (1988): 833-39.
109. Tropp, Hans, Ekstrand J, Gillquist J. Factores Que Afectan a Las Grabaciones de Estabilización de La Postura de Una Sola Extremidad. *The American Journal of Sports Medicine* 12, n.º 3 (1 de mayo de 1984): 185-88.
110. VEGA, JOSÉ A. Propioceptores articulares y musculares. s. f., 012:15.
111. Voight, Michael L, y Gray Cook. Impaired Neuromuscular Control, s. f., 2008:42.
112. Voight M, Hoogenboom B, Cook G. Functional Training and Advanced Rehabilitation. En *Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*, 503-23.

113. Walla D, Albright J, McAuley E, Robert K, Eldridge V, Elkhoury G. Control de Isquiotibiales y Rodilla Inestable Deficiente Del Ligamento Cruzado Anterior. *The American Journal of Sports Medicine* 13, n.º 1 (1 de enero de 1985): 34-39.
114. Castro F. Muscle Proprioceptive Feedback and Spinal Networks Documents. 19 de abril de 2008.
115. Wulf, G, Shea CH. Principles Derived from the Study of Simple Skills Do Not Generalize to Complex Skill Learning. *Psychonomic Bulletin & Review* 9, n.º 2 (1 de junio de 2002): 185-211
116. Micheo, Baerga, Miranda, Basic Principles Regarding Strength, Flexibility, and Stability Exercises. 1992;1:188-196.
117. Mizuta H, Shiraishi M, Kubota K, Kai K, takagi K. A stabilometric technique for the evaluation of functional instability in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Clin J Sport Med.* 1992;2:235-239.
118. Hodges, Core Stability Exercise in Chronic Low Back Pain.
119. Jódar, Eficacia y técnica deportiva. 2000; 2:456-784.
120. Castillo K. La Facilitación Neuromuscular Propioceptiva en la Práctica 1990;5:639-123.
121. Voight, Cook. Functional lower quarter exercises through RNT. In: Bandy WD, ed. *Current Trends for the Rehabilitation of the Athlete*. Lacrosse, WI: Sports Physical Therapy Section Home Study Course; 1997.
122. Ognibene J, McMahan K, Harris M, Dutton S, Voight. Effects of unilateral proprioceptive perturbation training on postural sway and joint reaction times of healthy subjects. In: *Proceedings of National Athletic Training Association Annual Meeting*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
123. Morgan DL. Separation of active and passive components of short-range stiffness of muscle. *Am J Physiol.* 1977;32:45-49.
124. McNair PJ, Wood GA, Marshall RN. Stiffness of the hamstring muscles and its relationship to function in anterior cruciate deficient individuals. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1992;7:131-173.
125. Bulbulian R, Bowles DK. The effect of downhill running on motor neuron pool excitability. *J Appl Physiol.* 1992;73(3): 968-973.
126. Pousson M, Hoecke JV, Goubel F. Changes in elastic characteristics of human muscle and induced by eccentric exercise. *J Biomech.* 1990;23:343-348.

127. Sabatier. Slope walking causes short-term changes in soleus H-reflex excitability. 1996;24(2):187-192.
128. McComas AJ. Human neuromuscular adaptations that accompany changes in activity. Med Sci Sports.1994;26:1498-1509.
129. McCloskey DI. Kinesthetic sensitivity. Physiol Rev.1978;58:763-820.
130. Beard DJ, Dodd CF, Trundle HR, et al. Proprioception after rupture of the ACL: an objective indication of the need for surgery? J Bone Joint Surg Br. 1993;75:311.
131. Ihara H, Nakayama A. Dynamic joint control training For knee ligament injuries. Am J Sports Med. 1986;14:309-315.
132. Wojtys E, Huston L, Taylor PD, Bastian SD. Neuromuscular adaptations in isokinetic, isotonic, and agility training programs. Am J Sports Med. 1996;24(2):187-192.
133. Peres. Effects of proprioceptive training on the stability of the ankle in volleyball players. 1986;23:97-114.
134. Larrain M, Efectividad de un entrenamiento propioceptivo como tratamiento y prevención de los esguinces de tobillo y/o de la inestabilidad crónica de tobillo. 2005; 65: 256-901.
135. Hupperets, Verhagen, Mechelen, Effect of Unsupervised Home Based Proprioceptive Training on Recurrences of Ankle Sprain. 1987;67:1054-1057.
136. Hupperets, Verhagen, Mechelen, Effect of Unsupervised Home Based Proprioceptive Training on Recurrences of Ankle Sprain. 1987;67:1054-1057.
137. Lamb. Effect of proprioceptive training on balance of rhythmic gymnastics athletes. 1980;12:185-196.
138. Mandelbaum Effectiveness of a Neuromuscular and Proprioceptive Training Program in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Athletes. 1992;14:406-421.
139. McGuine y Keene, The Effect of a Balance Training Program on the Risk of Ankle Sprains in High School Athletes. 2005.

# ANEXO 1

## Sensory Organization Test (SOT)



1964

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.



## ANEXO 2:

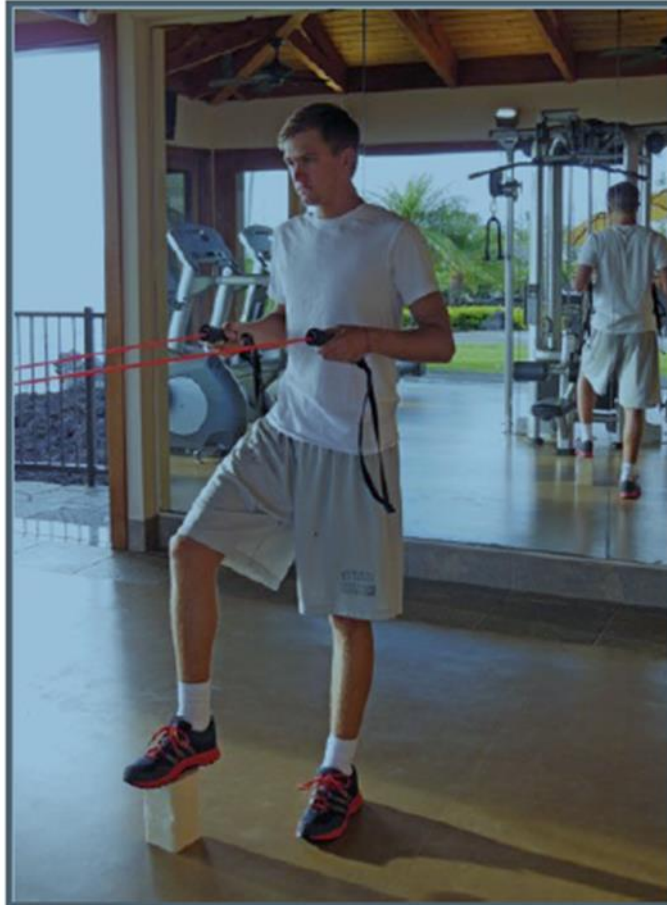
### Fuerza, Flexibilidad y Coordinación



**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 3

### Estabilización Estática



Técnica de cambio de peso para mejorar la transferencia a la pierna izquierda.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 4

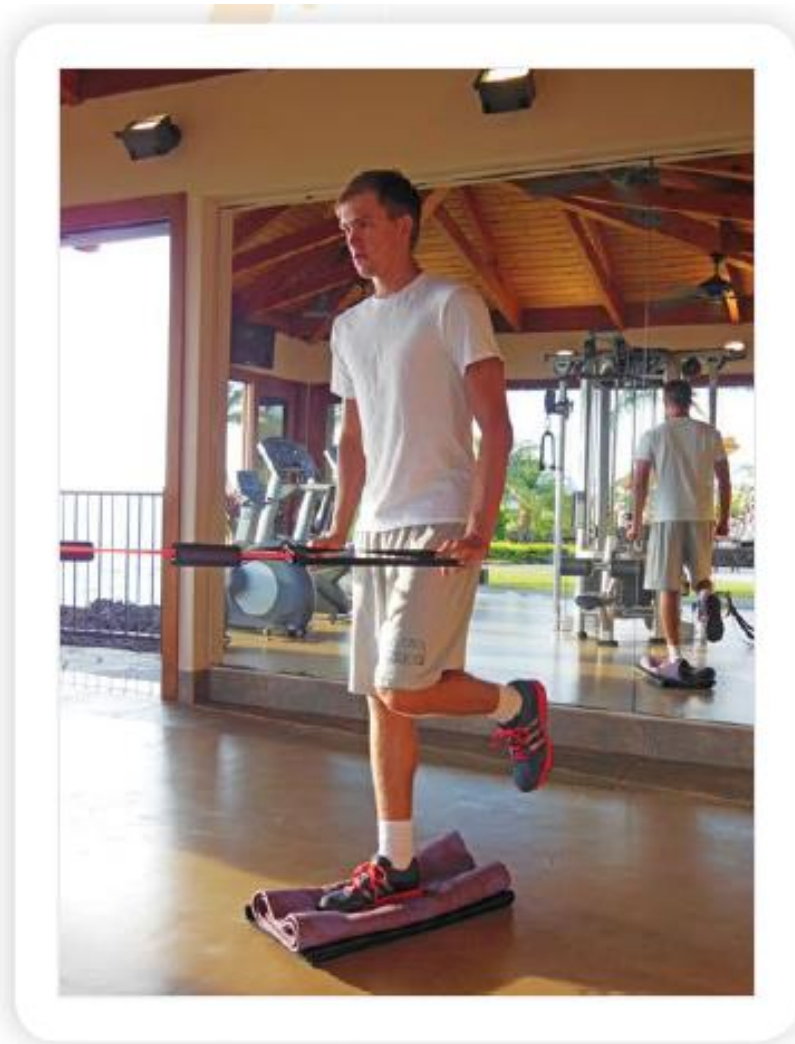


Estabilización estática: anterior uniplanar cambio de peso.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 5

### Control Neuromuscular Deteriorado



Estabilización estática: postura de una sola pierna / superficie inestable.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 6



Estabilización estática: Multiplanar técnica para proporcionar estrés rotacional.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 7



Estabilización estática: técnica de elevación multiplanar para proporcionar estrés de rotación.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 8

### Estabilización Estática



Técnica de ITIS en postura unilateral utilizando una pelota para un estímulo de impulso.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 9

### Estabilización Transicional



Posición en cuclillas resistida con un LWS en el hogar ajuste.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.



## ANEXO 10



La estocada ejercicios en cuclillas al ternando ambas piernas.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 11

### Estabilización Transicional



Resistencia a la embestida delantera para facilitar estrés de desaceleración.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.

## ANEXO 12



Estabilización dinámica-ejecución estacionaria con un peso posterior cambio.

**Referencia:** Voight M, Hoogenboom, Prentice W. Musculoskeletal interventions techniques for therapeutic exercise. *Physiother Can.* 2010; 62 (2): 166.