

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE ORGANIZACION DEPORTIVA



ENTRENAMIENTO DE FACILITACION NEUROMUSCULAR  
PROPIOCEPTIVO PARA MEJORAR LA FLEXIBILIDAD  
Y PREVENIR LESIONES EN JUGADORAS  
DE BALON MANO

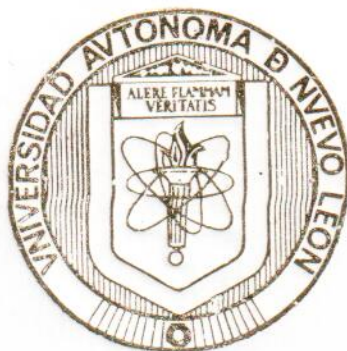
POR:

LIC. LORENA PATRICIA BAZALDUA CAMPUZANO

TESINA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE  
CON ORIENTACION EN ALTO RENDIMIENTO

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, Mayo del 2015

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE ORGANIZACION DEPORTIVA



ENTRENAMIENTO DE FACILITACION NEUROMUSCULAR  
PROPIOCEPTIVO PARA MEJORAR LA FLEXIBILIDAD  
Y PREVENIR LESIONES EN JUGADORAS  
DE BALON MANO

POR:

LIC. LORENA PATRICIA BAZALDUA CAMPUZANO

TESINA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRIA EN ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE  
CON ORIENTACION EN ALTO RENDIMIENTO

San Nicolás de los Garza, Nuevo León, Mayo del 2015

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**



**ENTRENAMIENTO DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVO PARA MEJORAR LA FLEXIBILIDAD Y PREVENIR LESIONES EN JUGADORAS DE BALÓN MANO**

**POR**

**LIC. LORENA PATRICIA BAZALDÚA CAMPUZANO**

**TESINA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**EL GRADO DE MAESTRIA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE CON ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.**

**MAYO 2015**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**

SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO

Los miembros del Comité de Titulación de la Subdirección de Posgrado de la Facultad de Organización Deportiva, reconocen el mérito de la Tesis de Maestría en Entrenamiento de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva para Mejorar la Flexibilidad y Prevenir Lesiones en Jugadoras de Balón Mano, realizada por Lic. Lorena Patricia Bazaldúa Campuzano, que ha sido aceptada para ser defendida en el Centro de Actividad Física y Deportiva.



**ENTRENAMIENTO DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVO PARA MEJORAR LA FLEXIBILIDAD Y PREVENIR LESIONES EN JUGADORAS DE BALÓN MANO**

Dr. Fernando Gómez Ahedo  
Coasesor

POR

Dr. Blanca Rocío Rangel Colmanera  
Coasesor

**LIC. LORENA PATRICIA BAZALDÚA CAMPUZANO**

**TESINA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE CON ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L**

**MAYO 2015**

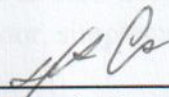
**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA**

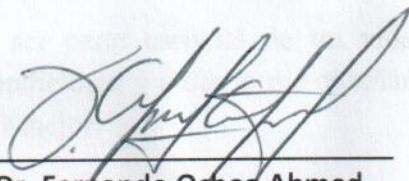
**SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

Los miembros del Comité de Titulación de la Subdirección de Posgrado de la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que la Tesina "Entrenamiento de facilitación neuromuscular propioceptivo para mejorar la flexibilidad y prevenir lesiones en jugadoras de balón mano" realizada por la Lic. Lorena Patricia Bazaldúa Campuzano, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento.

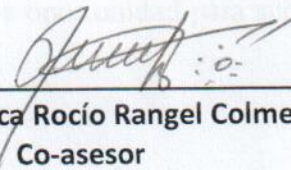
**COMITÉ DE TITULACIÓN**



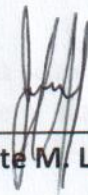
**Dr. Germán Hernández Cruz**  
Asesor Principal



**Dr. Fernando Ochoa Ahmed**  
Co-asesor



**Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero**  
Co-asesor



**Dra. Jeanette M. López Walle**

**San Nicolás de los Garza N.L. Mayo 2015**

## **Dedicatoria**

### **A Dios**

Por darme la inspiración, la fuerza y la fe para seguir adelante con este proyecto y con mi plan de vida profesional.

### **A mis padres**

Leopoldo Bazaldúa Cruz y Guadalupe Campuzano Manzanares, por su apoyo incondicional en cada etapa de vida, por sus enseñanzas, por su fortaleza y comprensión. Nada de esto sería posible y nada tendría sentido si no estuvieran a mi lado, les estaré infinitamente agradecida por darme con su ejemplo el coraje para no desistir ante las situaciones difíciles y hacerle frente a cada prueba que la vida nos pone, por estar siempre al pie del cañón, brindándome siempre su cariño y amor, simplemente Gracias.

### **A mis hermanos y familiares**

Por ser parte esencial de mi vida, porque al igual que mis padres me dan su apoyo incondicional y a diario me enseñan que cada día es una nueva oportunidad para superarse y ser mejor.

### **A mis amigos**

Por su comprensión apoyo e impulso para seguir con mi proyecto, por siempre tener una palabra de aliento para continuar y porque al final del camino siempre hay alguien que te brinda su mano para continuar.

## **A mis maestros**

### **Índice**

De maestría por darme las herramientas y conocimientos necesarios para poder seguir con los estudios de maestría. En especial al Dr. Germán Hernández Cruz por su valioso apoyo, el tiempo dedicado y su asesoría para poder realizar este proyecto y al Dr. Fernando Ochoa Ahmed por sus consejos y la excelente guía que representó para mí para culminar mi trabajo. .... 12

Objetivo General ..... 12

Objetivos Específicos ..... 12

## **A los entrenadores y deportistas**

1.1. Características del deporte ..... 13

Que contribuyeron y participaron en la realización de este proyecto, por brindarme todas las facilidades y toda su colaboración para que este trabajo concluyera con éxito. .... 15

1.4. Facilitación neuromuscular propioceptiva ..... 17

1.4.1. Método Rehab ..... 19

## **A la FOD**

1.2. Estrategias de carrera ..... 21

1.4.3. Técnicas específicas ..... 22

Por facilitarme todas las herramientas necesarias a lo largo de toda la carrera, pero en especial durante la planeación desarrollo y conclusión del proyecto final. .... 24

1.5. Flexibilidad ..... 25

1.5.1. Características ..... 27

## **Al polideportivo de la UANL**

1.3.2. Estrategias de carrera ..... 24

Por permitirme realizar y trabajar en mi proyecto en sus instalaciones así como permitirme hacer uso de todo el material disponible para el desarrollo óptimo de dicho trabajo. .... 31

1.5.2.4. Método de estiramiento activo ..... 32

1.5.2.5. Método FNP ..... 32

1.5.2.6. Método FNP de flexibilidad ..... 33

1.5.2.7. Método FNP ..... 34

1.5.2.8. Método por elongación mantenida más de 10" ..... 35

## Índice

Introducción.....	8
Justificación.....	10
Planteamiento del problema.....	11
Preguntas de investigación .....	11
Objetivos.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
1. Marco teórico .....	13
1.1. Características del deporte .....	13
1.2. Características de los jugadores .....	14
1.3. Características físicas o de rendimiento.....	15
1.4. Facilitación neuromuscular propioceptivo.....	17
1.4.1. Método Kabat.....	19
1.4.2. Patrones cinéticos.....	21
1.4.3. Técnicas específicas .....	22
1.4.4. Relajación o estiramiento: Estas técnicas facilitan la movilidad. ....	23
1.5. Aplicación en el alto rendimiento .....	24
1.6. Flexibilidad.....	26
1.6.1 Características .....	27
1.6.2 Métodos de adquisición de la flexibilidad .....	29
1.6.2.1. Método dinámico simple.....	30
1.6.2.2. Método cinético.....	30
1.6.2.3. Métodos estáticos.....	31
1.6.2.4. Método estático simple.....	32
1.6.2.5. Métodos FNP .....	32
1.6.2.6. Métodos FNP de flexibilidad.....	33
1.6.2.7. Métodos FNP: .....	34
1.6.2.8. Método por elongación mantenida más de 10" .....	35



1.6.2.9. Método por elongación prolongada más de 30. ....	36
1.6.2.10. Métodos por elongación asociada a contracción muscular.....	38
1.6.2.11. Método por elongación precedida de una contracción isométrica .....	38
1.6.2.12. Método por contracción de los músculos opuestos (heterónimos).....	39
1.7. Lesiones .....	41
1.8. Entrenamiento propioceptivo y flexibilidad.....	42
2. Metodología .....	43
2.1. Tipo de estudio.....	43
2.2. Sujetos.....	43
2.3. Criterios de inclusión. ....	43
2.4. Criterios de exclusión. ....	44
2.5. Diseño de programa. ....	44
2.5.1. Procedimiento .....	45
2.6. Test utilizado para la evaluación de jugadores.....	45
2.7. Análisis estadístico. ....	45
3. Resultados.....	46
4. Discusión .....	48
5. Conclusiones.....	50
6. Referencias.....	51

## **Introducción**

Además de construir una fuente de información somato sensorial a la hora de mantener posiciones, realizar movimientos normales o aprender nuevos, cotidianos o dentro de la práctica deportiva, cuando sufrimos una lesión articular, el sistema propioceptivo deteriora produciendo un déficit en la información propioceptiva que llega al sujeto. De esta forma, esa persona es más propensa a sufrir otra lesión. Además disminuye la coordinación en el ámbito deportivo.

Como menciona Ramos (2014) en su estudio, el sistema propioceptivo puede entrenarse a través de ejercicios específicos para responder con mayor eficacia de forma que nos ayuda a mejorar la fuerza, coordinación, equilibrio, tiempo de reacción ante situaciones determinadas y, a compensar la pérdida de sensaciones ocasionada tras una lesión articular para evitar el riesgo de que está se vuelva a producir.

La flexibilidad, definida como la habilidad para mover una articulación (o varias en serie) a través de todo el rango de movimiento (ROM) requerido para una actividad o acción específica es uno de los componentes básicos del fitness para el rendimiento deportivo. Más concretamente, defienden que la flexibilidad es uno de los elementos fundamentales de la condición física para los deportistas de élite. Ramos (2014), evidencia con mayor fuerza en determinadas modalidades deportivas como la gimnasia rítmica y artística, la modalidad de natación saltos y el patinaje artístico, donde la flexibilidad es un componente determinante. En estas modalidades se requiere un ROM

articular máximo (expresión cuantitativa de la flexibilidad muscular) en la mayoría de las articulaciones para la ejecución de los gestos técnicos extremos que más puntúan los jueces. Por el contrario, existen otras modalidades deportivas (fútbol, baloncesto y carrera) que necesitan niveles más bajos de flexibilidad para la realización de los movimientos dinámicos implícitos en la ejecución de los gestos técnicos. Por lo tanto, se podría decir que la flexibilidad presenta una implicación en mayor o menor medida en cada modalidad deportiva.

En la literatura científica se pueden leer algunos trabajos sobre la valoración de la flexibilidad en deportistas, observándose gran diferencia de resultados en función del deporte. Así, se demuestra que la flexibilidad es específica de cada articulación, acción muscular o movimiento; encontrando diferencias en cada articulación dentro de un mismo deporte, entre cada puesto específico, entre el lado dominante y no dominante y entre cada nivel competitivo en un mismo deporte.

Los deportistas internacionales presentan mayores valores de flexibilidad (ROM flexión y extensión de hombro, ROM flexión, extensión y abducción de cadera con extensión completa de rodilla, ROM columna y ROM de tobillo) que los nacionales y los novatos o activos. La flexibilidad de la musculatura isquiosural mediante la prueba distancia dedos planta (DDP) en 32 modalidades deportivas diferentes, concluyen que los deportistas de élite presentan valores más altos de flexibilidad respecto a las referencias de la población general. Los nadadores olímpicos presentan mayores valores de flexibilidad que los nadadores universitarios. Los remeros universitarios presentan mayor flexibilidad de la musculatura isquiosural (test DDP) que los practicantes

aficionados, además de que los remeros que presentan mayor experiencia practicando este deporte (0, 1, 2, 3 y 4 años) poseen una mayor flexibilidad (Cejudo, Sainz, Ayala, & y Santoja, 2013)

### **Justificación**

En atletas universitarias de la especialidad de balón mano del equipo representativo de la UANL existe una tasa de incidencia de lesiones del 40% y en hombres de un 79% hecho por el cual se buscan métodos de entrenamiento alternativos que ayuden a mejorar la técnica.

Por lo tanto se busca profundizar más en el entrenamiento propioceptivo como método para corregir las posturas en la ejecución de los movimientos físicos y aumentar el grado de movilidad de las articulaciones de las atletas y por medio del mismo disminuir el riesgo de lesión o bien si existe una lesión utilizar este método como rehabilitación y fortalecimiento para volver a la forma deportiva.

Se espera que con los resultados de esta investigación se implementen programas de entrenamiento propioceptivo en todas las disciplinas deportivas de nuestra universidad en las diferentes etapas de preparación de los deportistas con la finalidad de fortalecer de forma integral su estructura muscular repercutiendo en la disminución de lesiones que actualmente presentan.

## **Planteamiento del problema**

En relación a la literatura consultada encontramos una alta incidencia de lesiones en las jugadoras de balonmano, además que existen pocas investigaciones desarrolladas en el área deportiva y la implementación de programas de flexibilidad sobre la mejora o prevención de lesiones deportivas.

Por lo que es de nuestro interés conocer los beneficios del diseño, implementación y control de un programa de entrenamiento a través del método de Facilitación Neuromuscular Propioceptivo (FNP) y analizar los efectos del mismo sobre un equipo de jugadoras de balonmano de alto rendimiento representativo de la UANL.

## **Preguntas de investigación**

¿En qué medida el trabajo sistemático de la FNP en proceso de preparación en jugadoras de balón mano incrementa sus indicadores de flexibilidad?



F.O.D.  
BIBLIOTECA  
ING. CAYETANO GARZA

## 1. Marco teórico

### Objetivos

#### 1.1. Características del deporte

#### Objetivo General

Diseñar e implementar un programa de entrenamiento a través del método de Facilitación Neuromuscular Propioceptivo (FNP) con la finalidad de disminuir el riesgo de lesión y aumentar el rango de flexibilidad en el equipo de balón mano representativo de la UANL

#### Objetivos Específicos

1. Diseñar y aplicar el programa de entrenamiento de facilitación neuromuscular propioceptivo (FNP).
2. Evaluar la capacidad de flexibilidad al inicio y al final de la duración del programa.
3. Realizar un análisis estadístico a través del SPSS v21 para medir los efectos del programa.

## **1. Marco teórico**

### **1.1. Características del deporte**

El balonmano, deporte caracterizado por la fuerza y rudeza con la que se desarrolla, es un deporte de contacto en donde los jugadores disputan el dominio del balón, el cual pasan y tiran con sus manos, intentando que el balón entre en la portería de los oponentes el mayor número de veces posible. El balonmano se juega entre dos equipos, en un terreno de 40 m x 20 m, cubierto o al aire libre. En cada equipo pueden jugar solamente un máximo de 7 jugadores a la vez (un portero y seis jugadores de campo). Los jugadores pueden ser sustituidos en cualquier momento durante el partido por otros 5 jugadores. La duración de un encuentro es de 60 minutos, dividido en dos partes de 30 minutos, separadas por 15 minutos de descanso. El juego solamente puede ser interrumpido temporalmente por el árbitro cuando existe alguna incidencia, (por ejemplo la lesión de algún jugador), o en los dos periodos de tiempo muerto de un minuto de duración, que cada equipo puede solicitar si lo considera necesario (un periodo en cada tiempo por equipo).

En la actualidad el balonmano es una modalidad deportiva con un protagonismo creciente. Aporta, a cada una de las finalidades del deporte para las sociedades del siglo XXI, variantes y alternativas que hacen posible que podamos afirmar, sin temor a equivocarnos, que constituye un instrumento educativo, de ocio, saludable y competitivo.

Dentro de las diferentes modalidades encontramos el balonmano a siete, el mini balonmano, el balonmano a silla de ruedas, el balonmano- playa, el balonmano- hierba o las competiciones con reglas adaptadas para adultos (Ramos, 2014).

### **1.2. Características de los jugadores**

Diferentes estudios han mostrado que en balonmano las características antropométricas más importantes son: altura, peso, envergadura, longitud y ancho de la mano. Por ejemplo, la longitud de la mano y con ello la adaptación del móvil permite un mejor dominio del balón y precisión en el lanzamiento. Por otro lado, el peso, la altura y la envergadura permiten una ocupación mayor y manejo del espacio en acciones tanto ofensivas como defensivas.

Las diferencias antropométricas pueden ser el resultado de la selección natural y las decisiones de algunos entrenadores. Las exigencias antropométricas requeridas por los jugadores de balonmano de alto nivel son parcialmente específicas para cada posición de juego y, para cualquier deportista, pueden depender de las habilidades técnicas y de las características antropométricas del resto de los miembros del equipo.

Las exigencias físicas predominantes en este deporte son la resistencia aeróbica para permitir mejores recuperaciones en un deporte de carácter intermitente, la fuerza explosiva de los miembros superiores e inferiores para conseguir altas velocidades de desplazamiento y lanzamiento, la fuerza máxima y la potencia necesaria en las acciones de contacto contra los adversarios. Todas estas capacidades físicas son importantes para contribuir al alto rendimiento del equipo.



De las habilidades motoras específicas mencionadas anteriormente, el lanzamiento es una característica fundamental en el balonmano. Los estudios señalan que la magnitud de la velocidad del lanzamiento depende no solo de la fuerza muscular, sino también de otros factores como la coordinación de diferentes segmentos corporales, ya que cuanto más rápido y preciso se lanza el balón, más difícil es poder interceptarlo para las defensas y porteros.

### **1.3. Características físicas o de rendimiento**

Respecto a las características físicas del balonmano, podemos decir que este deporte se caracteriza por rápidos desplazamientos y demandas físicas intensas, donde el jugador tiene que ser capaz de realizar diferentes movimientos en muy breve espacio de tiempo y con un orden determinado por la situación táctica. El balonmano puede ser considerado un deporte de contacto, puesto que durante los partidos los jugadores realizan a menudo acciones contra sus adversarios (bloqueos, golpes, empujes y agarres).

El número de minutos que un jugador juega en cada partido es muy variable porque cualquier jugador puede ser sustituido y puede volver a jugar en cualquier momento del partido. En un estudio realizado en los años 70 encontraron que los jugadores de elite jugaban una media de 34-39 minutos por partido oficial. Sin embargo, el rango de minutos jugados por un jugador puede oscilar entre unos pocos segundos y 60 minutos.

En cuanto a los tiempos de juego que ocurren en un partido entre cada pausa muestra la duración en porcentajes (tabla 1).

Tabla 1. Tiempos de juego (porcentual) en balonmano (Ramos, 2014).

Tiempos	1" - 20"	21" - 40"	41" - 60"	61" - 90"	+ de 90"
Porcentaje	39%	38,8%	14,4%	5,9%	1,9%

Los esfuerzos en el balonmano se caracterizan por un predominio de los desplazamientos de baja intensidad (marcha, carrera lenta y moderada) frente a los de alta intensidad (carrera sub máxima, "sprint") (Ramos, 2014).

Tabla 2. Porcentaje de tiempo utilizado a determinadas velocidades (Ramos, 2014).

Posición	0 - 2 m/s	2 - 4 m/s	4 - 6 m/s	6 - 8 m/s	+ de 8 m/s
Extr. Izq.	78	80	76	82	83
Extr. Der.	15	12	17	15	11,5
Lat. Izq.	3,8	5	4,5	2,3	3,6
Lat. Der.	2	1,5	1,5	0,8	1,2
Pivote	0,9	0,9	0,97	0	0,1

Los períodos de actividad no son uniformes, sino que tanto el tiempo como las intensidades son variables en función de las necesidades que demanda el juego. Por lo tanto, en el balonmano ocurren (Ramos, 2014):

- Acciones relevantes de alta intensidad y corta duración (4-6 segundos) que abarcan todos los comportamientos que tienen repercusión en el resultado, tales como lanzamientos, fintas, penetraciones, blocajes, desplazamientos defensivos, paradas del portero, etc.

- Conductas de soporte o conexión entre las acciones relevantes, de duración variable e intensidad media o media baja. Comprenden todos los momentos de pausa o de actividad ligera que se produce en los partidos.

#### **1.4. Facilitación neuromuscular propioceptiva**

El propósito de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva es facilitar la Adler, Beckers, & Buck, (2011) definen la facilitación neuromuscular propioceptiva como un concepto de tratamiento el cual tiene como filosofía fundamental que todos los seres humanos, incluyendo aquellos con discapacidades tienen un potencial real sin explotar. De acuerdo a esta filosofía se conceptualiza la F.N.P. como un método integral que se dirige a la globalidad del ser humano, no a un problema específico o a un segmento corporal, el enfoque del tratamiento es siempre positivo, reforzando y empleando lo que el paciente pueda hacer en un nivel físico y psicológico. La meta principal de la facilitación neuromuscular propioceptiva es ayudar a los pacientes a alcanzar su nivel de funcionalidad más alto. Se cree que este enfoque funcional positivo es el mejor camino para estimular a los pacientes y lograr unos resultados de tratamiento superiores.

El concepto de hacer ejercicios propioceptivos para restaurar control neuromuscular fue introducido inicialmente en programas de rehabilitación. Fue pensado porque los ligamentos contienen mecano receptores, y una lesión a un ligamento alteraría información aferente, así que en el entrenamiento, después de una lesión, sería necesario restaurar esta función neurológica alterada. Más recientemente, las técnicas de

acondicionamiento neuromuscular se ha utilizado para la prevención de lesiones han resaltado el papel de la propiocepción en la prevención y el tratamiento, de las lesiones deportivas. Fundamentaban esta recomendación en que después de lesiones articulares, suelen afectarse mecanismos mecánicos receptores que inhiben la estabilización refleja neuromuscular normal de la articulación, lo que contribuye a que reproduzcan las lesiones, así como el deterioro progresivo de la articulación.

El propósito de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva es facilitar la respuesta del sistema neuromuscular por la estimulación de los propioceptores. Esta facilitación se puede conseguir aumentando la excitabilidad del sistema nervioso central por la llegada masiva de estímulos periféricos o aumentando la conductividad de las vías nerviosas utilizadas por los impulsos en razón al uso repetido de las mismas, mediante técnicas que actúan por medio de diferentes mecanismos neurofisiológicos.

- Resistencia máxima: Constituye la base de todas las técnicas facilitadoras. Al aplicar resistencia al movimiento voluntario se facilita la respuesta muscular siendo máxima cuando la resistencia opuesta es máxima, por desencadenar el mecanismo de irradiación. Se emplean contracciones isométricas, isotónicas y excéntricas.
- Reflejos: El movimiento voluntario puede ser facilitado por medio de reflejos de estiramiento, posturales y de enderezamiento, o inhibido por reflejos dolorosos o de los antagonistas, los cuales hay que evitar.

- Irradiación: La contracción de grupos musculares fuertes mediante la aplicación de resistencia facilita, por irradiación, la respuesta contráctil de los músculos débiles del mismo patrón cinético.
- Inducción sucesiva: Es un mecanismo por el que el antagonista fuerte se convierte en fuente de facilitación para el agonista débil y aumenta su efectividad en el movimiento voluntario si los músculos están previamente estirados.
- Inervación recíproca: Utiliza la contracción contra la resistencia de los músculos agonistas en un movimiento voluntario, para inhibir a los antagonistas.

#### 1.4.1. Método Kabat

El método Kabat o de los movimientos complejos es la más representativa de las técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva. Se fundamenta en una serie de principios básicos y utiliza técnicas estimuladoras o relajadoras en función del efecto deseado.

##### Principios básicos

Los principios básicos en los que se fundamenta el método Kabat son:

- Movimientos complejos: Los patrones de movimiento utilizados en este método son globales, en masa, similares a los desarrollados en los actos de la vida diaria. El sentido de los mismos es diagonal y espiroideo, en consonancia con la disposición diagonal y rotatoria de huesos, músculos y articulaciones. Se realizan según 3 dimensiones: Flexión-extensión, abducción- aducción y pronosupinación; y se organiza alrededor de una articulación principal o pivot.

Cada segmento del cuerpo (cabeza y cuello, tronco superior, tronco inferior y extremidades) tiene dos diagonales de movimiento y cada una consta de dos patrones, antagónicos entre sí. El movimiento se ejecuta desde la mayor amplitud, donde las fibras musculares están elongadas, al máxima acortamiento del recorrido, aprovechando toda la amplitud del movimiento, y desde la parte más distal del segmento a tratar para recibir el mayor número de estímulos propioceptivos facilitadores.

- Resistencia máxima: La aplicación de la máxima resistencia manual, base de todas las técnicas de facilitación, es fundamental para conseguir el desarrollo de la resistencia y de la potencia muscular. Facilita los mecanismos de irradiación e inducción sucesiva.

#### 1.4.2. Patrones cuesters

- Contactos manuales: La presión manual ejercida sobre la piel que cubre músculos y articulaciones, se utiliza como mecanismo facilitador para orientar sobre la dirección del movimiento y demandar una respuesta motora.
- Comandos y órdenes: Las órdenes han de ser claras, sencillas, rítmicas y dinámicas para facilitar el esfuerzo voluntario del paciente por medio de la estimulación verbal, siendo las más usuales “tire”, “empuje” y “sostenga”.
- Compresión y tracción: Ambas maniobras estimulan los receptores propioceptivos articulares y favorecen, respectivamente, la estimulación de los reflejos posturales y la amplitud articular.
- Estiramiento: La elongación de las fibras musculares, provoca por mecanismo reflejo, un incremento de la contracción muscular. El movimiento impreso para

Debe obtener el reflejo de estiramiento debe ser breve y sincrónico con el esfuerzo voluntario del paciente.

- Sincronismo normal: Es la secuencia de la contracción muscular en la realización de un movimiento coordinado. En el desarrollo morfo genético normal, el control proximal se adquiere antes que el distal, pero la secuencia se efectúa en sentido contrario al existir a nivel distal mayor recepción de estímulos motores.
- Refuerzo: En un patrón cinético, los componentes musculares se refuerzan entre sí y particularmente los débiles, a expensas de los fuertes al aplicar una resistencia máxima, por el mecanismo de irradiación. Los diversos patrones de los distintos segmentos corporales pueden combinarse para reforzarse entre ellos.

#### 1.4.2. Patrones cinéticos

Son movimientos integrados que tienen un carácter global y se realizan endiagonal y espiral, es decir, con componentes de rotación, produciendo de forma muy exacta los movimientos que se realizan en las actividades de la vida diaria y en los movimientos de los deportes.

En las diagonales, configuradas en forma de "X" existen en cada una de ellas dos patrones antagonistas uno del otro, y constan de flexión o extensión, abducción o aducción, y rotación interna o externa. Con la excepción de los patrones de cabeza, cuello y tronco donde solamente se combinan momentos de flexión o extensión con rotación derecha o izquierda.

En la extremidad superior la flexión va ligada siempre a la rotación externa, siendo variable interna, como también lo es la abducción o la aducción. Respecto a la extremidad inferior, la abducción va unida siempre a la rotación interna, mientras que la aducción a la rotación externa, siendo variable la flexión o extensión. En los miembros superiores e inferiores existen pivotes proximales (hombro y cadera), pivotes intermedios (codo y rodillas) y pivotes distales (muñeca y tobillo).

Existen dos tipos de patrones cinéticos:

- Patrones cinéticos Base: En cada diagonal de los miembros superiores e inferiores, no se genera movimiento en las articulaciones pivote intermedias: codo y rodilla.
- Patrones quebrados o mixtos: Son aquellos en los que intervienen las articulaciones o pivotes intermedios, codo o rodilla. Lo que permite partir de la posición de extensión y finalizar el recorrido de la deflexión o viceversa. Son adecuados para dar énfasis a los pivotes intermedios y distales.

### 1.4.3. Técnicas específicas

Con frecuencia estas técnicas se emplean de manera combinada, debiendo ser seleccionadas según el tipo de lesión. Pueden ser de dos tipos: de refuerzo y potenciación, o de relajación o estiramiento:

- Refuerzo y potenciación o contracciones repetidas: Se trata de repetir los mismos movimientos o patrón. La resistencia será la máxima que el paciente pueda soportar;



se puede añadir el estiramiento y se realiza de dos maneras: por repetición del reflejo de estiramiento o por contracciones alternantes isométricas-isotónicas. En esta última, al final del recorrido isotónico se pide una contracción isométrica. Estas contracciones repetidas no están indicadas en post operados recientes y los ortopédicos agudos.

- Inversión lenta: El paciente realiza un patrón contra resistencia máxima seguido inmediatamente del patrón antagonista. El cambio debe realizarse con rapidez.
- Inversión lenta y sostén: Lo mismo que el anterior, pero se añade una contracción isométrica al final de cada amplitud de movimiento.
- Estabilización rítmica: Se emplea una fuerte contracción isométrica del patrón agonista, seguido de una contracción isométrica del antagonista.

#### **1.4.4. Relajación o estiramiento: Estas técnicas facilitan la movilidad.**

Encontramos:

- Sostener-relajar: No provoca dolor. Se coloca el segmento en la máxima amplitud articular y se pide una contracción isométrica, sin permitir el movimiento. Después se relaja y se intenta ganar amplitud articular.
- Contraer-relajar: Igual que la precedente, pero se permite el movimiento de rotación, puede hacerse en puntos sucesivos del recorrido.
- Inversión lenta, sostén y relajación: El objetivo es estimular al agonista después de relajar el antagonista. El paciente realiza el patrón hasta el límite de la movilidad articular. Seguidamente se provoca una contracción isométrica de los antagonistas, y

se mantiene si es posible, 30 segundos. A continuación, relajación progresiva, seguida de contracción isotónica del patrón agonista.

- **Iniciación o técnica rítmica:** Está reservada para pacientes que sufren alteraciones extra piramidales, como rigidez o temblor. Tiene el propósito de promover la habilidad para iniciar el movimiento y aumentar la rapidez del mismo. Primero se ejecutarán los patrones de forma pasiva, por tanto, esta técnica estará contraindicada donde no se puedan realizar movilizaciones pasivas.

### **1.5. Aplicación en el alto rendimiento**

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

La propiocepción desempeña un papel protector en la lesión aguda de rodilla por medio de la fijación refleja. 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. 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 (Tironi, 2009).

En un estudio de intervención con duración de 6 meses, se aplicó un programa propioceptivo como método de prevención de lesiones de extremidad inferior en 28 jugadores de voleibol (15-18 años). El entrenamiento propioceptivo utilizado siguió las bases de la terapia reequilibradora del aparato locomotor (TRAL). Los cuales encontraron que durante el período de entrenamiento propioceptivo se produjo una reducción significativa del dolor de tobillo y en el caso del dolor de rodilla una tendencia a la disminución de la incidencia de lesiones deportivas de la extremidad inferior llegando a la conclusión que el entrenamiento propioceptivo disminuye la presencia y la intensidad de dolor de rodilla y en el caso de la incidencia de lesiones deportivas existe una clara tendencia a la disminución de lesiones de tobillo (Vanmeerhaeghe, Tutusaus, Ruiz, & Ortigosa, 2008)

Samuel, Helina, & Krishna, (2013) midieron los efectos del entrenamiento de facilitación neuromuscular en la capacidad de equilibrio dinámico en los hombres jóvenes colegiados, en hombres de 18 a 25 años de edad asignados aleatoriamente en grupos de intervención y control con 30 sujetos en cada grupo. El entrenamiento de facilitación neuromuscular consistió en ejercicios de control de equilibrio, patrones de FNP y ejercicios de estabilización rítmica durante 8 semanas. En sus resultados reportan una mejoría estadísticamente significativa para la pierna no dominante y para la pierna dominante, sin embargo el grupo control no mostró cambios significativos por lo que

concluyen que el entrenamiento de facilitación neuromuscular puede mejorar la capacidad de equilibrio dinámico.

### **1.6. Flexibilidad**

La flexibilidad se describe como la amplitud del movimiento articular y la capacidad de estiramiento de los músculos, sobre las bases de sus condicionamientos complejos. Los buenos rendimientos de flexibilidad resultan de la interacción de las propiedades elásticas de músculos, tendones y ligamentos con la fuerza necesaria para conseguir la mayor amplitud de movimiento anatómicamente posible; de una buena coordinación intra e intermuscular, del programa de movimientos del que se disponga y de la amplitud funcional de las articulaciones.

El entrenamiento de la flexibilidad tiene por tanto la misión de optimizar las cualidades elásticas de los músculos, desarrollar la fuerza necesaria para aprovechar, en relación con objetivo concreto, el margen de movimientos que la anatomía permite a las articulaciones y mejorar los rendimientos de coordinación reflejos de los músculos.

Hay numerosas actividades deportivas en las cuales un mayor rango de movimiento es deseable para un mayor rendimiento, por otro lado parece que músculos y tendones más rígidos pueden predisponer a las lesiones.

La flexibilidad no existe como una característica general sino que la amplitud de movimientos es altamente específica para cada articulación debido a factores

biomecánicos dependientes de la propia estructura (Terrerros, Navas, Gómez, & Aragonés, 2003)

### 1.6.1 Características

La metodología del entrenamiento distingue tradicionalmente las exigencias o tipos de flexibilidad con dualidades conceptuales como flexibilidad “general- especial”, “activa- pasiva”, “estática- dinámica”, para sistematizar la complejidad de esta capacidad.

La flexibilidad general designa un nivel medio de flexibilidad en los sistemas articulares más importantes. Esta medida de lo que ha de considerarse “normal” tiene, sin embargo, poca importancia para el rendimiento deportivo, y debe de ser superada por el deportista de rendimiento si quiere agotar sus posibilidades de condición física y coordinación. Una flexibilidad general superior a la medida es, por tanto, un objetivo permanente del trabajo cuando se entrena cualquier modalidad deportiva.

La flexibilidad especial es exigible en cada modalidad específica y apunta a las exigencias de flexibilidad “particulares” de ésta. Para conseguirla, las modalidades con un perfil de exigencia particular en este terreno desarrollan un programa de flexibilidad y unos “ejercicios de control” propios (Consilman, 1980; Schmidt, 1987), que cristalizan en un entrenamiento técnico suplementario.

La flexibilidad activa de una articulación es la mayor posible que puede ser producida de forma independiente, sin ayuda, mediante un rendimiento muscular activo. Las

restricciones para el rendimiento las plantean aquí la capacidad de estiramiento y la fuerza del agonista (Maehl, 1986).

La flexibilidad pasiva designa cualquier forma de flexibilidad en una articulación que pueda conseguirse mediante la actuación de fuerzas externas (compañeros, aparatos, el propio peso corporal). La flexibilidad pasiva es, por regla general, mayor que la activa (Dietrich, Klaus, & Klaus, 2001)

El interés de la medida de la flexibilidad es el de conocer las posibilidades de los músculos y tendones para elongarse. Los músculos resisten la elongación de una forma activa y de una forma pasiva, la tensión activa se debe a la incapacidad muscular para desactivar todas las motoneuronas y relajarse, la resistencia pasiva resulta de las propiedades elásticas y no elásticas del tejido conectivo interior del músculo. Pero hay que tener en cuenta que, además de estos factores musculares, la flexibilidad depende del movimiento de otras estructuras como la piel, los ligamentos, la cápsula articular, el tejido adiposo, los tendones, las fascias y los músculos.

Sabemos que la flexibilidad disminuye con la edad y que es mayor en el sexo femenino. La temperatura es también un factor de flexibilidad, y esta descrito como que el calor externo o el calentamiento lo mejora notablemente y el frío lo disminuye. Pero además sabemos que está muy influida por el entrenamiento (Terrerros, Navas, Gómez, & Aragonés, 2003)

## 1.6.2 Métodos de adquisición de la flexibilidad

El trabajo de adquisición de la flexibilidad se divide en dos grandes vertientes: dinámicos y estáticos. En cada uno de ellos, y dependiendo del tipo de fuerza que se utilice para llegar a posturas de elongación y del grado de estiramiento al que se someta a los músculos, estableceremos dos subdivisiones en cada una de ellas.

En los métodos dinámicos puede producirse la elongación a través de un acercamiento lento y con estiramiento mínimo; aquel que supera ligeramente el estado de reposo.

Sería el método dinámico simple; también puede obtenerse la elongación con un movimiento impulsado; esto es, con un balanceo previo o con una potente contracción muscular que produzca un impulso en el segmento corporal, el cual continuaría su movimiento por inercia: es el método cinético.

Métodos de entrenamiento:

Dinámicos:

- Simple

- Cinético

Estáticos:

- Simple

- FNP

Los métodos estáticos permiten un alto control de la postura que debe adoptar el individuo para obtener una elongación muscular. Puede sobrepasar ligeramente el nivel de reposo y permanecer quieto en una angulación durante un determinado tiempo: método estático simple. Puede también, profundizar más en la elongación sometiendo al músculo a un estiramiento en los límites de su capacidad; se activan entonces los mecanismos neurofisiológicos propioceptivos; son los métodos FNP, cuyas siglas significan facilitador neuromuscular propioceptivo.

#### **1.6.2.1. Método dinámico simple**

Se efectúan acercamientos entre dos segmentos unidos por una misma articulación de manera lenta; admite realizarse con insistencias rítmicas que produzcan ligeras elongaciones por encima del nivel de reposo. Es un método de flexibilidad general más encauzado hacia la movilidad articular que a la elongación muscular específica. Adecuado para el calentamiento general previo a la actividad de ejercicio físico o deportivo; también es apto para principiantes y para personas con escasa capacidad física.

#### **1.6.2.2. Método cinético**

Se basa en las técnicas impulsadas; el acercamiento entre dos segmentos se produce como consecuencia del lanzamiento de uno de ellos hacia el otro. Se consigue de esta manera más amplitud de la movilidad articular, mayor recorrido angular del segmento así como una mayor elongación muscular con poco gasto energético y sin necesidad de asistencia de otra persona.





El impulso se produce por un balanceo o una potente contracción muscular de los agonistas, responsables del movimiento; el resto del recorrido, en su fase final, se produce por efecto del impulso. Los lanzamientos segmentarios no deben ser excesivamente bruscos ni llegar al límite de la elongación muscular, para evitar los contra efectos neuromusculares.

Este método debe ser trabajado por personas ya iniciadas y con un cierto nivel de formación en esta capacidad. Cada persona tiene un umbral diferente de activación de los reflejos neuromusculares- reflejo miotático, en este caso-, y ese umbral de activación será mayor cuanto más formada en flexibilidad esté una persona. Además, dicho umbral es cambiante, por el principio de adaptación al esfuerzo que posee cada individuo. El método es válido, por tanto, siempre que la práctica se sitúe por debajo de dicho umbral. No será aconsejable para personas que se inician o que tengan baja capacidad de flexibilidad. En cambio se hace absolutamente imprescindible para practicantes de disciplinas deportivas que requieran altas demandas de técnicas impulsadas. Tiene otro condicionante este método: debe mantenerse una adecuada frecuencia de trabajo para evitar la consolidación de las fuertes uniones moleculares de tejido conectivo, pues con él se estimula la formación de colágeno más que con los métodos estáticos.

### **1.6.2.3. Métodos estáticos**

Como ya vimos, estos métodos se dividen en simples y FNP. Las técnicas de trabajo forzadas y relajadas se utilizan con más frecuencia en ellos. Las técnicas libres sólo son

adecuadas, en algunos casos, para producir una contracción muscular previa a la elongación.

#### **1.6.2.4. Método estático simple**

Se llega a una postura con una angulación articular suficiente para superar ligeramente la elongación propia de reposo muscular, y ahí se mantiene la postura sin forzar un mayor acercamiento; el tiempo oscila entre varios segundos, para quienes se inician en gimnasia, hasta varios minutos para practicantes del Hata-Yoga.

Este método permite un gran control de la movilidad articular y de la elongación muscular; muy apropiada para principiantes y para personas adultas con baja condición física, que acceden a la realización de una gimnasia con objetivos meramente de salud y de bienestar. También es adecuado para rehabilitación.

En la práctica del yoga adaptado a la cultura occidental Hata-Yoga, se utiliza este método, pero no como tal de manera consciente, sino que está en la esencia de sus posturas. Desde luego, el yoga no precisa de posturas difíciles, ni de contorsiones; las acusadas amplitudes articulares van adquiriéndose poco a poco, con técnicas relajadas, nunca forzadas.

#### **1.6.2.5. Métodos FNP**

Son métodos en los que intervienen los mecanismos neuromusculares propioceptivos. Basados en la supresión del reflejo miotático, y en fase más profunda, en la activación

del reflejo miotático inverso; también, en la inhibición recíproca, a través de las mismas vías nerviosas.

No son métodos para principiantes. Antes de acometer el trabajo de flexibilidad a través de ellos, los practicantes deberán poseer ya una formación suficiente en esta capacidad. Las personas que acceden a este tipo de trabajo tendrían que estar suficientemente motivadas e informadas de los procesos neuromusculares que se producen. De no ser así, podrían generarles tensiones e incluso, hacerles sentir angustia si la técnica es forzada.

Este método fue aplicado por primera vez con intenciones de rehabilitación, por el neurólogo Herman Kabat (EEUU) y las fisioterapeutas Margaret Knott y Dorothy Voss en un hospital de California, durante los años 40 y principio de los 50. En 1971 Holt adoptó el método para uso de deportistas.

#### **1.6.2.6. Métodos FNP de flexibilidad**

Los mecanismos neurofisiológicos descritos nos permiten abordar varias maneras de trabajo para la mejora de la flexibilidad. La facilitación neuromuscular propioceptiva consiste, básicamente, en neutralizar el reflejo miotático que como sabemos produce una contracción refleja como respuesta a un estiramiento que los receptores interpretan como peligroso. Si se inhibe dicha contracción, podrá actuarse sobre el músculo elongándolo por encima de sus posibilidades habituales, sin riesgo de lesión; naturalmente, respetando una lógica progresividad y una adecuada frecuencia de trabajo. Del estudio neuromuscular propioceptivo observamos que la inhibición de la contracción muscular refleja puede conseguirse de dos maneras: a, con una elongación mantenida durante un determinado tiempo; b, con una contracción muscular previa a la elongación.

La elongación mantenida se efectuará de manera estática; una vez alcanzada la postura adecuada para establecer la tensión por elongación, la persona deberá mantenerse sin ningún tipo de movimiento, induciendo una actitud de relajación general, que también ayuda puesto que desde los órganos nerviosos superiores puede reducirse la actividad de las motoneuronas gamma, responsables del tono muscular.

Si la activación de los reflejos miotáticos es inducida por una contracción previa, también se mantendrá la elongación posterior de una manera estática. Por tanto, los principios de los métodos de mejora de la flexibilidad a través de la FNP, son estáticos. De su desarrollo surgen cuatro maneras básicas o principios de trabajo: dos sin contracción previa y otros dos con una contracción muscular inmediatamente anterior o simultánea a la elongación.

Los tiempos de mantenimiento de la elongación expuestos son estimativos, puesto que no existe unanimidad entre los diversos autores. Establecen unos mínimos a partir de los cuales se activa el correspondiente reflejo.

#### **1.6.2.7. Métodos FNP:**

Sin contracción:

- Con elongación mantenida más de 10.
- Con elongación prolongada más de 30.

Con contracción:

- Contracción isométrica previa de los músculos a alongar.
- Contracción simultánea de los músculos opuestos a la elongación

#### **1.6.2.8. Método por elongación mantenida más de 10"**

Se adoptará una postura de elongación muscular pronunciada por encima de la habitual, acusada, incómoda y con sensación de tirantez de los músculos protagonistas del estiramiento. Un estiramiento que esté por encima del umbral de activación del reflejo miotático. Se llegará a dicha postura de manera lenta, sin ningún tipo de brusquedad y con actitud de relajación general. Esa postura de elongación muscular debe mantenerse varios segundos de manera estática; con un tiempo superior a 10"; suficiente para asegurar la desactivación del RM y la consiguiente relajación del músculo. La tirantez inicial cede y a partir de este punto podrá mantenerse la elongación durante un tiempo mayor.

El reflejo miotático es de protección ante el peligro de rotura muscular. Cuando la elongación se mantiene durante el tiempo mencionado, más de 10" según diversos autores. Las terminaciones sensibles a la elongación prolongada, ya no interpretan como peligroso dicho estiramiento y dejan de enviar impulsos a la motoneurona alfa; el músculo se relaja. Puede entonces volver a elongarse un poco más y repetir el proceso, si la capacidad de la persona sometida a tal entrenamiento lo permite.

Al realizar este trabajo de flexibilidad con frecuencia sistemática, se logra un incremento estable de la capacidad de elongación del músculo sin que por ello pierda su capacidad

elástica. Esto es, sobreviene una adaptación de la musculatura protagonista a las nuevas exigencias.

#### **1.6.2.9. Método por elongación prolongada más de 30.**

La elongación desarrollada en el punto anterior, si se incrementa y después se mantiene un tiempo mayor, se desencadena otro mecanismo neuromuscular reflejo que permitirá someter a mayores elongaciones a los músculos objeto de entrenamiento; se logrará así obtener y afianzar posturas y movimientos de calidad dentro del ámbito gimnástico y de la danza, como el espagat.

El mecanismo neuromuscular es el siguiente: cuando se mantienen una importante tensión en los tendones de un determinado músculo durante un tiempo prolongado en condiciones estáticas -más de 30", según coinciden los diversos autores- se activan los órganos tendinosos de Golgi (OTG). La tensión muscular en esta zona puede darse por dos motivos: a una fuerte elongación mantenida; o por una contracción muscular considerable. En ambos casos se produce gran tensión en las uniones músculo-tendinosas y suponen estímulo suficiente para activarse los OTG. Si bien, el umbral de activación para la elongación sin contracción es muy alto; se activan con menos dificultad si se produce una contracción isométrica previa.

En ambos casos, una vez desencadenado el potencial generador o estímulo, los receptores tendinosos envían impulsos, por las vías aferentes Ib principalmente, a la

neurona motora alfa correspondiente para que se inhiba y produzca, por tanto, la relajación del músculo protagonista de la acción. Este mecanismo neuromuscular se conoce como reflejo miotático inverso (RMI), ya tratado anteriormente.

Las fibras nerviosas Ib, al contrario de las Ia, establecen sinapsis con interneuronas de carácter inhibitor antes de llegar a la motoneurona alfa, que son las responsables de la relajación muscular. El RMI es pues, polisináptico.

En los procesos de entrenamiento gimnástico para el incremento de la flexibilidad, los gimnastas suelen mantener posturas forzadas de alta demanda de elongación muscular durante tiempos superiores a un minuto; y con frecuencia, alcanzan y superan tiempos de dos y tres minutos.

Al someter a unos determinados grupos musculares a entrenamiento de flexibilidad bajo estas condiciones, se produce de manera consecutiva, el siguiente proceso: activación de los husos musculares (HM) y por tanto, reflejo miotático al comienzo de la elongación; al persistir la misma intensidad de elongación, se desactivan los HM, relajando el músculo; como se mantiene o incrementa la tensión sobre el mismo grupo muscular, superando un tiempo de 30, se activan los OTG con su consiguiente mandato de relajación muscular. Tiempos superiores asegurarán la activación de este reflejo puesto que su umbral es muy alto.

Este método, más complejo, debe quedar para deportistas muy iniciados y motivados, con altos requerimientos de flexibilidad; no es apto para principiantes.

### **1.6.2.10. Métodos por elongación asociada a contracción muscular**

Se desprenden básicamente dos métodos por este sistema: la contracción muscular previa a la elongación de los propios músculos a elongar; y la contracción simultánea de los músculos opuestos. En ambos casos se favorece la relajación refleja de unos músculos que estos métodos aprovechan para producir estiramientos e incrementar la flexibilidad.

### **1.6.2.11. Método por elongación precedida de una contracción isométrica**

La acción básica consiste en realizar una fuerte contracción isométrica de los músculos a elongar y, a continuación, ejecutar la elongación. El mecanismo neuromuscular consiste en producir relajación por el desencadenamiento del RMI.

Vimos en el apartado anterior que el umbral de activación de los OTG es muy alto; responden a la tensión que se genera en la unión músculo-tendinosa, y esta tensión puede obtenerse tanto por elongación como por una fuerte contracción. Es más, los OTG responden preferentemente a la tensión conseguida por la contracción muscular estática, isométrica. En situaciones dinámicas se pierde este efecto.

La actuación para aplicar este método consiste en elongar durante breves segundos el grupo muscular establecido; a continuación se efectuará la contracción isométrica de los mismos, con una duración de unos 6"-8"; se relajarán durante dos o tres segundos para, seguidamente, efectuar la elongación propuesta, ya con el músculo relajado. Deberá





mantenerse un tiempo mínimo de 30", que podría llegar a varios minutos, como en el método anterior.

Este método es factible también para personas con un nivel medio de flexibilidad, y que hayan trabajado suficientemente el primer método FNP descrito, al ser más fácil la activación de los OTG, inducida por la contracción isométrica.

#### **1.6.2.12. Método por contracción de los músculos opuestos (heterónimos)**

Su desarrollo consiste en producir la relajación refleja de los músculos a elongar por el principio de la inhibición recíproca de los antagonistas, cuyo mecanismo neuromuscular ya desarrollamos anteriormente. Es preciso contraer de manera dinámica la musculatura opuesta a aquella que pretendemos estirar para que se produzca su relajación. La elongación deberá realizarse mientras se mantiene la contracción dinámica de los músculos heterónimos; así se tendrá activo este reflejo de relajación. Dada su dificultad, será necesaria la ayuda de otra persona para realizar movimientos asistidos, forzando las posturas elongatorias y, además, controlando la secuencia y los tiempos requeridos.

El método completo, tal como está diseñado por McAtee (1994), deberá iniciarse con una elongación seguida de una contracción isométrica, de los músculos a elongar (homónimos) y de una relajación de unos segundos; a continuación, se efectuará una fuerte contracción dinámica, asistida, con los músculos opuestos a la elongación (heterónimos; mal llamados antagonistas es este caso) a la vez que se realiza una pronunciada y mantenida elongación forzada.

Método complejo y de difícil aplicación en el ámbito deportivo; su ejecución es laboriosa; más propio del laboratorio y de trabajos muy concretos de fisioterapia. Mientras se contraen unos músculos de manera intensa, debemos elongar los opuestos; la duración de la elongación no puede ser muy prolongada porque los músculos en contracción presentan una progresiva fatiga.

El método es conocido como CRAC, acrónimo del inglés Contract, Relax, Agonist, Contract, síntesis del desarrollo que acabamos de exponer. Denominación poco afortunada por las connotaciones onomatopéyicas de ruptura y quebranto que transmite, incomprensiblemente adoptada del inglés sin una adaptación a nuestra cultura.

Se propone que la contracción muscular sea isométrica mientras se produce la elongación; la duración de ésta puede llegar hasta un minuto. Con esta técnica, tanto los mecanismos neuromusculares que se dan en la inhibición recíproca como los que se producen en la contracción isométrica establecida para este método, no favorecen los mecanismos reflejos de relajación. Veamos.

Para que se desencadene el mecanismo de la inhibición recíproca de los antagonistas, el tipo de contracción de los músculos heterónimos deberá ser dinámica. La contracción isométrica de esos músculos produce relajación en los mismos, pero envían impulsos de contracción a los antagonistas por activación de los husos tendinosos, a través de las fibras nerviosas Ib, que sinaptan con interneuronas excitadoras. Según este método, se supone que dichos músculos deberían relajarse para proceder a su elongación, cuando no es así (Saenz, 2005).

## 1.7. Lesiones

El caso del balonmano, el lanzamiento en suspensión es uno de los fundamentos más utilizados en entrenamientos y juegos, siendo el aterrizaje del lanzamiento la fase de colisión contra una superficie externa fija, en la cual el cuerpo es sometido a fuerzas con rápida desaceleración, esto es, fuerzas impactantes. Tales fuerzas, actúan individualmente en los segmentos corporales que reciben el impacto y tras son transmitidos a través del sistema esquelético para el restante del cuerpo, pudiendo ocasionar choque en las articulaciones. Hace más de tres décadas, consideraban la carga de impulso repetitivo en el cuerpo humano, una posible causa de fractura de cartilagos y degeneración de articulaciones.

Además de las lesiones propiamente dichas, las especificidades de cada modalidad acaban por generar desequilibrios musculares, los cuales pueden generar alteraciones posturales, debido la necesidad del organismo reorganizarse en cadenas musculares de compensación. Tales desequilibrios pueden ser evidenciados por la repetición excesiva de determinados tipos de actividad con posiciones y movimientos habituales y/o por períodos y sobrecargas de entrenamiento. Cuando eso ocurre provoca un proceso de adaptación orgánica que resulta en efectos deletéreos para la postura, lo que añadido a gestos específicos del deporte y errores en la técnica de ejecución de los movimientos puede aumentar la prevalencia de lesiones.

Las alteraciones posturales en los atletas ocurren porque el entrenamiento intenso y repetitivo de una modalidad deportiva proporciona la hipertrofia muscular y la

disminución de la flexibilidad, causando desequilibrio entre la musculatura agonista y antagonista, favoreciendo la instalación de alteraciones posturales. Con eso, los deportes de alto nivel se caracterizan por determinar patrones corporales específicos a la modalidad practicada que extrapolan las barreras geopolíticas, sociales y culturales, resultado de la exposición a una rutina intensa y específica de entrenamiento típica de cada deporte, produciendo un resultado estético peculiar a la modalidad que puede presentarse bajo forma de alteraciones posturales. El exceso de entrenamiento contribuye para ese cuadro, pues en decurso del súper uso pueden ocurrir micro traumas debidos a la fricción continua entre dos o más estructuras, y llevar a cuadros de condromalacia, tendinitis, bursitis, lumbalgias y hasta fracturas (Dos Santos, Detonico, Graup, & Cunha, 2007)

### **1.8. Entrenamiento propioceptivo y flexibilidad**

El reflejo de estiramiento desencadenado por los husos musculares ante un estiramiento excesivo provoca una contracción muscular como mecanismo de protección (reflejo miotático). Sin embargo, ante una situación en la que realizamos un estiramiento excesivo de forma prolongada, si hemos ido lentamente a esta posición y ahí mantenemos el estiramiento unos segundos, se anulan las respuestas reflejas del reflejo miotático activándose las respuestas reflejas del aparato de Golgi (relajación muscular) que permite mejoras en la flexibilidad, ya que al conseguir una mayor relajación muscular podemos incrementar la amplitud de movimiento en el estiramiento con mayor facilidad.

Para activar aún más la respuesta refleja del aparato de Golgi, existen determinadas técnicas de estiramiento basados en los mecanismos de propiocepción, de forma que en la ejecución del estiramiento, asociamos periodos breves en los que ejercemos contracciones de la musculatura agonista que queremos estira, alternados con periodos de relajación. Los periodos de tensión, activarán los receptores de Golgi aumentando la relajación subsiguiente y permitiendo un mejor estiramiento (Tarantino, 2009).

### 2.5. Diseño de programa.

Se diseñó un programa de actividad basado en el método de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva el cual consiste en realizar ejercicios reflejos como punto de partida de los ejercicios. Tanto después de una lesión, en un programa fuerte asociado al sistema de flexibilidad y por lo tanto al tener mayor rango de flexibilidad.

## 2. Metodología

### 2.1. Tipo de estudio.

Es una investigación de tipo descriptivo cuantitativo

### 2.2. Sujetos.

La muestra de tipo no probabilística, y los sujetos de estudio fueron 10 atletas del sexo femenino, pertenece al equipo representativo de balonmano de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

### 2.3. Criterios de inclusión.

- Entrenar con regularidad por lo menos 4 sesiones por semana.
- Pertener al equipo de balón mano representativo de la U.A.N.L.

- Lleve a cabo el programa de flexibilidad.

#### 2.4. Criterios de exclusión.

- Que no entrene con regularidad menos del 80%.
- Que presente alguna lesión al inicio del estudio.

#### 2.5. Diseño de programa.

Se diseñó un programa flexibilidad basado en el método de Facilitación Neuromuscular Propioceptiva el cual consiste en aplicar ejercicios utilizados como medio de rehabilitación física después de una lesión, en este programa fueron enfocados en mejorar el rango de flexibilidad y por lo tanto al tener mayor rango de flexibilidad disminuir el riesgo de lesiones en tren inferior. Dicho programa consiste en realizar 5 ejercicios (ver tabla 3) aplicando el método de FNP, 3 veces por semana durante 4 semanas. Se aplicó una prueba para medir el rango de flexibilidad de las atletas antes de realizar el programa y al término del mismo.

Tabla 3. Ejemplo de una sesión de entrenamiento

<b>Sesión de flexibilidad</b>	
Estiramiento del músculo soleo y tendón de Aquiles	Método FNP Elongación 10" relajar 2" Contracción isométrica 6" x 3 rep. 2" de relax. entre cada contracción y 15"-20" elongación
Estiramiento de músculo extensor de rodilla (cuádriceps)	
Estiramiento de los flexores de rodilla y glúteo mayor	
Estiramiento del músculo flexor de cadera	
Estiramiento de glúteo, abductores y rotadores internos de cadera.	

### **2.5.1. Procedimiento**

Se inició con una entrevista a las jugadoras en la cual se les explicó el tipo de entrenamiento que se les iba a aplicar en relación a la flexibilidad y se pidió su consentimiento para realizar el estudio. Posterior a ello se aplicó la batería de pruebas de flexibilidad con la finalidad de tener un parámetro inicial de dicha capacidad. Posterior a ellos se aplicó el programa diseñado.

### **2.6. Test utilizado para la evaluación de jugadores.**

Tocar el suelo (variante)

El sujeto se pone de pie con las manos a los lados y se inclina hacia adelante para intentar tocar el suelo manteniendo las rodillas completamente extendidas. En la variante de Wells y Dillon el test es similar pero se realiza mediante rebotes. Se mide la distancia dedos suelo en centímetros. Para valorar deportistas con gran amplitud de movimientos se emplean dispositivos que permitan medir distancias por debajo del suelo (Terreros, Navas, Gómez, & Aragonés, 2003).

### **2.7. Análisis estadístico.**

Se utilizó estadística descriptiva y la prueba no paramétrica de Wilcoxon para ver si existía diferencia entre la evaluación inicial y la final.

### 3. Resultados

En la tabla 4, se presentan los datos generales de las atletas participantes en el estudio, cabe mencionar que el programa se aplicó durante el macrociclo de preparación para la competencia más importante del equipo en la Universiada Nacional 2015.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la prueba de flexibilidad

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Edad	10	21.444	1.24	19	23
Peso	10	61.444	7.20	49	68
Talla	10	1.646	0.06	1.54	1.72

En la tabla 5 se presentan los resultados estadísticos de la prueba de flexibilidad realizada al inicio del programa (T1) y al final del programa (T2).

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de la prueba de flexibilidad

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
T1	10	8.20	6.680	-1	23
T2	10	11.50	6.037	3	22



#### 4. Discusión

En la figura 1 se muestran los resultados individuales de la prueba inicial (T1) con la prueba final (T2) resultado significativos dichos valores ( $p < 0.008$ ). Solo una jugadora mostro valores iniciales negativos, además otra jugadora no mostro mejora en sus resultados en relación a la evaluación inicial con la evaluación final.

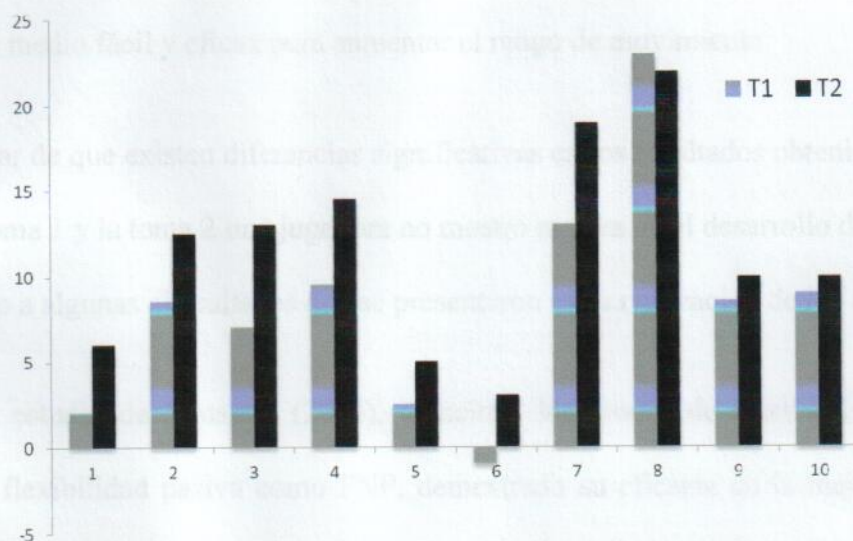


Figura 1. Valores individuales de la prueba de flexibilidad

#### 4. Discusión

En relación a nuestros resultados obtenidos en este estudio muestran que un entrenamiento propioceptivo muestra mejoras estadísticamente significativas en los niveles de flexibilidad general en tren inferior con respecto a los valores obtenidos al inicio del programa, nuestros resultados coinciden con los reportados por Ayala & Sainz, (2008). Por lo tanto tras el análisis de los resultados del presente estudio y la igual que en diversos protocolos de investigación tras la realización de programas activo pasivos en los que se incluyen estiramientos pasivos con duración de 10 segundos combinados con contracciones isométricas con duración de 6 segundos han demostrado ser un medio fácil y eficaz para aumentar el rango de movimiento.

A pesar de que existen diferencias significativas en los resultados obtenidos con relación a la toma 1 y la toma 2 una jugadora no mostro mejora en el desarrollo de la flexibilidad, debido a algunas dificultades que se presentaron en la realización de los ejercicios.

En el estudio de Minshull (2014), menciona los modos de flexibilidad condicionado tanto flexibilidad pasiva como FNP, demostrado su eficacia en la mejora de rango de movimiento, estos resultados muestran similitud a los de nuestro estudio mostrando una mejora de la flexibilidad en extremidades inferiores.

Por otro parte, Payne, Berg & Latin (1997) hace mención en su estudio que cuando existe un déficit en la propiocepción, en este caso de tobillo puede provocar lesión, por lo que nos hace reflexionar que hay una influencia de la elasticidad del músculo en la

articulación para tener un rango de movimiento mayor y por consecuencia haya mayor flexibilidad o estabilidad.

Lamb (2014) realizó un estudio en gimnasia rítmica en el cual menciona que es un deporte que combina el arte con gestos biomecánicos de alta complejidad, que requiere un alto nivel de desarrollo de las cualidades físicas como la agilidad, flexibilidad, fuerza, impulso y destreza con mayor predominancia de lesiones en las articulaciones de la rodilla y el tobillo, siendo los esguinces los de mayor frecuencia en los atletas de nivel de competencia. Por lo tanto, la propiocepción y el control muscular desempeñan un papel fundamental en la estabilidad de las articulaciones, por lo que evaluó el efecto del entrenamiento propioceptivo en el equilibrio postural de los atletas de gimnasia rítmica a través del uso de una plataforma de fuerza durante 2 meses, en tres etapas, con la progresión de la complejidad de los ejercicios en cada fase de entrenamiento. Encontrando una mejora significativa en los resultados en la última fase de la formación cuando se utilizaron ejercicios de mayor complejidad y agilidad, de acuerdo con el protocolo.



F.O.D.  
BIBLIOTECA  
ING. CAYETANO GARZA

## 5. Conclusiones

El entrenamiento de facilitación neuromuscular propioceptivo enfocado hacia el desarrollo de la flexibilidad mejora el desarrollo de dicha capacidad contribuyendo a disminuir el riesgo de lesión. Con la aplicación de un programa activo pasivo con duración de 15 minutos con tres frecuencias por semana es posible mejorar dicha capacidad, por lo que es recomendable para atletas como entrenadores considerar la inclusión de un programa de FNP dentro de su planificación para mejorar el rendimiento deportivo.

Utilizando métodos de entrenamiento fuera de lo tradicional es posible conseguir mejoras e incluso resultados en un menor tiempo y con mayor impacto dentro del entrenamiento.

Utilizar este tipo de entrenamientos que requieren del apoyo de un compañero para realizar la técnica demanda una amplia capacitación de los atletas sobre este método y una supervisión de un experto en la materia, ya que de no ser así el riesgo de lesión sería alto y la oportunidad de rendimiento de dicha capacidad escasa.

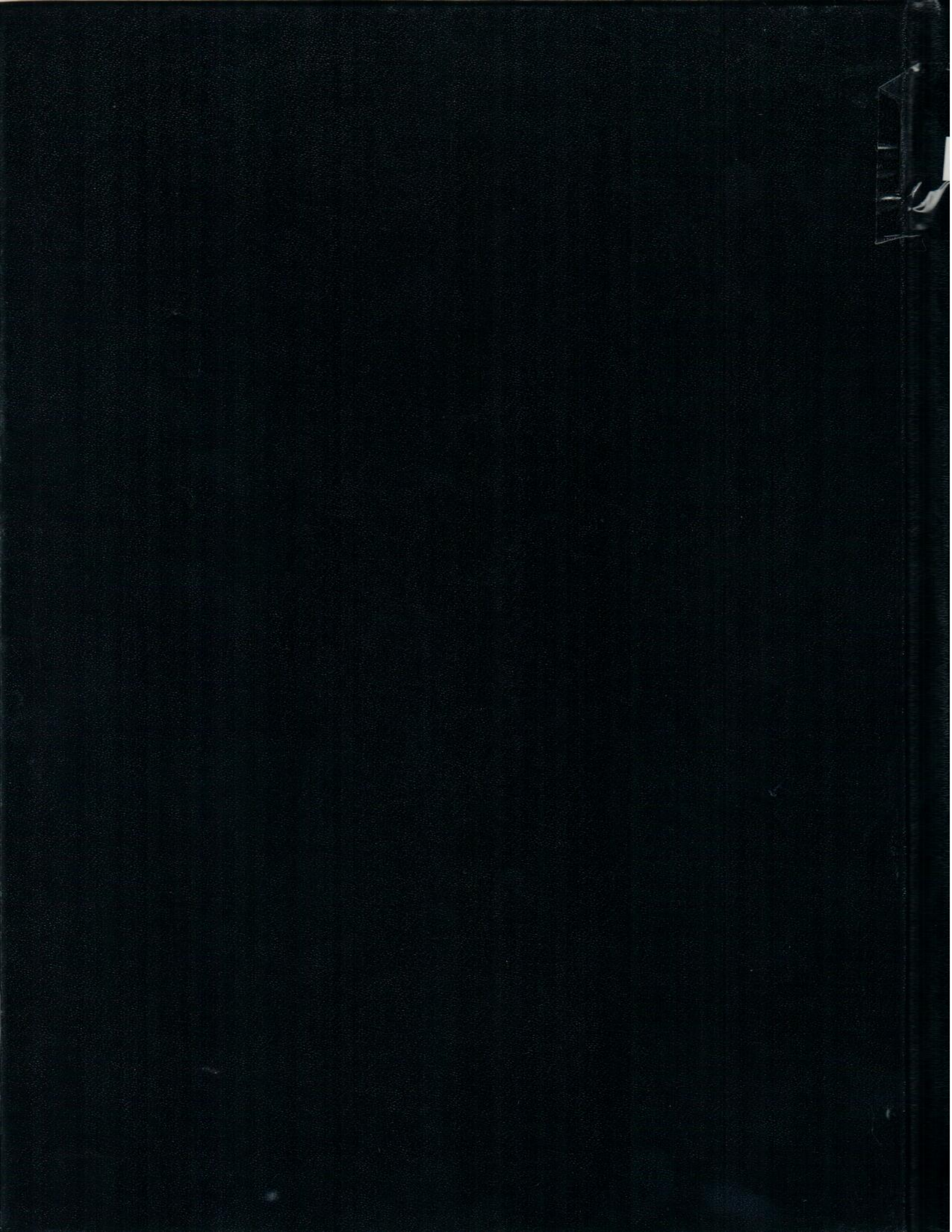
## 6. Referencias

- Adler, S., Beckers, D., & Buck, M. (2011). *La facilitación neuromuscular propioceptiva en la práctica: guía ilustrada*. Medica Panamericana.
- Ayala, F., & Sainz, P. (2008). Efecto de la duración y técnica de estiramiento de la musculatura isquisural sobre la flexión de cadera. *Cultura, Ciencia y Deporte*.
- Cejudo, A., Sainz, P., Ayala, F., & y Santoja, F. (2013). Perfil de flexibilidad de la extremidad inferior en jugadoras de fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina Y ciencias de la Actividad Fisica y Deporte*.
- Dietrich, M., Klaus, C., & Klaus, L. (2001). *Manual de Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Editorial Paidotribo.
- Dos Santos, S., Detonico, D., Graup, S., & Cunha, D. (2007). Relación entre alteraciones posturales, prevalencia de lesiones y magnitudes de impacto en los miembros inferiores en atletas de balón mano. *Fitness Performance*.
- Ramos, R. (2014). Biotipo y rendimiento deportivo de las jugadoras de balón mano representativo de la UANL y del INSECO. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León.
- Saenz, F. (2005). Una Revisión de los Métodos de Flexibilidad y de su Terminología. *Kronos*.
- Samuel, S., Helina, G., & Krishna, A. (2013). Effects of Neuromotor Facilitatory Training on Dynamic Balance Ability in Young Collegiate Men. *Internacional Journal of Current Reserch and Review*.
- Tarantino, F. (2009). [www.efsioterapia.net](http://www.efsioterapia.net).

Terreros, J., Navas, F., Gómez, M., & Aragones, M. (2003). *Valoración Funcional*.  
Gymnos.

Tironi, J. (2009). Educación funcional propioceptiva de miembros inferiores en deportistas.  
*Universidad Abierta Interamericana*.

Vanmeerhaeghe, A., Tutusaus, L., Ruiz, P., & Ortigosa, N. (2008). Efectos de un  
entrenamiento propioceptivo sobre la extremidad inferior en jóvenes deportistas  
jugadoras de voleibol. *Medicina de I'Sport*.



227

ENTRENAMIENTO DE FACILITACION NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVO PARA MEJORAR  
FLEXIBILIDAD Y PREVENIR LESIONES EN JUGADORES DE BALON MANO

L.P.B.C.

2015