



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD LEÓN

**TEMA: LA FUNCIÓN DEL FISIOTERAPEUTA EN UN PROGRAMA
DE ESTIMULACIÓN PROPIOCEPTIVA Y COORDINACIÓN
NEUROMUSCULAR PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES EN UN
EQUIPO DE BÁSQUETBOL FEMENIL**

FORMA DE TITULACIÓN: TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

P R E S E N T A:

BEATRIZ GARCÍA HERNÁNDEZ

TUTOR: DR. MAURICIO ALBERTO RAVELO IZQUIERDO

ASESOR: DRA. ALINE CRISTINA CINTRA VIVEIRO



LEÓN, GTO

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi alma máter la Universidad Nacional Autónoma de México. Siempre UNAM, Siempre Puma.

Al Dr. José Narro Robles ex rector de la UNAM con quien inicié esta etapa y al Dr. Enrique Graue Wiechers rector de la UNAM con quien terminé esta etapa.

A la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León.

Al Mtro. Javier de la Fuente Hernández director de la ENES UNAM Unidad León.

A la Licenciatura en Fisioterapia.

Al Programa de Becas Nacionales para la Educación Superior Manutención-UNAM

Dedicatoria

A Dios, por permitirme terminar esta etapa de mi vida, por guiar y cuidar mi camino.

A mis padres Adolfo y Beatriz, por estar siempre conmigo, por darme la mejor herencia que un padre puede dar a su hijo, la educación. Por apoyarme en mis momentos de debilidad, por ser mi fortaleza y mi principal motivación de seguir luchando día con día, por brindarme su amor, por sus consejos, por confiar siempre en mí. A ellos atribuyo el éxito de terminar una carrera universitaria y todo lo que soy y seré. Por ser los mejores padres que la vida me pudo haber dado.

A mi tutor el Dr. Mauricio Ravelo, por sus enseñanzas dentro y fuera de clase, por su dedicación, su motivación, sus consejos de vida, su apoyo incondicional en momentos difíciles, por confiar en mi capacidad, le debo parte de lo que soy. Dicen que un deportista es grande gracias a su coach y usted sin duda es el mejor.

A mi asesora la Dra. Aline Cintra Viveiro, por ser parte fundamental de mi desarrollo en el transcurso de la carrera, por su motivación, por sus conocimientos, por su participación en el proceso de esta investigación y por ser un modelo a seguir. Gracias por todo.

A mis hermanos Adolfo, Pablo, Rodrigo y Rebeca, por ser mi apoyo, por demostrarme su lealtad, por su cariño y por confiar en mí. Recuerden que así como yo, les tocará formar su camino, esperando y confiando que sea el mejor. Siempre estaré para ustedes, los amo “Warner Brothers”.

A mis abuelos, tíos, tías y primos, gracias por sus consejos, por su apoyo, por su interés de verme crecer cada día, por guiar mi camino como unos segundos padres y por enseñarme que la familia es primero. OHANA significa familia y la familia nunca te abandona.

A mis profesores de carrera, por compartir sus conocimientos esperando siempre lo mejor de mí y de mis compañeros, por transmitirme su pasión y amor por la fisioterapia.

A mis amigos de siempre Berali, Seth, Gama, Charly, Juan, Cerva, Ale, Utrilla, Simon, Vero, Yuyu, Panchito y Cristopher por su apoyo incondicional aún en la distancia, por enseñarme el valor de la amistad, por ser mis hermanos.

A mis roomies Eddi, Carlos, Viky, Lalo y Gis por acompañarme a lo largo de mi carrera, por crear esta nueva familia, por ser mi soporte en momentos difíciles lejos de mi hogar, por sus consejos, por tantas muestras de cariño y amistad.

A mis compañeros de carrera, a mi grupo de “luteranos” un gran equipo, excelentes personas y grandes amistades, especialmente a mi amigo Kevin por brindarme su amistad, por sus consejos, apoyo, por confiar en mí y no dejarme caer.

Al Entrenador y Equipo Representativo de Básquetbol femenino de la ENES UNAM Unidad León, especialmente a Mónica Lizbeth Padilla Centeno y Mariana Ortega Vergil por haber contribuido de forma importante en esta investigación como modelos de video y fotografía, así como brindar su apoyo en momentos especiales.

Al Básquetbol, deporte que me ha forjado como persona, por permitirme vivir muchas experiencias a lo largo de mi vida, por enseñarme a luchar hasta el último momento, por las amistades que me ha dado, por ser mi pasión y por ser motivación para esta investigación.

ÍNDICE

Agradecimientos	II
Dedicatoria	III
Resumen	VII
Introducción	VIII
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	1
Marco Teórico	2
Incidencia de lesiones	3
Factores de Riesgo	4
Factores de Riesgo Intrínsecos.....	5
Pilares en la prevención de lesiones.....	7
Propiocepción.....	8
El sistema muscular y el aparato propioceptivo	9
Coordinación neuromuscular	10
Sistema somatosensorial	11
Sistema sensoriomotor y proceso neurosensorial	12
Equilibrio.....	12
Control postural y estabilidad	14
Mecanismos neurofisiológicos	16
Propioceptores	16
Integración y procesamiento central	18
Niveles de integración central	18
Estado del conocimiento actual	19
A. Beneficios del entrenamiento neuromuscular y propioceptivo.	20
B. Programas de prevención de lesiones	22
C. Entrenamiento en superficies inestables	26
D. Métodos de medición	28
CAPITULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	30
Planteamiento del problema	31
Justificación	32
Objetivos.....	34
General.....	34
Específicos	34
Límites	35
Temporales	35
Espaciales	35
Conceptuales	35
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	37
Tipo de estudio	38
Enfoque del estudio.....	38
Alcance del estudio	38
Diseño de estudio	39

Muestra Poblacional	39
Criterios de inclusión	39
Criterios de exclusión	40
Criterios de eliminación	40
Características de la muestra.....	40
Aspectos éticos y bioéticos.....	40
Procedimiento	41
Protocolo de tratamiento	41
Herramientas de evaluación.....	50
Escala Daniel's.....	51
Pruebas de aptitud física.....	52
CAPITULO IV. RESULTADOS.....	56
Resultados de fuerza muscular.....	58
A. Resultados Salto vertical.....	61
B. Resultados carrera Zig-zag	62
C. Resultados prueba de barra de equilibrio.....	63
D. Resultados de prueba de equilibrio sobre soporte móvil	63
E. Resultados prueba de equilibrio estático.....	65
F. Resultados de Test Iowa Brace.....	68
CAPITULO V. DISCUSIÓN.....	70
A. Programas de prevención de lesiones en deporte.....	72
B. Entrenamiento en superficies inestables.....	73
C. Beneficios de los ejercicios de propiocepción y coordinación	73
CAPÍTULO VI. CONCLUSIÓN	75
Bibliografía.....	77
Anexos	82
Anexo 1. Cronograma de actividades	82
Anexo 2. Características de la muestra	83
Anexo 3. Consentimiento informado	85
Anexo 4. Historia Clínica	86
Anexo 5. Historia deportiva y de lesiones	87
Anexo 6. Carta de consentimiento dirigida al entrenador	88
Anexo 7. Cuestionario de Eficacia	89

Resumen

Introducción: En la siguiente investigación se realizó un programa de prevención de lesiones basado en la estimulación de la propiocepción y coordinación neuromuscular, con el fin de prevenir lesiones en el equipo representativo de básquetbol femenino de la ENES UNAM, Unidad León. Surge de la necesidad de crear un programa específico para prevenir lesiones en básquetbol, resaltar el papel del fisioterapeuta en la creación de programas de prevención y mostrar el uso de la polea ajustable del gimnasio de pesas de la Clínica de Fisioterapia. **Objetivo:** Implementar programa de prevención de lesiones, basado en la estimulación de la propiocepción y coordinación neuromuscular, mediante el uso de la polea ajustable del gimnasio de pesas de la Clínica de Fisioterapia de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM. **Método:** estudio de casos múltiples o piloto, cuantitativo, de alcance exploratorio, descriptivo y explicativo; experimental y longitudinal; muestra no probabilística por conveniencia de 9 pacientes; con aplicación de un programa de 6 ejercicios, mediante valoración inicial y final tras 8 sesiones de tratamiento, valoración dada por la escala Daniel's y pruebas de aptitud física: salto vertical, carrera en zig-zag, equilibrio estático, equilibrio sobre soporte móvil, barra de equilibrio y Test Iowa Brace. **Resultados:** fuerza muscular, la mayoría de los pacientes mantuvo el valor inicial y solo algunos aumentaron, en salto vertical 100% mejoró la distancia de salto, el 78% mejoró el tiempo en la carrera de zig-zag, en equilibrio estático y equilibrio sobre soporte móvil el 89% mejoraron el tiempo de equilibrio con ojos abiertos, en la barra de equilibrio el 100% mostró mejoría en la distancia recorrida y para finalizar en el Test Iowa Brace el 89% mejoró el puntaje inicial. **Conclusión:** el programa desarrollado de prevención de lesiones con estímulo del sistema propioceptivo y coordinación neuromuscular en básquetbol femenino, resultó eficaz para la mejora de equilibrio tanto dinámico como estático, así mismo al ser un programa global, se mejoró el rendimiento deportivo de los pacientes y se resaltó la inclusión del Fisioterapeuta en programas de prevención en deporte.

Palabras clave: Propiocepción, Coordinación, Prevención, Fisioterapia, Programa, Gimnasio de Pesas, Deporte

Introducción

En la siguiente investigación se desarrolló un programa de prevención de lesiones basado en estimulación del sistema propioceptivo y de coordinación neuromuscular, con el objetivo de prevenir lesiones durante la temporada competitiva, así como, mejorar el rendimiento deportivo en el equipo representativo de básquetbol femenino de la ENES UNAM Unidad León. Surge de la necesidad de crear un programa específico para prevenir lesiones en básquetbol y resaltar el papel del fisioterapeuta en un equipo deportivo, así como el uso de la polea ajustable del gimnasio de pesas en un programa de prevención de lesiones.

En el ámbito deportivo la existencia de lesiones puede ocasionar una gran pérdida del número de entrenamientos y competiciones por cada deportista que se lesiona. Además puede alterar su condición física, lo que conlleva periodos prolongados sin estar con las cualidades adecuadas para poder afrontar una competición (1). Debido a esto es importante crear estrategias dentro del campo de la fisioterapia en prevención de lesiones no solo para evitarlas, si no para que las estructuras del cuerpo tengan adaptaciones necesarias para que una posible afección sea lo más leve posible (1).

La estimulación de la propiocepción y la coordinación neuromuscular, pretende aumentar los recursos neuromusculares en el deportista, ya que esto le permitirá minimizar las cargas potencialmente lesivas en la realización de una acción. De igual manera este tipo de entrenamiento puede repercutir positivamente en el aumento del rendimiento deportivo (1). La evidencia actual indica que gracias a este entrenamiento existen mejoras en la fuerza muscular, coordinación y equilibrio.

El básquetbol es un deporte de alto impacto, el cual implica movimientos de alta velocidad de ejecución, como los cambios de dirección y el salto. Es por ello que el índice de lesiones es alto, afectando principalmente al miembro inferior, en primera instancia al tobillo, seguido por rodilla. De igual manera tiene mayor incidencia de lesiones en mujeres.

CAPITULO I.

ANTECEDENTES

Marco Teórico

En el siguiente apartado, se abordan datos sobre las características del básquetbol, incidencia de lesiones y factores de riesgo existentes en este deporte, que contribuyen al objeto de estudio de esta investigación.

Se retoman conceptos, como propiocepción, coordinación neuromuscular, equilibrio, control postural y todas sus bases neurofisiológicas, de los cuales se basa esta investigación. Los siguientes conceptos refuerzan y ayudan a comprender la razón del por qué incluirlos en programas de prevención de lesiones, puede ser una ventaja para disminuir el riesgo de sufrir una.

El básquetbol es un deporte en el que, se producen situaciones y acciones muy variadas (2), requiere que los jugadores habitualmente se dirijan al contacto físico y a diversas situaciones de inestabilidad y pérdida de equilibrio como: repetición de gestos, aceleraciones y desaceleraciones bruscas, desplazamientos laterales, saltos, giros en un solo pie o cambios de dirección. Estas acciones requieren movimientos rápidos, alta capacidad de coordinación y fuerza apropiada (3).

Además de que las características antropométricas del jugador de básquetbol son muy peculiares, predominan grandes estaturas y por lo tanto pesos elevados (4), la fuerza juega de igual manera que la propiocepción un papel importante, en el entrenamiento. El entrenamiento de fuerza permite a los jugadores mejorar sus habilidades físicas y rendimiento atlético y, por lo tanto, mejoran en sus resultados durante los juegos y se previenen lesiones (3).

Es un deporte de alto impacto, que combina capacidades aeróbicas y anaeróbicas, aquí la velocidad de movimiento es un requisito indispensable en cualquier posición que se juegue. Es importante, para un fisioterapeuta tener en cuenta que, para poder crear un buen programa de prevención de lesiones se debe saber las características de cada posición que se juega en el básquetbol, puesto que dependiendo de la posición, se exigen diferentes capacidades físicas y favorece a diferentes mecanismos de lesión, de igual manera los gestos deportivos del básquetbol

(cambios de dirección, saltos, rotaciones en un pie) implican movimientos en los que existen alto riesgo de lesión principalmente en miembro inferior, siendo más afectados los tobillos y rodillas.

Incidencia de lesiones

El deporte y la actividad física son elementos que actualmente son usados por la mayoría de la población (5), el básquetbol en los últimos años ha tomado una gran importancia y ha aumentado el número de practicantes desde edades tempranas. De igual manera el básquetbol Universitario, es importante a nivel nacional, habiendo un gran número de competidores. Por lo cual el riesgo de que ocurra una lesión es alto, además de que las lesiones deportivas ocupan el segundo lugar en el ranking de lesiones más comunes después de accidentes domésticos (6).

De acuerdo a la incidencia de lesiones, relacionado con el género, el básquetbol femenino es un deporte que actualmente ha tenido gran auge y, en varios países es el deporte que dispone de mayor número de fichas de cuantos deportes se practican. Por lo tanto una mayor incidencia de lesiones es en el básquetbol femenino. (2)

Algunas lesiones en concreto, que afectan principalmente al básquetbol femenino son la rotura del ligamento cruzado anterior y otro tanto sucede para los esguinces de tobillo. Las explicaciones a este hecho incluyen factores mecánicos como alteraciones de ejes (ángulo Q), más frecuentes en la mujer; y recientemente se está investigando la posible influencia de factores hormonales en la génesis de lesiones ligamentosas, habiéndose sugerido que la frecuencia de estas lesiones es mayor en algún período del ciclo menstrual (5).

En relación del índice de lesiones en básquetbol con la edad, las lesiones deportivas presentan una mayor incidencia en aquellas edades en las cuales es más frecuente la práctica del ejercicio físico y especialmente el deporte de competición, entre los 15 y 25 años se produce la mayor incidencia de lesiones en la mayoría de los deportes (5).

Estos datos indican un parámetro de utilidad en la investigación como identificador de

riesgo lesional a nivel competitivo mayor, puesto que por ejemplo el básquetbol Universitario en México, se juega en un rango de edad, con mayor incidencia lesional, que va desde los 18-24 años. (5)

En relación a la localización de la incidencia de lesiones, la mayoría de lesiones que se producen en el baloncesto tienen lugar en la extremidad inferior. En un estudio con 1.094 jugadores se describieron las lesiones del tobillo como la causa principal de pérdida de días de entrenamiento (7). Las lesiones deportivas afectan con mayor frecuencia a las extremidades inferiores, en porcentaje que oscilan entre el 50 y el 86%, siendo las articulaciones del tobillo y la rodilla las más involucradas. (5)

De las lesiones frecuentes como ya hemos visto, las lesiones de tobillo, por su localización, son muy comunes en una amplia variedad de deportes. El pie es la zona de contacto del cuerpo con el suelo, por lo que durante las actividades deportivas se ve sometido a fuerzas de gran intensidad. Las lesiones del ligamento lateral externo de tobillo representan entre el 15 y el 25% de todas las lesiones causadas por la práctica deportiva. El mecanismo más frecuente es la flexión plantar del tobillo acompañado de la inversión (8).

En cuanto a la incidencia de lesiones en competición o en entrenamiento la mayor parte de las lesiones suceden en partidos de competición con una relación de casi dos a uno respecto a las lesiones que suceden en los entrenamientos (2). Debido a que en competición se presenta un mayor grado de estrés físico que en entrenamiento además de que en competición se pueden presentar circunstancias que no dependen del deportista en cuestión.

Factores de Riesgo

Un deportista, por el simple hecho de practicar su deporte está sometido a factores de riesgo, estos pueden ser tanto intrínsecos como extrínsecos, cuyas características se mencionan a continuación.

Los factores intrínsecos hacen referencia a características biológicas de la persona, ejemplos son:

- Lesiones previas
- La alteración propioceptiva
- La falta de fuerza
- Capacidad de aceleración y fuerza explosiva
- Coordinación neuromuscular y alteración del gesto deportivo

En cambio, los factores extrínsecos se centran más en características físicas no dependientes del deportista, por ejemplo:

- El volumen de entrenamientos y competiciones realizadas.
- Factores climáticos.
- Superficie de juego.
- Condiciones de terreno de juego (húmedo, mojado o seco).
- Equipo de protección (tobillos, rodilleros, vendaje).
- Las reglas de juego.
- Juego de contacto.

Dado que el origen de las lesiones deportivas es habitualmente multifactorial, la primera estrategia de prevención que se debe tomar en cuenta en fisioterapia deportiva consiste en realizar un análisis previo de todos estos factores de riesgo.

Factores de Riesgo Intrínsecos

- **Lesiones previas:**

La existencia de lesiones anteriores es uno de los factores de riesgo más importantes a tomar en cuenta en un programa de prevención de lesiones, puesto que, es frecuente que muchos deportistas después de sufrir una lesión, regresen a competición antes de una recuperación

adecuada, este hecho puede llevar a lesiones recidivantes, crónicas o empeoramiento de la misma requiriendo un mayor tiempo de recuperación (1).

- **La alteración propioceptiva**

La propiocepción, es uno de los campos más usados en fisioterapia tanto para la recuperación como para la prevención de lesiones. Cuando se produce una lesión de tejido articular, además de presentarse una disminución en la estabilidad articular, produce una alteración en la capacidad propioceptiva de esta articulación, lo cual, si persiste esta alteración en el sistema propioceptivo puede favorecer la aparición de una recidiva de lesión o una nueva lesión (1).

- **La falta de fuerza**

El movimiento normal depende de una interacción entre estabilizadores pasivos o estáticos como huesos, ligamentos, meniscos. Y estabilizadores activos o dinámicos que son los músculos. Una alteración de esta interacción puede provocar una lesión articular y como es en la mayoría de los casos, ligamentosa (1).

Uno de los problemas más importantes que puede favorecer una lesión articular o muscular es la falta de fuerza de la musculatura periarticular, cuya función, es estabilizar la articulación. Una alteración de la fuerza puede provocar una disminución del control de la articulación. Es por ello que un funcionamiento y equilibrio óptimo muscular será muy importante para la prevención de lesiones o disminuir la gravedad de éstas (1).

- **Capacidad de aceleración y fuerza explosiva**

Los deportistas que presentan mayor capacidad de aceleración están expuestos a más lesiones, sin embargo, la fuerza que desarrollan estos deportistas es mayor, por lo tanto genera más tensión en los tejidos especialmente a nivel muscular, tanto vientre muscular como a nivel tendinoso (1).

En cambio un deportista que tenga mayor capacidad de fuerza explosiva, podría disminuir aún más los posibles factores de riesgo de lesión (1). Es por esto que en el entrenamiento y como

parte de una readaptación deportiva dentro de la fisioterapia se deben incluir ejercicios que trabajen con esta fuerza explosiva y aceleración para lograr una adaptación de los músculos en situaciones del deporte que impliquen estas exigencias.

- **Coordinación neuromuscular y alteración del gesto deportivo.**

Un factor importante que lleva a tener riesgo de sufrir lesiones es la calidad con la que se realiza el gesto técnico deportivo (1), es decir, que tan precisa es la técnica con la que se realizan los movimientos propios de cada deporte. En fisioterapia deportiva tener en cuenta los factores que se relacionan con la ejecución de movimientos técnicos de un deporte, facilita saber si se tiene la integridad o no de una capacidad de coordinación neuromuscular.

Cada movimiento depende de una coordinación específica de los músculos principalmente del tronco para producir una fuerza que estabilice el centro de gravedad, y que esta fuerza debería resultar en un movimiento equilibrado y armónico o suave. Las alteraciones de este movimiento que resulta en un problema de coordinación pueden provocar la ejecución incorrecta de una acción y favorecer la aparición de lesión. (1)

Pilares en la prevención de lesiones

Las lesiones deportivas, como ya vimos en los factores de riesgo, son de origen multifactorial, por lo cual se necesitan estrategias en el campo de fisioterapia deportiva de prevención adecuadas a cada deporte, que incluyan programas que evalúen desde los factores de riesgo, hasta ejercicios adecuados que incluyan los pilares de la prevención de lesiones como propiocepción, coordinación y fuerza que se puedan implementar de forma individual a cada deportista.

Es importante realizar un buen programa de prevención de lesiones, se propone abordar a los factores de riesgo intrínsecos descritos anteriormente, a través de los pilares de la prevención de lesiones en el deporte que son los siguientes (1):

- Tratamiento de la sensibilidad propioceptiva, en la cual se trabajará el equilibrio y la velocidad de reacción.
- Entrenamiento de la coordinación neuromuscular, el objetivo es que el deportista consiga estrategias de movimiento que le serán útiles para evitar el mecanismo de lesión.
- Trabajo de la fuerza muscular.

Propiocepción

La propiocepción es un aspecto vital para controlar los movimientos de las extremidades y la estabilidad articular, pues otorga la habilidad para recibir estímulos de músculos, tendones y articulaciones e integrarlos posteriormente en el sistema nervioso central. (9)

Charles Scott Sherrington definió por primera vez la propiocepción en el año 1906 como: “la sensación de posición y movimiento de las extremidades”. (10) Actualmente se define propiocepción como: “la capacidad de una articulación para determinar su posición en el espacio, detectar su movimiento y la sensación de resistencia que actúa sobre ella”. Esta capacidad es adquirida por el estímulo de los mecanorreceptores periféricos (propioceptores), que convertirán este estímulo mecánico en una señal neural que será transmitida por las vías aferentes hasta su procesamiento en el SNC. (10)

Por lo tanto, la propiocepción se puede considerar un proceso neuromuscular complejo que implica tanto las señales aferentes y eferentes para mantener la estabilidad y orientación durante las actividades (11).

La evidencia actual indica que gracias a este entrenamiento existen mejoras en la fuerza muscular, coordinación y el equilibrio muscular (1). Este actúa a través del SNC que consigue la información necesaria del sistema somatosensorial, vestibular y visual para controlar los movimientos. Suele desarrollarse a través de la capacidad de equilibrio y la capacidad de reacción. (1)

El sistema muscular y el aparato propioceptivo

Para comprender el comportamiento del músculo durante el mantenimiento de la posición o durante el movimiento, es necesario retomar brevemente algunas nociones sobre sus características.

El músculo se encuentra bajo control voluntario del sistema nervioso, se puede estimular para que se contraiga y se relaje mediante un esfuerzo consciente. El sistema nervioso es el sistema de comunicación y de control del cuerpo, sus funciones principales son apreciar cambios en el propio cuerpo y en su entorno, interpretarlos y responder con algún tipo de contracción muscular o secreción glandular (12).

La conexión entre el músculo y el sistema nervioso que de primer orden es el periférico y que transmite la señal hasta el sistema nervioso central para la ejecución del movimiento voluntario es la unidad motora, esta, agrupa el conjunto de fibras musculares inervadas por un axón obtenido de una motoneurona del núcleo motor. Cada unidad motriz está compuesta por fibras que presentan las mismas características a nivel de su contracción, de su composición enzimática y su resistencia al cansancio (13).

Existen dos tipos de fibras con sus subdivisiones cada una:

- Fibras lentas (S, tipo I) presentan una velocidad de contracción lenta, resistencia elevada al cansancio y una tensión tetánica máxima débil (la tensión tetánica se obtiene a través de la estimulación repetitiva del nervio motor) (13).
- Fibras rápidas (F, tipo II) se subdividen en 2 grupos: fibras resistentes al cansancio (FR) cuyas propiedades son comparables con las de las unidades lentas por sus resistencia al cansancio pero que se diferencian de ellas por sus propiedades enzimáticas, por su velocidad de contracción elevada y por su tensión tetánica de mayor importancia; las fibras no resistentes al cansancio (FF) tienen una velocidad de contracción elevada, tensión tetánica máxima y son poco resistentes al cansancio (13).

La contracción de las unidades motoras para la producción de movimiento, se basa en la ley de Henneman que caracteriza la forma de acción de las unidades motoras cuando el núcleo motor del músculo está activado, sea como reflejo o por acción voluntaria. Según esta ley, las unidades motoras que inervan las fibras lentas se vuelven activas antes que las unidades motoras que inervan las fibras rápidas (13). Las excepciones a esta ley son actividades musculares breves e intensas como el salto.

Coordinación neuromuscular

El correcto funcionamiento del complejo sistema neuromuscular ejerce un papel clave en el control de la estabilidad articular, debido a esto, el control del sistema neuromuscular depende directamente del complejo sistema sensoriomotor. Este sistema incorpora todos los receptores y vías aferentes, el proceso de integración y de procesamiento central y las respuestas eferentes, con el objetivo de mantener la estabilidad funcional de la articulación durante los movimientos deportivos (10).

Se define control neuromuscular como: “la activación muscular precisa que posibilita el desarrollo coordinado y eficaz de una acción”. (10) Tener en cuenta los factores que se relacionan con la ejecución de movimientos técnicos de un deporte, nos aporta, saber si se tiene la integridad o no de una capacidad de coordinación neuromuscular (10).

La coordinación se define como: “la capacidad para realizar movimientos armónicos, precisos y controlados”. Es necesaria para realizar destrezas motoras sencillas como caminar, correr, saltar, tareas laborales, actividades básicas e instrumentales de la vida diaria. Los movimientos coordinados comprenden una secuencia y sincronización correctas de la actividad de los músculos sinergistas y recíprocos, requieren estabilidad proximal así como el mantenimiento de una postura (14).

La coordinación es una acción conjunta del músculo esquelético con el sistema nervioso central durante el desarrollo del movimiento previsto. La calidad de la coordinación se divide en 2: (15)

- Intramuscular: juego conjunto del sistema nervioso y fibras musculares de un músculo.
- Intermuscular: acción conjunta prevista de varios músculos.

Cada movimiento depende también de una coordinación específica de los músculos del tronco para producir una fuerza estabilizadora, la cual está comunicada con las variaciones de fuerzas internas y externas para dar un movimiento suave y apropiado (1).

De estas fuerzas aparecen los conceptos de equilibrio y de armonía o suavidad del movimiento, además de que la coordinación en un movimiento se defina por los instantes de activación y secuenciación muscular, dicho movimiento debe ser equilibrado y armónico. Es por ello que las alteraciones de coordinación pueden provocar la ejecución incorrecta de una acción y favorecer la aparición de lesión (1).

Sistema somatosensorial

El sistema somatosensorial contribuye al equilibrio aportando información sobre la localización relativa de las partes del cuerpo (14), transmite y analiza la información del tacto procedente de puntos externos e internos del cuerpo y de la cabeza (12).

El término somatosensorial engloba toda la información mecanorreceptiva (propiocepción), termorreceptiva (tacto y temperatura), dolorosa, lumínica y química que deriva de la periferia. Entre los estímulos de interés se encuentran los de tacto, presión, dolor, posición y movimiento articular (10).

Existe una vía por la cual se transmiten las señales del sistema somatosensorial como el tacto discriminativo, la vibración así como la información propioceptiva que es el punto de interés en este estudio, se trata de la vía de la columna dorsal-lemnisco medial (12). Este sistema interviene en la percepción y apreciación de los estímulos mecánicos, así participa en la capacidad de la discriminación fina (tamaño y forma) y de las texturas, y se ocupa del reconocimiento de la forma tridimensional (esterognosia) y de la detección del movimiento. Esta vía interviene también

en la transmisión de información relacionada con la consciencia de la posición del cuerpo (propiocepción) y del movimiento de las extremidades (cinestesia) en el espacio. (12).

Sistema sensoriomotor y proceso neurosensorial

La expresión “sistema sensoriomotor” se presenta como la combinación de los procesos neurosensorial y neuromuscular. El correcto funcionamiento de este complejo sistema será prioritario en la prevención y readaptación de las lesiones deportivas puesto que la lesión del tejido articular viene ligada a una alteración de los mecanorreceptores, lo que causará una alteración de las aferencias que protegerán la articulación. Este hecho puede alterar el control neuromuscular normal y, como consecuencia, producir una disminución en la estabilidad de la articulación. Este proceso se relaciona con el círculo vicioso lesivo (10).

El sistema nervioso central (SNC) obtiene la información necesaria para controlar los movimientos de nuestro cuerpo desde 3 subsistemas: el sistema somatosensorial (descrito anteriormente), el sistema vestibular y el sistema visual (10).

Los sistemas, visual y vestibular contribuyen a aportar información significativa sobre la posición del cuerpo y el movimiento en el espacio. El sistema visual aporta información sobre la posición de la cabeza respecto al entorno y orienta la cabeza para mantener la mirada nivelada. También aporta información sobre el movimiento de los objetos circundantes, con lo cual mantiene la información sobre la velocidad del movimiento (14). El sistema vestibular aporta información sobre la orientación de la cabeza en el espacio y durante la aceleración. Cualquier movimiento de cabeza, incluidos los desplazamientos del peso para ajustar la postura, estimula los receptores vestibulares (14).

Equilibrio

El equilibrio, forma parte del objeto de estudio de esta investigación, puesto que interviene en todos los movimientos propios del básquetbol como el salto, cambio de dirección, giros en un

solo pie. Estos producen una cierta inestabilidad que al no tener un buen equilibrio puede favorecer la aparición de lesiones, por lo tanto una ausencia de entrenamiento y/o competición.

El entrenamiento de equilibrio es un interesante y controversial método de entrenamiento porque su efecto puede tener un desempeño atlético en varios deportes y usado en diferentes edades. De la literatura basada en la evidencia se menciona la relación entre el equilibrio y el riesgo de lesión. Los estudios han demostrado que el programa de entrenamiento dirigido a entrenamiento de equilibrio podría ser efectivo en la disminución de riesgo de lesiones. Fue observado que cuando el entrenamiento de equilibrio fue implementado durante la temporada competitiva, las lesiones fueron reducidas en un 38% (3).

Desde un punto de vista físico, el equilibrio es un concepto que se produce cuando todas las fuerzas y los momentos de fuerza que actúan sobre un cuerpo suman cero. Para analizar el estado de equilibrio de un cuerpo, es preciso conocer la relación que establece entre su centro de gravedad y su base de sustentación (16).

Entonces, el equilibrio se define como: “una habilidad para mantener el centro de gravedad del cuerpo sobre su base de sustentación, tanto si este se encuentra en movimiento o permanece estático” (16). Existen dos clasificaciones para el equilibrio:

- Equilibrio estático: habilidad para mantener el centro de gravedad del cuerpo dentro de la base de sustentación en una situación sin movimiento.
- Equilibrio dinámico: habilidad para mantener el equilibrio dentro de una transición entre un estado dinámico y otro estático, mientras se realiza algún tipo de movimiento.

El punto de equilibrio corresponde a la posición en la que se encuentre una articulación. Esta posición se puede obtener por la contracción débil o fuerte de los músculos protagonistas, este depende al mismo tiempo de las fuerzas externas que sometan a estrés a la articulación (13).

La capacidad para mantener el equilibrio consiste en una coordinación eficaz y eficiente de los múltiples sistemas sensoriales, biomecánicos y motores (14).

Control postural y estabilidad

La postura debe considerarse como la posición que adopta el cuerpo como preparación para el movimiento siguiente (14).

Asegura 2 funciones (13):

- Función antigravitaria: consiste en oponerse a la fuerza de gravedad para construir la unión de los segmentos que definirá la postura. El más importante es el tono postural. El control del equilibrio forma parte y exige que en condiciones estáticas, la proyección en el suelo del centro de gravedad permanezca en el interior de la superficie de apoyo contra el suelo, es decir, la base de sustentación.
- Función de interface con el mundo exterior para la percepción y acción: para esta función la posición y la orientación de los segmentos corporales se utilizan para calcular la posición del cuerpo en relación con el mundo exterior o del mundo exterior en relación con el cuerpo.

El control postural, el cual depende de la capacidad del individuo de controlar el sistema neuromuscular viene dado por 3 fuentes de información sensorial: el somatosensorial de los receptores periféricos, la visión y el sistema vestibular (10).

Para conseguir un buen control postural, existen 3 procesos (16):

- Adquisición de información aferente a través de los canales somatosensoriales, visuales y vestibulares.
- Integración y procesamiento de esta información por el sistema nervioso central (SNC) para a selección y coordinación jerárquica de las respuestas motrices adecuadas.

- Ejecución por parte del sistema músculo-esquelético de los comandos motores emitidos por el SNC.

Las transferencias propioceptivas se transmiten a diferentes niveles del sistema nervioso, pero la mayoría de estas transferencias permanecen inconscientes. El sentido de la posición y el sentido del movimiento articular son las expresiones del componente consciente, mientras que el control postural se basa principalmente en el componente inconsciente (17). El control propioceptivo es la expresión de la efectividad del reflejo estabilizador que controla la estabilidad postural (17).

La estabilidad postural debe basarse en el control propioceptivo para garantizar la seguridad de los movimientos básicos como caminar, correr, saltar y acciones motoras especializadas, manteniendo la fluidez del movimiento (17). Así, el correcto funcionamiento del complejo sistema neuromuscular, la propiocepción, la coordinación, el equilibrio y el control postural ejercen un papel clave en el control de la estabilidad articular.

La estabilidad articular es considerada como la función sinérgica en la que los huesos, articulaciones, cápsulas, ligamentos, músculos, tendones, receptores sensoriales y vías neurales espinales y corticales actúan en armonía para garantizar la homeostasis articular. La estabilidad articular depende de estructuras pasivas (ligamentos) y de órganos activos (músculos). Los efectos de protección del componente pasivo se deben a la puesta en tensión de estas estructuras y el componente activo puede ejercer su rol protector tanto de forma pasiva (tono muscular de reposo) como de forma activa (acción muscular refleja o voluntaria) (10).

Cuando una fuerza externa interviene para perturbar la posición, entran en juego 3 mecanismos además de los componentes pasivos y activos de la articulación para el mantenimiento de la estabilidad: el primero es la rigidez articular que se opone al cambio de posición. El segundo es el reflejo miotático que corrige el efecto de la fuerza externa aumentando la contracción muscular. El tercer mecanismo es el reflejo transcortical. Más allá de estos

mecanismos reflejos interviene otra respuesta de naturaleza voluntaria, que asegura la corrección del movimiento (13).

Mecanismos neurofisiológicos

El sistema nervioso es un sistema complejo, en el que todas sus áreas se asocian para producir una respuesta a un estímulo, en este tema se hablará de las respuestas internas que existen en el sistema nervioso para reaccionar a diferentes estímulos mecánicos, en ellas actúan receptores que se encargan de recibir estímulos y emitir la mejor respuesta posible.

Propioceptores

El sistema propioceptivo es el encargado de informar a la corteza cerebral de la posición de las estructuras del organismo, para lo cual recurre a la información aferente que le aportan los receptores sensitivos (18).

Los propioceptores son receptores mecánicos que se encuentran en todo el organismo, principalmente en el aparato locomotor como: músculos, ligamentos, tendones y articulaciones; se encargan de transmitir los impulsos aferentes a la médula informando sobre la posición, equilibrio, movimiento, presión y tensión de estas estructuras (18). Estos propioceptores se encuentran en 3 niveles:

- **Propioceptores musculotendinosos**

-*Husos neuromusculares*: son receptores localizados en el vientre muscular, se encuentran de forma paralela a las fibras musculares. Son sensibles a estímulos de estiramiento breve y de poca intensidad del músculo y responsables del reflejo miotático o reflejo de estiramiento del músculo. De igual manera los husos musculares son responsables de la innervación recíproca: cuando el músculo agonista se contrae se acompaña de una relajación del antagonista (18).

-*Órganos tendinosos de Golgi*: receptores localizados en el tendón o en la unión miotendinosa. Son sensibles a los cambios de tensión tendinosa transmitida por el vientre muscular y responsables de

la reacción de alargamiento o impulso inhibitorio: cuando aparece una tensión excesiva sobre el tendón, que puede llevar a la ruptura muscular o a la desinserción tendinosa, este receptor manda una señal que provoca una relajación del vientre muscular permitiendo la disminución de esa tensión inicial (18).

- **Propioceptores capsuloligamentosos**

Son receptores encargados de informar a la corteza cerebral de la posición (propiocepción) y el movimiento de la articulación.

-Receptores de Ruffini: se localizan en la cápsula articular, su misión es enviar información con la articulación en reposo o en movimiento, se activan cuando la articulación se mueve de forma brusca (18).

-Receptores de Paccini: se localizan a nivel profundo de la cápsula articular, su misión es enviar información al inicio y al final del movimiento, se activan cuando la velocidad del movimiento articular es elevada (18).

-Receptores de Golgi Mazzoni: se localizan en los ligamentos periarticulares, su misión es enviar información durante el movimiento, se activan a lo largo de todo el movimiento articular (18).

-Terminaciones libres: se localizan en toda la estructura capsuloligamentosa, su misión es enviar información nociceptiva y se activan ante la presencia de un daño en la estructura (18).

- **Propioceptores vestibulares**

Son receptores localizados en el oído interno. Informan de la posición de la cabeza (receptores estáticos) y del movimiento de la misma (receptores dinámicos). Son muy importantes en la propiocepción del miembro inferior, puesto que la posición de la cabeza determina la posición de las articulaciones, para sentido de la ubicación (18).

- **Exteroceptores**

El sistema propioceptivo recibe información de diferentes sensaciones provenientes del exterior. Se destaca el papel de la información visual, ya que es coadyuvante a la información

interna. Cuando se elimina el estímulo visual, aparece una alteración de su situación espacial y de la posición de todas sus estructuras. Es por ello que el uso de la información visual nos sirve de gran medida para un trabajo de reeducación propioceptiva y sentido de la ubicación (18).

Se debe tener en cuenta que todos estos propioceptores trabajan de forma unida y en cadena en el organismo. Todas las estructuras forman un mecanismo de protección de la articulación, para lo cual se necesita una integración funcional de las mismas (18).

Integración y procesamiento central

Todos los estímulos sensoriales son integrados en los diferentes niveles del SNC para generar las respuestas motoras adecuadas como el control del movimiento y la postura. Esta información es enviada vía aferente y procesada en lo que podemos llamar un eje central y 2 áreas de asociación. El eje central corresponde a los 3 niveles de control motor: la médula espinal, el tronco cerebral y la corteza cerebral. Por otro lado, las 2 áreas de asociación son el cerebelo y los ganglios basales, que son los responsables de la modulación y regulación de los mandos centrales (10).

Niveles de integración central

- **Medula espinal:** Este tipo de nivel de control motor se utiliza en circunstancias donde se exige una respuesta refleja a estímulos externos (10). Es una respuesta refleja, y esta respuesta tiende a ser muy rápida, necesaria en la intención de protección ante una situación inestable (1). En la médula es donde se producen los reflejos medulares inconscientes. En este nivel es donde se producen los pequeños movimientos de acomodación de las articulaciones ante pequeños desequilibrios (18).
- **Tronco encefálico:** en el tronco encefálico es donde se encuentran las estructuras que determinan la postura y el equilibrio del cuerpo (18). Se relaciona con respuestas

intermedias y automáticas, contiene los principales circuitos que controlan muchos de los movimientos estereotipados y automáticos del cuerpo humano (10), así mismo es una zona involucrada en la secuenciación de actividades motoras, aprendizaje de acciones planificadas y control de patrones complejos de movimientos repentinos y mantenidos (1). Las áreas del tronco cerebral regulan y modulan de forma directa las actividades motoras basadas en la integración de la información sensorial que proviene de la fuente visual, vestibular y somatosensorial (10).

- Corteza cerebral: Es el nivel más alto de control motor, donde la información procedente de los diferentes sistemas sensitivos es decodificada y procesada por la conciencia cognitiva (10), se produce cuando es necesario el llamado control de movimiento voluntario (1). Estos centros superiores graban el gesto y lo almacenan en la memoria (18), este hecho permite crear estrategias motoras complejas, lo que posibilita el movimiento (10). Representa el proceso de mayor elaboración, necesario ante la realización de movimientos no aprendidos y complejos, y requiere múltiples sinapsis y mayor distancia en la propagación del estímulo por lo que ofrece una respuesta más lenta (1).

Es por ello que, en el deporte se intenta acortar al máximo las respuestas motrices ante situaciones no aprendidas o de riesgo, esto se puede producir mediante un diseño de actividades que aproximen la situación de entrenamiento a la competición (1).

Estado del conocimiento actual

Se realizó una revisión bibliográfica, sobre las bases de datos PUBMED, SCIELO, ELSEVIER, DIALNET, GE-SE, con el objetivo de proporcionar una información actualizada acerca de los programas de prevención en los que se utiliza la propiocepción y entrenamiento de la coordinación neuromuscular, para disminuir el riesgo de lesiones abordando factores de riesgo intrínsecos de cada deportista, y como es que se mide esta evolución hacia la mejora de estas

capacidades como equilibrio, fuerza y coordinación. De igual manera, abordar los programas de prevención y la metodología utilizada en diferentes programas, así como, el entrenamiento en plataformas inestables que ha tenido auge en las últimas evidencias, y que es un método utilizado en esta investigación. Se divide como se muestra a continuación:

- A. Beneficios del entrenamiento neuromuscular y propioceptivo.
- B. Programas de prevención de lesiones.
- C. Entrenamiento en superficies inestables.
- D. Métodos de Medición.

A. Beneficios del entrenamiento neuromuscular y propioceptivo.

El entrenamiento propioceptivo y neuromuscular puede significar ventajas considerables en prevención, ya que, se consiguen objetivos específicos de cada deporte, autores lo comparan con otros métodos utilizados como el uso de tobilleras, rodilleras o vendaje neuromuscular(9). Es por ello que está siendo utilizado en varios equipos como prevención de lesiones y en el campo de Fisioterapia, en la cual se utiliza como prevención y readaptación deportiva, por todos los mecanismos neurofisiológicos que implica y su por su utilidad de poder imitar el gesto deportivo y preparar al deportista para cuando se presente ante situaciones reales de competición.

De acuerdo a la opinión de varios autores se puede clasificar un ejercicio propioceptivo por los siguientes componentes: la presencia de un potenciador de inestabilidad, tipo de inestabilidad, acciones motoras específicas para quien está dirigido el programa y ejercicios que logren el resultado que se espera (17).

Debido al creciente conocimiento científico, el papel del entrenamiento neuromuscular se ha vuelto más conocido. Además, se ha utilizado en combinación con ejercicios de equilibrio en diferentes deportes, como el básquetbol, fútbol y gimnasia (3).

La comprensión del funcionamiento de este sistema nos da las bases para poder planificar entrenamientos neuromusculares más adecuados y de esta forma asegurar la estabilidad funcional

de las articulaciones durante actividades como cambios de dirección o recepciones de salto, relacionadas con alta incidencia de lesiones. Este sistema no solo es importante trabajarlo en el ámbito de prevención y tratamiento de lesiones, sino que también da un plus para la mejora en el rendimiento deportivo (19).

Los programas de entrenamiento neuromuscular se basan en la hipótesis de mejorar el sentido de la posición articular, mejorar la estabilidad articular y desarrollar los reflejos conjuntos de protección, definitivamente para la prevención de lesiones en extremidades inferiores (20). Estas son estrategias que se pueden incorporar fácilmente en el calentamiento o durante el entrenamiento deportivo del básquetbol, para la prevención de lesiones, incluso en fisioterapia en una fase de readaptación deportiva, ya que incluyen ejercicios que imitan el gesto deportivo y así poder preparar al deportista a tener conocimiento de estos movimientos y mejorar su desempeño en situaciones de competición real.

Diferentes investigaciones indicaron que los múltiples programas de intervención pueden reducir lesiones de miembro inferior de rodilla y tobillo de carácter agudo y que los programas de equilibrio pueden reducir lesiones de tobillo (20). Esto teniendo las bases neurofisiológicas, en las que se puede a través de ejercicios se puede estimular los receptores (propioceptores) para enviar la señal al sistema nervioso y mejorar el control de movimiento.

Los estudios recientes que examinan las intervenciones del entrenamiento Propioceptivo/Neuromuscular para la prevención de las lesiones deportivas muestran una gran variedad de ejercicios. Mientras que en la mayoría de los estudios se utilizaron ejercicios de equilibrio sobre plataformas estables o inestables con y sin perturbaciones de control postural, algunos autores describen la formación neuromuscular como programas múltiples de intervención con una combinación de equilibrio, peso, pliométricos, agilidad y ejercicios específicos del deporte (6).

El entrenamiento de propiocepción y neuromuscular que involucra el equilibrio y programas para fomentar las habilidades físicas como la agilidad, coordinación, capacidad de respuesta, salto.

Pueden ser beneficiosos en las lesiones de extremidad inferior, ocasionadas por el básquetbol, logrando un mayor rendimiento para el deportista, pues lo previene de lesiones que impliquen no realizar su actividad.

Una articulación normal depende del correcto funcionamiento del control neuromuscular para evitar lesiones, ya que así se permite la regulación dinámica de las cargas que se aplican sobre ella. Distintos autores han resaltado el papel de la propiocepción en la prevención y el tratamiento de las lesiones deportivas. Después de lesiones articulares, suelen afectarse mecanismos mecanorreceptores que inhiben la estabilización refleja neuromuscular normal de la articulación, lo que contribuye a que se produzcan lesiones, así como el deterioro progresivo de la articulación (21).

Hasta la fecha la propiocepción es necesaria para llevar a cabo normalmente las actividades y que la pérdida de la misma perjudica la coordinación y provoca una predisposición a sufrir lesiones una y otra vez (22).

B. Programas de prevención de lesiones

El proceso de una lesión no sólo repercute en el deportista sino que afecta a entrenadores, familiares, equipos. Suponiendo un gasto de salud que se debe considerar y que es de los índices más altos de ingreso en hospitales.

Se menciona un modelo de análisis de prevención de lesiones estructurado en 4 fases denominado “modelo secuencial para la prevención de lesiones” (23)

- Fase A: se recoge toda la información posible para establecer la magnitud del problema especificándolo en términos de incidencia y severidad lesional según el deporte y la especialización del deportista en su disciplina deportiva.
- Fase B: se identifican las causas de lesión y mecanismo de lesión.

- Fase C: se establecen medidas de prevención basadas en la etiología y mecanismos lesionales.
- Fase D: establecer la efectividad del programa.

Sin tener en cuenta la incidencia lesional, otros estudios han tratado de explicar por qué un tobillo con historia previa de esguinces es más propenso a recaer. Hasta ahora se atribuido este hecho a 2 posibles factores: el retraso en la latencia muscular peri articular protectora contra el mecanismo lesional o el déficit en el control postural de la articulación como consecuencia del daño en los propioceptores articulares (3).

En su artículo López, 2105 et al, escribe que se han puesto en marcha diferentes programas sobre tablas de equilibrio, las cuales consiguen acelerar casi a la mitad el proceso de “curación normal” tras la ocurrencia del esguince de tobillo, pero es necesario que el programa se prolongue durante mínimo de 8-10 semanas. La hipótesis de este estudio defiende que la eficacia de los programas de propiocepción recae en las mejoras del control postural del tobillo (3).

Se señalan a varios autores que recomiendan realizar un programa de prevención para reducir el riesgo de lesiones, algunos de los hallazgos fueron por ejemplo que se describieron mejoras de estabilidad en pacientes que seguían un programa de ejercicio en lugar de inmovilizar simplemente la zona lesionada, hubo una disminución de lesiones que estaba entre el 35-38% en sujetos que seguían un programa de propiocepción y se registraron mejoras en las capacidades de recuperación del equilibrio (7).

El programa de Bora, et al (7), consistió en que los participantes del estudio realizaron un test antes del programa de ejercicios durante la primera semana de la pretemporada. Posteriormente, un grupo experimental hizo un programa de entrenamiento durante 6 semanas, 3 veces por semana. Este programa se llevó a cabo durante la sesión de calentamiento del entrenamiento, mientras el grupo control llevaba a cabo una sesión de calentamiento normal. El plan de entrenamiento consistió en realizar un programa que se componía de ejercicios conjuntos de coordinación, fuerza, equilibrio y habilidades específicas del básquetbol.

Enfoques más amplios se han iniciado recientemente, que consisten en una combinación de diferentes tipos de ejercicios tales como ejercicios pliométricos, el fortalecimiento, estiramiento y entrenamiento de equilibrio. Además, algunos componentes de los protocolos de entrenamiento neuromuscular desarrollados recientemente incluyen ejercicios específicos de los deportes (24).

Algunos ejemplos de protocolos o programas de entrenamiento descritos por varios autores, son:

Hewett y colaboradores en 1999 usaron un grupo prospectivo de estudio designado y probado durante 6 semanas de entrenamiento neuromuscular. Consistía en entrenamiento de peso, pliométricos y flexibilidad en un total de 43 equipos (voleibol, soccer y básquetbol). Cada sesión de entrenamiento consistía en 60-90 minutos, 3 veces por semana. Fue realizado bajo la supervisión de fisioterapeutas quienes daban las instrucciones técnicas y las sesiones de entrenamiento que consistían en 3 fases: fase técnica, fase fundamental y fase performance (24).

Pfeiffer en el 2006, implementó su programa basado en pliométricos durante 2 años, 20 minutos, 2 veces por semana en una secundaria de mujeres que practicaban voleibol, soccer y básquetbol. El programa basado en pliométricos “Prevención de lesiones en ligamentos de rodilla” (KLIP), fue desarrollado por varios profesionales de la salud y expertos en el tema entre ellos fisioterapeutas (24).

En el programa “La Bella” diseñaron un estudio de grupos controlados, los investigadores utilizaron el programa llamado “Programa de prevención de lesiones de rodilla” (KIPP). Participaron atletas de soccer y básquetbol. El programa consistía en 20 minutos de fortalecimiento progresivo, pliométricos, equilibrio y ejercicios de agilidad; 3 veces por semana por una temporada competitiva (24).

Durante la década de 1990 y principios de 2000, se utilizaban modalidades de formación aislados en sus intervenciones de entrenamiento neuromusculares, tales como ejercicios pliométricos o ejercicios de equilibrio o una combinación de ambos. Este enfoque más amplio y por

lo general consiste en la combinación de diferentes tipos de ejercicios, como los ejercicios pliométricos, fortalecimiento, estiramiento y entrenamiento del equilibrio (25).

Ejemplos de programas de formación más recientes neuromusculares incluyen la formación neuromuscular del Análisis Dinámico para prevenir lesiones y mejorar el programa de rendimiento 11 y 11+. Además ciertos componentes de estos programas de entrenamiento neuromuscular desarrollados recientemente incluyen ejercicios específicos del deporte. Considerando que el ejercicio seleccionado para su uso en estos programas es integral, la ejecución del programa varía ampliamente (25).

Para proporcionar el mayor potencial de reducción de las tasas de lesiones de las extremidades inferiores, se recomienda que las estrategias de calentamiento neuromuscular incorporen: estiramiento, fortalecimiento y ejercicios de equilibrio, ejercicios específicos de deportes de agilidad y técnicas de aterrizaje, y se complementan con una duración de más de tres meses consecutivos en todas las sesiones de entrenamiento (20).

Otro programa descrito, consiste en un total de 6 semanas, los ejercicios realizados consistían en: equilibrio 1 pierna, uso de un disco de tobillo, equilibrio con banda elástica, sentadilla con elástico, equilibrio sobre tablas de inversión, sobre cajón, eversión/inversión inclinado, caminar sobre superficie inestable. Se realizaba de 30-45 minutos una vez por semana. Los resultados fueron mejora en la capacidad propioceptiva en sujetos con inestabilidad crónica y mejora en el tiempo de reacción (21).

En un estudio de intervención prospectiva se aplicó un programa con 3 series diferentes de ejercicios (equilibrio, propiocepción y función muscular de extremidad inferior) cada serie con 5 pasos de progresión desde ejercicios más simples a más complicados. Las deportistas hicieron el programa un mínimo de 3 veces a la semana durante un periodo de entrenamiento de 5 a 7 semanas y después una vez a la semana. La duración de cada sesión fue de 15 min. Los resultados indicaron una mejora del test de equilibrio dinámico. Para el equilibrio estático no se encontraron diferencias significativas (8).

Así mismo, otro protocolo establecido para la creación del programa de principios básicos a tomarse en cuenta que incluían: los antecedentes de la lesión, el tipo de lesión, la gravedad de lesión, mecanismo de producción, medios de tratamiento, objetivos considerando el calendario de competición y la fecha prevista de incorporación deportiva que tenían que tener los participantes (4). Son principios importantes a tomarse en cuenta al momento de crear un programa de prevención de lesiones deportivas.

C. Entrenamiento en superficies inestables

Después de lesiones que evolucionaron a crónicas de la extremidad inferior, especialmente de tipo ligamentoso, los síntomas crónicos pueden originar un defecto de la función del músculo (8), lo que provoca una inestabilidad funcional de la extremidad, un método empleado actualmente para mejorar esta estabilidad, es emplear el uso de superficies inestables, esto con el fin de mejorar la propiocepción, equilibrio, coordinación y prevenir lesiones.

Las superficies inestables se emplean con frecuencia para mejorar la condición atlética y de la vida diaria, el equilibrio y la salud musculo-esquelética. Estas promueven el desequilibrio postural o falta de equilibrio, ya que por medio de el balanceo postural que ejerce, puede mover el centro de gravedad más allá del área de soporte de la superficie (26).

Este entrenamiento en superficies inestables, como ya lo he mencionado anteriormente y que es un requisito fundamental en un programa de prevención de lesiones deportivas, es realizar movimientos que simulen o que se parezcan lo mayormente posible a los movimientos realizados en el deporte.

Se definen a los materiales inestables como “cualquier material, diseñado específicamente o adaptado, que por sus características no esté firmemente unido al suelo, pudiendo rodar, deslizarse, vibrar o realizar cualquier otro tipo de movimiento que genere situaciones en las que sea necesaria la intervención del equilibrio con el fin de mejorar la condición física” (27)

En cambio, otra definición aceptada haciendo referencia a los medios o superficies inestables, es “aquel que empleamos para aumentar los requerimientos de estabilización activa proporcionando un entorno inestable que potencia la actividad propioceptiva y las demandas de control neuromuscular” (27)

Aquellos que respaldan el entrenamiento en superficies inestables afirman que debido a que todos los movimientos requieren tanto de estabilidad como de movilidad, es de mucho valor entrenar las dos cualidades de forma simultánea (28). Este entrenamiento tiene el propósito de desarrollar la eficiencia aferente para reducir los riesgos de lesión y mejorar el rendimiento; dicho entrenamiento puede ayudar a establecer la apropiada contracción agonista-antagonista para la estabilidad articular y mejorar la tasa de desarrollo de la fuerza. La eficiente función aferente es crucial para la excitación neuromuscular; y las potenciales mejoras en este aspecto incluyen una más rápida recolección de la contribución propioceptiva, la transmisión de información al sistema nervioso central y el procesamiento de la información por el sistema nervioso central (28).

Algunos efectos del entrenamiento en superficies inestables son:

- Efectos agudos: al aumentar la inestabilidad del entorno y del sujeto, se estresará el sistema neuromuscular en un mayor grado que mediante el mismo entrenamiento de fuerza realizado en tierra firme, y que por tanto ese incremento proporcionará un estímulo por encima del umbral actual que conllevará una adaptación positiva (27).
- Efectos crónicos: Existe una gran cantidad de estudios científicos que tratan de entender los posibles beneficios y utilidades del uso regular de las superficies inestables. Son muchos los que coinciden desde distintas disciplinas que un Core fuerte, resistente y estable es un aspecto importante para la salud, el rendimiento y la prevención de determinadas lesiones y su tratamiento, y que por medio de las superficies inestables se puede lograr este objetivo (27).
- Efectos sobre la prevención y rehabilitación de lesiones de miembro inferior: La investigación científica ha podido constatar la efectividad de los ejercicios realizados sobre superficie inestable para reducir la prevalencia de lesiones del ligamento cruzado anterior

de poblaciones deportistas que incluían ejercicios inestables en su programa de entrenamiento habitual. Por ejemplo, en un estudio se demostró mejorar el control postural del miembro inferior unilateral en mujeres atletas tras 6 semanas de entrenamiento incluyendo ejercicios de equilibrio sobre un Bosu, polimetría y otro tipo de ejercicios de fuerza (27).

Tomando como referencia alguna de las revisiones sistemáticas, que valoran globalmente el efecto del entrenamiento de equilibrio sobre superficies inestables en el deportista lesionado de forma aguda o crónica, se pueden destacar las siguientes conclusiones (27):

- 36% menos de incidencia de lesiones de tobillo.
- Más efectivo en deportistas con antecedentes lesivos.
- Mayor efecto preventivo cuanto mayor duración del programa de entrenamiento.
- Entrenamiento neuromuscular global.
- 39% menos riesgo total de sufrir una lesión en extremidad inferior.
- 51% menos de riesgo de lesiones agudas de rodilla.
- 50% menos de riesgo de esguince de tobillo.

A su vez, la mejora del equilibrio y propiocepción puede proporcionar no sólo beneficios positivos en la reducción de la incidencia de accidentes tales como caídas, sino que puede también mejorar marcadores del rendimiento funcional como la fuerza, potencia, la carrera y otras actividades.

D. Métodos de medición

Para comprobar si los protocolos o programas de prevención funcionan o tienen un efecto en los deportistas, se deben realizar pruebas o mediciones donde evidencie el éxito o fracaso de este.

En la revisión de la literatura se utilizaron pruebas físicas llamadas One-Leg Standing Test (OLST) y Star Excursion Balance Test (SEBT) para comprobar la fiabilidad del estudio que incluía programas de entrenamiento propioceptivo para la prevención de lesiones (3)(7).

El protocolo del OLST consiste en mantener la posición de bipedestación unipodal el máximo tiempo posible, inicialmente con ojos abiertos y seguidamente con ojos cerrados. El tiempo comenzó cuando la jugadora despegara la pierna no dominante del suelo y se detenía cuando: 1) la jugadora utilizara sus extremidades superiores para estabilizarse; 2) se utilizara la extremidad que se encontraba en el aire para estabilizarse; 3) rotara o levantara el pie de apoyo del suelo; 4) abriera los ojos cuando el test se realizara con los ojos cerrados, o 5) transcurrieran 60 s del inicio de la prueba. Para evitar la aparición de fatiga, se otorgaron 15 s de descanso entre la realización del OLST con ojos abiertos y cerrados (9).

De igual manera, el protocolo SEBT consiste en que el jugador debe llegar con una de sus extremidades, tan lejos como sea posible hacia 3 trayectorias distintas mientras se mantiene el equilibrio en un pie. Se realizaron 4 mediciones en las 3 direcciones del espacio, respetando el siguiente orden: anterior/delante, postero-lateral/atrás y lateral y postero-medial/ detrás. La jugadora se situó con la porción más alejada del primer dedo del pie inmediatamente por detrás de la intersección de las líneas trazadas cuando siguiera una trayectoria anterior. Cuando las trayectorias seguidas fueran la postero-lateral o la postero-medial, se colocó la porción más posterior del talón inmediatamente por delante de dicha intersección. Las manos de la jugadora se apoyaron sobre sus crestas ilíacas durante el desarrollo del test (9).

Estos protocolos, solo son un ejemplo que nos plantea la literatura, para medir o comprobar si un programa de prevención puede ser beneficioso para el deportista, de igual manera funciona como investigación para medir cuantitativamente los efectos positivos o negativos del tipo de programa empleado, y así realizar programas de prevención especializados para cada deporte y deportista.

CAPITULO II.

PLANTEAMIENTO DEL

PROBLEMA

Planteamiento del problema

A medida que aumenta la participación en el deporte, los índices de lesión también aumentan. Algunas causas son la ejecución deficiente de determinados movimientos, un sobreuso de grupos musculares concretos o desequilibrios musculares que pueden llevar a la limitación del rendimiento, contribuyendo a generar déficits y patologías del aparato locomotor (23).

El básquetbol es un deporte de alta exigencia física y de alta incidencia en lesiones de miembro inferior, ya que los movimientos que se realizan en este, implican alta velocidad de ejecución y de alto impacto como son los saltos, rotaciones en un eje, cambios de dirección, aceleraciones y desaceleraciones que influyen sobre la estabilidad articular y muscular.

Estadísticas nos muestran que a lo largo de su carrera deportiva, un jugador de básquetbol ha sufrido al menos una lesión en miembro inferior, destacan esguinces de tobillo y rotura de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) de rodilla. En relación al género y edad la mayoría de las lesiones ocurren principalmente en mujeres jóvenes de 18-24 años, debido a posibles diferencias en estructura anatómica y sistema hormonal (5).

Una lesión deportiva se puede definir como cualquier tipo de lesión, dolor o daño físico que se produce como resultado del deporte, la actividad física o el ejercicio (29). De acuerdo al Sistema Orchard Sport Injury Classification System (OCICS), la lesión deportiva además de ser un problema, músculo-esquelético, provoca un paro del entrenamiento o competición y reducción del rendimiento deportivo (1).

Para la fisioterapia deportiva, es importante abordar este tema de prevención de lesiones, puesto que no solo se encarga de restablecer al deportista después de una lesión, sino que, también se encarga de la prevención por medio de estrategias para evitar lesiones y que las estructuras del aparato locomotor tengan las adaptaciones necesarias para que una posible afección se lo más leve posible (1).

Hablando de lesiones deportivas, existen diversas repercusiones además de representar un coste económico alto sobre la salud, son los efectos psicológicos que se producen en el

individuo lesionado, este hecho viene provocado por la frustración que conlleva no poder practicar un determinado deporte, lo que puede ocasionar efectos emocionales negativos (1).

Las lesiones constituyen contratiempos adversos que no pueden evitarse del todo, pues la propia actividad deportiva conlleva implícito el riesgo de que se produzcan. Sin embargo, se puede conseguir que este riesgo disminuya (prevención) o que su evolución sea más favorable y la incorporación del deportista se realice en el menor tiempo posible (recuperación funcional/readaptación física).

En diferentes estudios, se incide en la necesidad del uso de entrenamiento de fuerza combinado con el trabajo estructurado de coordinación neuromuscular y propiocepción (2). Emplear el uso del entrenamiento de estos sistemas, nos plantean el abordaje terapéutico de reeducación deportiva y prevención de lesiones, puesto que se pueden emplear ejercicios que simulan el gesto técnico deportivo, así el deportista tendrá un conocimiento previo del movimiento, que será desarrollado durante la competencia.

Dado la importancia que tienen los programas de prevención de lesiones, así como, diferentes investigaciones sobre el uso de programas que estimulan la coordinación neuromuscular y propiocepción se llega a la pregunta de investigación:

¿Es eficaz implementar en fisioterapia un programa de ejercicios basado en la estimulación propioceptiva y de coordinación neuromuscular para prevenir lesiones en un equipo de básquetbol femenino?

Justificación

Las lesiones deportivas figuran entre las más comunes en la sociedad moderna. El éxito en la prevención de este tipo de lesiones requiere acciones válidas antes y después de la intervención

para tratar el problema. La etiología, los factores de riesgo y los mecanismos exactos que desencadenan las lesiones necesitan identificarse antes de iniciar un programa de prevención (8). El proceso lesional no sólo repercute en el deportista sino que afecta a entrenadores, familiares, patrocinadores, equipos y clubes, suponiendo un gasto sanitario para considerar (23).

Una lesión deportiva, cuando no es tratada adecuadamente puede convertirse en un proceso crónico, y lo que se llama recidiva de lesión que existe en número elevado en deportistas, es por ello que se debe comprender el funcionamiento del sistema propioceptivo así como de coordinación neuromuscular y su importancia que tiene en la prevención de lesiones nuevas y recidivantes.

La mayoría de los jugadores de básquetbol o practicantes de algún deporte, han sufrido al menos una lesión durante toda su carrera deportiva, conociendo poco o nada sobre los beneficios que aporta el entrenamiento propioceptivo y de coordinación neuromuscular para la recuperación, readaptación deportiva o prevención de lesiones.

El perfecto funcionamiento del sistema sensoriomotor será básico para el control de los diferentes niveles de respuesta motora, así como para ejecutar de forma coordinada y eficaz las diferentes tareas motrices desarrolladas en las actividades deportivas (1).

La comprensión del funcionamiento de este sistema nos da las bases para poder planificar los entrenamientos neuromusculares más adecuados y de esta forma asegurar la estabilidad funcional de las articulaciones durante actividades como cambios de dirección o recepciones de salto, relacionadas con alta incidencia lesiva. Este sistema no solo es importante trabajarlo en el ámbito de la prevención y el tratamiento de lesiones, sino también para la mejora del rendimiento deportivo (1).

Para disminuir el riesgo de lesiones en el deporte, es necesario conocer las causas y factores que provocan la lesión para minimizar su efecto y recomendar un programa preventivo de ejercicios con el objetivo de disminuir los riesgos de lesión para el deportista (15).

La fisioterapia desde puntos de vista funcionales, tiene su aplicación en diferentes disciplinas médicas incluyendo medicina del deporte y traumatología deportiva. Algunas de las actividades de la fisioterapia en el deporte destacan (15):

- Medidas de entrenamiento como aquellas que implican un aumento en el rendimiento deportivo y/o provocan una recuperación o regeneración.
- Terapia en los daños y lesiones deportivas, que permiten recuperar el rendimiento.
- Reeducación deportiva.

Estas actividades y destacando el área de prevención de lesiones, permiten actuar al fisioterapeuta deportivo más allá del área primaria de atención en salud (15).

Objetivos

General

- Implementar programa de prevención de lesiones, basado en la estimulación de la propiocepción y coordinación neuromuscular, mediante el uso de la polea ajustable del gimnasio de pesas de la Clínica de Fisioterapia de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la UNAM.

Específicos

- Mejorar la capacidad del deportista para la realización de los gestos deportivos y mejorar el rendimiento deportivo, por lo tanto prevenir lesiones.
- Optimizar equilibrio, control postural y coordinación del deportista, con los ejercicios implementados.
- Resaltar la inclusión del Fisioterapeuta en un programa de prevención de lesiones en deporte.

Límites

Temporales

La investigación se realizó de Agosto de 2016 a Marzo de 2017. Anexo 1.

Espaciales

El estudio se realizó en las instalaciones de la clínica de Fisioterapia, de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León, de la Universidad Nacional Autónoma de México, utilizando el área de valoración y diagnóstico de la clínica de Fisioterapia, el gimnasio de pesas del área de Ortopedia y Lesiones deportivas, así como, la pista multifuncional de la misma área.

Conceptuales

- **Propiocepción:** capacidad de una articulación para determinar su posición en el espacio, detectar su movimiento y la sensación de resistencia que actúa sobre ella (10).
- **Coordinación Neuromuscular:** conjunción que existe entre el sistema nervioso y el aparato musculo-esquelético para realizar un movimiento, es decir, es una capacidad que tiene el ser humano para controlar y regular las acciones motrices (1).
- **Gimnasio de pesas:** espacio utilizado terapéuticamente, por aparatos mecánicos destinados a provocar y dirigir movimientos corporales regulados en su fuerza, trayectoria y amplitud (31).
- **Fisioterapia:** profesión del área de la salud, cuyo propósito principal es la promoción optima de la salud y la función incluyendo la generación y aplicación de principios científicos en el proceso de examinación, evaluación, diagnóstico y pronóstico funcional e intervención fisioterapéutica para prevenir, desarrollar, mantener y restaurar el máximo movimiento y capacidad funcional durante todo el ciclo de vida (32).
- **Entrenamiento:** históricamente, el concepto de entrenamiento tiene un significado concreto. Procede del término inglés “training” que significa ejercicio, adiestramiento, enseñanza. En el deporte moderno el concepto de “entrenamiento” se emplea para reflejar cualquier tipo de sesiones de ejercicios físicos que fortalecen la salud y elevan la aptitud

física del hombre. Así mismo, se estudia como un proceso de formación, educación y perfección de las posibilidades funcionales del individuo para alcanzar altos resultados deportivos en un determinado tipo de actividad motriz (33).

- **Prevención:** es una técnica de actuación sobre los peligros con el fin de suprimirlos y evitar sus consecuencias perjudiciales. Suele englobar también el término protección que es una técnica de actuación sobre las consecuencias perjudiciales que un peligro puede producir sobre un individuo, colectividad o su entorno, provocando daños (34).
- **Lesión:** cualquier tensión en el cuerpo que impide que el organismo funcione adecuadamente y da como resultado que el cuerpo precise un proceso de reparación (29).

CAPITULO III.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio

En esta investigación se establece un tipo de estudio llamado, **estudio de caso** o también conocido como **estudio piloto**, ya que como lo menciona Hernández-Sampieri (30), es un estudio con procedimiento y diseño propio, además, por el tamaño de muestra el tratamiento que se empleó fue el mismo en cada uno de los casos sin tener otro grupo de comparación o control.

Enfoque del estudio

El estudio de esta investigación se considera **cuantitativo**, por el uso de pruebas de aptitud física y el uso de la escala Daniel's, estas pruebas nos permitieron obtener valores que funcionaron para medir y estimar los resultados iniciales y finales, así mismo, se considera como tal, puesto que se realizó un proceso en el que se planteó un problema, se realizó revisión de la literatura, se construyó un marco teórico y se sometió a prueba para recolección de datos y posteriormente realizar la medición, que está avalada científicamente (30).

Alcance del estudio

Exploratorio: se considera como tal de acuerdo a Hernández-Sampieri (30) ya que, la investigación que se realiza pretende explorar la relación del papel del fisioterapeuta con un programa de ejercicio que estimule el sistema propioceptivo y de coordinación neuromuscular, utilizando de manera novedosa la polea ajustable del gimnasio de pesas de la Clínica de Fisioterapia de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la Universidad Nacional Autónoma de México (ENES UNAM), para la prevención de lesiones en el equipo representativo de básquetbol femenino.

Descriptivo: este busca especificar propiedades y características del objeto de la investigación (30), en este caso se detallan las características del total de pacientes, historia clínica y de lesiones

previas al tratamiento-entrenamiento, así como posterior a este. Se describe también el proceso que se realizó durante la investigación.

Explicativo: pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian (30) y explica la relación entre variables, en el caso de esta investigación, se relaciona con lesión deportiva y básquetbol, así como los programas de prevención de lesiones que incluyen estimulación del sistema propioceptivo y de coordinación neuromuscular.

Diseño de estudio

Experimental: se considera experimental puesto que se realizó un programa de tratamiento-entrenamiento con una duración de 8 semanas, en el cual se realizó una evaluación inicial y final para establecer el efecto positivo o negativo sobre los pacientes participantes.

Longitudinal: debido a que se recolectaron los datos al inicio y al final del estudio en un periodo de 8 semanas.

Muestra Poblacional

Se realizó un tipo de **muestreo no probabilístico por conveniencia** de 9 pacientes, los cuales formaban parte del equipo representativo femenino de básquetbol de la Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León de la Universidad Nacional Autónoma de México bajo los siguientes criterios de inclusión, exclusión y eliminación.

Criterios de inclusión

- Ser parte del equipo representativo de básquetbol femenino de la ENES UNAM unidad León.
- Edad 18-24 años

- Con o sin historia de lesiones que hayan padecido a lo largo de su carrera deportiva en miembro inferior como: esguince de tobillo y lesiones de rodilla (esguinces de ligamentos, tendinitis infrarrotuliana, lesión de ligamento cruzado anterior)
- Que acudan al entrenamiento de forma regular, es decir, 2 veces por semana durante agosto-diciembre 2016.

Criterios de exclusión

- Si presentan alguna lesión neurológica (vértigo, problemas de coordinación o enfermedades del sistema nervioso central)
- Lesiones en rodilla o tobillo menor a 1 mes a partir de la evaluación inicial realizada en agosto de 2016.

Criterios de eliminación

- Si no acuden a las sesiones completas de la investigación
- Abandono de la investigación

Características de la muestra

Las características de la muestra, se pueden observar en el Anexo 2, donde se detalla edad, género, peso, talla, datos personales no patológicos, datos personales patológicos, datos deportivos, historia de lesiones y métodos empleados de prevención de lesiones.

Aspectos éticos y bioéticos

Para la realización de la investigación desde el punto de vista ético, se utilizó el Consentimiento Informado de la clínica de fisioterapia de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León, UNAM, ver anexo 3. Donde se informó acerca del objetivo del estudio,

así como las posibles consecuencias y accidentes que se pudieran presentar, tanto en las evaluaciones como en el tratamiento.

Además de acuerdo con la declaración de Helsinki, referente a los aspectos bioéticos, el propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Este propósito nunca debe tener primacía sobre los derechos y los intereses de la persona que participa en la investigación. Se deben implementar medidas para reducir al mínimo los riesgos y deben ser monitoreados, evaluados y documentados continuamente por el investigador. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal (35).

En esta investigación se considera como riesgo casi nulo debido a que se realizó una historia clínica con antecedentes personales patológicos y se tomó en cuenta aquellos pacientes que estuvieran en óptimas condiciones para participar en la investigación, además no se emplearon métodos invasivos con los pacientes, se tomaron en cuenta medidas de seguridad con el paciente en cada una de las prueba de evaluación, así como durante el tratamiento implementado, revisando que el material utilizado estuviera en óptimas condiciones y adaptado a cada paciente. Se monitoreó signos y síntomas referentes a una posible fatiga muscular y fatiga física por ejercicio, de acuerdo a cada paciente referente al programa realizado.

Procedimiento

Protocolo de tratamiento

A continuación se describe la forma de tratamiento que se llevó a cabo en el total de pacientes en la investigación y el procedimiento que se siguió, especificando tiempo, forma y tipo de ejercicios empleados en el estudio:

- I. Se realizó una carta de consentimiento (Anexo 6) dirigida al entrenador, en la que se pedía su autorización para la participación en la investigación de las integrantes del equipo femenino. Posteriormente se acordó con cada jugadora el horario disponible para realizar la evaluación inicial.
- II. El tratamiento se inició con una evaluación inicial realizada 1 hora en 1 semana, donde se recolectaron los datos en la historia clínica, datos deportivos de interés e historia de lesiones de cada paciente.
- III. Posteriormente se evaluó fuerza muscular con apoyo de la escala Daniel's descrita anteriormente.
- IV. Se continuó en área de gimnasio y pista multifuncional, para la realización de las pruebas de aptitud física.
- V. Ya que se realizó la evaluación inicial completa, se dio cita en concordancia con el paciente de horario disponible que no interfiriera con las sesiones de entrenamiento o algún partido de competición. Se inicia con el programa que consistió en 8 semanas, 1 sesión por semana de 1 hora con la realización de 6 ejercicios los cuales fueron seleccionados específicamente para estimular las cualidades motrices de interés como propiocepción, coordinación y fuerza.
- VI. Los ejercicios se realizaron en la polea ajustable del gimnasio de pesas de la Clínica de Fisioterapia de la ENES Unidad León de la UNAM. Se utilizó como material: el chaleco de entrenamiento Hammer strenght, 7 conos y la superficie inestable bosu. Se describen a continuación en la **tabla 2 Características del material de tratamiento** las características del sistema de polea ajustable, chaleco de entrenamiento y bosu:

Material de tratamiento	Características
Sistema de Polea Ajustable	• Dual Adjustable Pulley/CMDAP de LifeFitness • Sistema por columnas con diferentes niveles de resistencia • Tecnología cable Motion (permite movimientos en todos los ejes corporales) • Emplea uso de polea que permite variar el nivel de peso y movimiento de acuerdo a las necesidades terapéuticas • Permite variaciones en fuerza (isotónica y excéntrica) que puede ir de una intensidad baja a alta.
Chaleco de entrenamiento	• Chaleco de entrenamiento Hammer Strength/HSTV • Permite variedad en entrenamiento cuando se utiliza con la polea ajustable. • Posee anillos codificados con colores (amarillo, plata, azul, verde, morado, negro) para añadir resistencia o asistencia en la intensidad de carga en las sesiones de ejercicios. • Construido en neopreno de alto grado y tela de malla transpirable.
Bosu	• Bosu balance trainer • Semiesfera de 65cm de diámetro, posee dos lados: cóncavo y plano. • Sus objetivos son: puede mejorar el control postural y favorecer el equilibrio.

Tabla 2. Características del material de tratamiento

- VII. Cada sesión consistía en un periodo de calentamiento, con el fin de someter al cuerpo a un estado de adaptación al ejercicio. Esta etapa consistía en dos fases; en la primera fase se realizaba trote a velocidad constante de 50-60% de la FCM (Frecuencia Cardíaca Máxima) en caminadora (modelo CLST de la marca LifeFitness) por 5 minutos, con su respectivo tiempo de recuperación de 2 minutos, para hacer un total de 7-8 minutos. Posteriormente

en la segunda fase se realizaron movimientos articulares de miembro inferior cadera, rodilla y tobillo realizando 1 serie de 10 repeticiones de cada movimiento. En la **tabla 3 Calentamiento Fase 1** y en la **tabla 4 Calentamiento fase 2** se especifica cómo se llevó a cabo el calentamiento durante las 8 semanas que se realizó el tratamiento.

Calentamiento Fase 1			
Semana	Tipo de Ejercicio	Aparato	Tiempo
1-8	Trote constante	Caminadora	5 minutos
1-8	Recuperación/caminata	Caminadora	2 minutos

Tabla 3. Calentamiento fase 1

Calentamiento Fase 2			
Semana	Zona Anatómica	Movimiento articular	Volumen
1-8	Cadera	Flexo-extensión	1x10
		Abducción-aducción	1x10
1-8	Rodilla	Flexo-extensión	1x10
1-8	Tobillo	Elevación de talones (Plantiflexión)	1x10

Tabla 4. Calentamiento fase 2

VIII. Posterior al calentamiento, se inició con el programa de 6 ejercicios con el uso del sistema de polea ajustable y el chaleco de entrenamiento del gimnasio de pesas de la clínica de fisioterapia de la ENES UNAM Unidad León se describen a continuación:

1. Giants-Hops (Salto Vertical)

Posición inicial: paciente de pie, de espalda a la polea y con pies abiertos a la anchura de los hombros.

Colocación de chaleco: se coloca carga en aros color morado en ambos lados.

Ejecución: se indica al paciente realizar salto vertical, partiendo de flexión de piernas. Se indica realizar 6 saltos lo más alto posible.

Estimulo: al realizar los saltos con carga, se necesita control de tronco para permanecer estable e impedir que el centro de gravedad se desplace hacia atrás, se desarrolla potencia de miembro inferior para saltar.



2. High knee drill (Carrera con conos de frente)

Posición inicial: Paciente de pie, frente a conos.

Colocación de chaleco: se coloca carga en aro plata movable, ubicado en la parte inferior trasera del chaleco.

Ejecución: paciente se coloca en punto de partida, atrás de los conos. Se da la indicación de salida y paciente realiza carrera a máxima velocidad pasando a través de los conos y con elevación de rodillas se realiza 4 veces.

Estimulo: se necesita control de tronco, para impedir que la carga desplace el centro de gravedad hacia atrás. Se requiere fuerza explosiva en miembro inferior para realizar carrera.



3. Lateral crossover (carrera con conos lateral)

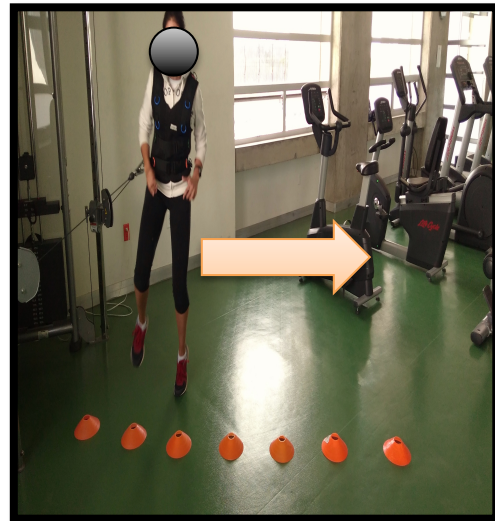
Posición inicial: paciente de pie, colocado de forma lateral a pulea.

Colocación chaleco: carga se coloca en aro plata movable, ubicado en la parte inferior trasera del chaleco.

Ejecución: paciente se coloca en punto de partida, a la indicación del terapeuta, paciente realiza carrera lateral a máxima velocidad pasando a través de los conos, realizando elevación de rodillas. Se realiza ejercicio con ambas piernas se realiza 4 veces.

Se agrega variable de ejercicio en posición de defensa de básquetbol (flexión de piernas, base de sustentación abierta y tronco en ligera flexión) para realizar desplazamiento a lo largo de conos, se realizan 2 vueltas.

Estímulo: control de tronco para facilitar desplazamiento, tensión en parte lateral de rodilla y tobillo y fuerza explosiva de miembro inferior para realizar carrera con carga.



4. Lateral squat (Sentadilla lateral)

Posición inicial: paciente de pie, lateral a la pulea y los pies a la anchura de los hombros.

Colocación del chaleco: carga se coloca en aros color morado de ambos lados del chaleco.



Ejecución: cuando el terapeuta lo indique, el paciente realizará sentadilla lateral, desplazando la pierna hacia lateral. Se realizarán 4 series de 6 repeticiones con cada pierna.

Estimulo: la carga genera tracción hacia su punto de origen, el paciente deberá tener control de tronco para evitar desplazar el centro de gravedad. Se genera una tensión lateral en pierna fija. Se intenta reproducir gesto técnico de cambio de dirección en básquetbol.



5. Squat en bosu (sentadilla en bosu)

Posición inicial: el bosu se coloca en el centro de la polea, con la parte inflable hacia abajo. Paciente se coloca sobre bosu con los pies a la anchura de los hombros de espaldas a polea.

Colocación de chaleco: carga se coloca en aros color morado de ambos lados del chaleco.

Ejecución: cuando el terapeuta lo indique, paciente realiza sentadillas sobre bosu tratando de mantener el equilibrio. Se realizan 4 series de 6 repeticiones

Estimulo: el bosu es considerado como superficie inestable, genera que el cuerpo que esta sobre el genere mayor tensión y perdida de equilibrio. Se necesita un control postural y del centro de gravedad para mantener el equilibrio, actúan los músculos de miembro inferior y de tronco.



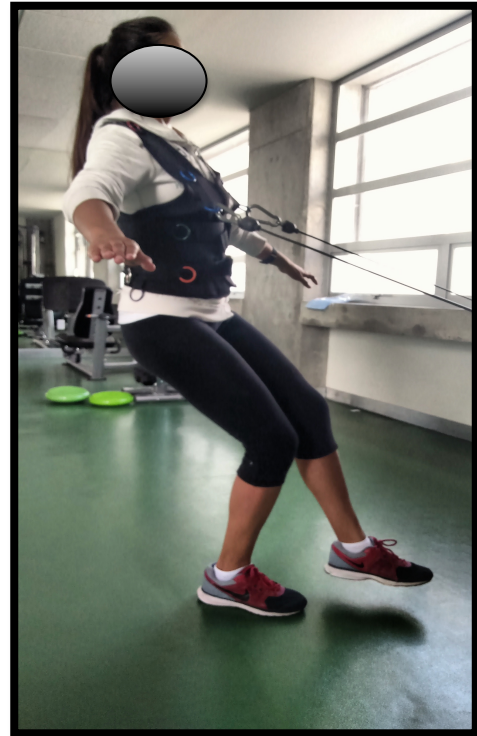
1. One leg squat (sentadilla con una pierna)

Posición inicial: paciente se coloca de frente a polea, con los pies a la anchura de los hombros.

Colocación del chaleco: carga se coloca en aros color azul, del segundo nivel del chaleco.

Ejecución: cuando el terapeuta lo indique, paciente eleva una pierna y en esta posición con la pierna fija, se realiza la squat, tratando de mantener el equilibrio, los brazos pueden ir pegados al cuerpo o en abducción. Se realizan 4 series de 6 repeticiones con cada pierna.

Estimulo: se requiere control de tronco para mantener el centro de gravedad estable y favorecer el equilibrio. Se genera tensión en articulaciones de rodilla y tobillo sobre pierna que realiza sentadilla favoreciendo control muscular.



IX. El tratamiento se realizó con una periodización de fuerza la cual se basó en el método de entrenamiento “velocidad-fuerza” (38). Este método consiste en movimientos deportivos utilizando carga. Si esta carga es utilizada correctamente se puede crear una buena manera de fortalecer patrones de movimiento específico como el gesto deportivo, así como a los músculos implicados en este movimiento.

X. Como ya se habló anteriormente, para que exista un estímulo propioceptivo y de coordinación, se necesitan perturbaciones en los ejercicios para poder lograr un mayor efecto, en esta investigación se realizó una modificación en las sesiones 4 aumentando la carga y en la 7 inhibiendo el estímulo visual. **En la tabla 5 Periodización y dosificación de ejercicio** se muestra la dosificación que se llevó a cabo durante las 8 sesiones. Esta

dosificación fue personalizada a cada paciente, y el cálculo de carga se realizó de acuerdo al peso corporal de cada paciente (38).

Semana	Fase / estímulo	Ejercicio	Volumen	% Carga	Frecuencia	Densidad	Tempo
1-3	Inicial 15 kg	Giant-Hops	4x6	30%	1/semana	1 min/ serie	Explosivo
		High Knee Drill	4x7				Explosivo
		Lateral Crossover	4x7				Explosivo
		Lateral squat	4x6				311
		Squat en bosu	4x6				311
		One leg squat	4x6				311
4-6	Aumenta carga a 25 kg	Giant-Hops	4x6	50%	1/semana	1 min/ serie	Explosivo
		High Knee Drill	4x7				Explosivo
		Lateral Crossover	4x7				Explosivo
		Lateral Squat	4x6				311
		Squat en bosu	4x6				311
		One leg squat	4x6				311
7-8	Se inhibe estímulo visual con 25kg	Giant-Hops	4x6	50%	1/semana	1 min/ serie	Explosivo
		High Knee Drill	4x7				Explosivo
		Lateral Crossover	4x7				Explosivo
		Lateral Squat	4x6				311
		Squat en bosu	4x6				311
		One leg Squat	4x6				311

Tabla 5. Periodización y dosificación de ejercicio.

- XI. Finalizando la sesión de tratamiento, se realizaron ejercicios de estiramiento de los músculos trabajados, con el fin de pasar a un estado de reposo y adaptar al cuerpo al fin del ejercicio. Se buscaba restablecer el músculo que pasa de un estado de contracción a relajación, recuperando su longitud inicial y mejorando su elasticidad. Cada estiramiento consistía en 10 segundos.
- XII. Cada sesión de tratamiento se realizaron una vez por semana, completando un total de 8 sesiones, la duración fue de 45-60 minutos.
- XIII. Después de las 8 sesiones se realizó una evaluación final que consistió en 1 hora por paciente, se aplicó nuevamente cuestionario de historia de lesiones y datos deportivos de importancia que hubieran ocurrido durante el desarrollo del programa de ejercicios. Se realizó valoración de fuerza y pruebas de aptitud física, además de un cuestionario de eficacia sobre el programa de tratamiento se observa en el anexo 7.

Herramientas de evaluación

Para la evaluación de este estudio, se realizaron una serie de pasos para realizar una valoración inicial y final, implementando herramientas que nos permitieron tener datos específicos sobre las habilidades que se buscaron desarrollar en los pacientes deportistas para mejorar su rendimiento deportivo, disminuir y prevenir el índice de lesiones, estas herramientas fueron las siguientes:

- I. **Historia Clínica:** esta herramienta fue utilizada en la valoración inicial para contar con un expediente clínico del paciente, así como una ficha de identificación, antecedentes personales patológicos y no patológicos. Se utilizó de referencia la historia clínica de la Clínica de fisioterapia de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León,

UNAM, la cual se rige por la norma oficial del expediente clínico. Solo se seleccionaron datos de interés para la investigación (anexo 4).

- II. **Datos deportivos e historia de lesiones:** se utilizó esta herramienta en conjunto con la historia clínica, para tener un historial de lesiones ocurridas durante la carrera deportiva de cada paciente, el nivel de rendimiento que tenía practicando en básquetbol y si utilizaba algún método preventivo para lesiones (Anexo 5).
- III. **Métodos de medición:** se utilizó la escala Daniel's para medir fuerza muscular y pruebas de aptitud física para medir acciones motrices de equilibrio y coordinación, se aplicó en la evaluación inicial y final del tratamiento, se detallan a continuación:

Escala Daniel's

Es una escala que valora la fuerza muscular a través de un movimiento que usa todos los músculos agonistas y sinérgicos implicados en el mismo, se considera que realiza un acercamiento más funcional. Aunque es una prueba subjetiva, identificará en que momento de la amplitud de movimiento aparece la debilidad (36).

Forma de aplicación: se requiere la participación activa del paciente, se coloca en la posición en la que el movimiento vaya en contra de la gravedad, posteriormente se le indica la realización del movimiento en contra de la gravedad para darle un valor, después el terapeuta agrega una resistencia mínima, moderada y máxima, para de igual manera agregar el valor correspondiente a la calidad del movimiento ejercido.

Interpretación: de acuerdo a la percepción de debilidad del terapeuta en el movimiento, se interpreta basado en las dos escalas mencionadas Daniel's, que nos indica la descripción del movimiento y la del consejo de investigaciones médicas la cual le agrega un valor numérico que se describe a continuación en la **tabla 1 Gradación de la fuerza muscular según la Escala Daniel's**.

Gradación de la fuerza muscular Escala Daniel's	
Valor Numérico	Descripción
5	El paciente completa la amplitud del movimiento antigravedad, contra una resistencia máxima.
4	El paciente completa la amplitud del movimiento antigravedad, contra una moderada resistencia.
3	El paciente completa la amplitud del movimiento antigravedad sin resistencia
2	El paciente completa la amplitud del movimiento con una mínima gravedad
1	El músculo del paciente puede ser palpado, pero no hay movimiento articular
0	El paciente no muestra contracción palpable.

Tabla 1. Gradación de la fuerza mediante escala Daniel's (36)

Pruebas de aptitud física

Una prueba de aptitud física es la que evalúa la capacidad y condición física del paciente para realizar cualquier actividad física, en la que se valoran las cualidades físicas fundamentales de fuerza, flexibilidad, resistencia y velocidad, así como cualidades motrices agilidad, coordinación y equilibrio (37).

Estas pruebas tienen como objetivo principal valorar las cualidades motrices y físicas del cuerpo, para poder dar un margen de referencia y brindar al terapeuta o entrenador las pautas en las que se debe mejorar y trabajar de acuerdo al tipo de actividad física que se realice. Las pruebas que se utilizaron en la evaluación inicial y final de esta investigación, se eligieron debido a su fiabilidad ya que se pueden realizar fácilmente y no requieren material complicado, además presentan resultados de acuerdo a lo que se busca en la investigación para medir las cualidades motrices de coordinación, equilibrio y fuerza (37). Tienen validez según Bosco (1994), Grosser y Starischka (1988), Woodburn y Boschini (1992), Tomas y Nelson (1985), pues las pruebas se pudieron utilizar en los momentos necesarios de evaluación, siendo dirigidas por el experto,

además de ser precisas para las cualidades a medir obteniendo valores cuantificables (37) Se describen a continuación:

A. Salto vertical con pies juntos

Objetivo: medir la fuerza explosiva de la musculatura del miembro inferior

Instrumento: cinta métrica, magnesita

Procedimiento: Posición inicial: el ejecutante se coloca de frente a una pared, con los pies apoyados y juntos, tronco recto y brazos extendidos por encima de la cabeza, a la anchura de los hombros. Esto para señalar con los dedos impregnados de magnesita o agua la altura máxima del sujeto.

Posición para salto: el ejecutante se colocará lateral junto a la pared, tronco recto, brazos caídos a lo largo del cuerpo y piernas extendidas. A la señal del controlador, el ejecutante podrá inclinar el tronco, flexionar las piernas y balancear los brazos para realizar un movimiento explosivo de salto hacia arriba. Durante la fase de vuelo deberá extender tronco y brazo cercano a la pared marcando con los dedos la mayor altura posible.

Puntuación: se medirá el número de centímetros que existe entre las dos marcas realizadas por el ejecutante. Se realizaran 2 intentos considerándose la mejor marca.

B. Carrera Zig-zag

Objetivo: medir la agilidad de desplazamiento del sujeto.

Instrumento: conos y cronómetro.

Procedimiento: el ejecutante se colocará en posición de salida detrás de una línea de partida, a partir de esa línea existirá un pasillo de 2m de anchura y 8m de largo, donde estarán colocados 6 conos. A la señal del controlador, el ejecutante deberá realizar un recorrido de ida y de vuelta sobre el pasillo, sorteando en Zig-zag los postes.

Puntuación: se cronometrará el tiempo marcado por el ejecutante en realizar el recorrido de ida y de vuelta completo. Se valorará el mejor tiempo de 2 intentos.

C. Prueba de caminar sobre una barra de equilibrio

Objetivo: medir el equilibrio dinámico del sujeto.

Instrumento: una barra de equilibrio de 20m

Procedimiento: el ejecutante se mantendrá de pie sobre el extremo de una barra de equilibrio, a la señal del controlador, el ejecutante comenzará a caminar sobre la barra hasta una marca situada a 20m de distancia. Una vez superada ésta, el examinado dará vuelta para volver al punto de partida. Repetirá la acción de ejecución cuantas veces pueda hasta que pierda el equilibrio y caiga tocando el suelo.

Puntuación: se medirá la distancia recorrida por el ejecutante desde el inicio hasta el punto de bajada, si el sujeto realiza ininterrumpidamente el ejercicio, se concluirá a los 45 segundos. Se realizarán 3 intentos y se calculará el promedio de ellos.

D. Prueba de equilibrio estático

Objetivo: medir el equilibrio estático del sujeto

Instrumento: Cronómetro

Procedimiento: inicialmente, el ejecutante se colocará de pie con los pies juntos y las piernas y el tronco extendido. A la señal del controlador, el examinado elevará una pierna al frente manteniéndola levantada; simultáneamente, alzará los brazos manteniéndolos paralelos al suelo. Se realizará con ojos abiertos y posteriormente ojos cerrados, realizándolo con los dos miembros inferiores.

Puntuación: se cronometrará el tiempo desde el inicio del ejercicio hasta la pérdida de equilibrio total o parcial (por movimientos exagerados de brazos y/o piernas).

E. Prueba de equilibrio sobre soporte móvil

Objetivo: medir la capacidad de equilibrio estático del sujeto

Instrumento: cronómetro y soporte móvil

Procedimiento: el ejecutante se colocará en posición recta y apoyada con los dos pies sobre el soporte, permaneciendo equilibrado, a la señal del controlador y una vez que esté equilibrado se pondrá en marcha el cronómetro. Se realizará con ojos abiertos y posteriormente con ojos cerrados.

Puntuación: la prueba se interrumpirá cuando el sujeto caiga o los extremos del soporte móvil toquen el suelo.

F. Test de Iow a Brace

Objetivo: medir el equilibrio estático del sujeto

Instrumento: cronómetro

Procedimiento: inicialmente, el ejecutante se colocará en posición recta, con los pies juntos, piernas y tronco extendidos. A la señal del controlador, el examinado inclinará el cuerpo adelante, a la vez que elevará hacia atrás una pierna hasta que el tronco y los brazos queden paralelos al suelo. El ejecutante mantendrá esta posición de equilibrio durante 10 segundos.

Puntuación: se realizará de acuerdo a la calidad en la ejecución, concediéndose 4 puntos si el sujeto se mantiene los 10 segundos sin variar la posición, 3 puntos si el ejecutante presenta una discreta pérdida de equilibrio, 2 puntos si pierde el equilibrio más de una vez y 1 punto si el ejecutante no es capaz de mantener el equilibrio en ningún momento.

CAPITULO IV.

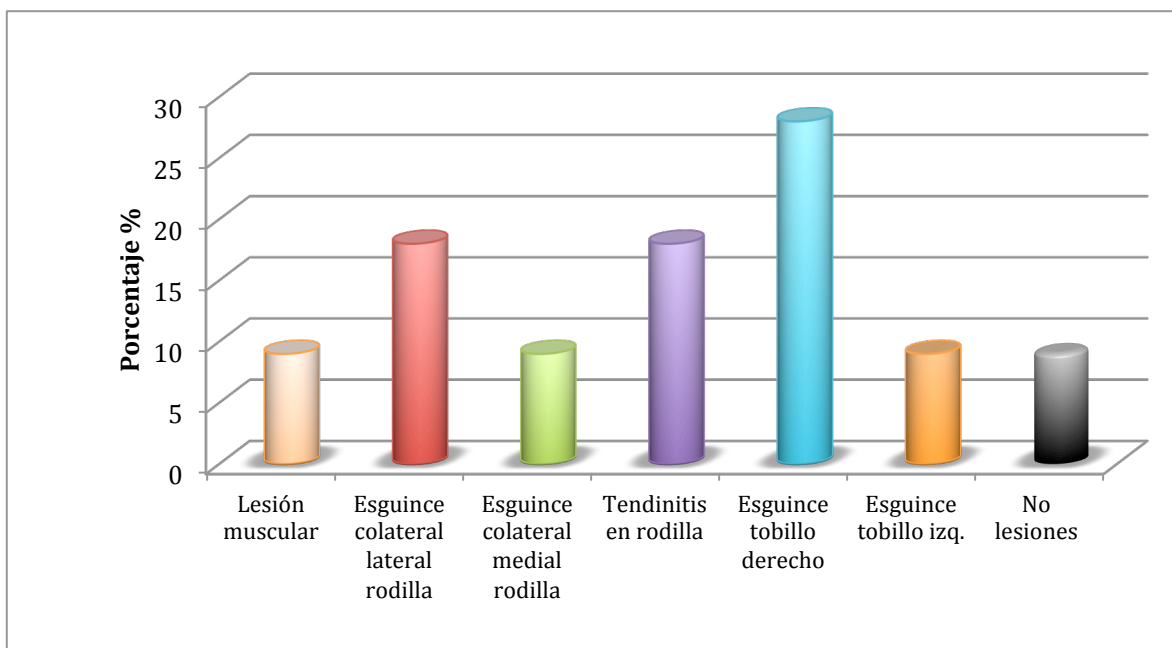
RESULTADOS

RESULTADOS

En el siguiente apartado de la investigación se presentan los resultados. La muestra final estuvo conformada por 9 pacientes, los cuales pertenecen a la selección de básquetbol femenino de la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la UNAM, por lo tanto el 100% de la muestra fueron sexo femenino.

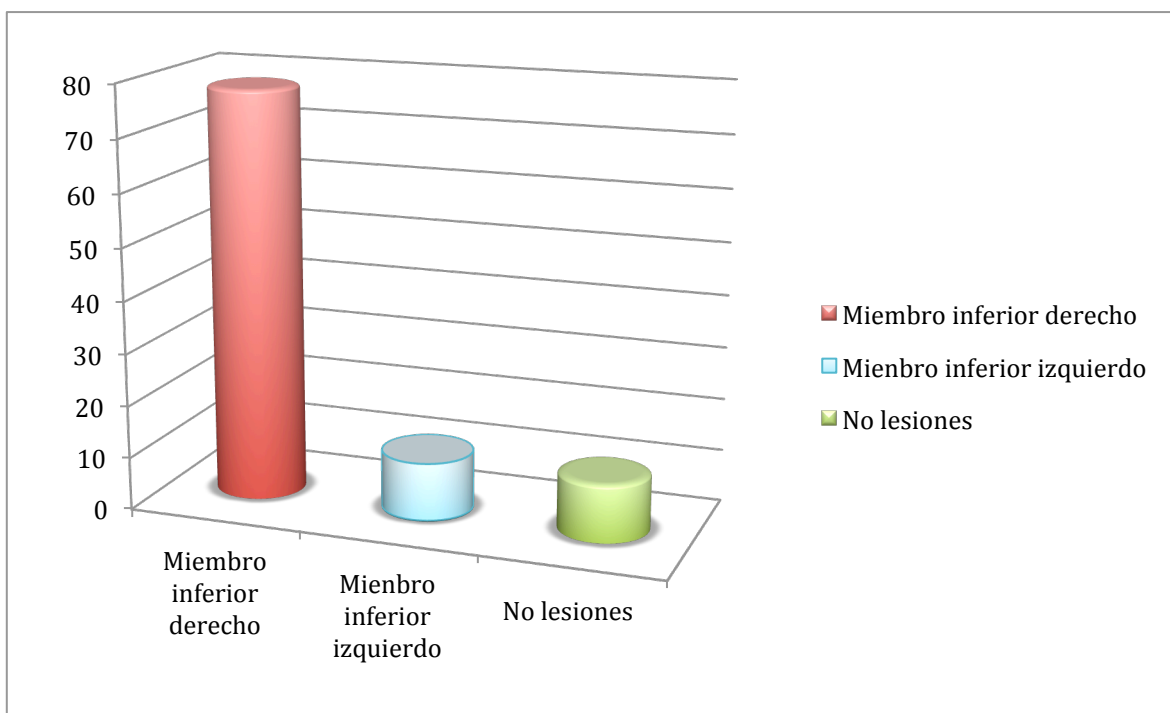
Se presentan los resultados obtenidos de la historia clínica, del apartado de historia de lesiones y de métodos utilizados para prevenir lesiones.

En la **gráfica 1 Porcentaje de historia de lesiones de la muestra** se representa que del tamaño de la muestra el 9% ha presentado lesión muscular de aductores a lo largo de su carrera deportiva, el 18% tuvo esguince de ligamento colateral lateral de rodilla, el 9% esguince de ligamento colateral medial de rodilla, 18% han padecido de tendinitis infrapatelar en rodilla, el 28% esguince de tobillo derecho, el 9% esguince de tobillo izquierdo y solo el 9% no ha padecido ninguna lesión a lo largo de su carrera deportiva.



Gráfica 1. Porcentaje de historia de lesiones de la muestra.

Con base al miembro inferior con mayor incidencia de lesiones resultó que el 78% presentaron lesiones en miembro inferior derecho, el 11% en miembro inferior izquierdo y el 11% no presentaron lesión en ninguno de los miembros. Se representa en la **gráfica 2 Incidencia de lesiones en miembro inferior**.



Gráfica 2. Incidencia de lesiones en miembro inferior

Resultados de fuerza muscular

Continuando con resultados, en el siguiente apartado se presentan los de valoración de fuerza muscular en la evaluación inicial y final, obtenidos por medio de la escala Daniel's descrita anteriormente.

En la **tabla 6 Valores de la evaluación de fuerza de cadera**, se muestran resultados de evaluación inicial y final de cadera en la que se evaluaron los movimientos de flexión, extensión, abducción (abd), aducción (add), rotación interna y rotación externa.

Zona	Hemicuerpo	Px1		Px2		Px3		Px4		Px5		Px6		Px7		Px8		Px9	
		I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Cadera																			
Flexión	Derecho	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
	Izquierdo	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Extensión	Derecho	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5
	Izquierdo	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5
Abd	Derecho	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5
	Izquierdo	4	4	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	5
Add	Derecho	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5
	Izquierdo	5	5	4	4	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5
Rot. Interna	Derecho	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5
	Izquierdo	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5
Rot. Externa	Derecho	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4
	Izquierdo	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4

Tabla 6. Valores de la evaluación de fuerza de cadera. I=Inicial F=Final

La tabla representa el valor numérico de acuerdo a lo descrito anteriormente por la escala Daniel's, se representa que para flexión el 78% mantuvo el grado de fuerza inicial y el 22% mejoró aumentando el grado de fuerza del valor inicial.

Para la extensión el 44% se mantuvo en su grado de fuerza inicial y el 56% mejoró el grado de fuerza. Para la abducción y aducción de cadera el 67% de la muestra se mantuvo en su grado de fuerza inicial y el 33% aumentó el grado de fuerza.

En las rotaciones, la rotación interna el 56% se mantuvo en su grado de fuerza inicial y el 44% aumentó el grado de fuerza, en cambio para la rotación externa, el 78% de la muestra se mantuvo en su grado de fuerza inicial y el 22% mejoró este grado inicial.

En cuanto a hemicuerpo izquierdo y derecho se muestra que en el resultado final, se logró un equilibrio muscular al obtener valores iguales tanto en derecho como en izquierdo en el 100% de la muestra.

Continuando con los resultados de fuerza muscular, en la **tabla 7 Valores de la evaluación de fuerza de rodilla** se representan los valores que se obtuvieron en los movimientos de flexión y extensión.

Zona	Hemicuerpo	Px1		Px2		Px3		Px4		Px5		Px6		Px7		Px8		Px9	
		I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Rodilla																			
Flexión	Derecho	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
	Izquierdo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
Extensión	Derecho	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
	Izquierdo	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5

Tabla 7. Valores de la evaluación de fuerza de rodilla

La tabla representa los grados de fuerza en los movimientos de rodilla, para flexión el 89% mantuvo el grado inicial de fuerza y el 11% mejoró aumentando este grado sobre el valor inicial. En la extensión el 56% de la muestra mantuvo los valores iniciales de grado de fuerza y el 44% aumentó este valor.

En la **tabla 8 Valores de la evaluación de fuerza de tobillo**, se representan los valores de grado de fuerza de tobillo, se evaluaron los movimientos de plantiflexión, dorsiflexión, inversión y eversión.

Zona	Hemicuerpo	Px1		Px2		Px3		Px4		Px5		Px6		Px7		Px8		Px9	
		I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Tobillo																			
Plantiflexión	Derecho	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5
	Izquierdo	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	5	4	5
Dorsiflexión	Derecho	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
	Izquierdo	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5
Inversión	Derecho	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	Izquierdo	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4
Eversión	Derecho	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Izquierdo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

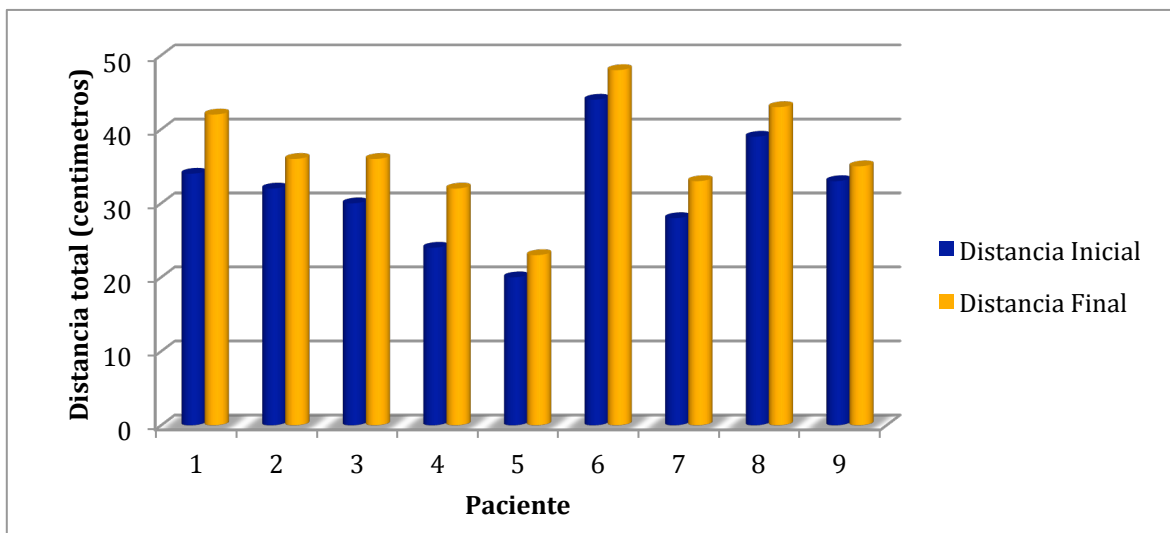
Tabla 8. Valores de la evaluación de fuerza de tobillo.

Los valores de la tabla, representan los valores de fuerza muscular obtenida en la evaluación inicial y final, en plantiflexión y dorsiflexión el 89% de la muestra obtuvo una mejoría aumentando el grado de fuerza y el 11% mantuvo el grado inicial. En el movimiento de inversión el 78% mantuvo el grado de fuerza inicial y solo el 22% mejoró el grado de fuerza. Para el movimiento de eversión el 100% de la muestra mantuvo los valores de fuerza inicial.

Continuando con los resultados a continuación, se representan los obtenidos por las pruebas de aptitud física, en los que se buscaba medir las cualidades físicas de coordinación y equilibrio.

A. Resultados Salto vertical

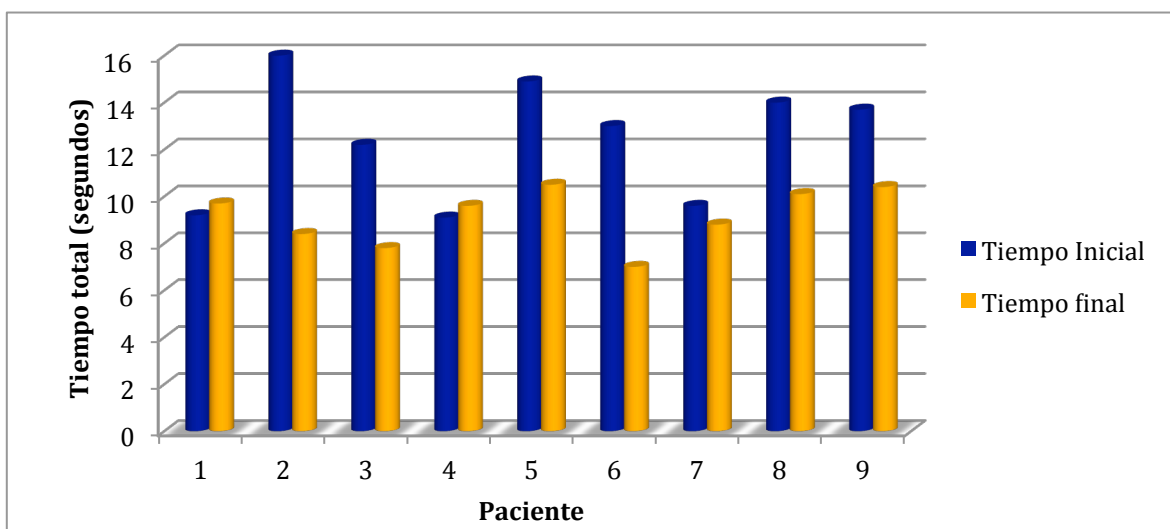
En la **gráfica 3 Resultados de salto vertical** de la prueba de salto vertical, se representan los resultados iniciales y finales obtenidos. El 100% de los pacientes mejoró, aumentando la distancia de salto en comparación con la distancia inicial, como se muestra a continuación: (los valores se presentan en centímetros).



Gráfica 3. Resultados de salto vertical (se miden los valores en centímetros y se presenta evaluación inicial y final).

B. Resultados carrera Zig-zag

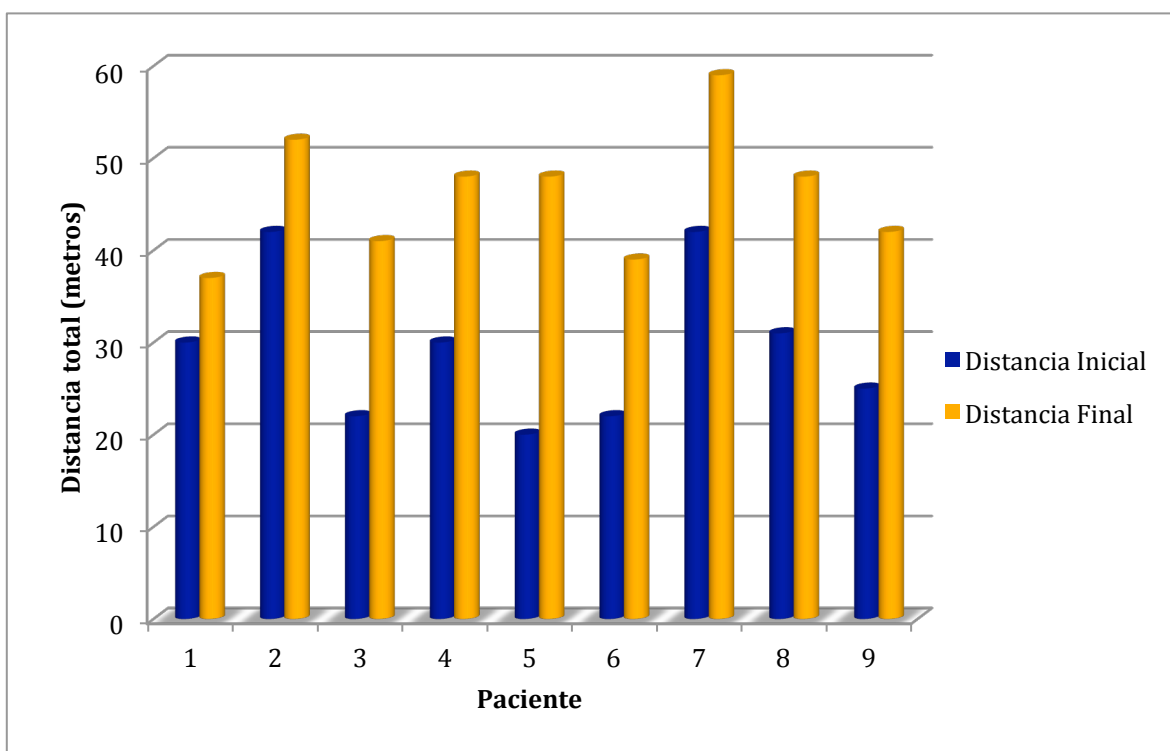
Los siguientes resultados muestran lo obtenido en la prueba de carrera de Zig-zag, en el 78% de la muestra hubo mejoría disminuyendo el tiempo de realización de la prueba en comparación con el inicial, sin embargo, el 22% de la muestra aumento el tiempo final comparado con el inicial. En la **gráfica 4 Resultados carrera Zig-zag**, se representan estos resultados, los valores obtenidos se representan en segundos.



Gráfica 4. Resultados carrera Zig-zag (se miden los valores en segundos y se presenta una evaluación inicial y final).

C. Resultados prueba de barra de equilibrio

Continuando con los resultados de las pruebas de aptitud física, se presentan a continuación los resultados obtenidos en la prueba de Barra de equilibrio, se representa en la **grafica 5 Resultados de la prueba de barra de equilibrio**, describe que el 100% de la muestra obtuvo un resultado positivo de la prueba, ya que el total de distancia recorrida durante 45 segundos, fue mayor en la evaluación final en comparación con la inicial, esta distancia fue medida en metros.

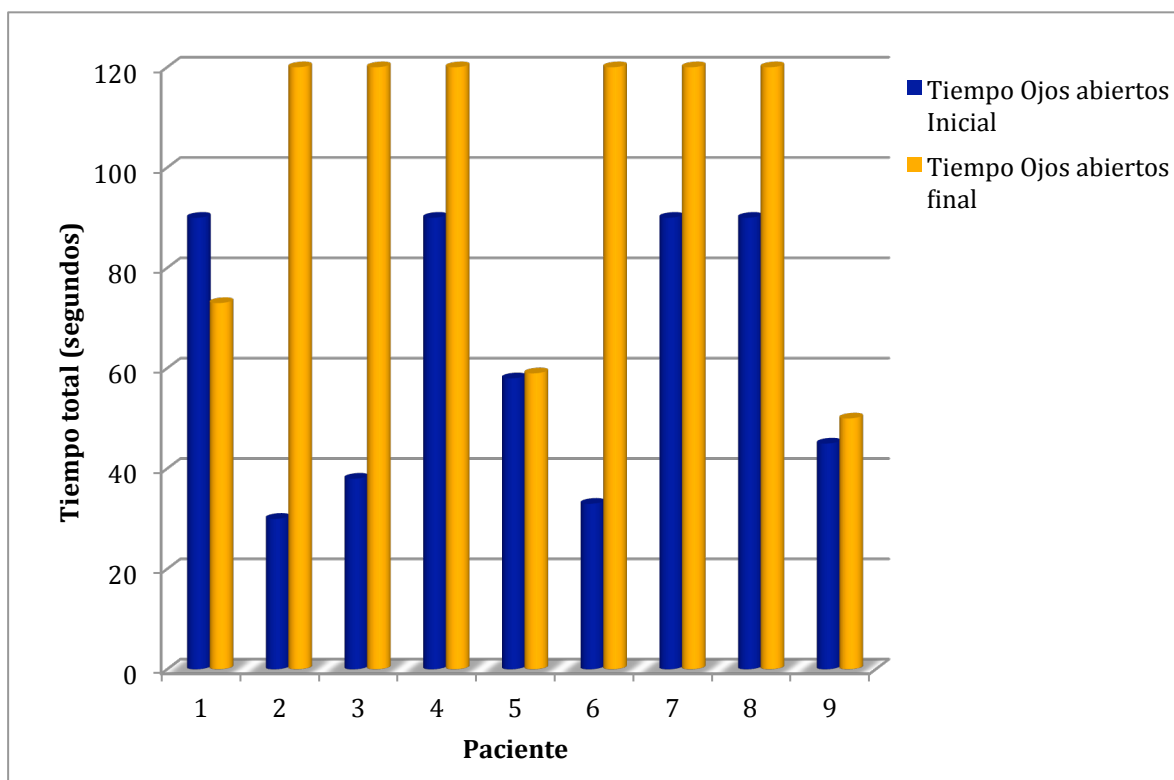


Gráfica 5. Resultados de la prueba de barra de equilibrio (se miden los valores en metros y se presentan valores iniciales y finales).

D. Resultados de prueba de equilibrio sobre soporte móvil

Los siguientes resultados, muestran lo obtenido en la evaluación inicial y final de la prueba de equilibrio sobre soporte móvil, se dividió en dos partes:

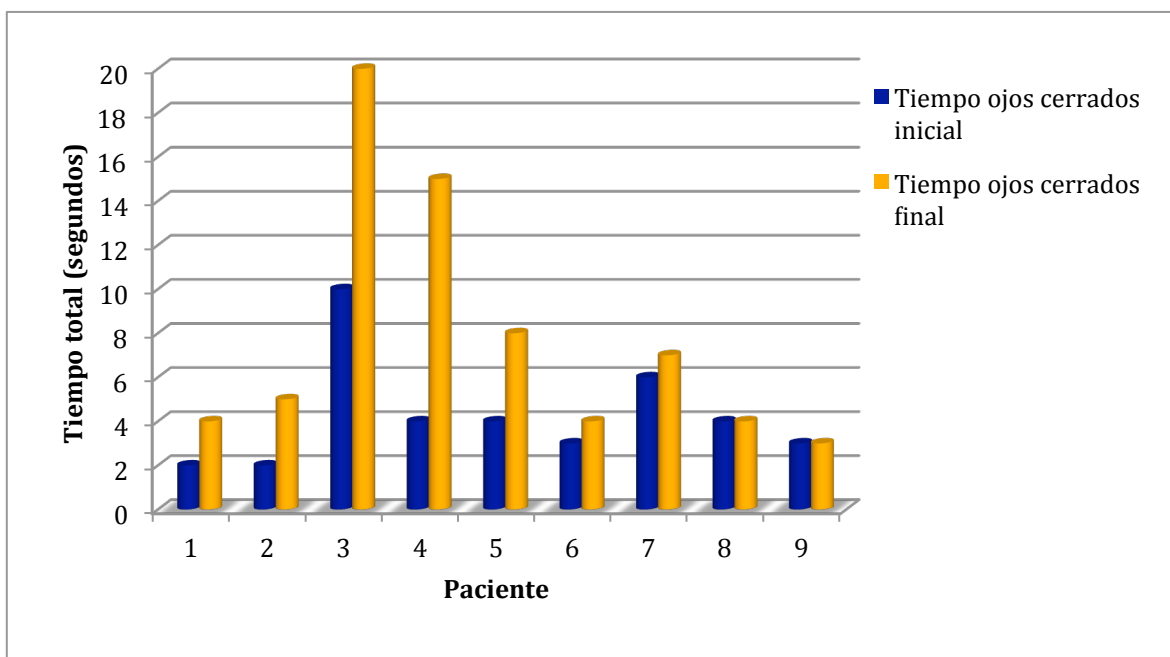
En la primera parte se evaluó el tiempo sobre el soporte móvil con ojos abiertos, los resultados fueron que en el 89 % de la muestra hubo cambio positivo al aumentar el tiempo comparado con el inicial y en el 11% de la muestra disminuyó este tiempo, se representa en la **gráfica 6 Resultados de la prueba de equilibrio sobre soporte móvil con ojos abiertos.**



Gráfica 6. Resultados de la prueba de equilibrio sobre soporte móvil con ojos abiertos (se miden los valores en segundos y se presentan valores iniciales y finales).

En la segunda parte se evaluó el tiempo sobre el soporte móvil inhibiendo el estímulo visual, es decir, con ojos cerrados, el 78% de la muestra mejoró al aumentar el tiempo de permanencia sobre el soporte y en el 22% de la muestra se mantuvo en el tiempo inicial. Se representa en la **gráfica 7 Resultados de la prueba de equilibrio sobre soporte móvil con ojos cerrados.**

Si se compara los resultados con ojos abiertos y cerrados, se muestra una gran diferencia de tiempo de permanencia debido a la inhibición del estímulo visual, con un promedio final en ojos abiertos de 100 segundos y en promedio final con ojos cerrados de 7 segundos.



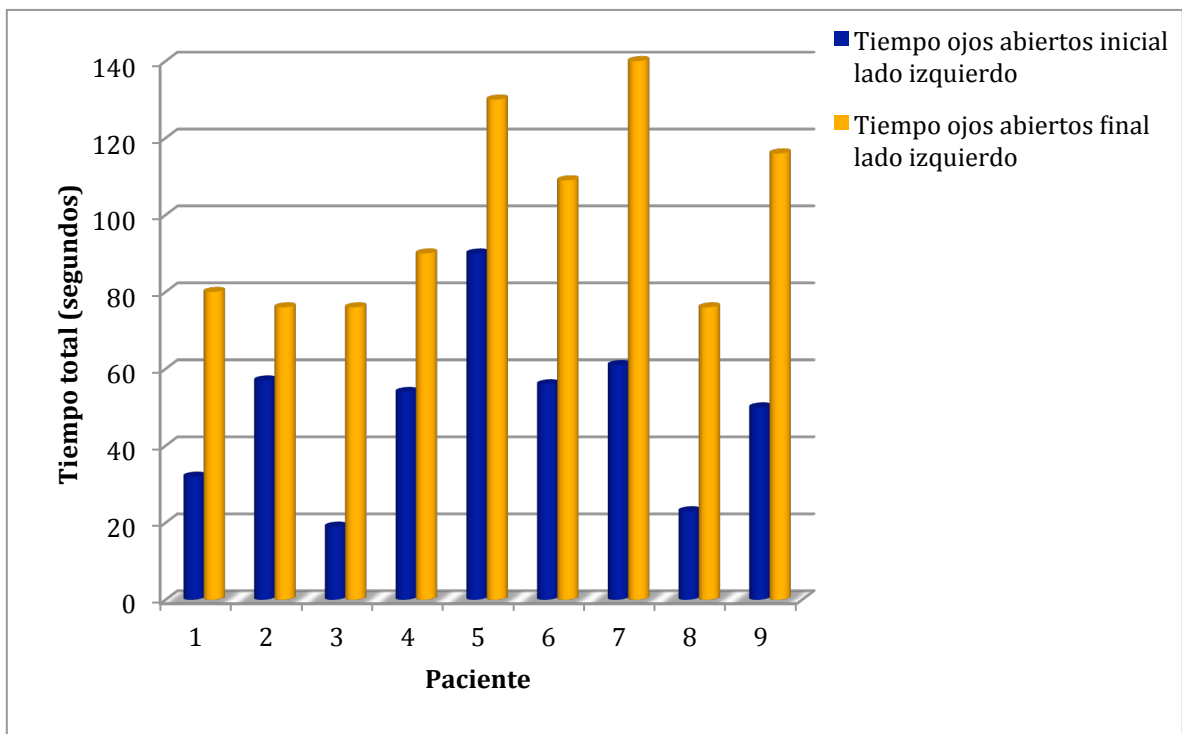
Gráfica 7. Resultados de la prueba de equilibrio sobre soporte móvil con ojos cerrados (se miden los valores en segundos y se presentan valores iniciales y finales).

E. Resultados prueba de equilibrio estático

En la siguiente prueba, de igual manera que la anterior se dividió en dos partes en las que se realizó la prueba con ojos abiertos y ojos cerrados (inhibición de estímulo visual).

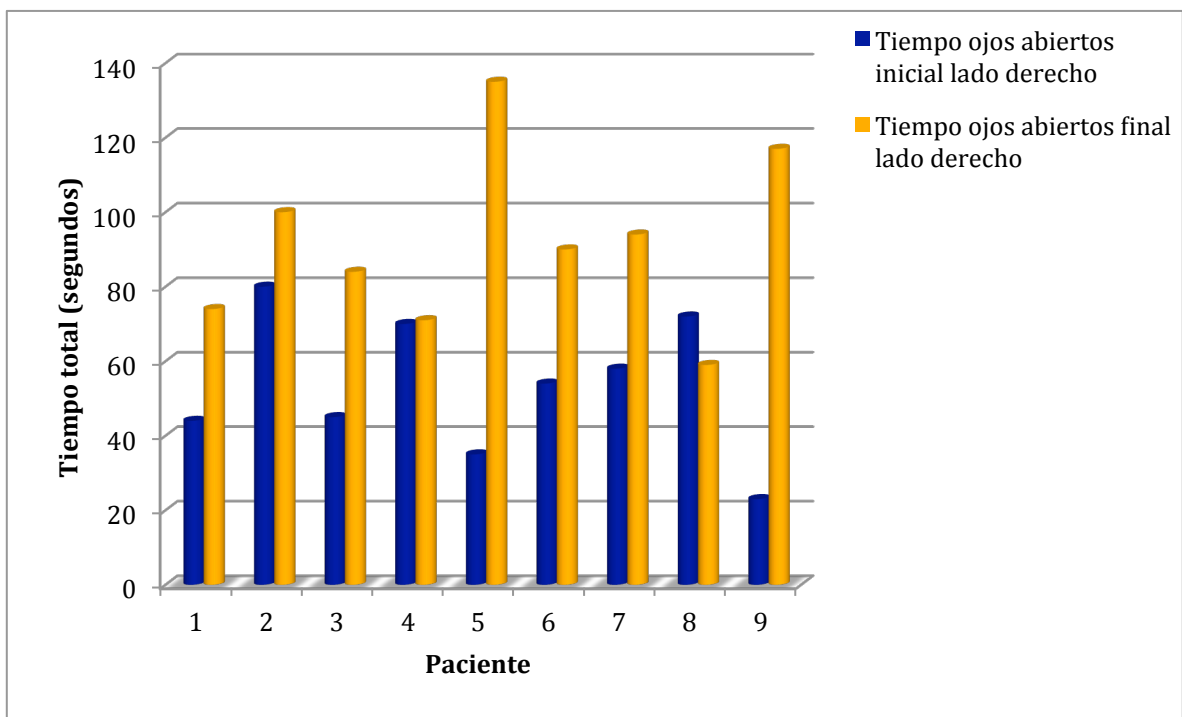
En la primera parte se evaluó con ojos abiertos ambas piernas, los resultados arrojados por la prueba fueron que en el 89% de la muestra hubo cambios positivos en ambas piernas al aumentar el tiempo de equilibrio, sin embargo en el 11% el cambio fue negativo al disminuir el tiempo de equilibrio sobre la pierna derecha.

A continuación se presenta la **gráfica 8 Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo izquierdo con ojos abiertos**, donde se representan los resultados obtenidos con el hemicuerpo izquierdo y en la **gráfica 9 Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo derecho con ojos abiertos** donde se muestran los resultados obtenidos con el hemicuerpo derecho, con ojos abiertos, los valores de la evaluación se representan en segundos:



Gráfica 8. Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo izquierdo con ojos abiertos.

Valores muestran evaluación inicial y final medida en segundos.

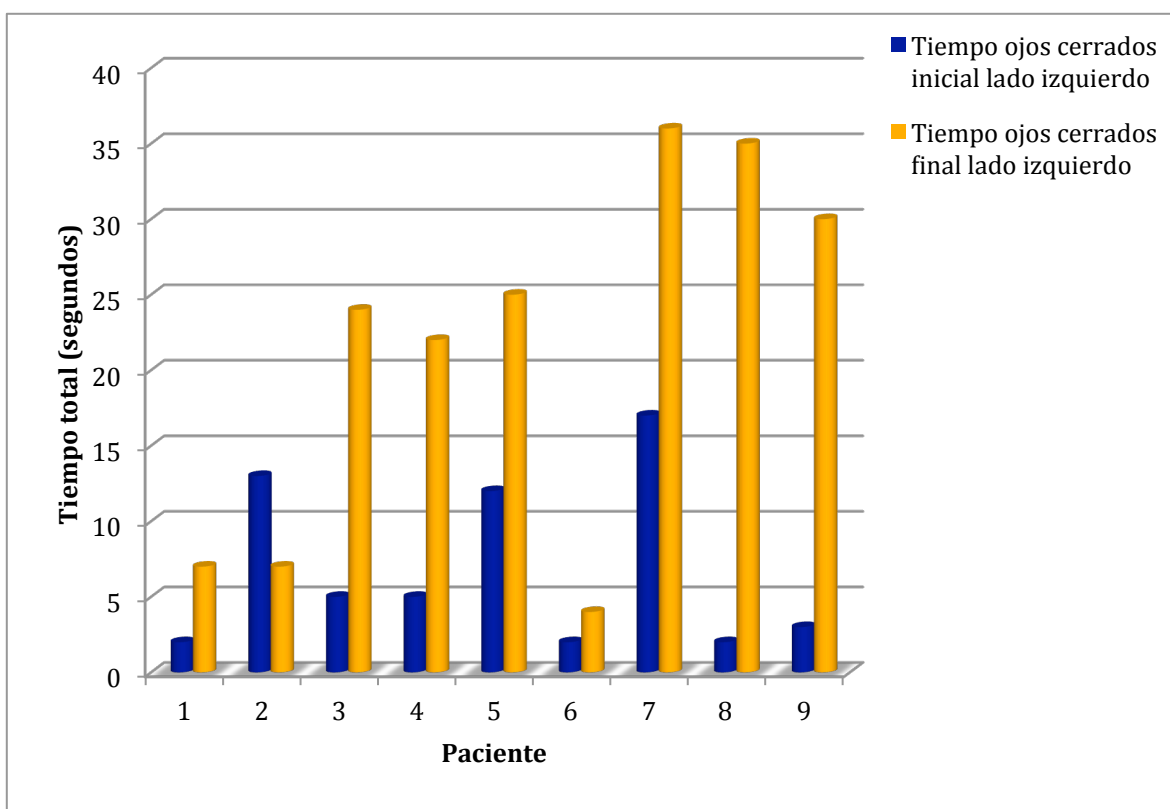


Gráfica 9. Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo derecho con ojos abiertos.

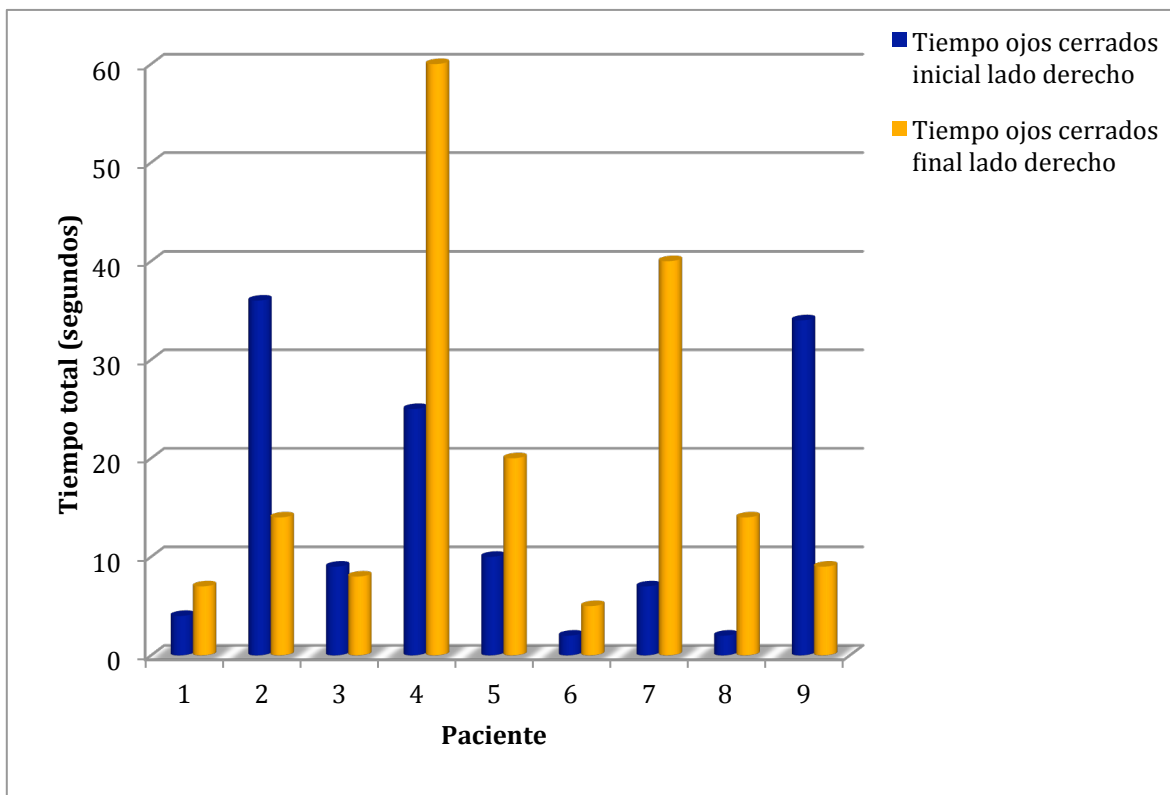
Valores muestran evaluación inicial y final medida en segundos.

Continuando con los resultados de esta prueba, la segunda parte se llevó a cabo con ojos cerrados, es decir, inhibiendo el estímulo visual. Los resultados fueron para el hemicuerpo izquierdo el 89% de la muestra, obtuvieron cambios positivos aumentando el tiempo de permanecer en equilibrio con ojos cerrados, sin embargo, con el hemicuerpo derecho fue de 67% el porcentaje de la muestra que alcanzó un resultado positivo, predominando equilibrio en hemicuerpo izquierdo.

A continuación se presentan la **gráfica 10 Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo izquierdo con ojos cerrados** y la **gráfica 11 Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo derecho con ojos cerrados** representan los valores de ambos hemicuerpos derecho e izquierdo, con ojos cerrados. Estos valores se midieron en segundos.



Gráfica 10. Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo izquierdo con ojos cerrados.
Valores muestran evaluación inicial y final medida en segundos.



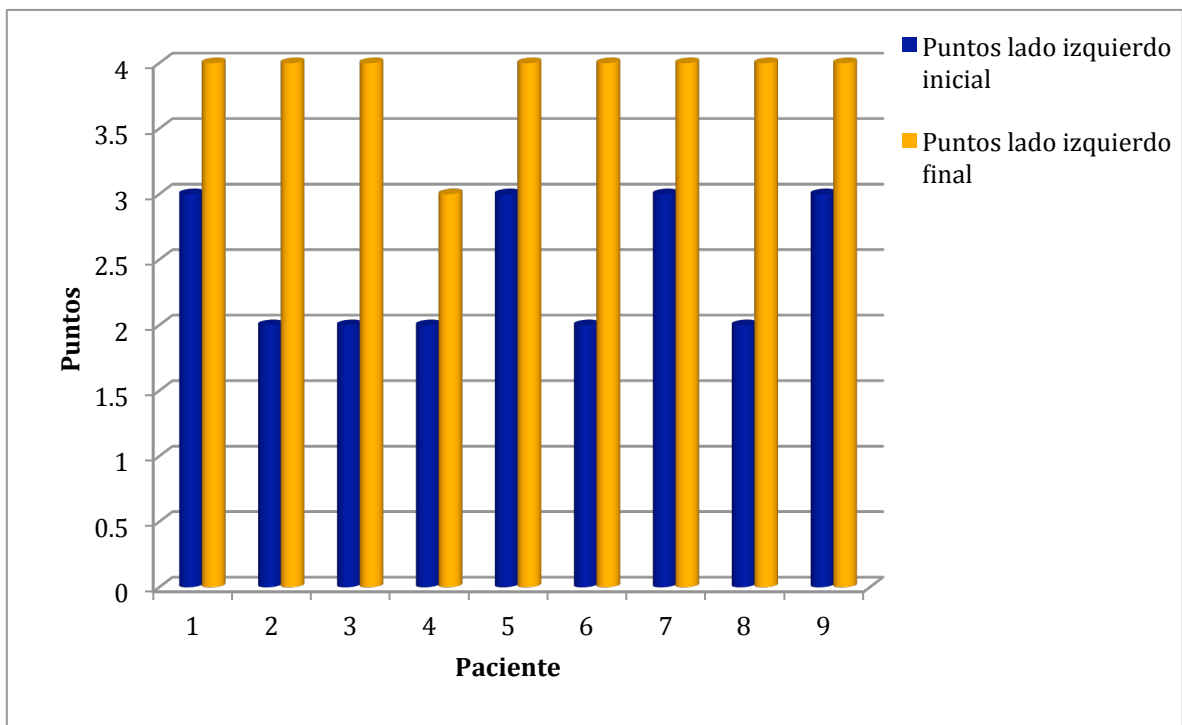
Gráfica 11. Resultados de prueba de equilibrio estático de hemicuerpo derecho con ojos cerrados.

Valores muestran evaluación inicial y final medida en segundos.

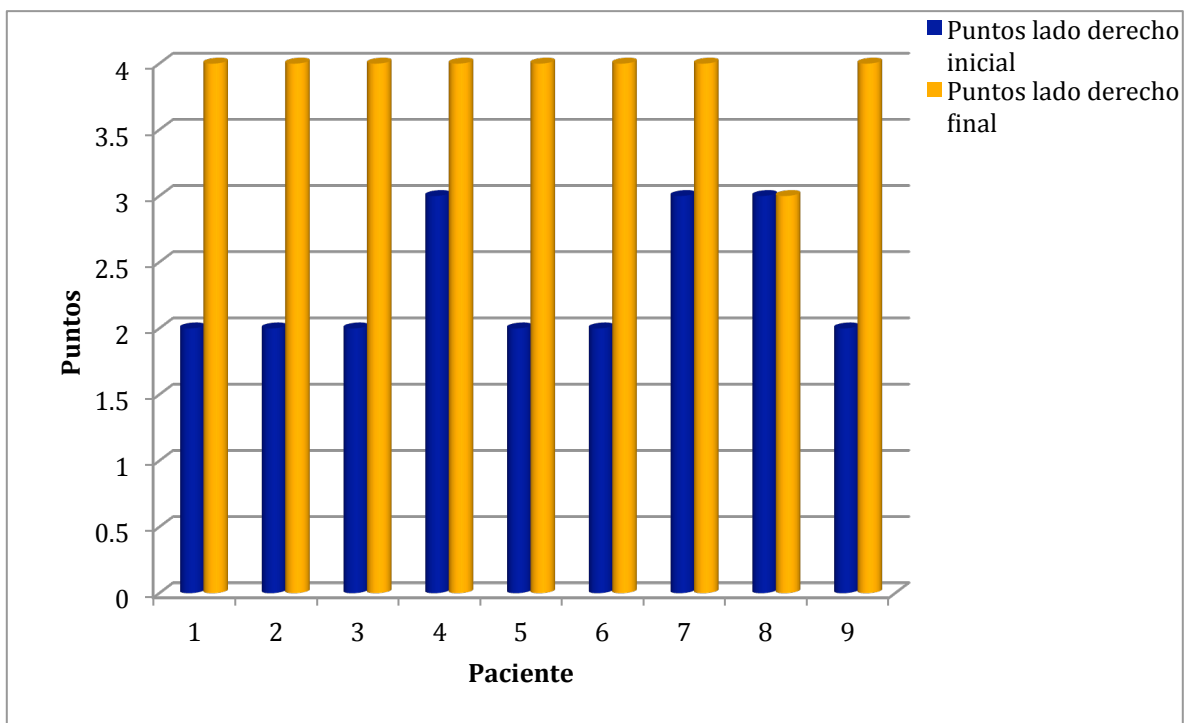
F. Resultados de Test Iowa Brace

Para finalizar se presentan los resultados del test Iowa Brace, los valores de esta prueba se midieron por puntos de 0-4 como se describen anteriormente, se evaluó el equilibrio de ambas piernas. Los resultados finales fueron los siguientes datos: de la muestra evaluada el 89% obtuvo mejoría en relación a la evaluación inicial, mejorando en equilibrio y obteniendo mayor puntaje, en cambio el 11% de la muestra mantuvo los valores finales en el mismo puntaje de los iniciales.

Los resultados finales en comparación de los iniciales se describen a continuación en la **gráfica 12 Resultados de test Iowa Brace de hemicuerpo izquierdo** y la **gráfica 13 Resultados de test Iowa Brace de hemicuerpo derecho**, representan el equilibrio en pierna izquierda y derecha.



Gráfica 12. Resultados de test IOWA Brace de hemicuerpo izquierdo. Valores se representan en puntos y se muestra evaluación inicial y final.



Gráfica 13. Resultados de test IOWA Brace de hemicuerpo derecho. Valores se representan en puntos y se muestra evaluación inicial y final

CAPITULO V.

DISCUSIÓN

En el siguiente apartado de discusión, para una mejor comprensión, se abordaron 3 temas principales, los cuáles son:

- A. Programas de prevención de lesiones en deporte.
- B. Entrenamiento en superficies inestables.
- C. Beneficios de los ejercicios de propiocepción y coordinación

Como se vio anteriormente, las lesiones deportivas son de origen multifactorial por lo que en fisioterapia deportiva se plantea la necesidad de realizar estrategias para disminuir el número de lesiones o de realizar programas de prevención basados en ejercicios que puedan favorecer también el rendimiento del deportista.

Los ejercicios se pueden enfocar en los pilares de la prevención de lesiones como son, la propiocepción en la cual se estimula el equilibrio y la velocidad de reacción, la coordinación neuromuscular realizando estrategias de movimiento con ejercicios que simulen el gesto técnico deportivo, así como fuerza muscular.

En el básquetbol es indispensable la velocidad principalmente en los cambios de dirección y movimientos de alto impacto como el salto, estas acciones, requieren de un correcto equilibrio neuromuscular para evitar cualquier tipo de lesión musculo-esquelética. Es por ello que se planteó el programa de ejercicios para estimular el sistema propioceptivo y de coordinación neuromuscular que, de acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, los cuáles se obtuvieron por medio de pruebas de aptitud física cuyo objetivo es medir acciones motrices como equilibrio y coordinación principalmente, así como fuerza en extremidades inferiores, mostraron resultados satisfactorios.

De acuerdo a los objetivos de la investigación, se buscó mejorar y estimular la capacidad propioceptiva y de coordinación neuromuscular en el deportista para prevenir lesiones, se fundamentó con 3 temas principales mencionados anteriormente, los cuales se discutirán a continuación:

A. Programas de prevención de lesiones en deporte

Una lesión deportiva no solo afecta al deportista, también afecta a sus compañeros, entrenador y familia, además representa gastos elevados en salud dependiendo de la gravedad de esta. Es por ello que se crean estrategias como programas de prevención de lesiones basados en la estimulación de los pilares de la prevención de lesiones.

Los programas de prevención (23), como el implementado en esta investigación, siguen modelos de análisis el cual se estructura en 4 fases: en la primera se recoge toda la información de interés del deportista y del deporte, en la segunda se identifican las principales causas de lesión e incidencia lesional, en la tercera se establecen las medidas de prevención, es decir, se establece el protocolo a seguir y por último se establece la efectividad del programa.

Se han puesto en marcha diferentes programas de prevención (3), (7) en los que se incluyen ejercicios de equilibrio, coordinación, fuerza y ejercicios propios del deporte. Se coincide que los principales factores lesionales se deben a la falta de inclusión de estos programas en el entrenamiento habitual del deportista. Es por ello que los programas establecidos tanto el de esta investigación como otros mencionados se incluyen ejercicios que se basan en la estimulación de estos sistemas.

Algunos programas (24), como el de Hewett, Pfeiffer y “La Bella”, mencionan protocolos de entrenamiento para prevención en lesiones de miembro inferior dirigidos principalmente a deportes de alto impacto como el básquetbol, voleibol y futbol soccer, al igual que el protocolo seguido en esta investigación se combinan ejercicios de fortalecimiento muscular, equilibrio, coordinación y ejercicios que simulan el gesto técnico deportivo.

Tomando en cuenta otros programas (4),(8),(20),(21),(25) se espera que para reducir el número de lesiones y prevenir que ocurran en deporte se deben implementar protocolos que incluyan estimulación propioceptiva, como equilibrio y velocidad de reacción, coordinación y gesto técnico deportivo, así como, la estimulación de fuerza de músculos periarticulares principalmente,

estos ejercicios deberán ser específicos y se deben adaptar a las necesidades de cada deportista y del deporte tomando en cuenta la incidencia de lesiones.

B. Entrenamiento en superficies inestables

Actualmente existen diferentes medidas para la rehabilitación de lesiones y readaptación a las actividades deportivas después de una lesión. Estas lesiones afectan principalmente al sistema ligamentoso de una articulación, lo cual puede causar inestabilidad articular. Algunas de estas medidas es implementar el uso de superficies inestables las cuales nos ayudan a mejorar el sistema propioceptivo, equilibrio, coordinación y prevenir lesiones (8), (26).

Incluir ejercicios en superficies inestables en programas de prevención de lesiones resulta eficaz puesto que como ya vimos puede mejorar el equilibrio, además, favorecer el rendimiento deportivo (26), durante el desarrollo del protocolo de esta investigación se implementó el uso del bosu al ser una superficie inestable, se utilizó para la mejora del equilibrio dinámico y estático.

Analizando los resultados obtenidos y en concordancia con otros autores (27) (28) las superficies inestables como el bosu se pueden implementar para la mejora de capacidades motrices como el equilibrio y capacidades físicas como la fuerza, ya que la articulación es sometida a un estrés físico mayor en el que interactúa la musculatura periarticular, para mantener estable la articulación. El empleo de estas superficies asegura eficacia en la prevención de lesiones de tipo ligamentoso como los esguinces de tobillo, que representa el mayor número de incidencia de lesiones en básquetbol.

C. Beneficios de los ejercicios de propiocepción y coordinación

El entrenamiento de propiocepción y coordinación representa amplios beneficios para prevenir lesiones en básquetbol, puede resultar más eficaz que otros métodos empleados de protección como el vendaje funcional, uso de tobilleras y rodilleras o el uso de un calzado

específico (18). Estos sistemas implican mecanismos neurofisiológicos que se pueden utilizar para modificar los factores de riesgo intrínsecos que propician una lesión deportiva.

De acuerdo a la opinión de varios autores (3), (17) y al creciente conocimiento científico del entrenamiento de propiocepción y coordinación para prevenir lesiones, ha sido más utilizado y conocido en deportes como el voleibol, básquetbol y fútbol soccer. Brinda la oportunidad de tener participación multidisciplinaria en equipos deportivos, resalta la inclusión de Fisioterapia deportiva en la creación de programas que incluyen ejercicios de propiocepción y coordinación para rehabilitar lesiones, prevenir lesiones, así como lograr una readaptación deportiva adecuada, con el fin de evitar lesiones recidivantes.

Conocer los fundamentos de estos sistemas nos da bases para utilizar los beneficios que tienen, algunos son: mejorar estabilidad articular durante acciones de impacto como el salto o los cambios de dirección, relacionados con alta incidencia lesiva. Además de su principal función preventiva, el entrenamiento de estos sistemas puede representar un plus en la mejora del rendimiento deportivo (19), (20).

Estudios recientes (6), (21), (22), examinaron este tipo de entrenamiento y muestran una gran variedad de ejercicios, se menciona que un programa debe combinar ejercicios de equilibrio, fuerza, pliométricos, agilidad y ejercicios específicos de cada deporte. El entrenamiento que involucra este tipo de ejercicios, que además incluye la capacidad de respuesta de acción rápida, pueden resultar beneficiosos en las lesiones de miembro inferior ocasionadas por el básquetbol.

La propiocepción es un sistema que es necesario no solo en actividades deportivas, si no, también en actividades de la vida diaria, una alteración de esta puede perjudicar la capacidad de coordinación lo que puede provocar susceptibilidad a sufrir una lesión y que esta lesión sea recidivante.

CAPÍTULO VI.

CONCLUSIÓN

- Se implementó un programa de ejercicios el cual resultó exitoso, utilizando como herramienta la polea ajustable y el chaleco de entrenamiento del gimnasio de pesas de la Clínica de Fisioterapia de la ENES UNAM, con el fin de prevenir lesiones en un equipo de básquetbol femenino, teniendo en cuenta las características de cada paciente y las necesidades propias del deporte.
- El programa de ejercicios basado en estimulación del sistema propioceptivo y de coordinación neuromuscular, por medio de la polea ajustable, mejoró las cualidades motrices de equilibrio y coordinación en la mayoría de los pacientes.
- Se logró mejoría en equilibrio dinámico y estático en la mayoría de los pacientes con ojos abiertos, sin embargo, con inhibición del estímulo visual, esta mejoría fue menor.
- Se lograron mejoras en la capacidad de reacción y de coordinación, así como de fuerza muscular en miembro inferior, lo que indica que el programa de ejercicios fue exitoso para la mejora del rendimiento deportivo .
- Es importante resaltar el papel del fisioterapeuta en la creación de programas de prevención de lesiones, puesto que dentro de su papel y conocimientos no solo está el rehabilitar una lesión sino que también puede ayudar a la readaptación deportiva, así mismo prevenir una nueva lesión.
- Se pueden llevar a cabo programas de prevención de lesiones con el uso de la polea ajustable y el chaleco de entrenamiento del gimnasio de pesas, para diferentes deportes, realizando ejercicios específicos, que por las características de la polea pueden simular el gesto técnico deportivo.
- En el caso de las jugadoras del equipo de basquetbol no presentaron lesiones durante los 16 juegos interuniversitarios que se sostuvieron en el periodo de tiempo que se realizó esta investigación.
- Esta investigación se tomará como base para realizar nuevos proyectos de fisioterapia, así como, formar parte de ciclos de entrenamiento de selecciones deportivas de la ENES UNAM Unidad León.

Bibliografía

1. Romero, D. & Tous, J. (2011) Prevención de lesiones en el deporte. Claves para un rendimiento óptimo. (1ª Edición). España: Editorial Médica Panamericana.
2. Manonelles M., P & Tárrega T., L. (1988). Epidemiología de las lesiones en el baloncesto. Archivos de Medicina del Deporte. Vol. 15 (68). 479-483
3. Boccolini G., Brazziti A., Bonfanti L. & Alberti G.(2013) Using balance training to improve the performance of youth basketball players. Sport Sciences Health. 9:37-42. DOI 10.1007/s11332-013-0143-z
4. Berdejo D., Sánchez S., González M., Jiménez F., Protocolo de recuperación funcional de una lesión ligamentosa de rodilla en Baloncesto. Rev.int.med. Cienc.act.fis.deporte. 2007. 7(28)
5. Moreno C., Rodríguez V., Seco J. Epidemiología de las lesiones deportivas. Fisioterapia. 2008; 30(1): 40-8
6. Hübscher M., Zech A., Pfeifer K., Hänsel F., Vogt L., Banzer W., Neuromuscular Training for Sports Injury Prevention: A Systematic Review. Med. Sci. Sports. Exerc. 2010. Vol 42. No. 3, pp 413-421.
7. Borao O., Planas A., Beltran V., Corbi F. Efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular de 6 semanas de duración aplicado en el tobillo en la realización del Star Excursion Balance Test en jugadores de baloncesto. Apunts Med Esport. 2015. 20(187). 95-102
8. Vanmeerhaeghe A., Costa L., De Antolín P. & Massó N., (2008). Efectos de un entrenamiento propioceptivo sobre la extremidad inferior en jóvenes deportistas jugadores de voleibol. Apunts. Medicina de L'Esport. Vol 157. 5-13.

9. López L., Rodríguez I., Palacios A. Prevención de esguinces de tobillo en jugadoras de baloncesto amateur mediante programas de propiocepción. Estudio piloto de casos-contróles. Fisioterapia. 2015. 37(5). 212-222
10. Fort A., Romero D. Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. Apunts Med Esport. 2013. 48(178). 69-76
11. Postle K., Pak D., Smith T. Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: A systematic literature and meta-analysis. Manual Therapy. 2012.17. 285-291
12. Earle, R. & Baechle, T. (2008) Manual NSCA Fundamentos del entrenamiento personal. (1ª. Edición). Barcelona España. Editorial Paidotribo.
13. Massion Jean (2000). Cerebro y Motricidad. (1a Edición). Barcelona, España: Editorial INDE.
14. M. Hall, C. & Thein Brody, T. (2006). *Alteraciones del equilibrio: Ejercicio Terapéutico Recuperación Funcional*. (1ª ed.). España: Editorial Paidotribo.
15. Hüeter-Becker, A. Schewe, H. & Heipertz, W. (2005) La Rehabilitación en el Deporte. (1ª. Edición). España: Editorial Paidotribo.
16. Naclerio, F. (2011). Entrenamiento sobre superficies inestables: Entrenamiento deportivo. Fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes. España: Editorial Medica Panamericana.
17. Riva D., Bianchi R., Rocca F. & Mamo C. (2016) Proprioceptive training and injury prevention in a professional men's basketball team: a six-year prospective study. Journal of Strength and Conditioning Research. 30(2). 461-475. www.nscs.com
18. Basas, A., Fernández, C. & Martín, J. Tratamiento fisioterápico de la rodilla. España. Editorial McGraw-Hill Interamericana.
19. Fort A., Romero D. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. Apunts Med Esport. 2013. 48 (179). 109-120

20. Herman, K. Barton, C., Malliaras, P. Morrissey, D. The effectiveness of neuromuscular warm-up strategies, that require no additional equipment, for preventing lower limb injuries during sports participation: a systematic review. *BioMed Central Medicine*. 2012. 10:75.
21. Casáis L. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *Apunts Med Esport*. 2008. 157. 30-40
22. Milani J., Pedersen M. & Gurney B. (2000) Rol de la Fatiga en la Propiocepción del Tobillo. *PubliCE Premium*
23. Cos F., Cos MA., Buenaventura L., Pruna R., Ekstrand J. Modelos de análisis para la prevención de lesiones en el deporte. Estudio epidemiológico de lesiones: el modelo Union of European Football Associations en el fútbol. *Apunts Med Esport*. 2010. 45(166). 95-102
24. Sugimoto, D. D Myer, G. M Mckeen, J. E Hewett, T. Evaluation of the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a critical review of relative risk reduction and numbers-needed-to-treat analyses. *Br J Sport Med*. 2012. 46. 979-988.
25. Sugimoto, D. Myer, G. Bush, H. Klugman, M. Medina, J. Hewett, T. Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. *Journal of Athletic Training*. 2012. 47(6). 714-723
26. Behm D., Muehlbauer T., Kibele A. & Granacher U. (2015). Effects of Strength training using unstable surfaces on strength, power and balance performance across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 45:1645-1669 DOI 10.1007/s40279-015-0384-x
27. Peña G., Heredia J., Moral S., Mata F. & Da Silva E. (2012) Evidencias sobre los Efectos del Entrenamiento Inestable para la Salud y el Rendimiento. *PubliCE Standard*

28. Kraemer W., Cressey E., West C., Tiberio D. & Maresh C. (2007). Efectos de Diez Semanas de Entrenamiento para los Miembros inferiores en una Superficie Inestable sobre los Marcadores del Rendimiento Atlético. PubliCE Premium.
29. Walker, B. (2005) La Anatomía de las Lesiones Deportivas. (1ª Edición). España. Editorial Paidotribo.
30. Hernández-Sampieri R, Collado CF, Lucio. MdPB. Metodología de la Investigación. Sexta ed. D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2014.
31. Salinas Elías E. Programa de Acondicionamiento Físico, desde la perspectiva en fisioterapia, en población mayor de 60 años. Licenciatura. León, Guanajuato. ENES Unidad León de la UNAM. 2016
32. Fisioterapia AMd. AMEFI. [Online].; 2014 [cited 2016 Junio. Available from: <http://amefi.org.mx/>.
33. Zhelyazkov T. Bases del Entrenamiento Deportivo. Barcelona, España. Editorial Paidotribo. 2001
34. Cortés Díaz J. Técnicas de prevención de riesgos laborales. Madrid, España. Editorial Tébar. 9ª Edición. 2007.
35. Mundial AM. Asociación Médica Mundial. [Online].; 2016 [cited 2016 Mayo. Available from: <http://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/>.
36. Palmer M., Eppler M. Fundamentos de las técnicas de evaluación musculoesquelética. Barcelona, España. Editorial Paidotribo.
37. Martínez López E. Pruebas de Aptitud Física. Barcelona, España. Editorial Paidotribo. 2002.
38. Thibaudeau, C. (2007) El libro negro de los secretos de entrenamiento. La importancia de la fuerza. Editorial F. Lepine.

39. Pfeiffer, R. & Mangus, B. (2007) Las Lesiones Deportivas (2da. Edición) España.
Editorial: Paidotribo
40. Vázquez Amela, X.(2008) Tratamiento de las lesiones más frecuentes en la práctica del baloncesto. Revista Española de Podología. (6) 226-230
41. Nacleiro F. (2008). Entrenamiento de Fuerza en la Práctica Deportiva: Zonas de Entrenamiento y Ejercicios de Prevención. PubliCE Premium.

Anexos

Anexo 1. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES		AGOSTO 2016	SEPT. 2016	OCTUBRE 2016	NOV 2016	DIC. 2016	ENERO 2017	FEBRERO 2017	MARZO 2017
1.	Plantear tema de investigación								
2.	Revisión de la Literatura								
3.	Introducción Tesis (antecedentes y marco teórico)								
4.	Elaboración de protocolo (Planteamiento del problema, justificación, objetivo de la investigación, variables e hipótesis)								
5.	Inicio de investigación y recolección de datos								
6.	Análisis y presentación de resultados								
7.	Conclusiones de estudio								
8.	Entrega Tesis								

Anexo 2. Características de la muestra

Paciente		Px1	Px2	Px3	Px4	Px5	Px6	Px7	Px8	Px9
Edad		22	20	19	19	19	21	20	21	21
Género		F	F	F	F	F	F	F	F	F
Peso		66.5kg	54kg	66kg	69kg	53kg	64kg	72kg	59kg	59kg
Talla		1.56m	1.58m	1.63m	1.74m	1.53m	1.71m	1.62m	1.56m	1.60
Pierna dominante		D	D	D	D	D	D	D	D	D
Datos personales no patológicos/hábitos		No	No	Crossfit 4hrs/se m	Atletis- mo 3hrs/s em	No	Atletis- mo 1hr/se m	Danza folclórica 4hrs/sem	Atletis- mo 2hrs/se m	Atletis- mo 1hr/se m
Datos personales patológicos		Desvia- ción tabique nasal	No	No	No	No	No	Hipotiroidismo hace 4 años, dermatitis solar y alergia a la manzana	No	Colitis por estrés
Datos deportivos	No. entrenamientos	2/sem	2/sem	2/sem	2/sem	2/sem	2/sem	2/sem	2/sem	2/sem
	Tiempo dedicado	Más de 120 min	Mas de 120 min	Más de 120 min	Más de 120 min	Más de 120 min	Más de 120 min	Más de 120 min	Mas de 120 min	Más de 120 min
	Partidos de competición	1/sem	2/sem	1/sem	1/sem	1/sem	1/sem	1/sem	1/sem	1/sem
	Posición que ocupa en juego	Centro/ Poste	Ala	Ala	Poste	Ala	Poste	Poste	Ala	Ala
Historia de lesiones	Presenta lesión actualmente	No	No	No	No	No	No	No	No	No
	Lesiones a lo largo de su carrera deportiva	3 esguin- ce tobillo derecho 1 esguin- ce tobillo izquierdo	Desgar- re aducto- res derecho	Esguin- ce tobillo derecho	No	Esguin ce de liga- mento colate- ral lateral de rodilla bilate- ral	Esguin ce de liga- mento colate- ral lateral de rodilla dere- cha	No	2 Esguin ce de tobillo dere- cho, 1 des- garre isquioti biales	No
	Miembro inferior con mayor no. De lesiones	D	D	D	No	D	D	I	D	D
	Tiempo de la última lesión	>2años	>2años	>2 años	No	1-2 años	>2 años	1-6 meses	1-6 meses	>2 años

Continuación:

Patología deportiva de origen traumático	Tendinitis infrapatelar	No	No	No	No	No	Tendinitis pata de ganso	No	Tendinitis infrapatelar
Utiliza algún programa de prevención	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Utiliza equipo de protección (rodillera, tobillera, vendaje)	No	No	No	No	No	No	No	No	No

Anexo 3. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

La Fisioterapia es el tratamiento de la persona para evaluar, impedir, corregir, aliviar y limitar o disminuir la incapacidad física, alteración del movimiento, funcionalidad y postura, así como el dolor que se deriven de los desórdenes, congénitos y de las condiciones del envejecimiento, lesión o enfermedad (daño o procedimiento quirúrgico). La Fisioterapia tiene como fin más significativo restaurar las funciones físicas perdidas o deterioradas y utiliza como tratamiento los agentes y medios físicos como la electricidad, el movimiento, el masaje o manipulación de los tejidos y las articulaciones, el agua, la luz, el calor, el frío, etcétera.

La práctica de la Fisioterapia tiene pocos riesgos, sin embargo es necesario dar a conocer algunas consecuencias que se pueden producir durante el desarrollo de los tratamientos, tales como:

- El paciente puede experimentar dolor muscular en los primeros tratamientos.
- El mareo y las náuseas pueden llegar a ocurrir pero serán síntomas temporales.
- En casos esporádicos los defectos físicos subyacentes, las deformidades o las patologías como huesos débiles por la osteoporosis pueden volver al paciente susceptible de lesión.
- La aplicación de termoterapia puede generar irritación de la piel hasta la aparición de quemaduras.
- Durante la aplicación de electroterapia puede llegar a presentarse ligera irritación de la piel hasta aparición de quemaduras eléctricas y úlceras.

En el ejercicio de la Fisioterapia, existen algunas contraindicaciones que se deben notificar, ya que éstas pueden alterar los resultados del tratamiento o poner en riesgo al paciente. Dichas contraindicaciones son:

- A) Absolutas
 - Tumores malignos
 - Cardiopatías descompensadas, endocarditis activas, hemopatías, tuberculosis.
 - Bronquitis crónica descompensada.
 - Trombosis o hemorragias activas.
 - Marcapasos y/o dispositivos intracardiacos (Electroterapia)
- B) Relativas.
 - Derrame sinovial, hemartros y heridas recientes de partes blandas.
 - Artritis infecciosa.
 - Dermatología: micosis y dermatitis piógena.
 - Epilépticos no controlados y síndromes coréicos.
 - Cualquier herida abierta, en la zona a tratar.
 - Hipertensión arterial y varices sin control.
 - Pacientes que puedan propagar algún tipo de infección debido a la patología que sufren.
 - Enfermedades agudas con fiebre.
 - Estados febriles y/o de debilidad extrema.
 - Enfermos terminales.
 - Incontinencia de esfínteres (hidroterapia)
 - Enfermedades de la piel en el caso de aguas sulfatadas (hidroterapia).
 - Implantes metálicos internos como endoprótesis, material de osteosíntesis, etc.
 - Alteraciones de la sensibilidad.
 - Aplicaciones abdominales y lumbares durante la menstruación (Electroterapia, termoterapia)
 - Embarazo o sospecha del mismo.

He leído la información que ha sido explicada en cuanto al consentimiento.

Firmando abajo consiento que:

1. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre el examen, valoración y tratamiento de forma suficiente y comprensible.
2. Entiendo y consiento en ser valorado y tratado por un estudiante de fisioterapia supervisado por el responsable del área correspondiente.
3. Entiendo que al ser paciente de la clínica universitaria, estaré sometido a cambios frecuentes de fisioterapeuta sin previo aviso.
4. Declaro no encontrarme en ninguna de los casos de las contraindicaciones especificadas en este documento.
5. Declaro haber facilitado de manera real y verdadera los datos sobre estado físico y salud de mi persona que pudiera afectar a las pruebas y tratamientos que se me van a realizar.
6. Asimismo decido, dentro de las opciones clínicas disponibles, dar mi conformidad, libre, voluntaria y consciente a los tratamientos y métodos de valoración y diagnóstico que se me han informado.

NOMBRE Y FIRMA DEL PACIENTE

AUTORIZACIÓN DEL FAMILIAR O TUTOR

1. En calidad de (padre, madre, tutor legal, familiar, allegado, cuidador), decido, dentro de las opciones clínicas disponibles, dar mi conformidad libre, voluntaria y consciente a la técnica descrita para las pruebas necesarias para la formulación de mi expediente clínico y los tratamientos explicitados en mi historia clínica.
2. Prestar autorización para las valoraciones y los tratamientos explicitados en el presente documento de forma libre, voluntaria, y consciente.

NOMBRE Y FIRMA DEL FAMILIAR O TUTOR

FISIOTERAPEUTA

Yo, _____; estudiante de la Licenciatura en Fisioterapia y practicante en La Clínica de Fisioterapia de la ENES UNAM Campus León, Guanajuato, declaro haber facilitado al paciente y/o persona autorizada, toda la información necesaria para la realización de las valoraciones, pruebas y tratamientos explicitados en el presente documento y declaro haber confirmado, inmediatamente antes de la aplicación de la técnica, que el paciente no incurre en ninguno de los casos contraindicación relacionados anteriormente, así como haber tomado todas las precauciones necesarias para que la aplicación de los tratamientos sea correcta.

Anexo 4. Historia Clínica



HISTORIA CLINICA Y EVALUACIÓN INICIAL PARA INVESTIGACIÓN "LA ESTIMULACIÓN DE COORDINACIÓN NEUROMUSCULAR Y PROPIOCEPCIÓN EN FISIOTERAPIA DEPORTIVA PARA LA PREVENCIÓN DE LESIONES"

DATOS PERSONALES

- NOMBRE:
- EDAD:
- SEXO:
- FECHA DE NACIMIENTO:
- LUGAR DE NACIMIENTO:
- ESTADO CIVIL: *NO. DE HIJOS
- TELÉFONO:
- E-MAIL:

DATOS ANTROPOMÉTRICOS

- PESO:
- ALTURA:

DATOS PERSONALES NO PATOLÓGICOS:

- TABAQUISMO:
- ALCOHOLISMO:
- FARMACODEPENDENCIA:
- ACTIVIDAD FÍSICA:

DATOS PERSONALES PATOLÓGICOS:

Anexo 5. Historia deportiva y de lesiones

DATOS DEPORTIVOS

- ¿Cuántos entrenamientos realizar semanalmente?
1 a la semana 2 a la semana 3 a la semana Más de 3 a la semana
- ¿Cuánto tiempo dedicas al entrenamiento?
30-60 min 60-90min 90-120min Más de 120 min
- ¿Cuántos partidos de competición tienes semanalmente?
1 a la semana 2 a la semana 3 a la semana Más de 3 a la semana
- ¿Qué posición ocupas en el terreno de juego?
Ala Defensa/Poste Centro

- Pierna dominante
Izquierda Derecha

HISTORIA DE LESIONES PREVIAS

- ¿Actualmente alguna lesión del Miembro Inferior tratada por un médico o fisioterapeuta?
SI NO ¿Cuál?
- ¿Has sufrido alguna lesión de miembro inferior a lo largo de tu carrera deportiva?
SI NO ¿Cuál?
- ¿En qué miembro inferior has sufrido un mayor número de lesiones?
Izquierdo Derecho
- ¿Cuánto tiempo ha pasado desde tu última lesión en miembro inferior?
< 1 mes 1-6 meses 6 meses-1 año 1-2 años >2 años
- ¿Te han diagnosticado con alguna patología deportiva de origen traumático?
SI NO ¿Cuál?

METODO DE PREVENCIÓN DE LESIONES

- ¿Has realizado algún programa de prevención de lesiones ?
Si No
- ¿Empleas, actualmente, algún tipo de protección en miembro inferior como tobilleras, rodilleras o vendaje funcional?
Si No ¿Cuál?

Anexo 6. Carta de consentimiento dirigida al entrenador



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD LEÓN

Asunto: Carta de petición

León, Guanajuato, A 15 de agosto del 2016

Dr. MAURICIO ALBERTO RAVELO IZQUIERDO

COACH DE EQUIPO DE BASQUETBOL FEMENIL DE LA ENES UNAM

PRESENTE

Por medio de la presente carta solicito a usted que me sea permitido llevar a cabo el proyecto de investigación de **"La función del fisioterapeuta en un programa de estimulación propioceptiva y coordinación neuromuscular para la prevención de lesiones en un equipo de básquetbol femenino"** con las jugadoras pertenecientes a su equipo, dicha investigación se llevará a cabo en las instalaciones de la ENES UNAM, en la clínica de Fisioterapia. La muestra necesaria para llevar a cabo este proyecto de investigación será de el total de jugadoras pertenecientes al equipo actualmente, a las cuales se realizará una valoración clínica y física así como realizar ejercicios pertenecientes al protocolo de la investigación, terminando la muestra no se realizará más participación de mi parte.

Sin más por el momento, me despido de usted, esperando una respuesta favorable.

ATENTAMENTE

P.F.T. Beatriz García Hernández

Anexo 7. Cuestionario de Eficacia

CUESTIONARIO DE EFICACIA DEL PROGRAMA DE EJERCICIOS

- Pudiste realizar sin problema todos o la mayoría de los ejercicios seleccionados:

SIEMPRE LA MAYORIA DE LAS VECES POCAS VECES NUNCA

- En cuanto a rendimiento deportivo, crees que el programa de ejercicios mejoró tu rendimiento deportivo en entrenamientos y competición:

SI NO

- Como calificarías el programa de ejercicios para la prevención de lesiones realizado:

MUY MALO MALO REGULAR BUENO MUY BUENO EXCELENTE

- Recomendarías el plan de ejercicios empleado como método de prevención de lesiones en deportistas

SI NO