



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Enfermería

Maestría en Ciencias de la Rehabilitación en el Movimiento Humano

Efectos del entrenamiento excéntrico de isquiotibiales en la potencia y la agilidad en futbolistas amateurs.

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestría en Ciencias de la Rehabilitación en el Movimiento Humano

Presenta:

Luis Alfonso Moreno Ponce de León

Dirigido por:

Arely Guadalupe Hernández Morales

M.A. Arely Guadalupe Morales Hernández

Presidente

Firma

M.C.I: Ángel Salvador Xequé Morales

Secretario

Firma

M.C.E. Sandra Mariana Chávez Monjarás

Vocal

Firma

Dra. I.E. Verónica Margarita Hernández Rodríguez

Suplente

Firma

Dr.en I.E. Julio Cesar Méndez Ávila

Suplente

Firma

M.C.E. Ma. Guadalupe Perea Ortiz
Directora de la Facultad

Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Junio 2020

RESUMEN

Anualmente cerca de 400 millones de personas juegan fútbol en el mundo, lo que ha hecho que cada vez exista una mayor búsqueda en la eficacia de entrenamientos. El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos del entrenamiento excéntrico de isquiotibiales en la potencia y la agilidad en futbolistas amateurs. Se utilizó un diseño cuasi experimental. En un periodo de 4 semanas con sobrecarga progresiva, se aplicó a un equipo de fútbol con 11 sujetos 15.27 ± 1.10 años de edad, 5 en el grupo control (GC) y 6 en el grupo intervención (GI), medidos mediante el test Pro Agility y salto vertical. Los resultados en el GC mostraron una agilidad media pre-test $5.5 \text{ seg} \pm 0.2$ y post-test $5.5 \text{ seg} \pm 0.2$ y el GI una media de $5.3 \text{ seg} \pm 0.2$ pre test y pos-test $5.3 \text{ seg} \pm 0.3$. El salto vertical para GC 49.4 ± 2.5 cm y postest 47.2 ± 3.0 mientras GI con una media 43.8 ± 4.5 pretest y postest 49.8 ± 6.4 (99%). Conclusiones: el entrenamiento excéntrico tiene tendencia a mejorar el desempeño en la potencia muscular, sin embargo, no muestra una mejoría en la agilidad.

PALABRAS CLAVE: Entrenamiento excéntrico, potencia, agilidad, futbol amateur.

ABSTRACT

Annually near 400 million persons play soccer in the world, which does that every time a major abundance exists in the integration of teams. The objective of this work was to analyze the effects of the eccentric training of hamstrings in the power and the agility in amateur soccer players. It was used a quasi-experimental design in a period of 4 weeks with progressive overload, 15.27 were applied to a soccer team by 11 subjects \pm 1.10 years of age, 5 in the group control (GC) and 6 in the experimental group (GI), measured through the test Pro Agility and vertical jump. The results in the GC showed a median agility pre-test 5.5 seg \pm 0.2 and post-test 5.5 seg \pm 0.2 and the (GI) a median of 5.3 seg \pm 0.2 pretest and pos-test 5.3 seg \pm 0.3. The squat jump, with a median GC 49.4 \pm 2.5 cm and posttest 47.2 \pm 3.0 meanwhile GI 43.8 \pm 4.5 pretest and posttest 49.8 \pm 6.4 (99%). Conclusions: the eccentric training has trend to improve the performance in the muscular power, nevertheless it does not show an improvement in the agility.

KEY WORDS: Eccentric training, power, agility, amateur soccer.

Índice	
I. Introducción	6
Planteamiento del problema	7
Justificación	10
II. Antecedentes	12
Contracción muscular	14
Tipos de contracción muscular	16
Tipos de fibras musculares.....	16
Anatomía de los músculos isquiotibiales de rodilla.....	17
Movimiento de los músculos isquiotibiales	18
Movimientos funcionales de los isquiotibiales.....	18
Entrenamiento excéntrico	18
Ejercicio excéntrico:	18
Características de la contracción excéntrica	18
Métodos del entrenamiento excéntrico.....	19
Beneficios del entrenamiento excéntrico:	21
Limitaciones del entrenamiento excéntrico.....	21
Limitaciones del entrenamiento excéntrico y dispositivos	22
Ejercicio excéntrico en isquiotibiales	22
Agilidad.....	23
Ciclo de estiramiento-acortamiento	26
Estudios Relacionados entre el COD y ECC:	27
IV. Objetivos:.....	31
Objetivo General	31
Objetivo específicos	31
III. Hipótesis	32
V. Metodología.....	33
Descripción de la población.....	33
Universo y muestra.....	33
Descripción de las pruebas	34

Pro-Agility 5-10-5 yardas (4.5-9-4.5 m)	34
Salto Vertical	35
Pruebas o valoraciones	40
Confiabilidad.....	40
Instrumento	40
Plan de análisis	41
Ética del estudio:	42
IV. Resultados y Discusión	44
Discusión	46
VII. Conclusión.....	49
VIII. Referencias	51
IX. Anexos	60
Consentimiento Informado de Evaluaciones Físicas	60

Índice de Tablas

Tabla 1. Periodización Táctica	38
Tabla 2. Periodización entrenamiento excéntrico	40
Tabla 3. Operacionalización de variables	41
Tabla 4 Resultados grupo control	44
Tabla 5. Resultados grupo intervención.....	45

Índice de Figuras

Figura 1 Habilidades Biomotoras	24
---------------------------------------	----

I. Introducción

Anualmente cerca de 400 millones de personas juegan fútbol en el mundo (1) lo que hace que cada vez exista una mayor afluencia en la integración a equipos, que van desde amateurs, semiprofesionales y profesionales. Éste deporte que se caracteriza por gestos técnicos como golpeo de balón, pase, recepción, regate, cabeceo y quitar el balón (2).

En este sentido se sabe que las acciones clave en este deporte son gracias a las habilidades motoras del jugador, basados en el metabolismo anaeróbico la velocidad, potencia y agilidad. Donde cualquier manifestación de estos como el sprint, salto, robar balón al oponente, cambio en la aceleración, generarán una ventaja o desventaja sobre el rival (3). Esto a su vez involucra tener demandas musculares en una fase de aceleración y una fase de frenado, donde los isquiotibiales se consideran actores principales. Sin embargo, al tener debilidad en estos músculos puede significar una disminución del rendimiento (4).

Por otro lado se ha descrito que la aplicación del entrenamiento excéntrico tiene efectos en la potencia y la agilidad como se demostró (5) en test funcionales de agilidad donde se observó una disminución de tiempo en la realización, y un incremento en la distancia en la potencia con el salto horizontal tanto para la extremidad dominante y no dominante y que además tiene efectos positivos en la prevención de lesiones de los músculos isquiotibiales (6).

Bajo esa premisa esta tesis consistió en ejecutar un programa de ejercicios excéntricos de isquiotibiales, durante 4 semanas, dividido en dos grupos uno de control y uno de intervención, donde se realizaron mediciones pre y post programa con la finalidad de analizar las respuestas en la potencia y la agilidad en el equipo amateur Tigres Blancos de Morelia de cuarta división afiliado a la Federación Mexicana de Fútbol (FMF).

Planteamiento del problema.

El balompié se ha caracterizado por ser un deporte altamente competitivo (1) es así como entrenadores y futbolistas requieren técnicas y/o ejercicios de entrenamiento que mejoren el rendimiento deportivo desde la perspectiva de habilidades motoras y gestos deportivos. A pesar de que el proceso de entrenamiento necesita de una evaluación que permita objetivar las condiciones actuales, realizar un diagnóstico, proponer objetivos, programar conductas y luego ejecutarlas para modificar el proceso de juego, muchas veces esto no se realiza por completo, lo que ha generado que la práctica deportiva se base en modelos empíricos u obsoletos, e incluso de una dudosa efectividad, dejando de lado ejercicios que podrían beneficiar a los jugadores de manera más específica, tal como lo son los ejercicios de fuerza.

De ahí que una de las capacidades motoras que se destacaban en este deporte, es la agilidad y la potencia, especialmente en las demandas de cambio de dirección, como el sprint, el frenado y aceleración. Estas a su vez son muy valoradas en el rendimiento deportivo ya que pueden ayudar en jugadas clave donde los atletas alcanzan altas velocidades y por tanto requieren desacelerar de manera inmediata (7) lo que demanda a los músculos isquiotibiales a contraerse excéntricamente flexionando la rodilla, reduciendo así el movimiento frontal generando el frenado (8).

Otros movimientos que involucran a los isquiotibiales, son los movimientos repetidos como el regate, robar el balón, y golpeo de balón, éste último es un ejercicio de cadena abierta con activación funcional de los músculos isquiotibiales activados de manera concéntrica a excéntrica, para dar paso a una aceleración de la pierna y el pie permitiendo una acción óptima de golpeo (9). Hay que destacar durante la carrera los isquiotibiales se activan en la última fase de vuelo alargándose rápidamente encontrando una flexión de cadera y extensión de la rodilla con cambios rápidos de excéntrico a concéntrico al no tener desarrollada la fuerza excéntrica, los músculos cuádriceps y el ligamento cruzado anterior de rodilla soportan en su mayoría el frenado, sometiéndolos a la presencia de fuerza inerciales de torsión, traslación anterior y carga en movimientos de flexión de rodilla de cadena cerrada las cuales podrían atribuir a lesiones en la rodilla y al propio

músculo ya que al no tener una contracción excéntrica en isquiotibiales no existe un frenado adecuado (10) lo que representa que al realizar movimientos rápidos, repetidos, y potentes de esta índole pueden condicionar a los jugadores a sufrir lesiones.

Debido a los esfuerzos realizados en el fútbol donde se tienen movimientos rápidos estos involucran cambios de dirección donde aparecen cada 2-4 segundos y se hacen aproximadamente 1200 a 1400 cambios de dirección durante un partido de fútbol (11), esto hace que la agilidad sea un componente muy importante para la forma física del futbolista, hay que señalar que al tener fuerza excéntrica se (12) tiene un óptimo rendimiento ya es necesaria para frenar y acelerar lo más rápido posible, esto hace susceptible que los cambios de dirección sean un mecanismo de lesiones (13). Hay diferentes factores de riesgo asociados con las lesiones musculares, pero uno de los factores más importantes es la deficiencia de fuerza (14).

Actualmente el equipo Tigres Blancos de Morelia realiza entrenamientos con una frecuencia de 4 días por semana. Sin embargo, a pesar de que se trabaja la fuerza en su forma tradicional, la eficacia de este tipo de método de entrenamiento se limita a acciones concéntricas con poca activación de la fase excéntrica, enfocado bajo un método global de juego, es decir, el entrenamiento basado en la táctica no en la separación de los componentes de las capacidades físicas y de la importancia de los grupos musculares que sufren mayor demanda. De ahí surge la pregunta de investigación

El equipo amateur de cuarta división afiliado a la Federación Mexicana de Fútbol (FMF) ubicado en Morelia cuenta con competiciones a nivel estatal. y a pesar de que el ejercicio excéntrico en jugadores de fútbol se ha extendido cada vez más entre los deportistas y entrenadores de alto rendimiento. Este equipo no contempla dicho entrenamiento como benefactor del desempeño de los jugadores, ni mucho menos la importancia de las acciones de los músculos isquiotibiales en los gestos técnicos mencionados con anterioridad.

¿Cuáles son los efectos del entrenamiento excéntrico de isquiotibiales en la respuesta de potencia y agilidad en futbolistas amateur?

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Justificación

En el fútbol existen frecuentes cambios de dirección, sobre todo dentro de los partidos de competición, lo cual ha despertado el interés de esta investigación por crear un programa de entrenamiento excéntrico en los músculos isquiotibiales para la medir el efecto sobre la agilidad y la potencia, para ello se aplicó un programa con ejercicios excéntricos con una duración de 4 semanas, comenzando con una evaluación antes de iniciar el programa y otra al finalizar el mismo, con el fin de comparar la mejora de dicho programa. Además, de crear una base en este equipo de un antecedente de la aplicación de un programa de fuerza accesible.

Este programa pretendió mejorar la agilidad y potencia del grupo intervención mediante ejercicios excéntricos y por consiguiente beneficiar al entrenador mediante la optimización de su plan de entrenamiento. De modo que el programa podrá replicarse a otros atletas que compartan movimientos de cambio de dirección.

Siendo de utilidad también para el área de investigación en ciencias del deporte en México ya que sentará las bases para futuros estudios y así conocer una dosificación adecuada del entrenamiento excéntrico en diferentes deportes que contengan el ciclo de estiramiento-acortamiento.

La trascendencia de conocer los efectos de la agilidad y potencia con la finalidad de descubrir si hay una relación positiva del entrenamiento excéntrico con la mejora del rendimiento específicamente la su componente de cambios de dirección y salto, así como sus efectos funcionales en la vida diaria, los atletas fueron beneficiados con el programa debido a que tuvieron una mejor capacidad de soportar las fases de la transición del ataque - defensa y viceversa ya que estos movimientos involucran los cambios de dirección y la oportunidad de soportar durante estas fases de frenado con un mejor rendimiento.

La factibilidad del estudio conto con los recursos materiales y humanos para poder alcanzar su término, se contaron con los nexos y las facilidades del entrenador y los atletas para poder implementar el programa. El costo del estudio no fue una carga

monetaria para los mismos, con ello se previó que la participación fuera con un compromiso tanto del investigador como de los sujetos a participar.

El impacto del estudio fue el de mejorar el rendimiento deportivo de los jugadores, y con ello evaluar si el fortalecimiento de los músculos isquiotibiales, mediante el entrenamiento excéntrico tuvo un efecto positivo en la agilidad y potencia de futbolistas jóvenes. Además de que el ejercicio excéntrico sería beneficioso para la institución ya que, si el entrenamiento es efectivo, se disminuirán la posibilidad de lesión y por ende una menor deserción a las sesiones y competencias.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

II. Antecedentes

El fútbol es un deporte de confrontación de dos equipos con 11 jugadores donde el objetivo es marcar la mayor cantidad de goles en la portería contraria sin recibir anotaciones, dentro del juego hay varias habilidades, estrategias y elementos físicos que se requieren para tener un rendimiento óptimo (2).

En el fútbol también se encuentran posiciones especializadas como lo son portero, defensa, medio y delantero la características de estos jugadores puede ser muy específica ya que todos requieren ciertas demandas físicas como por ejemplo los delanteros deben tener habilidad de ser explosivo, rápido para encontrar espacios en la defensa contraria para marcar anotaciones y ser potente para tener un gran nivel de definición para anotar goles, el medio requiere agilidad para adaptarse al ritmo de juego y poder articular o desarmar pases cortos o largos y el defensa debe de ser explosivo para robar balón y saltar más alto que el equipo rival para interceptar el balón (15).

Sin embargo un componente a estudiar en el futbol es la agilidad, la cual es una capacidad compleja integrada por diferentes facetas con el equilibrio, movilidad, control motor, potencia, fuerza y velocidad y por sus contracciones musculares excéntrica-concéntrica, en los isquiotibiales aparece de manera repetida en diversas situaciones del juego como cambios de dirección, velocidad de frenado en el sprint, el sprint, desmarque de un contrario, tacleo, robar el balón, golpeo de balón y el dribbling, todas estas acciones determinan jugadas claves dentro de un partido de fútbol (1). Esto puede condicionar a los jugadores a tener deficiencias en la fuerza de músculos isquiotibiales, tal como fue demostrado en un estudio longitudinal de siete años en el futbol profesional europeo, donde se incluyeron a 23 clubes que pertenecen a los mejores 50 clubes de la UEFA. Los resultados mostraron que los desgarros musculares se localizan principalmente en los muslos en un 17%, en la cara anterior y posterior (16). Lo que manifiesta que la repercusión de una lesión no sólo implica la disminución de la forma deportiva, sino además el costo de lesiones para el individuo y los clubes, así como la predisposición a generar

nuevas lesiones ya que las fibras musculares no se recuperan al 100% tras una lesión.

Por otro lado, se ha descrito que el mecanismo de lesión muscular del cuádriceps aparece en su máxima elongación del recto femoral cuando es alcanzado durante la fase temprana del sprint, mientras que en los músculos isquiotibiales aparecen durante la segunda mitad de la fase del golpeo cuando están en su máximo estiramiento, es por eso que estas deficiencias aparecen en la contracción excéntrica (13). Hay diferentes factores asociados con las lesiones musculares, pero uno de los factores más importantes es la deficiencia de fuerza (14).

Sin embargo, a pesar de que se trabaje la fuerza en su forma tradicional, la eficacia de este tipo de método de entrenamiento se limita a acciones concéntricas con poca activación de la fase excéntrica, por eso la utilización de un diseño de entrenamiento excéntrico para una activación adecuada durante el trabajo de fuerza muscular. Es así que en diferentes estudios se propone que la implementación de ejercicios excéntricos reduce la incidencia de lesiones musculares en jugadores de fútbol y mejora el rendimiento físico (17), donde el objetivo era analizar el efecto de entrenamiento excéntrico con dos ejercicios que eran concentrado de pierna y media sentadilla con maquina isoercial aplicado a 36 jugadores menores de 17 y 19 años los cuales fueron asignados en dos grupos, un grupo control y uno experimental durante la pretemporada donde los participantes se sometieron a un programa de entrenamiento excéntrico con una frecuencia de 1 o 2 sesiones por semana con 3 a 6 series durante 10 semanas, se demostró que hubo una disminución en lesiones musculares de los isquiotibiales, y una mejora de rendimiento en salto vertical en un 46% y sprint 10 m y 20 m y 10 m volados en un 22%, 21% y 17%.

Otro estudio realizado por se aplicó un programa de entrenamiento excéntrico con la aplicación del ejercicio NHE (Nordic Hamstring Exercise) en conjunto con un programa de flexibilidad durante el calentamiento de 18 equipos durante el segundo año de intervención mientras que el primer año sirvió de base, con el cual al parecer

se disminuyeron las lesiones musculares de los isquiotibiales, pero no se evaluaron medidas de rendimiento deportivo (18)(19).

En investigaciones realizadas por Brughelli et. al., en el 2010 se encontró que los efectos del entrenamiento excéntrico aplicados a 28 participantes de la segunda división española divididos aleatoriamente en un grupo control y un grupo de intervención en la pretemporada con una duración de 4 semanas a jugadores de fútbol profesional tanto para los músculos flexores y extensores de pierna. Los resultados mostraron que no hubo cambios significativos en la fuerza, no obstante, se apreció un crecimiento óptimo de la longitud de los flexores y extensores de rodilla, también se aprecia que no hubo lesiones reportadas en el grupo intervención mientras que el grupo control sufrieron dos desgarros musculares (20).

En otra investigación realizada por Schache aplicó un programa preventivo con el ejercicio excéntrico durante 10 semanas en el estudio se escogieron a 945 jugadores de los cuales fueron elegidos los 5 primeros mejores jugadores de 54 equipos divididos en 28 equipos para el grupo control y 26 equipos para intervención a los cuales se les aplicó un entrenamiento excéntrico en los músculos flexores de rodilla con el ejercicio llamado Nordic Hamstring Exercise (NHE) el cual comienza cuando el jugador se inclina y el tronco superior comienza a inclinarse al frente y los femorales comienzan a resistir la caída del tronco superior del cuerpo de los cuales los jugadores completaron 2-3 series de 5 a 12 repeticiones con una frecuencia de 1 a 3 sesiones por semana a trabajar con resultado de disminución de desgarramiento en femorales (21).

Contracción muscular

Cuando el músculo esquelético se estimula este se contrae excéntricamente o concéntricamente para producir fuerza, este proceso es iniciado por un potencial de acción transmitido del sistema nervioso hacia la célula muscular, ya que conlleva la utilización de energía y la interacción de procesos metabólicos este mecanismo se le llama la teoría del filamento deslizante.

Las estructuras de la contracción muscular se basan cuando el impulso nervioso es recibido por el sarcómero, donde los filamentos de actina que está constituida por dos filamentos que forman una doble hélice enroscadas una a la otra, además la actina tiene dos proteínas que interactúan en conjunto como la tropomiosina es larga proteína en espiral alrededor de la actina y se recarga en los surcos del filamento de la actina esta inhibe el contacto entre la actina y la miosina cuando se realizan los puentes cruzados o en reposo, mientras que la troponina tienen una gran afinidad con iones de Ca^{2+} este sirve de manera crucial en la contracción muscular. La miosina es un filamento grueso que contiene dos cabezas de miosina que con las que se unen a las cadenas de proteínas.

La teoría del filamento deslizante consta de los cambios en la longitud del músculo cuando la miosina y actina se deslizan uniéndose donde la troponina libera iones de Ca^{2+} adhiriéndose a las cabezas de miosina.

Secuencia para producir el filamento deslizante en la contracción muscular:

1. Músculo recibe el potencial de acción de la motoneurona
2. Una vez recibido el potencial de acción impulso viaja a través del túbulo transversal hacia el retículo sarcoplasmático
3. Retículo sarcoplasmático libera iones de Ca^{2+} al sarcoplasma
4. Mientras en estado de reposo la tropomiosina se une con los sitios anclaje con los filamentos de actina, una vez liberados los iones de Ca^{2+} se unen con la troponina el cual
5. Puentes cruzados de miosina pueden unirse hacia los filamentos de actina
6. Los puentes cruzados de miosina son activados uniéndose con la actina, cambiando mecánicamente mediante un giro alrededor de la posición fija
7. Esta acción causa que los filamentos de actina se deslicen sobre la miosina resultado en una contracción muscular
8. Las cabezas de miosina contienen la enzima ATPasa que acelera la división de la ATP creando ADP y energía
9. Inmediatamente después de la contracción entre los puentes cruzados de miosina se despegan de sus receptores.

10. La acción termina cuando la estimulación termina se detiene la liberación de Ca^{2+} y se remueven con esto la troponina se desactiva así el receptor de sitios de los puentes cruzados de miosina, regresando a su estado relajado (22).

Tipos de contracción muscular

Existen 4 tipos de contracción los cuales se caracterizan de la siguiente manera (23).

) Excéntrica: los puentes cruzados de miosina se someten a movimientos de adhesión y jalados de las moléculas de actina, la diferencia es que las líneas Z se mueven aparte debido a la longitud muscular, este tipo de contracción es realizada cuando se alarga la fibra muscular.

Isométrica: involucra la producción de fuerza sin movimiento de la articulación o acortamiento de las fibras musculares. Los puentes cruzados de miosina continúan enlazándose, girándose y despegándose, pero se vuelven a unir en el mismo sitio por no haber movimiento en el sarcómero.

Isocinético: es el movimiento dinámico que ocurre a una velocidad constante, el torque de fuerza se produce durante todo el rango de movimiento.

Concéntrica: ocurre mientras el músculo produce torque o fuerza y se acorta debido a la contracción y unión de los puentes cruzados de miosina y actina.

Tipos de fibras musculares

En los músculos existen dos tipos de fibras musculares, estas tienen diferentes características contráctiles y metabólicas, la diferencia radica en su capacidad aeróbica o anaeróbica encontrándose dos tipos de fibras una de contracción lenta, las fibras son clasificadas en tipo I y dividida en Ic y las otras de contracción rápida, las fibras tipo II que a la vez estas se subdividen en tipo IIa y IIb (24).

Fibras de contracción lenta: con fibras tipo I, sus características principales son de fuerza de producción baja, resistencia a la fatiga, su nivel de capilares es mayor que las fibras rápidas su capacidad glucolítica es baja comparado con su capacidad oxidativa es alta al igual que su contenido en mioglobina y su densidad mitocondrial (25).

Fibras de Contracción rápida: Las fibras rápidas en sus características generales presenta una rápida contracción esto se debe al movimiento de los puentes cruzados que exponen una velocidad de acortamiento mayor, alta capacidad glucolítica y alta producción de fuerza esto es debido a un mayor contenido de los puentes cruzados de miosina, estas peculiaridades son requeridas en sprint o levantamiento de peso (26), sin embargo, al estar divididas en dos tipos IIa y IIb presentan las siguientes diferencias:

Tipo IIa: Su capacidad de la actividad miofibrilar de la enzima ATPasa es alta, su capacidad de resistencia a la fatiga es moderada y su capacidad oxidativa es igual a su contenido de mioglobina siendo intermedio al igual que su densidad capilar y mitocondrial.

Tipo IIb: Su capacidad de producción de fuerza es alta, su capacidad de resistencia a la fatiga es baja, y su contenido de mioglobina, capilar y mitocondrial es bajo.

Estas diferencias hacen importante para la selección de atletas dependiendo de los procesos metabólicos de cada deporte, como por ejemplo atletas capacidad anaeróbica como velocistas su predominancia son las fibras tipo II mientras que los atletas de predominancia aeróbica son de tipo I como corredores de distancias largas (27).

Anatomía de los músculos isquiotibiales de rodilla

Los músculos isquiotibiales son un grupo muscular que se localiza en la parte posterior del muslo, conformado de tres músculos, los cuales se encuentran en posición medial como lo es el semimembranoso y a nivel más lateral son los músculos semitendinosos y bíceps femoral (28).

Semimembranoso: Origen de este músculo es en la tuberosidad isquiática y su inserción es la parte posterior del cóndilo medial de la tibia

Semitendinoso: Origen en la tuberosidad isquiática y la inserción en la superficie superior medial de la diáfisis de la tibia

- Bíceps femoral: Origen del bíceps femoral se encuentra con dos cabezas la cabeza larga se origina en la tuberosidad isquiática y la cabeza corta en la

línea media áspera del fémur su inserción es en la cabeza del peroné (porción superior) y la cara lateral de la tibia.

Movimiento de los músculos isquiotibiales

La función principal es la flexión de rodilla donde se acorta o acercar el ángulo entre el fémur y la pierna hacia la cadera es caracterizado del movimiento del talón hacia el glúteo, también la extiende la articulación coxofemoral, producen rotación interna cuando la rodilla esta flexionada los músculos semimembranoso y semitendinoso, mientras que la rodilla esta flexionada el bíceps femoral rota lateralmente la pierna.

La inervación de estos músculos son ramificaciones del nervio ciático, L4, L5, S1 S2 y S3.

Movimientos funcionales de los isquiotibiales.

Al correr o en la marcha, estos músculos ralentizan la bajada de la pierna al final de la fase balanceo y previene la flexión del tronco sobre la articulación coxofemoral. Estos músculos son muy utilizados en diferentes deportes como el sprint, salto de vallas, saltos y halterofilia además del fútbol (29).

Entrenamiento excéntrico

Ejercicio excéntrico:

El entrenamiento excéntrico se basa en la contracción excéntrica que es la actividad muscular que ocurre al momento de aplicar una fuerza sobre el músculo y este excede momentáneamente su fuerza resultando en un alargamiento del mismo (30). Por su naturaleza al ser una contracción de alargamiento en el músculo estriado, esta aparece al caminar cuesta abajo o posición semi-sentadilla antes de saltar, además la capacidad de producción de fuerza es mucho mayor que las contracciones isométricas o concéntricas (22), este tipo de entrenamiento también tiene la habilidad de hipertrofiar y producir daño al tejido muscular.

Características de la contracción excéntrica

La contracción excéntrica posee la característica molecular que durante la contracción los filamentos de la actina y miosina son activados por vía neural y estas

se entrecruzan por medio la teoría del movimiento deslizante es por eso que se ha propuesto que la activación de una segunda cabeza de miosina con actina esto incrementa el número total de puentes cruzados y esto no permite finalizar el ciclo de acortamiento por lo cual al ser suspendido se aplica un rebote de la actina desenganchándose y volviendo a enganchar rápidamente obteniendo así una contracción excéntrica (30).

El entrenamiento excéntrico se basa en ejercicios donde el componente mayor reside en las contracciones musculares excéntricas, estas suceden al momento de alargar el músculo puede ser precedido de una contracción isométrica o concéntrica o iniciarla al comienzo de un ejercicio (31) como el Nordic Hamstring Training (NHE), además estos tienden a ser ejercicios son ejecutados en contra de la gravedad (32), siempre presentándose cuando hay mayor amplitud de movimiento de las articulaciones, la adaptación de un ejercicio en principio produce una lesión en un esto se debe a la interrupción de las miofibrillas que en seguida de una adaptación lograda por el organismo para proteger al músculo ante tal propiedad mecánica (33). La contracción excéntrica puede producir daño muscular que típicamente se manifiesta cuando se presenta fuerza isométrica máxima y una mayor amplitud del rango de movimiento, además aparece dolor muscular, no obstante, cuando las series del ejercicio excéntrico son repetidas aparece el dolor muscular inducido por el ejercicio este, se reduce (34). Las adaptaciones del entrenamiento excéntrico son rigidez pasiva y dinámica este efecto se refiere a propiedades elásticas de extensibilidad del músculo cuando está activado y la rigidez pasiva cuando el músculo esta relajado, consiguiéndose después de un trabajo excéntrico.

Métodos del entrenamiento excéntrico

En el entrenamiento de fuerza es importante mencionar que las mejoras son alcanzadas mediante ejercicios de resistencia estos pueden variar, dentro los métodos para el entrenamiento excéntrico hay tres tipos, el énfasis en la contracción excéntrica, el segundo fuerza excéntrica supra-máxima y dos arriba/uno abajo, los cuales serán explicado a detalle:

Énfasis en la contracción excéntrica: Se basa en una carga externa única lo que se busca es que se disminuya el tiempo de bajar el peso o la carga, en un ejercicio este tipo de entrenamiento debe de ser aplicado con carga gradual principalmente para clientes con nivel inicial, como por ejemplo al momento de hacer concentrado de bíceps bajar más despacio de lo habitual la mancuerna. Los efectos de este tipo de entrenamiento conducen a una mejora en la estimulación neural dentro del músculo, aumenta la capacidad de almacenamiento elástico e hipertrofia muscular.

Fuerza excéntrica supra-máxima: Este método ha demostrado que es efectivo en alcanzar cambios en la fuerza muscular e hipertrofia, para lograr que este método funcione es necesario manipular el número de repeticiones, series, velocidad de ejecución, pausa entre series, recuperación entre entrenamientos y la selección de ejercicios a realizar y la carga, este método está ligado a los principio de la progresión para que el musculo puede alcanzar suficientes niveles de adaptación, como por ejemplo al aplicar el ejercicio en un press de banca el cliente inicia con un 10RM, con énfasis en la fuerza excéntrica, manipulando el tempo al momento de bajar la barra hacia el pecho, indudablemente al terminar la décima repetición se buscara aplicar un 5% más de carga trabajar a nivel supra máximo en la siguiente serie. El efecto no solo es en el músculo como el anterior método, sino que además tiene injerencia en huesos, ligamentos y tendones más fuertes debido a la sobrecarga que se le aplica al sistema esquelético (35).

Dos arriba/Uno abajo: Este tipo de método cuenta con dos tipos de técnicas uno es la alternancia de lado y el segundo es el mismo lado utilizando equipos de fuerza para su aplicación, si se es de un nivel más avanzado puede utilizarse peso libre. La alternancia de lado consta con la utilización con una máquina de peso integrado o peso libre fijo se inicia con una carga del 40% o 50% del peso utilizado habitualmente se incrementa la carga hasta que el cliente se adapta, por ejemplo un cliente inicia con un press de pierna con 100 kilogramos con este método este se reduce a 40 o 50 kilogramos, se inicia con el press con las dos piernas después al momento de bajar solo se utiliza un pierna para hacerlo y después vuelve a subir

con las dos piernas para bajarlo con la otra pierna, así es como recibe el método dos arriba y uno abajo (36).

Beneficios del entrenamiento excéntrico:

Los beneficios son variados desde el incremento de la fuerza, hipertrofia muscular para la población atlética y la rehabilitación en pacientes lesionados, es también importante recalcar que la utilización de fuerza máxima durante el ejercicio puede soportar una sobrecarga del 100%-120% 1RM en la fase excéntrica y por consiguiente desarrollar más fuerza, por otra parte se ha demostrado la utilización de la contracción excéntrica mejora el incremento de masa muscular es por eso que la vía para desarrollarla es que puede mover mayor cantidad de tonelaje aumentando el volumen de entrenamiento estimulando el incremento de mayor síntesis proteica así como un aumento del IGF-1 en su gen mRNA comparado con las contracciones concéntricas (37).

Uno de los efectos funcionales que tiene la contracción excéntrica es el hecho de alterar de manera significativa las fibras musculares especialmente cuando esta se trabaja en forma supra máxima, a gran velocidad o cuando hay un estiramiento-acortamiento muscular explosivo del músculo(37).

Limitaciones del entrenamiento excéntrico

Las limitaciones principales es el conocido daño muscular inducido por el ejercicio EIMD, estos síntomas se manifiestan comúnmente como dolor muscular retardado, incremento de la rigidez muscular, disminución de la fuerza y la potencia, incremento del lactato, esto debido a la asociación del sistema nervioso central y su periodo transitorio de 24 h los problemas asociados con el EIDM aparecen entre las 12 y 72 horas después de la serie de ECC y desaparecen al 5 y 7 día (32). A pesar de este tipo de síntomas es importante recalcar que tienden a desaparecer debido al efecto de la serie repetida, este EIDM se ha demostrado que disminuye con la repetición del ejercicio excéntrico, por eso sujetos que han estado entrando regularmente tiende a ser menos susceptibles que personas no entrenadas, los mecanismos adaptativos son probablemente la mayor distribución homogénea de las fibras musculares (38).

Limitaciones del entrenamiento excéntrico y dispositivos

La variedad de ejercicios para el entrenamiento excéntrico en músculos isquiotibiales son amplios y diversos desde ejercicios en laboratorio y con equipos costosos como la utilización de un equipo isocinético, máquinas Iso-inerciales como el YO-YO squat, máquinas de gimnasio como concentrado de pierna, y ejercicios económicos y sin requerimiento de equipo adicional solo con el propio peso corporal como el Nordic Hamstring Exercise NHE, este ejercicio al ser fácil de aplicar y sin la necesidad de equipo, solo se requiere de arrodillarse mientras otro compañero sujeto los tobillos del ejecutante, este comienza a inclinarse hacia adelante utilizando sus isquiotibiales para resistir la caída del tronco, así maximizando la utilización de fase excéntrica (39). Estudios demuestran que el NHE aplicados en entrenamiento de futbolistas profesionales es más efectivo comparando con máquinas de concentrado de pierna (18).

Ejercicio excéntrico en isquiotibiales

La publicación de un programa de entrenamiento excéntrico en músculos isquiotibiales ha encontrado diversas vertientes la más estudiada es la prevención debido a que es una lesión prevalente en el fútbol (40) y también en otros deportes como fútbol australiano, rugby, baloncesto, cricket y esprinters según (41); Sin embargo al tener una prevalencia de lesiones musculares a nivel mundial llevado a cabo estudios longitudinales donde se ha incrementado en un 4% a nivel de incidencia profesional en Europa durante 13 años, apareciendo 1614 lesiones en isquiotibiales 35% ocurrieron en entrenamiento y 65% aparecieron en competición, la distribución fue 50.5% para pierna derecha y 49.1% para pierna izquierda, dos tercios de las lesiones aparecieron en la fase aguda y el tercio restante fue de apariciones graduales (16).

Esto hace que las investigaciones en el entrenamiento excéntrico de los músculos isquiotibiales sea estudiada en función a la duración del partido debido y la repetición de los esfuerzos intermitentes que se desarrollan dentro del mismo. Estos movimientos al ser repetidos constantemente provocan fatiga cuando esta aparece hay un riesgo de lesión en esfuerzos máximos como el sprint. La incorporación de

ejercicios excéntricos para los isquiotibiales en la pretemporada y período transitorio podría reducir la incidencia de lesiones musculares en isquiotibiales (33).

Cabe señalar que los estudios referentes al funcionamiento y rendimiento describen que los isquiotibiales involucrados en la carrera trabajan excéntricamente para desacelerar el movimiento frontal de la extremidad inferior apareciendo en la última fase del swing de la marcha, esto al igual que la marcha también se nota en el sprint sobre todo en la fase de desaceleración esta requiere una alta activación excéntrica de los isquiotibiales para compensar el momentum frontal, y las fuerzas requeridas si no están a su punto pueden causar el desgarramiento del músculo (18). pero, también hay estudios en el ámbito del rendimiento, donde se busca medir el efecto de la fuerza y la agilidad con aplicación de los ejercicios excéntricos, encontrando resultados de una correlación positiva entre la fuerza excéntrica de los isquiotibiales y los cambios de dirección del frenado en el sprint (42).

Agilidad

La agilidad es la capacidad de realizar cambios de dirección a máxima velocidad, potencia y equilibrio con la máxima eficacia, esta capacidad está altamente valorada en el deporte especialmente en deportes de conjunto, estos cambios de dirección lo integran la aceleración, desaceleración y frenado en el menor tiempo posible (43), siendo importantes para momentos decisivos dentro del juego es por eso que esta capacidad es muy importante para deportes que requieren cambios rápidos de dirección aceleración y desaceleración, esto involucra una habilidad de pasar rápidamente de una contracción excéntrica a concéntrica de la fibra muscular.

Para poder poseer un óptimo cambio de dirección, esta demanda una base fisiológica neuromuscular, cinemática y locomotora, teniendo los aspectos determinantes como son la técnica del sprint, equilibrio dinámico, coordinación, velocidad, fuerza excéntrica-concéntrica, potencia, fuerza reactiva, equilibrio de la fuerza entre las piernas y dimensiones corporales (44).

La agilidad como lo ejemplifica Tudor Bompa en la figura 1. describe la interdependencia referencial de habilidades biomotoras son definidas por el tipo de

deporte y requieren al menos de dos capacidades para poder ejercer un rendimiento elevado, aunque las capacidades físicas preponderantes como la fuerza, velocidad y resistencia juegan papel crucial para las cualidades atléticas, las combinaciones juegan un papel superior para el entrenador para crear un plan efectivo para el entrenamiento de fuerza, sin embargo para ser ágil se requiere poseer habilidades motoras como la fuerza máxima, velocidad, coordinación, flexibilidad y potencia una capacidad altamente valorada en deportes de conjunto, boxeo, clavados y patinaje artístico (45).

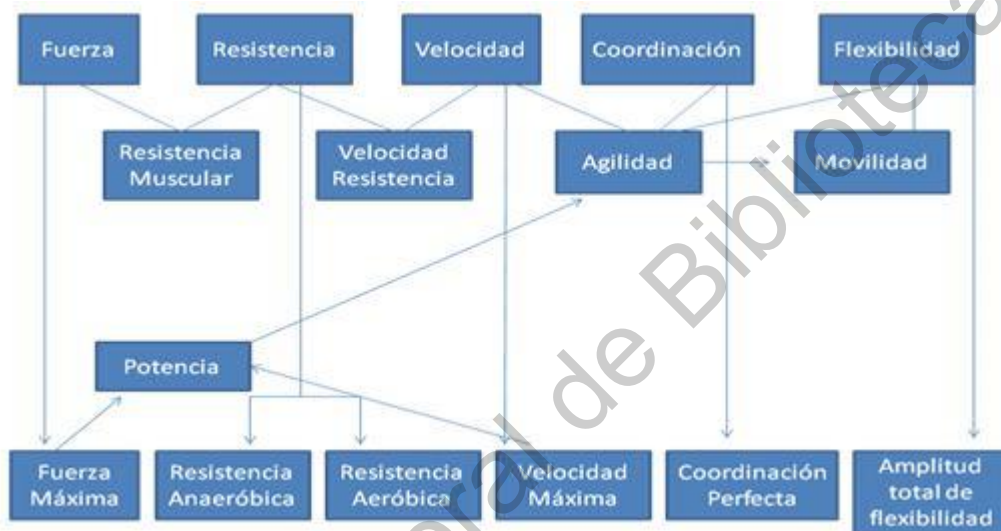


Figura 1 Habilidades Biomotoras (45).

Además, hay que recalcar que el cambio de dirección y la agilidad deben de poseer ciertas características que combinan un rendimiento físico, técnico y táctico; con el objetivo de alcanzar o evadir oponentes agregando que el cambio de dirección involucra una combinación de múltiples componentes de la fuerza máxima y reactiva mostradas en el tronco inferior. El atleta debe de tener la capacidad de cambiar de un momento otro lo más rápido posible para esto se ocupa fuerza excéntrica para poder frenar, fuerza isométrica para parar y fuerza concéntrica para poder propulsarse y así cambiar a una nueva dirección (46).

La habilidad de cambiar de dirección a máxima velocidad es esencial para el rendimiento ya que los sprints con cambios de dirección representan un 8.5% del total de las acciones explosivas mientras que los cambios de dirección con un corte representan la gran mayoría de los mismos (7).

De hecho, la habilidad óptima para disminuir el momentum corporal del esprín antes de un cambio de dirección para adoptar el corte ocupa disminuir la longitud de la zancada, aplicar una gran fuerza de las piernas hacia el suelo utilizando una fuerza reactiva y manteniendo el torso arriba, para después girar (7).

La capacidad del cambio de dirección en el sprint es conocida por tener súbitos cambios de dirección cortos y es utilizada en muchos deportes de equipos como el futbol, balonmano, baloncesto, etc. de hecho es uno de los componentes de la agilidad que pueden definir situaciones importantes de un partido y estas respuestas están dependidas de los estímulos mostrados en el juego (12).

Debido a que la agilidad responde a estímulos estas pueden estar divididas en tareas simples, temporal, espacial y universal. La tarea simple es un habilidad pre-programada donde el atleta tiene una preparación anterior a realizar como por ejemplo un gimnasta de piso desarrollando su rutina, también podemos definir la agilidad temporal se caracteriza por una actividad pre-planeada pero con anticipación ya consciente de lo que va a suceder como la carrera de 100m esperando el disparo de salida, mientras que la espacial, cumple con una característica que es incierta y conlleva a la espera de una acción del oponente para poder responder al estímulo como es el servicio de tenis, y por último la tarea universal esta es definida por dos características que son el tiempo y espacio incierto donde el atleta no puede anticipar y planificar que sucederá, si no que al contrario tiene que responder a las acciones que se producen dentro del juego, como por ejemplo el tackle de un jugador de fútbol (44), siendo la más específica a los deportes de conjunto.

Ciclo de estiramiento-acortamiento

Este fenómeno es prevalente en diferentes habilidades como correr, sprint, salto y cambios de dirección involucran una serie de acciones el cual es denominado el ciclo de estiramiento-acortamiento, que es un fenómeno de contracción excéntrica-concéntrica donde del musculo-tendón completan un rápido y forzado alargamiento o estiramiento, seguido inmediatamente por un acortamiento explosivo en forma reactiva o elástica.

El fenómeno del ciclo estiramiento-acortamiento es un rasgo implícito del ejercicio pliométrico constituyendo una parte natural del movimiento en muchos deportes porque estos involucran saltar, brincar y rebotar, el rasgo particular es el alargamiento muscular (contracción excéntrica) realizada por la unidad músculo-tendón seguida inmediatamente por el acortamiento por medio de una contracción concéntrica (47).

Las fases del ciclo estiramiento acortamiento, incluyen fase excéntrica, amortiguamiento e intervalos concéntricos, la fase de amortización es la transición de la fase excéntrica-concéntrica, cuando el tiempo del musculo transiciona de un trabajo requerido a reconvertirse en un movimiento explosivo (48).

Las fases del ciclo estiramiento acortamiento explotan dos tipos de fenómenos el primero es un comportamiento intrínseco del músculo-tendón y el tono de fuerza este describe que hay dos elementos uno son los contráctiles que están situados dentro del músculo y consiste de actina y miosina, y los no contráctiles que consiste de elementos elásticos como la unidad de músculo-tendón y los componentes elásticos paralelos el cual consiste en tejido conectivo como el endomisio, perimisio y epimisio, este modelo establece que la fuerza muscular es incrementada debido a la reutilización de los componentes contráctiles, mediante una carga excéntrica (esta se estira o alarga) inmediatamente seguido por una acción concéntrica, es así como se transfiere la fuerza desde el interior del músculo hacia la unidad músculo-tendón resultando en una fuerza explosiva (49) (50).

Por otro lado el modelo neuromuscular establece que la activación del músculo es parcialmente responsable por la potenciación durante la fase excéntrica donde los componentes elásticos almacenan energía elástica, y los husos musculares son estimulados, cuando estos se estiran mandan señal a la raíz ventral de la medula espinal por medio de la vía aferente I, para después dar paso a la fase entre la excéntrica y concéntrica llamada fase de transición del ciclo estiramiento-acortamiento, este retraso permite que haya sinapsis de la vía aferente tipo Ia con la moto-neurona alfa la cual manda señal al músculo agonista, siendo esta fase la más crítica durante el ciclo estiramiento-acortamiento debido a que si tarda mucho tiempo toda la anergia almacenada durante la fase excéntrica se disipa como calor y el estiramiento reflejo no incrementara la actividad muscular durante la fase concéntrica, así cuando inicia el movimiento la fase de amortización o transferencia termina dando paso a la tercera fase la energía almacenada aumenta la fuerza durante la fase concéntrica en adición la moto-neurona alfa estimula el musculo agonista resultando en una reflejo estático y por consiguiente una liberación de energía con una fuerza explosiva (51).

Estudios Relacionados entre el COD y ECC:

La agilidad referente a la capacidad del cambio de dirección durante el sprint también conocido como cortar, es uno de las utilizadas en muchos deportes especialmente en deportes de equipo y también de las más especiales ya que requiere anticipación a un estímulo, para poder iniciarla, es importante señalar para el cambio de ritmo requiere diferentes capacidades físicas (12).

En un estudio experimental realizado por del Hoyo et. Al. con el objetivo de analizar el efecto de un entrenamiento de sobrecarga excéntrica individualizada sobre la lesión y severidad muscular y rendimiento en futbolistas junior de elite. Se aplicó entrenamiento excéntrico a jugadores elite de fútbol donde participaron 33 jugadores divididos en (EXP, n=18) edad de 18 ± 1 años y (CON, n=15) 17 ± 1 años ambos grupos hicieron entrenamiento de técnica y táctica de maneras similares con un volumen de entrenamiento de 4 o 5 sesiones por semana con 60 a 90 min de duración y 1 juego por semana, los participantes del grupo CON continuaron de

manera igualitaria el entrenamiento técnico y táctico el único cambio fue evitar el entrenamiento de fuerza; el grupo EXP se sometió a un entrenamiento de fuerza concéntrico-excéntrico de 1 a 2 veces por semana durante 10 semanas utilizando una máquina yo-yo con los ejercicios de media sentadilla y concentrado de pierna, el tiempo fue dividido para la 1 sesión en una explicación del procedimiento y familiarización con el equipo y ejercicios 48 horas después se aplicó una evaluación de Salto en Contra-movimiento CMJ test y 10m y 20 m sprint test, para configurar el diseño de entrenamiento de la siguiente manera, 1° y 2° semana 1 sesión con 3x6 rep, 3° y 4° semana 2 sesiones con 3X6 rep 5° y 6° sem 4X6 rep y ajuste de la carga, 7° y 8° sem con una 1 y 2 sesiones por semana con 5x6 rep y por último 9° y 10° con 2 sesiones por semana sem 6X6 rep finalizando con la evaluación final del programa con CMJ test y 10m y 20 m sprint test. Los resultados mostraron una significancia estadística medida de 0 a 1 (ES=0.58) para CMJ, 20 m sprint (ES=0.32) y 10 metros lanzados (0.95) para el grupo EXP y el grupo CON CMJ (ES=0.70) 20 m sprint (ES=0.37) y 10 metros lanzados (0.77), mostrando que el entrenamiento excéntrico tiene mejoras para tareas del salto y velocidad lineal (17).

El estudio realizado por Jones et al tuvo como objetivo examinar la relación de diferentes capacidades físicas con el cambio de dirección COD, en este estudio participaron 38 sujetos de edades de 21.5 ± 3.8 años se sometieron a diferentes test de velocidad, COD, fuerza y potencia, el test de velocidad fue de 25 m divididos a 5, 20 y 25 m, la COD fue con el test 505, el test de fuerza fue evaluado con equipo isocinético sobre los extensores y flexores de pierna a 60° y test bilateral de fuerza, CMJ y Drop jump test. El análisis estadístico que se utilizó fue la correlación de Pearson con todas las variables mencionadas anteriormente y se exploró las relaciones entre cada una de ellas, los resultados arrojaron una correlación de 0.58 de las variables de velocidad de sprint y el COD con la fuerza excéntrica de los músculos flexores rodilla, la conclusión es para que haya una mejora del COD los atletas deben de buscar maximizar su habilidad de sprint y mejorar la fuerza excéntrica de los flexores de rodilla para permitir un mejor control neuromuscular en las fases que integran el COD (52).

En este mismo sentido otro estudio realizado por Tous-Fajardo et. Al. examinó la mejora del cambio de dirección en futbolistas con sobrecarga inercial y plataforma vibratoria, el objetivo fue examinar los efectos de una maquina iso-inercial y plataforma vibratoria (EVT) sobre el cambio de dirección, velocidad y múltiples test de rendimiento aplicados al futbol, en el participaron 24 futbolistas jóvenes donde se asignaron al grupo EVT (n=12) y CONV (n=12) durante 11 semanas, el entrenamiento EVT se realizó 1 día sema con un circuito de 8 ejercicios con 6 a 10 reps siendo progresivo que involucro rotaciones de tronco con el versa pulley, sentadilla lateral utilizando yo-yo squat, y plataforma vibratoria en 4mm amplitud a 30 Hz, junto con NHE ejercicio nórdico con (2 X 6-8 rep), la 1° y 2° semana se familiarizo con cada modo de ejercicio, semana 3° a 5° fue de 2 x 6 rep, de la 6° a 8° semana 2 x 8 rep y de la 9° a 11° 2 x 10 rep y la sentadilla en plataforma vibratoria consistió de 15 a 20 seg, con la utilización de equipos iso-inerciales se propuso que hicieran la fase concéntrica lo más rápido posible y la fase excéntrica la retardaran lo más que pudiesen, se dio descanso de 1 min entre ejercicio y 2 min entre circuito, mientras que el entrenamiento CONV consistió de 3 ejercicios en secuencia el primero fue desplante con un 50% peso corporal + 10 m skipping + 10 sprint, segunda secuencia consistió de media sentadilla al 100% peso corporal + CMJ + 10 m sprint y la última secuencia fue elevación de pantorrilla al 50% peso corporal + salto reactivo de pantorrilla + salto con cabeceo de balón con un total de 9 ejercicios de 6 a 10 reps se utilizó la misma periodización que grupo EVT, se evaluó pre y post intervención con el V-cut test de 25 m con 4 x 45° cada 5 m, 10 y 30 m sprint, RAST Repatead Sprint Ability Test, CMJ y Saltos RJ5. Los resultados se compararon entre los grupos utilizando la diferencia estadística para el grupo EVT COD (ES=1.42), 30 m (ES=0.98), 10m (ES=1.17), potencia (ES=0.69) y altura salto (ES=0.69), hubo una gran relación entre el incremento del salto y reducción del V-cut test, siendo que el EVT mejoro no solo el COD sino también la velocidad linear, salto reactivo, siendo un gran modelo para mejorar el rendimiento específico para futbolistas (53).

Spiteri et. Al. Hizo un estudio en jugadoras de baloncesto con el objetivo de determinar la relación de diferentes test de fuerza y potencia de tronco inferior, con

la agilidad (COD), se sometieron 12 sujetos a la evaluación con diferentes test, la fuerza fue medida en sus diferentes fases de contracción, empleando el 1RM Sentadilla dinámica, Isométrico-Jalón mitad el muslo, concéntrico y excéntrico en sentadilla, para la potencia fue el CMJ, seguido de 2 test de COD (505 test y T-test) y un test de agilidad reactiva. Se utilizó la correlación de Pearson, análisis de regresión en las variables y el porcentaje de contribución de cada medida de fuerza, los resultados mostraron que el COD test tuvieron una correlación significativa con la fuerza dinámica, isométrica, concéntrica y excéntrica ($r=-0.79$ a -0.89) con la fuerza excéntrica como predictor de rendimiento del COD, mientras que la agilidad no tuvo correlación con ninguna medición de la fuerza ($r=-0.08$ a -0.36) y tampoco se encontró relación entre potencia y agilidad ($r=-0.19$ a -0.46) esto demuestra que la fuerza excéntrica tiene un factor determinante con el COD, asegurando que el ejercicio excéntrico debe desarrollarse como base para los atletas (46).

IV. Objetivos:

Objetivo General

Determinar los efectos del entrenamiento excéntrico de isquiotibiales en la respuesta de potencia y agilidad en futbolistas amateurs.

Objetivo específicos

Determinar el nivel de agilidad del grupo de intervención y grupo control pre y post intervención del programa de entrenamiento excéntrico de isquiotibiales mediante la prueba de agility pro test.

Determinar el nivel de potencia del grupo intervención y grupo control pre y post intervención del entrenamiento excéntrico de isquiotibiales mediante la evaluación del salto vertical.

III. Hipótesis

Ho: El efecto positivo de un programa de entrenamiento excéntrico en isquiotibiales a futbolistas jóvenes es igual o menor al 5% en la agilidad y 10% en la potencia.

Hi: El efecto positivo de un programa de entrenamiento excéntrico en isquiotibiales a futbolistas jóvenes es mayor que el 11% en la agilidad y 20% la potencia.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

V. Metodología

Descripción de la población

En el equipo de fútbol amateur Tigres Blancos Gestalt en la temporada 2018 con competiciones anuales cuenta con una cantidad de 15 jugadores varones todos ellos de 15 años ± 5 años: el equipo consta de 2 porteros, 5 delanteros, 6 medios y 6 defensas, el cual juega en la liga estatal de 4 división, en un torneo largo con fase de liguilla. Con esto se midió la relación que producirá el entrenamiento excéntrico en isquiotibiales y su relación con la agilidad en un periodo de aplicación de 4 semanas con sobrecarga progresiva (54).

Universo y muestra

El equipo representativo de fútbol fue de 15 sujetos jóvenes todos de sexo masculino con un promedio de edad de 15.27 ± 1.10 años, un peso promedio de 60.700 ± 8.012 k y una estatura media de $169.93 \text{ cm} \pm 6.1466$ cm; cuenta con 8 defensas, 6 medios y 1 delantero, los cuales con un entrenamiento regular con una frecuencia de entrenamiento de 4 días con una duración promedio de 90 min de entrenamiento y partido de competición a la semana. El programa fue aprobado por el comité de bioética de la Facultad de Enfermería de la UAQ; los criterios seleccionados fueron los siguientes:

Criterios de Inclusión:

- Jugadores que pertenezcan al equipo representativo de Tigres Blancos de Morelia.
- Jugadores que deseen participar en el estudio con previo consentimiento informado.

Criterios de Exclusión:

- Aquellos jugadores que no estén registrados en el equipo.
- Sujetos que no acepten el consentimiento informado.
- Jugadores lesionados o con previo diagnóstico médico en regiones miembro inferior.

Criterios de Eliminación:

- Todos aquellos jugadores que no se presenten el día de la evaluación inicial o final.
- Jugadores que no completen un 80% del programa de entrenamiento.
- Todos aquellos deportistas que hayan realizado deporte el día de la prueba.
- Los sujetos que falten a dos sesiones de entrenamiento seguidas.
- Sujetos sufran lesión en alguna parte de su cuerpo el cual le impida realizar el programa.

Descripción de las pruebas

Las pruebas a aplicadas para medir el rendimiento de la agilidad fueron el test Pro-Agility 5-10-5 yardas (4.5-9-4.5 m) y Salto vertical, en estos test se analizó el avance que tuvieron los jugadores mediante la aplicación del programa de entrenamiento excéntrico, mediante una comparación de los resultados al inicio y al final.

Pro-Agility 5-10-5 yardas (4.5-9-4.5 m)

Existen diferentes tipos de test que evalúan la agilidad en su apartado de cambios de dirección, su diferencia radica en la cantidad de cambios de dirección, siendo importantes delimitar su validez, confiabilidad y su constructo de validez (55). Es por eso que se utilizó la prueba de agilidad Pro-Agility 5-0-5 también conocida como 20 yarda shuttle run, este test es utilizado para las pruebas de selección combine de la NFL, así como muchos programas deportivos colegiales de los Estados Unidos, y también utilizada en el ámbito académico en el laboratorio para las clases de las carreras de ciencias del ejercicio o educación física el test se adapta muy bien a atletas que requieren cambios de dirección repentinos como son en el fútbol. El objetivo principal es cubrir la distancia total en el menor tiempo posible.

El equipo que se requiere es el espacio en el campo, cinta de medición, cronómetro o sensores de velocidad, conos que indiquen el curso de la prueba.

Procedimiento:

1. El sujeto empieza en posición de salida, que es a la mitad de la línea se levanta de la posición mirando al frente.

2. Al sujeto se le da una cuenta reversible verbalmente para que se prepare a iniciar.
3. El sujeto inicia corriendo a la izquierda a máxima velocidad los primeros 4.5 m, después gira a la derecha hasta los 9 m y regresa 4.5 m hacia la izquierda hacia la línea de salida, todos los contactos deben de ser con el pie.
4. El sujeto tendrá de 2 a 3 intentos con 3 a 5 minutos de recuperación.
5. Si se usa el cronómetro, el evaluador inicia el conteo al primer movimiento realizado por el sujeto, aunque si se emplean medidores de velocidad sería más exactos al medir, porque el tiempo tiende a ser más rápido si inicia el conteo el evaluador, con el cronometro (56).

El test tiene una confiabilidad de 0.91 (57).

Salto Vertical

El test es uno de los más utilizados para medir la explosividad y la fuerza en la preparación física. Es una prueba fácil de administrar, aunque también los resultados del mismo tienen implicación directa con todos los deportes que requieran potencia en tronco inferior.

Equipo:

1. Una pared lisa más alta que el participante.
2. Gis o tinta para marcar la altura de mano.
3. Cinta de medición.

Procedimiento:

1. Tomar el peso corporal.
2. Tomar la altura mediante la aplicación de tinta en el dedo medio de la mano dominante. El sujeto se para adyacentemente al muro y levanta su brazo para adquirir la máxima altura posible y hace una marca.
3. Calentamiento de 5 minutos de intensidad moderada (trote o caminar), seguida de ejercicios de movilidad dinámicos que involucren los músculos principales del tronco inferior.

4. El sujeto inicia con un movimiento de contra-movimiento en el cual hace una posición de sentadilla bajando la cadera hasta que el fémur quede totalmente paralelo al suelo y sin despegar los talones del suelo inicia el despegue hasta alcanzar la máxima altura posible.
5. Se anotará el mejor de los tres intentos.
6. Se anotará la diferencia entre la máxima altura alcanzada parado y la máxima altura saltada (58).

Procedimientos

El estudio fue autorizado por el comité de investigación y el comité de bioética de la facultad de enfermería. Posteriormente el estudio fue presentado bajo previo consentimiento informado en 5 sujetos. El tiempo de aplicación fue de 15 min, este instrumento consistió en diferentes apartados con las variables sociodemográficas, recordatorio de entrenamiento, recordatorio de lesiones y un cuestionario de lesión en los músculos isquiotibiales, aplicados el primer día, para el segundo día de evaluación se aplicó la prueba de salto donde se midió la altura en cm y también fue aplicada la prueba de agilidad, la cual se midió en segundos. El tiempo total por participante fue de 20 min con su respectivo descanso de 3 minutos entre cada intento, estas pruebas físicas mencionadas anteriormente se realizaron en la cancha de fútbol y el gimnasio de la Universidad, una vez finalizada las pruebas se consideró que para la intervención del NHE participaran después de las pruebas sin embargo los participantes ya presentaban fatiga por eso se optó por cambiar a un día distinto al de las pruebas. Posterior al pilotaje se decidió realizar modificaciones en el instrumento que serviría para hacer un filtrado en los jugadores que sufrieran o no lesiones de isquiotibiales.

Una vez completadas las adecuaciones del pilotaje se procedió a realizar la aplicación definitiva, el primer paso consistió en realizar una explicación del proyecto a los sujetos muestra, donde se les mencionó que sería una intervención no invasiva sobre el organismo, ya que los ejercicios no serían de alto impacto sobre las articulaciones y no implicarían mayores riesgos para la salud de los sujetos.

Diagnóstico

Una vez que los sujetos de estudio aceptaron participar se procedió a hacer el diagnóstico el cual tenía como objetivo conocer su nivel inicial. se aplicó un cuestionario donde se obtuvieron datos sociodemográficos, como la edad, sexo, estatura, y peso mientras en la segunda sección se preguntó sus características de entrenamiento, cuestionario de lesiones, instrumento realizado por el OSLO Sports Trauma Research de isquiotibiales y pruebas de la capacidad física de la agilidad Pro-Agility Test y Salto vertical.

Intervención

El procedimiento a aplicar durante el periodo de 4 semanas periodizado de entrenamiento excéntrico en isquiotibiales con el ejercicio NHE (Nordic Hamstring Exercise) el ejercicio consta debe realizarse con ayuda de otra persona, el ejercicio consta de los siguientes movimientos: el ejecutante deberá hincarse con la espalda recta, mientras con la ayuda de otro compañero él cual debe tomar y aplicar presión sobre los talones del ejecutante, una vez realizado este movimiento el ejecutante deberá inclinar el tronco hacia al frente sin flexionar la cadera, y a su vez comenzar a descender poniendo énfasis en la contracción excéntrica el mayor tiempo posible hasta tocar el suelo. Una vez completado el ejercicio se deberá regresar a la posición inicial y repetirlo de nuevo (59).

La periodización general constó en la primera semana con un entrenamiento basado en la periodización táctica donde el calentamiento se basó en la posesión de balón en un rectángulo, la duración fue de 15 min, una vez finalizado se procedió a implementar el entrenamiento excéntrico en isquiotibiales en el grupo experimental (tabla 1). A la par el grupo control tuvo trabajo de técnica individual mediante dominio de balón. Posteriormente ambos grupos tuvieron un entrenamiento que se centró en la posesión de balón con la implementación de movilidad y su fase de transición de defensa-ataque con una duración de 45 min con pausas intermitentes de 2 min para dar instrucciones y descanso en su mayoría. Los entrenamientos transcurrieron con la misma metodología durante las 4 semanas. Donde el único

cambio estructural fue la periodización táctica (tabla 2) dentro de las cuatro semanas. Se aplicó, 20 min de calentamiento teniendo 5 min para trabajo excéntrico, 45-50 min de trabajo táctico, 10-15 min de entrenamiento técnico 10 min de enfriamiento mediante tiros al arco o práctica de penales, resistencia a la velocidad, sprint + tiro y por último 10 min de estiramiento del miembro inferior.

La aplicación del ejercicio se ejecutó al finalizar la parte del calentamiento con el objetivo de mejorar la capacidad volitiva y la capacidad de soportar la fatiga muscular durante la sesión.

Distribución de la Sesión	Contenido	Frecuencia	Duración
Calentamiento	Posesión de balón Juego ataque	4 semanas	20 min
Entrenamiento Excéntrico	Fuerza excéntrica en isquiotibiales a grupo intervención NHE	4 semanas	5 min
Entrenamiento Táctico	1 Transición defensa-ataque 2 Transición ataque-defensa 3 Movilidad-ataque 4 Definición ataque	4 semanas	45-50 min
Entrenamiento Técnico	1 Técnica de Golpeo 2 Resistencia a la velocidad 3 Definición 4 Sprint	4 semanas	10-15 min
Enfriamiento	Estiramiento (5 ejercicios miembro inferior)		10 min

Tabla 1. Periodización Táctica

Evaluación

Los instrumentos aplicados fueron el consentimiento informado, cuestionario de lesiones, entrenamiento y cuestionario de lesiones en isquiotibiales, se tomó la medición de talla y estatura, y en última la evaluación los test ProAgility 5-0-5 y salto vertical. El consentimiento informado dio a los participantes una descripción del proceso al que se serán sometidos los sujetos dentro del programa, como la descripción de los test a evaluar, así como el tiempo de 4 semanas en que serán participes en el programa. El consentimiento informado también incluye la descripción de los riesgos y beneficios de la participación, la confidencialidad y responsabilidades del participante, fue leído y dado por escrito antes de iniciar con el estudio.

		Serie-Repeticiones	Descanso entre serie	Tempo de la contracción excéntrica
Dar a conocer la metodología del trabajo a los sujetos	1 semana	Dar consentimiento informado Explicar los ejercicios Evaluar la agilidad y salto		
NHE Nordic Hamstring Exercises	2 semana	GC GI 1X6 Aplicado al final del calentamiento	n/a	5 seg
NHE Nordic Hamstring Exercises	3 semana	GC GI 1X8 Aplicado al final del calentamiento	n/a	5 seg

NHE Hamstring Exercises	Nordic	4 semana	GC GI 1X10 Aplicado al final del calentamiento	n/a	5 seg
NHE Hamstring Exercises	Nordic	5 semana	GC GI 1X12 Aplicado al final del calentamiento	n/a	5 seg
Evaluación final		6 semana	Reevaluar la capacidades físicas de agilidad y salto.		

Tabla 2. Periodización entrenamiento excéntrico

Pruebas o valoraciones

Las pruebas para inicio y final que se aplicaron para medir el rendimiento de la agilidad son el test Pro-Agility 5-10-5 yardas (4.5-9-4.5 m) y Salto vertical; con estos test se pretendió medir los cambios que tienen los jugadores mediante la aplicación del programa de entrenamiento excéntrico analizando y comparando los resultados al inicio y al final.

Confiabilidad

El cuestionario a aplicar fue dividido por secciones en la primera sección se encontrarán las variables sociodemográficas, seguido del cuestionario de lesiones en isquiotibiales, y por último un cuestionario de fuerza, dichos cuestionarios fueron meramente descriptivos, mientras que la confiabilidad de la prueba pro-agility test es de 0.95, la de salto vertical consiste en 0.90.

Instrumento

El instrumento ha aplicado en su primer apartado contenía las variables sociodemográficas tales como nombre, edad, posición de juego, años entrenando, y antecedentes en el entrenamiento de fuerza (58), también el uso del Oslo Sports Trauma Research Center, ambos cuestionarios tienen el fin de conocer los

antecedentes de lesiones por sobrecarga, donde únicamente fue tomado el apartado de las lesiones en los músculos isquiotibiales (60)

Operacionalización de las variables

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Sociodemográfica	Cuestionario con 1 ítem	Sexo	Hombre Mujer	Nominal
	Cuestionario con 1 ítem	Peso	Kg	Razón
	Cuestionario con 1 ítem	Estatura	Metros	Razón
	Cuestionario con 1 ítems	Edad	Años	Intervalo
Lesiones previas	Cuestionario con 6 ítems		Lesiones anteriores	Nominal
Entrenamiento	Cuestionario con 12 ítems	Posición de juego	Años	Nominal
Agilidad	Pro-agility test	Distancia Tiempo	Metros Segundos	Razón
Salto vertical	CMJ Salto	Altura	Cm	Razón
Potencia	Test (Dourmey)	Masa*altura cm	Watts	Razón

Tabla 3. Operacionalización de variables

Plan de análisis

Se aplicó estadística descriptiva de medidas de tendencia central y dispersión. Para las variables cualitativas de frecuencia (%), para las variables cuantitativas media \pm

desviación estándar, para la estadística inferencial se utilizó transformación logarítmica y correlación de Cohen(61). Se analizaron los datos mediante el software SPSS versión 20 (62).

Ética del estudio:

De acuerdo a lo acordado con la declaración de Helsinki (63) y la norma de la investigación clínica en salud no se considera invasivo y de riesgo de hecho el desarrollo la investigación se garantizó dignidad y bienestar de los sujetos(63), al ser esta una investigación no invasiva y que no supone un riesgo mayor al sujeto, se procedió a realizar el protocolo sin ningún inconveniente, previa autorización del comité de bioética de la facultad de enfermería.

El estudio en su apartado bioético tuvo como guía la norma oficial del expediente clínico del expediente clínico, específicamente en su apartado de consentimiento informado donde de acuerdo a esa reglamentación se tomaron los elementos para la elaboración de dichos elementos fueron los siguientes elementos que se alojaron en el consentimiento informado (anexo 1) serán los siguientes:

Explicación de los procedimientos.

Riesgos potenciales.

Beneficios potenciales.

Derechos a la información del proyecto y retirada al programa.

Firmas de los sujetos, testigos e investigador.

Confidencialidad y anonimato

Dentro del estudio los datos e información obtenida por parte del investigador fueron tratados de manera confidencial. La manera de asignar información personal fue cambiada por códigos o números de identificación, esto con la intención de mantener el anonimato. El reporte de los resultados fue bajo permiso del sujeto.

Seguridad y tratamiento competente

Los sujetos que participaron en el programa fueron tratados de manera profesional, respetando su integridad y tratando de minimizar el riesgo o inconformidad al momento de aplicar las pruebas y el programa.

Conocimiento de resultados

Los resultados de la investigación fueron mostrados a los sujetos con objetivo de dar una retroalimentación acerca de sus resultados obtenidos, donde se les aseguró trabajar de una manera educada y profesional (64).

IV. Resultados y Discusión

El equipo representativo de fútbol fue de 15 sujetos jóvenes todos de sexo masculino con un promedio de edad de 15.3 ± 1.1 años, un peso promedio de 60.7 ± 8.0 k y una estatura media de $169.9 \text{ cm} \pm 6.1 \text{ cm}$; participaron 8 defensas, 6 medios y 1 delantero. La división aleatoria consistió en 8 sujetos de grupo intervención y conto con 7 sujetos en el grupo control, sin embargo, debido a los criterios de eliminación fueron descartados 4, dos con esguince de tobillo del grupo control, y el grupo de intervención presentó a un sujeto con esguince de rodilla y a otro con fractura de clavícula. Por lo tanto, se finalizó el programa con 11 sujetos (73.3%), 5 en el grupo control y 6 en el grupo intervención.

Bajo los criterios de selección la muestra de la investigación fue de 11 futbolistas jóvenes todos de sexo masculino con un promedio de edad de 15.3 ± 1.1 años, un peso promedio de 60.7 ± 8.0 k y una estatura media de $169.9 \text{ cm} \pm 6.1 \text{ cm}$; Se estudiaron 6 sujetos en el grupo experimental y 5 sujetos en el grupo control, donde se muestran los valores (Cuadro 1) para grupo control referente en agilidad, potencia y salto. Además, se obtuvieron las mismas mediciones para el grupo de intervención Cuadro 2).

Grupo control (GC) n=5

Variable	Pre test(1)	Post test(3)	Diferencia	Cambios	Evaluación cualitativa
Potencia	5,010.6 { 333.1	4,963.9 { 382.2	0.00 (-0.03 – 0.04)	15 %	Muy improbable
Agilidad	5.5 { 0.2	5.6 { 0.2	0.02 (0.00 – 0.08)	56 %	Probablemente no
Salto	49.4 { 2.5	47.2 { 3.0	0.04 (-0.14 – 0.02)	89 %	Posiblemente

Tabla 4 Resultados grupo control

Grupo intervención (GI) n=6

Variable	Pre test(5)	Post test(5)	Diferencia	Cambios	Evaluación cualitativa
Potencia	4,918.5 ± 369.1	5,045.7 ± 402.4	0.02 (0.00 – 0.04)	36 %	Probablemente no
Agilidad	5.3 ± 0.2	5.3 ± 0.3	0.00 (-0.01 – 0.05)	10 %	Muy improbable
Salto	43.8 ± 4.5	49.8 ± 6.4	0.11 (0.02 – 0.18)	99 %	Muy probablemente

Tabla 5. Resultados grupo intervención

Agilidad COD

En cuanto a la agilidad mostrada en este estudio, no hubo cambios significativos entre los grupos (control y experimental). El grupo control reportó una agilidad media pre-test 5.5 ± 0.2 seg y post-test 5.6 ± 0.2 seg. En tanto al grupo intervención se encontró un valor con una media de $5.3 \text{ seg} \pm 0.2$ pre test y pos-test $5.3 \text{ seg} \pm 0.3$.

Salto Vertical

Con salto vertical se reportó una media pre-test $49.4 \text{ cm} \pm 2.0$ y post-test 47.2 ± 3.0 . En cuanto el grupo intervención con una media $43.8 \text{ cm} \pm 4.5$ pre test y pos-test de $49.8 \text{ cm} \pm 6.4$.

Potencia

Grupo experimental presento una media $47.670 \text{ cm} \pm 3.815$ y la potencia $5010.6 \text{ N} \pm 333.1$ en el pre test, y pos-test fue de 4963.9 ± 382.2 . mientras el grupo intervención muestra con una media $4918.5 \text{ N} \pm 369.1$ pretest y posttest $5047.7 \text{ N} \pm 402.4$. Lo cual demuestra que el entrenamiento excéntrico tiene tendencia a

mejorar el desempeño en el salto y la potencia muscular en los sujetos en comparación al entrenamiento estándar de los jugadores de futbol soccer, sin embargo, para el rendimiento de la agilidad no muestra mejora.

Discusión

En la agilidad COD los resultados no mostraron un cambio significativamente estadístico, en concordancia con Arcos et. Al. donde su estudio demostró que el entrenamiento de la agilidad, el ciclo de estiramiento y acortamiento, debe de entrenarse por separado porque estas habilidades motoras no tienen correlación entre sí, debido a las características particulares (65).

Por otro lado Markovic (66) afirmó que a pesar de la importancia de la agilidad en muchos deportes, el entrenamiento en músculos extensores de la pierna es un pobre predictor de agilidad, de esta manera las intervenciones funcionales parecen ser mejores que de manera aislada, esto hace la referencia que cuando se utilizan test de agilidad no involucran un solo grupo muscular como los extensores de pierna, sino un conjunto de músculos, por tanto se coincide que no es suficiente entrenar un solo grupo muscular excéntricamente si no en su totalidad para generar un efecto positivo en los cambios de dirección.

Contrariamente Del Hoyo et Al. afirma que el entrenamiento excéntrico produce efectos positivos en la agilidad, en sus diferentes mediciones donde se encontró que en el entrenamiento excéntrico está relacionado a la agilidad. Medición que fue realizada con una maquina iso-inercial y dos tipos de test de COD (cross-over y side step cutting maneuvers) en jóvenes masculinos de 17 años, se demostró una mejoría en la agilidad de los músculos estudiados (cuadriceps, isquiotibiales) (67). Al comparar estos resultados con este estudio no muestra mejora debido al tiempo y a la cantidad de sujetos empleados en nuestro estudio. Similarmente un estudio realizado por Tous y Fajardo et. Al. afirman que el entrenamiento excéntrico durante 11 semanas en sujetos varones de 17 años donde se utilizaron una plataforma vibratoria y un equipo iso-inercial con énfasis en la fuerza excéntrica, se demostró por medio de una prueba estadística (61) una mejora (ES: 1.22) en el COD comparado con grupo convencional (pliométrico, velocidad linear y ejercicios peso)

(ES: 0.24) (53). Contrario a lo reportado por este estudio, donde no existió algún cambio en la agilidad (INT: %-0.95) sin embargo, pero se observó una tendencia a mejorar en el grupo control (CON: 1.7%), esto muy seguramente provocado al número limitado de participantes en conjunto con la duración del entrenamiento excéntrico de 4 semanas comparados con otros estudios antes mencionados.

Salto

En el trabajo realizado por Vogt et al (37), se afirma que el salto tuvo una mejora del 6.6% al aislar el entrenamiento excéntrico en isquiotibiales. Muy similar a lo encontrado a los resultados de este estudio, donde se mostró una tendencia de mejora del salto (INT: 9.14%) comparado (CON: 2.33%) con una mejorara en la capacidad contráctil del ciclo estiramiento- acortamiento y con ello se logró un mayor rendimiento en el salto vertical en el grupo de intervención.

Esto puede ser beneficioso para entrenamiento explosivo de atletas puesto que la integración del entrenamiento excéntrico tiene efectos positivos en el salto debido a la tensión de alargamiento que se produce antes de iniciar un movimiento explosivo. En similitud a lo que afirmo Spiteri et. Al. (46) que existe una correlación significativa entre la potencia CMJ y el test COD 505. De la misma manera De Hoyo et. Al. (17) afirmo que el entrenamiento excéntrico puede tener mejoras en el CMJ, y además en las tareas de aceleración ya que los resultados de su estudio demostraron una mejoría en el grupo experimental, en concordancia del mismo modo nuestro estudio también demostró una mejora del 9.14% del grupo intervención sin embargo no con una diferencia significativamente estadística, solamente una tendencia de que puede mejorar el salto. se requieren mayor cantidad de estudios para determinar su eficacia.

Potencia

La investigación realizada por Núñez cuyo objetivo fue comparar el entrenamiento excéntrico con sobrecarga con ejercicio unilaterales y bilaterales para el rendimiento y la hipertrofia con 27 sujetos y con un protocolo de 4 series con 7 repeticiones durante 6 semanas afirmaron que el entrenamiento excéntrico tuvo incremento en

la potencia (ES=1.5) bilateral (68). con ello se concuerda con nuestro estudio y otra investigación realizada por (69) estudiaron los efectos de la contracción excéntrica en la fuerza muscular, potencia, salto vertical y dolor muscular, se aplicó el entrenamiento excéntrico haciendo énfasis en su contracción utilizando un protocolo de tempo de 2 seg. 4 seg vs 6seg en 32 sujetos universitarios de 23 3.5 años con experiencia en enteramiento de fuerza en sentadilla usando la maquina Smith con un periodo de 4 semanas, demostrando un incremento de potencia debido al entrenamiento excéntrico, con una significancia estadística del <0.001 dentro del estudio se demostró que el protocolo de tempo también hubo diferencia entre los grupos de 2 segundos el cual tuvo mayor altura de salto comparado con los grupos de 4 segundos y 6 segundos ambos mejoraron su potencia, esto concuerda con nuestro estudio aplicando el entrenamiento excéntrico con el incremento de la potencia fue de INT (%7.29) y CON (1.99%).

Dirección General de Bibliotecas UAQ

VII. Conclusión

Agilidad

Al aplicar el entrenamiento excéntrico no se presentó un cambio sustancial en la agilidad en este estudio, esto pudiéndose deber a el número limitado de participantes. Sin embargo, habrá que hacer estudios más específicos donde se puedan demostrar que por sí solo al aislar la contracción excéntrica de un grupo muscular mejora el cambio de dirección o si habrá que trabajar de una forma más funcional, incluyendo ejercicios que involucren una mayor cantidad de grupos musculares, los cuales que permitan un mejor rendimiento.

También se encontraron diferentes limitaciones dentro del estudio incluyendo dentro las evaluaciones de la agilidad ya que en este estudio se contempló la utilización de la prueba pro agility test que incluyen 2 giros de 180° grados mientras que otros estudios (52) (65) (67) (46) solo utilizaron un giro de 180° grado, pudiendo tener ciertas diferencias al momento de frenado y aceleración debido a la cantidad de giros, requiere analizar el efecto del entrenamiento excéntrico en diferentes edades, deportes y atletas universitarios, amateurs o profesionales para comprobar si hay cambio en la agilidad COD.

Además, se tiene que estudiar los efectos que tiene la carga excéntrica en sus diferentes modalidades, que en estudios futuros sirva de base para comparar si hay cambios sustanciales con entre el ejercicio excéntrico y el ejercicio realizado en máquinas isoinerciales contra ejercicios corporales como el NHE pudiéndolo cuantificar en un futuro si producen el mismo efecto o hay alguna diferencia.

Salto

Mientras que para el salto el entrenamiento excéntrico si tiende a mejorar esta capacidad, Por otro lado, se requieren aún estudios realizados en diferentes poblaciones, así como protocolos para poder determinar si los aislamientos de las contracciones excéntricas tienden a mejorar el salto o si se trabaja con una mayor cantidad de músculos que no solo involucren los isquiotibiales, sino que además se ejerciten el cuádriceps, gemelos y glúteos en fase excéntrica y compararlo.

El entrenamiento excéntrico puede ser utilizado por el preparador físico además de mejorar el rendimiento de la fuerza y la potencia en sus etapas precompetitivas, con técnicas de utilización correcta de los ejercicios pliométricos y excéntricos, ciertamente debe cubrir un programa multifacético, con los lineamientos recomendados por la NSCA (70). Además de la utilización de un programa adecuado de entrenamiento que contenga ejercicios de prevención de lesiones y a su vez estos estén ajustados al contexto del equipo y probados científicamente, hay que agregar que como cualquier otro programa de entrenamiento debe de ser retador para que el atleta pueda participar activa y cotidianamente y por supuesto que lleve periodización siendo variado y progresivo, respetando la sesión de entrenamiento que contenga un calentamiento, enfriamiento, ejercicios de frenado, ejercicios de balance y controlar la técnica de aterrizaje en saltos todo esto puede prevenir las lesiones (71).

VIII. Referencias

1. Krusturup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: Effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci.* 2001;19(11):881–91.
2. Joo CH, Seo D-I. Analysis of physical fitness and technical skills of youth soccer players according to playing position. *J Exerc Rehabil [Internet]*. 2016;12(6):548–52. Available from: <http://e-jer.org/journal/view.php?number=2013600322>
3. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: An update. *Sport Med.* 2005;35(6):501–36.
4. Brughelli M, Cronin J, Levin G, Chaouachi A. Understanding Change of Direction Ability in Sport. *Sport Med [Internet]*. 2008;38(12):1045–63. Available from: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200838120-00007>
5. Santos HH, Ávila MA, Hanashiro DN, Camargo PR, Salvini TF. The effects of knee extensor eccentric training on functional tests in healthy subjects . *Rev Bras Fisioter [Internet]*. 2010;14(4):276–83. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-77958189243&partnerID=40&md5=9fecb345022e43225416da6eb6edd096>
6. Brukner P, Nealon A, Morgan C, Burgess D, Dunn A. Recurrent hamstring muscle injury: applying the limited evidence in the professional football setting with a seven-point programme. *Br J Sports Med [Internet]*. 2014;48(11):929–38. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84900505038&partnerID=tZOtx3y1>
7. Hader K, Palazzi D, Buchheit M. Change of direction speed in soccer: How much braking is enough? *Kinesiology.* 2015;47(1):67–74.
8. Sugiura Y, Sakuma K, Sakuraba K, Sato Y. Prevention of Hamstring Injuries in Collegiate Sprinters. *Orthop J Sport Med.* 2017;5(1):1–6.

9. Navandar A, Navarro E. Análisis de la lesión de isquiotibiales en jugadores profesionales de fútbol Archit Navandar Director : Dr . Enrique Navarro. 2015;(June).
10. Myer GD, Ford KR, Foss KDB, Liu C, Nick TG, Hewett TE. The Relationship of Hamstrings and Quadriceps Strength to Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Athletes. Clin J Sport Med. 2009;19(1):3–8.
11. Sporis G, Jukic I, Milanovic L, Vucetic V. Reliability and factorial validity of agility tests for soccer players. J Strength Cond Res. 2010;24(3):679–86.
12. Chaabene H. Change of Direction Tasks: Does the Eccentric Muscle Contraction Really Matter? Chaabene Arch Sport Med. 2017;1(1):1–2.
13. Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. Br J Sports Med [Internet]. 2013;47(12):738–42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23645832>
14. Chalker WJ, Shield AJ, Opar DA, Keogh JWL. Comparisons of eccentric knee flexor strength and asymmetries across elite, sub-elite and school level cricket players. PeerJ [Internet]. 2016;4:e1594. Available from: <https://peerj.com/articles/1594>
15. Impellizzeri FM, Bizzini M, Dvorak J, Pellegrini B, Schena F, Junge A. Physiological and performance responses to the FIFA 11+ (part 2): a randomised controlled trial on the training effects. J Sports Sci [Internet]. 2013;31(13):1491–502. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02640414.2013.802926>
16. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4 % annually in men ' s professional football , since 2001 : a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. 2016;731–7.

17. De Hoyo M, Pozzo M, Sa??udo B, Carrasco L, Gonzalo-Skok O, Dom??nguez-Cobo S, et al. Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *Int J Sports Physiol Perform* [Internet]. 2015;10(1):46–52. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Moises_De_Hoyo/publication/262940585_Effects_of_a_10-Week_In-Season_Eccentric-Overload_Training_Program_on_Muscle-Injury_Prevention_and_Performance_in_Junior_Elite_Soccer_Players/links/54ca532d0cf2517b755df798.pdf
18. Mjøl̄snes R, Arnason A, Østhagen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs . concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. 2004;311–7.
19. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: An intervention study. *Scand J Med Sci Sport*. 2008;18(1):40–8.
20. Brughelli M, Mendiguchia J, Nosaka K, Idoate F, Arcos AL, Cronin J. Effects of eccentric exercise on optimum length of the knee flexors and extensors during the preseason in professional soccer players. *Phys Ther Sport*. 2010;11(2):50–5.
21. Schache A. Eccentric hamstring muscle training can prevent hamstring injuries in soccer players. *J Physiother*. 2012;58(1):58.
22. Hoffman J. *Physiological Aspects of Sport Training and Performance*. 2nd ed. Champaign IL: Human Kinetics; 2014.
23. Ratamess N. *ACSM’s Foundations of Strength Training and Conditioning*. ACSM, editor. China: Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
24. Hoffman J, Ratamess N. *A Practical Guide to Developing Resistance-Training Programs*. United States: Coaches Choices; 2008.

25. Hoffman JR. Entrenamiento de la Resistencia y la Fuerza para Jugadores de Fútbol . Consideraciones Fisiológicas. 2014;1–16.
26. Porcari JP, Bryant CX. Exercise Physiology. ACE, editor. Philadelphia PA: F.A. Davis Company; 2015. 937 p.
27. Fleck SJ, Kraemer WJ. Designing Resistance Training Programs. 4th Editio. Champaign IL: Human Kinetics; 2014. 521 p.
28. Floyd RT (University of WA. Manual of Structural Kinesiology. 19th Editio. McGraw Hill; 2012.
29. Jarmey C. Atlas Conciso de los Músculos. Paidotribo, editor. Barcelona: Paidotribo; 2008. 161 p.
30. Douglas J, Pearson S, Ross A, McGuigan M. Eccentric Exercise: Physiological Characteristics and Acute Responses. Sport Med. 2017;47(4):663–75.
31. Cowell JF, Cronin J, Brughelli M. Eccentric Muscle Actions and How the Strength and Conditioning Specialist Might Use Them for a Variety of Purposes. Strength Cond J [Internet]. 2012;34(3):33–48. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00126548-201206000-00005>
32. Isner-Horobeti M-E, Dufour SP, Vautravers P, Geny B, Coudeyre E, Richard R. Eccentric Exercise Training: Modalities, Applications and Perspectives. Sport Med [Internet]. 2013;43(6):483–512. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-013-0052-y>
33. Lorenz D, Atc L, Morin J, Gimenez P, Edouard P, Arnal P, et al. A novel device using the Nordic hamstring exercise to assess eccentric knee flexor strength: a reliability and retrospective injury study. Kinesiology [Internet]. 2013;6(11):636–40. Available from: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0->

84900505038&partnerID=tZOtx3y1

34. Fernandez-Gonzalo R, Bresciani G, de Souza-Teixeira F, Hernandez-Murua JA, Jimenez-Jimenez R, Gonzalez-Gallego J, et al. Effects of a 4-week eccentric training program on the repeated bout effect in young active women. *J Sport Sci Med*. 2011;10(4):692–9.
35. Mike J, Kerksick CM, Kravitz L. How to Incorporate Eccentric Training Into a Resistance Training Program. *Strength Cond J* [Internet]. 2015;37(1):5–17. Available from:
<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00126548-201502000-00002>
36. Kravitz L, Bubbico AT. *Essentials of Eccentric Training*. Human Kinetics; 2015.
37. Vogt M, Hoppeler HH. Eccentric exercise: mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct. *J Appl Physiol* [Internet]. 2014;116(11):1446–54. Available from:
<http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jappphysiol.00146.2013>
38. Starbuck C, Eston RG, Kraemer WJ. Exercise-induced muscle damage and the repeated bout effect: Evidence for cross transfer. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(3):1005–13.
39. Breno de A. R. Alvares J, Marques VB, Vaz MA, Baroni BM. Four weeks of Nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2017;1. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28459795>
<http://Insights.ovid.com/crossref?an=00124278-900000000-96002>
40. Goode AP, Reiman MP, Harris L, DeLisa L, Kauffman A, Beltramo D, et al. Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015;49(6):349–56. Available from:

<http://bjism.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-093466>

41. Brughelli ME, Cronin JB. Preventing hamstring injuries in sport. *Strength Cond J* [Internet]. 2008;30(1):55. Available from:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2780252&info=resumen&idoma=ENG%5Cnhttp://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-67649950949&partnerID=tZOtx3y1>
42. Jones P, Bampouras T, Martin K. An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *J Sports Med Phys Fitness*. 2009;
43. Nimphius S, Callaghan SJ, Bezodis NE, Lockie RG. Change of Direction and Agility Tests: Challenging Our Current Measures of Performance. *Strength Cond J*. 2017;1–13.
44. Sheppard J, Young W. Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci*. 2006;24(9):919–32.
45. Bomba T, Buzzichelli C. *Periodization Training for Sports*. 3th Editio. Champaign IL: Human Kinetics; 2015. 369 p.
46. Spiteri T, Nimphius S, Hart NH, Specos C, Sheppard JM, Newton RU. Contribution of strength characteristics to change of direction and agility performance in female basketball athletes. *J Strength Cond Res*. 2014;28(9):2415–23.
47. Asadi A, Arazi H, Young WB, De Villarreal ES. The effects of plyometric training on change-of-direction ability: A meta-analysis. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11(5):563–73.
48. Porter GK, Kaminski TW, Hatzel B, Powers ME, Horodyski MB. An examination of the stretch-shortening cycle of the dorsiflexors and evertors in uninjured and functionally unstable ankles. *J Athl Train*. 2002;37(4):494–500.
49. Chandler JT, Brown LE. *Conditioning for Strength and Human Performance*. 3rd Editio. Philadelphia PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2008. 514 p.

50. ACSM AC of SM, Ratamess N. ACSM Foundations fo Strength Training and Conditioning [Internet]. 3rd Editio. ACSM, editor. Vol. 1, American College of Sports Medicine. Indianapolis In: Lippincott Williams & Wilkins; 2012. Available from:
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14763140208522788>
51. Baechle T, Earle R. Essentials of Strength Training and Conditioning. 3rd Editio. Champain IL: Human Kinetics; 2008. 657 p.
52. Jones P, Bampouras TM, Marrin K. An Investigation Into the Physical Determinants of Change of Direction Speed.pdf. J Sports Med Phys Fitness. 2009;49(1):97–104.
53. Tous J, Gonzalo-skok O, Tous-fajardo J, Gonzalo-skok O, Arjol-serrano JL, Tesch P. Change of Direction Speed in Soccer Players is Enhanced by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training Enhancing Change-of-Direction Speed in Soccer Players by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. 2015;(May).
54. Gutierrez Davila M, Oña Sicilia A. Metodologia en las Ciencias del Deporte. Madrid: Editorial Sintesis; 2005.
55. Rozenek R, Pauole K, Madole K, Garhammer I, Lacourse M, Rozenek R. Reliability and Validity of the T-Test as a Measure of Agility , Leg Power , and Leg Speed in College- Aged Men and Women Reliability and Validiry of the TITest as a Measure of Agility , L . g Power , and L . g Speed in Men and ' Women. 2016;(August).
56. National Strength and Conditioning Association. NSCA's Guide to TESTS AND ASSESSMENTS. Todd M, editor. Human Kinetics; 2012. 304–315 p.
57. Stewart PF, Turner AN, Miller SC. Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests. Scand J Med Sci Sport. 2014;24(3):500–6.

58. Strength N. NSCA' s Essentials of Personal Training. 2nd Editio. Coburn JW, Malek MH, editors. 2012.
59. Clark R, Bryant A, Culgan JP, Hartley B. The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: A pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Phys Ther Sport*. 2005;6(2):67–73.
60. Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. *Br J Sports Med [Internet]*. 2013;47(8):495–502. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23038786>
61. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. *Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science*. (21):3–12.
62. Vicent WJ, Weir JP. *Statistics in Kinesiology*. 4th Editio. Champaign IL: Human Kinetics; 2012.
63. López Pacheco MC, Pimentel Hernández C, Rivas Mirelles E, Arredondo García JL .. Normatividad que rige la investigación clínica en seres humanos y requisitos que debe cumplir un centro de investigación para participar en un estudio clínico en México. *Acta Pediátrica Mex*. 2016;37(3):175–82.
64. Berg KE, Latin RW. *Essentials of Research Methods in Health, Physical Education, Exercise Science and Recreation*. 3rd Editio. Vol. 1542. Lippincott Williams & Wilkins; 2015. 33–36 p.
65. Arcos AL, Mendiguchia J, Yanci J. Specificity of Jumping, Acceleration and Quick Change-Of-Direction Motor Abilities in Soccer Players. *Kinesiology*. 2017;49(1):22–9.
66. Markovic G. Poor relationship between strength and power qualities and agility performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47(3):276–83.

67. de Hoyo M, Sañudo B, Carrasco L, Mateo-Cortes J, Domínguez-Cobo S, Fernandes O, et al. Effects of 10-week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *J Sports Sci.* 2016;34(14):1380–7.
68. Núñez FJ, Santalla A, Carrasquilla I, Asian JA, Reina JI, Suarez-Arrones LJ. The effects of unilateral and bilateral eccentric overload training on hypertrophy, muscle power and COD performance, and its determinants, in team sport players. *PLoS One.* 2018;13(3):1–13.
69. Mike JN, Cole N, Herrera C, Vandusseldorp T, Kravitz L, Kerksick CM. The Effects of Eccentric Contraction Duration on Muscle Strength, Power Production, Vertical Jump, and Soreness. *J Strength Cond Res.* 2017;31(3):773–86.
70. Faigenbaum A, Myer G. Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. *Br J Sport Med.* 2012;44(1):56–63.
71. O'Brien J, Finch CF. Injury prevention exercise programmes in professional youth soccer: understanding the perceptions of programme deliverers. *BMJ Open Sport Exerc Med [Internet].* 2016;2(1):e000075. Available from: <http://bmjopensem.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjsem-2015-000075>

IX. Anexos

Consentimiento Informado de Evaluaciones Físicas

Consentimiento Informado de Evaluaciones Físicas

Como parte de este estudio de investigación, usted está invitado a participar en programa de entrenamiento excéntrico, entiendo que se me pedirá llevar a cabo diversas pruebas para evaluar mi nivel de condición física, así como la participación voluntaria. Entiendo que este programa será administrado por el LCFD Luis Alfonso Moreno Ponce de León.

Selección de sujetos

Usted está invitado a participar en este estudio porque es un sujeto sano de edades comprendidas de entre 15 a 23 años, usted participa libremente si no tiene enfermedades cardiovasculares, metabólicas y lesiones articulares o musculares que impidan participar en el programa

Propósito del estudio

El propósito es diseñar un programa de entrenamiento excéntrico para ver la relación un entrenamiento excéntrico en isquiotibiales con la potencia y la agilidad.

Consentimiento Informado de Evaluaciones Físicas

Como parte de este estudio de investigación, usted está invitado a participar en programa de entrenamiento excéntrico, entiendo que se me pedirá llevar a cabo diversas pruebas para evaluar mi nivel de condición física, así como la participación voluntaria. Entiendo que este programa será administrado por el LCFD Luis Alfonso Moreno Ponce de León.

Selección de sujetos

Usted está invitado a participar en este estudio porque es un sujeto sano de edades comprendidas de entre 15 a 23 años, usted participa libremente si no tiene enfermedades cardiovasculares, metabólicas y lesiones articulares o musculares que impidan participar en el programa

Propósito del estudio

El propósito es diseñar un programa de entrenamiento excéntrico para ver el efecto de la agilidad y la prevención de lesiones en isquiotibiales a futbolistas. Entiendo que tengo libertad para formular cualquier pregunta sobre cualquier procedimiento llevado a cabo en el estudio. Si por algún motivo no puedo realizar alguna prueba o realizar el ejercicio informare al responsable en este caso al LCFD Luis Alfonso Moreno Ponce de León.

Explicación de procedimientos:

La aplicación del entrenamiento excéntrico será un total de 6 semanas con 2 semanas de evaluación una al inicio y otra al final, se medirá la talla, peso, aplicara un cuestionario de lesiones, y se evaluara las pruebas físicas de agilidad y salto, las 4 semanas del programa de entrenamiento excéntrico se utilizará con el ejercicio nórdico (NHE) dentro de las sesiones de entrenamiento en la parte final del calentamiento específico, durante este tiempo el entrenamiento excéntrico se utilizara la periodización por sobrecarga progresiva iniciando con 1 serie por 6 repeticiones, la primera semana con un aumento de dos series cada semana hasta cumplir 12 repeticiones la última semana del programa de entrenamiento, concluyendo con una evaluación final la 6° semana. Asimismo, informare con prontitud sobre cualquier molestia o dolor asociados con una determinada prueba o ejercicio al evaluador. Puesto que mi estado de salud puede afectar directamente a mi seguridad durante el ejercicio, pondré al corriente a mi instructor o evaluador de todos mis problemas de salud.

Riesgos y Potenciales beneficios:

Existen ciertos riesgos asociados con el programa excéntrico como dolor muscular retardado e inconformidad muscular, sin embargo, también con la aplicación del programa puede haber un incremento de la fuerza, hipertrofia muscular y la prevención de lesiones.

El costo del estudio:

Las pruebas y el programa serán sin costo

Durante la realización de este estudio, la identidad sobre mi persona no será revelada a nadie extraño sin una autorización escrita, su nombre no será publicado solo los datos obtenidos serán reportados.

Mi inscripción y consentimiento para participar en esta práctica es voluntaria y entiendo que soy libre de retirarme del estudio, en cualquier momento por razón de salud.

He leído este formulario y he dado mi consentimiento escrito para participar en este estudio.

Con fecha de: _____

_____ Firma y Nombre del Evaluado

_____ Nombre y Firma del Testigo

_____ Firma y Nombre del Evaluador

Cuestionario de lesiones deportivas.

1. No Instrumento

Nombre

Fecha

2. Sexo

3. Edad

4. Peso

5. Estatura

Cuestionario de Lesiones de la temporada pasada

6. ¿Has sufrido alguna vez lesiones? Si No

7. ¿Hace cuánto que sufrió la lesión? 0-6 meses 6-12 meses
1-2 años >2 años

8. ¿En dónde fue la lesión? Cabeza Hombros Brazos Codos Muñecas Manos
Rodillas Tobillo Columna Vertebral Tórax Costillas Piernas Muslos Clavícula

9. Tipo de Lesión

Fractura/fisura Ligamentos/tendones Nerviosa
Desgarre muscular Bursitis

10. Mecanismo de lesión Estrés posición incorrecta Técnica incorrecto
dirección de fuerza mal aplicada superficie equipamiento/calzado fatiga

11. ¿En dónde se suscitó la lesión? Competencia/partido Entrenamiento
Recreación Accidente

Lesiones Actuales

Fecha:

12. ¿Tienes lesiones actualmente? Si No

13. ¿Hace cuánto que sufrió la lesión? 0-6 meses 6-12 meses
1-2 años >2 años

14. En donde fue la lesión

Cabeza Hombros Brazos Codos Muñecas Manos Rodillas Tobillos
Columna Vertebral Tórax Costillas Piernas Muslos Clavícula

15. Tipo de Lesión

Fractura/fisura Ligamentos/tendones Nerviosa
Desgarre muscular Bursitis

16. Mecanismo de lesión Estrés posición incorrecta Técnica incorrecto
dirección de fuerza mal aplicada superficie equipamiento/calzado fatiga

17. ¿En dónde se suscitó la lesión? Competencia/partido Entrenamiento
Recreación Accidente

Cuestionario de Entrenamiento

18. ¿Cuáles su posición de juego?

a. Portero Defensa Medio Delantero

19. ¿Actualmente ha estado entrenando regularmente?

Si No

20. ¿Cuánto tiempo llevan entrenando regularmente?

1 a 2 meses 3 a 4 meses 5 a 6 meses >1 año

21. ¿Le han aplicado evaluaciones de entrenamiento de manera regular?

Si No

22. ¿Cuántas veces entrena por semana?

1 a 2 días 2 a 3 días 3 a 4 días 5 días

23. ¿Cuántas horas le dedica por día al entrenamiento

30 min 60 min 90 min >2 horas

24. ¿Realiza otra actividad a parte de su deporte?

Si No Cual

25. ¿Participa actualmente en un programa de entrenamiento de fuerza? *

Si No

26. ¿Qué tan intenso (o difícil) son sus ejercicios de entrenamiento de fuerza?

Fácil Medio Difícil Muy Difícil

Recursos Humanos

Para la implementación del proyecto la cantidad de personal requerido será de 3 personas para la aplicación de la prueba donde se tendrá a un anotador, un personal que mida los test y una persona que dirija las pruebas, para ello se tendrá que capacitar antes de iniciar la prueba. Al momento de aplicar la periodización del entrenamiento excéntrico se prevé utilizar un dos aplicadores una que tendrá que fundamentar la planificación del entrenamiento y el otro será el entrenador que lo aplique dependiendo del objetivo de las sesiones es decir si se trabajara la técnica se ocupara que el entrenamiento excéntrico sea aplicado después, con la finalidad de no fatigar al jugador y poder prepararlo adecuadamente.

Presupuesto

Dentro del presupuesto previsto es de \$1500.00 pesos aproximadamente para la aplicación de pruebas. El costo de la aplicación del entrenamiento será menor a 500 pesos por semana debido a que no se utilizaran implementos ya que se utilizaran ejercicios con el peso corporal y la utilización del espacio el cual será prestado por parte de los campos de la liga.