



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESTIRAMIENTO ESTÁTICO VS ESTIRAMIENTO DINÁMICO POST-
EJERCICIO EN LA FLEXIBILIDAD DE LOS ISQUIOTIBIALES Y SU EFECTO
EN EL RENDIMIENTO FÍSICO DE NIÑOS DE 9-12 AÑOS

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Licenciada en Fisioterapia.

Profesores Guía

M. Sc. Ft. Javier Montalvo

Autora

Patricia Alexandra Salcedo Padilla

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Javier Orlando Montalvo Santos
M. Sc. Ft. en Rehabilitación Física
CI: 1716050990

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Lcdo. Mg. Rafael Andrés Arcos Reina

CI: 0401195037

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Patricia Alexandra Salcedo Padilla

1104297187

AGRADECIMIENTOS

Principalmente dedicado a Dios que es el creador de todas las cosas por guiarme a lo largo de mi vida, él me ha dado la fortaleza para no rendirme y seguir adelante en cada obstáculo.

A mi padre Alberto y mi hermano Gabriel por todo su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir mis objetivos como persona y estudiante.

A la Universidad de las Américas por haberme aceptado ser parte de ella y llenarme cada día de conocimientos valiosos en todos los años de mi carrera.

A mi guía de tesis, Javier Montalvo y mi profesor corrector Rafael Arcos, por brindarme su valioso tiempo ya que sin su ayuda y sus conocimientos no hubiese podido realizar este estudio.

A la escuela de alto rendimiento “Life Football Sport” por la oportunidad y apertura brindada para realizar la investigación.

DEDICATORIA

A mi hermano Luis Fernando Saritama de manera especial, porque él fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, por el esfuerzo, ayuda incondicional, apoyo durante mis años de estudio.

A mi madre mi inspiración, pilar fundamental y primordial a lo largo de todos mis triunfos y derrotas, por hacer de mí una mejor persona con sus enseñanzas, valores, hábitos, consejos y amor.

RESUMEN

El entrenamiento de la flexibilidad, potencia, fuerza y resistencia muscular son cualidades físicas importantes del estado físico de una persona, propiedades que son dadas por las articulaciones, músculos, tendones, ligamentos, entre otros. El desarrollo de estas adaptaciones en edades tempranas y en pleno crecimiento juegan un papel importante dentro del desarrollo físico, integral y social del niño, entornos que nos sirven como herramienta natural para mantener, desarrollar o aumentar nuevas cualidades en el ámbito deportivo (Hedrick, A, 2011). Una de las modalidades para el desarrollo de estas modificaciones corporales son los estiramientos dinámicos y estiramientos estáticos, debido a los cambios positivos alcanzados a nivel corporal, deportivo, sensorial, motriz y del aparato locomotor.

Objetivo: Determinar qué técnica de estiramiento dinámico o estiramiento estático es la más efectiva para incrementar la flexibilidad de isquiotibiales y su aumento en el rendimiento físico (potencia muscular) en niños de 9-12 años de edad.

Materiales y Métodos: Diez niños de la Escuela de Alto Rendimiento “LIFE FOOTBALL SPORT”, en las edades de 9 a 12 años, participaron en este estudio. El grupo de niños fue sometido a un plan de estiramientos estáticos y estiramientos dinámicos. La intervención tuvo una duración de 3 meses, donde se realizaron 36 sesiones, con una frecuencia de 3 días por semana. En estos grupos se evaluó el grado de flexibilidad en isquiotibiales mediante el *Test de Wells y Dillon* y la potencia muscular a través del *Test del Salto contra-movimiento* mediante la Plataforma COBS.

Resultados: El análisis de los resultados mostró una mejoría estadísticamente significativa en la flexibilidad muscular evaluada mediante el Test de Wells y Dillon y rendimiento físico (potencia muscular) a través de la altura del salto.

Conclusión: La técnica de estiramiento estático activo mejora significativamente la flexibilidad en isquiotibiales y rendimiento físico (potencia muscular) en niños 9 a 12 años de edad, luego de 3 meses de intervención.

ABSTRACT

Flexibility training, power, strength and muscular endurance are important physical qualities of a person's physical state, properties that are given by the joints, muscles, tendons, ligaments, among others. The development of these adaptations at an early age and while the individual is growing plays an important role in the body, the social and integral development of the child, places and parks that serve as a urban tool to maintain, develop or increase new qualities in the sports field (Hedrick, A , 2011). One of the modalities for the development of these corporal modifications are: The dynamic stretching and static stretching, due to the positive changes the body can achieve at the corporal, sports, sensory, motor and locomotor level.

Objective: To determine which technique is more effective either dynamic stretching or static stretching to increase the flexibility of hamstrings and their development in physical performance (muscular power) in children between the ages of 9-12.

Materials and Methods: Ten children from "*Life Football Sport*" High Performance Sport Centre, between the ages of 9 and 12, participated in this study. The group of children was undergone to a plan of static stretching and dynamic stretching; THIS INTERVENTION LASTED 3 MONTHS, WHERE 36 SESSIONS WERE PERFORMED, 3 DAYS PER WEEK. In these groups the evaluation was to determine the degree of flexibility in hamstrings applied by the Wells and Dillon test and the muscle power was majored through the counter-movement jump test in the COBS Platform.

Results: The analysis of the results showed a STATISTICALLY SIGNIFICANT improvement in the muscular flexibility evaluated by the Test of Wells and Dillon and the physical performance (muscular power) through the through the counter-movement jump *test* by COBS Platform.

Conclusion: The technique applied by the active static stretching significantly improves flexibility in hamstrings and physical performance (muscular power) in children between the ages of 9 and 12, in 3 months of intervention.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	4
1.1 Antecedentes Históricos	4
1.2 Flexibilidad muscular	9
1.2.1 Definición	9
1.2.2 Componentes de la flexibilidad	10
1.2.3 Factores que influyen en la flexibilidad	11
1.3 Tipos de estiramientos	13
1.3.1 Dinámico y Estático	13
1.3.2 Activo y Pasivo	13
1.3.3 Balístico e isométrico	13
1.3.4 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva	13
1.4 Componentes y elementos de la fibra muscular	14
1.4.1 Características y tipos de fibras musculares	17
1.4.2 Fibras lentas o bandas tipo I	17
1.4.3 Fibras de contracción de rápida oxidación o bandas tipo II-a	18
1.4.4 Fibras rápidas o bandas tipo II-b	18
1.5 Procesos y efectos fisiológicos del estiramiento	18
1.6 Condiciones de la fibra muscular	20
1.6.2 Límites del tejido conectivo frente al estiramiento muscular	21
1.6.3 Elementos de naturaleza refleja y fisiológica	22
1.7 Factores externos relacionados con la flexibilidad	26
1.7.1 La flexibilidad relacionada con la edad	26
1.7.3 Fatiga muscular	28
1.7.4 Viscosidad y temperatura corporal	28
1.7.5 Acción de la musculatura agonista y antagonista	29
1.7.6 Adaptación muscular en el entrenamiento	29
1.8 Descripción anatómica de músculos implicados en estudio ...	30
1.9 Estiramiento estático activo vs estiramiento dinámico	31
1.9.1 Estiramiento Estático Activo	32

1.9.2 Estiramientos dinámicos activos	36
CAPITULO II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	40
2.1 Justificación	40
2.2 Hipótesis.....	42
2.3 Objetivos.....	42
2.3.1 Objetivo general.....	42
2.3.2 Objetivos específicos	42
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	43
3.1 Enfoque/ Tipo de estudio	43
3.2 Población y Muestra	43
3.2.1 Participantes	43
3.2.2 Criterios de Inclusión y Exclusión	44
3.2.3 Variables.....	44
3.2.4 Operacionalización de las variables.....	45
3.2.5 Materiales	45
3.2.6 Plan de tratamiento.....	49
3.2.7 Procedimiento experimental	58
3.2.8 Análisis de los datos	59
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	60
4.1 Resultados.....	60
4.1.1 Flexibilidad.....	60
4.1.2 Potencia muscular	61
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y LÍMITES DE ESTUDIO	62
5.1 Discusión.....	62
5.1.1 Flexibilidad.....	62
5.1.2 Potencia Muscular	65
5.2 Límites de estudio	67
Capítulo VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .	69
6.1 Conclusiones.....	69
7.2 Recomendaciones.....	70
REFERENCIAS.....	72

ANEXOS	82
--------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gimnasia Básica Danesa.....	6
Figura 2. Gimnasia orgánica	7
Figura 3. Disposición de los sarcómeros.....	16
Figura 4. Curva de esfuerzo y deformación en el tejido.	22
Figura 5. Test de Wells y Dillon.....	47
Figura 6. Plataforma Cobs.....	47
Figura 7. Movimientos de flexión y rotación de cabeza y cuello.....	50
Figura 8. Movimiento de circundación de hombros.	51
Figura 9. Flexión de tronco.....	51
Figura 10. Flexión de rodilla.	52
Figura 11. Movimiento de circundación en tobillo.....	52
Figura 12. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.	53
Figura 13. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.	53
Figura 14. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.	54
Figura 15. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.	54
Figura 16. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.	55
Figura 17. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.	56
Figura 18. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.	56
Figura 19. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.	57
Figura 20. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.	57
Figura 21. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.	58
Figura 22. Cambios en la flexibilidad muscular entre pre y post evaluación de grupo estático y grupo dinámico mediante estiramientos musculares.....	60
Figura 23. Cambios en la potencia muscular entre pre y post evaluación de grupo estático y grupo dinámico mediante estiramientos musculares.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de las cualidades físicas desarrolladas en el ámbito de deportivo.....	27
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la técnica de estiramiento estático.....	33
Tabla 3. Operacionalización de las variables	45
Tabla 4. Valores referenciales de test de Wells y Dillon.....	47

INTRODUCCIÓN

La flexibilidad es la capacidad física básica y cualidad motriz de todas las articulaciones, dependiente de muchas variables tales como, ligamentos, tendones, cápsula articular, extensibilidad, elasticidad de las fibras musculares para llegar a su máxima amplitud sin generar o sufrir daños. Recalca que la flexibilidad es una característica morfo-funcional del aparato locomotor inversamente proporcional con la edad, que determina las amplitudes de diferentes movimientos acorde a las exigencias del deporte practicado (Sánchez, 2014, p. 2-3).

Los estiramientos siempre han formado parte del comportamiento del ser humano, debido a que el movimiento y el estiramiento son elementos vitales que se dan por impulso natural y son considerados como un complemento de preparación física antes o después del ejercicio (Viana, 2008, p. 23). Los estiramientos tienen como objetivo evitar desequilibrios músculo-esqueléticos y corregir acortamientos o retracciones en los músculos, fascias, tejidos blandos, ligamentos, tendones y demás estructuras que componen una articulación (Barban, 2011, p. 17-18).

El estiramiento estático activo es un método eficaz usado para el aumento de la flexibilidad de un músculo o grupos musculares. La técnica consiste en una estirar un musculo de manera activa, manteniendo una posición estática durante un tiempo variable, que puede osar entre 15 a 60 segundos. Se ejecuta de manera lenta, deliberada, y sin interrupciones, aplicando una fuerza adicional, es decir activación isométrica del músculo, lo que facilita la protección y elongación plástica del tejido blando con menor gasto energético y estimulando las propiedades mecánicas y neurológicas de la musculatura involucrada (Samsom, 2012, p. 19).

El estiramiento dinámico es una técnica que implica la activación de la musculatura antagonista voluntaria en todo su rango completo de desplazamiento de manera activa, pausada, controlada y repetitiva de las articulaciones y músculos, esta activación optimiza una elongación en todo el trayecto muscular a través de la contracción, debido al proceso de inhibición recíproca que implican contracciones isométricas e isotónicas en la musculatura frente al estiramiento (Rodríguez, 2010, p. 5-6).

El fútbol es uno de los deportes más practicados y conocidos a nivel mundial, actividad física que la realizan los niños, adolescentes, jóvenes y adultos, donde se adquieren una lista innumerable de beneficios y mejoras en: salud, bienestar, desarrollo emocional, desarrollo de habilidades físicas, motrices, mentales, destrezas y técnicas deportivas (Rojas, 2012, p.12).

No obstante, el fútbol posee altas demandas fisiológicas y físicas que si se las efectúan adecuadamente dentro de una buena rutina de entrenamiento dan resultados en el niño tales como: aumento de la coordinación motora y viso espacial, regulación del peso corporal, aumento de la capacidad cardiorrespiratoria, que alcanza su mayor desarrollo en la adolescencia, aumento de la flexibilidad muscular, tonificación muscular, velocidad, resistencia muscular, aumento del recorrido articular, entre otros. Estas características atribuyen en el crecimiento del sistema osteomuscular y maduración del niño en etapas iniciales de la actividad física o deporte practicado (Jimenez, 2012, p. 102-103).

Este estudio aspira alcanzar tres impactos importantes: El primero a nivel de salud, mejorando las capacidades físicas de los niños, mediante el desarrollo de nuevas características corporales, estabilidad articular y equilibrio artromuscular mediante el deporte y la influencia de los estiramientos.

Aportar a nivel social para desplegar en el niño autonomía personal, desarrollar la imaginación e interpretación frente a cualquier situación, crear vínculos de amistad, generosidad, solidaridad, optimismo entre compañeros equipo y establecer alternativas de ocupación en vez de momentos de ocio.

Un crecimiento o desarrollo a nivel deportivo para seguir inculcando e inspirando en el niño interés por la actividad física y el deporte, ya que, gracias a estas adaptaciones podemos mantener un buen rendimiento deportivo, crear hábitos de vida saludables, proporcionar equilibrio del metabolismo basal favoreciendo la disminución de factores de riesgo, aumento de la capacidad funcional combatiendo síntomas de depresión, ansiedad y desarrollando nuevas pericias y experiencias en el ámbito deportivo.

Se realizó este estudio de tipo experimental para conocer la eficacia de la técnica de estiramiento estático activo vs estiramiento dinámico post-ejercicio en la flexibilidad de isquiotibiales y su efecto en rendimiento físico en niños de 9-12 años de edad.

Los resultados nos permitirán saber cuál de las dos técnicas previstas es la más efectiva a través de un programa de estiramientos post-ejercicio, para que de tal manera podamos conseguir efectos positivos en la musculatura de isquiotibiales mediante el aumento de la flexibilidad y potencia muscular en miembros inferiores.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Históricos

Los inicios sobre el trabajo en la flexibilidad se dan en los años 2.500 a.C. En el antiguo Egipto, dicha época donde se encuentran bocetos funerarios y se exponen ejercicios de flexibilidad de manera individual y entre parejas (Procopio, 2012).

En Bangkok, existen estatuas de hace más de 2000 años que revelan posturas donde se desarrollaba la flexibilidad mediante ejercicios de deslizamientos corporales. Por otro lado, en la cultura Oriental aparecen una serie de disciplinas milenarias como el Doin, Tai Ji Qan y Yoga, cuyas pautas se utilizaban como técnicas de estiramiento similares, que incluso siguen siendo efectivas en la actualidad (Procopio, 2012).

Incluso en la época Romana, pre existía una tropa de contorsionistas que conformaban parte de la cultura occidental y que en festividades, espectáculos y reuniones, ejecutaban ejercicios de flexibilidad hasta su máximo límite articular (Procopio, 2012).

El autor Luis Agosti (1963, p. 239), afirmó que el ejercicio no dependía del segmento corporal que está en movimiento, ni de la musculatura involucrada, sino de la efectividad y modo de ejecución con la que se realiza el movimiento, el cual se facilita mediante asistencias o estiramientos que daban como resultado el aumento de la flexibilidad y el tejido elástico del músculo.

(Langlade, 1970, p. 208), describe la “teoría de la hoja verde” que refiere que, si juntamos los extremos de la hoja verde de manera rápida e incorrecta, algunas partes de la hoja se romperán. Por el contrario, si juntamos los dos extremos con movimientos finos, moderados y acompasados, estos tendrán una relación uniforme y se mantendría la estructura intacta.

Entendiendo así, que se afaná trabajando mediante oscilaciones y/o lanzamientos de una manera preventiva, correctiva y la comparaba con la técnica balística, método que se practica en la actualidad en otros países a través de la gimnasia (Langlade, 1970, p. 212).

(Carlquist, 1976, p. 53), dentro de su teoría explicó que para que la técnica de estiramiento sea efectiva tiene que ser ejecutada de manera lenta, es decir, que la musculatura antagonista no genere demasiada acción o trabajo muscular, crea mucha tensión y evite que el estiramiento sea muy persistente en el tiempo. Diversificó dos tipos de estiramiento: el activo que tiene relación directa entre el nervio y unión-miotendinosa porque la fuerza recibida debería ser transferida de donde fuera necesaria, y el pasivo que da lugar a estiramientos con ayuda del peso corporal.

Las evidencias sobre la flexibilidad comenzaron a emplearse en academias gimnásticas, a las cuales se las denominaban “soportes inanimados” que actualmente se conoce como distensión o estiramiento balístico. Son ejercicios practicados por fuerzas internas que llevan a las articulaciones a su máximo estiramiento a través de todo su recorrido articular y sirven para una correcta higiene postural (Ling, 1976, p. 234-235).

Pehr Henrik Ling (1976, p. 266-267), personalizó algunas ideas con el fin de modificar una postura a través de movilidad articular y corregir posibles problemas en el desarrollo del tono muscular y actitud corporal. Otros precursores son su hijo Hjalmar Ling y Norlander quienes encontraban desajustes posturales y estructurales debido al sedentarismo, por eso se enfocan en evitar tensiones psicofísicas y evitar desequilibrios a nivel músculo esquelético a través de la ejecución de estiramientos musculares.

En el año 1980 Niels Buhk traducido por Braae Hansen & Bevington en el 2007 aplicó el dinamismo presentando 11 elongaciones o asistencias que llegan a su límite anatómico-kinestésico normal (Figura 1). Dividiéndolas en tres partes, según su efecto: generador de fuerza, generador de destreza y generador de flexibilidad con movimientos suaves, rítmicos, y repetitivos para aumentar el recorrido articular. En fin, explicó que la gimnasia servía para transformar la

dureza, extenuación y la torpeza en potencia, flexibilidad, velocidad y agilidad. Demostró que los deterioros que genera el trabajo físico son:

- I. Inflexibilidad en la región cervical de la columna vertebral
- II. Músculos del cuello acortados.
- III. Rigidez en la flexión y extensión de columna vertebral.
- IV. Pectoral mayor y menor acortados.
- V. Músculos del área renal muy acortados y rígidos.
- VI. Músculos de la región posterior del muslo acortados.



Figura 1. Gimnasia Básica Danesa. Tomado de Buhk, 1980, p. 23.

El deseo por seguir aplicando estiramientos continuó cuando la Autora Aurora introduce la gimnasia orgánica referente al estiramiento, sistemas que van en conjunto con la circulación sanguínea y respiración (Figura 2). Menciona que el aporte de la sangre en la fase de contracción-relajación muscular es un factor imprescindible dentro de la gimnasia orgánica para el correcto trabajo, sinergia y recuperación muscular (Fernández del Valle, 1996, p. 41).

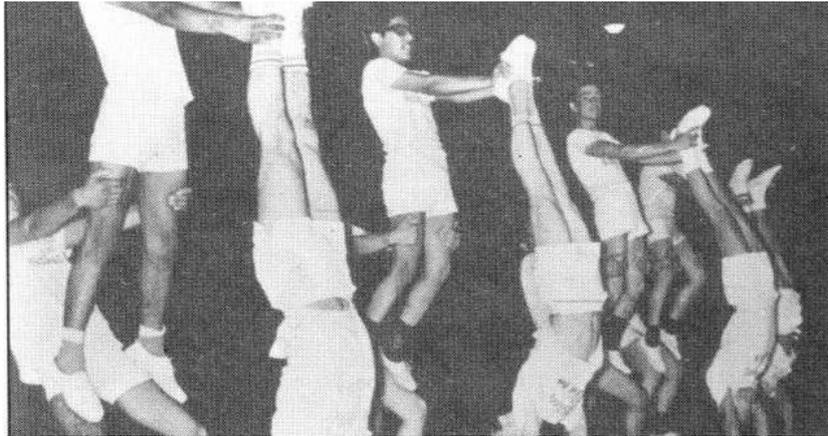


Figura 2. Gimnasia orgánica. Tomada de García, s.f.

Medau citado por Fernández (1996, p. 258), continúa proyectando 4 ámbitos acerca de la flexibilidad que son: deportivo, educativo, terapéutico y laboral. Los cuales los incluye dentro de estos tiempos donde solo existía el trabajo manual y disminuyó la necesidad por realizar ejercicio, además, la revolución industrial se convirtió en un método progresivamente mecánico para la población ocasionando pérdida de fuerza y falta de iniciativa para generar actividad física, aumentando así hábitos sedentarios y estáticos, por ende se agregó el ejercicio de flexibilidad dentro del trabajo para modificar estos factores.

A nivel corporal, la actividad física y el deporte son considerados medios indispensables para el desarrollo de la flexibilidad, agilidad, dinamismo muscular, velocidad, elasticidad, entre otros. En los últimos años, se han establecido métodos teóricos y prácticos que son de suma importancia y generan grandes resultados dentro de un entrenamiento (Blum, 1998, p. 9-10).

En el campo fisioterapéutico los estiramientos son técnicas que evolucionaron a lo largo de los años, por consiguiente, se eliminaron esos sistemas antiguos y arcaicos de estiramientos de manera exagerada, con rebotes, y muchas veces procesos que provocaban lesiones musculares. En la actualidad los estiramientos son procedimientos correctamente utilizados y basados en fundamentos científicos para mejorar la condición física y estructural con efectos positivos para distintas patologías o como un mecanismo corrector de

las diferentes alteraciones en la postura (Arregui, & y Martínez de Haro, 2001, p.128).

Varios autores puntualizan que el desarrollo de la flexibilidad mediante el estiramiento dentro de un entrenamiento o deporte específico tiene fines importantes como el incremento en el rendimiento deportivo, aumento de las reservas energéticas, intensificación del metabolismo y aporte de cualidades preventivas, ya que el objetivo principal es que el músculo genere acciones que demanden un recorrido articular completo, cualidad base para el mejoramiento en reacciones de defensa del organismo y tonificación muscular (Arregui, & y Martínez de Haro, 2001, p. 132-133).

También es importante recalcar que, tras una inmovilización prolongada causada por una lesión, se elimina un cierto número de sarcómeros en relación a la totalidad del músculo, por lo tanto, dicho resultado es definitivo y la recuperación va a depender siempre y cuando se trabaje sobre la flexibilidad con el fin de que este mecanismo produzca efectividad sobre la longitud del músculo. Este trabajo constante de estiramiento permite que las fibras de colágeno del tejido cicatrizal se reordenen y se vuelvan más funcionales (Arregui, & Martínez de Haro, 2001, p. 135).

A lo largo de los años en el siglo XX, gracias a las aportaciones científicas se logró introducir al área médica y fisioterapia general y deportiva los estiramientos musculares dentro del campo deportivo, no obstante, también son recomendados a personas sedentarias para mejorar su calidad de vida y evitar deterioros músculo-esqueléticos (Dadebo, 2004, p. 390).

La ergonomía y la flexibilidad dentro del ejercicio físico son métodos fundamentales para el desarrollo de los diferentes sistemas del cuerpo humano y usualmente modificar alteraciones del aparato locomotor que se originan por la falta de ejercicio, ejercicio mal practicado o enfermedades adquiridas (Viana, 2008, p. 116).

En la actualidad, el papel de la flexibilidad ha adquirido mucha importancia, ya que, en resumidas cuentas es una cualidad física básica y un elemento que

contribuye al resto de las capacidades físicas del organismo. El entrenamiento sucesivo de la flexibilidad aplicando estiramientos facilita el desplazamiento de los movimientos, mejora la respuesta muscular y evita lesiones en pleno desarrollo del potencial y rendimiento físico en la adolescencia (Hernández, 2006).

1.2 Flexibilidad muscular

1.2.1 Definición

La palabra flexibilidad se origina etimológica del latín “flectere” que se define como elongamiento, movimiento, extensión, alargamiento, ceder, curvar, doblar o flexionarse sin sufrir deterioro. La flexibilidad es la capacidad de la unidad-miotendinosa, articulaciones, ligamentos, tejidos blandos, fascias, cápsula articular, de permitir el movimiento hasta máxima amplitud articular sin restricciones, en todos sus planos de desplazamiento y acciones o manifestaciones que generen fuerza y destreza (Ayala, 2012, p. 105).

La flexibilidad simboliza movilidad, es decir, generar movimiento a través de la acción libre, autónoma y creativa de las diferentes articulaciones, cuya función se da mediante la extensibilidad y sinergia muscular, elasticidad de los antagonistas, fuerza de los agonistas y la coordinación motora del gesto deportivo (Ayala, 2012, p.105).

Algunos autores definen flexibilidad como sinónimo de compliance, o sea, la capacidad condicional de los músculos y articulaciones responsables de generar desplazamientos y movimientos en su máximo rango, sin generar dolor. Una musculatura flexible permite mantener o aumentar el campo de movilidad articular, mejorar la elasticidad en músculos, tendones, cápsula, estructuras óseas y tejidos circundantes (Merino, López, Torres, & Fernández, 2011, p.18).

Por otro lado, un estudio realizado por el autor (Da Silva, 2008, p.187), demuestra que la falta de flexibilidad en los isquiotibiales produce una inclinación de la pelvis hacia atrás, disminución en la movilidad de la pelvis e

inversión de la lordosis lumbar. Estas variaciones conducen a una serie de cambios biomecánicos y mala distribución de presiones, ocasionando no solo acortamiento en los músculos de la región posterior de la pierna y favoreciendo la semi-flexión de rodilla, sino también en la musculatura de espalda y pelvis, dando origen a múltiples lesiones tales como distensión en los isquiotibiales, siendo una de las lesiones más provocadas en el fútbol y en deportes donde involucren saltos.

Por tal razón, algunos autores consideran que existe una disminución de la flexibilidad entre los 10 a 13 años, donde encontramos cambios en las estructuras anatómicas tales como tronco y miembros inferiores. Por eso, recomiendan un adecuado desarrollo de la flexibilidad a través de la aplicación de un programa de estiramientos para evitar desajustes musculares y optimizar un correcto equilibrio muscular (Araguez, G., Latorre, J., Martín., F, 2013, p. 12).

1.2.2 Componentes de la flexibilidad

Los factores que condicionan la flexibilidad son:

Movilidad articular: Capacidad de desplazar un segmento corporal dentro de su recorrido articular, sin destruir la integridad anatómica implicada. Característica y componente necesario que va de la mano con el grado de flexibilidad y elasticidad de las articulaciones para la ejecución de movimientos corporales (Merino, López, Torres, & Fernández, 2011, p. 17-19).

Extensibilidad o “*compliance*”: Es la capacidad de los diferentes grupos musculares para deformarse sin perder su forma original y aumentar su diámetro en la extensión longitudinal del músculo mediante una fuerza deformante que actúa directamente sobre las fibras musculares (Merino, López, Torres, & Fernández, 2011, p. 18).

Elasticidad: Propiedad específica de los músculos, tendones, ligamentos, y articulaciones para alargarse o deformarse, recobrando su forma original una

vez que la fuerza que la ejecutó se terminó (Merino, López, Torres, & Fernández, 2011, p. 15).

Plasticidad: Característica de los tejidos para cambiar su forma mediante fuerzas, tiempo de aplicación, temperatura y permanecer en ese estado tras sobre pasar su capacidad de elongamiento (Merino, López, Torres, & Fernández, 2011, p. 19).

A continuación, vamos a describir los factores que influyen en la flexibilidad.

1.2.3 Factores que influyen en la flexibilidad

a) Factores intrínsecos

- I. Tejido conectivo, ligamentos, músculos, tendones, masa adiposa, fascias y cápsula articular que pueden presentar adherencias, restricciones, falta de extensibilidad, inactividad muscular y acortamientos que suelen ser motivo de reparaciones quirúrgicas (Viana, 2008, p. 23).
- II. Movilidad articular y distensibilidad de los músculos antagonistas, cápsula articular, superficies articulares, topes óseos, tipo de articulación, y cartílago (Hernández, 2006).
- III. Hipertonía muscular que puede limitar la amplitud global del movimiento debido al choque entre partes blancas y falta de relajación de los músculos antagonistas (Viana, 2008, p. 24).
- IV. Elasticidad del músculo dependiente de la temperatura, fatiga muscular, características específicas de la masa muscular o grupos musculares, tejido conectivo, posición de fibras musculares y arcos reflejos tales como el reflejo miotático y reflejo inverso de estiramiento (Viana, 2008, p. 24).
- V. Sistema nervioso, proteínas contráctiles y relajación neuromuscular que son factores que disminuye la deformación del músculo (Viana, 2008, p. 24).

b) Factores extrínsecos

- I. Sexo: Las mujeres son más flexibles que los hombres, debido a la mayor producción de estrógenos, menor densidad en el tejido por la retención de líquido, mayor grasa corporal y menor masa muscular (Belloch, 2010, p. 31).
- II. Edad: De 11 a 15 años donde se alcanza el mayor grado de flexibilidad a nivel de cintura escapular, columna vertebral y cintura pélvica (Belloch, 2010, p. 32).
- III. Hora del día: La flexibilidad disminuye en las primeras horas del día y aumenta en el transcurso del día. Se logra un aumento de la amplitud articular entre 10h-12h am y 4h-6h pm (Belloch, 2010, p. 32).
- IV. Calentamiento muscular: Disminución la viscosidad de los sarcoplasmas, mayor circulación sanguínea, aumento de las reacciones metabólicas e incremento de la contractibilidad y elongación del músculo (Hernández, 2006).
- V. Temperatura: Mayor grado de flexibilidad a altas temperaturas, por el aumento de riego sanguíneo en la fibra muscular (Hernández, 2006).
- VI. Costumbres sociales: Actividades, entrenamiento, hábitos que pueden aumentar o disminuir la flexibilidad (Hernández, 2006).
- VII. Efectos emocionales: Influyen por parte del sistema nervioso, factores que pueden aumentar o disminuir el tono del músculo e influenciar en la flexibilidad (Hernández, 2006).
- VIII. Cansancio muscular: Disminución de los husos musculares, convirtiéndolos más rígidos al estirar y dificultar la elongación (Hernández, 2006).

1.3 Tipos de estiramientos

1.3.1 Dinámico y Estático

- I. Estiramiento Estático Pasivo: Empleado de manera pasiva por el propio sujeto sin una fuerza adicional (Amiri-Khorasani, 2015).
- II. Estiramiento Estático Activo: Ejecutado por la acción de la contracción isométrica del antagonista (Amiri-Khorasani, 2015).
- III. Estiramiento Dinámico Activo: Incluye movimientos controlados y rápidos en todo su rango amplio de movimiento a través de impulsos y desplazamientos, sin la presencia de dolor (Amiri-Khorasani, 2015).

1.3.2 Activo y Pasivo

- IV. Estiramiento Pasivo: Es generado por una fuerza externa, puede ser un objeto o ayuda de una persona (Kay, 2012, p.156).
- V. Estiramiento Activo: Involucra contracción muscular de las cadenas musculares sin una fuerza externa (Kay, 2012, p. 156).

1.3.3 Balístico e isométrico

- VI. Estiramiento Isométrico: Es un tipo de estiramiento estático, consta de la aplicación de fuerza en contra del estiramiento para reducir la tensión muscular (Morcelli, 2013, p. 244).
- VII. Estiramiento Balístico: Incluye estiramiento excediendo los límites normales de elongamiento, se realiza sin rebotes, de forma rápida y trabaja en la elasticidad del músculo (Morcelli, 2013, p. 245).

1.3.4 Facilitación Neuromuscular Propioceptiva

- VIII. Estiramiento FNP: Es una técnica combinada que consta de un estiramiento estático, seguido una contracción isométrica contra una resistencia durante 7 segundos a partir de la posición de estiramiento. Finalmente, la fase de relajación e inmediatamente un

nuevo estiramiento estático, lo cual se desarrolla con mayor rango de movimiento (Voss, 2004, p. 128).

1.4 Componentes y elementos de la fibra muscular

El músculo está compuesto por dos partes fundamentales:

- I. *Elementos contráctiles*: Microfilamentos de actina y miosina, cuya función es deslizarse y superponerse entre ambos filamentos correctamente transformando la energía química a mecánica, creando puentes de tracción y provocando acortamiento del sarcómero durante la contracción del músculo (Bermudez, 2014, p.317).

- II. *Elementos no contráctiles*: Capas conjuntivas, estrías Z, sarcoplasmas, y tendones quedan situados al extremo del músculo formando estructuras resistentes (Bermudez, 2014, p. 318).

La unidad mio-tendinosa es responsable de los movimientos corporales y posee tres componentes básicos que son: el tejido contráctil, las capas que envuelven al tejido y las estructuras tendinosas. El músculo es un tejido heterogéneo debido a que posee abundante líquido viscoso y está conformado por estructuras contráctiles como la actina y la miosina y no contráctiles como la titina, que le da características propias a la fibra muscular (Marban, 2011, p. 32).

El músculo está constituido por fascículos que constituyen una fibra muscular y están separados por una membrana llamada perimisio (Figura 3). También se agrupa en fascículos primarios y secundarios cubiertos por una capa de tejido conectivo llamado epimisio que rodea al músculo por debajo de la fascia para compactarlo, tiene funciones elásticas, de intercambio metabólico, de defensa, reparación y funciones mecánicas. Este tejido de sostén se prolonga formando tendones y aponeurosis en los tejidos, está distribuido por capas conjuntivas, estrías Z y tendones que revisten a los elementos contráctiles de la unidad muscular (Hebling, 2009, p. 189).

Colágeno

Las fibras de colágeno están dispuestas en haces llamados folículos y relacionados anatómicamente, biomecánica y fisiológicamente con las fibras elásticas porque están en unión por sus componentes vitales. Pero estas con el paso de los años presentan cambios debido al envejecimiento, pierden cualidades como disminución de la elasticidad, calcificaciones, alteraciones en la fragmentación y falta de mineralización (Boffi, 2008, p. 197).

Tendón

La estructura del tendón está envuelta por un conjunto de fibras agrupadas en haces tendinosos llamado peritendón, cualidad que reacciona y proporciona resistencia frente al movimiento, de tal manera, si la cantidad de colágeno es mayor en las fibras elásticas, los tendones quedan orientados en la dirección según la fuerza de tensión y reaccionan con comportamientos elásticos por la tracción y fuerzas ejercidas en el estiramiento (Mayorga, 2016, p. 65).

Sarcómeros

Los sarcómeros poseen bandas de distinta gama y gradación a través del eje de la fibra muscular que son:

- I. Bandas I se diferencian por ser las zonas claras, isótropas y muy poco refringentes. En su centro encontramos la línea Z destacada por ser más oscura que las demás (Sadava, 2009, p. 1007).
- II. Bandas A se diferencian por ser las zonas anchas y oscuras, anisótropas y bastante refringentes (Sadava, 2009, p. 1007).
- III. En la banda denominada A, consta otra zona llamada zona H visible cuando el sarcómero se relaja, debido a su acortamiento durante la contracción, pero los filamentos de actina se extienden hacia esta zona, dándole exactamente el mismo aspecto de la banda A (Sadava, 2009, p. 1007).
- IV. En la posición central de la zona H en la parte más oscura encontramos otra línea denominada línea M (Sadava, 2009, p. 1007).

- V. Estas variaciones entre dichas zonas oscuras y claras expresan la disposición espacial ordenada de los miofilamentos gruesos y delgados de cada fibra muscular. Los sarcómeros comprenden el conjunto de filamentos delgados y gruesos que se sitúan entre las líneas Z vecinas (Sadava, 2009, p. 1007).
- VI. En cada sarcómero encontramos pequeños filamentos de proteínas encargados de la activación y acción del músculo. Dentro de cada miofibrilla existen cerca de 3.000 filamentos de actina y una cantidad aproximada de 1.500 filamentos de miosina (Sadava, 2009, p. 1007).
- VII. En el estiramiento gracias a la extensibilidad del músculo, es al contrario, el sarcómero en reposo duplica su longitud, es decir, existe una corta superposición entre ambos filamentos (Bermudez, 2014, p. 317).

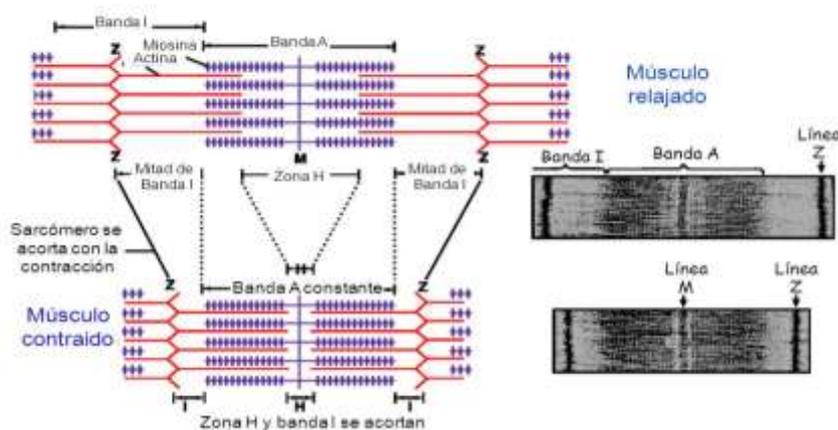


Figura 3. Disposición de los sarcómeros. Tomada de Sadava, 2009, p. 1007.

Las neuronas emiten impulsos para que la fibra muscular se contraiga, es decir, se envía una señal desde el cerebro a la médula espinal y es recibida por los efectores, los músculos. La unidad motora está compuesta por tres partes: neurona motora, axón motor, conjunto de fibras musculares inervadas por el axón, los cuales logran provocar la contracción de una aproximado de 150 fibras musculares, dependiendo de la función que realiza el músculo. Tienen una característica importante y es que son asincrónicas, es decir, mientras

unas se activan frente a la contracción otras se inhiben (Kenney, 2014, p. 32-3).

El sistema sensorial del músculo recibe información de mecanorreceptores, termo-receptores, foto-receptores, quimio-receptores y nociceptores, terminaciones nerviosas que actúan frente a mecanismos como la presión, contacto, calor, frío o estiramientos. De igual manera, reciben información esencial de terminaciones nerviosas como los receptores cinéticos articulares, husos musculares y órganos tendinosos de Golgi (Kenney, 2014, p. 42).

Estas estructuras crean conductas dinámicas que generan fuerza, en conjunto con los tendones los cuales están constituidos por tejido conectivo fibroso y colágeno que constituyen la unión entre la unidad muscular y las palancas óseas, transmitiendo la tensión hacia el hueso para generar movimiento (Kenney, 2014, p. 30).

1.4.1 Características y tipos de fibras musculares

1.4.2 Fibras lentas o bandas tipo I

Son fibras rojas con abundante mioglobina y hemoglobina, poseen grandes cantidades de mitocondrias, son de resistencia anaeróbica por eso toman mayor tiempo para reaccionar frente a esfuerzos a diferencia de las fibras rápidas (Bermudez, 2014, p. 37).

Son isótropas, poco refringentes de contracción lenta que utilizan grandes cantidades de oxígeno, tienen gran resistencia a la fatiga muscular y periodos largos de trabajo, pero generan menor fuerza porque sus contracciones son muy lentas. Gracias a sus características soportan grandes cargas y esfuerzos prolongados frente a carreras, maratones, competencias, entre otros (Bermudez, 2014, p. 37).

Estos pigmentos rojos de las fibras lentas se unen al oxígeno porque presentan grandes reservas y se movilizan durante la contracción. Estas fibras lentas poseen una red extensa de capilares que contribuyen con más ATP para el

proceso de contracción y degradación de lípidos en vez del glucógeno (Bermudez, 2014, p. 37)

1.4.3 Fibras de contracción de rápida oxidación o bandas tipo II-a

Son fibras combinadas entre fibras rápidas y lentas, color blanco, mayor diámetro, red capilar extensa, escasa cantidad de mioglobina y gran cantidad de mitocondrias. Anisótropas muy refrigerantes, que generan energía a través del sistema oxidativo, son de contracción rápida, utilizan oxígeno, bastante resistentes frente a la fatiga y se reclutan después de las fibras tipo I en movimientos monótonos, rápidos, y de poca intensidad, pero su poder de contracción muscular es mayor (Bermudez, 2014, p. 38-39).

1.4.4 Fibras rápidas o bandas tipo II-b

Son fibras más potentes, contienen miofibrillas densas de contracción rápida porque tienen la capacidad de contraerse cada 0,01 segundos de estimulación y poseen bajo contenido de hemoglobina, pero gran reserva de colágeno. Esenciales a la hora de realizar ejercicio intenso gracias a la cantidad exacta y precisa de sarcómeros puestos en tensión, debido a que producen fuertes contracciones musculares (Bermudez, 2014, p. 40).

Tienen capacidad glucolítica anaeróbica, son de alta intensidad ante esfuerzos y poseen más duración, por eso estas fibras se agrupan y alistan cuando se realizan grandes esfuerzos. Poseen un crecimiento mayor, pero se fatigan mucho antes debido al gran uso de ATP frente al ejercicio. Se activan en actividades como saltos, halterofilia, lanzamientos, entre otros (Bermudez, 2014, p. 40).

1.5 Procesos y efectos fisiológicos del estiramiento

La elongación muscular se da gracias a la tensión del músculo, al tejido intramuscular y a la estructura rígida del tendón. Cada músculo presenta propiedades diferentes tales como: el ángulo de las fibras, la longitud muscular

y del tendón, el tipo de fibras, las propiedades musculares propias y todas las estructuras que emitirán respuestas diferentes frente al estiramiento (Aquino, 2010, p. 27).

El elongamiento muscular empieza en las bandas I del sarcómero, por otro lado, en la etapa de relajación no existen estímulos que cesen el proceso de contracción porque no existe una relación directa entre los puentes cruzados de actina-miosina y el sarcómero no sufre un acortamiento por lo tanto permite a la unidad muscular alcanzar su máxima longitud. A pesar de este proceso, en el músculo relajado encontramos poca acción de puentes cruzados que hacen que las proteínas contráctiles del músculo formen una resistencia al estiramiento pasivo (Baranda, 2010, p. 389).

Este fenómeno natural denominado conducta “tixotrópica” es el cambio en la viscosidad y resistencia mediante la deformación de una serie de numerosas fuerzas a nivel muscular. Este proceso también se da en las fibras intrafusales, propiedad que se antepone a cualquier tipo de elongación, la rigidez muscular puede aumentar o disminuir y modificar su respuesta refleja al estiramiento, mecanismo que explica como las diferentes técnicas de estiramiento que requieren de contracción muscular previo a la elongación, logran acrecentar el rango articular (Muyor, 2016, p. 23-24).

Dentro de los fundamentos neurofisiológicos del estiramiento existe la ley del todo o del nada, que refiere, que mediante el estiramiento aumenta el umbral de excitabilidad, se crea un potencial de acción que envía señales al SNC mediante el impulso nervioso y se manifiesta mediante la fuerza y contracción en la fibra muscular. Por otro lado, cuando el impulso no tiene la suficiente intensidad para alcanzar el umbral de excitabilidad, no se creará ningún estímulo (Muyor, 2016, p. 25).

La fibra muscular o paquetes musculares reaccionan en intensidades diferentes, es por eso que los nervios envían información diferente, por ejemplo; puede dar la impresión de estar estirando sobre las fibras nerviosas, llamado suma espacial, resultante de la activación de órganos receptores y aumento de intensidad en el estiramiento. Por otro lado, cuando la intensidad

del estiramiento es alta, el nervio envía diferentes frecuencias de impulsos a la fibra muscular por unidad de tiempo, denominado suma temporal (Baranda, 2010, p. 96).

El estiramiento se da por la capacidad de la compliance y la viscoelasticidad del músculo, los deslizamientos o “*creep*”, propiedades referentes a la longitud muscular y la fase de “relajación por estrés” cuya tensión disminuye cuando la longitud del músculo es invariable, es decir, se mantiene por un largo tiempo (Pacheco, 2010, p. 112).

Estas fibras encargadas del estiramiento son manejadas por el sistema nervioso central y la corteza motora primaria. Los diferentes estímulos provocan una respuesta motora y un reflejo pre-programado protector, dicha información es recibida por el tronco cerebral y el cerebelo, dando como respuesta la posición del cuerpo a través de los diferentes sistemas sensoriales que proporcionan una correcta postura y equilibrio (Pacheco, 2010, p. 112).

Esta respuesta aferente se da a través de la elongación sub-máxima que induce la contracción muscular, en consiguiente se provoca una relajación refleja controlada por el OTG, si el estímulo persiste la información es recibida por los mecanorreceptores e inmediatamente se envía a los centros superiores del cerebro, dando una señal de apreciación real del estiramiento muscular (Pacheco, 2010, p. 112).

1.6 Condiciones de la fibra muscular en el estiramiento muscular

Son determinados por la capacidad de los sarcómeros que se sitúan próximos al tendón y sufren una elongación menor a diferencia de los que se encuentran en la parte central de la fibra muscular, debido a que, las fibras musculares no pueden alargarse solas, sino que necesitan de una fuerza externa para que se produzca el estiramiento (Amiri-Khorasani, 2015).

El sarcómero de 2,30 micras puede estirarse hasta una longitud de 3,50 micras, es decir un aumento en reposo del 52% de su longitud y puede ser estirado sin que se rompa, pero se va a seguir manteniendo la relación entre

los puentes cruzados de actina, miosina, y nebulina (proteínas ligada a la actina en la banda A de la fibra muscular) para mantener la integridad del sarcómero y que así dé una respuesta elástica pasiva durante el estiramiento o aumente el número de unidades motoras, dependiendo del número de puentes de actina-miosina que se producen antes y después del estiramiento, por eso es importante la unión de todas sustancias para evitar desequilibrios y desalineamientos entre estos filamentos (Bermudez, 2014, p. 31).

1.6.2 Límites del tejido conectivo frente al estiramiento muscular

Uno de los factores limitantes es la movilidad articular por las características propias de los tejidos conjuntivos que existen en los núcleos articulares. Existen dos tipos de tejido que afectan directamente a la amplitud de movimiento: Tejido conectivo fibroso que forma parte de la aponeurosis, fascias, ligamentos, tendones y el tejido conectivo elástico molécula abundante compuesta por fibras de colágeno que revisten a los tejidos peri-articulares y musculares (Chakouch, 2015, p. 68).

Las fibras de elastina que se caracterizan por su gran extensibilidad y pueden ser estiradas hasta alcanzar un 150% de su longitud, los tejidos blandos de la capsula articular que abarcan un 47%, seguido del 41% de estiramiento en las fascias, las fibras de colágeno y la resistencia de los tendones un 10% y por último la piel que solo aporta en un 2%. Mediante la participación de estas fuerzas, el tejido conectivo se deforma dependiendo a la relación entre el esfuerzo y la fuerza que fue sea aplicada (Chakouch, 2015, p. 69).

Una vez que la fuerza de tracción es aplicada a un cuerpo este se modificará en relación a la dimensión y extensión de fuerza al cual fue sometido, las fibras de colágeno forman un círculo de tensión, formando así la zona o región de deformación elástica pero cuando esta fuerza concluye la longitud regresa a su estado normal en reposo (Chakouch, 2015, p. 69).

Si sometemos al músculo a una fuerza superior, esta sobrepasa la zona de deformación elástica transformándose en deformación plástica y la longitud del

tejido muscular no recupera su forma inicial al terminarse el estímulo de elongación (Chakouch, 2015, p. 70).

Si se aumenta mucho más la fuerza de tracción, la deformación del tejido es irreparable y entramos en una fase de ruptura, haciendo que la longitud del músculo y la unidad natural del tejido muscular sea totalmente destruida (Chakouch, 2015, p. 70).

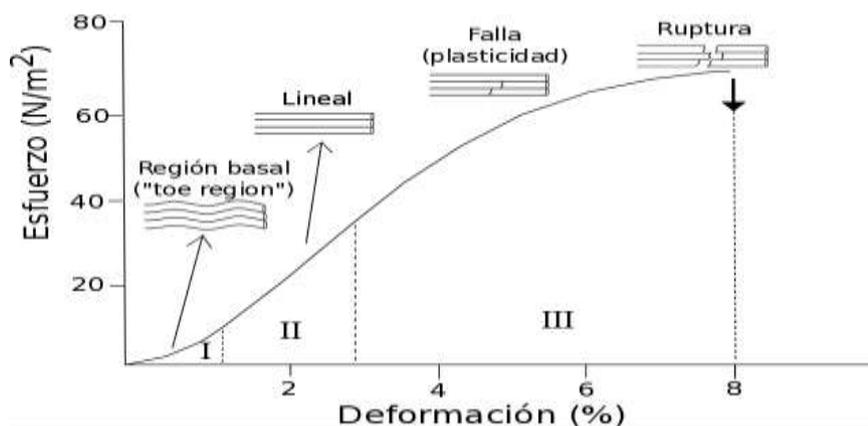


Figura 4. Curva de esfuerzo y deformación en el tejido. Tomada de Guede, D., González, P., & Caeiro, J. R., 2013.

1.6.3 Elementos de naturaleza refleja y fisiológica

1.6.3.1 Tipos de reflejos

Existen dos tipos de reflejos indispensables para la acción muscular, que dependerán de la intensidad y duración del estiramiento, llamados reflejo miotático y reflejo miotático inverso. Necesarios para el control del tono muscular y coordinación motora apropiada, por lo que el músculo no es capaz de crear fuerza y movimiento por sí solo, sino que necesita del aporte de la información sensorial que se da en la fase de contracción-relajación y se genera por receptores denominados fibras intrafusales que están dentro de las fibras musculares y son controladas por la motoneuronas gamma (Bermudez, 2014, p. 70).

La morfología de las fibras intrafusales se caracterizan por ser polinucleares y ser de dos tipos: las de bolsa o saco nuclear y los de cadena nuclear, estos

núcleos no son similares, pero poseen una característica en particular, son núcleos ordenados, es decir; ambos ocupan la parte central de la célula. Los elementos contráctiles se sitúan en las partes distales de la célula porque estos están anclados, de tal manera que el estado de contracción que se da en dirección ecuatorial (Guo, 2017, p. 32).

Las fibras intrafusales poseen dos tipos de terminaciones: Tipo Ia o anulo-espinal, que se relacionan con las fibras de bolsa nuclear y son proporcionales al grado de estiramiento del huso. Tipo II o terminación secundaria que enlazan con las fibras de cadena nuclear (Bhattacharyya, 2017, p. 20).

Las fibras de saco nuclear cumplen funciones completamente diferentes de origen sensitivo, estas son sensibles a la velocidad con la que puede transformarse la longitud del músculo. En cambio, las fibras de bolsa estática y cadena nuclear reaccionan inmediata y rápidamente frente a los diferentes cambios de longitud (Estes, 2017, p. 9).

Por otro lado, existe otro complejo sensible al movimiento y estiramiento denominado órgano tendinoso de Golgi que se ubica en los ligamentos y participan con la estructura interna del músculo y husos neuromusculares. Está compuesto por una cápsula fusiforme que reviste a las fibras mielíticas que liberan estímulos debido a la tensión que existe en el tendón provocando inhibición recíproca y facilitación del antagonista (Sharma, 2016, p. 37).

Cuando el estiramiento es isométrico las fibras del músculo se acortan sin deslizamiento articular, en cambio sí es isotónico se acortan las fibras y el tendón se desplaza. Si el estiramiento es demasiado forzado o intenso se activa el órgano tendinoso de Golgi enviando una respuesta refleja de origen medular a las motoneuronas alfa y gama para relajar las fibras extrafusales e intrafusales de la fibra muscular (Pacheco, 2010, p. 113).

También dependerán del huso muscular que se encuentra dentro de la fibra muscular y a la vez se orientan junto a las fibras extrafusales. Está conformado entre 5 y 20 fibras intrafusales especialistas en censar el estiramiento y enviar esta información a las fibras sensitivas Ia y las fibras tipo II-b, induciendo una respuesta compleja de contracción refleja por las motoneuronas α , e incluso dando lugar a cierta resistencia cuando realizamos el estiramiento, evitando que existan daños en la estructura interna del músculo gracias al sistema nervioso central, terminaciones nerviosas, sensoras y motoras (Ayala, 2009, p. 91).

1.6.3.2 Respuesta medular estática del huso muscular

Cuando la parte central del huso muscular es estirada de manera lenta, se envían numerosas estimulaciones a las fibras musculares I y II que aumentarán debido a que son directamente proporcionales al grado de estiramiento, ésta provocación continuará en el receptor si el estiramiento se mantiene, de igual manera, las fibras de cadena nuclear son responsables de esta respuesta porque revisten e inervan a las fibras I y II de las fibras musculares (Hernández, 2006)

1.6.3.3 Respuesta medular dinámica del huso muscular

La respuesta rápida e intensa de la longitud muscular se da por las terminaciones primarias y las fibras del saco nuclear que excitan las fibras intrafusales responsables de dar como respuesta un aumento dinámico en el huso. Sin embargo, cuando esta estimulación cesa, las terminaciones primarias envían una respuesta estática (Hernández, 2006).

1.6.3.4 Reflejo miotático

La activación del reflejo miotático se da por la intensidad del estiramiento que actúa sobre el tendón. En los tendones encontramos los receptores sensoriales de tensión que son el órgano tendinoso de Golgi, mecanorreceptores que se encuentran junto a los extremos de la fibra muscular, son de tipo red y poseen

fibras delgadas enlazadas con fibras de colágeno del tendón (Bhattacharyya, 2017, p. 20).

El reflejo miotático se produce por un alargamiento en el huso muscular, la parte central de las fibras intrafusales y las fibras enlazadas de la bolsa nuclear, estas terminaciones nerviosas cuando son deformadas por una fuerza externa o estiramientos producen grandes potenciales de acción que viajan por los axones mielíticos de las fibras y se encuentran en los ganglios sensitivos de la raíz posterior del nervio raquídeo (Bhattacharyya, 2017, p. 21).

Este proceso continúa en el huso muscular y se envía información a la médula espinal, luego de la neurona sensitiva a la interneurona y al sistema nervioso central, donde automáticamente se crea una sinapsis excitatoria que se da por las motoneuronas alfa de la musculatura agonista y las motoneuronas gamma dando como respuesta refleja que se contraigan las fibras intrafusales y extrafusales con el objetivo de proteger al músculo de estiramientos excesivos. (Budini, 2016, p. 511).

Este mecanismo posee dos efectos: dinámicos o fásicos porque expresan cambios en la extensión del estiramiento y longitud del músculo por unidades de tiempo y la frecuencia de envío a la médula es mayor, y el efecto estático o tónico que provoca cierta resistencia u oposición cuando la intensidad es superior y reaccionan frente a las gradaciones del estiramiento (Budini, 2016, p.512).

1.6.3.5 Reflejo miotático inverso o inhibición recíproca

El autor Charles Scott Sherrington creó dos leyes que demuestran lo siguiente:

- I. **Primera Ley:** Cuando el músculo es estirado hasta su máxima longitud, soportará esa tensión máxima como efecto reflejo, dando como resultado una contracción máxima en condiciones normales (Urech, 2010, p.10).

- II. **Segunda Ley:** Cuando el músculo principal está en movimiento se contrae por inervación inversa, el músculo secundario o antagonista envía una respuesta contraria, es decir, de relajación, mientras se prepara para un nuevo proceso de contracción muscular (Urech, 2010, p. 11).

El reflejo miotático inverso se origina por la activación del órgano tendinoso de Golgi y por la interneurona inhibitoria o Renshaw de las motoneuronas alfa que inervan al músculo estriado, estos se estimulan y despolarizan el umbral excitatorio, cuando la carga es excesiva y como respuesta se produce la relajación muscular (Pacheco, 2010, p. 113).

Cuando se produce un estiramiento, el músculo alcanza un umbral de excitación muy alto, si este sobrepasa en el huso muscular pone en peligro al músculo, inmediatamente se activa el reflejo miotático inverso, maniobra básica del sistema nervioso para salvaguardar al músculo de lesiones frente a grandes esfuerzos (Pacheco, 2010, p. 113).

1.7 Factores externos relacionados con la flexibilidad

1.7.1 La flexibilidad relacionada con la edad

La columna vertebral alcanza su mayor grado de flexibilidad desde los 8 a 9 años de edad, la movilidad en la escápula y abducción coxofemoral alcanzan su desarrollo a esta misma edad, pero conforme pasan los años suceden cambios fisiológicos que dan lugar al decrecimiento de estas características físicas por el aumento de la masa muscular, desarrollo corporal, rigidez del sistema músculo esquelético, envejecimiento de los componentes elásticos en los tejidos, deshidratación progresiva y calcificación del músculo (Merino, López, Torres, & Fernández, 2011, p. 17-18).

En edades comprendidas entre 10 a 13 años la respuesta del sistema nervioso es inmediata frente a la percepción y la conducta motora, dicho de otro modo,

este rango de edad es preciso para el desarrollo habilidades y destrezas y es dos veces mayor que cuando se los emplea en edades (Araguez, G., Latorre, J., Martín., F, 2013, p. 19).

En el niño se procesan una serie de cambios fisiológicos tales como el incremento de la potencia anaeróbica y consumo de oxígeno, aumento de la resistencia muscular y mejoramiento en la capacidad cardio-respiratoria que son el resultado de un apropiado entrenamiento y crecimiento físico (Sidotti D., 2013, p. 105).

Es importante conocer su estado nutricional y su índice de masa corporal, ya que muchas veces la edad biológica no encaja con la edad cronológica, por eso algunos niños deportistas poseen diferentes grados de maduración y capacidades coordinativas, físicas y funciones distintas, que se desarrollan mediante el fútbol (Sidotti C. D., 2015, p. 105).

Tabla 1.

Cualidades físicas desarrolladas en el ámbito deportivo.

ORGÁNICAS	MUSCULARES	PERCEPTIVO-CINÉTICAS
Resistencia orgánica	Fuerza muscular	Velocidad de reacción
Endurecimiento orgánico	Resistencia muscular	Velocidad de movimiento o desplazamientos
Composición mio-tipológica	Fortalecimiento muscular	Precisión motriz
	Potenciación muscular	Precisión corporal
	Amplitud de las articulaciones y planos muscular	Aumento de la visión periférica

Adaptado de Bouchard, s.f.

1.7.3 Fatiga muscular

En un músculo cansado las características elásticas se transforman debido a la fatiga en los husos musculares inducida por esfuerzos intensos y se reduce la adenosina trifosfato, sustancia esencial para el proceso de contracción y relajación y en consecuencia la unión de actina y miosina se vuelve lenta (Thompson, 2015, p. 111).

Los estiramientos musculares influyen en la reacción del metabolismo, este cambio es mayor cuando se ha trabajado fuerza, velocidad, resistencia, técnica, pero cuando esta intensidad de entrenamiento es exhaustiva conlleva a un agotamiento muscular irrevocable por el aumento de la acidez y temperatura en el músculo, a secuela de esto el músculo aumenta de tono y se vuelve rígido debido a la hinchazón y acumulación de agua en la masa muscular y como resultado se da una pérdida de la movilidad (Araguez, G., Latorre, J., Martín., F, 2013, p. 20).

1.7.4 Viscosidad y temperatura corporal

El músculo posee conductas visco-elásticas tales como; resistencia a la fluidez sarcoplasmática y adaptaciones frente a los estiramientos, es decir, la velocidad con la que los músculos ejercen sus demandas. Cuando aumente la temperatura en los tejidos, la viscosidad tiene un efecto contrario, esta disminuye y los tejidos colágenos se relajan, por tal razón la resistencia de los músculos decrece y viceversa (Nikaido, 2016, p. 40).

El método para elevar la temperatura intramuscular, es el ejercicio y los estiramientos, este da como resultado la elevación termodinámica, aumento de la capacidad elástica en el músculo, aumento de la temperatura entre un 38.8°C a 41,6°C, un choque de pequeñas partículas entre átomos y moléculas generando un aumento de energía cinética, con el objetivo de estirar las fibras musculares mediante la reducción de la resistencia de los tejidos y facilitación neuromuscular propioceptiva (Thompson, 2015, p. 42).

1.7.5 Acción de la musculatura agonista y antagonista

La acción de los agonistas y antagonistas trabajan en conjunto con la finalidad de realizar movimientos de amplia variedad y actúan de manera opuesta para completar la acción muscular. En los gestos deportivos los músculos agonistas son los responsables de reaccionar a la resistencia de los antagonistas (Hernández, 2006).

a) Función agonista

Son los músculos encargados de crear una contracción isotónica concéntrica necesaria para producir un trabajo de manera dinámica frente a la resistencia de otra fuerza opositora (Hernández, 2006).

b) Función antagonista

Es aquella que controla, interviene y regula la contracción o acción del agonista (Hernández, 2006).

La falta de relajación de los músculos antagonistas, mala coordinación de movimientos y alteraciones en los procesos de regulación de tensión en los músculos, son causantes del déficit o falta de desarrollo de la flexibilidad (Thompson, 2015, p. 111).

1.7.6 Adaptación muscular en el entrenamiento

Cada deporte posee características que determinan cualidades físicas dentro de cualquier disciplina deportiva. En el fútbol siempre se incluye una serie de diversas técnicas de estiramiento antes y después de un entrenamiento con la finalidad de conservar o aumentar la amplitud articular, mejorar la elasticidad muscular y desarrollar el equilibrio arto-muscular a través de la tonificación el músculo (Sanchez, 2014, p. 4).

El ejercicio físico provoca una serie de modificaciones fisiológicas que dependen de la intensidad, tipo y duración. Estos procesos pueden ser: a)

hipertrofia muscular conservando la estructura basal y patrimonios orgánicos y químicos, b) actividad muscular y cambios micro-vasculares sin hipertrofia,3) respuesta muscular basal con cambios significativos antepuesto al estiramiento (Boffi, 2008, p. 198).

Las adaptaciones musculares corresponden al incremento de excitabilidad muscular, generación de fuerza, resistencia, y velocidad en un entrenamiento de larga duración y baja intensidad, estos procesos hacen que las fibras rápidas pasen por procesos oxidativos y se adapten más fácilmente al entrenamiento que las fibras de contracción lenta (Osorio, 2009, p- 36-37).

Los programas de entrenamientos aeróbicos crean efectos y cambios moleculares en la fibra muscular, sarcoplasmas, relación actina-miosina y retículo sarcoplasmático, en orden secuencial desde fibras rápidas a fibras lentas. En adaptaciones más tardías mejoran el transporte y difusión de O₂, remoción del CO₂, aumento mitocondrial y ácidos grasos libres en el interior de la fibra para prevenir la acumulación de carbohidratos en el interior de la célula, depósitos de glucógenos en el músculo e incremento de la densidad capilar (Belloch, 2010, p. 33-34).

Los resultados reales de un adecuado entrenamiento a largo plazo son el incremento de la resistencia a la fatiga gracias al aumento de contenido oxidativo en cada miofibrilla, uso de glucógeno intramuscular y una disminución en la velocidad debido a tonificación de diferentes tipos de fibras lentas y rápidas (Osorio C, 2009, p. 42).

1.8 Descripción anatómica de músculos implicados en estudio

- I. Bíceps Femoral: Músculo inervado por el ciático mayor, se sitúa desde el isquion al peroné. Posee dos partes: una parte larga que se origina en el isquion y la corta en el tercio inferior de la línea áspera del fémur. Se insertan en la cabeza del peroné y su función es flexión y rotación

externa de rodilla, y extensión la cadera por la porción larga del bíceps femoral (Palastanga, 2007, p. 235).

- II. *Semitendinoso*: Su origen es en la tuberosidad isquiática y su inserción en la parte posterior del isquion y supero-externa de la tibia denominada pata de ganso por la unión de los músculos recto interno y sartorio, inervado por el ciático mayor y su función es flexión-rotación interna de rodilla y extensor de cadera (Palastanga, 2007, p. 234).
- III. *Semimembranoso*: Se origina en el isquion y desciende por tres fascículos: descendente, recurrente y anterior y se inserta en la tuberosidad de la tibia. Inervado por el ciático mayor y su función es flexor-rotador interno de la rodilla y extensor de cadera (Palastanga, 2007, p. 235).

Posteriormente abordaremos con más detalles acerca de las diferentes investigaciones entre las técnicas de estiramiento estático y dinámico.

1.9 Estiramiento estático activo vs estiramiento dinámico

Los estiramientos musculares son ejercicios metódicos, organizados, coordinados, y planificados que complementan la actividad deportiva y preparan a toda la estructura músculo-tendinosa a un mayor esfuerzo y a movilizaciones con componentes activos y pasivos.

Las fibras musculares se caracterizan debido a que están sumergidas en abundante líquido viscoso llamado sarcoplasma, cuyas propiedades son visco-elásticas, ramificadas, tipo red e insolubles. Se las denomina hebras polipeptídicas debido a que tienen un alto contenido de aminoácidos (valina-prolina-glicina) y además desmosina y isodesmosina, que al tensar la fibra muscular mediante el estiramiento estas se sobreponen entre sí, y cuando la fuerza deformante ha desaparecido la fibra se recupera y regresa a su estado normal (Bermudez, 2014, p.319).

Conformadas por elastina cuya unidad principal es la fibrilina, fibras delgadas que abundan en tejidos laxos, son células apropiadas y especializadas para el estiramiento porque forman una vaina alrededor de la elastina dando lugar a la tolerancia de grandes fuerzas de tracción aumentando hasta 1,5 veces su capacidad de longitud sin destruirse y volver a la normalidad (Da Silva, 2016, p. 14).

Los estiramientos son la aplicación constante y ordenada de incomparables técnicas, que ejecutadas de forma correcta optimizan mayor movilidad en las articulaciones y tejidos blandos, dándole un efecto real en el aumento de flexibilidad muscular mejorando la coordinación del sistema neuromuscular, reducción de la pesadez y fatiga muscular post-ejercicio por acumulación de ácido láctico y un acondicionamiento físico de todas las funciones fisiológicas que demanda nuestro cuerpo (R. Da Silva, 2008, p. 183).

Estas técnicas consisten en generar movimientos o desplazamientos de forma dinámica para todas las cadenas musculares o grupos musculares específicos y preparar al músculo frente a esfuerzos posteriores, aumentando el riego sanguíneo y facilitando la circulación de retorno después de realizar actividad física con el objetivo de aumentar la capacidad muscular mediante elongaciones sostenidas (Rojas, 2012, p.10).

1.9.1 Estiramiento Estático Activo

Los estiramientos estáticos activos son aplicados por el individuo y dirigidos por el fisioterapeuta, esta posición se mantiene a lo largo del tiempo, se consigue a través de la contracción y desplazamiento de articulaciones y es ejecutada con menor gasto energético que los estiramientos dinámicos, porque aumenta el metabolismo local y la circulación, aumenta el arco articular sin liberar el reflejo de estiramiento en corto tiempo con el objetivo de mejorar la adaptación tisular y la respuesta neurológica frente al estiramiento (Perrier, 2011, p. 10-11).

Estiramientos que poseen diferencias resumidas en la tabla 2.

Tabla 2.

Ventajas y desventajas de la técnica de estiramiento estático activo.

Ventajas del estiramiento estático activo	Desventajas del estiramiento estático activo
<ul style="list-style-type: none"> • Técnica empleada de manera natural y sencilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de eficacia muscular debido a que es una técnica muy pasiva
<ul style="list-style-type: none"> • La musculatura antagonista se relaja 	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda de concentración
<ul style="list-style-type: none"> • Riesgo de lesiones limitado 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica muy monótona
<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de contracturas 	<ul style="list-style-type: none"> • Estados posturales excesivas y exageradas
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del rango articular y rendimiento deportivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos muy prolongados

Adaptado de Ayala F., 2012, p.107-108.

Técnica que consiste en elongaciones musculares en su máxima amplitud manteniendo esta postura durante 15 a 60 segundos, adoptando una posición adecuada, de manera controlada, sin rebotes ni balanceos y respetando el dolor. Este método utiliza las fibras blancas y anaeróbicas musculares tipo II de contracción rápida favoreciendo la compliance de los músculos antagonistas para el aumento del ROM y el incremento del impulso neuronal a la musculatura agonista (Ayala, 2009, p. 92).

Al ser maniobras lentas inhiben el reflejo de estiramiento haciendo que la tensión elimine la rigidez articular y disminuya el tono muscular e incluso que

los órganos tendinosos de Golgi respondan frente a esta tensión, pero anulen la respuesta del huso y el músculo se pueda relajar como respuesta refleja al cambio de longitud y posteriormente volviera a su posición inicial produciéndose adaptaciones neuromusculares y preparando al músculo para un nuevo estiramiento (Simic, 2013, p. 128).

El estiramiento estático activo tiene efectos miofibrillogénicos en la fibra muscular gracias a los procesos internos que se forman en el sarcolema, mediante un sistema de proteínas y factores de crecimiento tales como el insulínico, fibroblástico, derivado de plaquetas, y respuestas citoplasmáticas implicados en la maduración muscular a través del estiramiento estático (Ramírez, 2006, p. 210).

Efectos que provocan distorsiones musculares y disminución de la fuerza en el tejido viscoelástico cuando se aplica una carga continua durante periodo de tiempo, dando lugar a una deformación inicial por estrés seguida de una deformación gradual, pausada y paulatina hasta lograr un correcto equilibrio entre la musculatura agonista y antagonista (Simic, 2013, p. 132-133).

Los estiramientos estáticos activos solicitan de la fuerza isométrica, activación de los músculos antagonistas y demandan de fenómenos nerviosos y térmicos mediante la elongación máxima y resistencia intratisular, mientras que los estiramientos estáticos pasivos se dan por efectos mecánicos. Estas técnicas pueden realizarse de 2 a 3 series de 10 repeticiones para obtener buenos resultados a largo plazo y requieren de un buen control de movimiento para incrementar la flexibilidad en los tejidos (Simic, 2013, p. 135-136).

En cada serie de estiramientos la tensión muscular aumenta exponencialmente hasta llegar al máximo rango y conseguir el pico máximo de resistencia frente al estiramiento, cuya resistencia se convierte en constante, pero disminuye debido al descenso de la acción refleja espinal tónico, dando al músculo una fase denominada relajación por tensión, a medida que mantenemos esta

posición estática. Finalmente aparece el periodo de relajación o reposo y nuevamente se podrá realizar un nuevo estiramiento muscular (Chatzopoulos, 2014, p. 403-404).

Brent y Cols en un estudio realizado en el 2001, demostraron que el estiramiento estático en la adolescencia posee efectos positivos para el aumento del ROM en la musculatura de los isquiotibiales y manifestaron que el estiramiento que dura 60 segundos es mucho más efectivo y conllevan a mejores resultados estructurales y fisiológicos en la fibra muscular que el que dura 15 a 30 segundos, pero no existe diferencia si se realiza de 1 a 3 series (Jimenez, 2012, p. 101).

1.9.2.1 Efectos negativos del estiramiento estático activo

Algunos autores describen que los estiramientos estáticos activos no son muy efectivos debido a que cuando se mantiene el estiramiento >10 a segundos, no se envían impulsos a la motoneurona alfa, responsables de la contracción muscular. Por consiguiente, disminuye la fuerza muscular y se activa el reflejo miotático ocasionan efectos nocivos en un ciclo de estiramiento y acortamiento, como en el fútbol (Gálvez, 2013, p. 29-30).

Algunas investigaciones mencionan que el estiramiento estático activo reduce la altura del salto vertical sea de pie o en contra-movimiento debido a que tiene resultados negativos en la fuerza explosiva (Perrier, 2011, p. 56).

Otros estudios demuestran significativamente que el rendimiento tanto en flexión de rodilla como en extensión redujo de un 8,1 a 7,3% en una repetición máxima en isquiotibiales y cuádriceps mediante el estiramiento estático (Jimenez, 2012, p. 100).

En las últimas investigaciones se ha puesto en duda el desarrollo de esta técnica debido a una disminución en los valores de fuerza, resistencia,

velocidad y rendimiento dando efectos negativos sobre la activación muscular porque al realizarlos poseen un efecto de reducción en la elasticidad, fuerza máxima y tensión de los tejidos que se necesitan frente al deporte (Ayala, 2015, p. 102).

1.9.2 Estiramientos dinámicos activos

Son ejercicios progresivos, repetitivos y coordinados que consisten en preparar al músculo estirar y deliberadamente las cadenas musculares y articulaciones hasta su máxima amplitud, con el objetivo de activar al sistema músculo esquelético e incremento de la potencia muscular.

El estiramiento dinámico activo o cinético es el método que controla el movimiento a través de la movilidad activa en todo su rango articular y optimiza la reactividad de los tejidos mediante movimientos repetitivos y rápidos que generan gran resistencia, pero no suelen ser dolorosos, forzando a las estructuras implicadas en el estiramiento a que lleguen a su máxima amplitud y límites fisiológicos del músculo (Chatzopoulos, 2014, p. 406).

Esta técnica sistemática a largo plazo adapta al músculo mediante el aumento del flujo sanguíneo, incremento de la fuerza y resistencia en las fibras de colágeno mediante estiramientos, pero requieren mayor gasto de energía, activación de mecanismos térmicos y nerviosos y reacción del reflejo miotático mediante el acortamiento de la musculatura antagonista (Herda TJ, 2008, p. 809).

Los efectos del estiramiento dinámico activo son difíciles de cuantificar debido a la fuerza que se debe emplear para desplazar una articulación, pero se describe que los estiramientos dinámicos aumentan el rendimiento en el test del salto vertical, incrementando la agilidad, potencia, explosividad, velocidad, aceleración y concluyen que los estiramientos dinámicos son más eficientes,

óptimos y recomendables para mejorar el rendimiento deportivo dentro de un entrenamiento (Arias, 2007, p. 239).

En la fase dinámica del estiramiento se puede considerar una disminución de la rigidez debido al aumento exponencial de la tensión muscular de manera lineal debido al cambio en la longitud de los fascículos musculares, tendón y aponeurosis frente a cada estiramiento, esto hace que se den efectos en la estructura interna del músculo en cada fase dinámica del estiramiento (Santana, 2010, p. 42-43).

Por otro lado, el estiramiento dinámico activo a diferencia de otras técnicas de estiramiento posee efectos positivos post-activación en el rendimiento deportivo debido al incremento de la temperatura intratisular y corporal, velocidad en los impulsos nerviosos enviados al músculo y activación inmediata de los receptores de sensibilidad y nerviosos haciendo que las contracciones musculares se vuelvan más energéticas y con velocidades vertiginosas (Rodríguez, 2010, p. 7-8).

Varios estudios comparan el estiramiento estático vs el estiramiento dinámico utilizándolos para diferentes cadenas o grupos musculares. Existen características diferentes de cada uno, el estiramiento dinámico posee muchas demandas, por ejemplo; se puede realizar un deslizamiento articular mayor, con menor rigidez y menor fuerza utilizando los músculos antagonistas, en cambio el estiramiento estático requiere que los músculos necesitan de mayor fuerza y amplitud de movimiento, hasta llegar a su límite sin generar movimiento, exigiendo más esfuerzos intrínsecos en el músculo (Pacheco, 2010, p. 114).

El fútbol es una actividad que necesita de grandes gestos deportivos, destrezas y habilidades técnicas tales como saltar, acelerar, desacelerar, chocar, cualidades físicas que pueden ser desarrolladas mediante los estiramientos dinámicos porque utilizan velocidad de movimiento y energía muscular activa,

por eso no adoptan una respuesta que inhibe al movimiento, sino crean un mensaje excitador y su resultado es mayor (Rodríguez, 2010, p. 9).

Estos efectos son positivos porque da lugar a la sincronización de la musculatura agonista e incremento de puentes cruzados y un efecto en la musculatura antagonista debido a la disminución de la rigidez mediante el estiramiento dinámico (Amiri-Khorasani, 2015).

Se dice que los estiramientos dinámicos activos provocan lesiones o microtraumas musculares, pero planten aplicarlos de una manera más pausada y en secciones musculares donde puedan ser ejecutadas y donde puedan resistir estas tensiones, es aconsejable usar esta técnica en fases tardías y no fases agudas donde aún no existe una recuperación de partes blandas (Pacheco, 2010, p. 121).

Estudio preliminares determinaron que el estiramiento dinámico activo optimiza la recuperación muscular gracias al aporte de flujo sanguíneo y regeneración de reservas energéticas en los músculos para su activación, disminución de la resistencia al estiramiento por la respuesta adaptativa del músculo, aumento de la fuerza muscular debido al acoplamiento de vías metabólicas y proteicas que se dan en la fibra muscular, reducción de dolor post-ejercicio dada por los procesos fisiológicos en la fase proliferativa de reparación del tejido y disminución de lesiones deportivas por el efecto antilógico al disminuir la reacción tisular intrínseca de los músculos (Pacheco, 2010, p. 114-115).

1.9.2.1 Efectos negativos del estiramiento dinámico

No resulta ser recomendable para algunos autores debido a que el músculo posee sus propiedades mecánicas de tensión y relajación y si se emplea de manera muy veloz, puede alterar estos factores, el tejido no se adapta fácilmente, la energía que se emplea es demasiado rápida dificultando el estiramiento del tejido conectivo e inmediatamente se activará el reflejo

miotático, por lo tanto, el estiramiento debe ejecutarse con una fuerza menor, mayor duración, y una temperatura adecuada para que el elongamiento muscular se desarrolle de manera correcta (Lenneke, 2012).

Según, el autor Alter (2004) explica que si la fibra muscular es excesivamente estirada puede sufrir daños o rupturas. Mecánicamente el estiramiento dinámico requiere de muchos movimientos grandes e incontrolables que necesitan fuerza y velocidad, método que muchas veces absorbe mucha tensión en una unidad de tiempo, pero no son capaces de resistir, y como resultado produce lesiones o rupturas en la célula muscular.

Numerosos autores definen que los estiramientos dinámicos tienen efectos negativos a nivel físico debido a que toda transformación en la rigidez influye de manera directa en la transmisión de fuerzas desde la palanca ósea hasta el sistema muscular, porque el movimiento dinámico suele ser muy extenuante y muchas veces no responde de manera adecuada y se produce una velocidad en el movimiento, pero un retraso en los cambios internos del músculo (Pacheco, 2010, p. 115).

CAPITULO II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.1 Justificación

Hemos elegido este tema por tres razones principales: efectos a largo plazo porque se forman y se adicionan nuevos sarcómeros mediante la división celular de células satélite, efecto denominado miofibrillogénesis o “*goldskpink*”. Efecto “*creeping*” que produce cambios en la estructura interna de la fibra muscular y efecto plástico sobre el tendón que condicionan un aumento en la extensibilidad del músculo, almacenando energía suficiente para estiramientos prolongados e incesantes y un efecto de adaptación sensorial sobre la percepción del dolor y menor activación como consecuencia de la estimulación del huso muscular frente a la tolerancia al estiramiento (Cubas, 2016).

Efectos a mediano plazo, ya que conlleva a principales cambios en las estructuras intrínsecas del sistema músculo-esquelético como son el aumento de la fuerza, extensibilidad, velocidad, reducción de la rigidez muscular y disminución del deterioro de las articulaciones mediante las diferentes técnicas de estiramiento debido a que con el tiempo el tejido se alarga y facilita el movimiento completo, aumenta el rendimiento competitivo y reducción de lesiones deportivas sobre el tejido conectivo y muscular que suelen ser sobrecargados o extendidos por la falta de un buen desarrollo de la flexibilidad (Ayala, 2011, p. 27).

Efectos a corto plazo, para generar día a día la importancia de realizar actividad física y la ejecución de estiramientos antes y después de la práctica deportiva e inculcar tanto en el preparador físico como en el deportista que dichos pasos son parte fundamental de un apropiado plan de entrenamiento (Lenneke, 2012).

El desarrollo de este proyecto se orientará en una propuesta metodológica mediante dos técnicas de estiramiento para mejorar la flexibilidad (capacidad

física para generar movimientos en su máxima amplitud), y rendimiento deportivo a través de la potencia muscular en miembros inferiores en los niños del centro de alto rendimiento “Life Football Sport” a través de la ejecución de las diferentes técnicas de estiramiento dentro de un plan de ejercicios que se pre establecieron para este estudio.

Trabajar sobre la flexibilidad es una herramienta clave para prevenir lesiones deportivas y desarrollar aptitudes físicas por eso es sumamente importante desarrollarla desde las primeras edades entre 8-13 años de edad, ya que en ese rango se puede alcanzar su límite máximo de flexibilidad, en cambio con el paso de los años la flexibilidad disminuye por una serie de cambios fisiológicos en el tejido conectivo, deshidratación y cambios en la estructura del músculo (Araguez, G., Latorre, J., Martín., F, 2013, p. 23).

El rendimiento físico es la capacidad o acción motriz que permite a la persona o deportista potencializar sus cualidades físicas con mayor performance y menor gasto energético. Condición física que desarrolla una serie de modificaciones corporales tales como: aumento en la capacidad aeróbica o anaeróbica, aumento de la fuerza muscular, resistencia, velocidad de reacción, velocidad con movimientos cíclicos (coordinación), fuerza explosiva o potencia, entre otros (Osorio C, 2009, p. 52). En nuestro estudio, únicamente se tomará en cuenta la potencia muscular en miembros inferiores como parte de las variables a evaluar.

Por tal motivo se pretende implementar un programa estiramientos estáticos y estiramientos dinámicos en niños dentro de la escuela de fútbol de alto rendimiento y conocer cuál de las dos técnicas posee mayores efectos positivos en el organismo.

Se tomó en cuenta el numeral 3 de los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir, mismo que busca “Mejorar la calidad de vida de la población”, (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013-2017, p135), con la política 10.3 de “Ocio, tiempo

libre, deporte y actividad física” (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013-2017, p.140) “El deporte es un agente promotor de la calidad de vida de la población, ya que contribuye a la mejora de la salud, a la educación y a la organización comunitaria” (Plan Nacional del Buen Vivir, 2013-2017, p.140).

2.2 Hipótesis

El programa de estiramiento dinámico post ejercicio es la técnica más eficaz en la flexibilidad de los isquiotibiales y su efecto en el rendimiento físico (potencia muscular) en niños de 9-12 años.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Determinar qué técnica de estiramiento dinámica o estática es la más efectiva para incrementar la flexibilidad de isquiotibiales y su rendimiento físico (potencia muscular) en niños de 9-12 años de edad.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Medir el grado de flexibilidad de la musculatura isquiotibial mediante test de Wells y Dillon antes y después de la aplicación del programa de estiramientos estáticos activos y estiramientos dinámicos.
2. Cuantificar la potencia a través de la altura del salto mediante la Plataforma COBS antes y después de la aplicación del programa de estiramientos estáticos activos y estiramientos dinámicos.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque/ Tipo de estudio

Enfoque cuantitativo: Experimental: Longitudinal - prospectivo.

3.2 Población y Muestra

Población

Niños futbolistas de la escuela de alto rendimiento “*Life Football Sport*” de la Ciudad de Quito.

Muestra

Diez niños en edades de 9 a 12 años de la categoría sub 12 que serán reclutados de la academia de alto rendimiento de fútbol.

3.2.1 Participantes

Se reclutaron 10 niños de la escuela “*Life Football Sport*” comprendidos entre los 9 y 12 años mediante una solicitud dirigida a la institución. Los cuáles serán repartidos en dos grupos: un grupo que realizará el programa de estiramiento dinámico activo (GD); y otro grupo que realizará el programa de estiramiento estático activo (GE). En el presente estudio, los participantes fueron evaluados mediante dos pruebas, antes y después, de los 3 meses de intervención.

Todos los representantes de los niños fueron informados, con anticipación, sobre el procedimiento y firmaron un formulario de consentimiento informado para participar en este estudio (Ver Anexo 1). El protocolo de esta investigación fue previamente aprobado por el comité de ética de la escuela “*Life Football Sport*” y la Universidad de las Américas.

3.2.2 Criterios de Inclusión y Exclusión

Para ser admitidos en este estudio los niños debieron: 1) Estar en una edad comprendida entre 9 y 12 años; 2) Acudir regularmente a los entrenamientos, es decir, 3 veces por semana; 3) Niños sin previa experiencia del fútbol. (Tiempo máximo de entrenamiento 3 meses); 4) Asistencia obligatoria (en caso de faltar, se comprometían a recuperar la sesión de forma independiente, según el protocolo establecido y terminar el programa de flexibilidad. 5) Presentar interés para participar en el estudio de manera voluntaria.

Los niños participantes que fueron excluidos del presente estudio son: 1) Niños que hayan ingresado a la escuela de fútbol mínimo de 3 meses; 2) Niños que presenten algún tipo de discapacidad o patología previa en miembro inferior en los últimos 6 meses; 3) Niños que realicen terapia física por lesión; 4) Deportistas que no asista regularmente a los entrenamientos (mayor del 40% de insistencia). 5) Niños que permanezcan en la escuela de fútbol 1 o 2 años y se encuentren en campeonatos locales.

3.2.3 Variables

Independiente

Técnica de estiramiento estático activo

Técnica de estiramiento dinámica

Dependientes

1) Flexibilidad

2) Potencia Muscular

3.2.4 Operacionalización de las variables

Tabla 3.

Operacionalización de las variables

		DIMENSIÓN	INDICADOR	INDICE	INSTRUMENTO
Participantes:	Niños	Socio – demográfica.	Edad.	9-12 años.	Historia Clínica.
Sujetos:	20	Género.	Identitario.	Masculino.	
Variable Independiente:	Estiramiento estático	Flexibilidad.	Programa de estiramientos para aumentar flexibilidad en isquiotibiales.	3 sesiones semanales de 15 minutos.	Estiramientos manuales.
				3 minutos de calentamiento	
	10 minutos de estiramientos				
	2 minutos de vuelta a la calma.				
Estiramiento dinámico	2 series de 10 repeticiones para isquiotibiales.				
Variable Dependiente:	Flexibilidad	Sedestación con apoyo a la pared.	>+ 27 a +17 excelente	Distancia máxima en centímetros.	Test de Wells y Dillon.
			<-20 muy pobre		
	Potencia muscular	Bipedestación a Salto	Salto Contra- Movimiento.	Metros.	Plataforma COBS.
		1) Posición de equilibrio en la plataforma.			
2) Salto contra movimiento sobre plataforma Cobs-6 saltos (mínimo 3 intentos).					
	3) Descanso entre saltos de 60 s.				

3.2.5 Materiales

En esta investigación se realizarán las siguientes evaluaciones y se utilizarán los siguientes materiales:

3.2.5.1 Test de Wells y Dillon

En esta investigación se realizarán las siguientes evaluaciones y se utilizarán los siguientes materiales:

Fundado en 1952, test que se utiliza mediante un flexómetro (aparato de manera de tres lados: 35 cm de longitud en la base, 45 cm de ancho y la tabla superior con 32 cm de alto) con una cinta métrica adosada en la parte superior del cajón. Esta evaluación sirve como herramienta para calcular el rango total de movimiento de las articulaciones coxofemoral y columna lumbar, mide principalmente la capacidad de elongación de la musculatura isquiotibial, y en menor medida la región glútea y extensora de la columna vertebral (Panteleimon, 2010, p. 30).

Para su ejecución:

- 1) El paciente debe estar en posición de sedestación, con los pies juntos, flexión de cadera a 90° grados, rodilla en extensión en posición 0° grados, tobillos en posición neutra, planta de pie sobre el cajón y muñecas en posición de reposo sobre el suelo.
- 2) El evaluador se coloca por detrás o a un lado del paciente, para registrar el resultado.
- 3) Se indica al paciente el deberá extender los brazos e intentar marcar con la punta de los dedos sobre la superficie del cajón, la cual en su parte superior se encuentra una cinta métrica para el registro correspondiente, el regreso a la posición iniciar deberá realizarse lentamente y sin rebotes.
- 4) Los valores se registrarán en centímetros valorando desde la parte distal de las falanges sobre la cinta métrica y el apoyo de la planta de los pies obteniendo signos positivos o negativos para el análisis estadístico. Si el participante consigue marcar un valor superior a cero, este signo será positivo, al contrario, si no alcanza a marcar hasta el límite de sus pies el resultado será negativo.

5) El procedimiento durará alrededor de 2 o 3 minutos.

Los resultados se valoran bajo los siguientes ítems:

Tabla 4.

Valores referenciales de test de Wells y Dillon

>+27 a +30	+27 a +17	+16 a +6	+5 a 0	<- 8 a -1	<-19 a -9	<-20
Superior	Excelente	Bueno	Promedio	Deficiente	Deficiente	Muy pobre

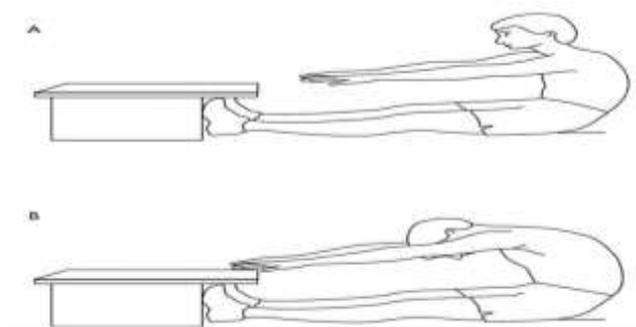


Figura 5. Test de Wells y Dillon. Tomada de EFdeportes.com, 2013.

3.2.5.2 Plataforma COBS



Figura 6. Plataforma Cobs. Tomada de Physiomed, s.f.

Es un sistema que analiza el movimiento cinético del cuerpo en tiempo real, permite medir fuerzas que el pie efectúa sobre un plano durante la ejecución de la marcha, salto, carrera o habilidades motrices. Es utilizada como un instrumento diagnóstico y terapéutico que permite evaluar de manera objetiva, confiable, cualitativa, cuantitativa y equitativa parámetros fundamentales como equilibrio, fuerza, coordinación, carga, propiocepción, atención, velocidad de reacción y anticipación, con la finalidad de estimar factores que alteren la biomecánica de la marcha y así poder brindar efectividad en sus tratamientos (Arias, 2007, p. 238).

El procedimiento consistirá en una demostración como abordaje principal por parte del investigador y posterior un entrenamiento técnico del salto durante 10 min (El procedimiento va guiado por una proyección gráfica en tiempo real de las fuerzas de reacción vertical de la plataforma) (Arias, 2007, p. 236)

Pasos en la computadora:

<p>I. Medición</p> <p>1 Click Mediciones almacenadas</p> <p>1 Click Nombre (Seleccionar nombre participante)</p> <p>1 Click Modo de medición (Seleccionar protocolo)</p> <p>1 Click ASCII (Crear fichero de ASCII.DATEN/MESSUNG/ASCII/mtd001.ASC)</p> <p>1 Click Cargar</p>	<p>II. Salir de Physiofeedback</p>
<p>III. Mi PC</p> <p>Doble Click Disco Local (C:)</p> <p>Doble Click Carpeta Pfb</p> <p>Doble Click Carpeta DATEN</p> <p>Doble Click Carpeta MESSUNG</p> <p>1Click derecho MTD001 (Abrir con Microsoft Excel)</p>	<p>IV. Seleccionar Columna</p> <p>1 Click Barra de herramientas (Datos)</p> <p>1 Click Delimitados</p> <p>1 Click Siguiete</p> <p>1 Click Tabulación (Punto y coma)</p> <p>1 Click Siguiete</p> <p>1 Click General y finalizar.</p>

Para su ejecución:

- 1) Un calentamiento previo a la prueba que constara de 5 minutos de estiramientos y luego la ejecución de saltos (3 sub-máximos y 3 máximos) (Campillo, 2014).
- 2) Se realizará el test de salto con contra-movimiento, dejando libre el ángulo de flexión de rodilla. El salto se inicia desde la posición neutra, los sujetos realizarán mantendrán sus manos a la altura de las caderas para evitar una posible contribución de los brazos al salto. Posteriormente realizaran el salto con contra-movimiento (Campillo, 2014).
- 3) Cada participante ejecutará de 3 a 6 repeticiones de salto, dependiendo de la práctica o destreza de cada uno, con un descanso de 60 s cada salto (Campillo, 2014).
- 4) Se escogerá el salto de mayor altura del salto para posteriormente realizar su análisis correspondiente (Arias, 2007, p. 237).
- 5) Para comprobar la altura del salto (h_{max}), es importante apreciar el tiempo de vuelo que se obtiene calculando la diferencia entre el instante en el tiempo de despegue, hasta el tiempo de aterrizaje en la plataforma (Bui, 2015).
- 6) Los resultados se consiguen mediante la siguiente fórmula, donde a es la aceleración de la gravedad (9.81 m/s^{-2}):

$$H_{max} = a \times (t_{\text{de vuelo}}/2)^2 \times 2^{-1}$$

3.2.6 Plan de tratamiento

El tratamiento tuvo una duración de 3 meses, se lo aplicó tres veces a la semana, es decir, se realizaron 12 semanas en su totalidad. Cada sesión tuvo una duración de 15 minutos. Consta de los siguientes segmentos: a) una rutina de calentamiento (3 minutos); b) una fase de estiramiento (10 minutos), y c) la etapa de vuelta a la calma (2 minutos).

Los dos grupos realizaron el programa de entrenamiento dentro de la escuela de alto rendimiento “Life Football Sport” de la siguiente manera:

I. Calentamiento

Son ejercicios que facilitan la preparación y adaptación corporal para las distintas fases de la actividad física. El objetivo es prevenir lesiones y restablecer la movilidad de las articulaciones (Mayo, 2014, p. 337). Se realizará por segmentos corporales siguiendo el siguiente orden y estructuración:

- A) Los primeros 3 minutos fueron destinados a los dos grupos de experimentación para trabajo de calentamiento. Durante los tres meses los niños realizaban una serie de calentamiento en bipedestación de: movimientos rotativos de cabeza y cuello (Figura 6), calentamiento de hombros realizando movimientos de circunducción (Figura 7), ejercicio de flexión de tronco, tocando con la parte distal de los dedos, la punta de los pies (Figura 8). En posición de bipedestación, se realiza flexión de rodilla sujetando con la palma de la mano, la parte dorsal del pie durante algunos segundos manteniendo el equilibrio (Figura 9). En posición de bipedestación, se realiza flexión dorsal de pie derecho o izquierdo y realizamos movimientos en circunducción hacia ambos lados.



Figura 7. Movimientos de flexión y rotación de cabeza y cuello.



Figura 8. Movimiento de circundación de hombros.



Figura 9. Flexión de tronco.



Figura 10. Flexión de rodilla.



Figura 11. Movimiento de circundación en tobillo.

b) Fase de estiramientos estáticos activos

- B) Los siguientes 10 minutos se trabajaron los estiramientos estáticos activos realizando 2 series de cada ejercicio.
- I. Se trabajó durante 25 segundos en la fase de ejecución del movimiento y 5 segundos para el retorno a la posición inicial.

Posición inicial: Sedente, con ambas piernas en flexión plantar a 20°, rodilla en posición neutra, cadera en flexión y una abducción de 40° grados.

Ejecución: Flexione el tronco 40° hacia delante o dependiendo de la tolerancia del individuo, apoyando las manos sobre el suelo (Figura 11).

Si el participante sobrepasa la punta de los pies, se extenderá más el cuerpo hacia adelante hasta sentir la tensión en la parte posterior del muslo.



Figura 12. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.

- II. *Posición inicial:* Sedestación, con la pierna izquierda con dorsi-flexión plantar 20°- posición neutra de rodilla 0° y flexión de 90° de cadera. Pierna derecha en abducción-flexión de rodilla y flexión plantar o viceversa (Figura 12).

Ejecución: Flexionar el tronco 40° hacia delante o dependiendo de la tolerancia del individuo e intente tocar con la parte distal de los dedos la punta de los pies, manteniendo en esa posición.



Figura 13. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.

III. *Posición inicial:* Sedestación

Pierna izquierda: flexión plantar 20° , rodilla en posición neutra 0° , cadera en flexión de 90° .

Pierna derecha: planta del pie apoyada a pierna contraria, acompañada de flexión de rodilla, flexión, rotación externa y abducción de cadera o viceversa.

Ejecución: Flexionar el tronco hacia delante 40° hacia delante o dependiendo de la tolerancia del individuo y sujetar la punta del pie de la pierna en extensión (Figura 13).



Figura 14. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.

IV. *Posición inicial:* Decúbito supino con una pierna en flexión plantar 10° , rodilla en posición neutra y flexión de cadera de 90° .

Pierna izquierda: Flexión de cadera a 180° y flexión plantar 20° .

Ejecución: Flexión de cadera sujetando el muslo por la parte posterior con ambas manos (Figura 14).



Figura 15. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.

- V. *Posición inicial:* Sedestación, colocando ambas extremidades inferiores en flexión plantar 20° , rodilla en posición natural y flexión de cadera a 90° .

Ejecución: Flexionar tronco hacia adelante 40° o dependiendo de la tolerancia del individuo e intenta tocar con ambas manos la parte distal de los dedos de los pies, manteniendo dicha posición (Figura 15).



Figura 16. Estiramiento estático activo para isquiotibiales.

c) *Fase de estiramientos dinámicos*

- VI. Se trabajó durante 25 segundos en la fase de ejecución del movimiento y 5 segundos para el retorno a la posición inicial, durante 2 series de 10 repeticiones.

Posición inicial: Bipedestación

Una pierna por delante de la otra o viceversa, acompañado de rodilla en ligera extensión 5° , cadera en ante-versión y aducción del miembro inferior.

Ejecución: Flexión de tronco $> 60^{\circ}$ hacia adelante mientras intenta tocar con la yema de los dedos las puntas de los pies, regresando a la posición original y nuevamente efectuarlo (Figura 16).



Figura 17. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.

VII. *Posición inicial:* Bipedestación

Flexión de cadera de 90° a 120^{a} grados dependiendo de la flexibilidad individual de cada niño de manera activa y flexión plantar 20° .

Ejecución: Con el brazo contrario, mientras su codo está en extensión y muñeca en posición neutra intenta tocar con yema de los dedos, la punta de los pies y viceversa de manera dinámica (Figura 17).



Figura 18. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.

VIII. *Posición inicial:* bipedestación, con ambas piernas semi-abiertas conserva la posición neutra de rodilla y de cadera en ante-versión.

Ejecución: Flexión de tronco $>60^{\circ}$, manteniendo la espalda recta y con la yema de los dedos de la mano contraria, intenta topar las puntas de los pies. (Figura 18).



Figura 19. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.

IX. *Posición inicial:* Decúbito supino:

Pierna izquierda en flexión plantar 20° , ligera flexión de rodilla acompañado de semi-flexión de cadera.

Pierna derecha: Dorsi-flexión plantar 20° , flexión de rodilla y cadera que luego es llevada a flexión 120° o dependiendo de la tolerancia del sujeto.

Ejecución: Durante la flexión plantar, flexión de cadera a 90° , sujetamos con la mano derecha el pie e inmediatamente realiza de manera activa, extensión de rodilla y flexión de cadera, movimiento dirigido hacia el pecho, volviendo cada vez a la flexión de rodilla de 90° y extendiendo la rodilla y flexionando nuevamente, ejercicio efectuado con ambas piernas (Figura 19).



Figura 20. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.

X. *Posición inicial:* Sedente, con ambas piernas en flexión plantar 20° y abducción de cadera de 30° o 40° dependiendo de la tolerancia del individuo.

Ejecución: Flexión de tronco >40° dependiendo de la tolerancia del sujeto y de manera activa intenta tocar con la yema de los dedos, la punta de los pies, ejercicio dirigido hacia ambos lados.

Si sobre pasa de la punta de los pies lo realiza hasta sentir la tensión muscular en la parte posterior del músculo (Figura 20).



Figura 21. Estiramiento dinámico para isquiotibiales.

d) *Ejercicios de vuelta a la calma*

Ejercicios destinados variados, tales como: trote en el propio terreno, ejercicios de respiración, o marcha ligera a baja intensidad durante 2 minutos.

3.2.7 Procedimiento experimental

Para este estudio se diseñó un programa de estiramientos con una perspectiva de intervención fisioterapéutica en el ámbito deportivo. Este programa fue elaborado con bases biomecánicas y morfo-funcionales del sistema músculo-esquelético. Estos parámetros nos sirvieron como guía para la elaboración del dicho programa el cual se realizó después del entrenamiento normal.

La intervención tuvo una duración de 3 meses, se asistía 3 veces por semana (36 sesiones en total), con una duración de 15 minutos.

Los grupos experimentales realizaron los estiramientos estáticos activos y dinámicos post-ejercicio dentro de la escuela de fútbol.

En la primera sesión se realizaron los test anteriormente descritos, de esta manera, se evaluó el grado de flexibilidad de isquiotibiales y rendimiento deportivo mediante un test. Al final se realizó el registro correspondiente.

Se programó realizar visitas con anterioridad al centro deportivo para explicarles a los niños acerca del proyecto, de igual manera, se les adecuó y se les enseñó los estiramientos que se iban a realizar antes de comenzar con el programa de estiramientos.

A partir de la tercera sesión comenzamos con la intervención fisioterapéutica.

Todos los ejercicios fueron guiados por el investigador del proyecto y el profesor de la categoría sub 12, acompañados de la fase de calentamiento, estiramiento y vuelta a la calma. El plan de ejercicios se mantuvo a lo largo del proyecto.

Al final del tratamiento, se dispuso una nueva sesión para la reevaluación.

3.2.8 Análisis de los datos

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa Statistica 7.1, usando promedios y desviaciones estándar de los datos obtenidos. El umbral de significatividad fue establecido en $p \leq 0,05$. La recolección de la información se consiguió mediante la historia clínica de cada paciente y 2 test, los cuales fueron aplicados en la primera sesión y al finalizar el plan de intervención.

Se analizaron las diferencias encontradas entre los test realizados antes y después del plan de intervención, para así obtener el resultado final y comprobar la eficacia o ineficacia de la técnica de estiramiento estático vs estiramiento dinámico en la flexibilidad de isquiotibiales y rendimiento deportivo en la escuela de fútbol Life Football Sport.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Flexibilidad

El análisis ANOVA medidas repetidas (2 grupos por 2 evaluaciones) para la evaluación de flexibilidad mediante el test de Wells y Dillon. No mostró un efecto principal grupo ($F_{(1, 8)} = 2,1592$, $p=17992$); existió un efecto principal medición ($F_{(1, 8)} = 52,083$, $p= 0,00009$); no se encontró una interacción entre grupo medición ($F_{(1, 8)} = , 75000$, $p=0,41169$). El análisis Post Hoc con el test de Tukey analizando la pre-evaluación de ambos grupos (Grupo Dinámico-Grupo Estático) no muestra un análisis estadísticamente significativo ($p=0,41$) puesto que los participantes comienzan en las mismas condiciones. La post evaluación de ambos grupos no mostro un resultado estadísticamente significativo ($p=0,61$) ya que ambos test funcionaron. El en el análisis intragrupos tomando en cuenta el grupo dinámico pudimos observar un resultado estadísticamente significativo entre la pre y post evaluación ($p=0,01$), en el análisis del grupo estático se pudo observar un resultado estadísticamente significativo ($p=0,01$). Ver imagen 4.

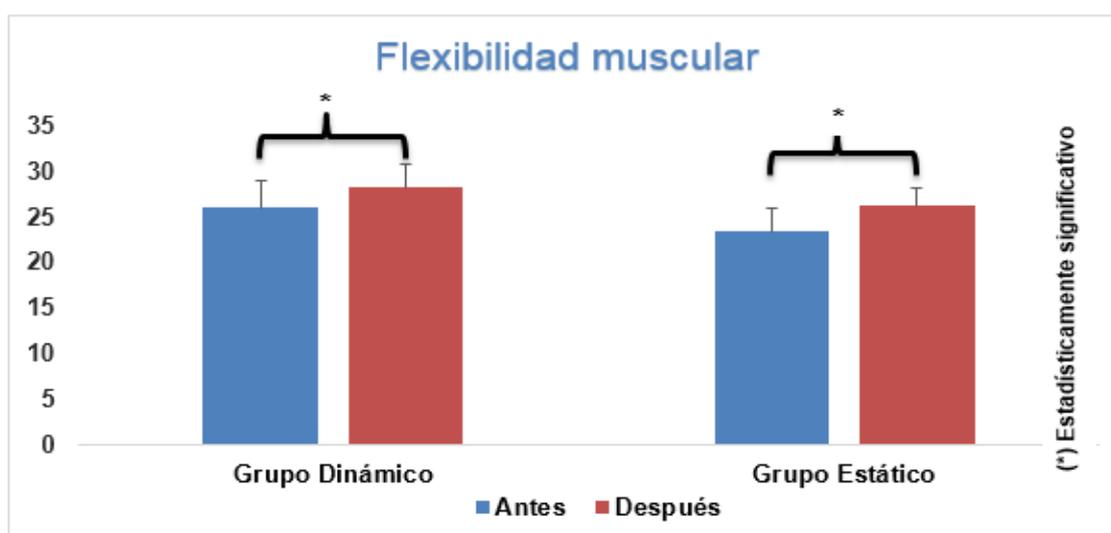


Figura 22. Cambios en la flexibilidad muscular entre pre y post evaluación de grupo estático y grupo dinámico mediante estiramientos musculares.

4.1.2 Potencia muscular

El análisis ANOVA medidas repetidas (2 grupos por 2 evaluaciones) para la evaluación de potencia muscular mediante el test del salto contra-movimiento. No mostro un efecto principal grupo ($F_{(1, 8)} = ,77174$ $p=0,40529$); existió un efecto principal medición ($F_{(1, 8)} = 149,63$, $p= 0,00000$); no se encontró una interacción entre grupo medición ($F_{(1, 8)} = 0,00372$, $p=0,95287$). El análisis Post Hoc con el test de Tukey analizando la pre-evaluación de ambos grupos (Grupo Dinámico-Grupo Estático) no muestra un análisis estadísticamente significativo ($p=0,81$) puesto que los participantes comienzan en las mismas condiciones. La post evaluación de ambos grupos no mostro un resultado estadísticamente significativo ($p=0,82$) ya que ambos test funcionaron. En el análisis intragrupos tomando en cuenta el grupo dinámico pudimos observar un resultado estadísticamente significativo entre la pre y post evaluación ($p=0,01$) en el análisis del grupo estático se pudo observar un resultado estadísticamente significativo ($p=0,01$). Ver imagen 5.

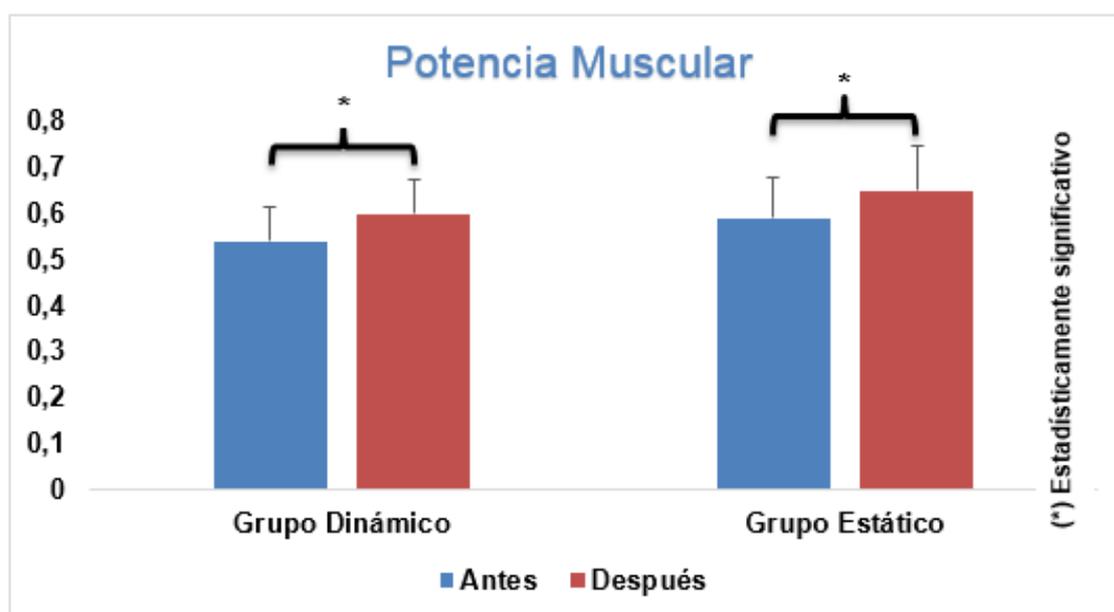


Figura 23. Cambios en la potencia muscular entre pre y post evaluación de grupo estático y grupo dinámico mediante estiramientos musculares.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN Y LÍMITES DE ESTUDIO

5.1 Discusión

El objetivo principal de este estudio fue determinar que técnica de estiramiento dinámico o estiramiento estático post-ejercicio es la técnica más efectiva para incrementar la flexibilidad en isquiotibiales y su rendimiento físico en niños de 9 a 12 años de edad, en donde se evaluó flexibilidad y potencia muscular. Los resultados demostraron una diferencia significativa en intragrupos y extragrupos. La flexibilidad y potencia muscular aumentaron en los participantes que realizaron estiramientos estáticos, en comparación con los que realizaron estiramientos dinámicos. Finalmente, los dos grupos mejoraron significativamente en el rendimiento deportivo. Los resultados serán discutidos en función de las variables evaluadas.

5.1.1 Flexibilidad

La flexibilidad fue evaluada mediante el *test de Wells y Dillon* donde se encontraron resultados estadísticamente significativos. En el análisis del grupo de estiramientos estáticos activos se encontró un aumento significativo de 2,8 cm y en el grupo de estiramientos dinámicos un aumento significativo de 2,2 cm después de haber realizado el programa de estiramientos durante tres meses.

El grupo estático obtuvo un mayor resultado a diferencia del grupo dinámico debido a que la técnica es más sencilla y controlada, no posee rebotes en su ejecución, requiere del mantenimiento de posiciones sin movimiento y su aplicación es muy eficiente por obtener buenos resultados. En cuanto al estiramiento estático en relación con la fuerza, Jiménez., (2012), revela que la técnica debe ser aplicada de manera correcta y en corto tiempo con el fin de prevenir lesiones deportivas después de largo periodos de entrenamiento intenso. Refiriéndonos al estiramiento dinámico, existió un aumento en la flexibilidad y rendimiento físico. En este sentido, Ayala., (2012), en su estudio describe que los estiramientos dinámicos dan resultados en la flexibilidad

muscular dada por la activación de la musculatura antagonista de manera dinámica y controlada en todo su rango de movimiento.

Otra razón por la que aumentó la flexibilidad muscular en isquiotibiales y rendimiento deportivo, es porque los participantes entrenaban todos los días, dos horas diarias y cada entrenamiento era basado en intervalos donde se trabajaba agilidad, velocidad de reacción, potenciación muscular, coordinación dinámica muscular, fuerza muscular, equilibrio, aumento del rango articular completo, entre otros. Sin embargo, estudios sobre el efecto del estiramiento estático en el rendimiento neuromuscular muestran que los estiramientos poseen efectos reales sobre nuevas adaptaciones en las fibras musculares en edades de 10 a 12 años y una manifestación en la fuerza muscular mediante la contracción voluntaria de la musculatura antagonista, a través del estiramiento muscular dependiente de la duración e intensidad (Batista., 2017).

Otro estudio importante de Muyor., (2012), logrado en deportistas de alto rendimiento físico y deportivo, demostró que el aumento de la flexibilidad muscular en columna vertebral y miembros inferiores se da entre edades de 10 a 14 años en donde se desarrolla la máxima capacidad de adaptaciones musculares tanto en miembro inferior como en miembro superior. Incluso existen mayores cambios cuando se practica algún deporte y dentro de ello se aplica un programa de estiramientos, proporcionando efectos posturales positivos sobre musculatura del tren superior, cadera, rodilla y tobillo, evitando así desajustes y repercusiones sobre el rango de movilidad activa en miembros inferiores. Por tal razón, los participantes del estudio previo al plan de estiramientos presentaban retracciones a nivel de musculatura lumbo-pélvica e isquiosural, pero mediante la intervención fisioterapéutica se evidenció una corrección postural y un aumento en las habilidades, destrezas y desempeño deportivo a través del programa de estiramientos estáticos y dinámicos durante tres meses de aplicación.

Aunque los estiramientos estáticos y dinámicos son dos técnicas completamente diferentes, las dos tuvieron resultados eficaces y han reportado gran significancia dentro del estudio en ambos grupos. Se manifestaron

cambios en los patrones de movimiento motores, mejorando el equilibrio estático y dinámico. Sería recomendable realizar más investigaciones sobre los efectos del estiramiento estático y dinámico en otras funciones motoras. En conclusión, Berdejo., (2009), concuerda con mi estudio y describe que los estiramientos deben formar parte esencial dentro de un entrenamiento deportivo en un niño de 9 a 12 años de edad donde existe el mayor control de fuerza muscular, equilibrio y coordinación motora. Detalla que a medida que avanza la edad estas condiciones físicas se van deteriorando gradualmente y antes que desarrollarla en todo su potencial, el objetivo principal es procurar mantener ese estado de armonía y equilibrio entre la masa muscular y todas las estructuras que conforman las articulaciones, a través de un adiestramiento o entrenamiento definido.

En definitiva, los estiramientos musculares son considerados un conjunto de técnicas que utilizadas de manera correcta poseen efectos positivos en el organismo. Los participantes del estudio mediante dichos procedimientos mejoraron la “*compliance*” y reacción de la estructura mio-tendinosa y tuvieron resultados importantes por la aplicación de estiramientos respetando los límites articulares y de manera constante, progresiva e invariable. Según, Pacheco., (2010), el entrenamiento de la flexibilidad posee un origen sensitivo y mecánico, es por eso que el músculo y la estructura interna del tendón recibe un efecto energético, reduciendo la rigidez articular, preparando al músculo ante una serie de fuerzas ejercidas dentro del deporte y evitando lesiones musculares post-ejercicio.

Finalmente, el autor Samson., (2012) exterioriza la utilización de estiramientos estáticos y dinámicos en protocolos de entrada de calor, los cuales evidenciaron validez, pero concluye que el estiramiento estático posee mayores resultados en el aumento del rango óptico de movimiento. Mientras que Behm & Chaouachi., (2011), sugiere la combinación de las dos técnicas como parte de una rutina de entrenamiento a diferentes intensidades, porque da efectos reales y efectivos en la musculatura de los isquiotibiales. A comparación de mi estudio, aunque el grupo dinámico presento buenos resultados, los participantes del grupo estático presentaron resultados significativamente

superiores al aplicarlos de manera individual en la flexibilidad muscular y rendimiento físico.

5.1.2 Potencia Muscular

Utilizando como herramienta la Plataforma Cobs, mediante *el test del salto contra movimiento*, donde se evaluó la potencia muscular en miembros inferiores se demostró que existió un aumento de 0,06 metros en el grupo dinámico y 0,06 metros en el grupo dinámico. Ambos grupos presentaron un aumento similar debido al periodo de elongación-acortamiento en tiempos relativamente cortos y fases concéntricas y excéntricas del músculo que dan un efecto mecánico, neurofisiológico y de potenciación en la unidad mio-tendinosa. Este resultado coincide con la investigación que realizó Dávila et al., (2015), donde resalta que la altura del salto proporciona efectos positivos sobre el componente elástico de la musculatura involucrada, un aumento en la altura del salto y un incremento de la potencia y fuerza muscular a través de la fase excéntrica seguido de la fase concéntrica en el salto contra-movimiento.

Los participantes presentaron mejorías en el tiempo de vuelo con la acción vertical de los brazos, suministrando mayor energía en el contenido plástico y flexible del músculo mediante la tensión muscular a través del salto y el desarrollo del rendimiento deportivo por un aumento de velocidad de estiramiento en la musculatura de la cadena posterior en miembros inferiores. Diversos estudios han demostrado valores superiores en el test del salto contra-movimiento (CMJ) en conjunto con un adecuado acondicionamiento deportivo. Gálvez., (2012), presenta una gran significancia en su estudio mediante la influencia del estiramiento para la velocidad y salto vertical, y considera que la fuerza que generan los segmentos superiores facilita el salto aportando fuerza explosiva inicial y final en miembros inferiores, dicho estudio es compatible con el autor Pérez., (2004) al encontrar efectos positivos sobre el rendimiento debido a la interrelación de fuerzas de la musculatura flexora y extensora de miembros inferiores y demandas mecánicas y de control neuromuscular en el salto vertical.

En relación con el efecto de los estiramientos musculares sobre la flexibilidad muscular y el rendimiento físico en ambos grupos, se ha demostrado una mejora significativa en la fuerza y resistencia muscular mediante nuevas adaptaciones y comportamientos en la estructura contráctil de la fibra muscular, tendones y articulaciones, enviando información directa hacia los músculos para su correcto acondicionamiento. En cuanto a Viana y colegas (2005), en su trabajo sobre la capacidad del salto vertical, reportan que existen modificaciones en la actividad nerviosa y dinámica de los músculos y tendones, mediante los mecanismos excitatorios de los husos musculares y órganos tendinosos de Golgi, cambios que se correlacionan con los estiramientos y tensión muscular.

Los resultados del estiramiento nos demostraron que la duración de los estiramientos nos sirvió de gran importancia por dos razones muy importantes. Los participantes tuvieron un aumento significativo de la altura del salto, debido a que aumentó gradualmente la fuerza, potencia y velocidad. Por otro lado, la segunda razón, fue porque existió una disminución del riesgo de lesiones gracias al aumento de fuerza explosiva y tonificación muscular mediante los entrenamientos deportivos y los estiramientos estáticos y dinámicos post-ejercicio. En esta línea, coincidimos con Hernández (2015), argumenta que la efectividad del salto vertical con ayuda de los brazos se debe a la reacción y contracción rápida de las unidades motoras y preparación de la fibra muscular, como en el caso del fútbol y su relación con los estiramientos, donde la fuerza que se genera es superior y le da un efecto dinámico a la unidad miotendinosa aumentando la coordinación, aceleración y agilidad en el gesto deportivo.

Los cambios significativos encontrados al final de la intervención propuesta en este estudio, sugieren que los ejercicios realizados dentro de la escuela de fútbol son eficaces mejorando la flexibilidad y potencia muscular mediante estiramientos musculares. Sin embargo, un nuevo estudio con un mayor número de participantes, y que cuente con un grupo control, es necesario para verificar la validez de estos resultados.

Este proyecto fue diseñado para un grupo de niños de la Escuela de fútbol de alto rendimiento “Life Football Sport” y se lo realizó dentro de su horario de entrenamiento. Con los resultados obtenidos en la investigación se busca incentivar la aplicación de estiramientos musculares post-ejercicio. Hay que recordar que los estiramientos musculares trabajan tanto el cuerpo, como la mente, lo que podría beneficiar el desempeño deportivo. Varios estudios concuerdan que los estiramientos en la edad preescolar son beneficiosos en el desarrollo del niño, sobre todo cuando se la realiza en un marco deportivo. Así, crear un ambiente que estimule el desarrollo de las destrezas competitivas, cognoscitivas, motoras, sociales, emocionales, sensoriales, inspirando a las futuras generaciones a realizar actividad física y desarrollar todo su potencial máximo dentro de cada deporte (Schaefer, 2012). Aunque en este estudio se trabajó solamente sobre flexibilidad y potencia muscular, estos factores podrían permitir a los niños desenvolverse de manera más segura dentro de sus funciones como deportista de alto rendimiento (no evaluado en este estudio).

5.2 Límites de estudio

Existieron varios factores limitantes al momento de realizar este proyecto

- I. Al momento de realizar la selección de la muestra se esperaba tener un número mayor de participantes, sin embargo, la falta de comprensión y colaboración por parte de los padres no lo permitió. Una muestra más grande le brindaría mayor validez al estudio.
- II. La falta de compromiso y permisos respectivos por parte de los padres de familia para cada uno de los niños, dificultó continuar inmediatamente con el procedimiento experimental.
- III. El programa de estiramientos musculares dentro de los horarios establecidos nos dificultó en varias ocasiones, debido a que no asistían a los entrenamientos regularmente y se planificaba realizarlo otro día de la semana para poder culminar con lo

establecido (3 veces por semana). Esto fue más un contratiempo que un problema en sí, ya que no tuvo relevancia dentro de los resultados.

- IV. Realizar los test antes de realizar el programa de estiramientos nos obstaculizó en varias ocasiones, existieron muchas variables que no nos permitieron seguir con el estudio, tales como; el tiempo, transporte, permisos, situación climática e inasistencia de los participantes para poder trasladarlos a la Universidad de las Américas.
- V. Contar con poca evidencia científica acerca de los test utilizados y los efectos sobre la fibra muscular aplicando las diferentes técnicas de estiramientos, dificultó el análisis y la discusión de los resultados obtenidos. Además, hace que los resultados obtenidos no puedan ser generalizados.

Esta investigación alcanza un impacto a nivel del desempeño deportivo en cada uno de los niños, ya que el trabajo de estiramientos musculares tanto dinámicos como estáticos logra mejorar la flexibilidad en isquiotibiales y el rendimiento deportivo en niños de 9 a 12 años de edad.

Capítulo VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En base a lo investigado, se puede concluir que:

- I. El resultado de nuestro estudio demostró que estirar de manera estática durante 30 segundos, es un tiempo efectivo para el aumento de flexibilidad en isquiotibiales y rendimiento físico en niños futbolistas, luego de 3 meses de intervención.
- II. El programa de estiramientos musculares estáticos activos mejora la flexibilidad en isquiotibiales en niños de 9 a 12 años de edad. Los datos obtenidos a través del test de Wells y Dillon demostraron que antes de la aplicación de los estiramientos musculares, el grado de flexibilidad en isquiotibiales fue de 23,4 cm y después de la aplicación del programa de estiramientos fue de 26,2 cm, dando como resultado una diferencia significativa de 2,8 cm luego de 3 meses de intervención.
- III. El programa de estiramientos musculares estáticos activos y estiramientos dinámicos en isquiotibiales provocan una mejora en la potencia muscular en miembros inferiores, debido a que los datos obtenidos antes del programa de estiramientos a través de la altura del salto en la plataforma Cobs fueron de 0,05 metros y los resultados después de la aplicación de los estiramientos musculares fueron de 0,06 metros mediante el test de la altura del salto, dando como resultado un aumento estadísticamente significativo, luego de 3 meses de intervención.
- IV. El estiramiento estático activo como parte del aumento de flexibilidad en isquiotibiales y aumento del rendimiento físico, es considerada la técnica más efectiva, lo que concuerda con la revisión bibliográfica investigada. A su vez, el trabajo mediante el plan de estiramientos mejoró la

interacción entre el niño y la terapeuta, lo que facilitó su trabajo dentro de la escuela de fútbol.

7.2 Recomendaciones

En la práctica deportiva somos conscientes de la necesidad de realizar un programa de estiramientos y desarrollo de la flexibilidad, por tal razón, para las próximas investigaciones se recomienda lo siguiente:

- I. Repetir el estudio, reclutando un mayor número de participantes y añadiendo un grupo control. Esto permitirá revalidar los resultados encontrados en el estudio. Además, se podría evaluar los cambios o efectos de los diferentes tipos de estiramientos, el tiempo y frecuencia en la aplicación, la relación elongación-fuerza o como medio de recuperación tras una lesión deportiva.
- II. Investigar si otras técnicas de estiramientos son eficaces de manera seleccionada o combinada, para obtener resultados similares o mejores a los logrados en este estudio.
- III. Los niños deportistas deben brindar la atención correspondiente frente a cada estiramiento, pese a que, si se efectúa un estiramiento en corto tiempo, no se obtendrán buenos resultados.
- IV. La correcta posición del cuerpo en los ejercicios de estiramientos tanto estáticos como dinámicos, son de gran repercusión para lograr la elongación de un grupo muscular determinado.
- V. La ejecución de un programa de estiramientos post-ejercicio en niños futbolistas de alto rendimiento reduce significativamente el riesgo de sufrir lesiones deportivas, aumentando el rendimiento deportivo en cada uno de ellos.

- VI. Concientizar tanto al entrenador deportivo como a los niños deportistas a realizar un adecuado estiramiento muscular post-ejercicio después de una sesión de entrenamiento.

REFERENCIAS

- Abad, C., Prado, M., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V. & Barroso, R. (2011). Combination of general and specific warm-ups improves leg-press, one repetition maximum compared with specific warm-up in trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 2242-2245.
- Agosti, L. (1963.) *Gimnasia Educativa*. (2.ª Ed.). Madrid, España: Editorial Hispano.
- Alter, M. (2004). *Los estiramientos, bases científicas y desarrollo de ejercicios*. (6.ª Ed). Barcelona, España: Editorial Paidotribo.
- Amiri-Khorasani, M. & Kellis, E. (2015). Acute effects of different agonist and antagonist stretching arrangements on static and dynamic range of motion. *Asian journal of sports medicine*, 6(4).
- Aquino, C., Fonseca, S., Goncalves, G., Silva, P., Ocarino, J. & Mancini, M.C. (2010). Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: A randomized controlled trial. *Manual Therapy*, 15, 26-31.
- Araguez, G., Latorre, J., Recio, F., Escaño, J., Escaño, F., Diéguez, M. & Mosquera, A. (2013). Evolución de la preparación física en el fútbol. *Revista Riccafd*, 2 (3) ,10-21
- Arregui, J. & Martínez de Haro, V. (2001). Estado actual de las investigaciones sobre la flexibilidad en la adolescencia. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 1(2), 127-135.
- Ayala, F., Baranda, P. & Cejudo, A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramiento. *Revista andaluza de Medicina del Deporte*, 5(3), 105-112.
- Ayala, F. & Baranda, P., (2008). Efecto y duración de la técnica de la musculatura isquiosural sobre la flexión de cadera. *Revista Internacional del Ciencias del Deporte*, 3(8), 93-99.

- Ayala, F., Baranda, P., Cejudo, A. & de Croix, M. (2011). Efecto agudo del estiramiento sobre el rendimiento físico: (el uso de los estiramientos en el calentamiento). *Revista de ciencias de la actividad física y del deporte de la Universidad Católica de San Antonio*. España-Murcia. 6(16), 27-36.
- Ayala, F., Croix, M., de Baranda, P. & Santonja, F. (2015). Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(3), 93-102.
- Baranda, P. & Ayala, F. (2010). Chronic flexibility improvement after 12 weeks of stretching program utilizing the ACSM recommendations: hamstring flexibility. *International Journal of Sports Medicine*, 31(06), 389-396.
- Batista, L., Dias, M., Costa, S., Oliveira, S., Víctor, N. & Gurjão, A. (2017). Acute effect of static stretching volume on neuromuscular performance of young and elderly women. *Revista Brasileira de Medicina del deporte*, 23(2), 128-132.
- Belloch, S., Pérez, S. & Figueres, E. (2010). La epidemiología en el fútbol. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10 (37), 22-40.
- Berdejo, D. (2009). Increase in flexibility in basketball through the application of a stretching protocol. *The International Journal of Medicine and Science in Physical Education and Sport*, 5(1), 2-12.
- Bermúdez, G. & Fábrica, G. (2014). Determinant factors of efficiency when the Counter Movement Jump is performed in acute fatigue. *Revista Brasileira de Cine-antropometría & Desempeño Humano*, 16(3), 316-324.
- Rohlf, B. (2007). "Experiencias con el Concepto Bobath" Fundamentos, tratamientos y casos. (2.^a Ed). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Bhattacharyya, K. (2017). The stretch reflex and the contributions of C David Marsden. *Annals of Indian Academy of Neurology*, 20(1), 1.
- Blum, B. (1998). *Los estiramientos*. Barcelona, España: Editorial Hispano Europea, S.A.

- Brodin, H. (2007). Per Henrik Ling and his impact on gymnastics.
- Boffi, F. (2008). Entrenamiento y adaptación muscular: sustratos y vías metabólicas para la producción de energía. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(SPE), 197-201.
- Budini, F. & Tilp, M. (2016). Changes in H-reflex amplitude to muscle stretch and lengthening in humans. *Reviews in the Neurociencias*, 27(5), 511-522.
- Bukh, N. (2007). *Gimnasia primaria. La base del desarrollo físico racional*. Estados Unidos, Michigan: Editorial: E.P. Dutton & Co.
- Bui, H., Farinas, M., Fortin, A., Comtois, A. & Leone, M. (2015). Comparison and analysis of three different methods to evaluate vertical jump height. *Clinical physiology and functional imaging*, 35(3), 203-209.
- Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez, C., Martínez, C., Cañas, R. & Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335-1342.
- Carlquist, M. (1976). *Gimnasia infantil: En busca del ritmo en la gimnasia*. Buenos Aires: Editorial Paidós.
- Chakouch, M., Charleux, F. & Bensamoun, S. (2015). Development of a phantom mimicking the functional and structural behaviors of the thigh muscles characterized with magnetic resonance electrography technique. *In Engineering in Medicine and Biology Society, Annual International Conference of the IEEE* (pp. 6736-6739). IEEE.
- Chatzopoulos, D., Galazoulas, C., Patikas, D. & Kotzamanidis, C. (2014). Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time and movement time. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 403.
- Colell, Gil. & Vázquez. (2011). Estiramiento mio-tendinoso-aponeuróticos. *Revista NSW Fisioterapia*. pp.22.

- Cubas, C. (2016.). Efectos del estiramiento a largo plazo. Recuperado el 12 de mayo del 2016 de <http://carloslopezcubas.com/2016/05/estiramiento-muscular-efectos.html>.
- Da Silva, R., & Gómez, A. (2008). Síndrome de los isquiotibiales acortados. *Fisioterapia*, 30(4), 186-193.
- Da Silva, S., Neri, A., Ferrioli, E., Lourenço, R. & Dias, R. (2016). Fenotipo de fragilidad: influencia de cada ítem en la determinación de la fragilidad en ancianos comunitarios-Red Fibra. *Revista Ciencia & Salud Colectiva*, 21(11).
- Dadebo, B., White, J. & George, K. (2004). A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *British journal of sports medicine*, 38(4), 388-394.
- Días, H., Paz, G., Maia, M., Leite, T., Miranda, H. & Simão, R. (2016). Number of repetition after different rest intervals between static stretching and resistance training. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*.
- Dolman, B., Verrall, G. & Reid, I. (2014). Physical principles demonstrate that the biceps femoral muscle relative to the other hamstring muscles exerts the most force: implications for hamstring muscle strain injuries. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 4(3), 371.
- Enciclopedia de Clasificaciones. (2016). *Tipos de flexibilidad (muscular)*. Recuperado de <http://www.tiposde.org/salud/392-tipos-de-flexibilidad/>.
- Estes, S., Iddings, J. & Field, E. (2017). Priming neural circuits to Modulate spinal reflex excitability. *Frontiers in Neurology*, 8.
- Fernández del Valle, A. (1995). *Gimnasia rítmica deportiva: aspectos y evolución*. Madrid, España: Editorial Esteban Sanz, S.L.
- Forgaard, C., Franks, I., Maslovat, D., Chin, L. & Chua, R. (2015). Voluntary reaction time and long-latency reflex modulation. *Journal of neurophysiology*, 114(6), 3386-3399.
- Fuentes, P., Barba, M., Matamoros, D. & Hervías, M. (2006). Los efectos de los estiramientos musculares: ¿qué sabemos realmente? *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 9(1), 36-44.

- Guo, X., Colon, A., Akanda, N., Spradling, S., Stancescu, M., Martin, C. & Hickman, J. (2017). Tissue engineering the mechanosensory circuit of the stretch reflex arc with human stem cells: sensory neuron innervation of intrafusal muscle fibers. *Biomaterials*, 31(32), 8218-8227.
- Gutiérrez, M., Girela, F., Ropero, C., Román, D. & Ruiz, F. (2015). Efecto de la intensidad del contra-movimiento sobre el rendimiento del salto vertical. *Apunts. Educación Física y Sports*, (119), 87.
- Guyton, A. y Hall, J. (2011). Tratado de fisiología médica, parte 2. 12da edición. Barcelona, España: Elsevier.
- Gálvez, P., Tapia, A. y Jurado, A. (2013). Influencia del estiramiento en el calentamiento para el salto y la velocidad. *Revista iberoamericana de Ciencias de la Actividad física y el Deporte*, 28-37.
- Hebling, A., Scabora, J. y Esquisatto, M. (2009). Morfometría de los Tipos de Fibra Muscular y del Tejido Conectivo en Músculo Frontal de Conejos Norfolk (*Oryctolagus cuniculus*). *International Journal of Morphology*, 27(1), 187-191.
- Hedrick, A. Entrenamiento de la flexibilidad para mejorar el rango de movimiento. Revista alto rendimiento. Recuperado el 30 de mayo del 2011 de file:///C:/Users/Juan/Downloads/ENTRENAMIENTO DELA FLEXIBILIDAD[2].pdf.
- Herda, T., Cramer, J., Ryan, E., McHugh, M. y Stout, J. (2008). Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 809-817.
- Hernández, P. Flexibilidad evidencia científica y metodología del entrenamiento. Revista PubliCE Standard. Chile. Recuperado el 21 de agosto del 2015 de <http://entrenamiportivo.blogspot.com/2015/08/flexibilidad-evidencia-cientifica-y.html>.

- Jiménez, G. (2012). Efectos del estiramiento estático en la manifestación de fuerza. *Revista AGON International Journal of Sport Sciences*. Madrid, España. 2(2), 98-105
- Kay, A. y Blazevich, A. (2012). Effect of Acute Static Stretch on Maximal Muscle Performance: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 44(1), 154-164.
- Kenney, W., Wilmore, J. y Costill, D. (2012). Fisiología del deporte y ejercicio. (5ª Ed.). Estados Unidos. Editorial Médica Panamericana S.A.
- Kurt, C. (2015). Alternative to traditional stretching methods for flexibility enhancement in well-trained combat athletes: local vibration versus whole-body vibration. *Biology of sport*, 32(3), 225.
- Langlade, A.L. (1970). *Teoría general de la gimnasia*. Buenos Aires: Stadium.
- Lenneke, J. (2012). The effects of endurance, Strength and power training on muscle fiber type shifting. *Journal Strength and the conditioning research*. 26(6). 1724-1729.
- López, D., Feito, J. y Vivas, A. (2009). *Fundamentos teóricos de la educación física*. Editorial Pila Teleña.
- Macías, G. R. (2013). *Manual de Teoría e Historia de la Educación Física y el Deporte contemporáneos*. España-Madrid Wanceulen SL.
- Marban, R., y Rodríguez, E. (2009). Revisión sobre tipos y clasificaciones de la flexibilidad. Una nueva propuesta de clasificación. (Review of the Types and Classifications of Flexibility. New Proposed Classification). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. doi: 10.5232/ricyde, 5(16), 52-70.
- Mayo, M., Seijas, R. y Álvarez, P. (2014). Calentamiento neuromuscular estructurado como prevención de lesiones en futbolistas profesionales jóvenes. *Revista española de cirugía ortopédica y traumatología*, 58(6), 336-342.
- Mayorga, D., Merino, R., Manzano, J., Blanco, H. y Viciara, J. (2016). Effects of a Stretching Development and Maintenance Program on Hamstring Extensibility in Schoolchildren: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Journal of sports science & medicine*, 15(1), 65.

- Concepción Carbajosa Menéndez (1977). *Las profesoras de educación física en España: Historia de su formación*. Editorial Oviedo. Pp.102-105.
- Merino Marban, R., López Fernández, I., Torres Luque, G., & Fernández Rodríguez, E. (2011). CONCEPTOS SOBRE FLEXIBILIDAD Y TÉRMINOS AFINES. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 3(1).
- Morcelli, M. H., Oliveira, J. M. C. A., & Navega, M. T. (2013). Comparación del estiramiento estático, balístico e contraer-relajar los músculos isquiotibiales. *Fisioterapia e pesquisa*, 20(3), 244-249.
- Muyor, J. M., & Arrabal-Campos, F. M. (2016). Effects of Acute Fatigue of the Hip Flexor Muscles on Hamstring Muscle Extensibility. *Journal of Human Kinetics*, 53(1), 23-31.
- Nikaido, Y., Hatanaka, R., Jono, Y., Nomura, Y., Tani, K., Chujo, Y., & Hiraoka, K. (2016). Time and direction preparation of the long latency stretch reflex. *Human movement science*, 47, 38-48.
- Nishikawa, Y., Aizawa, J., Kanemura, N., Takahashi, T., Hosomi, N., Maruyama, H., & Takayanagi, K. (2015). Immediate effect of passive and active stretching on hamstrings flexibility: a single-blinded randomized control trial. *Journal of physical therapy science*, 27(10), 3167.
- Osorio, F., Rossi, S., Hidalgo, N., & Lizana, R. (2009). Relación entre flexibilidad y fuerza muscular en isquiotibiales y su incidencia en lesiones musculares en jóvenes futbolistas. *Kinesiología*, 28(1), 13-19.
- Pacheco Arajol, L., & José García Tirado, J. (2010). Sobre la aplicación de estiramientos en el deportista sano y lesionado. *Apunts Medicina del Esport (Castellano)*, 45(166), 109-125.
- Palastanga, N., Field, D., & Soames, R. (2007). *Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento*. Editorial Paidotribo.

- Panteleimon, B., Panagiotis, I., & Fotis, B. (2010). Evaluation of hamstring flexibility by using two different measuring instruments. *Sport Logia*, 6, 28-32.
- Perelló Talens, I. (2004). Estudio de la musculatura de la región posterior del muslo tras programa de estiramientos.
- Perrier, E.T., Pavol, M.J. and Hoffman, M.A (2011). The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 1925-1931.
- Prieto, J. (2013). Tipo de estiramientos: estáticos y dinámicos. Revista Foroatletismo. Recuperado el 09 de julio del 2013 de <http://www.foroatletismo.com/estiramientos/tipos-de-estiramientos-estaticos-y-dinamicos/>.
- Prieto, J. (2013). Factores que condicionan la flexibilidad. Revista Foroatletismo. Recuperado el 7 de febrero del 2013 de <http://www.foroatletismo.com/entrenamiento/factores-que-condicionan-la-flexibilidad/>
- Procopio. M. (2012). Estiramientos sin límites. España. Recuperado el 20 de enero del 2012 de <http://fisiostar.com/wp-content/uploads/2012/12/Libro-Estiramientos-sin-L%C3%ADmites.pdf>
- Gómez, J. P., Rodríguez, G. V., Royo, I. A., Arteaga, R., Calbet, J. A., & Dorado, C. (2006). Capacidad de salto en niñas pre púberes que practican gimnasia rítmica. *European Journal of Human Movement*, (15), 25.
- Ramírez, C. R., Santander, D. C. D., & Maldonado, C. M. (2006). Tiempo y frecuencia de aplicación del estiramiento muscular estático en sujetos sanos: una revisión sistemática. *Revista salud UIS*, 38(3).
- Rodríguez, F. A., & de Baranda, P. S. (2010). Efecto agudo del estiramiento sobre el sprint en jugadores de fútbol de división de honor juvenil. (Acute effect of stretching on sprint in honour division soccer players). *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. doi: 10.5232/ricyde, 6(18), 1-12.

- Rodríguez, P., & Moreno, J. (1997). Justificación de la continuidad en el trabajo de estiramiento muscular para la consecución de mejoras en los índices de amplitud articular. *Apuntes Educación Física y Deportes*, 48, 54-61.
- Rojas, E. O., Supital, R. A., Delgado, D., & Renda, J. M. (2012). Actualización bibliográfica en trabajos de flexibilidad relacionados a la actividad física. 1er parte. *Revista electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte*, 5(19).
- Rubio, J. A., Abián, J., Alegre, L. M., Lara, A. J., Miranda, A., & Aguado, X. (2007). Capacidad de salto y amortiguación en escolares de primaria. *Archivos de medicina del deporte*, 120, 235-44.
- Sadava, D., & Purves, W. (2009). *Vida/Life: La ciencia de la biología/The Science of Biology*. Ed. Médica Panamericana.
- Salazar, R, D. H. (2016). Análisis de Imágenes de Fibras Musculares Oxidativas y Glucolíticas Durante la Reperusión Mediante Segmentación Basada en Regiones. *International Journal of Morphology*, 34(1), 127-135.
- Samson, M., Button, D. C., Chaouachi, A., & Behm, D. G. (2012). Efectos del Estiramiento Dinámico y Estático en Protocolos de Entrada en Calor Generales y Específicos. *PubliCE Standard*. 279 – 285.
- Sánchez, L (2014). La necesidad de los estiramientos y el trabajo de la flexibilidad. *Revista Remo*. España-Madrid. Pp.1-5.
- Santana, F. J., Fernández, E., & Merino, R. (2010). Efectos del método Pilares sobre las capacidades de fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio en ciclismo profesional de mountain bike. *J Sport Health Res*, 2(1), 41-54.
- Seymore, K. D., Domire, Z. J., DeVita, P., Rider, P. M., & Kulas, A. S. (2017). The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *European Journal of Applied Physiology*, 1-11.
- Sharma, S., Balthillaya, G., Rao, R., & Mani, R. (2016). Short term effectiveness of neural sliders and neural tensioners as an adjunct to static stretching of hamstrings on knee extension angle in healthy individuals: A randomized controlled trial. *Physical Therapy in Sport*, 17, 30-37.

- Sidotti, C. (2013). ¿La flexibilidad aumenta el rendimiento de un jugador de fútbol? *ISDe Sports Magazine*, 5(16).
- Simic, L., Sarabon, N., & Markovic, G. (2013). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(2), 131-148.
- Thompson, B. J., Conchola, E. C., & Stock, M. S. (2015). Effects of age and muscle action type on acute strength and power recovery following fatigue of the leg flexors. *Age*, 37(6), 111.
- Turki, O., Chaouachi, A., Drinkwater, E.J., Chtara, M., Chamari, K., Amri, M. and Behm, D.G (2011). Ten minutes of dynamic stretching is sufficient to potentiate vertical jump performance characteristics. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25, 2453-2463
- Urech, C., Fink, N. S., Hoesli, I., Wilhelm, F. H., Bitzer, J., & Alder, J. (2010). Effects of relaxation on psychobiological wellbeing during pregnancy: a randomized controlled trial. *Psychoneuroendocrinology*, 35(9), 1348-1355.
- Vaquero-Cristóbal, R., Muyor, J. M., Alacid, F., & López-Miñarro, P. A. (2012). Efecto de un programa de estiramientos de la musculatura isquiosural en futbolistas. *International Journal of Morphology*, 30(3), 1065-1070.
- Bragança, M., Bastos, A., Salguero, A., & González, R. (2008). Flexibilidad. Conceptos y generalidades. *Revista Digital, Educación Física y Deportes*. Recuperado de: [http://: www. efdeportes. com](http://www.efdeportes.com), 12, 116.
- Voss, D. Ionta, M & Myers, B. (2004). *Facilitación Neuromuscular Propioceptiva*. (1.ª ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

Ylinen, J. (2009). *Estiramientos Terapéuticos en el Deporte y en Terapias Manuales/Stretching Therapy For Sport And Manual Therapies*. Elsevier España.

ANEXOS

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS



CIENCIAS DE LA SALUD

FISIOTERAPIA

Quito, ____ de _____ del 2016

Yo _____ C.I. _____ acepto voluntariamente participar en el proyecto de investigación que lleva por título: **Estiramiento estático vs estiramiento dinámico post-ejercicio en la flexibilidad de los isquiotibiales y su efecto en el rendimiento físico de niños de 9-12 años.**

En la escuela de Fútbol “Sinergia Futbol Sport”, cuyo autor responsable es Patricia Alexandra Salcedo Padilla, estudiante de la carrera de Fisioterapia de la Universidad de las Américas.

He sido informado de los aspectos metodológicos, protocolarios y temporalización de este proyecto. En todo aquello que concierne a los sujetos de la investigación y se comprometen a seguir rigurosamente las pausas de dicho estudio.

En esta investigación no se utilizará ningún instrumento invasivo que cause daño a la integridad del deportista. En el caso que atente contra la salud del participante, mientras se emplea el programa de estiramientos, automáticamente asumo todos los cargos desde el día del accidente, hasta su pronta recuperación. Durante el periodo de trabajo se realizarán fotos o videos de cada actividad, sin intervenir en el desempeño del niño en el entrenamiento. Los datos personales que otorgaré permanecerán en estricta confidencialidad y no serán usados para fines que no estén dentro de esta investigación.

Fui informado que no obtendré ningún beneficio monetario por la colaboración en ésta investigación y cualquier inquietud que presente será resuelta por las investigadoras. En el caso de no desear continuar con el estudio podré retirarme sin ningún problema. He comprendido y aclarado mis dudas por medio de las investigadoras responsables de éste estudio.

Firma: _____

