



UNIVERSIDAD UCINF

LABOR CONSTANTIAE TRIUMPHARE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

**EFFECTOS DE LA APLICACION DE ELONGACION EN LOS MIEMBROS
INFERIORES EN FUTBOLISTAS AMATEUR DE LA SELECCION DE FUTBOL
DEL ESTADIO LAS CONDES CORFO, SOMETIDOS A DOLOR MUSCULAR
POSTERIOR A EJERCICIO, COMO HERRAMIENTA EN LA SINTOMATOLOGIA
DOLOROSA, MAXIMA CONTRACCION VOLUNTARIA Y RENDIMIENTO DE
VELOCIDAD**

Tesis presentada a la UNIVERSIDAD UCINF en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Kinesiología

Nombre Alumnos: Iván Rodríguez Zamorano
Tamara González Gutiérrez

Director de Tesis: Klgo. Andrés Flores

Santiago, Febrero, 2015



UNIVERSIDAD UCINF
LABOR CONSTANTIAE TRIUMPHARE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

**EFFECTOS DE LA APLICACION DE ELONGACION EN LOS MIEMBROS
INFERIORES EN FUTBOLISTAS AMATEUR DE LA SELECCION DE FUTBOL
DEL ESTADIO LAS CONDES CORFO, SOMETIDOS A DOLOR MUSCULAR
POSTERIOR A EJERCICIO, COMO HERRAMIENTA EN LA SINTOMATOLOGIA
DOLOROSA, MAXIMA CONTRACCION VOLUNTARIA Y RENDIMIENTO DE
VELOCIDAD**

Tesis presentada a la UNIVERSIDAD UCINF en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al grado de Licenciado en Kinesiología

Nombre Alumnos: Iván Rodríguez Zamorano
Tamara González Gutiérrez

Director de Tesis: Klgo. Andrés Flores

Santiago, Febrero, 2015

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más profundos y sinceros agradecimientos a nuestros padres y parejas por el apoyo otorgado todo este tiempo, gracias por sus constantes palabras de aliento, por su ayuda y comprensión para que el estudio allá sido realizado de forma exitosa.

Hoy se termina un ciclo y comienza otro.

Muchas Gracias...

<u>INDICE</u>	PAGINAS
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
1.1. Antecedentes del problema	3
1.2. Problema	5
1.3. Relevancia del estudio	6
1.4. Objetivo General y Específicos	7
1.5. Pregunta de investigación	8
CAPITULO II “MARCO TEÓRICO”	
2.1. Tejido muscular	9
2.2. Dolor	10
2.2.1. Fisiología del dolor: Aspectos psicofisiológicos	10
2.2.2. Sensaciones nociceptivas, percepción de dolor y reacciones	12
2.2.3. Nociceptores	12

2.2.4. Neurofisiología del dolor	13
2.2.5. Transducción, Trasmisión, Modulación, Percepción	14
2.2.6. Reclutamiento de unidades motoras en dolor	23
2.3. Dolor muscular posterior a ejercicio	24
2.4. Elongación	27
2.4.1. Unidad Motora	28
2.4.2. Huso Muscular y Órgano Tendinoso de Golgi	29
2.4.3. Tipos de elongación	31
2.4.4. Propiedades mecánicas de los tejidos blandos	32
2.4.5. Efectos de la elongación	34
 CAPITULO III “MARCO METODOLOGICO”	
3.1. Diseño y enfoque de investigación	38
3.2. Criterios de inclusión y exclusión	39
3.3. Variables	39
3.3.1. Operacionalización de variables	40
3.4. Población	42
3.5. Instrumentos	43

3.5.1. Procedimiento de aplicación	43
3.5.2. Procedimiento de validación	45
3.5.3. Técnica de recolección de información	46
3.6. Hipótesis	47
CAPITULO IV: "ANALISIS DE RESULTADOS"	
4.1. Procedimiento de análisis de estadística aplicada	48
4.2. Análisis e interpretación de la información recolectada	50
CAPITULO V: "CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS"	
5.1. Conclusión	58
5.2. Sugerencia	59
BIBLIOGRAFIA	60
ANEXOS	66

RESUMEN

Antecedentes: La elongación se define como la tensión a la que son sometidos los distintos tejidos elásticos del aparato locomotor. Si bien su uso en el dolor muscular posterior a ejercicio es de poco efecto, faltan estudios para clarificar aún más el tema. Sin embargo su fácil y seguro uso hace posible que esta herramienta terapéutica esté al alcance de todos.

El dolor muscular posterior a ejercicio emerge a las 12-24 horas posterior al ejercicio causando dolor, disminución de la MVC (máxima contracción voluntaria), disminución del rendimiento en el deporte y aumento de proteínas enzimáticas en sangre.

Objetivo: El siguiente estudio investiga el impacto de la elongación en sujetos sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio de miembros inferiores.

Tipo y diseño de estudio: Estudio caso, longitudinal

Método: El estudio incluyó a 14 jugadores de fútbol amateur.

En el día uno se interviene a los individuos sometiéndolos a NRS (escala de clasificación numérica), MVC pierna izquierda y derecha, y rendimiento de velocidad. Para luego provocar dolor muscular posterior a ejercicio mediante saltos al 100% de la capacidad de cada individuo para luego aplicar un protocolo de elongación. En el día dos y tres se somete a los sujetos a NRS, MVC pierna izquierda y pierna derecha y rendimiento de velocidad. Al final de la sesión se aplica el protocolo de elongación. El dolor se mide mediante NRS, la MVC en prensa de 45° y rendimiento de velocidad mediante cronometro.

Resultados: El protocolo de elongación en sujetos con dolor muscular posterior a ejercicio no logro igualar la sintomatología dolorosa con respecto al primer día, pese a restablecer la MVC y el rendimiento de velocidad.

Conclusión: Estos hallazgos sugieren que el protocolo de elongación restablece la MVC y rendimiento de velocidad y no así la sintomatología dolorosa.

ABSTRACT

Background: The elongation is defined as the stresses which are applied on different elastic musculoskeletal tissues. Although its use in the post exercise muscle pain is of little effect, studies are needed to further clarify the issue. However its easy and safe use of this therapeutic tool makes it accessible to everyone.

The post-exercise muscle soreness to emerge within 12-24 hours after exercise causing pain, decreased MVC (maximal voluntary contraction), decreased sports performance and increased enzymatic proteins in blood.

Objective: The following study investigates the impact of elongation in subjects undergoing exercise muscle soreness in the lower limbs.

Type and design of study: longitudinal case character

Method: The study included 14 amateur soccer players.

On day one intervened to individuals by subjecting them to NRS (numerical rating scale), left and right leg MVC, and speed performance. To cause muscle soreness after exercise by jumping to 100% of the capacity of each individual and then apply a protocol elongation. In the two and three day undergoes subjects NRS, left leg and right leg MVC and speed performance. At the end of the session protocol applies elongation. Pain was measured by NRS, the MVC in press 45° and speed performance by timer.

Results: The protocol elongation in subjects with muscular back pain exercise does not achieve even the painful symptoms from the first day, despite restore MVC speed and performance.

Conclusion: These findings suggest that the protocol resets the MVC elongation and speed performance and not the painful symptoms.

INTRODUCCION

Hoy en día en el deporte se toman en cuenta todas las variables correspondientes para alcanzar una mejor performance (lesiones, nutrición, planes de entrenamiento, mentalidad del deportista, etc.); las cuales hacen la diferencia entre el primer y el segundo lugar en una competencia.

Para alcanzar un buen rendimiento o performance, los deportistas dedican más horas de entrenamientos diarios o semanales, las cuales al ser ejercicios muy intensos, exhaustivos y/o ejercicios no acostumbrados que impliquen aumento de la longitud muscular (acciones excéntricas) inducen dolor muscular posterior a ejercicio.

Delayed onset muscle soreness (ACSM) es un dolor que aparece en los músculos sometidos a esfuerzos horas después de terminar la actividad. Habitualmente aparece entre las 12 y 24 horas posteriores al ejercicio alcanzando su peak entre las 24 y 72 horas, desapareciendo alrededor del cuarto día (Extremiana, Uribe, 2001). El dolor muscular posterior a ejercicio provoca disminución de la función muscular (Torres, Ribeiro, Duarte, et al, 2012), inflamación, fuga de proteínas musculares a la circulación (Koch, Pereira, Machado, 2014) y dolor. Si bien el dolor según IASP (International Association for the Study of Pain) “Es una experiencia sensorial y emocional desagradable con daño tisular actual o potencial, o descrito en términos de dicho daño”. Este dolor provocado por dolor muscular posterior a ejercicio produce alteración en el reclutamiento de unidades motoras, reduciendo la fuerza muscular (Turker, Hodge, Riek, et al, 2009, Turker, Hodge, 2010). Alterando a su vez la performance o rendimiento del deportista.

Una herramienta terapéutica fácil, al alcance de todos y segura de aplicar es la elongación o estiramientos (Yamaguchi, Ishii, 2005). La elongación es la “tensión excesiva a que son sometidos los distintos tejidos elásticos del aparato locomotor” (Fernández, de Rosa, et al, 1998). Una de las razones para el uso de la elongación, es para disminuir el dolor muscular posterior a ejercicio, a pesar que la evidencia nos diga que hay poco o nulo efecto (Pinto, Wilhelm, Tricoli, et al, 2014, Herbert, de Noronha, Kamper, 2011). Si bien en estudios anteriores, se manifiesta que la elongación estática reduce la MVC (Simic, Sarabon, Markovic, 2013), sobre 30 y 45 segundos de elongación implica disminución de la fuerza muscular (Manoel, Harris-Love, et al, 2008, Pinto Wilhelm, Tricoli, et al, 2014). Es un tema que aún se necesita clarificar.

Por lo que el siguiente estudio busca cuantificar el impacto de la elongación en futbolistas amateur del Estadio Las Condes CORFO, a los cuales se induce un protocolo que genera dolor muscular posterior a ejercicio en sus miembros inferiores. Interviniendo con un protocolo de elongación para mejorar la MVC, rendimiento de velocidad y reducir la sintomatología dolorosa provocada por el dolor muscular posterior a ejercicio.

CAPITULO I

El siguiente capítulo se basa en dar a conocer la temática del problema de investigación, junto a la justificación y relevancia del mismo; definiendo los objetivos concretos de la tesis, junto a la pregunta de investigación.

Por lo que este capítulo conduce al problema principal del estudio, visualizando como camino previo a la profundización del tema de investigación.

1.1. Antecedente del problema

La elongación es una herramienta terapéutica, la cual es utilizada por varios deportistas, entrenadores, kinesiólogos, etc.

La elongación es la aplicación consecuyente y sistemática de tensión a que son sometidos los distintos tejidos elásticos del aparato locomotor (Blum, 1998, Fernández, de Rosa, et al, 1998).

Según Herda, Cramer, Ryan, et al, el 2008 y Manoel, Harris-Love, et al, el 2008, existen 2 teorías frente a los efectos de la elongación. Teoría mecánica y teoría neural.

Existen varios tipos de elongación. Dinámica o balística, estática y FNP (Fernández, de Rosa, et al, 1998, Kizmigil, Ozcaldiran, et al, 2014, Konrad, Tilp, 2014). Dinámico o balístico cuando se realizan estiramientos o elongación mediante movimientos rítmicos de rebote, de forma rápida (Fernández, de Rosa, et al, 1998, Manoel, Harris-Love, et al, 2008, Ayala, Saiz de Baranda, Cejudo, 2012).

Estático cuando se adopta una posición de elongación por cierta cantidad de tiempo (Fernández, de Rosa, et al, 1998, Konrad, Tilp, 2014).

FNP, técnica que acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de propioceptores (Fernández, de Rosa, et al, 1998).

Según Yamaguchi, Ishii el 2005 “La elongación estática se utiliza ampliamente debido a que es fácil y seguro”.

Estudios anteriores señalan que la elongación estática durante 30-45 segundos o mas (Manoel, Harris-Love, et al, 2008, Pinto Wilhelm, Tricoli, et al, 2014) reduce la rigidez muscular debido a la inhibición de músculos agonistas y sinergistas (Ayala, Saiz de Baranda, Cejudo, 2012). Provocando disminución del rendimiento y del MVC (Herda, Cramer, Ryan, et al, 2008, Simic, Sarabon, Markovic, 2013).

Cabe señalar que unas de las razones para el uso de la elongación es para disminuir el dolor muscular posterior a ejercicio, pese a que la evidencia nos diga que hay poco o nulo efecto (Pinto, Wilhelm, Tricoli, et al, 2014, Herbert, de Noronha, Kamper, 2011).

El dolor muscular posterior a ejercicio, es el dolor muscular que aparece en los músculos sometidos a esfuerzo 12-24 horas posteriores, alcanzando su peak entre las 24-72 horas (Extremiana, Uribe, 2001). El dolor muscular posterior a ejercicio provoca disminución de la fuerza muscular (Torres, Ribeiro, et al, 2012) debido a que se ve afectado el reclutamiento de unidades motoras (Turker, Hodges, Riek, et al, 2009, Turker, Hodges, 2010).

Es necesario desarrollar investigación en relación a la elongación y al dolor muscular posterior a ejercicio, debido a la poca evidencia que existe de como tratar el dolor muscular posterior a ejercicio (Torres, Ribeiro, et al, 2012).

1.2. Problema

La siguiente investigación se basa en medir el impacto que genera la aplicación de elongación o estiramientos (Stretching) en miembros inferiores de futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, entre 18-30 años de edad que realicen actividad física 3 veces por semana, que son sometidos a una prueba de saltos durante 4 minutos al 100% de su capacidad, con una pausa de 90 segundos entre cada minuto.

El salto o el brinco, tiene un componente excéntrico provocando dolor muscular posterior a ejercicio (Nosaka k, Chapman D, 2006). El dolor muscular posterior a ejercicio es un conjunto de signos y síntomas que afecta tanto a deportistas de elite, como también a deportistas aficionados o amateur. Causando reducción de la performance o rendimiento deportivo.

Se tiene que tener en cuenta que hay poca evidencia con respecto a las intervenciones que se aplican para tratar el dolor muscular posterior a ejercicio (Torres R, Ribeiro F, et al, 2012). Por lo que se decide aplicar el protocolo de elongación o estiramientos durante 20 segundos, 2 veces por músculo con un descanso de 7 segundos entre elongación de los miembros inferiores (Cuádriceps, Isquiotibiales, Adductores, Complejo Glúteo, Gastronecmios) durante 3 días, como herramienta terapéutica para tratar y restablecer el dolor muscular posterior a ejercicio en su sintomatología dolorosa, en la MVC y rendimiento de velocidad en 30 metros, en relación al primer día de intervención en los futbolistas amateur de la selección de fútbol del Estadio Las Condes CORFO, debido a su fácil aplicación y aprendizaje por parte de los individuos, para así mantener o mejorar la performance deportiva durante la competencia o el entrenamiento.

1.3. Relevancia del estudio

El dolor muscular posterior a ejercicio, por lo común las personas lo relacionan con dolor en aquellos músculos que son sometidos a esfuerzo, sobre todo aquellos ejercicios en que está presente el componente excéntrico (Vila-Cha, et al , 2012,Nosaka, Chapman, et al, 2006) causando disminución de la función muscular (Torres, Ribeiro, et al, 2012) y dolor, produciendo alteración del reclutamiento motor (Turker, Hodges, Riek, et al, 2009, Turker, Hodges, 2010,Turker, Larsson, et al, 2012), trayendo consigo disminución del rendimiento deportivo y/o performance de entrenamiento.

Hay muy poca evidencia frente a como tratar el dolor muscular posterior a ejercicio (Torres, Ribeiro, et al, 2012). Existen varias herramientas terapéuticas para tratar los signos y síntomas del dolor muscular posterior a ejercicio, para mantener el rendimiento del deportista, pero a un costo asociado o dependencia de un profesional para que indique la dosificación adecuada. Al tener presente estos antecedentes se decide intervenir el dolor muscular posterior a ejercicio con elongación o estiramientos los miembros inferiores de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO. Técnica fácil de aprender y uso por parte del deportista.

Se utiliza un protocolo de elongación de dos veces durante 20 segundos en miembros inferiores, con descanso de 7 segundos, con el fin de no afectar el rendimiento de los individuos.

Según Yamaguchi e Ishii, (2005) “La elongación o estiramientos estáticos es ampliamente utilizada debido que es fácil y seguro”.

En el estudio de Herda, Cramer, Ryan, et al, (2008), se intervino a los individuos con estiramientos de 4 veces por 30 segundos en Isquiotibiales provocando disminución de la MVC.

Existen dos teorías frente a los efectos del estiramiento o elongación. La teoría mecánica y la teoría neural (Herda, Cramer, Ryan, et al, 2008, Manoel, Harris- Love, et al, 2008).

Por lo que el protocolo de elongación del presente estudio busca intervenir en la teoría neural, debido a que elongaciones de 30 segundos o más implica haber intervenido en la teoría mecánica y neural, produciendo disminución de la fuerza, por lo tanto disminución del rendimiento deportivo en el fútbol (Manoel, Harris-Love, et al, 2008).

Por lo siguiente, el estudio es de utilidad para abrir camino a más investigaciones con respecto a la elongación o estiramientos como herramienta terapéutica frente al DOMS o dolor muscular posterior a ejercicio en deportistas amateur, como de elite de diferentes disciplinas deportivas.

1.4. Objetivo General

Evaluar el impacto de la aplicación de elongación, en los miembros inferiores en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio, en la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria (MVC) y rendimiento de velocidad.

1.4.1 Objetivos Específicos

1. Evaluar la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria (MVC) y rendimiento de velocidad, en futbolistas amateur de la selección de futbol del

- estadio Las Condes CORFO, antes de someter a dolor muscular posterior a ejercicio de miembros inferiores.
2. Someter a los futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO a una prueba física que genere dolor muscular posterior a ejercicio en miembros inferiores.
 3. Evaluar la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria y rendimiento de velocidad, en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, posterior a la aplicación de elongación de los miembros inferiores.

1.5 Pregunta de Investigación

¿Cuánto es el impacto de la aplicación de elongación en los miembros inferiores en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, para la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria y rendimiento de velocidad?

CAPITULO 2 MARCO TEORICO

El siguiente capítulo tiene como propósito dar a conocer los antecedentes del tema, acompañado de teorías y estudios hechos anteriormente, que sirven de soporte y respaldo firme para la base de la investigación.

Analizando y exponiendo aquellas teorías, enfoques, investigaciones y antecedentes en general, que se consideran válidos para el correcto encuadre de la tesis.

2.1. Tejido Muscular

El músculo estriado constituye el tejido simple en mayor cantidad en el cuerpo, determinando un 40-45% del peso corporal total. La fibra muscular es su elemento estructural básico que es una larga célula conectada con el tendón o hueso sobre el cual actúa. El sitio de conexión entre la célula muscular y el tendón se conoce con el nombre de unión músculo-tendínea. La mayoría de los músculos cruzan una articulación, aunque algunos cruzan dos. La función básica de los músculos es producir y modular el movimiento articular, controlados por nervios periféricos. Una unidad motora está formada por un axón simple y las fibras musculares que inerva. Estas tienen las mismas características contráctiles y metabólicas, sin embargo no son homogéneas. Existen dos tipos de fibras musculares: las tipo I o de contracción lenta, más adecuadas para contracción repetitiva, más resistentes a la fatiga y con mayor número de mitocondrias y capilares por fibra, y las tipo II o de contracción rápida, más adecuadas para fuerzas rápidas fásicas, más adaptadas para actividad intensa de corta duración y para desarrollar mayor tensión.

La tensión activa que produce un músculo es proporcional al tipo de fibras que contiene, de esta forma músculos con alta proporción de fibras tipo II son capaces

de generar mayor fuerza.

Los ejercicios de baja intensidad involucran selectivamente fibras tipo I, mientras que las fibras tipo II son reclutadas cuando la intensidad del ejercicio aumenta. Los velocistas por ejemplo, tienen predominancia de fibras tipo II, mientras que en los corredores de distancia predominan de la tipo I. No es claro si esta predominancia está determinada genéticamente o si es una respuesta al entrenamiento. La contracción muscular puede ser isotónica que es la tensión asociada a cambio de longitud de la fibra, o isométrica sin cambio de longitud. La contracción isotónica a su vez puede presentar una acción concéntrica, en que la fibra se acorta, o excéntrica en que la fibra se alarga (Geneser, F.2000).

2.2. Dolor

La Asociación Internacional para el estudio del dolor (International Association for the Study of Pain, IASP) lo define como “una experiencia sensorial y emocional desagradable con daño tisular actual o potencial, o descrito en términos de dicho daño” (Torregrosa, 1994).

El dolor constituye una señal de alarma que protege al organismo, pues desencadena reacciones cuya finalidad radica en reducir la causa y, por tanto, limitar las consecuencias; en este caso se habla de nocicepción.

2.2.1. Fisiología del dolor: Aspectos Psicofisiológicos

“Un receptor sensorial es una estructura celular especializada que actúa como interfase entre la energía física del estímulo y el sistema sensorial y que depende de la primera neurona de la organización del sistema. A esta primera neurona se la llama receptor. Por tanto, existen receptores nociceptivos o nociceptores” (Le Bars, Willer, 2005). La transducción de las sensaciones, produce una descarga eléctrica

del receptor Este último, es convertido en potenciales de acción en el lugar donde se forma el receptor, que transformaran el mensaje sensorial en una modulación de frecuencia. Los nociceptores están formados por terminaciones libres amielínicas de fibras periféricas A y C de tamaño muy pequeño no pueden registrarse. Por el contrario, si se puede registrar la actividad de una fibra en el seno de un nervio o de su cuerpo celular en el ganglio raquídeo.

El receptor nociceptivo es una fibra unida a múltiples terminaciones libres que constituyen los verdaderos sitios en donde se realiza el proceso de la transducción.

El segundo sentido del término receptor se asocia a la primera neurona en orden jerárquico de un sistema sensorial. Cada uno de los receptor solo puede conducir una forma de energía (mecánica, calórica, química, electromagnética, etc.) y en una amplitud limitada. Este proceso recibe el nombre de transducción sensorial (Torregrosa, 1994).

“De esta forma, el mensaje sensorial se codifica en una modulación de frecuencia de los potenciales de acción” (Le Bars, Willer, 2005). La naturaleza de los potenciales de acción es igual en todo el sistema nervioso y para todas las modalidades sensoriales. Por tanto, el tipo de información sensorial que generan depende del tipo de receptor, de las vías nerviosas y de los sitios de proyección a los que se asocian.

La codificación suele depender de la intensidad del estímulo. Así mismo, debe considerarse, con la perspectiva de un conjunto de neuronas, dado que un solo estímulo es capaz de activar a muchos receptores. Por lo mismo, un estímulo mayormente intenso incrementa la frecuencia de descargas de los receptores y el número de receptores activados. Por lo que la intensidad del estímulo no depende solo de la actividad neuronal, sino también del tamaño del número de receptores

estimulados (Torregrosa, 1994, Le Bars, Willer, 2005). El mensaje que producen estos receptores sensoriales viaja hacia el sistema nervioso central, donde sufre varias transformaciones antes de convertirse finalmente en una respuesta (Le Bars, Willer, 2005).

2.2.2. Sensaciones nociceptivas, percepción del dolor y reacciones

“El dolor se distingue netamente de otros sistemas sensoriales porque en la elaboración de una percepción que se identifica como un dolor están íntimamente relacionadas la sensación, la emoción y la cognición” (Le Bars, Willer, 2005).

Sólo existe dolor cuando una información específica (exógena, endógena o de ambos tipos) llega al cerebro y se vuelve consciente, es decir, cuando llega a la corteza.

Los sistemas nociceptivos son a causa del funcionamiento de una red de neuronas impuestas por fenómenos de excitación e inhibición.

“Sería muy perjudicial para la comprensión de los mecanismos subyacentes pensar de manera sistemática en dolor cuando se observa una excitación neuronal y en analgesia cuando lo que se observa es una inhibición” (Le Bars, Willer, 2005).

2.2.3. Nociceptores

Existe un tipo de receptores asociados a fibras de calibre más delgado que se activan de manera exclusiva por estímulos de gran intensidad. La estimulación selectiva de las fibras delgadas por microestimulación eléctrica intraneural desencadena que el ser humano sienta la sensación del dolor. Por el contrario, la estimulación de las fibras mielínicas de grueso calibre (fibras Ab) solo activa la respuesta táctil (Le Bars, Willer, 2005, Purves, 2007).

“La latencia de la sensación de picadura breve y bien localizada asociada a una ráfaga aferente en las fibras A delta es corta (200-300 milisegundos). Sin embargo, el dolor que despierta una ráfaga aferente en las fibras no mielinizadas de tipo C es más tardío (del orden de 2-3 segundos) y se manifiesta en forma de sensación de quemadura más prolongada y difusa” (Le Bars, Willer, 2005).

Entre las fibras C, que constituyen el 60-90% del conjunto de fibras aferentes viscerales, el grupo más importante es el de nociceptores polimodales, los cuales responden a estímulos nociceptivos de tipo térmico, mecánico y químico. La especificidad de estos nociceptores varía.

Los nociceptores polimodales son sensibles al fenómeno de la sensibilización. Cuando un estímulo doloroso es repetitivo, el umbral de activación baja y, para un estímulo de una determinada intensidad, su frecuencia de descarga se hace mayor.

2.2.4. Neurofisiología del Dolor

“Son muy variadas las estructuras nerviosas que participan en la percepción de la experiencia dolorosa y de todo el cortejo que la acompaña” (Arbaiza, 2005).

Entre el sitio activo del tejido dañado y la percepción de dicho daño se produce una serie de eventos neurofisiológicos que colectivamente se denominan nocicepción. Este comprende cuatro procesos: la transducción, la transmisión, la modulación y la percepción” (Arbaiza, 2005).

2.2.5. Transducción, Transmisión, Modulación y Percepción

Transducción

“La transducción es el proceso por el que los estímulos nocivos son convertidos en una actividad eléctrica a nivel de los receptores, generando un potencial de acción” (Arbaiza, 2005).

La transducción se lleva a cabo en el receptor del dolor, llamado nociceptor. La función primordial del nociceptor es la de poder distinguir entre un estímulo inocuo de otro potencialmente dañino (Purves, 2007).

Se ha podido identificar tres clases de nociceptores C en humanos, que responden exclusivamente a un tipo de estímulo, ya sea mecánico, térmico o químico (Arbaiza, 2005).

“El nociceptor se clasifica de acuerdo al tipo de fibra que la constituye, distinguiéndose los receptores A y C. Las fibras A son mielinizadas y transmiten el impulso nervioso a “saltos”, de un nódulo de Ranvier a otro, lo que explica su mayor velocidad de conducción. Las fibras C son no mielinizadas y el impulso nervioso se conduce de manera continua a lo largo del axón” (Arbaiza, 2005).

Transmisión

La Transmisión es el proceso por el que el potencial de acción se propaga de manera centrípeta y ascendente a través de las vías del sistema nervioso periférico (SNP) y el sistema nervioso central (SNC) hacia la corteza cerebral (Arbaiza, 2005, Torregrosa, 1994).

Cerca de la zona de entrada a la médula las fibras no mielinizadas ocupan su superficie y las mielinizadas se agrupan en el centro (Arbaiza, 2005).

Al nivel del ganglio dorsal se encuentran los cuerpos neuronales de las fibras nociceptivas y de las fibras no nociceptivas, perteneciendo del 60 al 70% de las neuronas al sistema nociceptor (Arbaiza, 2005).

Las fibras ingresan a la médula espinal por el surco posterolateral y a nivel del tracto de Lissauer se ramifican hacia arriba y abajo y, tras recorrer algunos milímetros, se introducen en las láminas del Asta posterior de la médula espinal (APME). Un porcentaje de fibras delgadas entran por la raíz ventral, la mayoría son no mielinizadas y representan hasta el 15 % de las fibras de la raíz anterior (Arbaiza, 2005, Purves, 2007, Torregrosa, 1994).

El APME es un centro fundamental de integración de la información nociceptiva. Es la primera conexión dentro del SNC, y es donde la información nociceptiva va a ser filtrada, discriminada, integrada y codificada (Arbaiza, 2005).

Distribuye y dirige la información hacia las vías ascendentes que implican a estructuras y funciones nerviosas diferentes (Arbaiza, 2005, Torregrosa, 1994).

“Es una región preferente donde estructuras superiores emiten sus prolongaciones axónicas para modular los estímulos nociceptivos” (Arbaiza, 2005).

“Se puede dividir la sustancia gris de la medula espinal en una serie de capas o láminas (láminas de Rexed), correspondiendo al APME de la lámina I a la VI. La lámina I es la zona marginal, la lámina II es la sustancia gelatinosa de Rolando, de la lámina III a la V constituyen el núcleo propio y la lámina VI la base del asta posterior” (Arbaiza, 2005).

“Las terminales centrales de las aferencias primarias ocupan una localización espacial altamente ordenadas en el APME, las fibras A terminan en las láminas I y V, las fibras C en las láminas I, II, V, y las fibras A en las láminas III, IV y V. En general las aferencias nociceptivas terminan en las láminas I y II con alguna contribución a la lámina V, mientras que las aferencias no nociceptivas, de bajo umbral terminan en las láminas profundas III, IV y V” (Arbaiza, 2005).

La vía Espino Talámica es relacionada con la sensación de dolor y temperatura. “En el humano es la vía más importante junto con la vía Trigémico Talámica” (Arbaiza, 2005), y constituyen alrededor del 90% de todas las vías ascendentes (Arbaiza, 2005, Torregrosa, 1994).

Estudios realizados en animales muestran la existencia de tres clases de neuronas en la lámina I que contribuye con sus axones a esta vía. Las neuronas predominantes son las NE, responden a estímulos mecánicos nocivos, termales nocivos o ambos, presentan axones no mielinizados. El segundo grupo son las neuronas nociceptivas polimodales (NP) que responden al calor, frío nocivo, la mayoría de las aferencias son fibras C y son neuronas multipolares. El tercer grupo son las neuronas termo específicas (TE), excitables por el frío inocuo e inhibidas por el calentamiento de la piel y son neuronas piramidales (Arbaiza, 2005).

Neuronas de las láminas IV y V contienen dos tipos principales de neuronas, las neuronas de bajo umbral (BU) que responden sólo al estímulo cutáneo mecánico inocuo, y las neuronas de rango dinámico amplio (RDA), que responden tanto al estímulo nocivo como al inocuo. Algunas reciben aferencias sólo A y A, otros un fuerte contingente de fibras C. Las neuronas de la lámina V frecuentemente reciben

aferencias convergentes de los tejidos profundos y viscerales (Arbaiza, 2005, Torregrosa, 1994).

Neuronas de las láminas VII y VIII contienen neuronas complejas que responden a estímulos nocivos e inoocuos de regiones somáticas extensas. Estas neuronas pueden integrar las aferencias somáticas y motoras con la actividad de las interneuronas espinales (Arbaiza, 2005).

Neuronas de la lámina X, son neuronas que están próximas al canal del epéndimo y reciben aferencias viscerales de pequeño diámetro (Arbaiza, 2005, Torregrosa, 1994).

La organización de los axones que ascienden por la vía espino Talámica, la mayoría cruzan la línea media por la comisura ventral o dorsal hacia la sustancia blanca de la hemimédula opuesta, para ascender concentrados en dos localizaciones: la vía Espino Talámica lateral y la vía Espino Talámica ventral. Al nivel de la unión bulbo medular las dos vías Espino Talámicas se unen en el cordón antero lateral de la médula. Los axones de la vía Trigémico Talámica se unen a la parte interna de la vía Espino Talámica (Arbaiza, 2005, Purves, 2007, Torregrosa, 1994).

La vía Espino Talámica termina en seis diferentes regiones o núcleos del talámo ventral posterior, porción posterior del ventral medial, ventral lateral, central lateral, parafascicular y porción ventral caudal del medial dorsal (Arbaiza, 2005, Torregrosa, 1994).

La vía nociceptiva Espino Reticular es importante para la integración de la actividad nociceptiva con los procesos homeostáticos que son controlados por el tronco cerebral. Adicionalmente, la información nociceptiva ejerce una influencia

moduladora en la integración de la experiencia sensorial del dolor en la actividad funcional del cerebro anterior (Arbaiza, 2005).

Los sitios de proyección de la vía Espino Reticular, los grupos neuronales Catecolaminérgicos están relacionados con las funciones cardiorrespiratorias y homeostáticas. De ellas, las proyecciones Bulbo Espinales conducen impulsos simpáticos y además contribuyen con impulsos descendentes anti-nociceptivos. El núcleo Parabraquial interviene en las funciones cardiorrespiratorias y homeostáticas por sus proyecciones a la Formación Reticular (FR). Las neuronas nociceptivas del núcleo Parabraquial pueden también ser activadas antidrómicamente desde la amígdala o el hipotálamo. La Sustancia Gris Periacueductal (SGPA) Es el lugar de mayor integración para el control homeostático, y tiene tantas proyecciones ascendentes y descendentes. Las aferencias espinales vienen preferentemente de la lámina I. Los impulsos espinales a la SGPA pueden también influenciar la modulación del tronco cerebral al procesamiento del cerebro anterior. La Formación Reticular (FR) se trata de una vía más difusa e indirecta de la transmisión nociceptiva, ya que es polisináptica y lenta. Conduce la información sobre el dolor quemante, persistente y poco localizado, constituye el componente afectivo-aversivo del dolor y sus proyecciones pueden alterar las funciones respiratoria, circulatoria y endocrina (Arbaiza, 2005, Torregrosa, 1994).

El Tálamo es la segunda estación de relevo en las vías ascendentes clásicas de la sensibilidad dolorosa y no dolorosa. El Núcleo Ventral Posterior (NVP), es el núcleo de relevo del Sistema Somatosensorial (SSS) hacia la corteza sómato sensorial (S1), el cual contiene una representación sómato tópica de las superficies mecano receptiva cutánea. La vía Trigémino Talámica proveniente de la cara llega a la parte medial del Núcleo Ventral Pósterio Medial (NVPM), mientras que la vía Espino

Talámica, proveniente del miembro superior y el inferior, terminan sucesivamente mas lateralmente, en la parte medial y lateral del Núcleo Ventral Posterior (NVP), el denominado Núcleo Ventro Pósterio Lateral (NVPL). La Región Posterior antiguamente considerada como una región indiferenciada, contiene la porción posterior del Núcleo Ventral Medial (NVM) que es el relevo Tálamo cortical del Sistema Somatosensorial (SSS) de la lámina I, la mayoría de sus neuronas son de tipo Nociceptivas Especificas (NE) y Termo especificas (TE), constituyendo un relevo especifico del dolor y la temperatura. Los Núcleos Intralaminares se registran neuronas nociceptivas en la mayoría de las áreas del Tálamo medial, en la parte posterior del núcleo central lateral (NCL) y el núcleo parafascicular. Estos núcleos mediales e Intralaminares constituyen la zona de proyección del resto de las vías ascendentes nociceptivas, de manera directa o indirecta, esta ultima a través de la Formación Reticular (FR). Las proyecciones de estos núcleos son muy amplias y difusas, y alcanzan a toda la corteza, el sistema límbico y los ganglios basales. El Núcleo Medial Dorsal (NMD), la aferencia a la región ventro caudal del (NMD) desde la lámina I y su proyección hacia la región anterior del cíngulo revelan su importancia en el procesamiento del dolor. Estudios en monos revelan la presencia de neuronas Nociceptivas Especificas (NE) con campos receptivos amplios y a veces bilaterales (Arbaiza, 2005).

En la corteza cerebral al aplicar un estímulo periférico que produce dolor, se activan cuatro áreas principales, el área S1, el área S2, la ínsula y la región anterior del cíngulo. De manera contralateral estimuló el área cortical somatosensorial primaria (S1), que ocupa la circunvolución parietal ascendente y que se corresponde con las áreas 3,1 y 2 de Brodmann, encargada del aspecto sensorial discriminativo y el área

24 (región anterior de la circunvolución del cíngulo), encargada del aspecto afectivo-aversivo del dolor, además de los núcleos talámicos (Arbaiza, 2005).

Por lo tanto no hay un área del dolor, esta compleja sensación parece producirse cuando muchas regiones corticales y subcorticales se activan simultáneamente (Arbaiza, 2005).

Modulación

Es el proceso por el que la transducción y la transmisión es modificada a través de diversas influencias neurales, a distintos niveles: ganglio de la raíz dorsal, el asta posterior, etc.

La relación entre un estímulo nocivo y la manifestación del dolor depende de muchos factores como la excitación, la atención, la expectativa. Estos factores psicológicos a su turno son influenciados por señales que establecen el significado del estímulo y ayuda a determinar una apropiada respuesta al estímulo nocivo (Arbaiza, 2005, Purves, 2007).

La Región Rostral Ventromedial del Bulbo (RRVMB) se comporta como la vía final común que canaliza las influencias endógenas que van a modular, tanto inhibidora como facilitadoramente, la transmisión nociceptiva a nivel espinal y trigeminal. No es solo un centro de inhibición, ella adquiere un protagonismo especial, se han encontrado hasta tres clases de neuronas ON, las neuronas OFF y las neuronas Neutras. Las neuronas ON son excitadas por el estímulo nocivo y tienen una acción permisiva e incluso facilitadora de la transmisión nociceptiva, las neuronas OFF son inhibidas por el estímulo nocivo y tiene una acción inhibidora sobre dicha

transmisión. De no silenciarse el sistema, no podría ocurrir dicha transmisión. Las neuronas Neutras muestran una respuesta variable o no responden a los estímulos nocivos. Una significativa proporción de las tres clases de neuronas se proyectan a las láminas I, II y V del Asta Posterior de la Médula Espinal (APME). Tanto las neuronas ON como las neuronas OFF son excitadas por estimulación eléctrica de la Sustancia Gris Periacueductal (SGPA), la morfina tiene una acción dual, excita las neuronas OFF e inhibe las neuronas ON. Las neuronas ON también pueden ser inhibidas a través de la acción de la morfina en la Sustancia Gris Periacueductal (SGPA) (Arbaiza, 2005).

Percepción

“La percepción es el proceso final por el que la transducción, la transmisión y la modulación interactúan con la psicología del paciente para crear la experiencia emocional y, como tal, subjetiva que se refiere como dolor”.(Arbaiza , 2005)

La experiencia del dolor solo puede ser definida en términos de conciencia humana y, como toda experiencia sensorial, no hay forma de cuantificarla. Dolor no es igual que nocicepción; nocicepción es la respuesta a la estimulación de los Nociceptores, si bien la nocicepción puede darnos una experiencia dolorosa, la nocicepción también puede ocurrir en ausencia de dolor y el dolor puede estar presente en ausencia de nocicepción (Arbaiza, 2005).

Los autores Moulton, Schmahmann, et al, 2010 investigaron si el cerebelo tiene una participación activa durante el procesamiento del dolor. El cerebelo como función está involucrado en el procesamiento motor y en funciones cognitivas. Este estudio se basó en resumir investigaciones en animales y humanos que indican que al

realizar estímulos nociceptivos se activa el cerebelo, ya que para los autores existen posibles roles funcionales del cerebelo en el dolor. Finalmente llegaron a la conclusión de que el dolor no tiene un impacto significativo en las funciones del cerebelo, ya que existe escasa evidencia por lo que proponen que el cerebelo es solamente un integrador de múltiples sistemas en el procesamiento afectivo, modulación del dolor y procesamiento sensoriomotriz.

La medición del dolor se realiza mediante escalas de valoración para objetivar el dolor del individuo o paciente. Las cuales son Escala Visual Análoga (VAS), Escala de Clasificación Numérica (NRS), Escala de Clasificación Verbal (VRS), Escala de Dolor con caras (FPS-R). Estas escalas se encuentran entre las medias más utilizadas entorno a la clínica y la investigación.

Según María Alexandra Ferreira Valente, José Luis Pais Ribeiro, et al, 2011, en su estudio donde el objetivo era comparar la validez relativa de estas escalas, sometiendo a individuos portugueses a frío por 20 segundos con un compresor a temperaturas de 1°C, 3°C, 5°C y 7°C. Los resultados obtenidos indicaron que cualquiera de las 4 escalas podría ser utilizadas para la detección de cambios en el dolor, a pesar que la Escala de Clasificación Numérica(NRS) y la Escala Visual Análoga(VAS) podrían considerarse en primer lugar , cuando se requieren medidas especialmente más sensibles de la intensidad del dolor.

La Escala de Clasificación Numérica (NRS) se prefiere por los pacientes y por los médicos por su relativa simplicidad y facilidad de administrar (Ferreira, Pais, Et al, 2011).

2.2.6. Reclutamiento de unidades motoras en dolor

Durante el dolor el reclutamiento de unidades motoras se ve afectado, debido a cambios en la frecuencia de descarga y del reclutamiento al realizar contracciones musculares durante dolor (Turker, Hodges, Riek, et al 2009, Turker, Hodges 2010).

Cambios en el reclutamiento de moto neuronas durante dolor altera el ángulo del vector de fuerza muscular para evitar el dolor o proteger la parte con dolor (Turker, Hodges, 2010).

El sistema nervioso emplea una estrategia de reclutamiento de unidades motoras diferentes para lograr la misma producción de fuerza durante el dolor (Turker, Hodges, Riek, et al, 2009).

Tucker, Larsson, et al, 2012, determinaron que la anticipación del dolor altera la descarga de unidad motora y observaron la recuperación de la unidad de descarga motora después de que el dolor ha cesado.

En esta investigación fueron colocados electrodos en el cuádriceps de 14 sujetos, a su vez se realizo un ejercicio intenso de extensión de rodilla para generar dolor muscular posterior a ejercicio y fue medida la velocidad de descarga de las unidades motoras.

La velocidad de descarga de unidades motoras disminuyo durante el dolor. A esto se suma que existe una teoría con cambios en la actividad muscular como resultado de la descarga de los nociceptores directos y proporciona un mecanismo que provoca cambios a largo plazo en el movimiento a la par de algunas enfermedades músculo-esqueléticas.

Turker y Hodges el 2010 plantean: “Una alteración en el reclutamiento de unidades motoras y en el ángulo de vector de fuerza pueden indicar una deficiencia mecánica durante el dolor”.

2.3. Dolor muscular posterior a ejercicio

El dolor muscular posterior a ejercicio o dolor muscular tardío, también denominado comúnmente como agujetas (nombre médico: *mialgia diferida*) se puede definir como un dolor que aparece en los músculos sometidos a esfuerzos horas después de terminar la actividad. Habitualmente aparece entre las 12 y 24 horas posteriores, pero alcanza su peak máximo en las 24-72 horas y desaparece alrededor del cuarto día (Extremiana, Uribe, 2001). El dolor muscular posterior a ejercicio afecta no solo a deportistas noveles, sino también a deportistas habituados sobre todo cuando se cambia la rutina de entrenamientos y se aplica una mayor intensidad en los ejercicios. El ejercicio exhaustivo y/o desacostumbrado, que implica principalmente las acciones musculares excéntricas, induce el daño muscular temporal de aparición tardía (Nosaka K, Chapman D, et al, 2006), la disminución de la función muscular (Torres, Ribeiro, Duarte, Cabri, 2012), inflamación, fuga de las proteínas musculares en la circulación y dolor, que se llama dolor muscular aparición tardía (Agujetas). Aunque un gran número de los investigadores han estudiado los efectos del ejercicio sobre el daño muscular y Agujetas en los seres humanos, hubo varios resultados en las respuestas inflamatorias, que puede depender de la modalidad de ejercicio, intensidad, y duración, así como una el sexo y la edad del individuo (Kanda, Sugama, Hayashida, et al, 2013).

En el estudio de C. Vila- Cha et al, 2012 se realizó una comparación entre contracción excéntrica e isométrica en el músculo cuádriceps, arrojando como resultado, que la contracción excéntrica es la que principalmente desencadena dolor muscular posterior a ejercicio debido a un desequilibrio de iones, inflamación y dolor. Estos cambios morfológicos reducen el MVC, la velocidad de desarrollo de fuerza y cambios en la actividad de los músculos agonistas y antagonistas. Al realizar una contracción isométrica se produjo dolor inmediatamente después de realizar el ejercicio y a las 2 horas después el músculo se recuperó, en cambio en una contracción excéntrica se produjo dolor a las 24 horas después el cual persistió por días desencadenando dolor muscular posterior a ejercicio. Teniendo un impacto negativo en el rendimiento (Assumpzao, Lima, Oliveira, 2013), producto de la alteración del reclutamiento de unidades motoras, teniendo un efecto perjudicial en la performance del deportista (Baumann, Verde, Doyle, Rupp, et al, 2014).

El dolor se percibe como un dolor sordo, fijo en el músculo afectado, a menudo combinado con la ternura y la rigidez. El dolor se siente por lo general sólo cuando se estira el músculo, contratado o puesto bajo presión, no cuando está en reposo. (American College of Sport Medicine).

Se puede desencadenar dolor muscular posterior a ejercicio al ejecutar ejercicios con los que no se está familiarizado, por mala coordinación intra e intermuscular, trabajar músculos diferentes a los que se emplean habitualmente, realizar ejercicios con cargas elevadas durante un periodo de tiempo elevado, en esfuerzos excéntricos (contracción muscular donde el músculo se alarga y tensa), en donde se reclutan menos unidades motoras que en la contracción concéntrica, lo que supone una mayor tensión, y más posibilidades de lesiones. En un protocolo de ejercicios que inducen daño muscular en isquiotibial, este se recupera totalmente 120 hrs,

después del ejercicio. Al aumentar la intensidad de nuestro entrenamiento de una forma irregular y sin planificación previa y realizar carreras rápidas con cambios de dirección. Si el atleta no está adaptado a este tipo de ejercicios. Entrenadores, especialistas, fisioterapeutas, deben tener en cuenta el mantenimiento de un régimen de entrenamiento regular para la prevención del daño inducido por el ejercicio (EIMD), (Sarabon, Panjan, Rosker et .Al, 2013). Muchas clases de entrenamiento de resistencia se utilizan como un método para la mejorar la capacidad muscular y generar energía y ayuda a los atletas, a alcanzar la fuerza máxima en el menor tiempo posible (Sarabon, Panjan, Rosker et .Al, 2013). El daño muscular es inducido por el ejercicio (EIMD), que es uno de los orígenes del dolor muscular posterior a ejercicio, se caracteriza por la interrupción de las proteínas contráctiles con la descomposición del sarcolema, aumento de la permeabilidad del sarcolema para las proteínas musculares y procesos inflamatorios (Sarabon, Panjan, Rosker, et al, 2013. Extremiana, Uribe, 2001). El más importante síntoma de EIMD es probablemente una menor capacidad para realizar contracciones voluntarias máximas (MVC), que abarca tanto la fuerza máxima, (Sarabon, Panjan, Rosker et .Al, 2013) y la tasa máxima de desarrollo de la fuerza, (Vila-Cha et al., 2012, Sarabon, Panjan, Rosker et .Al, 2013).

El ejercicio de resistencia puede producir daño localizado en el tejido muscular. Aumento rigidez muscular, dolor en el movimiento, debilidad e hinchazón en el musculo después EIMD (Extremiana, Uribe 2001). Por los cambios en la actividad del huso muscular (Sarabon, Panjan, Rosker et .Al, 2013) y cambió en la sensibilidad refleja. Estos cambios podrían tener implicaciones para la realización de movimientos específicos (Sarabon, Panjan, Rosker et .Al, 2013). Por lo general, el daño está acompañado por la liberación de enzimas tales como: la CK, LDH, MB. La

CK en suero ha sido propuesta como uno de los mejores indicadores indirecto de daño muscular, debido a su facilidad de identificación. (Koch, Pereira, Machado, 2014).

Se conocen teorías acerca del dolor muscular posterior a ejercicio, donde se refieren a la acumulación del ácido láctico, temperatura incrementada localmente en los músculos, espasmo muscular y micro roturas de fibras musculares provocando aumento de edema e inflamación, causando un incremento en la sensibilidad de receptores musculares provocando dolor. A su vez la inflamación provoca aumento de la presión en el tejido, alterando la microcirculación de la fibra muscular (Extremiana, Uribe 2001).

Para prevenir o reducir el dolor muscular posterior a ejercicio, existen agentes como: la crioterapia, ejercicio concéntrico, excéntrico y algunos agentes farmacológicos (Jaskolska, Swistak, Bogucka, Jaskolski, 2003).

La cafeína disminuye la percepción del dolor en el dolor muscular posterior a ejercicio, después de una sesión de ejercicios de resistencia muscular extenuante, lo que permite a los individuos aumentar el número de sesiones de entrenamiento en un periodo determinado (Hurley, Hatfield, Riebe, Nov.2013).

2.4. Elongación

“Al traducir el termino stretching al castellano utilizamos diversas palabras como estirar, elongar, extender, movable, flexible, etc...” (Blum, 1998).

“El stretching o estiramiento o elongación es la aplicación consecuente y sistemática de diferentes técnicas de estiramiento para mejorar la movilidad, la elasticidad y la

flexibilidad de nuestro cuerpo y las funciones fisiológicas relacionadas con ello” (Blum, 1998).

A su vez Fernández, de Rosa, et al, en 1998 define la elongación como la “tensión excesiva a que son sometidos los distintos tejidos elásticos del aparato locomotor”.

2.4.1. Unidad motora

Según Snell el 2001, la unidad motora puede definirse como “la neurona motora alfa única y las fibras musculares que inerva”.

“Cada neurona motora inferior inerva las fibras musculares en el interior de un único músculo y todas las neuronas motoras que inervan un músculo se reúnen en agrupaciones en forma de bastón que se encuentran paralelas al eje mayor de la medula espinal durante uno o más segmentos medulares” (Purves, Augustine, et al, 2007).

Las neuronas motoras alfa inervan las fibras extrafusales, que son las fibras del músculo estriado, las cuales generan la fuerza necesaria para realizar el movimiento, y/o para la postura.

En los mamíferos la mayoría de las fibras músculo-esqueléticas extrafusales están inervadas por la motoneurona alfa.

“Como hay muchas más fibras musculares que neuronas motoras, los axones motores individuales se ramifican en el interior de los músculos para hacer sinapsis en muchas fibras diferentes” (Purves, Augustine, et al, 2007).

Las neuronas motoras gamma inervan fibras musculares especializadas que constituyen receptores sensitivos denominados husos musculares. Estos se introducen en cápsulas de tejido conectivo en el músculo, por lo cual se denominan fibras musculares intrafusales (Purves, Augustine, et al, 2007).

2.4.2 Huso muscular y órgano tendinoso de Golgi

“El tono muscular no depende únicamente de movimiento voluntarios y sus procesos reflejos, sino también de otras conexiones nerviosas” (Blum, 1998).

Cada músculo posee un gran número de órganos nerviosos muy sensibles denominados husos musculares (Blum, 1998, Purves, Augustine, et al, 2007). La señal sensitiva para el reflejo de estiramiento se origina en los husos musculares.

Los husos musculares se encuentran en la zona centro del músculo, y está compuesto por 8-10 fibras intrafusales, estando en paralelo con las fibras extrafusales. Están constituidos por 2 tipos de fibras intrafusales. Fibras en bolsa nuclear. Con una dilatación en la parte central, donde se encuentran los núcleos, hay dos por cada huso muscular y se clasifican en tipo I dinámicas, sensibles a la velocidad y tipo II estáticas, más largas, sensibles a la longitud muscular. Y están las fibras en cadena nuclear. Son más cortas, sin dilatación central, con núcleos dispuestos uno atrás de otro, son más numerosas, y son varias por cada huso muscular (Snell, 2001).

2 tipos de aferencias llegan al huso muscular, las fibras Ia y las fibras II. Las fibras Ia, inervan en la parte central a todas las fibras intrafusales y terminan en forma de espiral. Son fibras de conducción rápidas y mielínicas.

Las fibras II terminan en las fibras de bolsa nuclear estáticas y en las fibras en cadena. Son mielínicas, de menor velocidad de conducción (Purves, Augustine, et al, 2007, Snell, 2001).

En reposo el huso muscular genera impulsos nerviosos aferentes de forma continua, la cual no se percibe de manera consciente. Cuando ocurre actividad muscular activa o pasiva, las fibras intrafusales son estiradas, aumentando la velocidad del

impulso nervioso hacia la medula espinal. Si las fibras intrafusales se relajan debido a la disminución de la actividad muscular, disminuye la velocidad del impulso nervioso.

El huso muscular desempeña un papel importante, manteniendo informado al SNC sobre la actividad muscular (Snell, 2001).

El OTG (Órgano tendinoso de Golgi) se encuentra en los tendones, ubicándose en la unión del músculo con el tendón. Cada OTG consiste en una cápsula fibrosa que rodea un pequeño haz de fibras tendinosas (Purves, Augustine, et al, 2007, Snell, 2001).

“Las células tendinosas son más grandes y más numerosas que las de otras partes en el tendón. Una o más fibras nerviosas sensitivas mielínicas perforan la cápsula, perdiendo su vaina de mielina, se ramifican y rematan en terminaciones con forma de palo de golf” (Snell, 2001).

Las terminaciones nerviosas son activadas cuando se desarrolla tensión dentro del tendón. El OTG detecta los cambios de tensión muscular.

Al aumentar la tensión muscular, se estimula el OTG, aumentando los impulsos nerviosos dirigidos a la medula espinal a través de fibras nerviosas eferentes. Estas fibras nerviosas hacen sinapsis con interneuronas que a su vez estas hacen sinapsis con motoneuronas alfa, situadas en el asta gris anterior de la médula espinal. De esta forma el OTG impide el desarrollo excesivo de tensión muscular. Función importante como mecanismo protector, pero su función principal es proporcionar información al SNC sobre la actividad muscular (Purves, Augustine, 2007, Snell 2001).

2.4.3. Tipos de elongación

En relación a la intervención del individuo en la elongación, lo clasificamos en activo y pasivo.

Activa, cuando es el propio individuo quien realiza la elongación, con la ayuda de la gravedad o con la ayuda de otros grupos musculares, lo cual permite una mejora en la coordinación muscular agonista-antagonista, y pasivo cuando el individuo no interviene en la elongación, no realizando actividad alguna, no hace ninguna contribución o contracción activa en el momento de la elongación o estiramiento, dejando la musculatura relajada. (Fernández, De Rosa, et al, 1998, Ayala, Saiz de Baranda y Cejudo, 2012).

En relación a la naturaleza de la elongación, se clasifican en dinámico o balístico, estático y FNP (Facilitación Neuromuscular Propioceptiva) (Fernández, de Rosa, et al, 1998, Kizmizigil, Ozcaldiran, et al, 2014, Konrad, Tilp, 2014).

Dinámico o balístico cuando se realizan ligeros estiramientos y acortamientos de la zona a tratar, se realiza de forma rápida, movimientos rítmicos de rebote (Fernández, De Rosa, 1998, Manoel, Harris-Love, et al, 2008, Ayala, Saiz de Baranda, Cejudo, 2012). La principal ventaja de la elongación balística es la alta reproductibilidad con el gesto técnico y su principal desventaja es su gran complejidad producto de movimientos compensatorios de otras articulaciones (Ayala, Saiz de Baranda, Cejudo, 2012).

Estático, cuando se adopta una posición de elongación y la adoptamos por cierto tiempo (Fernández, De Rosa, 1998, Simic, Sarabon, et al, 2013, Konrad, Tilp, 2014). Según Ayala, Saiz de Baranda y Cejudo el 2012 manifiestan que el estiramiento o elongación estática reduce la rigidez muscular debido a la activación del reflejo de

inhibición de los músculos agonistas y sinergistas. “El estiramiento estático se utiliza ampliamente debido a que es fácil y seguro” (Yamaguchi, Ishii, 2005).

FNP (Facilitación Neuromuscular Propioceptiva), técnicas de estiramiento estático e isométrico, favorece o acelera el mecanismo neuromuscular mediante la estimulación de propioceptores, consiste en un estiramiento estático, una contracción isométrica contra resistencia desde la posición de estiramiento para ser seguida de una relajación para finalmente una elongación estática (Fernández, De Rosa, et al, 1998).

Aun no se determina que técnica de estiramiento es la más eficaz “A nivel cuantitativo, todas las técnicas de elongación o estiramiento producen incrementos significativos en el ROM articular, y no existe una evidencia consistente que indique que una técnica de estiramiento o elongación es superior a otra” (Ayala, Saiz de Baranda, Cejudo, 2012).

2.4.4. Propiedades mecánicas de los tejidos blandos

Los tejidos blandos (ligamentos, músculos, fascia, tendón, capsula) están compuestos principalmente por tejido conectivo.

La capacidad de elongación o estiramiento del tejido conectivo dependerá de la respuesta del colágeno y la elastina ante el estímulo de deformación.

El colágeno se caracteriza por ser muy resistente a la deformación y por su poca capacidad de elasticidad. Se necesitan de fuerzas de gran magnitud para ser elongadas, las fibras de colágeno pueden ser elongadas hasta un máximo del 10% de su longitud inicial.

La elastina se caracteriza por su gran capacidad de extensibilidad, y pueden ser elongadas hasta un máximo de 150% de su longitud inicial.

Los tendones están compuestos principalmente por colágeno. La función principal del tendón es transmitir la fuerza de contracción del vientre muscular al hueso.

Los ligamentos compuestos por colágeno entre lazadas con fibras de elastina, proporcionando flexibilidad y amplitud articular de movimiento.

La fascia es el tejido conectivo que envuelve al músculo y sus sub-unidades (sarcómero, fibra, fascículo y músculo). “La susceptibilidad de cambio de la fascia la convierte en el principal tejido objetivo de la elongación o estiramientos” (Alter, 1998).

Según Manoel, Harris-Love, el 2008, plantean que las propiedades visco elásticas del músculo provocan que pueda aumentar su longitud más allá de la original. El aumento de la extensibilidad del músculo se demuestra por aumento de los rangos articulares, y se debe por una disminución de la rigidez muscular o por un aumento de longitud del músculo, lo cual se debe a un efecto plástico o permanente (Holyman, Magnusson, 2010, Kubo, Kanehisa, Kawakami, et al, 2001). “La deformación plástica requiere una intensidad de estiramiento suficiente para la deformación del tejido conectivo dentro del músculo, más allá del límite elástico. El músculo no volverá a su longitud original” (Holyman, Magnusson, 2010).

El músculo es deformable, depende de la fuerza de tracción. Cuando la fuerza de tracción es igual a la tensión generada por el músculo, en un momento dado, su longitud cambia. (Holyman Weppeler C, Magnusson S, 2010).

Knudson el 2006 manifiesta dos tipos de tensión. La tensión activa, tiene que ver con la contractilidad, el músculo en sí, y la tensión pasiva, que serían los tendones, fascia, el tejido conectivo. La tensión activa interactúa con la tensión pasiva. Y explica la biomecánica de la elongación o estiramiento mediante la curva de carga o tensión versus deformación. “La región TOE es la elongación inicial rápida, con un

mínimo aumento de la fuerza. Región no lineal o elástica, en la que la curva empieza a parecer a una línea recta, y la región plástica, donde la curva se aplanando provocando un cambio permanente en el tejido”.

2.4.5. Efectos de la elongación

El stretching o elongación tiene efectos neurales y mecánicos.

Los efectos neurales tienen que ver con el tono muscular (Blum, 1998, Yamaguchi, Ishii, 2005), y sus efectos mecánicos con la arquitectura muscular, tendón y fascia muscular (Blum, 1998, Manoel, Harris-Love, 2008, Holyman, Magnusson, 2010).

Para realizar una elongación se debe considerar el concepto de relajación muscular, definido como “la disminución de la actividad muscular hasta su estado basal, donde el número de actividades motoras es mínimo y la frecuencia de estimulación es nula” (Fernández, De Rosa, et al, 1998).

Por décadas la elongación o estiramiento fue considerado un componente esencial para mejorar el rendimiento. “Se ha demostrado como un medio eficaz para aumentar el ROM” (Haddad, Dridi, Chtara, et al, 2013), mejorar el rendimiento y disminuir el riesgo de lesiones (Simic, Sarabon, Markovic, 2013). El aumento de ROM puede estar relacionado con un efecto analgésico, permitiendo a la persona tolerar mayores niveles de tensión para estirar el músculo (Knudson, 2006).

La elongación o estiramiento estático antes de realizar ejercicio o performance deportiva, disminuye la MVC y la fuerza dinámica (Herda, Cramer, Ryan, et al, 2008, Simic, Sarabon, Markovic, 2013).

“Existen 2 hipótesis primarias que se han propuesto para explicar el déficit de fuerza inducida por la elongación o estiramiento estático. Factores mecánicos tales como disminución de la fuerza, disminución de la rigidez muscular, afectando la tensión del

músculo. Y factor neural, alterando la estrategia motora” (Herda, Cramer, Ryan, et al, 2008). La respuesta de propioceptores musculares tales como el OTG, disminuye el número de unidades motoras disponibles, disminuyendo la fuerza y la potencia durante una sesión de elongación estática (Herda, Cramer, Ryan, eta al, 2008, Manoel. Harris-Love, et al, 2008). También se ha planteado la hipótesis que la elongación o estiramiento reduce la activación muscular a través del SNC (Herda, Cramer, Ryan, et al, 2008).

En estudios anteriores el rendimiento muscular disminuyó después de una elongación o estiramiento estático de 100 segundos. Al realizar elongación o estiramientos estáticos durante 30 segundos reduce la actividad neuromuscular, sin embargo al realizar elongación o estiramientos dinámicos ocurre una potenciación post activación muscular (Yamaguchi, Ishii, et al, 2005). Una elongación estática de 45 segundos o más, provoca una disminución significativa de la fuerza muscular (Pinto, Wilhelm, Tricoli, et al, 2014).

En el estudio de Herda, Cramer, Ryan, et al, el 2008, los sujetos sometidos a elongación o estiramiento estáticos durante 4 repeticiones de 30 segundos. Se reportó una disminución de la MVC. Ocurriendo lo contrario con la elongación dinámica, la cual aumento la MVC en comparación con la estática. Después de 15 minutos de recuperación de la elongación o estiramientos, el mayor porcentaje del déficit de la fuerza muscular es producido por el factor mecánico. Propiedades mecánicas intrínsecas músculo tendinosas, más que de factores neurales. Se planteó la idea de que el déficit de fuerza muscular es debido a la deformación plástica músculo tendinosa, afectando la relación longitud-tensión.

Lowery, Joy, Brown, et al, el 2014 sometieron a elongación estática a un grupo de corredores durante 30 segundos 3 veces antes de la performance, lo cual provoco la

reducción de la distancia recorrida durante 30 minutos y reducción de la económica de carrera. “Estas disminuciones pudieron ser mediadas por cambios en la respuesta neuromuscular y también deberse a la disminución de la rigidez del tejido músculo tendinoso”.

La elongación estática puede producir una disminución de la fuerza muscular, salto vertical y de la velocidad de carrera (Haddad, Dridi, Chtara, et al, 2013, Manoel, Harris-Love, et al, 2008). “Estos efectos tienen implicancia en actividades deportivas que requieran fuerza, fútbol, gimnasia, etc...” (Manoel, Harris-Love, et al, 2008), jugando un papel fundamental en dichos deportes, individuales y/o colectivo (Simic, Sarabon, Markovic, 2013).

En el estudio de Haddad, Dridi, Chtara, et al, el 2013 plantean que la elongación estática reduce la rigidez músculo tendinosa, provoca retraso electromecánico, afectando la transmisión de fuerzas y evitando la reutilización de energía elástica. Se intervino a los individuos con 2 elongaciones estáticas de 30 segundos con 15 segundos de descanso entre cada elongación, se realizó sprint de 30 metros, midiendo el tiempo durante los 10, 20 y 30 metros. Los resultados del estudio sugieren que las alteraciones mecánicas pueden persistir durante 24 horas.

Holyman y Magnusson el 2010 plantean que el aumento de la extensibilidad muscular después de la elongación se debe a una deformación viscoelástica duradera. “La resistencia del músculo disminuye gradualmente, esta disminución de la resistencia se denomina relajación de la tensión viscoelástica”. Se produce cuando un estímulo mecánico aumenta la longitud del músculo gradualmente en respuesta a la fuerza de estiramiento o elongación constante. La deformación viscoelástica es transitoria, depende de la duración del estiramiento y el tipo de estiramiento.

“En un estudio se realizó estiramiento estáticos 3 veces durante 45 segundos con descanso de 30 segundos entre cada aplicación. Sin embargo al realizar la siguiente elongación, el músculo ya había recuperado su extensión original” (Holyman, Magnusson, 2010).

Holyman y Magnusson el 2010 plantean una teoría que tiene que ver con el factor sensorial. “Estudios sugieren que los aumentos de la extensibilidad del músculo, después del estiramiento se deben a la sensación y no a un aumento de la longitud del músculo. Es posible que el factor psicológico también desempeñe un papel importante en la extensibilidad muscular”. La teoría sensorial demuestra que para aumentar la extensibilidad muscular se debe ver la longitud muscular como un campo multidimensional.

Una de las razones por el cual se ocupa la elongación estática es para disminuir el dolor muscular posterior a ejercicio, a pesar de que la evidencia dice que al realizar elongación antes del ejercicio no reduce el dolor muscular posterior a ejercicio (Pinto, Wilhelm, Tricoli, et al, 2014).

Herbert, de Noronha y Kamper el 2011 manifiestan los efectos del estiramiento o elongación antes de la actividad física, después de la actividad física, antes y después de la actividad física mostrando que hubo poco o nulo efecto de la elongación en el dolor muscular posterior a ejercicio.

CAPITULO 3 MARCO METODOLÓGICO

El capítulo de a continuación abarca el diseño de investigación, tipo de estudio, las variables, población, métodos, procedimientos e instrumentos que se emplean en la ejecución del proyecto de tesis, para poner a prueba las hipótesis planteadas, alcanzar los objetivos anteriormente señalados, dando así una respuesta al problema de investigación.

Relacionando de manera clara y concisa cada una de las etapas de la intervención, describiendo cómo se va a realizar el proceso de investigación.

3.1. Diseño y enfoque de la investigación

El enfoque del estudio es cuantitativo, debido a que se mide la aplicación de elongación en los miembros inferiores en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO que son sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio en miembros inferiores, en base a las mediciones de sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria y rendimiento de velocidad.

El alcance de investigación es descriptivo, señala el comportamiento de la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria y rendimiento de velocidad, al realizar sesiones de elongación en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, que presentan dolor muscular posterior a ejercicio en sus miembros inferiores.

El diseño de investigación es longitudinal. Se recopilan datos en los días uno, dos y tres.

Se interviene a un grupo de futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, los cuales son sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio en sus miembros inferiores, donde se aplica un programa de elongación por 3 días. 2 veces durante 20 segundos en cada grupo muscular (cuádriceps, isquiotibiales, complejo glúteo, adductores y gastrocnemios) con un descanso de 7 segundos entre cada elongación. Siendo un tipo de estudio caso.

3.2. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión

Ser futbolista amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO.

Tener entre 18-30 años de edad.

Realizar actividad física tres veces por semana.

Criterios de exclusión

Presentar lesión músculo-esquelética.

Ingerir ayuda ergonogénicas (Proteínas, aminoácidos, etc.) o fármacos (antiinflamatorios, analgésicos, etc.).

Haber realizado actividad física un día antes.

3.3. Variables

Variable independiente: Elongación o estiramiento.

Variables Dependientes: Escala de clasificación del dolor (NRS).

MVC.

Rendimiento de velocidad.

3.3.1. Operacionalización de variables

Definición Conceptual

Sintomatología dolorosa: Sensación subjetiva del paciente, ante experiencia sensorial y emocional desagradable. (IASP 1979).

Máxima contracción voluntaria: Es la máxima contracción isométrica voluntaria (Vera-García, Et al 2009).

Rendimiento de velocidad: Es la relación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado para hacerlo (Martin D, Carl K, Lehnertz K, 2001).

Elongación: Aplicación consecuyente y sistemática de diferentes técnicas de estiramientos para mejorar la movilidad, la elasticidad, flexibilidad de nuestro cuerpo y las funciones fisiológicas relacionadas con ello (Blum B, 1998).

Definición Operacional

Objetivo general	Objetivos específicos	Pregunta de investigación	Hipótesis
<p>Evaluar el impacto de la aplicación de elongación, en los miembros inferiores en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio, en la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria (MVC) y rendimiento de velocidad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria (MVC) y rendimiento de velocidad en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, antes de someter a dolor muscular posterior a ejercicio de miembros inferiores. 2. Someter a los futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO a una prueba física que genere dolor muscular posterior a ejercicio en miembros inferiores. 3. Evaluar la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria y rendimiento de velocidad en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, posterior a la aplicación de elongación de los miembros inferiores. 	<p>¿Cuánto es el impacto de la aplicación de elongación en los miembros inferiores en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, para la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria y rendimiento de velocidad?</p>	<p>H1: Los futbolista amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO que son sometidos a la aplicación de elongación presentan menor sintomatología dolorosa, una mejora en la máxima contracción voluntaria y mayor rendimiento de velocidad.</p>

VARIABLES	INDICADORES
Elongación	Disminución de puntaje de dolor en escala NRS. Aumento en la MVC en la prensa de 45° de extremidades inferiores. Mejor rendimiento de velocidad en test de Kassel 30 metros.
Sintomatología dolorosa	NRS, Escala de clasificación numérica del dolor, con puntaje de 0-10, donde 0 es nada de dolor y 10 es el máximo dolor posible que siente el individuo.
MVC	Máxima contracción voluntaria, medido en kilogramos en la prensa de 45° en ambas piernas por si solas. A mayor kilogramos mayor MVC, a menor kilogramos, menor MVC.
Rendimiento de velocidad	Test de Kassel de 30 metros modificado, medición mediante cronómetro, a menor tiempo en segundos en recorrer los 30 metros, mejor rendimiento de velocidad posee el individuo. A mayor tiempo e segundos en recorrer los 30 metros, menor rendimiento de velocidad posee el individuo.

3.4. Población

Población

Consiste en futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO, que consta de 14 individuos, entre 18-30 años de edad, pertenecientes a la comuna de Las Condes sector oriente de Santiago, Región Metropolitana, que realicen actividad física tres veces a la semana. A los cuales se induce dolor muscular posterior a ejercicio en los miembros inferiores, siendo intervenidos con una herramienta terapéutica que es la elongación. El total de individuos que participaron en el estudio, fue de 11, ya que 3 individuos se lesionaron en el test de rendimiento de velocidad.

3.5 Instrumentos

3.5.1 Procedimiento de aplicación

D I A 1	<p>Se solicita a los individuos realizar un calentamiento para disminuir el riesgo de lesión, lo cual consiste en un trote de 10 minutos. De manera inmediata al terminar el calentamiento se realiza la escala de clasificación numérica (NRS) de 0 a 10, donde 0 es nada de dolor y 10 el máximo de dolor. Al terminar la NRS se cuantifica la MVC de manera directa a cada individuo en la prensa de 45° de la pierna derecha y de la pierna izquierda para evitar el sesgo de descompensación muscular que presentaban los sujetos. Al terminar de cuantificar la MVC de los individuos se realiza el test de velocidad de 30 metros. Los metros fueron medidos a través de huincha metálica de medir. Se solicita a los individuos correr 3 veces, midiendo sus tiempos en el test por cronómetro. Al terminar el Test de 30 metros se realiza la intervención que consta de brincos en un escaño de 45 cm al 100% de la capacidad de cada individuo por 1 minuto. Son 4 series de 1 minuto de brincos al 100% de la capacidad de los individuos, con un descanso de 90 segundos entre serie de brincos. Se determinó la suma total de brincos o saltos que realiza cada individuo. Después de someter a los individuos a los brincos, se realiza elongación de los grupos musculares trabajados, durante 20 segundos, 2 veces por músculo (cuádriceps, isquiotibial, gastronemios, complejo glúteos, aductores) con descanso de 7 segundos en el músculo entre elongación. Al terminar la intervención, se deriva a los individuos a sus respectivos hogares, con instrucciones de no ingerir cafeína (café o Coca-Cola), antiinflamatorios y analgésicos, citándolos al día siguiente.</p>
D I A 2	<p>Se evalúa a los individuos el dolor provocado por los brincos del día anterior con la escala NRS, donde 0 es nada de dolor y 10 es el máximo de dolor que se pueda sentir, solicitando que clasifiquen su dolor. Luego se cuantifica la MVC de cada pierna de los individuos de manera directa en la prensa de 45° para evitar el sesgo de descompensación muscular que presentaban los sujetos. Ya al haber cuantificado el MVC de la pierna izquierda y derecha de los individuos se realiza el test de velocidad de 30 metros. Se solicita a los individuos correr 3 veces y así considerar su mejor tiempo medido por cronómetro. Inmediatamente se somete a los individuos a elongación de los grupos musculares trabajados, durante 20 segundos, 2 veces por músculo (Cuádriceps, Isquiotibial, Gastronemios, complejo Glúteos, Aductores) con descanso de 7 segundos entre elongación. Al terminar las elongaciones se deriva a los individuos a sus hogares, con instrucciones de no ingerir cafeína, no tomar antiinflamatorios y analgésicos, citándolos para el día siguiente.</p>
D I A 3	<p>Se evalúa a los individuos el dolor provocado por los brincos del día control, con NRS, donde 0 es nada de dolor y 10 es el máximo de dolor que se pueda sentir, solicitando que clasifiquen su dolor. Luego se cuantifica la MVC de cada pierna de los individuos de manera directa en la prensa de 45° para evitar el sesgo de descompensación muscular que presentan los sujetos. Al haber cuantificado el MVC de la pierna izquierda y derecha de los individuos se realiza el test de velocidad de 30 metros. Se solicita a los individuos correr 3 veces y así considerar su mejor tiempo medido por cronómetro. Inmediatamente se somete a los individuos a elongación de los grupos musculares trabajados, durante 20 segundos, 2 veces por músculo (Cuádriceps, Isquiotibial, Gastronemios, complejo Glúteos, Aductores) con descanso de 7 segundos entre elongación.</p>

Elongación	Se solicita a los individuos elongar los músculos Cuádriceps, Isquiotibiales, Adductores, Gastronecmios y Complejo Glúteo 2 veces durante 20 segundos con un descanso de 7 segundos entre cada elongación después de la intervención que genera dolor muscular posterior a ejercicio en el primer día, y después de los test y/o escalas a los que son sometidos durante el segundo y tercer día de intervención.
Sintomatología dolorosa	Se solicita a los individuos clasificar su dolor con una escala de 0-10, donde 0 es ausencia de dolor y 10 es el máximo dolor que pueda sentir. Antes de someter a dolor muscular posterior a ejercicio en el primer día y antes de realizar elongaciones de los miembros inferiores de los individuos en el segundo y tercer día de intervención.
Máxima contracción voluntaria	Se solicita a los individuos levantar el máximo peso que sea posible con su pierna derecha en la prensa de 45°, como también con su pierna izquierda por si sola. Antes de someter a dolor muscular posterior a ejercicio en el primer día de intervención y antes de las elongaciones en el segundo y tercer día. El kinesiólogo a cargo estimula y da ánimos a los individuos para levantar el máximo peso posible en la prensa de 45°
Rendimiento de velocidad	Se solicita a los individuos realizar un test de 30 metros (Prueba de aceleración de Kassel) a la máxima velocidad posible. El individuo realiza el test 3 veces a su máxima velocidad, donde se considera el mejor tiempo en el test. Se realiza el test antes de someter a los individuos a dolor muscular posterior a ejercicio en el primer día y en el segundo y tercer día de intervención antes de la elongación de miembros inferiores. El kinesiólogo a cargo estimula y da ánimos a los individuos para que realicen el test con su máxima velocidad.

3.5.2 Procedimiento de validación

Variables	Instrumentos
Sintomatología dolorosa	NRS o Escala de clasificación numérica. Consiste en que el individuo clasifique su sensación de dolor en una escala de 0-10, donde 0 es la ausencia de dolor y 10 es la máxima sensación de dolor que puede sentir.
Máxima Contracción Voluntaria	Se utiliza la prensa de 45 ° con la cual evaluamos el máximo peso en kilogramos que levanta el individuo con su pierna derecha y con su pierna izquierda.
Rendimiento de Velocidad	Se utiliza la prueba de Kassel modificada, la cual consiste en correr al 100% de la velocidad en un tramo de 30 metros en el menor tiempo posible. Cada individuo realiza el test 3 veces donde se elige el mejor tiempo, medido por cronometro.
Elongación	Se realiza un protocolo de 20 segundos de elongación 2 veces con descanso de 7 segundos entre cada elongación de los individuos en los miembros inferiores, medido por cronómetro. Se realiza el primer día al terminar el estímulo (Brincos) que induce dolor muscular posterior a ejercicio, el segundo y tercer día al finalizar los test.

3.5.3 Técnica de Recolección de Información

Se realiza un registro a través de una ficha de evaluación clínica en los días uno, dos y tres durante la intervención, para posteriormente digitalizar los datos en una planilla Excel para el análisis estadístico el cual se realiza con el Software Graph Pad Prism.

Salto	MVC D 1	MVC I 1	NRS 1	Test 30 1	MVC D 2	MVC I 2	NRS 2	Test 30 2	MVC D 3	MVC I 3	NRS 3	Test 30 3
161	128,6	118,6	0	5,11	118,6	118,6	3	4,87	158,6	158,6	3	4,95
164	108,6	118,6	0	5,2	98,6	108,6	4	5,15	108,6	128,6	2	5,17
179	98,6	98,6	0	5	79,6	79,6	2	4,93	118,6	118,6	3	4,87
154	89,6	79,6	0	5	80,6	75	5	5,23	89,6	79,6	3	5,32
119	88,6	78,6	0	5,25	98,6	98,6	3	5,27	98,6	98,6	1	5,23
107	78,6	68,6	0	5,28	88,6	78,6	4	5,17	88,6	78,6	2	5,2
92	88,6	78,6	0	5,79	78,6	68,6	1	5,54	88,6	78,6	0	5,45
114	98,6	88,6	0	5,33	88,6	88,6	4	5,21	103,6	98,6	2	5,21
130	108,6	98,6	0	5,15	98,6	83,6	4	5,03	103,6	98,6	2	5,08
146	98,6	108,6	0	4,88	93,6	98,6	3	4,92	98,6	108,6	0	4,89
149	108,6	113,6	0	4,8	103,6	108,6	3	4,93	108,6	108,6	0	4,87

3.6 Hipótesis

H1: Los futbolista amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO que son sometidos a la aplicación de elongación presentan menor sintomatología dolorosa, mejora en la máxima contracción voluntaria y un mayor rendimiento de velocidad en comparación al día control.

H2: Los futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO que son sometidos a la aplicación de elongación presentan un aumento de la sintomatología dolorosa, disminución en la máxima contracción voluntaria y disminución del rendimiento de velocidad en comparación al día control.

H0: Los futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO que son sometidos a la aplicación de elongación no presentan ningún cambio con respecto a la sintomatología dolorosa, máxima contracción voluntaria y rendimiento de velocidad en comparación al día control.

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.

El siguiente capítulo tiene como propósito dar a conocer los datos reunidos en el estudio y su interpretación mediante análisis estadístico.

4.1. Procedimiento de Análisis de estadística aplicada

La muestra es sometida a un test Shapiro-Wilk para identificar la distribución paramétrica o no paramétrica. Cuando se compara el peso, la talla y la edad, la distribución es paramétrica, por lo que se determina la media y la desviación estándar.

Tabla n°1.

Comparación de peso, talla y edad

	Peso	talla	Edad
Number of values	11	11	11
Mean	72,55	1,729	24,82
Std. Deviation	5,279	0,06107	2,136
Std. Error	1,592	0,01841	0,6441
Shapiro-Wilk normality test			
W	0,9679	0,9179	0,8880
P value	0,8647	0,3012	0,1311
Passed normality test (alpha=0.05)?	Yes	Yes	Yes
P value summary	ns	ns	ns
Wilcoxon Signed Rank Test			
Theoretical median	0,0	0,0	0,0
Actual median	72,00	1,720	25,00
Discrepancy	-72,00	-1,720	-25,00
Sum of signed ranks (W)	66,00	66,00	66,00
Sum of positive ranks	66,00	66,00	66,00
Sum of negative ranks	0,0	0,0	0,0
P value (two tailed)	0,0038	0,0038	0,0036
Exact or estimate?	Gaussian Approximation	Gaussian Approximation	Gaussian Approximation
Significant (alpha=0.05)?	Yes	Yes	Yes
Sum	798,0	19,02	273,0

Se utiliza el estadígrafo de ANOVA para cada variable, comparando sus tres mediciones. Posteriormente, se realizan comparaciones de los resultados con el test de Tukey's.

4.2. Análisis e interpretación

Cuando se compara la MVC de la pierna derecha durante los tres días de intervención, existen diferencias significativas entre el día dos y el día tres. Se observa con los valores promedio del día uno (99,6 kg) y el día dos (93,42 kg) que presentan una disminución de la MVC derecha pese a no presentar diferencias significativas. Los valores de MVC derecha presentados al tercer día (106 kg) demostraron una diferencia significativa en comparación con el segundo día (93,42 kg), pero no presento diferencia significativa con el primer día (99.6 kg).

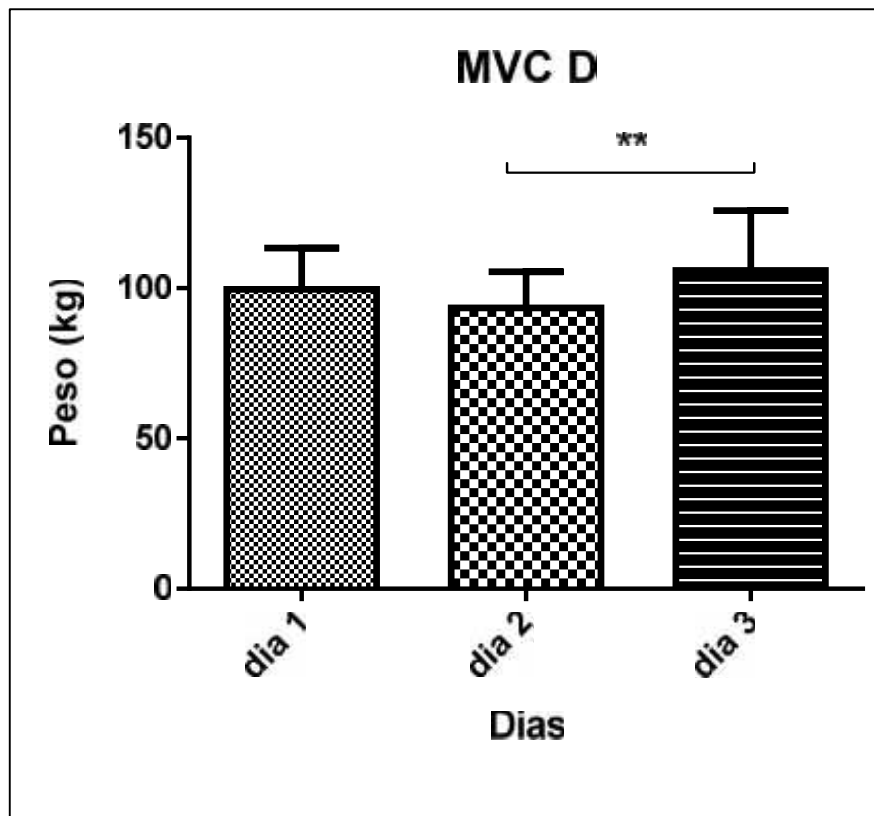
Tabla N°2

Comparación de la Máxima contracción voluntaria isométrica (MVC) del miembro inferior derecho durante los 3 días

ANOVA table	SS	D F	MS	F (DFn, DFd)	P value
Treatment (between columns)	865,7	2	432,8	F (2,000, 20,00) = 6,751	P = 0,0057
Individual (between rows)	5962	10	596,2	F (10, 20) = 9,299	P < 0,0001
Residual (random)	1282	20	64,12		
Total	8110	32			

Fuente: Elaboración propia a partir de este estudio

Tukey's multiple comparisons test	Mean Diff,	95% CI of diff,	Significant?	Summary				
Día 1 vs. día 2	6,182	-2,456 to 14,82	No	ns				
Día 1 vs. día 3	-6,364	-15,00 to 2,274	No	ns				
Día 2 vs. día 3	-12,55	-21,18 to -3,907	Yes	**				
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	n 1	n 2	q	D F
Día 1 vs. día 2	99,6	93,42	6,182	3,414	11	11	2,561	20
Día 1 vs. día 3	99,6	106	-6,364	3,414	11	11	2,636	20
Día 2 vs. día 3	93,42	106	-12,55	3,414	11	11	5,196	20



Al comparar la MVC de la pierna izquierda durante los tres días de intervención, existen diferencias significativas entre el día dos y el día 3. Se observa con los valores promedio del día uno (95,51 kg) y el día dos (91,55 kg) que presentan una disminución de la MVC izquierda pese a no presentar diferencias significativas. Los valores de MVC izquierda presentados al tercer día (105,1 kg) demostraron una diferencia significativa en comparación con el segundo día (91,55 kg), pero no presento diferencia significativa con el primer día (95,51 kg).

Esto se explicaría debido a que al segundo día los sujetos, al estar sometidos a fatiga posterior a dolor muscular posterior a ejercicio disminuyen su MVC, la cual recuperan al tercer día, pese a no presentar diferencias significativas con el primer día.

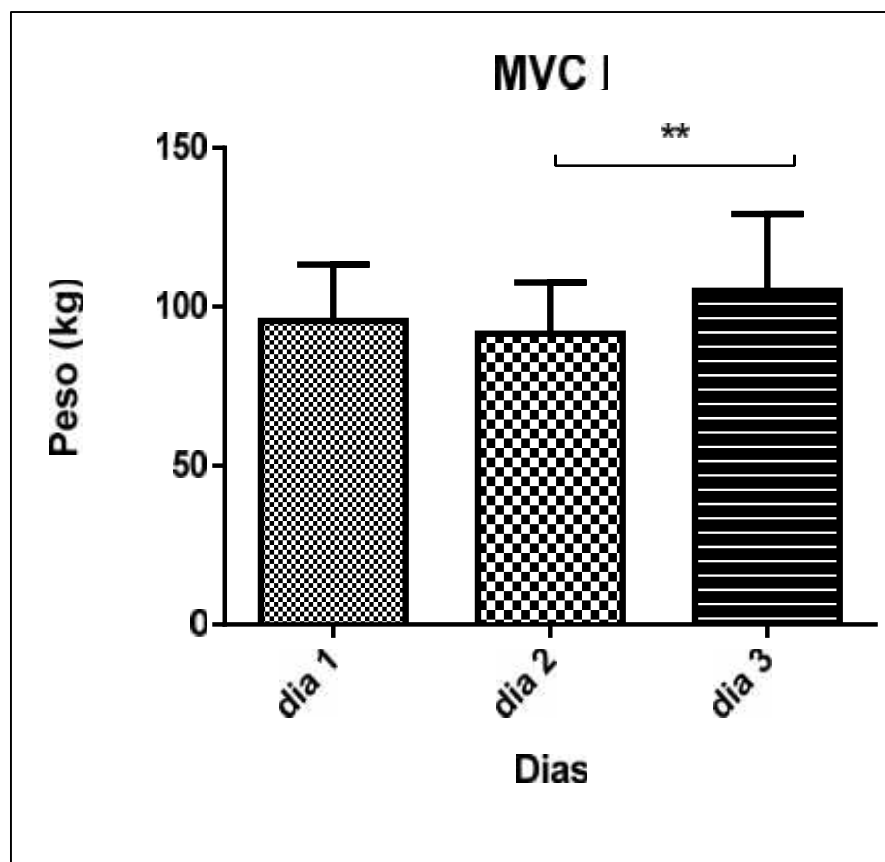
Tabla 3.

Comparación de la Máxima contracción voluntaria isométrica (MVC) del miembro inferior izquierdo durante los 3 días.

ANOVA table	SS	D F	MS	F (DFn, DFd)	P value
Treatment (between columns)	1061	2	530,4	F (2,000, 20,00) = 6,312	P = 0,0075
Individual (between rows)	9899	10	989,9	F (10, 20) = 11,78	P < 0,0001
Residual (random)	1681	20	84,03		
Total	12640	32			

Fuente: Elaboración propia a partir de este estudio

Tukey's multiple comparisons test	Mean Diff,	95% CI of diff,	Significant?	Summary				
Día 1 vs. día 2	3,964	-5,925 to 13,85	No	ns				
Día 1 vs. día 3	-9,545	-19,43 to 0,3435	No	ns				
Día 2 vs. día 3	-13,51	-23,40 to -3,620	Yes	**				
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	n 1	n 2	q	D F
Día 1 vs. día 2	95,51	91,55	3,964	3,909	11	11	1,434	20
Día 1 vs. día 3	95,51	105,1	-9,545	3,909	11	11	3,454	20
Día 2 vs. día 3	91,55	105,1	-13,51	3,909	11	11	4,888	20



Este hallazgo sugiere que los sujetos sometidos a un programa de elongación de 3 días, no solamente recuperan más rápido su MVC, debido a que estudios anteriores han demostrado que recuperan la fuerza muscular al contar del cuarto día (Kanda, Sugama, et al, 2013, Zimmermann, Leidl, et al, 2012, Extremiana, Uribe, 2001), sino también aumentan los valores de MVC.

En relación a los hallazgos encontrados en este estudio al rendimiento de velocidad en 30 metros. Los sujetos no presentaron diferencia significativa en los dos días posteriores a la intervención de dolor muscular posterior a ejercicio en comparación con el día uno (día uno 5,163 segundos, día dos 5,114 segundos, día tres 5,113 segundos).

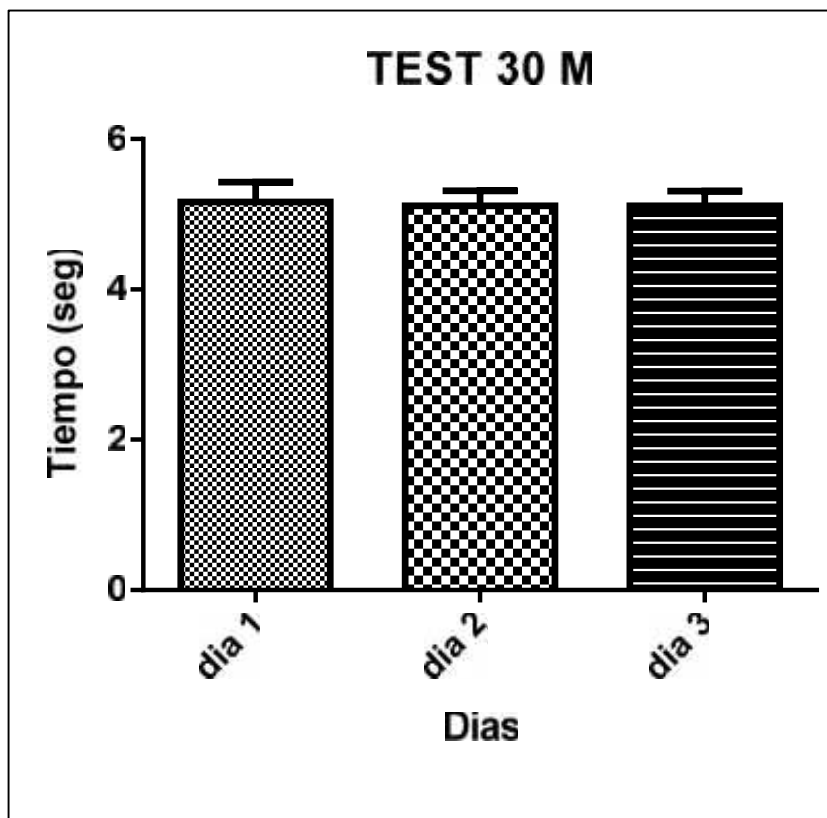
Este hallazgo demuestra que el plan de elongación favorece a que no se modifica el rendimiento de velocidad de los individuos pese a ser sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio.

Tabla 4.
Comparación del test de 30 metros durante los 3 días.

ANOVA table	SS	D F	MS	F (DFn, DFd)	P value
Treatment (between columns)	0,0180 1	2	0,00900 3	F (2,000, 20,00) = 1,049	P = 0,3687
Individual (between rows)	1,331	10	0,1331	F (10, 20) = 15,51	P < 0,0001
Residual (random)	0,1716	20	0,00858		
Total	1,52	32			

Fuente: Elaboración propia a partir de este estudio

Holm-Sidak's multiple comparisons test	Mean Diff,	Significant?	Summary				
Día 1 vs. día 2	0,04909	No	ns				
Día 1 vs. día 3	0,05	No	ns				
Día 2 vs. día 3	0,00091	No	ns				
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	n1	n2	t
Día 1 vs. día 2	5,163	5,114	0,04909	0,0395	11	11	1,243
Día 1 vs. día 3	5,163	5,113	0,05	0,0395	11	11	1,266
Día 2 vs. día 3	5,114	5,113	0,000909	0,0395	11	11	0,023



En relación a la NRS los sujetos presentaron aumento en la escala de dolor en forma significativa cuando se midió en el día dos (3,27). Al medir al tercer día la NRS, se encontró que hubo disminución en la NRS (1,636) en comparación al segundo día, pero que no logro igualar los valores del primer día, encontrando una diferencia estadística significativa.

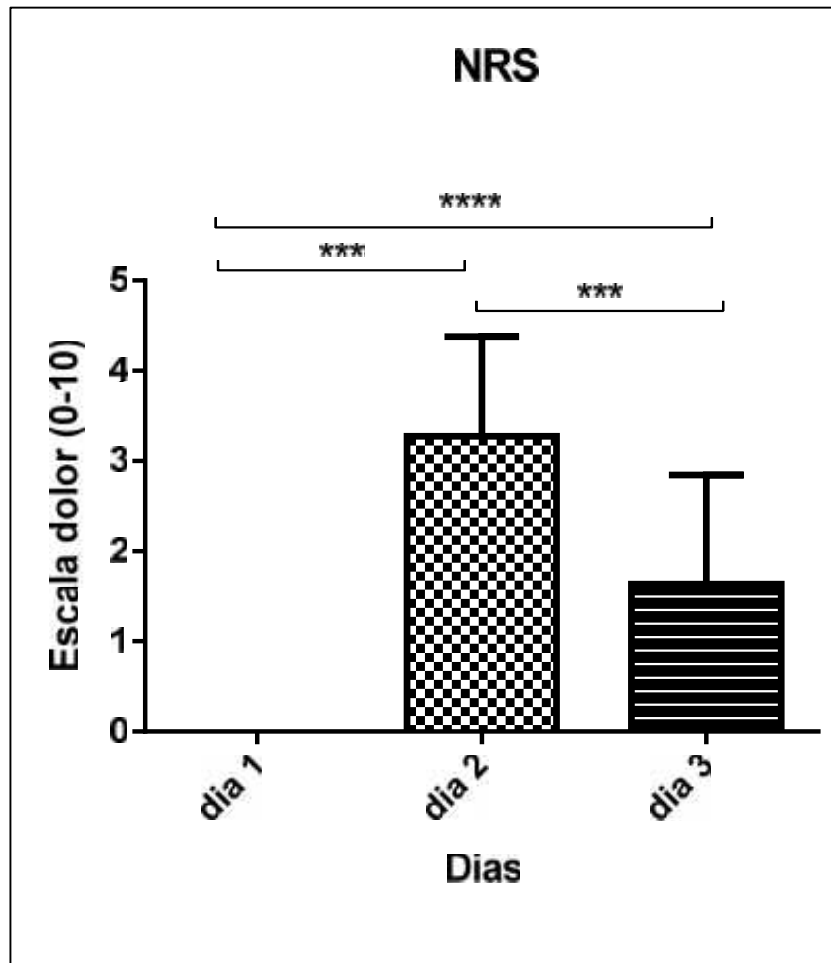
Tabla 5.

Comparación de la escala de clasificación numérica (NRS) durante los 3 días

ANOVA table	SS	D F	MS	F (DFn, DFd)	P value
Treatment (between columns)	58,91	2	29,45	F (2,000, 20,00) = 42,82	P < 0,0001
Individual (between rows)	12,97	10	1,297	F (10, 20) = 1,885	P = 0,1092
Residual (random)	13,76	20	0,6879		
Total	85,64	32			

Fuente: Elaboración propia a partir de este estudio

Tukey's multiple comparisons test	Mean Diff,	95% CI of diff,	Significant?	Summary				
Día 1 vs. día 2	-3,273	-4,167 to -2,378	Yes	****				
Día 1 vs. día 3	-1,636	-2,531 to -0,7416	Yes	***				
Día 2 vs. día 3	1,636	0,7416 to 2,531	Yes	***				
Test details	Mean 1	Mean 2	Mean Diff,	SE of diff,	n 1	n 2	q	D F
Día 1 vs. día 2	0	3,273	-3,273	0,3537	1 1	1 1	13,09	2 0
Día 1 vs. día 3	0	1,636	-1,636	0,3537	1 1	1 1	6,544	2 0
Día 2 vs. día 3	3,273	1,636	1,636	0,3537	1 1	1 1	6,544	2 0



Este hallazgo señala que los sujetos intervenidos con un programa de elongación que presentan dolor muscular posterior a ejercicio, no logran igualar la sintomatología dolorosa en comparación al día control, pese a reestablecer los niveles de MVC y rendimiento de velocidad. Esto podría explicar el posible déficit de rendimiento en futbolistas amateur cuando posee dolor muscular posterior a ejercicio.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

El capítulo de a continuación abarca la conclusión de los resultados obtenidos y las sugerencias del estudio.

5.1. Conclusión

En el presente estudio en el cual los futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO sometidos a un programa de elongación de 3 días recuperan más rápido su MVC en comparación a estudios anteriores en los cuales los individuos al cuarto día recuperan su MVC (Kanda, Sugama, et al, 2013, Zimmermann, Leidl, et al, 2012, Extremiana, Uribe, 2001) , sino también aumentan los valores de MVC, ganando un día para la continuación con el entrenamiento o para entrenar 100% del rendimiento deportivo para una competencia previa.

Al realizar protocolo de elongación estática activa hay un aumento de la MVC al tercer día, en relación al día control. Lo cual hace necesario otras investigaciones para saber por qué ocurre un aumento de la MVC en individuos intervenidos con un protocolo de elongación que fueron sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio. También se hace necesario realizar investigaciones con respecto a los tipos y dosis de elongación para objetivar sus efectos en la sintomatología dolorosa, MVC y rendimiento de velocidad.

El protocolo de elongación favorece a la no modificación del rendimiento de velocidad de los individuos, pese a ser sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio. En relación a la sintomatología dolorosa provocada por el dolor muscular posterior a ejercicio, no se logra igualar la sintomatología en relación al día control.

Si bien la hipótesis de la investigación no se cumple a cabalidad, los futbolistas amateur de la selección de fútbol del estadio Las Condes CORFO presentan una mejora en la MVC y mantienen el rendimiento de velocidad cuando son sometidos a un programa de elongación pese a no mejorar la sintomatología dolorosa en comparación con el día control.

5.2. Sugerencias

Estos hallazgos sugieren que el programa de elongación de 3 días puede ser una herramienta terapéutica fácil, al alcance de todos y segura de aplicar en futbolistas amateur para el tratamiento del dolor muscular posterior a ejercicio.

Se necesitan futuras investigaciones en relación a individuos de otras disciplinas deportivas para aplicar el protocolo de elongación de 3 días para el tratamiento del dolor muscular posterior a ejercicio.

Se hace necesario realizar investigación frente a los efectos de los distintos tipos de elongación en individuos sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio en relación a la dosis a ocupar y a las variables a considerar.

También surge la duda de la existencia de otras herramientas terapéuticas que puedan ser utilizadas para intervenir a individuos sometidos a dolor muscular posterior a ejercicio, ya sea combinadas o por si solas.

BIBLIOGRAFIA

Arbaiza, Daniel. (2005). Neurofisiología del dolor. *Revisiones Bibliográficas, Boletín del dolor*, 44, Nov, pp 14-40. Recuperado el 4 de Septiembre de 2014, de la base de datos PubMed.

Assumpzao C de O, Lima LC, Oliveira FB. (2013). Exercise induced muscle damage and running economy in humans. *Scientific World Journal*, vol. 2013.

Ayala F, Saiz de Baranda P, Cejudo A. (2012). El entrenamiento de la flexibilidad: técnicas de estiramientos. *Revista Anduza de Medicina Del Deporte*, 5 (3), Marzo, pp 105-112.

Baumman, CV. Verde, MS. Doyle, JA. Rup, JC. Ingalls, CP. Corona BT. (2014) Muscle injury after low-intensity downhill running reduces running economy. *JSC*, 28 (5), may, pp 1212-8. Recuperado el 8 de Octubre de 2014, de la base de datos PubMed.

Blum B. (1998). *Los estiramientos*. Barcelona, España: Hispano Europea S.A.

Da Rocha Mafra O, Soares RJ, et al. (2013). Análisis electromiografico del efecto de la relajación en el bíceps femoral en sujetos sometidos a estiramientos vs. Facilitación neuromuscular propioceptiva. *Asociación Española de fisioterapeutas*, 35 (2), pp 47-51.

DOMS: Dolor muscular de inicio retardado. (2001). *Apunts Med Esport*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2014, de <http://www.apunts.org/es/doms-dolor-muscular-inicio-retardado-/articulo/13105802/>

Fernández Antequera, de Rosa Perez R, Mora Bello J, Benítez Martínez JS. (1998). Selective muscle stretching in sports Physical Therapy (I). Points to consider. *Fisioterapia*, 20 (4), Octubre, pp 210-213.

Geneser F. (2000). *Histología sobre bases biomoleculares* (Tercera edición). B. Aires, Argentina: Medica Panamericana.

Haddad M, Dridi A, Chtara M, et al. (2013). Static stretching can impair explosive performance for at least 24 hours. *Journal of Strength and Condition Research*, 28 (1), January, pp 140-146.

Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. (2011). Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise (review). *The Cochrane Collaboration*, Recuperado el 2 de Octubre de 2014. Base de datos The Cochrane Library.

Herda T, Cramer J, Ryan E, et al. (2008). Acute Effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (3), May, pp 809-817.

Holyman Wepler C, Magnusson S. (2010). Increasing muscle extensibility: A matter of increasing length or modifying sensation? *American Physical Therapy Association*, 90 (3), March, pp 438-499.

Hurley, CF. Hatfield, DL. Riebe, DA. (2013). The Effects of caffeine ingestion on delayed onset muscle soreness. *JSC*, 27 (11), Nov, pp 3101-9. Recuperado el 2 de Octubre de 2014, de la base de datos PubMed.

Jaskolska, A. Swistak, R. Bogucka, M. Jaskolski, A. (2003). Methods of prevention and reduction of delayed muscle soreness (DOMS). 60 (5), pp 353-8. Recuperado el 2 de Octubre de 2014, de la base de datos PubMed.

Kanda, Kasue. Sugama, Kaoru. Hayashida, Harumi. Jakuma, Jun. Kawakami, Yasuo. Miura, Shigeki. Yoshioka, Hiroshi. Et al. (2013). Eccentric Exercise-induced delayed onset muscle soreness and changes in markers of muscle damage and inflammation. *EIR*, 19, (SF).

Kay A, Blazeovich A. (2008). Reductions in active plantar flexor moment are significantly correlated with static stretch duration. *European Journal of Sport Science*, 8 (1), pp 41-46.

Kirmizigil B, Ozcaldiran B and Colakoglu M. (2014). Effects of three different stretching techniques on vertical jumping performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (5), May, pp 1263-1271.

Knudson D. (2006). The biomechanics of stretching. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 2, pp 3-12.

Koch, AJ. Pereira, R. Machado, M. (2014). The creatine kinase response to resistance Exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact*. 14 (1), Mar, pp 68-67.

Konrad A, Tilp M. (2014). Increased range of motion after static stretching is not due to changes in muscle and tendon structures. *Clinical Biomechanics*, 29, April, pp 636-642.

Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, et al. (2001). Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 90, pp 520-527.

Le Bars D, Willer JC. (2005). Fisiología del dolor. *Enciclopedia medico quirúrgica*, 36-020-A10. Recuperado el 4 de Septiembre de 2014, de la base de datos Elsevier.

Lowery R, Joy J, Brown L, et al. (2014). Effects of static stretching on 1-mile uphill run performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (1), January, pp 161-167.

Manoel M, Harris-Love M, et al. (2008). Acute Effects of static, dynamic and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22 (5), pp1528-1534.

Martin D, Carl K, Lehnertz K. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo* (Primera edición). Barcelona, España: Paidotribo.

Nosaka K, Chapman D, Newton M, Sacco P. (2006). Is isometric strength loss immediately after eccentric Exercise related to changes in indirect markers of muscle damage. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 31 (3), pp 313-319. Recuperado el 2 de Octubre de 2014, de la base de datos PubMed.

Peñailillo L, Blazevich A, Numazawa H, Nosaka K. (2014). Rate of forced development as a measure of muscle damage. *Scand J Med Sci Sports*. March.

Pinto M, Wilhelm E, Tricoli V, et al. (2014). Differential effects of 30-s vs. 60-s static muscle stretching on vertical jump performance effects of volume stretching on jump performance. *Journal of strength and Conditioning Research*, 28 (12), December, pp 3440-6.

- Purves, Augustine, Fitzpatrick, Hall, LaMantia, McNamara, et al. (2007). *Neurociencia* (Tercera edición). Buenos Aires, Argentina: Panamericana
- Sarabon, Nejc. Panjan, Andrej. Rosker, Jernej. Fonda, Borut. (2013). Functional and neuromuscular changes in the hamstrings after drop jump and leg curls. *Journal of Sports Science and Medicine*. 12, Sept, pp 431-438.
- Simic L, Sarabon N, Markovic G. (2013). Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 23 (2), April, pp 131-148.
- Snell R. (2001). *Neuroanatomía Clínica* (Quinta edición). Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
- Torregrosa S. (1994). Mecanismos y Vías del dolor. Boletín Escuela de medicina [Versión electrónica]. *P. Universidad Católica de Chile*, 23, pp 202-206.
- Torres, R. Ribeiro, F. Duarte, A. Cabri, JM. (2012). Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis. *J. ptsp*, 13 (2), may, pp 111-14. Recuperado el 2 de Octubre de 2014, de la base de datos PubMed.
- Tucker K, Hodges P, (2010). Changes in motor unit recruitment strategy during pain alters force direction. *European Journal of Pain*, 14, April, pp (932-938).
- Tucker K, Hodges P, Riek S, et al, (2009). Motor unit recruitment strategies are altered during Deep-tissue pain. *The Journal of Neuroscience*, 29 (35), September, pp (10820-10826).

Tucker K, Larsson A, et al, (2012). Similar alteration of motor unit recruitment strategies during the anticipation and experience of pain. *International Association for the Study of Pain*, 153, November, pp (636-643).

Vila-Cha C, Hassonlouer H, Farina D, Falla D, (2012). Eccentric exercise and delayed onset soreness of the quadriceps induce adjustments in agonist-antagonist activity, which are dependent on the motor task. *Exp Brain Res*, 216, pp (385-395).

Yamaguchi T, Ishii K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3), pp 677-683.

ANEXOS

ABREVIATURAS

CORFO: Corporación de fomento de la producción.

MVC I: Máxima contracción voluntaria pierna izquierda.

MVC D: Máxima contracción voluntaria pierna derecha.

MVC 1: Máxima contracción voluntaria día uno.

MVC 2: Máxima contracción voluntaria día dos.

MVC 3: Máxima contracción voluntaria día tres.

IASP: Asociación internacional para el estudio del dolor (sigla International Association for the study of Pain).

ACSM: American College Sport Medicine

APME: Asta posterior de la médula espinal.

SNC: Sistema nervioso central.

NE: Neuronas nociceptivas específicas.

NP: Neuronas polimodales.

TE: Neuronas termo específicas.

BU: Neuronas de bajo umbral.

RDA: Neuronas de rango dinámico amplio.

FR: Formación reticular.

SGPA: Sustancia gris periacueductal.

NVP: Núcleo ventral posterior.

SSS: Sistema somatosensorial.

NVPM: Núcleo ventral postero medial.

NVPL: Núcleo ventro postero lateral.

NVM: Núcleo ventral medial.

NCL: Núcleo central lateral.

NMD: Núcleo medial dorsal.

RRVMB: Región rostral ventromedial del bulbo.

ON: Encendido.

OFF: Apagado.

VAS: Escala visual análoga.

NRS: Escala de clasificación numérica.

FDS-R: Escala de dolor con caras.

EIMD: Daño muscular inducido por el ejercicio.

CK: Creatin kinasa.

LDH: Lactato deshidrogenasa o deshidrogenasa láctica.

MB: Mioglobina

OTG: Órgano tendinoso de Golgi.

FNP: Facilitación neuromuscular propioceptiva.

ROM: Grado de movilidad (range of motion).

TOE: Elongación inicial rápida.



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN FORMATO DIGITAL

1. Identificación de la Tesis:

Nombre Alumno:
Dirección:
Teléfono: E-mail:

Facultad:
Carrera:
Título al que opta:
Profesor guía:

Título Tesis:

Temas Tesis: (Palabras claves 5 a 8)
.....

2. Autorización de Publicación de Versión Electrónica de la Tesis.

A través de este medio autorizo a la Biblioteca de la Universidad UCINF a publicar la versión electrónica de esta tesis.

Publicación electrónica:

Inmediata

Después de 1 año

Firma Alumno:.....

3. Forma de envío:

El texto de la Tesis debe ser enviado en formato Word, como archivo doc. o rtf para PC. Las imágenes que la acompañen pueden ser: gif, jpg o tiff en un CD-ROM