



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**“Efecto de la elongación dinámica versus estática en el rendimiento del salto vertical,
en sujetos no sedentarios: Un estudio experimental.”**

Nicolás Aranda Reyes.

Marco Fauré Monreal.

Nicole Neumann Biondi.

Julio Salinas Funes.

2017



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**“Efecto de la elongación dinámica versus estática en el rendimiento del salto vertical,
en sujetos no sedentarios: Estudio Experimental.”**

Seminario de Licenciatura presentado en conformidad a los requisitos para optar al
grado de Licenciado en Kinesiología.

Profesor guía: Leónidas Arias Poblete.

Nicolás Aranda Reyes.
Marco Fauré Monreal.
Nicole Neumann Biondi.
Julio Salinas Funes.

2017

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional y comprensión en todos estos largos años de estudio que al fin dieron sus frutos.

A nuestros amigos por su constante ayuda anímica en distintas etapas de nuestro desarrollo profesional.

A nuestros profesores en general que nos entregaron conocimientos y herramientas para desempeñarnos de la mejor manera en este camino hacia la Kinesiología.

A nuestras parejas por la paciencia y apoyo emocional.

Finalmente agradecerle en especial a Don Leónidas Arias, profesor guía en nuestra tesis quien nos orientó y motivó para alcanzar nuestras metas con una disposición y entrega ejemplar, digna de reconocimiento.

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo dar a conocer el efecto de la elongación dinámica versus elongación estática a través la medición del Squat Jump en una plataforma de salto midiendo electromiográficamente, con electrodos de superficie, la musculatura del recto femoral de la pierna dominante. Cincuenta y cuatro participantes de entre 19 y 25 años, sexo masculino, IMC de 19-24 se dividieron en tres grupos; grupo control, grupo de elongación dinámica y grupo de elongación estática. Se midió la variable altura y amplitud de la señal mediante un salto tipo Squat Jump. El grupo estático (RG1) realizo un salto pre intervención, una elongación de flexión auto asistida de rodilla de 30 segundos por pierna en dos series alternadamente con un descanso de 30 segundos por series y un salto post intervención. El grupo dinámico (RG2) realizó un salto pre intervención, una elongación que consistió en estocadas frontales llevando el ritmo de un metrónomo en 2 series de 11 repeticiones de manera alternada con un descanso de 30 segundos entre series y un salto post intervención y el grupo control no realizo intervención alguna. Según los resultados del estudio un protocolo de elongación dinámica es mejor que uno de elongación estática para la ejecución de un salto tipo Squat Jump.

Palabras Clave: Electromiografía, Elongación Dinámica, Elongación Estática, Squat Jump.

SUMMARY

The present study aimed to show the effect of dynamic stretching versus static stretching through the measurement of Squat Jump on a jump platform by electromyographically measuring, with surface electrodes, the musculature of the rectus femoris of the dominant leg. Fifty-four participants aged 19-25, male, BMI 19-24 were divided into three groups; Control group, dynamic stretching group and static stretching group. The variable height and amplitude of the signal was measured by a Squat Jump. The static group (RG1) performed a pre-intervention jump, an stretching of self-assisted knee flexion of 30 seconds per leg in two series alternately with a 30 second rest per series and a post intervention jump. The dynamic group (RG2) performed a pre-intervention jump, an stretching that consisted of frontal lunges bringing the rhythm of a metronome in 2 sets of 11 repetitions alternately with a rest of 30 seconds between sets and a post intervention jump and the group Control did not perform any intervention. According to the results of the study a protocol of dynamic stretching is better than one of static stratching for the execution of a squat jump.

Key Word: Electromyography, Dynamic Stretching, Static Stretching, Squat Jump.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

SUMMARY

1. DESARROLLO DEL TEMA.....	9
1.1. INTRODUCCION.....	9
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	11
1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	11
1.3.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO	11
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO	12
1.4. DELIMITACIÓN	12
1.4.1. ESPACIAL	12
1.4.2. CRONOLÓGICA	12
1.4.3. CONCEPTUAL.....	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. TIPOS DE SALTO.....	14
2.1.1. SQUAT JUMP	16
2.2. TÉCNICAS DE ELONGACIÓN	17
2.2.1. ELONGACIÓN DINÁMICA	18
2.2.2. ELONGACIÓN ESTÁTICA	19
2.3. PROTOCOLOS DE ELONGACIÓN ESTÁTICA VERSUS DINÁMICA	21
2.4. BIOINSTRUMENTACIÓN.....	23
2.4.1. PLATAFORMA DE SALTO.....	24
2.4.2. ELECTROMIOGRAFÍA	24
2.4.2.1. GENERACIÓN Y FUENTES DE SEÑALES EMG	25

2.4.2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA SEÑAL EMG	26
2.4.2.2.1. RUIDO	26
2.4.2.2.2. VOLUMEN CONDUCTOR.....	27
2.4.2.2.2. CROSSTALK	28
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN O ESTUDIO.....	29
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.3. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.3.1. CONOCIMIENTO MÉDICO CIENTÍFICO.....	31
3.3.2. PRINCIPIOS BIOÉTICOS	32
3.4. VARIABLES.....	34
3.5. HIPÓTESIS	35
3.6. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.6.1. MATERIALES.....	36
3.6.2. RECOLECCIÓN DE DATOS Y MEDICIÓN	37
3.6.3. ESTANDARIZACIÓN DEL GESTO SQUAT JUMP.....	41
3.7. PRUEBA PILOTO	42
3.8. TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	42
3.8.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS	45
4. RESULTADOS	47
4.1. AMPLITUD DE ACTIVACIÓN ELECTROMIOGRÁFICA	49
4.2. ALTURA DURANTE EL SALTO.....	51
5. DISCUSIÓN.....	53
6. CONCLUSIÓN.....	56
7. BIBLIOGRAFÍA.....	57
8. ANEXOS	65

ANEXO 1.....	65
CARTA GANTT	65
ANEXO 2.....	65
CONSENTIMIENTO INFORMADO	65
ANEXO 3.....	70
UBICACIÓN DE LOS ELECTRODOS SEGÚN LA SENIAM.....	70

1. DESARROLLO DEL TEMA

1.1. INTRODUCCION

El calentamiento es parte fundamental del entrenamiento y de una pre competencia, ya que se evidencia que mejora el rendimiento y reduce el riesgo a presentar algún tipo de lesión. La mayoría de los efectos beneficiosos del calentamiento son atribuibles al aumento de la temperatura (reducción de la rigidez, incremento de la conducción nerviosa, mejor relación fuerza - velocidad), efectos no relacionados con la temperatura (aumento del consumo de oxígeno base) y efectos psicológicos¹.

Parte de un protocolo de calentamiento involucra un componente de elongación muscular, donde generalmente se ocupa la elongación estática en desmedro de la dinámica, basado en la creencia de que la primera de estas disminuye la probabilidad de presentar una lesión².

En la literatura se establece que existen múltiples técnicas de elongación muscular, dentro de las cuales se encuentran la elongación dinámica y la elongación estática. Dentro de la elongación dinámica se encuentra la de tipo balística, en donde las contracciones repetitivas del músculo agonista se utilizan para producir elongaciones rápidas del músculo antagonista. Dentro de la elongación estática se encuentra la de tipo activa y pasiva, esta última implica el estiramiento de un músculo o grupo muscular determinado por un agente externo, hasta el punto en que el movimiento limitado es impedido por su propia tensión³. La de tipo activa es una técnica que procura alargar el músculo hasta la posición de estiramiento por contracción

de su antagonista, impidiendo el reflejo miotático, y a diferencia de la de tipo pasiva, no se recibe ayuda de un agente externo⁴⁻⁵⁻⁶⁻⁷.

La elongación estática ha sido por muchos años la única forma de flexibilizar los tejidos antes de una competición o simplemente antes de realizar una actividad física. Al ser utilizada este tipo de elongación se puede observar una mínima actividad contráctil la cual es un indicio de que la actividad motora neural está decreciendo⁸, por lo tanto, la inhibición neural dada por la elongación estática, disminuye la señal al músculo, aunque ayuda a la longitud del tendón, generando una menor producción de la fuerza muscular⁹. Además, previo a una competición la elongación estática podría disminuir la fuerza isométrica y dinámica del músculo¹⁰ como también una disminución en el rendimiento del gesto técnico¹¹.

Por otra parte, la elongación dinámica, en comparación con la elongación estática, genera mayor cantidad de beneficios como el aumento de la temperatura, mayor sensibilidad de los receptores nerviosos, mejora la velocidad de los impulsos nerviosos estimulando la contracción muscular⁹, además de mejorar el rendimiento y los componentes pasivos¹⁰.

Sin embargo, hoy en día aún existen discrepancias entre los autores sobre qué tipo de elongación es la más efectiva. Ya que según algunos estudios en la elongación estática existen incrementos en los rangos de movimiento relacionados directamente con la resistencia a la cual el músculo se somete¹².

Es por esto que en esta investigación se pretende contrastar la elongación dinámica versus la estática a través de un protocolo de salto-elongación-salto, mediante un análisis electromiográfico y cinemática (mediante plataforma de salto), midiendo las variables amplitud de la señal y altura de salto respectivamente, ponderando cuál de las dos modalidades de elongación mejora el rendimiento de los sujetos de estudio durante el gesto en cuestión.

1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto en la altura y en la amplitud de activación del recto femoral durante un salto vertical, cuando se elonga de manera dinámica en comparación a una elongación estática?

1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO

- Evaluar los efectos de la elongación estática versus dinámica, durante la ejecución de un salto vertical, mediante un análisis electromiográfico y cinemático.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO

- Analizar la amplitud de la señal del músculo Recto Femoral de la pierna dominante, durante la ejecución del salto vertical, pre y post intervención con elongación estática versus dinámica.
- Analizar la altura durante la ejecución del salto vertical, pre y post intervención con elongación estática versus dinámica.

1.4. DELIMITACIÓN

1.4.1. ESPACIAL

El lugar donde se realizó la medición a los sujetos seleccionados fue la Universidad Nacional Andrés Bello en el laboratorio de análisis de movimiento, el cual conto con los espacios adecuados para la realización de los diferentes tipos de elongaciones, la evaluación de salto y el registro electromiográfico.

1.4.2. CRONOLÓGICA

En términos temporales se estimó alrededor de 2 años para la realización de la presente investigación, contando desde junio del 2015 hasta diciembre del 2016. En donde la división mensual se aprecia en el Anexo 1.

1.4.3. CONCEPTUAL

Para la presente investigación se consideraron los siguientes elementos conceptuales que son claves para su desarrollo.

Activación muscular: Capacidad del músculo para ser solicitado y desencadenar su potencial de acción de manera correcta y eficaz ¹³.

Altura del salto: Distancia vertical alcanzada en un salto medida en cm.

Elongación estática: Se trata de mantener una postura con una angulación articular suficiente para superar ligeramente la elongación propia de reposo muscular ¹⁴.

Elongación dinámica: Se define como un tipo de estiramiento, usando un movimiento controlado llevando al máximo rango activo a la articulación y la musculatura ¹⁴⁻³³.

2. MARCO TEÓRICO

Dentro de las capacidades que el ser humano va adquiriendo durante su desarrollo normal, se encuentran entre otras y de forma gradual, actividades funcionales tales como la marcha y el salto. Sin lugar a dudas son un hito que a medida que pasa el tiempo se realizan con mayor fluidez, rapidez, precisión y coordinación. Todas ellas se van haciendo cada vez más automatizadas y sin necesidad de pensar mucho a la hora de realizarlas. Sin embargo, requieren de una compleja sincronización y activación muscular para poder realizarlo de manera correcta. Ya que, si esta secuencia se altera en lo más mínimo, todo el gesto se ve afectado, disminuyendo la altura del salto y en el peor de los casos provocando una lesión.

Desde el punto de vista funcional, el salto es una tarea motora de alta complejidad, la cual está dada por la coordinación de múltiples segmentos que se encuentran involucrados entre las fuerzas musculares y los momentos netos que se generan alrededor de las articulaciones, con el objetivo de que las sinergias de todas estas estructuras favorezcan un óptimo desempeño a la hora de ejecutar esta actividad¹⁵.

2.1. TIPOS DE SALTO

Es bien sabido que, dentro de los deportes, el gesto en cuestión es muy solicitado, existiendo tres tipos de saltos; Squat Jump, Counter Movement Jump y Drop Jump.

Las principales articulaciones que se ven involucradas en este gesto son la de cadera, rodilla y tobillo. Generando la actividad de grandes grupos musculares entre los cuales se encuentran la musculatura glútea, los isquiotibiales, el cuádriceps y los flexores plantares¹⁶.

En el gesto del salto se pueden diferenciar tres grandes fases, la fase de despegue, la fase de vuelo y la fase de aterrizaje¹⁵ las cuales ayudan al cuerpo a realizar el desplazamiento del centro de masa de manera vertical. La fase de despegue involucra la flexión de cadera, rodilla y tobillo. A medida que transcurre el gesto, las articulaciones van disminuyendo la flexión para encontrarse prácticamente extendidas, en esta etapa la contracción de la musculatura es de manera excéntrica para luego realizarla de manera concéntrica. En la fase de vuelo no se observan grandes cambios en la posición de las articulaciones del miembro inferior salvo pequeñas oscilaciones debido a variaciones propias entre las distintas personas que realizan la actividad, esta fase empieza con una extensión de cadera. Por otra parte, la fase de aterrizaje la persona amortigua la caída de su propio peso por lo que se observa un pico de flexión-extensión de menor amplitud que el valor inicial¹⁵⁻¹⁷. Esta contracción de manera secuencial, está dada por el paradigma patrón de contracción próximo distal, el cual hace alusión a la mejora de la biomecánica del salto, mediante la transferencia de energía mecánica generada por una activación de la musculatura bi-articular de cadera, favoreciendo la mecánica de rodilla. De la misma forma lo realiza la musculatura de rodilla con respecto a la de tobillo, compensando la disminución de fuerza en la musculatura de tobillo¹⁷.

2.1.1. SQUAT JUMP

El Squat Jump (SJ) consiste en la realización de un salto vertical máximo partiendo de la posición de flexión de piernas de 90°, sin ningún tipo de rebote o contra - movimiento. Es una prueba sencilla de fácil aprendizaje y de elevada estandarización.

Para realizar correctamente el test es necesario tener en cuenta las siguientes reglas: Previo al Salto; planta de los pies en contacto con la plataforma, flexión de rodillas a 90°, manos en la cintura y tronco erguido.

Durante el Salto; las rodillas 180° sin flexionarlas más de los 90° anteriores, pies hiperextendidos y no soltar las manos de la cintura. Las piernas extendidas y pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, por lo tanto, se realiza un trabajo de carácter concéntrico¹⁸⁻¹⁹.

El SJ permite, mediante la altura alcanzada por el individuo, valorar la fuerza explosiva de los miembros inferiores. El valor de la altura está relacionado directamente con la velocidad vertical del individuo en el momento cumbre y dicha velocidad es fruto de la aceleración que los miembros inferiores imprimen al centro de gravedad. Por lo tanto, debemos saber que el desplazamiento angular de las articulaciones de los miembros inferiores es de 90° (el ángulo de la rodilla es igual a 180° en el momento cumbre) y son los valores standard de todos los individuos que efectúan el SJ.

Teniendo en cuenta que el rango de movimiento, a lo largo del cual la musculatura libera tensión, es igual para todos los individuos (90°), es evidente que la aceleración positiva del cuerpo hacia arriba es producto de un gran desarrollo en la tensión (fuerza) por un tiempo muy breve²⁰.

El Test de saltabilidad desarrollado por Carmelo Bosco, toma como parámetros funcionales las características de las adaptaciones al entrenamiento y brindan la posibilidad de hacer el diagnóstico de los procesos neuromusculares. Es por esto que se considera una prueba de gran utilidad para la valoración de la manifestación reactiva de la fuerza de miembros inferiores y es utilizada en las disciplinas en las que estas cualidades motrices son determinantes²¹.

Si bien existen diferentes tipos de saltos, en la presente investigación se hace énfasis desde el punto de vista conceptual al SJ, ya que fue el que se utilizó como mecanismo de comparación para evaluar los efectos de la elongación dinámica y estática.

2.2. TÉCNICAS DE ELONGACIÓN

Durante mucho tiempo diferentes autores han encontrado en las técnicas de estiramiento diferentes beneficios como, por ejemplo:

- a) Aumentar la temperatura de la musculatura²².
- b) Disminuir el dolor²³.
- c) Aumentar el rango de movimiento de una articulación en sujetos sanos y lesionados²⁴⁻²⁵.

- d) Aumentar la tolerancia al estiramiento²⁶⁻²⁷.
- e) Reducir el riesgo de lesiones²³⁻²⁸⁻²⁹⁻³⁰.
- f) Mejorar el rendimiento, sobre todo en deportes que soliciten rangos de movimiento elevados (gimnasia deportiva, artes marciales)³¹⁻³².

En relación a estos antecedentes es importante aclarar que diferentes tipos de elongaciones han reportado beneficios que anteriormente fueron señalados. Dentro de las cuales encontramos la elongación estática y la elongación dinámica y para ello necesitamos comprender en qué consiste cada una de esas técnicas.

2.2.1. ELONGACIÓN DINÁMICA

Es un tipo de elongación la cual implica un movimiento controlado a través del rango activo de una articulación. Este tipo de modalidad reduce la rigidez de las articulaciones y de la musculatura, incrementando la velocidad de transmisión del impulso nervioso³³.

En relación con la constante búsqueda beneficiosa para el rendimiento, se ha encontrado un fenómeno llamado potenciación post activación (PPA), entendiendo como potenciación, una respuesta muscular contráctil incrementada como resultado de una actividad muscular previa³⁴. El cual se divide en las siguientes teorías; fosforilación de las cadenas livianas de la miosina reguladora, el aumento del reclutamiento de unidades motoras y el

desencadenamiento del reflejo H (Hoffman), sin embargo, la más aceptada hoy en día es la fosforilación de cadenas livianas de la miosina.

De acuerdo a la evidencia de la literatura, esta última tiene una estrecha relación con la magnitud de la potencia muscular³⁵. Lo que ocurre, es la liberación de calcio desde los retículos sarcomplásmicos, el cual al salir al citoplasma se unen a una proteína llamada Calmodulina, creando el complejo Calcio – Calmodulina. Este complejo activa a la Kinasa de la cadena liviana de la Miosina, transformándose de manera activa. De esta manera es que comienza la fosforilación de las cadenas³⁶. Este mecanismo modulador, es el más beneficioso ya que cuando las cadenas se encuentran fosforiladas, requiere menos calcio, lo que genera un menor gasto energético³⁷.

Por otro lado, existe una estrecha relación entre la potenciación y la fatiga, luego de la aplicación del estímulo desencadenante de la potenciación, ya que este estímulo comienza a coexistir con la fatiga, pero esta última se disipa más rápidamente que la potenciación, por lo tanto, esto generaría que el rendimiento contráctil se sostenga por más tiempo en este ciclo³⁸.

2.2.2. ELONGACIÓN ESTÁTICA

Es la elongación de tejido muscular de manera fija, con gran lentitud, la cual fue el método más utilizado durante muchos años, estimula la actividad del Órgano tendinoso de Golgi el cual se sitúa en los tendones.

Lo que ocurre en esta elongación, es que se genera el reflejo miotático inverso o inhibición autógena. El cual consta de un estiramiento sobre el músculo el que genera estimulación del Órgano tendinoso de Golgi, mandando su información sensitiva a la médula espinal, esta información que fue enviada vuelve al músculo generando su relajación y así proteger a la musculatura de tensiones mantenidas, evitando una posible lesión y eliminando la excitación del Huso Muscular³⁹.

Este reflejo puede demostrar lo que ocurre al mantener una posición de elongación por algunos minutos. Rápidamente se logra llegar a un punto donde la tensión ya no existe, y el músculo se puede estirar aún más³⁹.

Dentro de esta técnica de estiramiento se pueden diferenciar dos formas de trabajo; el estiramiento estático-pasivo y el estiramiento estático-activo. En la técnica de estiramiento estática-pasiva, el individuo no hace ninguna contribución o contracción activa en el momento del estiramiento, dejando toda la musculatura relajada, de tal forma que el estiramiento es realizado por un agente externo⁴⁰, el cual puede ser un compañero (asistido), el propio sujeto (auto-asistido) o bien cualquier instrumento o aparato (mesa, muro, banco, espaldera, elementos de tracción, etc.). Por su parte, en la técnica de estiramiento estático-activo, el individuo mantiene la posición de estiramiento gracias a la activación isométrica de la musculatura antagonista al movimiento, lo cual permite una mejor coordinación muscular agonista-antagonista⁴¹⁻⁴².

Dentro de la literatura, se plantea que la elongación estática no tiene mayores cambios en las propiedades elásticas si es que no se realiza más de

30 segundos. Otro punto importante es la disminución de la relación longitud – tensión, y fuerza – velocidad, lo que podría generar menor fuerza⁴³.

2.3. PROTOCOLOS DE ELONGACIÓN ESTÁTICA VERSUS DINÁMICA

Dentro de los protocolos encontrados, es utilizado de manera recurrente el calentamiento previo a la elongación, utilizando una bicicleta estática 70 - 75 RPM durante 5 minutos y luego la comparación entre grupos control, elongación dinámica (ED) y elongación estática (EE)⁴⁴.

Otro protocolo, relacionado con el anterior, es el calentamiento en bicicleta a una velocidad estándar 60-70 RPM y posteriormente una elongación dinámica, estática y grupo control. El objetivo, era examinar y comparar los efectos agudos del estiramiento de las extremidades inferiores tanto de manera estática como dinámica.

Los resultados obtenidos, demostraron que existía una ligera superioridad del estiramiento dinámico, versus el estiramiento estático. Además, los resultados del estudio apoyan la afirmación de que el estiramiento dinámico puede ser preferible al estiramiento estático⁴⁵.

En el siguiente protocolo, se realizaron 6 minutos de ejercicio aeróbico en treadmill y luego 12 minutos de descanso, otros hicieron 6 minutos calentamiento aeróbico con 6 minutos de estiramiento dinámico y 6 minutos

de calentamiento aeróbico y estiramiento dinámico de 12 minutos con elongaciones de moderado a intenso.

Los resultados demostraron que en el grupo 1 y 2 hubo un incremento en la altura del salto y la velocidad, mientras que en el grupo control, no se encontraron cambios⁴⁶. Estableciendo que ambos protocolos (elongación estática y dinámica) tienen efectos positivos en la performance del gesto en cuestión.

El siguiente protocolo de estiramiento estático constaba de 3 minutos de trote y luego 7 minutos de estiramientos estáticos, el segundo protocolo estiramiento estático, constaba de 3 minutos de trote y luego 7 minutos de estiramiento dinámico, por último, un tercer protocolo que constaba de 3 minutos de trote y luego 7 minutos de descanso. Después del protocolo se pasaban a las pruebas específicas en la que la estabilidad se ponía a prueba en una plataforma inestable, se evaluaba con el test de agilidad, la reacción se evaluaba con un estímulo sonoro y luego presionando un botón.

El protocolo de ED en comparación con EE tuvo un mejor desempeño en el equilibrio, la agilidad y tiempo de movimiento. Además, el protocolo de ED en comparación con grupo control, desempeño significativamente mejor agilidad. Según los resultados del estudio, un protocolo de ED es más apropiado que EE para actividades que requieren equilibrio, el cambio rápido de dirección de la marcha (agilidad) y el tiempo de movimiento de las extremidades superiores⁴⁷.

En este último protocolo, se realizó elongación estática inmediatamente después del calentamiento. Los individuos elongaron los músculos de manera estática sobre una camilla: flexores plantares, extensores de cadera, isquiotibiales, flexores de cadera y cuádriceps. Esta posición fue mantenida 30 segundos y de 10-15 de descanso por cada grupo muscular.

En la elongación dinámica cada participante contrajo el músculo antagonista al elongar dinámicamente cada 2 segundos bajo conteo verbal. Cada ejercicio se realizó 5 veces lento, 10 veces lo más rápido posible y sin rebote. Fue realizado en la pierna derecha y después en la izquierda, 10-15 segundos de reposo entre ejercicio, 7-10 minutos en total. Luego 2 minutos de reposo antes de realizar el salto vertical⁴⁸.

Más que certezas, existen dudas en torno a qué tipo de elongación debiera ser ocupada previo al ejercicio físico con el objetivo de favorecer la performance del tejido contráctil a la hora de una actividad deportiva que involucre, por ejemplo, el salto.

2.4. BIOINSTRUMENTACIÓN

Para la evaluación del salto, existen diferentes técnicas dentro de las cuales encontramos técnicas observacionales y otras basadas en la bioinstrumentación y dentro de este último se pueden valorar variables cinéticas, cinemáticas y electrofisiológicas.

2.4.1. PLATAFORMA DE SALTO

Instrumento utilizado para estudiar la evaluación cinemática del salto, registrando el contacto y la altura del salto, que permite analizar las características funcionales e indirectamente aspectos neuromusculares de las extremidades inferiores. Las pruebas dan información específica que permiten evaluar a una persona, personalizar el programa de entrenamiento o descanso y monitorear los avances.

La gama de pruebas a realizar permite investigar sobre las características específicas del músculo⁴⁹.

2.4.2. ELECTROMIOGRAFÍA

La electromiografía, es la disciplina que se ocupa de la detección, análisis y uso de la señal eléctrica que emana de músculos que se contraen, siendo considerada un componente importante de los protocolos instrumentales, en áreas como la neurología, rehabilitación, ortopedia, ergonomía y deportes. La señal EMG, recogida a través de la superficie de la piel, ha logrado convertirse en una herramienta de gran utilidad en la rehabilitación, debido a la facilidad con la que pueda ser adquirida. Por ello, se ha hecho posible su uso en el ámbito clínico, no sólo para la descripción de patrones de movimiento normal, sino que también en la evaluación de alteraciones neuromusculares⁵⁰. La señal obtenida mediante esta técnica de análisis, es absolutamente compleja, debido a que está influenciada por múltiples factores (electrofisiología neuromuscular, volumen conductor, crosstalk,

ruido, etc.), por lo tanto, para una correcta interpretación se requiere de un procesamiento previo.

2.4.2.1. GENERACIÓN Y FUENTES DE SEÑALES EMG

Los músculos están compuestos por varios miles de cadenas de elementos contráctiles denominados fibras musculares, en donde cada fibra se halla bajo activación neuronal directa a cargo de una neurona motora. El control se simplifica, ya que una misma neurona motora inerva a un grupo de fibras musculares, siendo esta familia de fibras con control neural común y la célula nerviosa motora en la médula espinal, lo que denominamos unidad motora (UM). La intensidad de la acción muscular está determinada fundamentalmente, por el número de UM que se activan y su frecuencia de descarga, además de otros factores significativos como el tamaño, tipo de fibra y el estado funcional de la UM. El número de fibras musculares y UM que poseen los diferentes músculos varía según su función y localización, por lo tanto, un menor número de fibras inervadas por UM implica un mayor control neural del músculo, lo que es equivalente a una mayor precisión en la fuerza ejercida⁵¹.

2.4.2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA SEÑAL EMG

Para utilizar la señal EMG de forma efectiva, es necesario entender cómo las fuentes influyen la señal. Esta tarea es de enormes proporciones, debido a que el estado actual del conocimiento no permite considerar de una manera cuantitativa la causa y efecto de todos los procesos y fenómenos que influyen la señal EMG. Incluso, si esta influencia pudiera ser caracterizada completamente, la entrega analítica sería complicada por la anisotropía y falta de homogeneidad de los tejidos entre la membrana muscular y los electrodos de detección.

En un esfuerzo por describir los factores que influyen la señal EMG, podemos individualizar tres que son de vital importancia al momento de analizar el registro correspondiente, estos son: ruido, volumen conductor y crosstalk, los cuales influenciando enormemente la calidad de los datos obtenidos.

2.4.2.2.1. RUIDO

El ruido es definido como cualquier aspecto de la señal que es considerado indeseable y que pudiera enmascarar características de real interés. El diseño de los equipos de EMG, el establecimiento de un entorno de grabación libre de ruido y las metodologías para el uso de los equipos, deben ser cuidadosamente considerados, con el propósito de que la señal pueda ser registrada con alta fidelidad y la relación señal-ruido sea

maximizada. En este contexto, a modo de simplificar las fuentes de ruido, se ha generado la siguiente clasificación:

1. Ruido inherente a equipamiento electrónico: Todos los equipos eléctricos generan ruido debido al funcionamiento de sus componentes (bobinas, condensadores, inductores).

2. Ruido ambiental: El ruido proveniente de la corriente eléctrica, se enmarca en este tipo de ruido (50Hz en América del Sur y 60Hz Norte América y Europa).

Es importante considerar que el ruido ambiental, puede tener amplitudes que van de 1 a 3 veces mayor que la amplitud de la señal EMG.

3. Artefacto de movimiento: Producido por 2 importantes fuentes, como lo son la interfaz piel-electrodo y la longitud de los cables.

4. Inestabilidad de la señal: La amplitud de la señal es azarosa por naturaleza, la cual es afectada entre otros factores, por la frecuencia de descarga de UM⁵².

2.4.2.2.2. VOLUMEN CONDUCTOR

El volumen conductor corresponde a los tejidos biológicos que se encuentran entre la fibra muscular y el electrodo, los cuales actúan como una especie de filtro pasa-bajo sobre la distribución potencial de la señal y establecen a qué distancia puede ser detectada⁵³.

2.4.2.2.2. CROSSTALK

Este concepto hace referencia a la intromisión de potenciales de acción de UM ajenos al registro muscular que se desea estudiar. El fenómeno es presentado exclusivamente en la EMG de superficie, cuando la distancia desde el punto de detección, a la fuente de generación de señales es significativa. La crosstalk es una combinación de las propiedades del volumen de conducción, del tejido generador de señales y de la colocación de los electrodos, resultando ser una de las fuentes de error más importantes en la interpretación de la señal. Esto es debido a que puede ser confundida con la señal generada por el músculo, siendo considerado activo cuando en realidad está inactivo. Problema particularmente relevante, cuando los tiempos de activación muscular son el foco de estudio, como en el caso del análisis de movimiento⁵³.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN O ESTUDIO

El presente estudio tiene un diseño de investigación experimental, con pre prueba y post prueba, en donde se incluyeron dos intervenciones experimentales y un grupo control. En la tabla N°1, se muestra que, a los tres grupos, se les realizó en primera instancia una medición, representada por $0_1, 0_3, 0_5$ (experimentales y control respectivamente). Posteriormente, al grupo experimental (RG_1), se le administra la variable independiente X_1 (Elongación estática) y se analiza la variable dependiente (0_2). Por otra parte, al grupo experimental (RG_2), se le administra la variable independiente X_2 (Elongación dinámica) y se analiza la variable dependiente (0_4). Finalmente, al grupo control (RG_3), no se le administra la variable independiente (-) y se analiza la variable dependiente 0_6 .

Tabla N°1: Diseño de pre-prueba y post-prueba con grupo control.

RG_1	0_1	X_1	0_2
RG_2	0_3	X_2	0_4
RG_3	0_5	-	0_6

Fuente: Hernández Sampieri, R. Metodología de la investigación. 5ª. Ed. McGraw-Hill. México, D.F., 2010. Pág. 278 – 318.⁵⁴

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objetivo en esta investigación corresponde a hombres entre 19 y 25 años de nacionalidad chilena, pertenecientes a la Región Metropolitana, Santiago. Siendo la población de estudio, estudiantes universitarios de la carrera de Kinesiología de la Universidad Nacional Andrés Bello, que estaban cursando la asignatura de kinesiología del movimiento humano II, durante el año 2016. La unidad de análisis fue seleccionada utilizando un método de muestreo no probabilístico, por conveniencia, debiendo cumplir los criterios de inclusión y exclusión expuestos en la tabla N°2. Con fines prácticos y de factibilidad la unidad de análisis fueron 54 alumnos de segundo año.

Tabla N°2: Criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión.	Criterios de Exclusión.
Edad entre 19-25 años.	Antecedentes quirúrgicos en EEII en el último año.
Género Masculino.	Alteraciones osteomusculares y capsulo-ligamentosas a nivel lumbar y/o de extremidades inferiores en los últimos 6 meses (mencionadas por el sujeto participante).
Estudiante que se encuentren cursando la asignatura de Kinesiología del movimiento humano II.	Padecer alguna lesión o alteración que comprometa su SNC o periférico (mencionadas por el sujeto participante).

IMC entre 19 – 24.	Presentar alguna alteración estructural y/o funcional de la columna vertebral y/o EEII (mencionadas por el sujeto participante).
No sedentarios.	

Fuente: Nicolás Aranda, Marco Fauré, Julio Salinas, Nicole Neumann 2016.

3.3. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. CONOCIMIENTO MÉDICO CIENTÍFICO

El actual desarrollo en materia de rehabilitación, depende netamente de la forma en que se comprendan los procesos fisiológicos transcurridos tras una determinada estrategia de intervención. En este sentido, los resultados de los diferentes tipos de estudios, pueden abrir nuevos enfoques terapéuticos, o bien alterar en beneficio de los usuarios, los tratamientos ya existentes. La recopilación, análisis e interpretación de datos obtenidos mediante actividades de investigación, contribuyen en forma indiscutida, al mejoramiento de la salud humana y en su defecto, a la disminución en el vacío existente en el conocimiento.

3.3.2. PRINCIPIOS BIOÉTIICOS

- **JUSTICIA**

Sobre la aplicación de esta investigación en grupos sociales considerados como “vulnerables” (entendiéndose como tales, a los participantes de esta investigación), que, por ser miembros subalternos o subordinado de un grupo jerárquico, se entiende que su disposición puede estar indebidamente influida por la expectativa de un trato preferencial o por la desaprobación o represalia en caso de que se nieguen a participar. No obstante, se recurre a ellos debido a la proximidad que existe con los investigadores. En base a esta justificación, podría darse una distribución poco equitativa, sin embargo, los procesos de procesos de aleatorización establecidos impedirán que tal situación se muestre.

- **BENEFICENCIA**

Partiendo desde la premisa, de que los sujetos de estudio no son beneficiados directamente, los resultados de esta investigación, son valiosos, puesto que entregan evidencia sobre las alternativas de intervención, orientadas a mejorar el rendimiento deportivo.

- **NO MALEFICENCIA**

Los autores de esta investigación se comprometen a evitar provocar cualquier tipo de sufrimiento (físico o psicológico) sobre los participantes

del estudio, ya sea, que pertenezcan al grupo experimental o al grupo control (establecido en el consentimiento informado).

- **AUTONOMÍA**

Este principio debe ser abordado desde 2 aristas:

- **INVESTIGADORES**

Aquellos que rigen las normas del estudio, deben tener la capacidad de no ser influenciados por sujetos ajenos al proceso y mantener la estructura predeterminada del proceso.

- **PARTICIPANTES**

Cada sujeto tiene la facultad de determinar por voluntad propia, si desea participar en la investigación. Se reconoce, además, que cada persona, tiene la libertad de salir del proceso sin temor a represalias de ningún tipo, lo cual está estipulado dentro del consentimiento informado (Anexo 2).

- **CONFLICTO DE INTERÉS**

Se recalca que ninguna de las personas vinculadas al estudio, presentan conflictos de interés en base a la producción de resultados.

3.4. VARIABLES

Las variables que se utilizaron en el estudio son la amplitud de activación muscular y altura del salto. En la tabla N°3 se desglosa la clasificación de las variables utilizadas:

Tabla N°3: Tabla de variables para la medición del estudio.

Medición	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida	Definición operacional
Amplitud de la señal.	Cuantitativa.	Continua.	% (Unidad de medida normalizada).	Datos recolectados con EMG fueron analizados con software MatLab.
Altura del salto.	Cuantitativa.	Continua.	Centímetros.	Datos recolectados con plataforma de salto GLOBUS ERGO JUMP (Bosco System).

Fuente: Nicolás Aranda, Marco Fauré, Julio Salinas, Nicole Neumann 2016.

3.5. HIPÓTESIS

Ho₁: “La amplitud de la señal electromiográfica durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₁”.

Hi₁: “La amplitud de la señal electromiográfica durante el gesto salto vertical difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₁”.

Ho₂: “La altura durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₁”.

Hi₂: “La altura durante el gesto salto vertical difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₁”.

Ho₃: “La amplitud de la señal electromiográfica durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₂”.

Hi₃: “La amplitud de la señal electromiográfica durante el gesto salto vertical difieren de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₂”.

Ho₄: “La altura durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₂”.

Hi₄: “La altura durante el gesto salto vertical difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG₂”.

3.6. MATERIALES Y MÉTODOS

3.6.1. MATERIALES

Los materiales necesarios para la investigación son señalados en la tabla N°4:

Tabla N°4: Materiales requeridos para la correcta ejecución de la medición de campo.

<u>Materiales para la medición</u>	<u>Cantidad</u>
Alcohol desnaturalizado (1 litro).	1
Algodón hidrófilo (100 gr).	2
Camilla.	2
Consentimiento informado.	54
Electrodos.	2
Electromiográfico (Bagnoly 16 EMG System).	1
Plataforma de Salto GLOBUS ERGO JUMP (Bosco System).	1
Rasuradoras.	54

Alargador.	2
Monitor.	1
Acelerómetro	1
Lápiz dermatológico.	1

Fuente: Nicolás Aranda, Marco Fauré, Julio Salinas, Nicole Neumann 2016.

3.6.2. RECOLECCIÓN DE DATOS Y MEDICIÓN

Con fines prácticos y de factibilidad, se consideró a los alumnos de segundo año, sección de KYMH II, que corresponden a un total de 120 personas. De esta cantidad, sólo se logró contactar a 98 estudiantes, de los cuales al aplicar los criterios de inclusión y exclusión expuestos en la encuesta (Anexo N°2), se obtuvo un total de 54 sujetos favorables para el estudio.

Se comenzó con división de los grupos al azar, mediante una tómbola, los cuales se dividieron en tres grupos, uno control y dos experimentales (uno realizó elongación estática y otra dinámica).

Se citó a los sujetos las dos primeras semanas de octubre del año 2016 en la sede Campus Casona Las Condes perteneciente a la UNAB, en el edificio C5 sala Kin005 (Laboratorio de Análisis de Movimiento). Se contactaron a 18 sujetos diarios, citándolos en parejas con un desfase de 30 minutos por cada una. Luego de su llegada, se les entregó el consentimiento informado (Anexo N°2), el cual explica el procedimiento al que se enfrentan los

participantes. Una vez firmado dicho consentimiento, se procedió a realizar las siguientes etapas:

Etapa 1: Consistió en determinar la extremidad inferior dominante para luego proceder a limpiar la piel y sacar las impurezas que podrían interferir al tomar los datos, luego, posicionar el electrodo en el recto anterior del cuádriceps según la ubicación determinada por la SENIAM⁵⁵ (ANEXO N°3).

Etapa 2: Obtener la contracción voluntaria máxima (CVM) del músculo recto anterior. Esta acción permitió determinar la amplitud de activación máxima del músculo en cuestión, valor que fue utilizado como referencia (100%), permitiendo calcular el porcentaje de activación pre y post intervención.

Etapa 3: Una vez determinada la CVM para el músculo recto anterior, se procedió a colocar un acelerómetro a nivel lumbar, este sensor tenía por objetivo delimitar el ciclo del gesto salto SJ, por lo tanto, una vez detectados cambios de aceleración en esta región, era indicador del comienzo del gesto.

Los electrodos se colocaron en los siguientes canales del electromiógrafo:

- Canal 1 – Electrodo del recto anterior.
- Canal 2 – Acelerómetro 1, eje X.
- Canal 3 – Acelerómetro 1, eje Y.
- Canal 4 – Acelerómetro 1, eje Z.

Etapa 4: Luego, la persona se ubicó sobre la plataforma de salto, solicitando que realice el gesto salto SJ, durante 3 ocasiones (Pre- prueba).

Etapa 5: Intervención a los grupos experimentales.

Posterior al salto pre-prueba, la intervención propuesta para el grupo RG1 fue la elongación estática, la cual consistió en flexionar de manera auto asistida la rodilla hasta tocar el talón con el glúteo ipsilateral, dos repeticiones de manera intercalada manteniéndola por 30 segundos⁵⁶ con un descanso de 30 segundos entre repeticiones como lo indica la figura N°1.

Figura N°1: Estandarización del gesto para la elongación estática.



Fuente: Nicolás Aranda, Marco Faure, Nicole Neumann, Julio Salinas.

Mientras que para el grupo RG2 la intervención fue un protocolo de elongación dinámica, que consistió en realizar estocadas frontales con las manos en la cintura llevando el ritmo de un metrónomo de 40 bpm (beats per minute) mediante 2 series de 11 repeticiones con cada extremidad de manera alternada, con un descanso de 30 segundos entre series⁵⁷ como lo indica la figura N°2.

Figura N°2: Estandarización del gesto para la elongación dinámica.



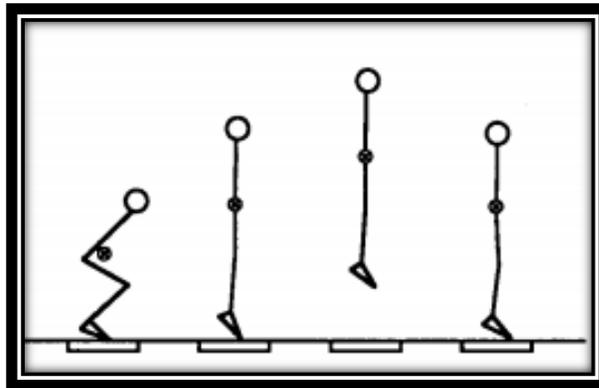
Fuente: Nicolás Aranda, Marco Faure, Nicole Neumann, Julio Salinas.

Etapa 6: Por último, se procedió nuevamente con la Etapa 4, con el objetivo de realizar la medición post prueba.

3.6.3. ESTANDARIZACIÓN DEL GESTO SQUAT JUMP

El sujeto ha de efectuar un salto vertical máximo partiendo con rodillas flexionadas a 90° con el tronco recto y las manos colocadas a la altura de la cintura (el salto se realiza sin contramovimiento ni ayuda de los brazos) como se indica en la figura N°3.

Figura N°3: Estandarización del gesto Squat Jump.



Fuente: Linthorne N. P. Analysis of standing vertical jump using a force platform. Annual of Journal Physical, 2001; 69. 1198-1204⁵⁸.

El orden de los pasos a seguir son los siguientes:

1. Subir a la plataforma de salto.
2. Conseguir una flexión de rodillas de 90° .
3. Manos en las caderas y tronco erguido.

4. Ángulo al despegar de las piernas de 180°.

5. Caída con los pies en hiperextensión.

El salto debe realizarse sin contramovimiento (sin ejecutar movimiento hacia abajo al comenzar el salto) y sin la ayuda de los brazos. Es un tipo de salto de fácil aprendizaje y ejecución, y de alta estandarización¹⁹. Para ejecutar el SJ el individuo debe adoptar una posición estática de flexión de rodillas para luego, sin contramovimiento, extender y elevarse, es decir no implicar un pre-estiramiento de la musculatura reclutada⁵⁸.

3.7. PRUEBA PILOTO

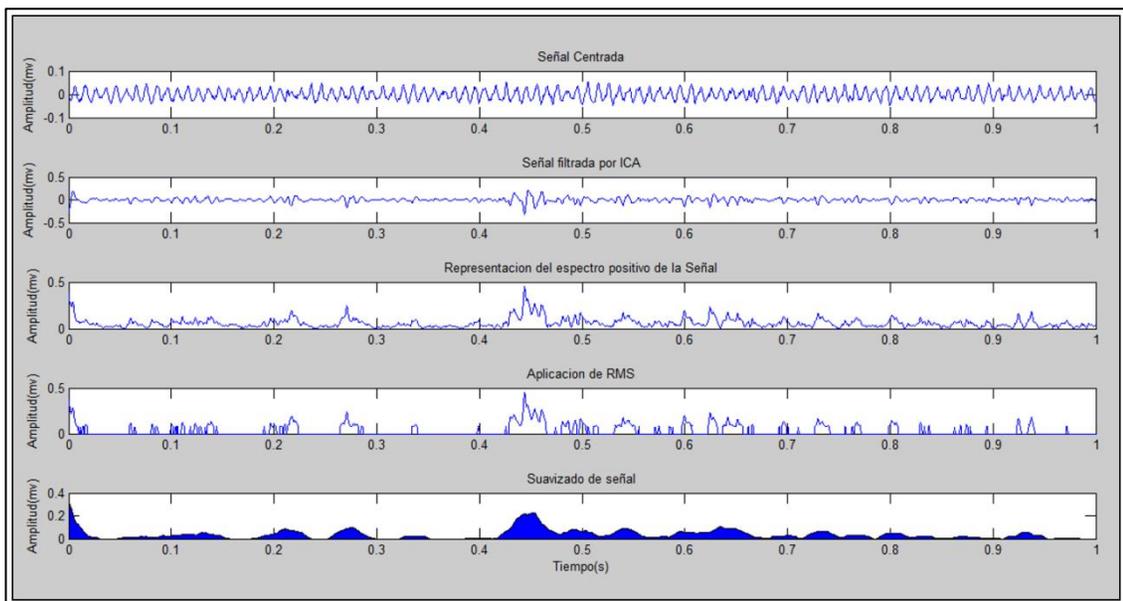
La prueba piloto se realizó el día 1 de octubre de 2016 en la sede Campus Casona Las Condes perteneciente a la UNAB, en el edificio C5 sala C005 (Laboratorio de Análisis de movimiento). En esta instancia se citaron a 2 participantes, con el propósito de detectar algún error o falencia en el procedimiento de la toma de muestras y a su vez poner en práctica las etapas enunciadas en el punto 3.6.2.

3.8. TÉCNICA PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para comenzar, se indicará cómo se procesó la señal EMG adquirida en las pruebas. El proceso se llevó a cabo con el software MatLab © versión 7.10.0. Se ejecutó un filtrado mediante ICA a todas las señales, utilizando el algoritmo FastICA. Posteriormente, se aplicó la transformada de Hilbert,

representando sólo el espectro positivo de la señal, con lo que se obtuvo la envolvente a partir del valor real de la señal y dicha transformada. Luego, se obtuvo la RMS de cada señal, estableciendo el umbral de activación muscular con dicho valor. Finalmente, se aplicó el suavizado con media móvil, con el objetivo de nivelar los peak en amplitud (Ver figura N°4).

Figura N°4: Primer procesamiento de la señal electromiográfica
En la siguiente figura se aprecia como la señal electromiográfica fue procesada para su posterior análisis.

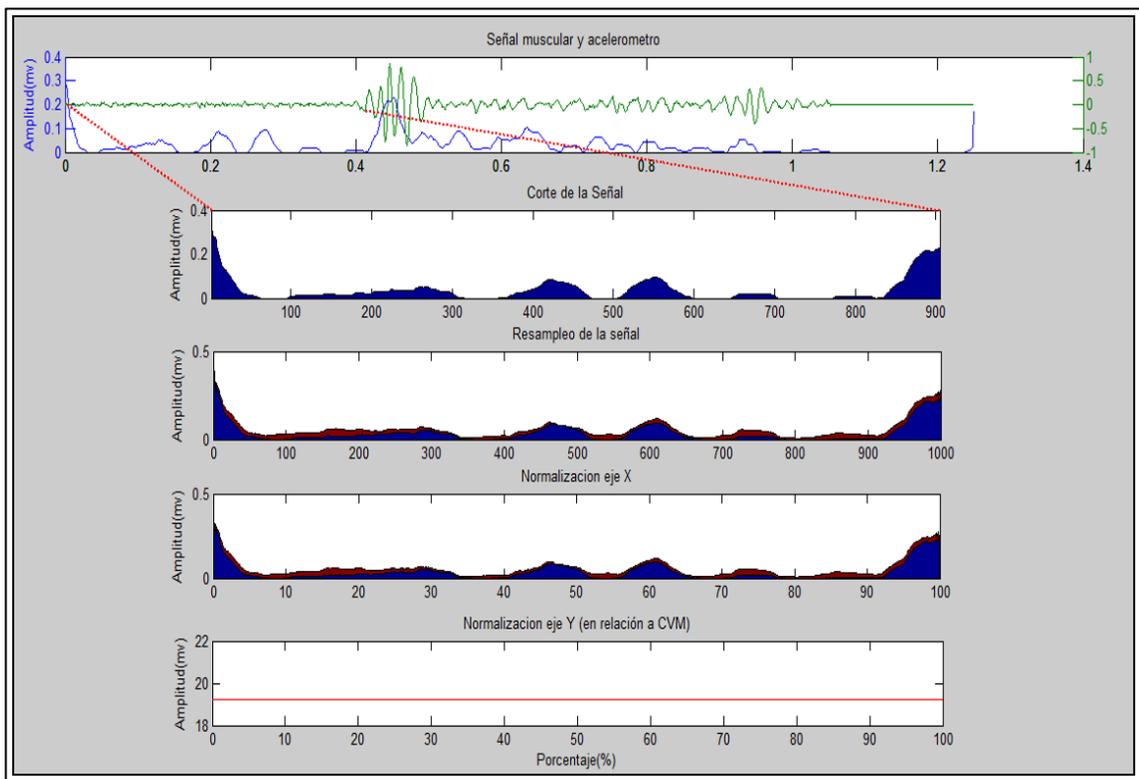


Fuente: MatLab © Creada por Kinesiólogo Leónidas Arias Poblete, 2016.

A continuación, se procedió a cortar cada una de las señales EMG según las espigas generadas por el acelerómetro, con el fin de obtener ciclos de salto SJ de forma independiente. Una vez establecidos los ciclos, estos fueron submuestreados a 1000 puntos, con el objetivo de representar el eje X de

0% a 100%. Mientras que el eje Y, también fue normalizado, expresando cada conjunto de datos como un coeficiente relativo al valor de referencia proporcionado por la CVM del músculo recto anterior (Ver figura N°5).

Figura N°5: Segundo procesamiento de la señal electromiográfica. En la siguiente figura se aprecia como la señal electromiográfica va siendo procesada para su posterior análisis.



Fuente: MatLab © Creada por Kinesiólogo Leónidas Arias Poblete, 2016.

Si se considera el procesamiento de la señal enunciado anteriormente, debemos ponderar que para cada sujeto en estudio se obtuvo una señal para el músculo recto anterior relativo al gesto en cuestión, tanto pre como post

intervención. En función de este análisis, y si se reflexiona sobre la cantidad de sujetos estudiados, (que fueron 18 para el grupo control y 18 para cada grupo experimental) tendremos la siguiente cantidad de ciclos evaluados:

- 18 ciclos del gesto salto SJ pre y post prueba del grupo control.
- 18 ciclos del gesto salto SJ pre y post prueba del grupo experimental con elongación estática.
- 18 ciclos del gesto salto SJ pre y post prueba del grupo experimental con elongación dinámica.

En base a estos antecedentes, se obtuvo la variable amplitud de activación muscular. Por otro lado, si se considera que el salto se realizó sobre una plataforma, la variable altura de salto fue obtenida directamente de la interface visual entregada por Plataforma de Salto GLOBUS ERGO JUMP (Bosco System).

3.8.1. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Cuando los datos fueron codificados, transferidos a una matriz, guardados en un archivo y limpiados de errores, se realizaron las siguientes 5 fases:

- Fase 1: Seleccionar un programa para análisis de datos: MatLab© versión 7.10.0.

- Fase 2: Explorar los datos:
 - Analizar descriptivamente los datos por variable, mediante medidas de tendencia central (media) y medidas de variabilidad, para evaluar la dispersión de los datos (desviación estándar).
 - Visualizar los datos por variable.
- Fase 3: En función de los resultados por variable, se evaluó el tipo de distribución, que, en el contexto de cada conjunto de datos, distribuyen de manera normal.
- Fase 4: Se analizaron las hipótesis planteadas a través de pruebas estadísticas (análisis estadístico inferencial), según el tipo de distribución. Considerando que los conjuntos de datos presentan una distribución normal se utilizó la prueba t. A partir de esto, se estableció si se cumplen las hipótesis de investigación, en base a diferencias entre los grupos, o en su defecto se cumplen las hipótesis nulas, es decir, no existen diferencias significativas entre los grupos. Por otro lado, para establecer el error y los valores críticos, se consideró un alfa de 0.05 (5%) y dado que en las hipótesis no se especifica un sentido para el contraste, se asumió que se trata de un contraste bilateral. Por lo tanto, los valores críticos, es decir, la delimitación de la región de aceptación de la hipótesis nula (en una distribución t de Student bilateral con un alfa de 0.05 (5%) y $36 - 2 = 34$ grados de libertad) están comprendidos entre -2.0322 y 2.0322 (dada que la t de Student es una distribución simétrica). En esta línea se aceptó la hipótesis nula si $-2.0322 < t < 2.0322$, es decir, los valores de t mayores de -2.0322 y menores de 2.0322 permitieron la aceptación de la hipótesis nula.
- Fase 5: Preparación de los resultados para ser presentados.

4. RESULTADOS

Es importante mencionar que según los criterios de inclusión se presentaron los siguientes datos:

Para el grupo experimental (RG_1), participaron 18 hombres, con un IMC promedio de 22,38 y una desviación estándar de 0,88. En cuanto a la edad se encontró un promedio de 19,4 años con una desviación estándar de 0,77 (Tabla N°5).

Tabla N°5: Promedio y desviación estándar para IMC y edad para el grupo experimental.

Datos Grupo Experimental		
	IMC	Edad
Promedio	22,38	19,4
SD	0,88	0,77

Mientras que para el grupo experimental (RG_2), participaron 18 hombres, con un IMC promedio de 22,23 y una desviación estándar de 0,36. En cuanto a la edad se encontró un promedio de 19,1 años con una desviación estándar de 0,42 (Tabla N°6).

Tabla N°6: Promedio y desviación estándar para IMC y edad para el grupo experimental.

Datos Grupo Experimental		
	IMC	Edad
Promedio	22,23	19,1
SD	0,36	0,42

Por otra parte, para el grupo control (RG_3) participaron 18 hombres, con un IMC promedio de 21,99 con una desviación estándar de 1,56. En cuanto a la edad se encontró un promedio de 20 años con una desviación estándar de 0,13 (Tabla N°7).

Tabla N°7: Promedio y desviación estándar para IMC y edad para el grupo control.

Datos Grupo Control		
	IMC	Edad
Promedio	21,99	20
SD	1,56	0,13

4.1. AMPLITUD DE ACTIVACIÓN ELECTROMIOGRÁFICA

En primer lugar, se valoró la amplitud promedio para el músculo recto anterior del cuádriceps de la pierna dominante y cada grupo (grupos experimentales (RG_1 y RG_2) y grupo control (RG_3)) obteniendo los datos que se expresan en la Tabla N°8, con su respectiva desviación estándar.

Tabla N°8: Amplitud de activación electromiográfica y desviación estándar del músculo Recto anterior del cuádriceps para cada condición.

Grupo	Condición	
	Pre	Post
RG_1	29,32%, SD: 2,45	31,54%, SD: 3,02
RG_2	30,96%, SD: 1,78	39,67%, SD:4,67
RG_3	28,24%, SD: 3,56	29,02%, SD: 2,91

Es importante mencionar, que estos valores están en función de la actividad eléctrica detectada durante la contracción voluntaria máxima, por lo tanto, si consideramos la CVM como el 100% de actividad, los valores expuestos en la tabla N°8 están expresados como un coeficiente de este porcentaje.

Al analizar los datos expresados en la tabla N°8, se logró verificar que para el músculo recto anterior del cuádriceps la actividad post intervención para los grupos RG_1 y RG_3 , es bastante similar, sin embargo, al analizar las medias del grupo RG_2 se logra apreciar que existe una diferencia de un 9%.

Por otro lado, al analizar las hipótesis mediante la prueba t, se logra verificar que para el grupo RG_1 , se acepta H_{01} : “La amplitud de la señal electromiográfica durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG_1 ”. Sin embargo, para el grupo RG_2 , se rechaza H_{03} : “La amplitud de la señal electromiográfica durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG_2 ” y se acepta H_{i3} : “La amplitud de la señal electromiográfica durante el gesto salto vertical difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG_2 ”.

Esta situación se aprecia en la Tabla N°9, en donde el valor t para el grupo RG_1 , se ubica dentro de los valores críticos, mientras que el valor t para el grupo RG_2 se encuentra fuera de estos valores.

Tabla N°9: Valor t para dos muestras independientes referente a la amplitud de activación electromiográfica.

Músculo	Valor t (grupo control - experimental)
RG ₁	1,934
RG ₂	-11,75

4.2. ALTURA DURANTE EL SALTO

Se analizó la altura durante el salto para cada uno de los grupos (grupos experimentales (RG₁ y RG₂) y grupo control (RG₃)) obteniendo los datos que se expresan en la Tabla N°10, con su respectiva desviación estándar.

Tabla N°10: Altura y desviación estándar durante el salto para cada condición y grupo.

Grupo	Condición	
	Pre	Post
RG ₁	20 cm., SD: 1,1	19 cm., SD: 1,6
RG ₂	19 cm., SD: 3,4	25 cm., SD: 4,7
RG ₃	20 cm., SD: 0,9	21 cm., SD: 1,4

Al analizar los datos expresados en la tabla N°10, se logró verificar que para la altura del salto post intervención en los grupos RG_1 y RG_3 , es bastante similar, sin embargo, al analizar las medias del grupo RG_2 se logra apreciar que existe una diferencia de 6 cm.

Por otro lado, al analizar las hipótesis mediante la prueba t, se logra verificar que para el grupo RG1, se acepta Ho2: “La altura durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG1”. Sin embargo, para el grupo RG2, se rechaza Ho4: “La altura durante el gesto salto vertical no difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG2” y se acepta Hi4: “La altura durante el gesto salto vertical difiere de manera significativa al comparar la pre y post intervención del grupo experimental RG2”.

Esta situación se aprecia en la Tabla N°11, en donde el valor t para el grupo RG1, se ubica dentro de los valores críticos, mientras que el valor t para el grupo RG2 se encuentra fuera de estos valores.

Tabla N°11: Valor t para dos muestras independientes referente a la altura durante el salto.

Músculo	Valor t (grupo control - experimental)
RG1	1,03
RG2	-6,78

5. DISCUSIÓN

El presente estudio demostró que, al comparar los resultados expuestos, en cuanto a la amplitud de activación electromiográfica, para el músculo recto anterior de cuádriceps en el grupo experimental de elongación estática, existió una diferencia pre y post prueba de un 2%, la cual se encuentra dentro de los valores críticos para el valor t.

Por otro lado, para el grupo experimental de elongación dinámica, existe una diferencia pre y post prueba de un 9%, la cual se encuentra fuera de los valores críticos para el valor t.

Por lo tanto, ni el grupo control ni *RG1* demostraron diferencias significativas en cuanto a la amplitud de la señal. No así para el grupo experimental *RG2* que si presentó una diferencia significativa.

En cuanto a la altura del salto, para el grupo experimental *RG1*, se observó una mínima disminución en la altura. Muy similar a lo que ocurre en el grupo control.

Al contrario de lo que ocurre en el grupo experimental de elongación estática, en el grupo de elongación dinámica podemos ver un aumento post intervención de 6 cm., lo que indicaría un mayor beneficio en la altura a la hora de realizar este tipo de elongación. Comprobando que la elongación dinámica, en las dos variables evaluadas, produce notables diferencias en la performance del salto, para esta población y bajo los criterios de inclusión enunciados anteriormente. Lo cual contribuye a dilucidar qué tipo de elongación favorecería el rendimiento deportivo.

En base a la literatura revisada en este estudio, es importante resaltar que el tema expuesto ha generado numerosas investigaciones, pero ninguna ha obtenido resultados concluyentes.

Cabe destacar que, en la mayoría de los estudios antes mencionados, se indica que existen mayores beneficios en la elongación dinámica previa al gesto deportivo, mejorando el equilibrio, agilidad⁴⁷ y mayor respuesta neuromuscular⁴⁸.

Además de los efectos a nivel fisiológicos que ésta genera, hoy en día la teoría más aceptada se relaciona con la fosforilación de las cadenas livianas de la miosina, que hace alusión a la mejora de la potenciación muscular³⁵. Sin embargo, algunos estudios no reportaban la intensidad (frecuencia y rango de movimiento) en el que se debían realizar dichas elongaciones⁶⁰. Como también realizar este tipo de elongación en una fase inicial de rehabilitación puede ser perjudicial⁶¹.

Al comparar la elongación dinámica con la estática, esta última tiene beneficios más bien relacionadas con la flexibilidad y principalmente posterior a la competición, mejorando así el rango de movimiento²⁴ lo que incrementa la flexibilidad previniendo lesiones relacionadas con el acortamiento muscular⁴⁴.

Por otro lado, si bien la literatura plantea una cierta tendencia hacia los beneficios de la elongación dinámica en base a teorías neurofisiológicas, su comprobación empírica, sigue estando en tela de juicio debido al limitado número de pacientes analizados en los estudios primarios y cuestionada

calidad metodológica de las técnicas de análisis, que muchas veces puede resultar en un sesgo a la hora de interpretar los resultados, sobre todo si nos enfocamos en la interpretación de la señal EMG.

6. CONCLUSIÓN

Basándose en los resultados de la presente investigación, se sugiere a las personas que busquen mejorar el rendimiento deportivo, o simplemente que este no se vea afectado, realizar un protocolo de elongación dinámica previo a un entrenamiento o competencia, dejando así la elongación estática posterior a la realización de dicha actividad, ya que sus utilidades no se contraponen. Es importante destacar que para este trabajo la cantidad de personas estudiadas puede ser un factor que condicione la importancia de los resultados ya que solo se pudo rescatar información de un grupo pequeño de personas y no es posible extrapolar estos datos a una mayor población. Sin embargo, estos fueron categóricos a la hora de demostrar que tipo de elongación es la más efectiva en obtener un mejor rendimiento en la ejecución del salto

Para futuras investigaciones se recomienda realizar un análisis similar en deportistas, ya que estos resultados se podrían ver potenciados considerando el estado basal de estos sujetos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Bishop D. Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Med.*2003; 33. 439–54.
2. Fletcher IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *Eur J ApplPhysiol.* 2010; 109. 491-8.
3. Hernández PE. Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento. *PubliCEE estándar*, 2006; 12. 1-28.
4. De Deyne P. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Phys Ther* 2001; 81. 819- 27.
5. Knudson, D. Stretching: From science to practice. *JOPERD* 1998; 69. 38-42.
6. Kubo K, Kanehisa H, Fukunaga T. Effect of stretching training on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol* 2002; 92. 595-601.
7. Sharman M, Cresswell A, Riek S. Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. Mechanisms and clinical implications. Review article. *Sports Med* 2006; 36. 929-39.
8. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports.*2010; 20.169–81.

9. Fletcher IM, Jones B. The Effect of different warm-upstretch protocols on 20 sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*.2004; 18. 885–8.
10. Herda et al. The effects of dynamic stretching on the passive properties of the muscle-tendon unit. *Journal of Sports Sciences*.2012; 31. 479-87.
11. Di Cagno A, et al. Time-of-Day Effects on Static and Dynamic Balance in Elite Junior Athletes and Untrained Adolescents.*IJS science and coaching*.2014; 9. 615-26.
12. McNair PJ, Dombroski EW, Hewson DJ, et al. Stretching at the ankle joint : Viscoelastic responses to holds and continuous passive motion . *Med Sci Sport Exercise* 2001; 33. 354 -8.
13. Bosco C. La fuerza muscular. Edición 1. Barcelona: editorial inde; 2000.
14. Knudson D. Stretching: from science to practice. *JOPERD* .1998; 69. 38-42.
15. González C, Bregains F, Braidot A. Análisis cinemático del salto en pacientes sin patologías en extremidades inferiores. *Revista Ingeniería Biomédica* ISSN. 2008; 3.33-9.
16. Bobbert M.F, Van Soest AJ. Why do people jump the way they do? *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2001; 29. 95–102.

17. Brian R, Umberger MS. Mechanics of the vertical jump and two-joint muscle: implications of training. Department of Orthopaedics University of Rochester medical center. 1998; 20. 70-4.
18. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in Jumping. Eur. J. Appl. Physiol.1983; 50. 273-82.
19. Bosco C. La valoración de la fuerza con el test de Bosco.Ed. Paidotribo.Barcelona: Edición Martínez Roca; 1994.
20. Bosco C. Modalidad de activación muscular: Contracción concéntrica. Nuove Metodologie per la valutazione e la programmazione dell'allenamento. Rivista di Cultura Sportiva. 1995; 19. 202-14.
21. Almenares E. "Estudio de la potencia de los miembros inferiores en voleibolistas elite dominicanos". Medicina del deporte.2005; 4. 109-17.
22. Shellock FG, Prentice WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. Sports Med. 1985; 2. 267-78.
23. Henricson AS, Fredriksson K, Persson I, Pereira R, Rostedt Y, Westlin NE. The effect of heat and stretching on the range of hip motion. J Orthop Sports Phys Therap. 1984; 6. 110-5.
24. Ayala F, Sainz de Baranda P. Efecto de la duración y técnica de estiramiento de la musculatura isquiosural sobre la flexión de cadera. Cultura Ciencia y Deporte. 2008; 8. 93-9.

25. Sainz de Baranda P. El trabajo de la Flexibilidad en Educación Física: Programa de intervención. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2009; 5.33-8.
26. Gajdosik R, Giuliani C, Bohannon R. Passive compliance and length of the hamstring muscles of the healthy men and women. *Clin Biomechanical*. 1990; 5. 23-9.
27. Magnusson SP, Simonsen EB, Aagaard P, Sørensen H, Kjaer M. A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol*. 1996; 497. 291-8.
28. Halbertsma JP, Van Bolhuis AI, Göeken LN. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996; 77. 688-92.
29. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*. 1997; 77. 1090-6.
30. Hartig DE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *Am J Sports Med*. 1999; 27. 173-6.
31. Anderson B, Burke ER. Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med*. 1991; 10. 63-86.
32. Worrell TW, Smith TL, Winegardner J. Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994; 20. 154-9.

33. Bishop D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*. 2003; 33. 439-54.
34. Abbate F, Sargeant AJ, Verdijk PW, de Haan A. Effects of high frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *J. Appl. Physiol*. 2000; 88. 35-40.
35. Moore RL, Stull JT. Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *Am. J. Physiol*. 1984; 247. 462-71.
36. Persechini Antony, Stull James T., and Cooke Roger. The effect of myosin phosphorylation on the contractile properties of skinned rabbit skeletal muscle fibers. *J. Biol.Chem*.1985; 260. 7951-4.
37. Sweeney H.L. and Stull James T. Phosphorylation of myosin in permeabilized mammalian cardiac and skeletal muscle cells. *Am. J. Physiol*. 1986; 250. 657-60.
38. Sale Digby G. Postactivation potentiation: Role in human performance. *Excerc. Sport Sci. Rev*. 2002; 30. 138-43.
39. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. *Fisiología del ejercicio*. Tercera edición. México: Editorial Panamericana; 2006.
40. Nelson RT, Bandy WD. An update on flexibility. *Strength Cond J*. 2005; 27. 10-6.
41. Winters MV, Blake CG, Trost JS, Marcello-Brinker TB, Lowe LM, Garber MB, et al. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in

subjects with limited hip extension: A randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2004; 84. 800-7.

42. White SG, Sahrmann SA. A movement system balance approach to management of musculoskeletal pain. Second Edition. Nueva York: Edit. Churchill Livingstone; 1994.

43. Fowles J, Sale D, MacDougall J. Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology Bethesda.* 2000; 89. 1179-88.

44. Hough PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *The journal of stretching conditioning research.* 2009.

45. Ayala F, De Ste Croix M, Sainz de Baranda P, Santonja F. Acute effects of two different stretching techniques on isokinetic strength and power. *Rev Andal Med Deporte.* 2015; 8. 93–102.

46. Ryan ED, Everett KL, Smith, Pollner C, Thompson BJ. Acute effects of different volumes of dynamic stretching on vertical jump performance, flexibility and muscular endurance. *Scandinavian Society of Clinical Physiology and Nuclear Medicine.* 2014; 9. 88-104.

47. Chatzopoulos D, Galazoulas C, Patikas D and Kotzamanidis C. Acute effects of static and dynamic stretching on balance, agility, reaction time

and movement time. Journal of sports science and medicine. 2014; 13. 403-9.

48. Hough PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic. Journal of Strength and Conditioning Research. 2009; 36. 61-6.

49. Globus Corporation. USA: The jumping evaluation [citado 1 diciembre 2016] disponible en: <http://www.globuscorporation.com/sporttechnology/spa/jump-assessment-2110.asp?idPage=2043&id=2110&idSecondLevel=2109>

50. Soderberg G.L. Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: Expert perspectives, Md: US Dept of Health and Human Services, Public Health Service; 1992. 91-100.

51. Sanchez J.L, Prat Pastor J.M. biomecánica de la marcha humana normal y patológica, Edit. Instituto de Biomecánica de Valencia, 2ª Edición, 2005.

52. Knutson L, A guide for use and interpretation of kinesiological electromyographic data, J. Physical Therapy 2000; 80. 485-94.

53. Merletti R, Parker P. Electromyography, physiology, engineering and noninvasive applications, Edit. John Wiley & Sons, Inc., 2004.

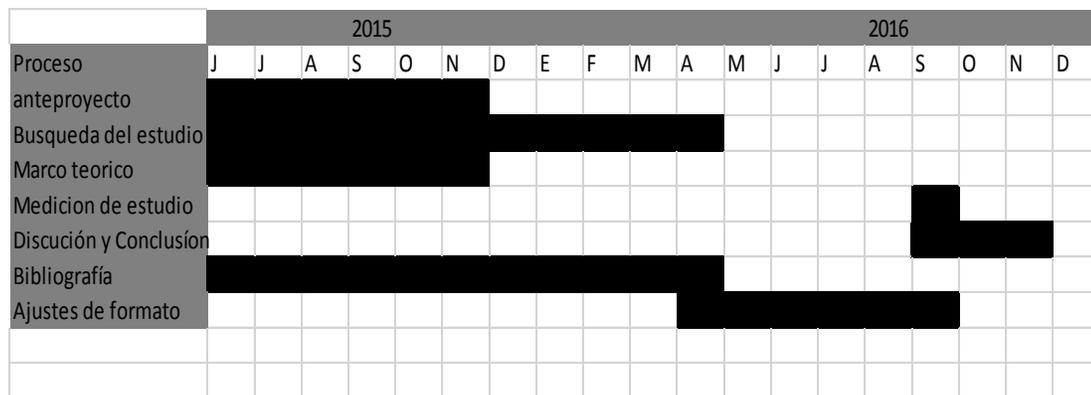
54. Hernández Sampieri, R. Metodología de la investigación. 5ª. Ed. McGraw-Hill. México, D.F., 2010. 278 – 318.

55. SENIAM. USA: Recommendations for sensor locations on individual muscles; 20 octubre 2016 [citado 20 octubre 2016] disponible en: www.seniam.org
56. McHugh, MP, Magnusson SP, Gleim, GW, Nicholas JA. Viscoelastic stress relaxation in human skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc.* 1992 Dec; 24. 1375-82.
57. Herda T, Cramer J, Ryan E, McHugh M, Stout J. Acute effects of static versus dynamic stretching on isometric peak torque, electromyography, and mechanomyography of the biceps femoris muscle. *Journal of strength & conditioning research (Lippincott Williams & Wilkins)*,2008 may; 22. 809-17.
58. Linthorne N. Analysis of standing vertical jump using a force platform. *Annual of Journal Physical*, 2001;69. 1198-204.
59. Faigenbaum AD, Bellucci M, Bernieri A, Bakker B, Hoorens K. Acute effects of different warm-up protocols on fitness performance in children. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2005; 19. 376-81.
60. Dalrymple KJ, Davis SE, Dwyer GB, Moir GL. Effect of static and dynamic stretching on vertical jump performance in collegiate women volleyball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research.* 2010; 24. 149-55.
61. Walker B. *Ultimate guide to stretching & flexibility.* Tercera edición. Estados unidos: injuryfix 2013; 19-24.

8. ANEXOS

ANEXO 1.

CARTA GANTT



ANEXO 2.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Esta información tiene por objetivo ayudarlo a tomar la decisión de participar o no en el estudio propuesto. Para ello le entregamos aquí una descripción detallada del marco general de este proyecto, así como las condiciones en las que se realizara el estudio y sus derechos como participante voluntario.

TÍTULO DEL PROYECTO

“Efecto de la elongación dinámica versus estática en el rendimiento del salto vertical, en sujetos no sedentarios: Estudio experimental.”

MARCO GENERAL Y PROPÓSITOS DEL ESTUDIO

Dentro de las capacidades que el ser humano va adquiriendo durante su desarrollo normal, se encuentran entre otras y de forma gradual, actividades funcionales tales como la marcha y el salto. Sin lugar a dudas son un hito que a medida que pasa el tiempo se realizan con mayor fluidez, rapidez, precisión y coordinación. Todas ellas se van haciendo cada vez más automatizadas y sin necesidad de pensar mucho a la hora de realizarlas. Sin embargo, requieren de una compleja sincronización y activación muscular para poder realizarlo de manera correcta.

El presente estudio tiene como objetivo dar a conocer el efecto de la elongación dinámica versus elongación estática mediante la medición de la altura del SJ en una plataforma de salto midiendo electromiográficamente, con electrodos de superficie, a la musculatura que se encuentra principalmente involucrada durante este gesto. Durante la sesión de evaluación se dividió a los participantes en tres grupos; grupo control, grupo de elongación dinámica y grupo de elongación estática.

DETALLE DE PROCEDIMIENTOS

1. ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ELECTROMIOGRÁFICA: Se estudiará la actividad electromiográfica durante el salto. Para ello se requiere la instalación de electrodos de superficie en la piel, mediante un material adhesivo sobre la musculatura que se desea estudiar. Este método corresponde a una técnica no invasiva, indolora, conocida y validada por la literatura científica existente y no implica ningún riesgo para el evaluado. El procedimiento consiste, en limpiar la piel sobre la cual se ubicarán los electrodos con el objetivo de detectar la señal lo más pura posible, esto quiere decir que se espera captar las señales provenientes del músculo principalmente y no de otras fuentes (Señal no deseada considerada como Ruido). Es necesario rasurar la superficie donde va ubicado el electrodo, ya que el pelo evita una adecuada detección y posterior interpretación de la señal. Cualquier elemento que se encuentre entre el electrodo y la piel afectará la calidad de los datos obtenidos. El lugar donde se ubican los electrodos corresponde a sitios estrictamente descritos en la literatura científica relativa a la EMG y estos están detallados en un anexo incorporado a este documento. Luego, se adhieren los Electrodo a la piel mediante cintas de doble contacto y se procede con el registro de los datos. Para ello, el participante deberá saltar sobre una alfombra de salto lo más alto posible desde la posición de SJ. El investigador le explicará en cada sesión el procedimiento de la tarea que deberá realizar.

2. ESTUDIO DE LA ELONGACIÓN ESTÁTICA VERSUS LA ELONGACIÓN DINÁMICA: Se estudiará la relación entre el tipo de

elongación y la altura del salto. Por esta razón se le pedirá a cada participante pararse en una alfombra de salto; flexionar las rodillas desde una posición de SJ y saltar lo más alto posible. El investigador le explicará en detalle la tarea que deberá realizar en cada procedimiento.

3. PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO: La participación en este estudio es enteramente libre y el otorgamiento del consentimiento no tiene ningún tipo de repercusión legal, ni obligatoria a futuro. Usted puede retirarse del estudio cuando estime conveniente, sin tener que dar ningún tipo de explicación.

4. CONFIDENCIALIDAD: Si bien los resultados que se obtengan pretenden servir para publicaciones de carácter científico, su identidad no aparecerá en ningún caso publicada, permaneciendo en secreto y solo codificada con sus iniciales y la fecha del procedimiento; cualquier persona ajena a esta investigación carece de acceso a información que permita identificar a los voluntarios que participen en este estudio. Las integridades de los datos obtenidos serán almacenados en formato digital, por duplicado, en soportes diferentes (disco duro y DVD a modo de respaldo) mientras dure el estudio. Una vez finalizado éste, los datos serán guardados solo en medio sólido (DVD) con el fin de contar con un respaldo para la eventual comprobación de resultados y procedimientos de análisis. En ambos casos los datos se mantendrán al resguardo del investigador responsable. Es posible que los datos recopilados en el marco de esta investigación sean utilizados en estudios posteriores que se beneficien del tipo de registros obtenidos. Si así fuera, solamente estarán disponibles los datos codificados

según lo indicado en el párrafo anterior, manteniendo su identidad personal estrictamente secreta.

5. BENEFICIOS DEL ESTUDIO: Como participante, usted estará aportando datos fidedignos respecto a qué tipo de elongación es más beneficiosa en el rendimiento del salto, además de recopilar datos electromiográficos de cómo responden los músculos de las extremidades inferiores frente al mismo. Si usted lo desea, se le informará sobre los resultados y tendrá acceso libre a sus propios registros de EMG. Mientras participe en el estudio podrá tener una comunicación fluida con todos los investigadores involucrados en él.

6. RESPONSABILIDAD DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN: En la remota eventualidad de cualquier complicación médica que surja de los procedimientos antes detallados, el equipo se hará responsable de asumir las intervenciones que se requieran para su resolución. Cualquier duda en relación con la tarea o la técnica empleada puede ser libremente expresada a cualquiera de los investigadores responsables aquí indicados:

.....

Firma

Nombre:

ANEXO 3.

UBICACIÓN DE LOS ELECTRODOS SEGÚN LA SENIAM

Postura inicial, sentado sobre una mesa con las rodillas ligeramente flexionadas y la parte superior del cuerpo ligeramente doblada hacia atrás.

- Tamaño del electrodo: Tamaño máximo en la dirección de las fibras musculares: 10 mm.
- Distancia del electrodo: 20 mm.
- Colocación del electrodo:
 - Ubicación: Los electrodos deben colocarse al 50% en la línea desde la espina anterior iliaca superior a la parte superior de la rótula.
 - Orientación: En la dirección de la línea desde la espina anterior iliaca superior a la parte superior de la rótula.
 - Fijación en la piel:(Doble cara) cinta / anillos o banda elástica.
 - Electrodo de referencia: Sobre / alrededor del tobillo o el proc. girar. De C7.

Prueba clínica Extienda la rodilla sin girar el muslo mientras aplica presión contra la pierna por encima del tobillo en la dirección de flexión.

