



UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFFECTO DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE  
MUSCULATURA ESTABILIZADORA LUMBOPÉLVICA DE SEIS  
SEMANAS EN EL RENDIMIENTO DEL SALTO VERTICAL Y  
BALANCE DINÁMICO EN GIMNASTAS MUJERES  
ENTRE 10 Y 12 AÑOS DE EDAD**

ENRIQUE TOMÁS GONZÁLEZ SEPÚLVEDA  
VÍCTOR ALFREDO MARTÍNEZ DÍAZ  
MACARENA ANDREA OLIVARES GONZÁLEZ

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la  
Universidad Finis Terrae para optar al título de Kinesiólogo

Profesor Guía: MSc Klgo. Katherine Stöwhas V.

Santiago, Chile.

2019

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a la profesora Katherine Stöwhas por su compromiso, disponibilidad y buena voluntad desde el primer día y en todo momento que la necesitamos.

Nuestros sinceros agradecimientos a la Escuela de Gimnasia Tomás González, por facilitar su infraestructura y materiales para poder realizar esta investigación conforme a lo planificado. Al personal del recinto, por su amabilidad y confianza durante el desarrollo de este proyecto, pudiendo contar con ellos cuando eran requeridos.

Quisiéramos destacar la participación y esfuerzo de los alumnos que permitieron que esta investigación se llevara a cabo y el apoyo incondicional de sus padres y apoderados

## ÍNDICE

Agradecimientos .....	1
Índice de contenidos .....	2
Índice de tablas .....	3
Resumen .....	4
Abstract .....	5
Glosario y abreviaturas .....	6
Introducción .....	7-9
Marco Teórico	
Gimnasia artística .....	10-12
CORE .....	13-16
Salto .....	16-17
Balance .....	18-20
Problema de investigación .....	21
Pregunta de investigación .....	21
Objetivos .....	21-22
Hipótesis .....	22
Materiales y métodos	
Diseño de la investigación .....	23
Universo .....	23
Tipo de muestreo .....	23
Tamaño de la muestra .....	23
Criterios de inclusión y exclusión .....	23-24
Metodología de la obtención de datos y de la intervención realizada ..	24-30
Variables .....	31-34
Análisis estadístico .....	35
Resultados .....	36-41
Discusión .....	42-44

Conclusión .....	45
Bibliografía .....	46-54

#### Anexos

Anexo N° 1: Programa de entrenamiento .....	55-58
Anexo N° 2: Documento de consentimiento informado .....	59-64
Anexo N° 3: Asentimiento informado para menores participantes .....	65-66
Anexo N° 4: Tabla de resultados .....	67-70

## RESUMEN

La gimnasia artística requiere de distintas habilidades físicas tales como el salto, equilibrio, entre otras. La etapa de pre pubertad es de suma importancia en este deporte, ya que a estas edades se adquieren múltiples estrategias motoras para una correcta práctica deportiva. Existe evidencia científica que sugiere que el fortalecimiento de musculatura estabilizadora lumbopélvica (CORE) favorece el rendimiento deportivo de diversos deportes pero hay escasa evidencia relacionada al desempeño en gimnastas.

**Objetivo:** Determinar la efectividad de un protocolo de entrenamiento de musculatura estabilizadora lumbopélvica en el rendimiento de salto vertical y balance en gimnastas mujeres entre 10 y 12 años.

**Metodología:** La muestra estuvo constituida por 33 jóvenes gimnastas entre 10 a 12 años de la Escuela de Gimnasia Tomás González los que se dividieron en dos grupos seleccionados por conveniencia, uno correspondió al grupo control y el otro fue sometido a un programa de entrenamiento de CORE de 6 semanas. Ambos grupos fueron evaluados pre y post intervención con las pruebas Star Excursion Balance Test (SEBT) modificado para medir el balance, la prueba de Sargent para medir la altura del salto vertical y finalmente con la prueba de plancha prono se midió la resistencia del CORE, tanto cualitativa como cuantitativamente.

**Resultados:** Al comparar los resultados de ambos grupos se observó un aumento significativo en las variables salto vertical en el grupo de intervención  $36,2 \text{ cms} \pm 5,4 \text{ cms}$  pre intervención y  $41,2 \text{ cms} \pm 4,65 \text{ cms}$  post intervención ( $p: 0,003$ ) a diferencia del grupo control que no tuvo cambios significativos:  $37,3 \text{ cms} \pm 6,26 \text{ cms}$  pre intervención y  $37,6 \pm 6,3 \text{ cms}$  post intervención ( $p: 0,959$ ). Para las variables balance y resistencia de CORE no se observaron cambios significativos pre y post intervención en ambos grupos.

**Conclusión:** Se acepta la hipótesis nula del proyecto “El protocolo de entrenamiento de CORE no incrementa el rendimiento de Salto y Balance en Gimnastas entre 10 a 12 años”.

**Palabras claves:** CORE, salto vertical, gimnasia artística, balance.

## ABSTRACT

Artistic's gymnastics requires different physical abilities, such as jumping and balance, among others. Pre-puberty stage is of most importance in this discipline, because it's where multiple motor skills are acquired for an optimal sport performance. There are scientific evidence suggesting that strengthening lumbo-pelvic muscles (CORE) benefit sports performance, but there is little evidence related to its role in gymnasts.

**Objective:** To establish the effectiveness of a CORE's training protocol in vertical jump and balance performance in gymnasts between 10-12 years old.

**Methodology:** The sample consisted of 33 young gymnasts between 10-12 years old from "Escuela de Gimnasia Tomás González". They were split into two groups; the control group and the subject group, which followed a training program for 6 weeks. Both groups were tested before and after applying 3 tests: the modified Star Excursion Balance Test (SEBT) for balance, the Sargent test for vertical jump, and the prone plank test for CORE's resistance, both qualitatively and quantitatively.

**Results:** comparing both groups results showed a significant increase in jump variable in the subject group  $36,2 \text{ cms} \pm 5,4 \text{ cms}$  pre CORE's training protocol and  $41,2 \text{ cms} \pm 4,65 \text{ cms}$  post CORE's training protocol ( $p: 0,003$ ) in contrast with the control group, which did not change ( $p: 0,959$ ). Balance and CORE's resistance variables remained unchanged pre and post interventions in both groups.

**Conclusión:** The null hypothesis is thus validated. CORE's training protocol does not increase jump and balance performance in 10-12 year old female gymnasts.

**Keyword:** CORE, vertical jump, artistic gymnastics, balance.

## **ABREVIATURAS**

APAs: Ajustes posturales anticipatorios.

FENAGICHI: Federación Nacional de Gimnasia Chilena.

FIG: Federación internacional de Gimnasia.

MMII: Miembros Inferiores.

MI: Miembro inferior.

MID: Miembro inferior derecho.

MII: Miembro inferior izquierdo.

MMSS: Miembros Superiores.

SEBT: Star Excursion Balance Test.

## INTRODUCCIÓN

La Gimnasia Artística es un deporte poco estudiado por la ciencia debido principalmente a que su realización implica una alta complejidad física y técnica. Normalmente los gimnastas comienzan a practicar este deporte a temprana edad, siendo clave el período de prepubertad en el desarrollo de estos deportistas para alcanzar la mayor cantidad de conexiones neuronales que permitan una mayor gama de movimientos para favorecer el rendimiento de esta disciplina. (Doussoulin-sanhueza, 2011). Se ha demostrado que los mejores rendimientos deportivos se producen en sujetos que comienzan con entrenamientos específicos prepubertad, obteniendo habilidades tempranas que permiten el desarrollo de óptimos resultados deportivos.

Dentro de las habilidades físicas que se requieren para practicar gimnasia artística se destacan la potencia y el equilibrio de extremidad inferior (Buckner et al., 2017).

La rama femenina de la gimnasia artística se compone de cuatro aparatos: salto, barras asimétricas, viga de equilibrio y balance en suelo, siendo tres de éstas principalmente de mayor exigencia para extremidad inferior a excepción de las barras asimétricas (Fédération Internationale de Gymnastique-Population, 2017).

El control postural es la base para todo movimiento y en especial es fundamental para el desarrollo de la práctica deportiva. Este colabora en la anticipación de movimientos favoreciendo la mantención del centro de masa en límites de estabilidad, utilizando los ajustes posturales y el equilibrio. Existen múltiples componentes que ayudan a mantener el control postural, como lo son la musculatura, ligamentos y articulaciones principalmente de extremidad inferior las que tienen directa relación con el tronco. (Guimaraes-Ribeiro et al., 2015)

El salto y balance son variables muy importantes para la práctica deportiva de esta disciplina ya que presentan una alta demanda debido a que los aparatos que componen la gimnasia artística femenina requieren principalmente del trabajo de

extremidad inferior (Gómez-Landero, 2011). Para el entrenamiento de gimnasia artística se sugiere trabajar en el componente vertical del salto para favorecer la potencia de extremidad inferior (Arkaev et al., 2004), de esta manera se ayuda al componente de la fuerza elástica explosiva reactiva, donde se precede por una fase de estiramiento para luego ejercer la fase concéntrica y de esta manera tener un salto vertical de mayor eficiencia (Young et al., 2003).

Hoy en día existen diversos estudios que sugieren que el entrenamiento de la musculatura estabilizadora lumbopelvica (CORE) favorece a la práctica deportiva en general (Saeterbakken et al., 2011), pero aún es necesario seguir investigando para poder tener mayor evidencia en cuanto a qué tipo de entrenamiento, su dosificación y en qué disciplinas deportivas podría ser un factor determinante en la mejora del desempeño deportivo (Saeterbakken et al., 2011). Esto con el objetivo de poder aportar a un entrenamiento eficiente y así poder incrementar los resultados de los deportistas.

En cuanto a la gimnasia artística no existen suficientes investigaciones que permitan establecer la relación entre un mayor control lumbopélvico con la mejora de la performance deportiva. Especialmente en niños, dada la escasez de evidencia científica, se dificulta la posibilidad de establecer si el incremento en el control de tronco pudiese ser un factor determinante en el desempeño motor que permita una mayor efectividad en el movimiento, lo que favorecería a futuro los resultados deportivos. Es por esta razón que nace la inquietud de poder estudiar si un entrenamiento de musculatura de CORE pudiese ser un factor clave en el desempeño deportivo incrementando tanto la capacidad de salto vertical como el balance en gimnastas entre 10 y 12 años, considerando que esta etapa resulta crucial en desarrollo de habilidades físicas en esta disciplina (Doussoulin-sanhueza, 2011). La información obtenida, a través, de la presente investigación podría entregar datos relevantes que permitan eventualmente potenciar el rendimiento deportivo de gimnastas favoreciendo su éxito deportivo a futuro.

## MARCO TEÓRICO

### I.- Gimnasia Artística

Se estima que alrededor del mundo hay 50 millones de gimnastas amateur de todas las edades practicando de manera regular la gimnasia en sus clubes. Esta población representa la base de la pirámide de la federación internacional de gimnasia (FIG), la cual otorga el soporte orientado a la alta competencia. La práctica de este deporte es predominantemente femenina, prácticamente duplicando el número de gimnastas masculinos. (Fédération Internationale de Gymnastique-Population, 2017)

La gimnasia artística es una disciplina deportiva que con el pasar de los años ha generado un mayor interés por la práctica de este deporte especialmente en los niños. La práctica de la gimnasia se caracteriza por iniciarse a edades tempranas, desde los 6 años idealmente, para lograr habilidades específicas de esta disciplina tales como fuerza, resistencia, flexibilidad, potencia y balance, entre otras, en las cuales el sistema sensitivo y motor inciden en un mejor desempeño desde el punto de vista funcional (Hernández et al., 2004). Las experiencias sensoriales en los niños que practican gimnasia aumentan a medida que la práctica deportiva se realiza a más temprana edad, por lo que el inicio precoz de la práctica deportiva resulta ser altamente beneficiosa para lograr un mejor rendimiento. (Busquets et al., 2018). A estas edades está comprobado que los mecanismos de neuroplasticidad están sumamente activos, por lo que el aprendizaje neuromotor se ve favorecido para poder lograr una mayor cantidad de uniones neuronales en el sistema nervioso central y de esta manera puede contribuir al desarrollo de cualidades como fuerza, balance, entre otras (Doussoulin-sanhueza, 2011).

Dentro de la gimnasia artística se encuentra la rama femenina y masculina. La rama femenina consta de 4 aparatos de los cuales 3 requieren mayor trabajo de

tren inferior, por otra parte, en la rama masculina se realizan 6 aparatos, siendo 4 de ellos más exigentes para el tren superior (Buckner et al., 2017). Por lo tanto, las cargas de entrenamiento en los hombres se atenúan en cuanto a número de repeticiones por cada aparato (mismas horas de entrenamiento para una mayor cantidad de aparatos) y presentan más patrones de movimiento a diferencia de las mujeres en donde el número de repeticiones aumenta con una menor gama de patrones de movimiento, debido a que se distribuyen sólo en 4 aparatos de los cuales el salto, viga de equilibrio y ejercicios de suelo incorporan habilidades muy similares, principalmente de miembro inferior, como lo son el balance y la potencia. (Malina et al., 2013)

Cabe destacar que los deportistas que se dedican a la gimnasia artística se caracterizan por presentar un componente mesomórfico, por lo tanto debido a su contextura desarrollan más musculatura, con mayor fuerza y resistencia en comparación a los ectomorfos y endomorfos. (Taboada-Iglesias et al., 2017)

La carga mecánica a la cual se someten los gimnastas a tempranas edades aumenta el desarrollo óseo y ayuda a nivelar los niveles hormonales. Los niveles de minerales óseos son más altos en comparación a los niños que no realizan deporte de manera regular. Este desarrollo físico se toma como un beneficio para el futuro del deportista, ya que actúa como mecanismo de prevención para futuras lesiones (Jürimäe et al., 2018). Es importante considerar los factores de riesgo para evitar distintos tipos de lesiones tales como el aumento de la tensión muscular, la fatiga física, una disminución de la flexibilidad y finalmente una descoordinación motora al momento de ejecutar diferentes movimientos corporales (Codonhato et al., 2018). El ejercicio físico tiene propiedades no solo a nivel óseo y muscular, sino que también en la salud cognitiva y psicosocial, lo que ayuda de manera integral a las personas que practican deporte (Driediger et al., 2018) .

La práctica de la gimnasia artística se caracteriza por un gran número de repeticiones de ejercicios diariamente, con rangos de movimiento articulares muchas veces extremos, por lo que es frecuente ver distintos tipos de lesiones músculo esqueléticas en estos deportistas a temprana edad, particularmente en la zona lumbar de la columna vertebral. Por esta razón la zona de la faja lumbo pélvica adquiere suma importancia en la preparación de éstos deportistas tanto en la prevención de lesiones como para favorecer el rendimiento deportivo (Pourkazemi et al., 2014). A edades tempranas una de las lesiones más frecuentes es la fractura por estrés en la zona lumbar baja la cual también ocasiona un gran deterioro a largo plazo (C Jha et al., 2016). Dentro de las habilidades físicas necesarias para practicar gimnasia se cree que tanto el balance como el salto son fundamentales para mejorar la especialidad deportiva (Buckner et al., 2017) ya que éstas se requieren para las demandas físicas y técnicas que presentan los aparatos de suelo, salto y viga de equilibrio en la rama femenina (Gómez-Landero et al., 2011).

Actualmente hay estudios que comprueban la efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas en deportistas con resultados favorables en test de balance dinámico de extremidad inferior (Vitale et al., 2018).

Otros estudios demuestran que un programa de entrenamiento neuromuscular puede proporcionar beneficios adicionales a algunas gimnastas de 6 a 12 años, más allá de los programas de preparación física específica de gimnasia solamente. Con sólo 2 sesiones de 35 minutos por semana, las habilidades de fuerza y resistencia muscular del tronco, en conjunto con la capacidad de realizar movimientos técnicos eficientes, pueden mejorar en un período de tiempo relativamente breve. (Moeskops et al., 2018).

## II. CORE

La denominación CORE proviene de la palabra en inglés que significa “centro” o “núcleo” refiriéndose al centro de gravedad del cuerpo desde donde se inician todos los movimientos de las cadenas cinéticas funcionales. (Segarra et al., 2014)

La musculatura de CORE incluye a los músculos abdominales por anterior, a los músculos paraespinales y glúteos por posterior, diafragma por superior y el piso pélvico y cintura pélvica por inferior (Lust et al, 2009).

El complejo funcional CORE está compuesto por 3 subsistemas: Estabilizador activo, estabilizador pasivo y subsistema de control motor. La acción en conjunto de estos 3 subsistemas favorece la estabilidad de tronco, lo que se consigue gracias al desarrollo de niveles óptimos de fuerza y de control motor. (Segarra et al., 2014). La estabilización activa ocurre gracias a la musculatura central, la que proporciona una estabilidad dinámica de la columna vertebral y del esqueleto apendicular. La estabilización pasiva está dada por los tejidos estáticos como las vértebras, discos intervertebrales, ligamentos y cápsulas articulares así como las propiedades pasivas del músculo. Por último, el subsistema de control motor se encarga de recibir y enviar señales necesarias para mantener una adecuada estabilidad del CORE. (Huxel-Bliven et al., 2013)

La estabilidad del CORE se define como “La capacidad de las estructuras osteoarticulares y musculares, coordinadas por el sistema de control motor, para mantener o retomar una posición o trayectoria del tronco, cuando éste es sometido a fuerzas internas o externas” (Vera-García et al., 2015) y es fundamental a la hora de hacer cualquier actividad de la vida diaria y más aún al momento de hacer un determinado ejercicio. Nos brinda la estabilidad dada desde proximal a distal para los miembros superiores e inferiores. (Araujo et al., 2015). Todas las estructuras que componen el CORE actúan en conjunto para estabilizar el tronco y además ayudan en la generación y transferencia de fuerzas,

principalmente hacia miembros inferiores, permitiendo la ejecución de actividades como correr, saltar o lanzar (Vera-García et al., 2015) que son esenciales en la práctica deportiva de la gimnasia artística.

En los últimos años se ha popularizado el entrenamiento de CORE como mecanismo de estabilización lumbo pélvica con el fin de prevenir lesiones y mejorar el rendimiento deportivo, teniendo una buena respuesta en ambas variables. Sin embargo, aún no existe consenso de los ejercicios más adecuados para entrenarlo. (Huxel-Bliven et al., 2013)

En deportistas, la musculatura de CORE se activa a través del mecanismo de Feed forward que es conocido como la capacidad de generar una respuesta rápida para anticipar o prevenir la ejecución de un movimiento, tanto de extremidades en miembros superiores como en inferiores de forma que los movimientos técnicos puedan ser ejecutados adecuadamente. Dentro de la musculatura que conforma el CORE, el músculo transversal abdominal aparece como el principal estabilizador del control de tronco al ser el primer músculo en activarse en la mayoría de los movimientos cumpliendo un papel fundamental en el mecanismo de feed forward (Segarra et al., 2014). En este contexto hay reportes positivos sobre la relación que tiene el entrenamiento en la estabilidad de CORE y el desempeño deportivo. (Saeterbakken et al., 2011).

La debilidad y falta de control motor de los músculos profundos de tronco como multifidos y transversal abdominal, actúa negativamente sobre la estabilidad lumbo pélvica (França et al., 2010) por lo que el entrenamiento de CORE es fundamental a la hora de mejorar estos factores. La inestabilidad del CORE puede producirse debido a una debilidad muscular o también cuando los niveles de fuerza se encuentran bajo los niveles óptimos esperados, y si sumado a esto se presenta un control motor deficiente, la inestabilidad resulta ser aún mayor. (Akuthota et al., 2004)

Un pobre control de tronco durante las actividades deportivas contribuye a un factor no específico de dolor en la zona lumbar baja. Existen reportes que relacionan la recurrencia de dolor en la zona lumbar inferior de columna con una alteración en la coordinación motora y con un incremento en la fatiga de la musculatura de tronco (Sung, 2013) (Tsao et al., 2010).

Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento de CORE ayuda a incrementar el rendimiento deportivo, además de entregar un factor protector de lesiones (Margheritini, 2011), pero aún no hay evidencia suficiente que demuestre un mejor rendimiento deportivo en las variables salto vertical y balance dinámico dentro de la práctica de la gimnasia artística. También el entrenamiento de esta zona ayuda a prevenir lesiones de columna, principalmente lumbar y de miembros inferiores (Barbado, 2016) las que pueden afectar directamente en el desempeño deportivo, colaborando además en la realización de movimientos inadecuados de tronco y extremidades. Por otra parte existen estudios en deportistas que han tenido resultados positivos en pruebas de balance, posterior a efectuar programas de entrenamiento de CORE. (Vitale et al., 2018). Sin embargo, hay otros que señalan que aún hay falta de evidencia al respecto (Kahle et al., 2009).

Otros estudios relacionados al entrenamiento de CORE han evidenciado mejoras en la generación de fuerza de extremidad inferior tales como la fuerza máxima de sentadilla y el salto vertical (Sleeper et al., 2012).

### **III. Salto**

Es una de las habilidades principales en gran parte de los deportes, en especial en el área del alto rendimiento y para lograrlo se necesita la coordinación de los diferentes segmentos corporales para permitir que los impulsos entregados por el sistema nervioso central generen la fuerza necesaria para producir energía cinética del movimiento. (González et al, 2008)

El salto es una variable fuertemente relacionada con la fuerza, potencia muscular, velocidad y flexibilidad muscular de los miembros inferiores, capacidades fundamentales para tener un buen rendimiento en esta destreza (Cruvinel-Cabral et al, 2018). Además, otros estudios afirman que la práctica regular de gimnasia ayuda a obtener mejores resultados en la altura del salto, velocidad de despegue y en la velocidad vertical máxima del centro de masa, los cuáles son fundamentales para el desempeño adecuado en el salto vertical (Morales et al., 2017).

El salto es una cualidad relevante para la práctica de gimnasia artística debido a que los aparatos que componen este deporte exigen de una alta demanda de velocidad, agilidad y potencia muscular, además de habilidades motoras altamente desarrolladas (Kochanowicz et al, 2016).

La capacidad de realizar un salto vertical requiere experiencia en patrones motores y distintas habilidades motoras fundamentales, los cuáles se desarrollan al final de la primera infancia. (Ayán-Pérez et al, 2016). Además, se ha demostrado que una mejora en el rendimiento del salto vertical puede depender de distintas características individuales tales como el sexo y características deportivas como el nivel técnico o la posición deportiva en la que se desempeña. (Yingling et al., 2018). No obstante, la mayor potencia obtenida por la musculatura para realizar un salto más explosivo, se da en la adolescencia, cuando el músculo alcanza la madurez. (Chena et al., 2015).

La musculatura extensora de rodilla funciona como motor primario para el salto, seguidos de los musculos extensores de cadera y flexores plantares de tobillo, actuando en conjunto para lograr un movimiento fluido. La base es la capacidad que tenga esta musculatura de generar una fuerza explosiva necesaria para dar el impulso y alcanzar una mayor distancia al momento del salto. La generación de fuerza explosiva se logra por el impulso mecánico que realiza el deportista contra el suelo y el tiempo que demora en generar esa contracción. Para alcanzar una fuerza explosiva optiva se comienza con una contracción excéntrica seguida de una concéntrica, conocido como ciclo de estiramiento - acortamiento que permite la capacidad reactiva del sistema neuromuscular (Juarez, 2007).

Para medir objetivamente el salto vertical se utiliza frecuentemente el test de Sargent, ya que es un test fácil de realizar y es altamente utilizado por los profesionales para evaluar o predecir el rendimiento del salto vertical o potencia del deportista. El rendimiento de esta prueba está relacionado con la fatiga neuromuscular que tenga el paciente, por lo tanto es una manera de monitorear el sobreentrenamiento. (Yingling et al., 2018). Este test está enfocado a evaluar el salto mediante la medición de la fuerza explosiva de miembros inferiores y es el ideal para medir en el campo de entrenamiento. (Gil et al., 2010).

Es un test práctico, fácil de aplicar, sin costo y de poco esfuerzo. Para realizar este test la gimnasta debe estar en posición bípedo, con extensión de rodillas y se le pide una extensión glenohumeral en 180° para poder marcar la altura hasta donde llega su mano, luego se comienza con el salto, donde la deportista debe flectar sus piernas en un movimiento rápido para luego seguir con una extensión de las mismas y así lograr el impulso necesario para realizar el salto, se le pide que una vez este en el aire vuelva a elevar su brazo y vuelva a tocar para tener una nueva marca pero esta vez en altura. El objetivo es medir la altura del salto vertical, teniendo en cuenta que el salto de un adulto y el salto de un niño tienen importantes diferencias que se dan por algunas habilidades motoras que se desarrollan con los años. (Ayán-pérez et al., 2016).

El salto es importante al momento de un adecuado rendimiento en la gimnasia ya que un efectivo movimiento explosivo provocará una mayor fuerza muscular y potencia al realizar la contracción muscular y así comenzar a adaptarse a altas intensidades. (Donti et al., 2014)

#### **IV. Balance**

El balance es fundamental en las actividades de la vida diaria, ya que los cambios de posturas y direcciones deben ser controlados para así evitar una caída o lesión. (González et al, 2011). Esta habilidad está considerada dentro de las principales cualidades que se requieren para la práctica de la gimnasia en conjunto con la fuerza, velocidad, flexibilidad y resistencia muscular debido a la alta demanda de extremidad inferior producto de los aparatos que componen este deporte como la viga de equilibrio, salto y ejercicios de suelo (Sleeper et al, 2018).

Un entrenamiento efectivo para mejorar el balance debe incluir el componente neuromuscular principalmente de resistencia de la musculatura de CORE para obtener mejores resultados (Benis et al., 2018). Es por esto que algunos estudios refieren que distintos entrenamientos, por ejemplo pilates, enfocados a fortalecer la musculatura del CORE mejoran significativamente el balance en grupos de intervención en comparación a grupos control. (Freeman et al., 2010)

El balance se descompone en 6 subsistemas que son: Sistema biomecánico, los límites de estabilidad/verticalidad, ajustes posturales anticipatorios, respuestas posturales automáticas, orientación sensorial y la estabilidad de la marcha. Los ajustes posturales anticipatorios son la habilidad para anticiparse y moverse adecuadamente para evitar la inestabilidad cuando hay una perturbación interna (Shumway-cook, 2007).

Dentro de cada articulación existen receptores que permiten entregar información sobre la presión y la tensión que existe en cada articulación lo que se traduce en un movimiento fluido y con una buena precisión de movimiento (Myer et al, 2006). Podemos encontrar fibras aferentes que integran a los sistemas vestibulares y visuales para crear el sistema de control que ayuda a la coordinación y la postura. El balance es una habilidad motora fundamental porque influye directamente en la función de las extremidades inferiores principalmente. El control postural busca mantener el centro de gravedad dentro de la base de apoyo y cuando esto no es posible se utilizan estrategias como lo son la de cadera, rodilla y tobillo; un déficit en el balance provoca que el movimiento no sea corregido y puede llevar a caídas o lesiones. Las señales somatosensoriales y visuales que se obtienen, son procesadas en el sistema nervioso central, el cuál envía señales a los músculos del tronco y a las extremidades para mantener la estabilidad postural, teniendo en cuenta la importancia de un buen rango de movimiento, fuerza muscular y una óptima velocidad de la conducción nerviosa. (Olmsted et al, 2002)

El Star Excursion Balance Test (SEBT) es un test de control postural dinámico multidireccional donde se debe equilibrar en un miembro inferior y con el otro se debe alcanzar la máxima distancia en ocho direcciones distintas. (Yanagisawa et al, 2018). Es el más confiable ya que evalúa el control postural en sólo un miembro inferior. (López-Plaza et al., 2018). En el caso del Y Balance test, correspondiente al SEBT modificado, la medición se realiza en 3 direcciones, anterior, posterolateral y posteromedial, ya que son las posiciones donde se genera mayor demanda para el control del balance. (Schwartz et al, 2018).

Para el SEBT o el SEBT modificado (Y balance test) es fundamental tener en óptimas condiciones el subsistema correspondiente a los ajustes posturales anticipatorios para lograr mejores resultados (Shumway-cook, 2007).

Para realizar dicho test se requieren de diferentes componentes tales lo son las funciones neuromusculares, la fuerza, equilibrio, propiocepción, potencia y coordinación. (Eriksrud et al., 2018).

Frente a todos los antecedentes expuestos surge el propósito de poder identificar si un programa de entrenamiento de CORE de 6 semanas que se propoone en este estudio puede generar cambios positivos en las variables de salto, balance y CORE, y de esta manera abrir la posibilidad a que el desempeño deportivo de una gimnasta pueda verse beneficiado a través de este tipo de entrenamiento.

## **Problema de Investigación**

Hoy en día existen escasos estudios en gimnastas jóvenes y en cómo puede influir un programa de fortalecimiento de musculatura de CORE en las variables de salto vertical y balance, que se asocian a la práctica de este deporte. Es por esta razón que a través del siguiente estudio se pretende realizar un protocolo de fortalecimiento de musculatura de CORE de seis semanas para verificar si existen mejorías en las variables de salto vertical y balance en gimnastas mujeres entre 10 y 12 años.

## **Pregunta de Investigación**

¿Es efectivo un protocolo de entrenamiento de CORE durante 6 semanas en el rendimiento de salto vertical y balance dinámico en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años comparado con un grupo control?

## **Objetivo General**

Determinar la efectividad de un programa de entrenamiento de CORE en el rendimiento en el salto vertical y balance dinámico en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años de edad v/s un grupo control que no realiza el programa de entrenamiento de CORE.

## **Objetivos específicos**

- Verificar el efecto del entrenamiento de CORE en el salto vertical pre y post del grupo de intervención y en grupo control medido con el test de Sargent en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años.
- Verificar el efecto del entrenamiento de CORE en el balance pre y post en el grupo de intervención y en grupo control medido con el test de SEBT modificado en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años.
- Comparar los resultados de salto vertical entre ambos grupos pre y post intervención en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años.

- Comparar los resultados de balance dinámico entre ambos grupos pre y post intervención en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años.
- Comparar los resultados de la prueba plancha prono entre ambos grupos pre y post intervención para identificar la efectividad del programa de fortalecimiento de CORE en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años.

### **Hipótesis**

El protocolo de entrenamiento de CORE de 6 semanas incrementa el rendimiento de Salto vertical y Balance dinámico en Gimnastas femeninas entre 10 a 12 años.

### **Hipótesis nula**

El protocolo de entrenamiento de CORE de 6 semanas no incrementa el rendimiento de Salto y Balance dinámico en Gimnastas femeninas entre 10 a 12 años.

## **Materiales y método**

### **Diseño de investigación**

Estudio de tipo cuantitativo, descriptiva, analítico, longitudinal, prospectivo y cuasi experimental. Es decir, un ensayo clínico controlado no aleatorio .

### **Universo**

El universo de la investigación es de 330 gimnastas femeninas que asisten de manera regular a la Escuela de Gimnasia Tomás González, ubicada en la comuna de Las Condes, Santiago de Chile.

### **Población**

La población de la investigación constó de 44 Gimnastas amateur con edades que fluctúan entre 10 a 12 años pertenecientes a la Escuela de Gimnasia Tomás González, ubicada en la comuna de Las Condes, Santiago de Chile.

### **Tipo de muestreo**

Muestreo no probabilístico por conveniencia.

### **Tamaño de la muestra**

Dentro de este estudio participaron inicialmente un total de 37 gimnastas mujeres entre 10 y 12 años de la Escuela de Gimnasia Tomás González que cumplieron con todos los requisitos para participar de las cuales 33 gimnastas lograron completar el estudio.

### **Criterios de inclusión**

- Gimnastas de la Escuela de Gimnasia Tomás González.
- Edad entre 10 a 12 años.
- Que entrenen a lo menos 2 veces por semana, 2 horas cada jornada y que asistan entre las 15:00 a las 20:00 horas.
- Sexo Femenino.
- Practicar esta disciplina al menos desde Marzo del 2018.

### **Criterios de exclusión**

- Lesiones, enfermedades o tratamientos médicos que presenten contraindicación para realizar actividad física.
- Práctica de gimnasia inferior a 2 sesiones de 2 horas por semana.
- Realizar otro deporte a nivel competitivo.
- Participación activa en otro estudio de investigación.

### **Metodología de obtención de datos y de intervención realizada**

Dentro de esta investigación aprobada por el comité de ética de la Universidad Finis Terrae, se invitó a participar a un total de 44 gimnastas mujeres entre 10 y 12 años de edad pertenecientes a la Escuela de Gimnasia Tomás González que practican como mínimo dos horas diarias, dos veces a la semana. Se les envió una carta informativa a los padres y apoderados comunicando los objetivos del estudio, los criterios de inclusión y de exclusión. Los tutores interesados en que sus pupilos participen en el proyecto firmaron un consentimiento informado y las gimnastas un asentimiento informado. Luego de esta instancia 37 aceptaron su incorporación e ingresaron al estudio.

Las asignaciones para cada grupo se realizaron por conveniencia según los días de la semana que asistía cada gimnasta. Las alumnas que asistían los días Lunes y Miércoles fueron seleccionadas para conformar el grupo control quedando con 20 integrantes y aquellas que asistían los días Martes y Jueves conformaron el grupo de intervención quedando con un total de 17 participantes. Ambos grupos se evaluaron pre y post intervención.

De una muestra inicial de 37 participantes, 20 grupo control y 17 grupo intervención, 4 sujetos del grupo intervención no terminaron el entrenamiento, quedando una muestra final de 13 participantes en dicho grupo, quedando una muestra total de 33 participantes que completaron la intervención y cuyos datos fueron analizados.

La intervención comenzó con una medición inicial de tres variables: CORE, salto vertical y balance monopodal a ambos grupos donde se registraron los resultados, luego se aplicó durante 6 semanas el entrenamiento de CORE al grupo de intervención y se volvieron a analizar los resultados obtenidos en las tres variables mediante una medición al finalizar las 6 semanas de protocolo en ambos grupos.

El programa de entrenamiento realizado tuvo como objetivo ayudar en el aprendizaje y el correcto patrón de coactivación para mejorar el control motor y la estabilidad lumbo pélvica. La pauta de entrenamiento a realizar constó de variados ejercicios validados en distintos estudios relacionados a la musculatura de CORE, algunos de ellos utilizados como test de evaluación, pero que en esta ocasión su función principal fue la de activar de manera eficaz la musculatura del CORE (Vera-García et al., 2015) y fueron distribuidos de menor a mayor exigencia cada dos semanas (Bliven & Anderson 2013), (Kahle et al 2009) y (Vera-Garcia, Barbado & Moya, 2014) (Akuthota et al., 2004).

Las variables que se evaluaron en los sujetos fueron el salto, mediante el Sargent Test, el balance a través del test SEBT modificado (Y Balance Test) y finalmente el CORE medido con plancha prono.

Las mediciones estuvieron a cargo de 3 de los investigadores y se realizaron en el gimnasio de la escuela de gimnasia Tomás González, ubicada en la comuna de Las Condes. Se comenzó enviando una carta a cada gimnasta entre 10 y 12 años que asistía a la escuela con motivo de informar e invitar a participar de este proyecto, para luego continuar enviado el asentimiento y consentimiento, tanto a las jóvenes deportistas como a sus padres y/o tutores legales. Una vez obtenidas las firmas de dichos documentos por parte de las participantes se comenzaron con las evaluaciones iniciales que fueron realizadas durante la primera semana del mes de Agosto del 2018 a las 16:30, para todas las gimnastas, tanto para el grupo control los días lunes y miércoles, como para el grupo intervención los días martes y jueves. Las evaluaciones fueron realizadas por Macarena Olivares para la prueba de puente prono, Victor Martínez para SEBT modificado y Tomás González para test Sargent durante la primera semana previo al inicio del entrenamiento de cada una de las gimnastas. Antes de comenzar con cada una de las mediciones se realizó un pequeño calentamiento el cuál consistió en ejercicios de trote y movilización de articulaciones durante 10 minutos. Se crearon tres estaciones de mediciones, donde cada niña fue rotando por cada una, sin un

orden establecido, por lo que la secuencia de evaluación no fue la misma para cada una de las evaluadas. Al terminar de realizar las mediciones todos los resultados obtenidos fueron ingresados a una base de datos realizada en excel donde al mismo tiempo se agregaba la asistencia de las participantes. Finalmente se agregaron los datos de la medición final de cada deportista obteniendo de esta manera todas las mediciones necesarias para este proyecto.

#### 1) SEBT:

Para la ejecución del SEBT test, el paciente debe estar en apoyo unipodal para que la pierna contralateral haga un alcance máximo a la dirección que corresponda (pierna de alcance). Se debe colocar al medio de la denominada “estrella” que tiene 8 líneas de 45° entre cada una. Los sentidos de cada una de las líneas son: anterolateral (AL), anterior (A), anteromedial (AM), medial (M), posteromedial (PM), posterior (P), posterolateral (PL), y lateral (L). Como se nombró anteriormente las mediciones del Y Test se realizan hacia anterior, posteromedial y posterolateral. El piso debe ser firme y la prueba se debe desarrollar descalzo.

El MMII en apoyo debe realizar una dorsiflexión de tobillo, flexión de rodilla y flexión de cadera, además mantener un buen control neuromuscular y propiocepción para alcanzar el objetivo del test (Olmsted et al., 2002).

Se considera como error si las manos de los sujetos no permanecen en la cintura, la posición del pie de apoyo cambia, el talón no está durante toda la prueba en contacto con el piso, si el MMII de alcance genera considerable apoyo para mantener la postura o simplemente si el sujeto pierde el equilibrio. (Yanagisawa et al., 2018).

Antes de comenzar con el test, a cada sujeto se le explicó que debía realizar el mayor alcance posible con el MMII móvil, tocando solo con la punta de los dedos y con el talón del pie de apoyo sin despegarse de la superficie. Se aseguró que lo entendiera perfectamente pidiendo que realizara el movimiento una vez comprendido el ejercicio (Olmsted et al, 2002).

La prueba se realizó sobre una superficie firme, paciente bípedo con las manos en la cintura, vista al frente, descalzo y se le pidió que llevase el miembro inferior que realizará el alcance lo más lejos posible por la línea que le correspondía ejecutar, teniendo 3 intentos para el sentido anterior, 3 para el posteromedial y 3 para el posterolateral. Se registró la mejor puntuación en cada sentido. Se comenzó con el MI dominante de cada gimnasta, con los maléolos en el centro de la “Y”, por lo tanto el alcance se realizó con el MI contralateral. Luego de cada toque el paciente retornó su pierna hacia el centro y terminó en bípedo sin perder el equilibrio. Entre cada cambio de dirección se dio una pausa de 15 segundos para continuar con la siguiente medición. (Olmsted et al, 2002).

Para medir el alcance de cada toque el evaluador midió, con una cinta métrica deltaméd, desde el centro de la “Y” hasta donde realizó el toque el paciente y se registró el mejor intento por sentido. Esta distancia se midió en centímetros. (Olmsted et al, 2002).

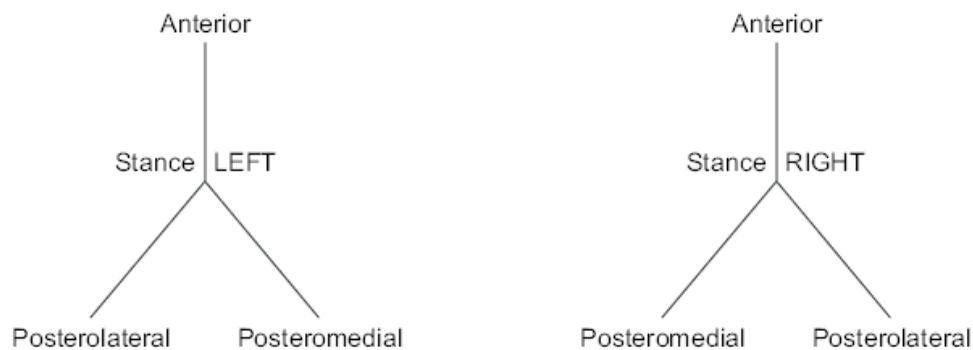


Ilustración N°1

## 2) Test Sargent:

El test se aplicó en bípedo en una superficie firme junto a una pared, con los sujetos descalzos. Luego se tiñó la punta de los dedos de los sujetos con carbonato de magnesio con el objetivo de que cuando tocaran la pared quedara la marca de su salto. El salto se midió desde esta marca hasta el piso con una cinta métrica. Los brazos debían estar pegados al cuerpo antes de comenzar el salto y luego elevaban los brazos para marcar la mayor altura. (Ayán-pérez et al, 2016). Al utilizar los miembros superiores se puede aumentar la velocidad de despegue en hasta un 10% (Yingling et al., 2018). Se realizó 1 intento de prueba y 3 intentos de medición donde el más alto fue el que se utilizó para los resultados.

El test mide la fuerza explosiva de MMII, se colocaron ambos pies juntos y luego debían saltar con los MMSS con extensión de Glenohumeral, extensión de codo, muñecas neutras y los MMII con flexión para tomar impulso y saltar. Al momento de estar en el aire los MMSS se movilizaron hacia superior utilizando flexión de Glenohumeral, extensión completa de codo, muñeca en neutro y dedos en extensión, cada sujeto debió tocar la pared para contabilizar el salto (De salles et al, 2012). No se permitió caminar o tomar distancia para realizar un salto mayor. (Bezerra et al., 2009).

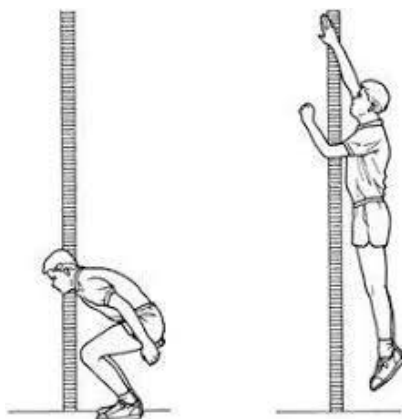


Ilustración N°2

### 3) Plancha Prono:

Este ejercicio se ejecutó con el paciente en posición prono, con los codos a la altura de los hombros en 90° de flexión y apoyando los antebrazos. Los pies se ubicaron a la altura de las caderas y los dedos de los pies en el piso (Kong et al. 2016). Se realizó sólo una vez dónde se pidió mantener la posición durante el mayor tiempo posible y se permitieron como máximo 3 compensaciones, las cuáles debía corregir para seguir realizando la prueba. En el caso de una compensación grande dejaba de correr el tiempo.

Para la evaluación de la musculatura de CORE se utiliza la plancha prono, porque en esta posición se tiene una mayor actividad general de la musculatura estabilizadora lumbopélvica en comparación a la posición supina. Este test se basa en la contracción isométrica de la musculatura principalmente de recto anterior y transversal por anterior, y de multifidos y erectores espinales por posterior, de esta manera el peso corporal del sujeto a evaluar se debe mantener sobre sus antebrazos, formando un ángulo recto entre el antebrazo y su brazo además de mantener los codos a la altura de los hombros, y los dedos de los pies reciben el resto del peso del cuerpo. Es fundamental mantener la alineación lumbo-pélvica o de lo contrario el test se encuentra mal ejecutado (Kong et al. 2016). De acuerdo a estudios que compararon la posición prono, supino y lateral se evidenció que al realizar una plancha prono se activa más la musculatura paraespinal, recto abdominal, oblicuos interno y externo, dorsal ancho y recto femoral (Escamilla et al. 2016).

La evaluación de Core fue cuantitativa y cualitativa mediante un puente prono, donde el tiempo máximo fue el fallo o compensación de cada participante. La evaluación cualitativa se basó en que debían mantener la posición sin compensar, principalmente con movimientos de pelvis o hiperlordosis lumbar. El tiempo fue medido a través de un cronómetro marca Casio modelo HS 1000.



Ilustración N°3

Una vez finalizadas las evaluaciones de todas las participantes durante cuatro días, se comenzó el programa de fortalecimiento, el que consistió en 6 semanas en total donde se aplicaron 4 ejercicios distintos que iban variando cada dos semanas los que iban aumentando su complejidad, dichos ejercicios fueron seleccionados de distintos estudios realizados anteriormente que comprobaron la efectividad en la activación de la musculatura de CORE (Bliven & Anderson 2013), (Kahle et al 2009) y (Vera-Garcia, Barbado & Moya, 2014) , aumentando su complejidad y luego la pauta cambió para las dos semanas siguientes y así sucesivamente hasta completar las 6 semanas de intervención. Éste programa se efectuó 2 veces por semana dentro de los últimos 15 minutos de cada entrenamiento.

Las primeras semanas de intervención consistieron en ejercicios básicos de fortalecimiento de CORE, los que se detallarán a continuación: (Anexo 1)

1. Puente prono: 3 series. Mantención por 10 segundos.
2. Puente supino: 3 series. Mantención por 10 segundos.
3. Puente lateral (ambos lados): 3 series. Mantención por 10 segundos.
4. Puente supino elevando pierna (ambas piernas): 3 series. Mantención por 10 segundos.

La tercera y cuarta semana se aumentó la dificultad utilizando los miembros superiores y balón suizo para generar inestabilidad.

1. Superman: 3 series. Mantención por 10 segundos al extender miembro superior y miembro inferior contralateral.
2. Puente lateral descendiendo cadera (ambos lados): 3 series de 10 segundos.
3. Puente prono con balón suizo: 3 series. Mantención por 10 segundos.
4. Puente supino con balón suizo: 3 series. Mantención por 10 segundos.

Para la quinta y sexta semana aumentó el uso del balón suizo incluyendo movimientos lo que genera una inestabilidad mayor que los ejercicios de las semanas anteriores.

1. Puente prono con balón suizo flexionando piernas: 3 series de 10 segundos.
2. Puente lateral tocando codo con rodilla (ambos lados): 3 series de 10 segundos.
3. Puente supino con balón suizo flexionando piernas: 3 series de 10 segundos.
4. Crunch sobre balón suizo: 3 series de 10 segundos.

El descanso entre cada ejercicio fue de 15 segundos.

Las evaluaciones finales se realizaron durante el mes de Septiembre del 2018 de la misma forma que se realizaron las mediciones iniciales, incluido los mismos 3 evaluadores iniciales en cada una de sus estaciones.

## VARIABLES DEL ESTUDIO

### INDEPENDIENTES:

1. Protocolo de entrenamiento

#### **Definición conceptual:**

Programa de ejercicios establecidos en diversos estudios para mejorar la activación de la musculatura de CORE (Bliven & Anderson 2013), (Kahle et al 2009) y (Vera-Garcia, Barbado & Moya, 2014)

#### **Definición operacional:**

El protocolo de entrenamiento se realizó durante 6 semanas. Cada 2 semanas se realizaron distintos ejercicios, los cuáles constaron de 4 ejercicios por período con aumento progresivo de su complejidad.

Durante la primera y segunda semana se realizaron ejercicios básicos de activación de CORE para que los sujetos se familiarizaran con la correcta activación de esta musculatura. La semana 3 y 4 aumentó la complejidad con uso de miembros superiores e inferiores, además se utilizó balón suizo, pero sin que el sujeto realizara movimientos.

Las últimas semanas se continuó con el uso de balón suizo pero con movimientos de miembros superiores e inferiores, lo que aumentó la inestabilidad generando una mayor activación de la musculatura.

#### **Indicadores y escala:**

Números enteros, cantidad de series y repeticiones de acuerdo al protocolo de entrenamiento.

## **DEPENDIENTES:**

### 1. Balance dinámico

**Definición conceptual:** Capacidad de asociar de manera favorable la integración sensorial (sistema vestibular, propioceptivo y visual) y de esta manera llevar a cabo un movimiento del cuerpo, en conjunto a la actividad muscular, manteniendo el equilibrio mientras se realiza el movimiento (Moutzouri et al., 2016).

#### **Definición operacional:**

Se evalúa con el Y Test (SEBT modificado). La prueba se realizó con el paciente bípedo con las manos en la cintura, éste debe llevar la pierna de alcance lo más lejos posible por la línea que le corresponda ejecutar, tiene 3 intentos por sentido y se registra la mejor puntuación. Luego de cada toque el paciente debe volver su pierna hacia el centro y terminar en bípedo sin perder el equilibrio. Entre cada cambio de dirección debe descansar 15 segundos para continuar con la siguiente medición (Olmsted et al, 2002).

#### **Indicadores y escala:**

Variable cuantitativa con números enteros y decimales. Distancia máxima alcanzada en cada dirección medida en centímetros.

### 2. Salto vertical

**Definición conceptual:** Movimiento multiarticular y balístico realizado por la fuerza explosiva máxima impulsada por las extremidades superiores y finalizada por las extremidades inferiores (Longoria et al., 2015).

#### **Definición operacional:**

Se mide mediante el Sargent Test. El sujeto debe colocar ambos pies juntos y luego saltar con los MMSS con extensión de Glenohumeral, extensión de codo, muñecas neutras, además puede tomar impulso con MMSS al saltar. Al momento

de estar en el aire los MMSS van hacia superior realizando flexión de Glenohumeral, extensión completa de codo, muñeca en neutro y dedos en extensión. Se debe tocar la pared para contabilizar el salto (De salles et al, 2012).

**Indicadores y escala:**

Variable cuantitativa con números enteros y decimales. Distancia máxima alcanzada en el salto vertical medida en centímetros.

3. Resistencia de la musculatura del CORE

**Definición conceptual:**

La resistencia de esta musculatura se da por los músculos estabilizadores locales (profundos, monoarticulares, que actúan de manera excéntrica para controlar el movimiento y mantener la función estática) y los estabilizadores globales (superficiales, conectan el tronco con las extremidades, actúan concéntricamente para generar grandes movimientos). Una correcta activación y resistencia de la musculatura del CORE permite mantener la columna en una posición adecuada, dentro de los límites fisiológicos, aún cuando se movilen los MMSS o MMII. (Huxel-Bliven et al, 2013)

**Definición operacional:**

Se evalúa a través de una plancha prono. Este test se ejecuta con el paciente en posición prono, con los codos a la altura de los hombros en 90° de flexión y apoyando los antebrazos y dedos de los pies en el piso. Se debe mantener una posición recta desde la cabeza hasta los pies por el mayor tiempo posible sin realizar compensaciones (Kong et al. 2016).

**Indicadores y escala:**

Variable cualitativa y cuantitativa con números enteros y decimales. Tiempo máximo que mantiene la posición sin realizar compensaciones, medido en segundos.

Desconcertantes:

1. Tipo de alimentación de los sujetos
2. Realización de los ejercicios para el CORE fuera del entrenamiento realizado en la escuela
3. Faltar a lo menos una vez a la semana a los entrenamientos en la escuela
4. Bajo estado de ánimo de los sujetos
5. Compromiso de los tutores legales de los niños
6. Enfermedades que puedan afectar la participación y rendimiento de los sujetos tales como estados febriles, cuadros respiratorios y otras que comprometan el estado general.

## **Análisis estadístico**

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico GraphPad Prism 7.

Para determinar la normalidad de los datos se utilizó el test de Shapiro Wilk.

La comparación de los resultados pre y post intervención de cada grupo se realizó mediante ANOVA de dos vías de medidas repetidas.

Para comparar la diferencia de resultados pre y post intervención entre ambos grupos de aquellas variables que se comportaron de manera paramétrica se utilizó un Post Hoc Sidak.

Finalmente para aquellas variables que se comportaron de forma no paramétrica se utilizó el test de Friedman.

## Resultados

Los resultados se especifican con detalle en el Anexo 4.

Al comparar el salto pre y post intervención con el test de Sargent entre ambos grupos se observa un aumento significativo del salto en el grupo intervención  $36,2 \text{ cms} \pm 5,4 \text{ cms}$  pre intervención y  $41,2 \text{ cms} \pm 4,65 \text{ cms}$  post intervención ( $p: 0,003$ ) en comparación al control  $37,3 \text{ cms} \pm 6,26 \text{ cms}$  pre y  $37,6 \pm 6,3 \text{ cms}$  post ( $p: 0,959$ ). (Gráfico 1)

### Comparación del salto vertical mediante test de sargent

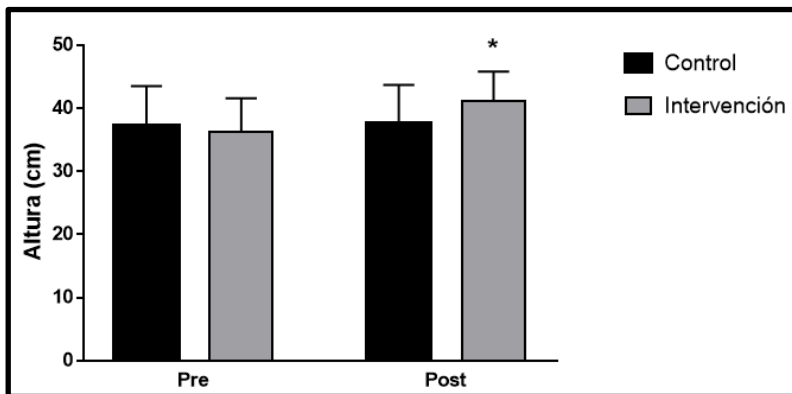


Gráfico 1: Comparación del salto vertical pre y post intervención entre ambos grupos medido a través del test de Sargent

En cuanto a la medición del CORE en segundos para el grupo control tenemos un valor inicial de 70,7 segundos pre intervención y 86,4 post intervención y para el grupo intervención 77,6 segundos pre y 83,9 segundos post intervención sin haber diferencias significativas entre ambos grupos ( $p:0,140$ ). (Gráfico 2)

## Comparación del CORE mediante plancha prono

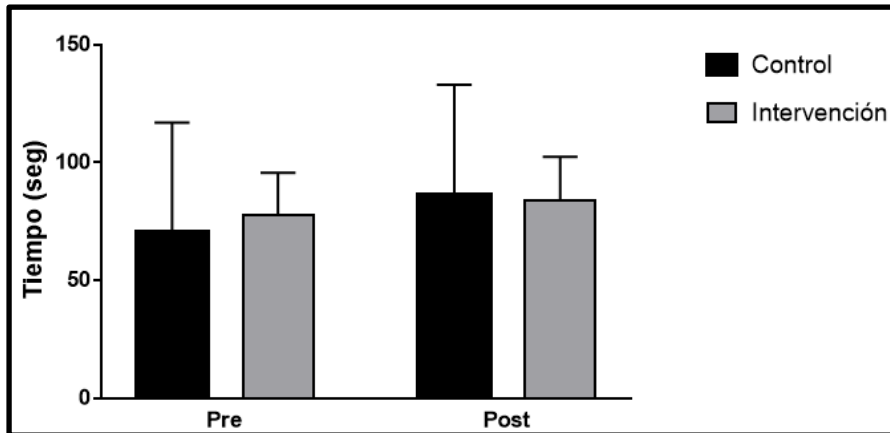


Gráfico 2: Comparación del CORE mediante plancha prono entre el grupo control e intervención pre y post entrenamiento.

En el Y Balance Test los resultados obtenidos en la medición anterior del miembro inferior derecho, evidencian valores significativos tanto para el grupo control como para el grupo intervención, teniendo un valor de  $68,7 \text{ cms} \pm 7,07 \text{ cms}$  pre y  $73,1 \text{ cms} \pm 4,01 \text{ cms}$  ( $p: 0,0002$ ) para el primer grupo y un valor de  $74,7 \pm 7,74$  pre y  $79,2 \pm 4,76$  ( $p: 0,0015$ ) para el segundo. (Gráfico 3).

### Comparación del alcance anterior del miembro inferior derecho

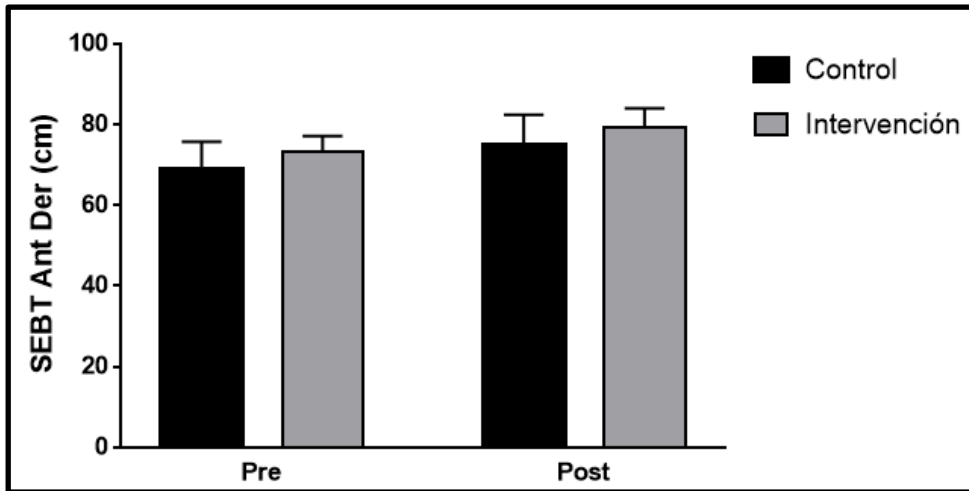


Gráfico 3: Comparación pre y post intervención del balance anterior del miembro inferior derecho mediante "Y" Balance Test, entre el grupo control e intervención.

Siguiendo con los resultados del Y Balance Test, midiendo la posición anterior del miembro inferior izquierdo pre y post intervención en ambos grupos arroja resultados no significativos para el grupo control  $69,7 \pm 7,94$  pre y  $72,7 \pm 6,66$  post ( $p: 0,123$ ) y también para el grupo intervención  $74,9 \pm 5,98$  pre y  $77 \pm 5$  post ( $p: 0,497$ ). (Gráfico 4).

### Comparación del alcance anterior del miembro inferior izquierdo

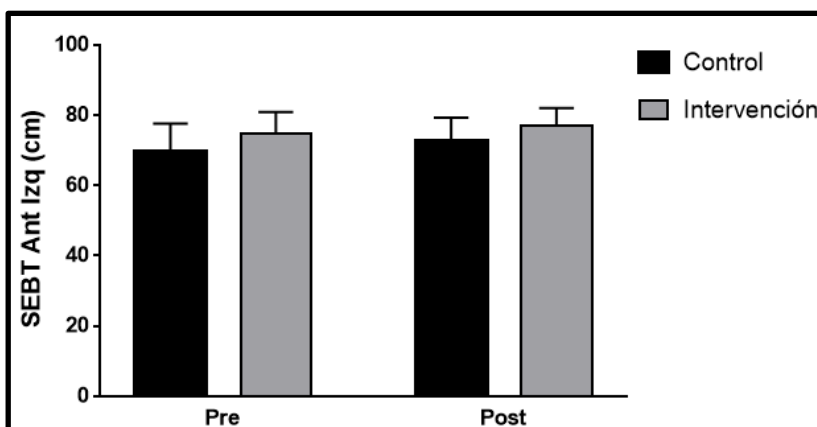


Gráfico 4: Comparación pre y post intervención del balance anterior del miembro inferior izquierdo mediante "Y" Balance Test, entre el grupo control e intervención.

Respecto a la posición posteromedial del miembro inferior derecho pre y post intervención en ambos grupos se observan diferencias significativas para el grupo control  $71,7 \pm 7,82$  pre y  $77,3 \pm 4,92$  post ( $p: 0.006$ ) y también para el grupo de intervención  $74,2 \pm 5,78$  pre y  $79,8 \pm 6,27$  post ( $p: 0,029$ ). (Gráfico 5)

### Comparación del alcance posteromedial del miembro inferior derecho

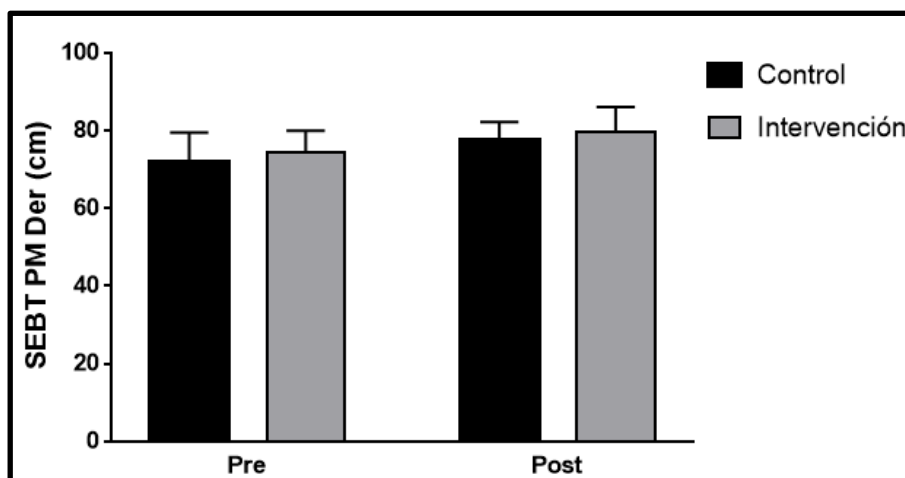


Gráfico 5: Comparación pre y post intervención del balance posteromedial del miembro inferior derecho mediante "Y" Balance Test, entre el grupo control e intervención.

Los resultados obtenidos para el alcance posteromedial del miembro inferior izquierdo pre y post intervención en ambos grupos son no significativos  $71,5 \pm 6,37$  pre y  $75,7 \pm 7,58$  post control y  $74,6 \pm 7,69$  pre y  $78,9 \pm 4,73$  post intervención ( $p: 0,963$ ). (Gráfico 6)

### Comparación del alcance posteromedial miembro inferior izquierdo

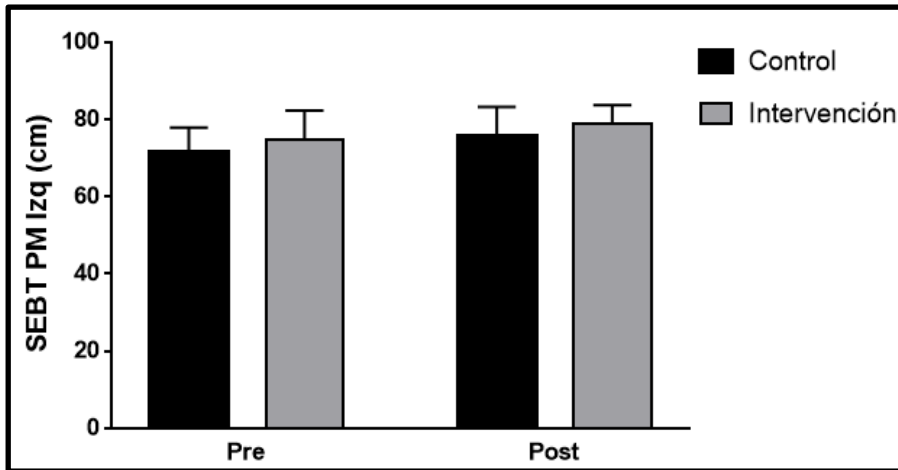


Gráfico 6: Comparación pre y post intervención del balance posteromedial del miembro inferior izquierdo mediante “Y” Balance Test, entre el grupo control e intervención.

Para el caso de la medición posterolateral derecha pre y post intervención se observan resultados significativos para grupo control  $69,4 \pm 7,1$  pre y  $73,8 \pm 6,43$  post ( $p: 0,004$ ) y también para el grupo intervención  $69,8 \pm 7,34$  pre y  $73,7 \pm 5,17$  post ( $p: 0,0048$ ). (Gráfico 7)

### Comparación del alcance posterolateral del miembro inferior derecho

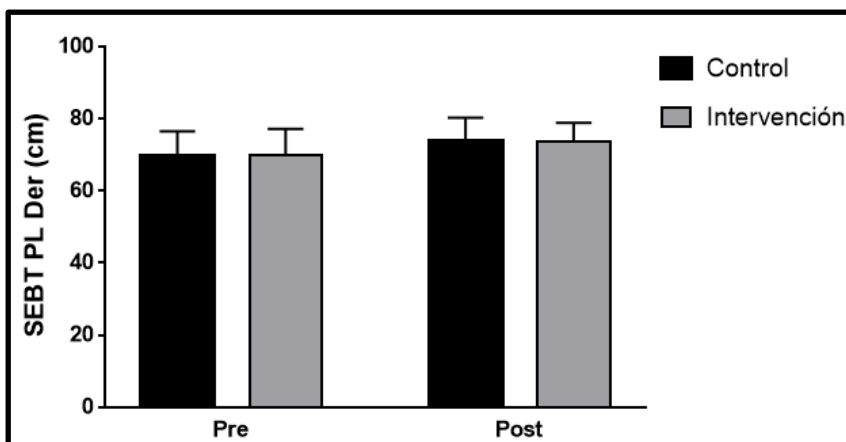


Gráfico 7: Comparación pre y post intervención del balance posterolateral del miembro inferior derecho mediante “Y” Balance Test, entre el grupo control e intervención.

Los resultados de la medición posterolateral izquierda pre y post intervención para ambos grupos son no significativos, para el grupo control  $68,6 \pm 7,74$  pre y  $72,4 \pm 7,17$  post ( $p: 0,051$ ) y también para el grupo intervención  $69,3 \pm 7,88$  pre y  $73,7 \pm 5,82$  post ( $p: 0,073$ ). (Gráfico 8).

### Comparación del alcance posterolateral del miembro inferior izquierdo

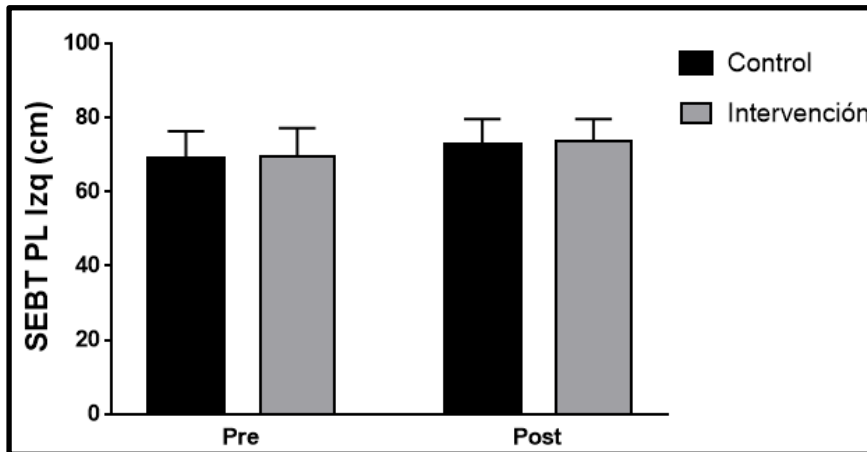


Gráfico 8: Comparación pre y post intervención del balance posterolateral del miembro inferior izquierdo mediante "Y" Balance Test, entre el grupo control e intervención.

## Discusión

El objetivo de este estudio fue determinar la efectividad de un programa de entrenamiento de CORE de 6 semanas en el rendimiento del salto vertical y balance dinámico en gimnastas femeninas entre 10 y 12 años de edad, versus el grupo control.

Dentro de los resultados obtenidos, el test de Sargent fue la única medición con resultados estadísticamente significativos, presentando una marcada diferencia entre el grupo control y el de intervención, lo cual pudiese evidenciar la efectividad del protocolo en el entrenamiento en estas gimnastas en dicha variable. Esto se puede deber a que el segmento CORE da una mayor estabilidad para los movimientos de extremidades inferiores, desde proximal a distal, favoreciendo en este caso la potencia de piernas medida a través del Test de Sargent (Kibler et al. 2006).

Por el contrario, en la medición del test "Y", no se evidencian resultados estadísticamente significativos en el alcance anterior, posteromedial y posterolateral de miembro inferior izquierdo. En cambio, sí se obtienen resultados significativos en estos tres alcances para el miembro inferior derecho en ambos grupos, pero al compararlos podemos inferir que estos resultados no se pueden atribuir al programa de entrenamiento realizado. Este resultado se puede asociar a que sobre 90% de las participantes usan como dominante su miembro inferior derecho para el balance unipodal, y esto sumado a que su entrenamiento basal está enfocado en realizar ejercicios sobre su lado dominante podría explicar el incremento de los resultados en esta variable para el lado derecho.

Actualmente dentro de los estudios que investigan la relación entre el fortalecimiento de la musculatura de CORE con el balance dinámico destacamos los resultados de un estudio que comprueba la efectividad de un programa de entrenamiento neuromuscular de 8 semanas en deportistas con resultados favorables en el test de balance dinámico de extremidad inferior. Dentro del entrenamiento neuromuscular de este estudio se incluyen ejercicios de

fortalecimiento de extremidades inferiores en conjunto con ejercicios de CORE de manera progresiva y no sólo trabajo de CORE de manera aislada (Vitale et al., 2018). Probablemente, para que un entrenamiento de CORE tenga mayor impacto sobre el balance, a estos ejercicios se les deberían añadir perturbaciones laterales de tronco, en superficies inestables que se incorporen de manera gradual a medida que el deportista logre ejecutar una técnica correcta y de esta manera poder estimular y mejorar el control del balance (Filipa, et al., 2010). El programa de fortalecimiento de CORE empleado en este estudio no incluía la cantidad suficiente de este tipo de ejercicios con superficies inestables ni tampoco incluía ejercicios de fortalecimiento específico para EEII, lo cual es una limitación del estudio. (Sandrey et al. 2013)

En la literatura hay estudios donde se obtienen resultados positivos en el “Y” test post entrenamiento neuromuscular de CORE que duraron entre 6 a 8 semanas (Ozmen et al, 2016) (Filipa et al, 2010) (Vitale et al, 2018) con la característica que estas intervenciones incluyeron dentro de sus programas de entrenamiento feedback visual en la ejecución de los ejercicios para un buen alineamiento, ejercicios con distintas superficies inestables, carreras, saltos y estocadas. Esta variedad de ejercicios en cuanto a la velocidad, demanda neuromuscular y de superficies inestables fue escasa en nuestro protocolo de entrenamiento en comparación a dichos estudios que tuvieron resultados favorables en el “Y” test.

En la evaluación del puente prono tampoco se encontraron resultados significativos, posiblemente debido a que la pauta de ejercicios de CORE estaba enfocada en el fortalecimiento de estos grupos musculares y no en la resistencia, que es la principal característica en dicha evaluación. (Ozmen et al, 2016). Además hay estudios donde confirman que la medición a través de biofeedback es la mejor manera de obtener resultados cuantitativos para activar la musculatura de CORE ya que al utilizar electrodos de superficie sobre la musculatura, estos entregan información al detectar cambios en la actividad de

los músculos, todo esto expresado en números (Giggins et al., 2013). De acuerdo a lo señalado anteriormente, lo más atingente sería medir tanto el componente cualitativo como el cuantitativo a través de la plancha prono y el biofeedback, respectivamente. (Giggins et al., 2013) (Escamilla et al., 2016)

Al momento de realizar la selección de las participantes para componer el grupo de control y el grupo de intervención se optó por hacer una división a conveniencia según los días que asistían las gimnastas para que fuese más eficiente la realización del protocolo, quedando las gimnastas que asistían los días lunes y miércoles en el grupo control y las que asistían los martes y jueves en el grupo de intervención. De lo contrario, si se hubiese optado por dividir a los grupos de manera aleatoria, esto habría sido engorroso al momento de realizar el programa de entrenamiento ya que no podría haberse efectuado a la misma hora ni en los mismos días para el grupo de intervención.

Como limitación tenemos la rotación dentro del circuito de mediciones iniciales ya que se realizaron sin un orden preestablecido entre las tres estaciones. Eventualmente esto pudo afectar el resultado de estas mediciones ya que cada estación ejerce una mayor demanda sobre ciertos grupos musculares específicos (musculatura de MMII para SEBT y Sargent test, y musculatura de CORE para puente prono) por lo que probablemente el orden puede exigir en mayor manera los grupos musculares de MMII si se realiza SEBT y Sargent test de manera consecutiva versus si se realiza la prueba de puente prono entre ambas dando mayor tiempo de recuperación a estos grupos musculares de MMII.

Se debe recalcar que el número de desertores que hubo dentro del grupo de intervención de este estudio significó otra limitación al momento de realizar las mediciones finales, ya que los grupos quedaron con una diferencia de gimnastas importante que puede generar un conflicto al momento de analizar y comparar los resultados obtenidos entre cada grupo.

Otra limitante a mencionar es el nivel deportivo de las gimnastas que principalmente son amateur, ya que la mayoría practica este deporte hace aproximadamente un poco más de un año, y en gran parte de los estudios de referencia el nivel de los deportistas es de alto rendimiento con un mayor número de horas de entrenamiento basal y por lo tanto no son comparables en cuanto al rendimiento físico que pudiesen tener.

Más allá de las limitaciones del estudio, se destaca como un aporte el resultado de la prueba salto vertical en el grupo intervención posterior al programa de fortalecimiento de CORE, ya que estadísticamente fue significativo y permite relacionar el efecto de éste programa en el desempeño de la potencia de MMII a través de la prueba Sargent. Esta relación justifica la posibilidad de seguir elaborando programas de fortalecimiento de CORE que vayan en beneficio del rendimiento de habilidades físicas específicamente de miembro inferior para deportistas.

Con los resultados de este estudio surge la posibilidad de seguir investigando sobre protocolos de entrenamiento para gimnastas que puedan favorecer el rendimiento de habilidades físicas tales como el salto vertical y balance, pero también se abre la posibilidad de poder medir otras habilidades físicas a futuro que también vayan en beneficio del desempeño deportivo. Debido al aumento constante en la exigencia del deporte de alta competencia se recomienda ir relacionando este aumento en el desempeño con la prevención de lesiones que son recurrentes debido a la gran sobrecarga física.

Se recomienda a futuro poder medir otras habilidades físicas en gimnastas que incorporen al miembro superior ya que esta disciplina requiere de la demanda tanto de miembro inferior como superior, y de esta manera seguir aportando al estudio sobre una mejor preparación para el desempeño deportivo en este deporte.

Es necesario seguir investigando sobre cómo puede incidir un programa de fortalecimiento de CORE en el balance dinámico y relacionar los beneficios que pudiesen existir en éste y cómo puede contribuir esto en el mejor desempeño de habilidades físicas en deportistas de edades pre pubertad debido a la importancia que presenta esta etapa en la carrera de un deportista a futuro (Doussoulin-sanhueza, 2011).

## **Conclusión**

Al evaluar los resultados de esta investigación se acepta la hipótesis nula del proyecto “El protocolo de entrenamiento de CORE no incrementa el rendimiento de Salto y Balance en Gimnastas entre 10 a 12 años”.

## BIBLIOGRAFÍA

Akuthota, V., Nadler, S. F. (2004). Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(3), 86-92.

Araujo, S., Cohen, D., Hayes, L. (2015). Six Weeks of Core Stability Training Improves Landing Kinetics Among Female Capoeira Athletes: A Pilot Study. *Journal of Human Kinetics*, 45(1), 27–37.

Arkaev L.I., Suchilin N.G. How to Create Champions: The Theory and Methodology of Training Top-Class Gymnasts. Oxford: Meyer & Meyer Sport; 2004.

Ayán-Pérez, C., Cancela-Carral, J. M., Lago-Ballesteros, J., Martínez-Lemos, I. (2016). Reliability of Sargent Jump Test in 4- to 5-Year-Old Children. *Perceptual and Motor Skills*, 124(1), 39–57.

Barbado, D., Barbado, L., Elvira, J., Dieën, J., Vera-Garcia, F. (2016). Sports-related testing protocols are required to reveal trunk stability adaptations in high-level athletes. *Gait & Posture*, 49, 90–96.

Benis, R., Bonato, M., Torre, A. L. (2016). Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test. *Journal of Athletic Training*, 51(9), 688–695.

Bezerra, J., Albuquerque, L. (2009) . Investigação dos efeitos da hidroginástica sobre a qualidade de vida, a força de membros inferiores e a flexibilidade de idosas: um estudo no Serviço Social do Comércio - Fortaleza . *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* , 23 (4) , 335-344 .

Buckner, S. B., Bacon, N. T., Bishop, P. A. (2017). Recovery in Level 7–10 Women's USA Artistic Gymnastics. *International Journal of exercise science*, 10(5), 734–742.

Busquets, A., Aranda-Garcia, S., Ferrer-Uris, B., Marina, M., Angulo-Barroso, R. (2018). Age and gymnastic experience effects on sensory reweighting processes during quiet stand. *Gait & Posture*, 63, 177–183.

Chena Sinovas, M., Pérez-López, A., Álvarez Valverde, I., Bores Cerezal, A, Ramos-Campo, D., Rubio-Arias, J., Valadés Cerrato, D. (2015). Influencia de la composición corporal sobre el rendimiento en salto vertical dependiendo de la categoría de la formación y la demarcación en futbolistas. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1), 299-307.

C Jha, S., Sakai, T., Hangai, M., Toyota, A., Fukuta, S., Nagamachi, A., & Sairyo, K. (2016). Stress fracture of the thoracic spine in an elite rhythmic gymnast: A case report. *The Journal of Medical Investigation*, 63(1.2), 119–121.

Codinhato, R., Rubio, V., Oliveira, P., Resende, C. F., Rosa, B., Pujals, C., & Fiorese, L. (2018). Resilience, stress and injuries in the context of the Brazilian elite rhythmic gymnastics. *PloS one*, 13(12).

Cruvinel-Cabral, R. M., Oliveira-Silva, I., Medeiros, A. R., Claudino, J. G., Jiménez-Reyes, P., Boullosa, D. A. (2018). The validity and reliability of the "My Jump App" for measuring jump height of the elderly. *PeerJ*, 6, e5804.

De Salles, P., Vasconcellos, F., de Salles, G., Fonseca, R., Dantas, E. (2012). Validity and Reproducibility of the Sargent Jump Test in the Assessment of Explosive Strength in Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*, 33(1).

Donti, O., Tsolakis, C., & Bogdanis, G. C. (2014). Effects of baseline levels of flexibility and vertical jump ability on performance following different volumes of static stretching and potentiating exercises in elite gymnasts. *Journal of sports science & medicine*, 13(1), 105-113.

Doussoulin-Sanhueza, A. (2011). As underlying the neurorehabilitation from the stand from the standpoint of neuroplasticity. *Archivos De Neurociencias*, 16(4), 216-222.

Driediger, M., Vanderloo, L. M., Truelove, S., Bruijns, B. A., & Tucker, P. (2018). Encouraging kids to hop, skip, and jump: Emphasizing the need for higher-intensity physical activity in childcare. *Journal of sport and health science*, 7(3), 333-336.

Eriksrud, O., Federolf, P., Anderson, P., Cabri, J. (2018). Hand reach star excursion balance test: An alternative test for dynamic postural control and functional mobility. *Plos One*, 13(5), e0196813.

Escamilla, RF, Lewis, C., Bell, D., Bramblett, G., Lambert, S., Pecson, A, Andrews, JR (2016). Muscle Activation Among Supine, Prone and Side Position Exercises With and Without a Swiss Ball. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47, 470.

*Fédération Internationale de Gymnastique-Population*. (2017). *Fig-gymnastics.com*. Retrieved 12 September 2017, from <http://www.figgymnastics.com/site/about/federation/population>

Filipa, A., Byrnes, R., Paterno, M. V., Myer, G. D., Hewett, T. E. (2010). Neuromuscular training improves performance on the star excursion

balance test in young female athletes. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(9), 551-8.

França, F. R., Burke, T. N., Hanada, E. S., Marques, A. P. (2010). Segmental stabilization and muscular strengthening in chronic low back pain: a comparative study. *Clinics*, 65(10), 1013–1017.

Freeman, J., Gear, M., Pauli, A., Cowan, P., Finnigan, C., Hunter, H., ... Thain, J. (2010). The effect of core stability training on balance and mobility in ambulant individuals with multiple sclerosis: A multi-centre series of single case studies. *Multiple Sclerosis Journal*, 16(11), 1377–1384.

Giggins, O. M., Persson, U. M., & Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10, 60.

Gil, P., Braga, D., Vieira, F., Achour, A., Henrique, E. (2010) . Validade e Fidedignidade do Sargent Jump Test na Avaliação da Força Explosiva de Jogadores de Futebol . *Revista Brasileira de Ciências da Saúde* , 14 (1) , 21-26 .

Gómez-Landero, L., Vernetta, M., López, J. (2011). Análisis comparativo de la capacidad de salto en gimnastas de trampolín españoles. *Revista internacional de Ciencias del Deporte*, 24(7), 191-202.

Gonzalez, C., Bregains, F., Braidot, A. (2008). Análisis cinemático del salto en pacientes sin patologías en extremidades inferiores. *Revista Ingeniería Biomédica*, 2(3), 33-39.

González, G., Oyarzo, C., Fischer, M., De la Fuente, M. J., Diaz, V., Berral, F. J. (2011). Specific training of the postural balance in the Young soccer

players. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 10(41), 95-114.

Granacher, U., Schellbach, J., Klein, K., Prieske, O., Baeyens, J.-P., & Muehlbauer, T. (2014). Effects of core strength training using stable versus unstable surfaces on physical fitness in adolescents: a randomized controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 6(1).

Guimaraes-Ribeiro, D., Hernández-Suárez, M., Rodríguez-Ruiz, D., & García-Manso, J.M.. (2015). Efecto del entrenamiento sistemático de gimnasia rítmica sobre el control postural de niñas adolescentes. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 8(2), 54-60.

Hernández, S., Mulas, F., Mattos, L. (2004). Plasticidad neuronal funcional. *Revista de neurología*, 38(1), 58-68.

Huxel-Bliven, K. C., Anderson, B. E. (2013). Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 5(6), 514–522.

Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., & Shiraki, H. (2014). Effects of two types of trunk exercises on balance and athletic performance in youth soccer players. *International journal of sports physical therapy*, 9(1), 47–57.

Juarez, D. (2007). El Entrenamiento de la Fuerza Explosiva para el Salto, la Aceleración, el Lanzamiento y el Golpeo. *Laboratorio De Entrenamiento Deportivo, Facultad De Ciencias Del Deporte De Toledo*, 0(1), 1-20.

Jürimäe, J., Gruodyte-Raciene, R., Baxter-Jones, ADG. (2018). Effects of Gymnastics Activities on Bone Accrual during Growth: A Systematic Review. *J Sports SciMed*, 17(2), pp.245-258.

Kahle, N., Gribble P. (2009). Core Stability Training in Dynamic Balance Testing Among Young, Healthy Adults. *Athletic Training & Sports Health Care*, 1(2), 65-73.

Kibler, W. B., Press, J., Sciascia, A. (2006). The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Medicine*, 36(3), 189–198.

Kochanowicz, A., Kochanowicz, K., Niespodziński, B., Mieszkowski, J., Aschenbrenner, P., Bielec, G., & Szark-Eckardt, M. (2016). Maximal Power of the Lower Limbs of Youth Gymnasts and Biomechanical Indicators of the Forward Handspring Vault Versus the Sports Result. *Journal of human kinetics*, 53, 33-40.

Kong, Y., Park, S., Kweon, M.-G., Park, J. (2016). Change in trunk muscle activities with prone bridge exercise in patients with chronic low back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(1), 264–268.

Longoria, N., Josué, R., Fierro, D., Guillermina, L., Fernández-Castanys, F., Carrasco, B., Esther, C., Lujan, C. (2015). Análisis de salto vertical repetido en jugadores de baloncesto. *Educación Física y Ciencia*, 17(2).

López-Plaza, D., Juan-Recio, C., Barbado, D., Ruiz-Pérez, I. Vera-Garcia, F. (2018). Reliability of the Star Excursion Balance Test and Two New Similar Protocols to Measure Trunk Postural Control. *PM R*.

Lust, K. R., Sandrey, M. A., Bulger, S. M., Wilder, N. (2009). The Effects of 6-Week Training Programs on Throwing Accuracy, Proprioception, and Core Endurance in Baseball. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(3), 407–426.

Malina, R., Baxter-Jones, A., Armstrong, N., Beunen, G., Caine, D., Daly, R., Lewis, R., Rogol, A. Russell, K. (2013). Role of Intensive Training in the Growth and Maturation of Artistic Gymnasts. *Sports Medicine*, 43(9), 783-802.

Margheritini, F. (2011). *Orthopedic Sports Medicine* (3rd ed.). Milano: Springer-Verlag Italia.

Moeskops, S., Read, P., Oliver, J. and Lloyd, R. (2018). Individual Responses to an 8-Week Neuromuscular Training Intervention in Trained Pre-Pubescent Female Artistic Gymnasts. *Sports*, 6(4), 128.

Morales, R., Anthony, P., Chalá. L., del Rosario, L., Hernández, J.J., Navarrete, A., Rocío, M., Valladares, L., Jaime, L., Morales, C. (2017). Influencia de la masa grasa en el salto vertical de basquetbolistas de secundaria. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(1).

Moutzouri, M., Gleeson, N., Billis, E., Tsepis, E., Panoutsopoulou, I., & Gliatis, J. (2016). The effect of total knee arthroplasty on patients' balance and incidence of falls: a systematic review. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 25(11), 3439-3451.

Myer, G. D., Paterno, M. V., Ford, K. R., Quatman, C. E., Hewett, T. E. (2006). Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Criteria-Based Progression Through the Return-to-Sport Phase. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(6), 385–402.

Olmsted, L., Carcia, C., Hertel, J., Shultz, S. (2002). Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*, 37(4), 501–506.

Ozmen, T., Aydogmus, M. (2016). Effect of core strength training on dynamic balance and agility in adolescent badminton players. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(3), 565–570.

Pourkazemi, F., Hiller, C. E., Raymond, J., Nightingale, E. J., Refshauge, K. M. (2014). Predictors of chronic ankle instability after an index lateral ankle sprain: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(6), 568–573.

Saeterbakken, A. H., van den Tillaar, R., Seiler, S. (2011). Effect of Core Stability Training on Throwing Velocity in Female Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 712–718.

Sandrey, M. A., & Mitzel, J. G. (2013). Improvement in dynamic balance and core endurance after a 6-week core-stability-training program in high school track and field athletes. *Journal of sport rehabilitation* 22(4), 264-271.

Schwartz, G., Brueckner, D., Schedler, S., Kiss, R., Muehlbauer, T. (2018). Performance and reliability of the Lower Quarter Y Balance Test in healthy adolescents from grade 6 to 11. *Gait & Posture*, 67, 142-146.

Segarra, V., Heredia, J. R., Peña, G., Sampietro, M., Moyano, M., Mata, F., Silva-Grigoletto, M. E. D. (2014). Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 28(3), 521–529.

Shumway-cook, A. (2007). 7. In Sabatini, P (Ed), *Motor Control* (pp. 157-186). Pennsylvaniatr

Sleeper, M. D., Kenyon, L. K., & Casey, E. (2012). Measuring fitness in female gymnasts: the gymnastics functional measurement tool. *International journal of sports physical therapy*, 7(2), 124-38.

Sung, P. (2013). Disability and back muscle fatigability changes following two therapeutic exercise interventions in participants with recurrent low back pain. *Medical Science Monitor*, 19, 40-48.

Taboada-Iglesias, Y., Santana, M. V., Gutiérrez-Sánchez, Á. (2017). Anthropometric Profile in Different Event Categories of Acrobatic Gymnastics. *Journal of Human Kinetics*, 57(1), 169–179.

Tsao, H., Druitt, T. R., Schollum, T. M., Hodges, P. W. (2010). Motor Training of the Lumbar Paraspinal Muscles Induces Immediate Changes in Motor Coordination in Patients With Recurrent Low Back Pain. *The Journal of Pain*, 11(11), 1120–1128.

Vera-Garcia, F., Barbado, D., & Moya, M. (2014). Exercícios de estabilização do tronco para indivíduos saudáveis. *Revista Brasileira De Cineantropometria E Desempenho Humano*, 16(2).

Vera-García, F., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., Elvira, J. (2015). Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 8(3), 130–137.

Vitale, J., La Torre, A., Banfi, G. and Bonato, M. (2018). Effects of an 8-Week Body-Weight Neuromuscular Training on Dynamic Balance and Vertical Jump Performances in Elite Junior Skiing Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 911-920.





Yanagisawa, O., Futatsubashi, G., Taniguchi, H. (2018). Side-to-side difference in dynamic unilateral balance ability and pitching performance in Japanese collegiate baseball pitchers. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(1), 58–62.

Yingling, V., Castro, D., Duong, J., Malpartida, F., Usher, J. O, J. (2018). The reliability of vertical jump tests between the Vertec and My Jump phone application. *PeerJ*, 6, p.e4669.

Young, W.B., Behm, D.G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J Sports Med Phys Fitness*. 43(1), 21-7.

## ANEXOS

### Anexo N° 1: Programa de entrenamiento

SEMANA 1 Y 2	
<p>PUENTE PRONO</p> 	<p>PUENTE SUPINO</p> 
<p>PUENTE LATERAL</p> 	<p>PUENTE SUPINO ELEVANDO PIERNA</p> 

**SEMANA 3 Y 4**

**SUPERMAN**



**PUENTE LATERAL DESCENDIENDO CADERA**

Posición inicial

Posición final



**PUENTE PRONO CON BALÓN SUIZO SUIZO**

**PUENTE SUPINO CON BALÓN SUIZO**



## SEMANA 5 Y 6

### PUENTE PRONO CON BALÓN SUIZO FLEXIONANDO PIERNAS

Posición inicial

Posición final



### PUENTE LATERAL TOCANDO CODO CON RODILLA

Posición inicial

Posición final



## SEMANA 5 Y 6

### PUENTE SUPINO CON BALÓN SUIZO FLEXIONANDO PIERNAS

Posición inicial



Posición final



### CRUNCH SOBRE BALÓN SUIZO

Posición inicial



Posición final



## Anexo N° 2: Consentimiento Informado



UNIVERSIDAD  
**Finis Terrae**

### DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Nombre del Estudio:** Efecto de un protocolo de fortalecimiento de musculatura estabilizadora lumbopélvica de seis semanas de duración para el rendimiento del salto y balance en gimnastas entre 10 y 12 años de edad.

**Investigador Responsable:** Enrique Tomás González Sepúlveda [tgonzalezs@uft.edu](mailto:tgonzalezs@uft.edu)

+56977258418

Víctor Alfredo Martínez Díaz [Vm9@uft.edu](mailto:Vm9@uft.edu) +56984562916

Macarena Andrea Olivares González [molivaresg@uft.edu](mailto:molivaresg@uft.edu)

+56996919598

**Unidad Académica:** Escuela de Kinesiología, Universidad FinisTerrae

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar, (o permitir participar a su hijo/hija, familiar o representado) -o no- en una investigación, y, si es el caso, para autorizar el uso de muestras humanas o información personal (por ejemplo, información de la ficha clínica).

Lea cuidadosamente este documento, puede hacer todas las preguntas que necesite al investigador y tomarse el tiempo necesario para decidir.

## **1.Objetivos de la investigación**

Usted ha sido invitado/invitada a participar en este estudio porque se requieren niños entre los 10 a 12 años que practiquen de manera regular gimnasia para poder comparar los efectos del entrenamiento de fortalecimiento de musculatura estabilizadora lumbopélvica en el salto vertical y balance dinámico en gimnastas jóvenes. Se pretende reclutar a 50 alumnos cuyas edades fluctúan entre 10 y 12 años de la escuela de gimnasia Tomás González de la comuna de Las Condes, Santiago de Chile.

## **2. Procedimientos de la investigación: Metodología**

La investigación comenzará aplicando una encuesta de datos generales a los participante para poder confeccionar una base de datos de cada uno de ellos. Luego se coordinarán las fechas y horas para realizar la evaluación inicial que consiste en aplicar 3 pruebas físicas: plancha prono para la musculatura estabilizadora de la zona lumbopélvica, salto vertical para evaluar la potencia de las extremidades inferiores y balance para evaluar el equilibrio) que tomará un tiempo de 5 minutos por cada una. La evaluación inicial demorará 20 minutos como máximo por persona y luego se comenzará a aplicar la primera prueba. Posterior a esto se dividirán los participantes en dos subgrupos, un será el grupo de intervención el cual realizará el programa de fortalecimiento de musculatura de CORE y el segundo grupo será el grupo control, para poder comparar los resultados con el primero grupo, el cual seguirá con su entrenamiento de gimnasia artística de manera normal, sin aplicar el programa de fortalecimiento que se efectuará en el primer grupo. La segunda etapa de la intervención comienza con la aplicación del programa de fortalecimiento de la musculatura de CORE durante 6 semanas, 2 veces por semana dentro de los últimos 15 minutos de cada entrenamiento. Finalizando las 6 semanas de intervención se determinará una fecha para aplicar una evaluación final a cada uno de los participantes, tanto del grupo de intervención como del grupo control. Esta

evaluación final será aplicada de la misma forma que la evaluación inicial y se realizará en un plazo máximo de 5 días.

Los datos podrán ser entregados a usted si es que así lo requiere en formato Excel vía archivo digital o impreso en papel. En caso de obtener alguna información relevante de salud estos datos le serán informados al igual que al profesional de salud tratante el que le indicará el curso de acción más adecuado para su representado.

### **3. Beneficios**

representado puede o no beneficiarse con el programa de intervención a realizarse en este estudio y sus capacidades de resistencia muscular, salto vertical y balance podrían mejorar o mantenerse igual. Sin embargo, en el caso de que su representado forme parte del grupo de intervención al cual se le aplicará el programa de fortalecimiento, tendrá la posibilidad de mejorar la función de la musculatura de tronco y pelvis, y por otro lado si el resultado del entrenamiento es positivo, eventualmente, podría tener mejorías en ciertas cualidades funcionales de brazos y piernas que se relacionan con una disminución del riesgo a padecer lesiones.

### **4. Riesgos**

Esta investigación no tiene riesgo para su representado.

### **5. Costos**

No existen costos asociados a esta investigación, ya que la intervención se realizará los mismos días que su representado acuda a sus entrenamientos en la Escuela de Gimnasia.

## **6. Confidencialidad de la información**

La información obtenida se mantendrá en forma confidencial. Los datos obtenidos sólo serán conocidos por los investigadores y utilizados para la toma de mediciones, para el análisis de los datos y para la presentación gráfica de estos.

Es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo, el nombre de su representado no será conocido.

## **7. Voluntariedad**

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria.

Usted tiene el derecho a no aceptar participar o a retirar su consentimiento y retirarse (o retirar a su representado) de esta investigación en el momento que lo estime conveniente. Al hacerlo, usted (o su representado) no pierde ningún derecho que le asiste como alumno de esta institución y no se verá afectada la calidad que merece.

Si usted retira su consentimiento la información obtenida no será utilizada.

## **9. Preguntas**

Si tiene preguntas acerca de esta investigación médica puede contactar o llamar al Investigador Responsable del estudio, Víctor Martínez Díaz al teléfono +56984562916.

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad FinisTerra. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: [cec@uft.cl](mailto:cec@uft.cl) del Comité Ético Científico, para que la presidenta, Pilar Busquets Losada, lo derive a

la persona más adecuada.

#### **10. Declaración de consentimiento**

- Se me ha explicado el propósito de esta investigación, los procedimientos, los riesgos, los beneficios y los derechos que me asisten (o a mi representado) y que me puedo retirar (o mi representado) de ella en el momento que lo desee.
- Firmo este documento voluntariamente, sin ser forzado/forzada a hacerlo.
- No estoy renunciando a ningún derecho que me asista (o a mi representado).
- Se me comunicará de toda nueva información relacionada con el estudio que surja durante la investigación y que pueda tener importancia directa para mí o mi representado.
- Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación (o la de mi representado) en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee. En el caso de retiro, no sufriré sanción o pérdida de derechos.
- Al momento de la firma, se me entrega una copia firmada de este documento.

<hr/> <b>Representante</b>	<hr/> <b>Firma</b>	<hr/> <b>Fecha</b>
<hr/> <b>Investigador</b>	<hr/> <b>Firma</b>	<hr/> <b>Fecha</b>
<hr/> <b>Investigador</b>	<hr/> <b>Firma</b>	<hr/> <b>Fecha</b>
<hr/> <b>Investigador</b>	<hr/> <b>Firma</b>	<hr/> <b>Fecha</b>
<hr/> <b>Director de Escuela</b>	<hr/> <b>Firma</b>	<hr/> <b>Fecha</b>



### **Asentimiento informado para Menores Participantes de Trabajo de Investigación**

El propósito de esta ficha es entregar a los participantes en este estudio de investigación una explicación del mismo, además de su rol en él como participantes.

El presente estudio de investigación es conducido por Tomás González, Víctor Martínez y Macarena Olivares, alumnos de la universidad Finis Terrae. El objetivo es entrenar la musculatura estabilizadora del tronco y pelvis y luego medir los resultados en el salto vertical y balance (equilibrio).

Si aceptas participar, se te pedirá dedicar 15 minutos extras de tu entrenamiento tradicional, sin la necesidad de trasladarte a otro lugar ni asistir días extras al entrenamiento.

La participación en este estudio es voluntaria y te puedes retirar en cualquier momento a pesar de que tus padres hayan firmado el consentimiento. Tus resultados serán identificados usando un número y, por lo tanto, nadie sabrá cuáles son tus resultados.

Si tienes alguna duda sobre esta investigación, puedes hacer preguntas en cualquier momento durante tu participación o si decides puedes retirarte sin que eso te perjudique en ninguna forma.

Desde ya agradecemos tu participación

Yo, \_\_\_\_\_, acepto participar  
y he sido informado de las características del estudio.

\_\_\_\_\_

Nombre del participante

\_\_\_\_\_

Firma del participante

Anexo N° 4: Tabla de resultados

1.- Sargent

SARGENT	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	37,3	37,6	36,2	41,2
DE	6,26	6,13	5,4	4,65

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,018	Si
Tiempo (intervención)	0,008	Si
Grupo	0,493	No

	Significativo?	Valor P ajustado
Control	No	0,959
Intervención	Si	0,003

2.- Miembro Inferior Izquierdo alcance Anterior

I Ant	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	69,7	72,7	74,9	77
DE	7,94	6,66	5,98	5

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,713	No
Tiempo (intervención)	0,050	Si
Grupo	0,024	SI

	Significativo?	Valor P ajustado
Control	No	0,123
Intervención	No	0,497

### 3.- Miembro Inferior Izquierdo Alcance Posterolateral

I PL	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	68,6	72,4	69,3	73,7
DE	7,74	7,17	7,88	5,82

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,823	No
Tiempo (intervención)	0,004	Si
Grupo	0,642	No

	Significativo?	Valor P ajustado
Control	No	0,051
Intervención	No	0,073

### 4.- Miembro Inferior derecho alcance Anterior

D Ant	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	68,7	74,7	73,1	79,2
DE	7,07	7,74	4,01	4,76

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,961	No
Tiempo (intervención)	<0,0001	Si
Grupo	0,035	Si

	Significativo?	Valor P ajustado
Control	Si	0,0002
Intervención	Si	0,0015

5.- Miembro Inferior Derecho alcance Posteromedial

D PM	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	71,7	77,3	74,2	79,8
DE	7,82	4,92	5,78	6,27

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,982	No
Tiempo (intervención)	0,0003	Si
Grupo	0,867	No

	Significativo?	Valor P ajustado
Control	Si	0,006
Intervención	Si	0,029

6.- Miembro Inferior Derecho alcance Posterolateral

D PL	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	69,4	73,8	69,8	73,7
DE	7,1	6,43	7,34	5,17

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,775	No
Tiempo (intervención)	0,0004	Si
Grupo	0,927	No

	Significativo?	Valor P ajustado
Control	Si	0,004
Intervención	Si	0,048

7.- CORE

CORE	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	70,7	86,4	77,6	83,9
DE	46,3	46,7	18,1	18,5

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,140	No
Tiempo (intervención)		
Grupo		

8.- Miembro Inferior Izquierdo alcance Posteromedial

I PM	Control		Intervención	
	Pre	Post	Pre	Post
Promedio	71,5	75,7	74,6	78,9
DE	6,37	7,58	7,69	4,73

Fuente de variación	Valor P	Significativo?
Interacción	0,963	No
Tiempo (intervención)		
Grupo		

Anexo N°5: Programa de entrenamiento abitual de gimnastas.

Volumen de 2 horas cronológicas que se realizan 2 veces por semana. El formato es el siguiente:

- Calentamiento 30 minutos iniciales: Comprende ejercicios de movilidad articular, desplazamientos, estiramientos musculares dinámicos, trabajos posturales y ejecución de elementos técnicos dominados (parada de manos, ruedas, volteretas, rondat, inversiones, etc).
- Preparación física general siguientes 20 minutos: Rodillas al pecho en suspensión con rodillas extendidas en la fase excéntrica 8 repeticiones, puente prono, laterales y supino con apoyo de antebrazos (20 segundos cada uno), 1 trepa subiendo solo con brazos hasta donde pueda y luego agregar piernas, 8 fondos de brazos en paralelas con asistencia, 30 abdominales crunch en el piso y 30 dorsolumbares decúbito prono en el piso por 3 series.
- Primer aparato siguientes 25 minutos: Elementos técnicos y metodologías propias del nivel 2 y 3 USA Gymnastics.
- Segundo aparato siguientes 25 minutos: Elementos técnicos y metodologías propias del nivel 2 y 3 USA Gymnastics.
- Flexibilidad y vuelta a la calma últimos 10 min: Progreciones para spagat en plano sagital y frontal, elongación de isquiotibiales sedente en piso con piernas estiradas juntas y tronco hacia piernas y lo mismo con piernas separadas, puentes (20 segundos cada posición).