



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**COMPARACIÓN ENTRE EJERCICIOS DE ESTABILIZACIÓN
LUMBOPÉLVICA VERSUS PLIOMÉTRICO DE MIEMBRO
SUPERIOR PARA MEJORAR LA VELOCIDAD DE LANZAMIENTO
EN SELECCIONADOS JUVENILES VARONES DE BALONMANO
ENTRE 16 Y 18 AÑOS**

ROBERTO GABRIEL CONTRERAS JIMÉNEZ
CRISTIÁN ANDRÉS MARCOS BERNDT
MAXIMIANO ANDRÉS MONTALVA CÁCERES

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

Profesor Guía: Kigo. Rodolfo Hidalgo Navarrete

Santiago de Chile

2016

FORMULARIO DE APROBACION

Investigador 1: ROBERTO GABRIEL CONTRERAS JIMÉNEZ

Firma investigador 1:

Investigador 2: CRISTÍAN ANDRÉS MARCOS BERNDR

Firma investigador 2:

Investigador 3: MAXIMIANO ANDRÉS MONTALVA CÁCERES

Firma investigador 3:

Profesor guía: klgo. RODOLFO HIDALGO N.

Firma profesor guía:

Profesor corrector 1: GONZALO NIÑO GUGGISBERG

Firma corrector 1:

Profesor corrector 2: MARCO KOKALY FARAH

Firma corrector 2:

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a todas las personas que nos apoyaron, nos guiaron y estuvieron presentes durante todo el proceso de investigación, principalmente a nuestros familiares, pololas, amigos, profesores, cuerpo técnico-médico del balonmano y seleccionados nacionales.

AGRADECIMIENTO

Al final de nuestra investigación por la cual optamos al título de Kinesiólogo, queremos agradecer a nuestros padres, hermanos, familiares, pololas y amigos que nos apoyaron durante todos estos años de formación académica.

También queremos agradecer a nuestro profesor guía Rodolfo Hidalgo por el apoyo entregado en todo el proceso de investigación y de formación académica, También agradecer a los profesores del área: Katherine Stöwhas, Claudio Oyarzo, Marcelo Avendaño, Gonzalo Niño y Marco Kokaly que contribuyeron e influenciaron para la realización de esta tesis, y una mención especial a Karen Lobos por su paciencia y buena disposición ante nuestras inquietudes.

Agradecimiento especial a Claudio Lira y a la Federación Chilena de Balonmano por su colaboración para la realización de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| Índice de ilustraciones, tablas y gráficos | VIII |
| Resumen | IX |
| Abstract | X |
| Lista de abreviaturas | XI |
| Introducción | 1 |
| Marco teórico..... | 3 |
| I. Cualidades y características del balonmano | 3 |
| a. Aspectos generales | 3 |
| b. Grado de experiencia y nivel de competencia | 4 |
| c. Edad en relación al rendimiento..... | 5 |
| d. Posición dentro del campo de juego y rendimiento..... | 5 |
| e. Velocidad de lanzamiento y técnica individual | 7 |
| II. Lanzamiento en el balonmano | 7 |
| a. Generalidades y fases del lanzamiento | 7 |
| b. Tipos de lanzamiento y su efectividad | 9 |
| c. Secuencia en la ejecución del lanzamiento | 10 |
| d. Análisis del movimiento en relación a la técnica y velocidad de lanzamiento..... | 11 |
| e. Influencia en el crecimiento y grado de experiencia deportiva en relación al lanzamiento | 13 |
| f. Velocidad vs. Precisión..... | 14 |
| III. Fundamentos de la estabilización lumbopélvica | 14 |
| a. Concepto de la estabilización lumbopélvica..... | 14 |
| b. Musculatura lumbopélvica, su importancia y su relación con miembro superior | 17 |
| c. Control sensorio-motriz..... | 20 |
| d. Beneficios del entrenamiento lumbopélvico en relación al | |

| | |
|---|----|
| balonmano | 21 |
| e. Estabilización lumbopélvica y rendimiento deportivo | 25 |
| IV. Fundamentos de ejercicios pliométricos | 26 |
| a. Concepto y bases de los ejercicio pliométrico | 26 |
| b. Entrenamiento con el método pliométrico en miembro superior ... | 29 |
| c. Ejercicios pliométricos y rendimiento deportivo | 31 |
| V. Problema del estudio..... | 32 |
| VI. Pregunta de investigación | 33 |
| VII. Objetivo general | 33 |
| VIII. Objetivos específicos | 33 |
| IX. Hipótesis del estudio | 33 |
| Materiales y método | 35 |
| I. Diseño del estudio..... | 35 |
| II. Universo, tipo de muestreo y tamaño de la muestra | 35 |
| III. Criterios de inclusión y exclusión | 36 |
| IV. Metodología de la obtención de datos y de la intervención realizada | 36 |
| V. Variables del estudio | 39 |
| a. Dependientes..... | 39 |
| 1. Velocidad de lanzamiento del balón | 39 |
| 2. Fuerza máxima de miembro superior | 39 |
| 3. Resistencia de la musculatura lumbopélvica..... | 39 |
| b. Independientes | 40 |
| 1. Protocolo de entrenamiento pliométrico para miembro superior. | |
| | 40 |
| 2. Protocolo de entrenamiento de estabilización lumbopélvica ... | 41 |
| VI. Análisis estadístico..... | 43 |
| Resultados | 44 |
| Discusión..... | 48 |
| Conclusión..... | 52 |

| | |
|--------------------|----|
| Bibliografía | 53 |
| Anexos | 57 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES, TABLAS Y GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Tabla N°1: Edad, altura y peso de los participantes..... | 35 |
| Grafico N° 1: Velocidad del lanzamiento pre y post | 44 |
| Tabla N°2: Valores pre y post en la velocidad del lanzamiento en el grupo control, pliométrico y de estabilización..... | 57 |
| Grafico N° 2: 1RM en press banca pre y post | 45 |
| Tabla N°3: Valores pre y post en 1 RM de press banca en el grupo control, pliométrico y de estabilización..... | 57 |
| Grafico N° 3: Test de plancha medido en segundos pre y post..... | 46 |
| Tabla N° 4: Tiempo en el test de plancha en el grupo control, pliométrico y de estabilización..... | 57 |

RESUMEN

Objetivo: de este estudio fue comparar los efectos de dos protocolos, un protocolo de ejercicios de estabilización lumbopélvica y un entrenamiento pliométrico del miembro superior en relación a la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano masculinos de 16 a 18 años. Con esta investigación queremos proporcionar datos cuantitativos sobre qué tipo de entrenamiento produce más cambios en la velocidad de lanzamiento en el balonmano. **Método:** 17 jugadores entre 16 y 18 años de edad fueron divididos al azar en 3 grupos, un grupo de estabilización lumbopélvica (ELP), un grupo pliométrico (PLI) y un grupo control (CON) todos los grupos realizaron su entrenamiento regular de balonmano, además, dos veces por semana su protocolo de intervención específico. Medimos antes y después de 8 semanas la máxima velocidad de lanzamiento, 1RM de press de banca y el test de plancha de resistencia específica de deporte. Este estudio fue analítico-experimental, longitudinal y prospectivo. Todos los datos fueron tomados en el Centro de Alto Rendimiento, con la habitual superficie de entrenamiento. Los criterios de inclusión y exclusión fueron edad, sexo y lesiones que no les permitieran participar en la intervención. **Resultados.** Todos los grupos mejoraron significativamente ($p < 0,05$) la velocidad de lanzamiento después de 8 semanas, el grupo pliométrico y de estabilización del núcleo tuvieron los mejores resultados y el grupo de estabilización lumbopélvica fue el con mejor resultado de los tres grupos. **Conclusión:** Un entrenamiento pliométrico del brazo superior y un protocolo de estabilización del núcleo son eficaces para mejorar significativamente la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano entre 16 y 18 años.

Keywords: Core stabilization, throwing, plyometric exercise, Handball, sport, velocity throwing.

ABSTRACT

Purpose: The aim of this study was to compare the effects of two protocols, a core stabilization exercises program and a plyometric training of the upper arm in relationship of the throwing velocity in male Handball players of 16 to 18 years old. With this investigation we want to provide quantitative data about what kind of training produce the most changes in throwing velocity in Handball. **Method:** 17 players between 16 and 18 years old were randomly divided into 3 groups, a core stabilization group (ELP), a plyometric group (PLI) and a control group (CON) all groups performed their regular handball training, in addition, twice a week their specific intervention protocol. We measured before and after 8 weeks maximal throwing velocity, 1RM bench press and sport-specific endurance plank test. This study was analytical-experimental, longitudinal and prospective. All measurements were taken in CAR (Centro de Alto Rendimiento), with the habitual surface of training. The inclusion and exclusion criteria were age, gender and injuries that did not allow them to participate in the intervention. **Results.** All groups significantly ($p < 0,05$) improve the throwing velocity after 8 weeks, plyometric and core stabilization group had the better results and the core stabilization group had the better results of all three groups. **Conclusion:** a plyometric training of the upper arm and a core stabilization program are both effective in significantly improve the throwing velocity in male handball players between 16 and 18 years old.

Keywords: Core stabilization, throwing, plyometric exercise, Handball, sport, velocity throwing.

LISTA DE ABREVIATURAS

APA = Ajustes posturales anticipatorios.

BS = Base de sustentación.

CAE = Ciclo acortamiento-estiramiento.

CAR = Centro de alto rendimiento.

COM = Centro de masa

DE = Deportistas elite.

DNE = Deportistas no elite.

ELP = Estabilización lumbopélvica.

MMII = Miembros inferiores.

MMSS = Miembros superiores.

M/s^2 = Metros por segundo al cuadrado.

PLI = Pliométrico (s).

SEG = Sistema estabilizador global.

SEL = Sistema estabilizador local.

INTRODUCCIÓN

El balonmano como deporte requiere de varias cualidades físicas como mentales, existen factores propios del deporte y factores morfológicos que dependerán propiamente del individuo. Algunas de sus cualidades físicas más importantes dentro de la disciplina son la fuerza, potencia en el salto y la velocidad en el lanzamiento del balón. (Ingebrigtsen, J, Jeffreys, I, Rodahl, S. 2013 & Pieper, H. 1998) Estas tres variables son muy importantes a la hora de desarrollar el juego, siendo el objetivo anotar en el arco contrario. Las demandas físicas tanto en la locomoción, defensa y ataque hacen que este deporte necesite de ciertas habilidades motoras para lograr el alto rendimiento. (Michalsik, L, Klavs, M, Aagaard, P. 2015) En el lanzamiento del balón y su velocidad será fundamental para lograr el éxito en el juego. A mayor velocidad de lanzamiento aumentan las demandas de la velocidad de reacción tanto para defensas como para el portero rival. (Zapartidis, I, Varelziz, I, Gouvali, M, Kororos, P. 2009)

Debido al nivel actual de este deporte en nuestro país los fundamentos de los entrenamientos no están del todo estudiados en su teoría, de esta manera deja endeble el desarrollo de las cualidades fundamentales para este deporte como lo es la velocidad de lanzamiento del balón. Esto puede influir en la menor tasa de éxito a la hora de competencias locales e internacionales debido a un pobre control de las variables y cualidades del deporte. (Schorer, J, Baker, J, Fath, F, Jaitner, T. 2007) Es por ello que este estudio se enfocará en dos protocolos de entrenamiento para aumentar la velocidad del lanzamiento del balón en jugadores de balonmano, entregando información relevante a profesionales, cuerpo técnico y equipo de salud sobre el entrenamiento de esta variable en el deporte.

Para aumentar la velocidad en el lanzamiento del balón realizaremos dos protocolos de entrenamientos en los seleccionados chilenos varones entre 16 y 18 años que tengan una práctica constante en el balonmano, éstos tratarán de un protocolo de entrenamiento pliométrico (PLI) para el miembro superior (MMSS) y otro protocolo para favorecer el control y fortalecimiento de la musculatura estabilizadora lumbopélvica (ELP). (Gelen, E, Dede, M, Bingul, B, Bulgan, C,

Aydin, M. 2012 & Saeterbakken, A, Van Den Tillar, R, & Seiler, S. 2010) Se realizarán mediciones previas y posteriores a 8 semanas para así realizar las debidas comparaciones al final de este estudio y sacar conclusiones respecto a que protocolo de entrenamiento favorece dicha cualidad.

Al ser un deporte en crecimiento en los últimos años y con logros tanto a nivel Panamericano como Sudamericano, pero no a nivel mundial, es necesario implementar nuevos recursos y formas de entrenamiento para favorecer cualidades físicas-técnicas dentro de la disciplina, ya que la información ofrecida es escasa o poco digerida por el cuerpo técnico. (Schorer, J. 2007) Es por esto que la finalidad de este estudio es entregar un soporte científico sobre métodos de entrenamiento óptimos para aumentar la velocidad de lanzamiento del balón, siendo una de las cualidades más importantes dentro del deporte.

Además, esta investigación brindará información sobre cual tipo de entrenamiento es más efectivo como complemento del entrenamiento regular en jugadores de balonmano para mejorar la velocidad de lanzamiento y con ello generar mayor efectividad a la hora de una participación deportiva. Este estudio nos entregará información acerca de las mejoras que pudiesen producir estos protocolos de intervención en jugadores de balonmano y su importancia como complemento del entrenamiento.

MARCO TEÓRICO

I. Cualidades y características del balonmano

a. Aspectos generales:

Si hablamos en aspectos generales, el balonmano es un deporte colectivo donde participan dos equipos compuestos por 7 jugadores en cada uno (1 portero y 6 jugadores de campo) y el objetivo radica en lanzar un balón convirtiendo un gol en la portería del equipo contrario. El campo de juego es de 40 metros de largo y 20 metros de ancho, y el equipo que anote más goles en un total de dos periodos de 30 minutos cada uno será el ganador. (Ingebrigtsen, J. 2013 & Pieper, H. 1998) El deporte implica contacto físico constante, lanzamientos/tiros a portería, bloqueos y cortes que requieren de gran demanda física, por lo que la indemnidad corporal es fundamental para su desarrollo. (Michalsik, L. 2015) La gran demanda física en los traslados, locomociones y lanzamientos desafía constantemente el control postural de los deportistas, es por ello que estos deportistas, en su desarrollo activo, deben lograr un buen control postural y una adecuada producción de fuerzas, necesarias, para la ejecución de los movimientos específicos. (Michalsik, L. 2015 & Pieper H. 1998) El balonmano como definición entra en los deportes multidireccionales y es por ello que requiere de un mayor desplazamiento del centro de masa (COM) fuera de la base de sustentación (BS) desafiando constantemente a la estabilidad dinámica, por lo cual se necesita de un óptimo control postural para alcanzar el rendimiento deseado. (Samson, K, Sandrey, M. 2005).

El balonmano se caracteriza por ser un juego intermitente, explosivo, de alta intensidad, alta velocidad que a su vez requiere de una óptima capacidad aeróbica y anaeróbica con destrezas motoras implicadas en el control postural, como también de los movimientos periféricos, además de otras cualidades como la flexibilidad, salto y velocidad de lanzamiento que permiten alcanzar el alto rendimiento en este deporte. (Ingebrigtsen, J. 2013 & Zapartidis, I. 2009) El desempeño exitoso de este deporte requiere potencia explosiva de las cuatro extremidades, velocidad en el salto y de la sensación cinestésica del control del

balón. (Zapartidis, I. 2009) Si bien existen cualidades propias del deporte, también existe el factor antropométrico o factor individual (morfológico) de cada deportista. Se ha descrito para el balonmano que tanto la longitud brazo-palma como el tamaño palmar y la estatura del deportista serán factores determinantes a la hora de alcanzar el alto rendimiento y con ello optimizar las formas adecuadas de entrenamiento de acuerdo a sus características morfológicas. (Ingebrigtsen, J. 2013, Massuça, L, Fragoso, I. 2015, Laffaye, G. 2012 & Zapartidis, I. 2009) Uno de los factores importantes a considerar es la longitud de las extremidades superiores, donde existe una correlación directa entre una mayor longitud brazo-palma mayor será la capacidad para generar velocidad de lanzamiento. A su vez, el tamaño palmar jugará un rol importante en las habilidades motrices del deportista asociado a la manipulación del balón. (Massuca, L. 2015 & Zapartidis, I. 2009) Se demostró en deportistas de balonmano con un mayor tamaño palmar (entre 24-26 cm) mejora la habilidad motriz con el balón en este deporte, mejorando a su vez la puntuación en un partido. (Massuca, L. 2015) Si bien son factores importantes que debemos considerar, este estudio no se centra en el fenotipo antropométrico del deportista, pudiendo ser factores relevantes para alcanzar el alto rendimiento.

b. Grado de experiencia y nivel de competencia:

El nivel de competencia y características físicas entre deportistas elite (DE) y deportista no elite (DNE) también será una condicionante a la hora de alcanzar el rendimiento óptimo. Se ha visto que los DE tienen una mayor envergadura física en comparación de los DNE, siendo la espalda, brazos y palma las características más diferenciadoras entre ambos grupos. (Massuça, L. 2015 & Zapartidis, I. 2009) Se ha visto que los DE asociado a una mayor envergadura corporal en comparación a DNE tienen mayor extensión de codo, y esto conlleva a un aumento en la velocidad de lanzamiento del balón. (Massuça, L. 2015 & Zapartidis, I. 2009) También se vio que los deportistas con mayor experiencia deportiva, mayor era el aprendizaje motor en la ejecución del movimiento, por lo que puede

favorecer la cualidad que está en estudio, que en este caso sería el lanzamiento (Schorer, J. 2007) Por lo tanto no debemos subestimar estos datos, sobre todo en jugadores de categorías inferiores, siendo datos predictivos en el desarrollo del deportista.

c. Edad en relación al rendimiento:

A todo lo anterior debemos sumarle el factor edad y a qué edad se comenzó a realizar al disciplina. En el estudio de Ingebrigtsen, J. (2013) se dijo que entre los 16 y 18 años de edad no existe una diferencia significativa con respecto a la adquisición de habilidades motoras, y que estas deben ser desarrolladas antes de dicha edad. Es por ello que se debe considerar los años de experiencia en el deporte (balonmano) para guiar el entrenamiento y alcanzar el rendimiento deseado. Teniendo capacidades motrices pre-desarrolladas en edades tempranas, se habla entre los 8 hasta los 12 años, facilita la adquisición y formación de nuevas habilidades que requieran mayor precisión. (Ingebrigtsen, J. 2013) De tal modo, el cuerpo técnico debe ser capaz pesquisar las debilidades y posibles áreas de mejora para lograr al alto rendimiento en estos deportistas. (Ingebrigtsen, J. 2013)

d. Posición dentro del campo de juego y rendimiento:

Otra condicionante es la posición dentro del campo de juego. En el estudio realizado por Zapartidis, I. (2009) se encontró que tanto los pivotes como laterales eran los que realizaban mayor lanzamientos hacia el objetivo, a su vez, se encontró un aumento en la velocidad de lanzamiento del balón mayor en los DE que en los DNE tanto para laterales como pivotes. Estos datos nos dice en que jugadores dentro del campo de juego debiésemos enfocar el entrenamiento para favorecer ciertas cualidades. También se ha descrito que los aleros son los jugadores que logran un mayor *sprint* en una distancia de 30 metros, tanto para hombres como mujeres elite. (Zapartidis, I. 2009) Por otro lado, los aleros en

relación a los otros jugadores dentro del campo de juego son los que tienen menor contacto físico con el oponente. (Michalsik, L. 2015) Los pivotes en comparación a jugadores centrales y laterales son los que generan mayor cantidad de carreras a alta intensidad. (Michalsik, L. 2015) Los porteros, por otro lado, han demostrado tener una mayor capacidad de salto vertical que los demás jugadores dentro del campo de juego, siendo mayor en DE en comparación a DNE. (Zapartidis, I. 2009) Si bien la posición juega un rol importante en las cualidades del deportista, en este estudio no se correlacionan datos entre la posición dentro del campo de juego y velocidad de lanzamiento del balón.

e. Velocidad de lanzamiento y técnica individual:

La velocidad de lanzamiento del balón es uno de los componentes más importantes en el balonmano. Se ha descrito como una de las cualidades más relevantes para alcanzar el éxito en el juego acompañado de la precisión. (Zapartidis, I. 2009) La optimización de la velocidad y precisión del lanzamiento se puede explicar por varios factores, principalmente por la velocidad que será determinada por la sumatoria de fuerzas gracias a la extensión de codo y rotación interna del hombro, ambas serán responsables de la velocidad del lanzamiento contribuyendo entre 67-73% a esta, además de otros factores como la fuerza muscular, género, edad, coordinación neuromuscular y peso-tamaño del balón influirán en la velocidad del lanzamiento (Laffaye, G. 2012, Van Den Tillar, R, Ettema G. 2004, Wagner, H, Müller, E. 2008 & Zapartidis, I, Skoufas, D, Varelzidis, I, Christodoulidis, T, Toganidis, T, Kororos, P. 2009) Es por esto que su importancia recae en el éxito para vencer tanto al defensa como portero rival, esto genera a su vez, que preparadores físicos, entrenadores, kinesiólogos y atletas realicen un trabajo complementario para lograr la mayor eficacia en relación a esta cualidad. (Zapartidis, I. 2009) Se ha visto que el promedio a nivel internacional oscila entre 20-24 m/s² y 16-23 m/s² entre hombres y mujeres respectivamente. (Zapartidis, I. 2009) Esto genera un punto de referencia sobre el entrenamiento que podríamos hacer para aumentar esta cualidad (velocidad de lanzamiento del balón). El

lanzamiento, en consecuencia, necesitará de un buen soporte dinámico y estático a la hora de ejecutar la técnica adecuada y lograr su objetivo final, que será la anotación. (Samson, K. 2005) También se ha descrito que la velocidad de liberación del balón es un factor primordial que determina el rendimiento del lanzamiento. (Wagner, H, Buchecker, M, Von Duvillard, S, Müller, E. 2010 & Zapartidis, I. 2009)

A la velocidad del lanzamiento podríamos sumarle la técnica individual con que se lanza el balón, pero es un factor que no se analizará en este estudio, ya sea la técnica que se utilice el deportista, el control postural será esencial en la ejecución del movimiento partiendo de la base de una buena estabilización central. (Dale, B, Lawrence, A. 2005 & Kibler, B, Press, J, Sciascia, A. 2006) Otros estudios demostraron que la mayor velocidad de lanzamiento se alcanza con mayor velocidad en los movimientos del hombro, especialmente la flexión, conjuntamente con la extensión de codo y desviación ulnar de muñeca, entonces para el lanzamiento del balonmano será importante el rendimiento de hombro, codo y muñeca. (Wagner, H. 2008) A lo anterior podemos añadir que se ha visto que los movimientos rotacionales del tronco son los primeros en actuar en la ejecución de un lanzamiento en el balonmano, activando en primera instancia el cuadrado lumbar contralateral de la mano hábil que interactúa con la musculatura de la escápula contralateral, está a su vez interactúa con la musculatura de hombro ipsilateral y sucesivamente hasta generar una fuerza en común producto de las sinergias musculares. (Dale, B. 2005 & Lust, K, Sandrey, M, Bulger, S, Wilder, N. 2009) De este modo podríamos concluir que la secuencia de un movimiento dependerá de la indemnidad de sus partes y la activación conjunta de ellas para generar una sumatoria de variables y lograr el movimiento deseado de una forma eficaz.

II. Lanzamiento en el balonmano:

a. Generalidades y fases de lanzamiento:

El lanzamiento del balón en el balonmano es el componente primordial en el desarrollo del juego. Se estima que en una temporada de entrenamientos y competición un jugador promedio alcanza los 48.000 lanzamientos a una velocidad promedio de 130 km/h en deportistas top-elite con un peso del balón que varía de 425 a 475 gramos y tamaño oficial del balón que oscilan entre 58 y 60 centímetros de circunferencia. (Pieper, H. 1998) Podríamos decir que el lanzamiento tiene 6 fases respectivas: La primera fase de *wind-up*, seguido de una fase de “zancada” acompañado de una fase llamada “brazo en martillo”, posteriormente vendría un periodo de aceleración seguido por la desaceleración de la misma extremidad y finalmente una fase de seguimiento del movimiento. (Van Den Tillaar, R, Ettema, G. 2007) (Anexo I) A su vez, para que un lanzamiento sea efectivo debe tener ciertas cualidades como velocidad, precisión (que serán discutidos más adelante) y fuerza que se relaciona con el carácter explosivo del movimiento. (Ettema, G, Gløsen, T. 2008, Laffaye, G. 2012 & Van Den Tillaar, R. 2008) Si bien la fuerza puede ser unos de los factores primordiales relacionado a la aceleración del movimiento, no se han descrito estudios de entrenamiento de resistencia muscular o hipertrofia que superen a la formación del lanzamiento estándar para mejorar la velocidad de lanzamiento. (Ettema, G. 2008 & Laffaye, G. 2012) Es por ello que la fuerza no es la variable de énfasis del presente estudio.

b. Tipos de lanzamientos y su efectividad:

El lanzamiento engloba una gran exigencia física sobre todo a nivel de hombro y en lanzamiento por encima de la cabeza. Durante el juego, 75% de los tiros corresponden a tiros con saltos (*jumping throws*), otro 16 % corresponde a tiros de costado con carrera previa (*side throws whit run-up*) y un 3% a tiros desde el

punto penal (*penalty throws* o *standing throws*). (Wagner, H, Pfusterschmied J, Von Duvillard, S, Müller E. 2011) Además existen otras nomenclaturas para distintos tipos de lanzamiento, en primer lugar tenemos lanzamientos o tiros de costado en relación al cuerpo (*side throws*) y los lanzamiento o tiros por encima de la cabeza (*above throws*), estos a su vez se pueden combinar con diferentes técnicas de lanzamientos como tiros con pies estáticos (*standing throws*), tiros con carrera previa (*run-up throws*), tiros por debajo (*diving throws*) y tiros con saltos nombrados recientemente (*jumping throws*), también podríamos agregar el tiro del pivote (*pivot throws*) que recae únicamente en jugadores que se desempeñan en esa posición. (Wagner, H. 2010 & Wagner, H. 2011) (Anexo II) El tiro con pies fijos en el suelo se ha descrito como el primer tiro aprendido en edades tempranas, seguido de pies fijos con carrera previa y posteriormente saltos y tiros de costado. (Wagner, H. 2010)

En relación a la efectividad se ha visto que los lanzamientos que integren saltos y pies fijos en el suelo con carrera previa tendrán mayor tasa de puntuación en un juego. (Wagner, H. 2011) Por otro lado, en relación a la velocidad de lanzamiento, se vio que los tiros con pies fijos con o sin carrera previa logran una mayor velocidad (26 m/s^2) en comparación a lanzamientos de costado o con saltos ($23,5 \text{ m/s}^2$ y $22,7 \text{ m/s}^2$ respectivamente). (Wagner, H. 2011) Esto nos dice que una postura más estable y alineada frente al lanzamiento, manteniendo el COM lo más cercano a la BS, permite un mayor control y ejecución del movimiento deseado, aumentando la eficacia del lanzamiento.

c. **Secuencia en la ejecución del lanzamiento:**

La técnica de lanzamiento del balonmano se ha comparado principalmente con la técnica de lanzamiento de la jabalina y de jugadores de béisbol ya que siguen un patrón específico desde proximal a distal (Fradet, L, Botcazou, M, Durocher C, Cretual, A, Multon, F, Prioux, J, Delamarche, P. 2004, Van Den Tillaar, R. 2007 & Wagner, H. 2011) donde se encontró que el periodo previo al lanzamiento (*run-up*) era uno de los factores significativos en la velocidad de lanzamiento, ya que

los jugadores de balonmano y lanzadores de jabalinas diferían principalmente en la carrera antes de lanzar, teniendo estos últimos mejor resultados (Wagner, H. 2011) Desde este periodo previo conocido como *run-up* parte la cinemática del lanzamiento con un orden de proximal a distal, siendo la pelvis el primer movimiento que alcanza una velocidad máxima antes que la parte superior del torso, posteriormente a esta secuencia sigue con las rotaciones del hombro generando un acumulo de energía liberadas principalmente en la rotación interna (descrito como el movimiento primordial en el lanzamiento) y disipándola hacia distal. (Fradet, L. *et al* 2004)

Si desmenuzamos por partes la secuencia del lanzamiento, las rotaciones del brazo son el resultado de las sumatorias de la rotación de la pelvis más la inclinación del tronco hacia anterior y el giro del torso de la parte superior. Por lo que la parte superior del brazo sigue por inercia el movimiento sin haber generado aun fuerzas intrínsecas de la musculatura, luego el brazo genera la energía necesaria para disiparla hacia el antebrazo y mano mientras el tronco sigue por inercia su recorrido hacia anterior. (Fradet, L. *et al* 2004) Quizás la ejecución del movimiento entre jugadores de balonmano y lanzadores de jabalina o beisbolistas difiere principalmente por factores externos como por ejemplo los defensores (en el caso de balonmano) o el viento (en el caso de la jabalina) que pueden atribuir diferentes estrategias a la hora de adoptar la ejecución deseada. (Fradet, L. *et al* 2004 & Wagner, H. 2011)

La falta del desarrollo en el entrenamiento del lanzamiento genera poca especificidad a la hora de escoger la estrategia más adecuada, por lo que se necesita un análisis más profundo relacionado a estos temas, y hace relevante estudiar el entrenamiento del desplazamiento del tronco fuera de la BS antes que el estudio de la técnica del lanzamiento en sí. (Wagner, H. 2010) Es por ello que debemos poner énfasis al desarrollo previo del lanzamiento y con ello determinar su eficacia. (Wagner, H. 2010)

d. Análisis del movimiento en relación a la técnica y velocidad de lanzamiento:

Retomando lo dicho anteriormente, el cuerpo funciona en secuencias de sinergias musculares permitiendo que el objetivo de un movimiento sea lo más funcional posible. Con respecto al lanzamiento Wagner, H. (2011) observó que tanto la rotación máxima de la pelvis como la flexión del tronco y la rotación interna del hombro más la extensión de codo influían directamente en la velocidad de lanzamiento del balón. Otro factor biomecánico importante es la rotación de hombro donde se ha registrado que la rotación externa del hombro dominante supera por 10 – 15° al brazo no dominante y lo mismo ocurre en la rotación interna donde hay una disminución de esta unos 10° en comparación al brazo no dominante, siendo la rotación interna factor importante en la producción de la velocidad en el lanzamiento (Pieper, H. 1998) Esto se explica por un acortamiento de la capsula posterior del hombro por cambios fibróticos, pero aún no se ha comprobado que afecte en demasía a deportistas con mayor nivel deportivo. (Pieper, H. 1998)

La secuencia de los movimientos irá variando según la técnica que se aplique para el lanzamiento, siendo los movimientos de cadera donde mayor variación encontraremos. (Wagner, H. 2011) En el estudio de Wagner, H. 2011 se vio que la mayor velocidad se alcanzó con el tiro de pies fijos con carrera previa (*standing throws whit run-up*) definida como la velocidad en su 100%, seguida de la técnica con pies fijos sin carrera previa alcanzando un 93%, teniendo menor rendimientos las técnicas que implicaban salto (tanto tiro con salto 92% y tiro pivote 85%). Se presume, que el salto en un lanzamiento del balonmano genera la pérdida de energía muscular y en consecuencia disminución en la velocidad del lanzamiento.

La teoría dice que la estabilidad entregada por el pie fijo en el suelo genera un mayor soporte dinámico, en comparación al salto, hacia zonas centrales del cuerpo mejorando la transferencia de energía en el momento en que el tronco actúa tanto para el giro de la pelvis como flexión de tronco, disipando aquella energía a zonas superiores distales, por lo que se habla de un orden de cadena de

movimientos desde proximal a distal. (Wagner, H. 2011) Por otro lado, en un estudio realizado por Van Den Tillaar, R. (2004) se dijo que la velocidad de lanzamiento dependía principalmente, en un 73%, de la rotación interna del hombro y extensión de codo, pero no correlacionaban movimientos de tronco. Además, otros estudios encontraron que los sujetos que lanzaban más rápido tenían una rotación de pelvis antes del lanzamiento, por lo que la acumulación de tensión muscular a nivel abdominal previa a la ejecución del movimiento podría contribuir a la velocidad del lanzamiento, (Van Den Tillaar, R. 2007) además para alcanzar una mayor velocidad del brazo, la parte superior del torso debe alcanzar su velocidad máxima antes del inicio del movimiento del brazo por lo que se obtiene una mayor ganancia de energía. (Fradet, L. *et al* 2004)

e. Influencia en el crecimiento y grado de experiencia deportiva en relación al lanzamiento:

Al ser DE, estos tienen mayor capacidad de adaptarse a diferentes técnicas de movimientos, debido a un mayor desarrollo de control dinámico y postural frente a las demandas del deporte. (Wagner, H. 2011) Por otro lado deportistas con mayor experiencia deportiva desde una edad temprana generan mayor adaptación en el crecimiento, tanto neuromuscular como óseo. (Pieper, H. 1998) En el estudio de Pieper, H. 1998 hace referencia a que todo crecimiento óseo estará determinado por fuerzas funcionales, donde demostraron que la torsión humeral, que influye en el aumento de la rotación externa, puede aumentar por acción muscular (torsión secundaria) además de la predisposición genética, pero esta se debe dar principalmente en edades tempranas por estrés mecánico adaptativo en la epífisis proximal. Por lo tanto el grado de experiencia deportiva se verá beneficiado si este es influenciado desde la infancia. También se ha visto que la variabilidad del movimiento afecta el rendimiento del lanzamiento, esto recae principalmente en jugadores menos calificados, donde se ha visto que a mayor variabilidad del movimiento menos es el grado de experiencia deportiva. (Wagner, H,

Pfusterschmied, J, Klous, M, Von Duvillard, S, Müller, E. 2012) Los DNE tienden a generar mayor movimientos compensatorios en la fase de aceleración sobre todo de articulaciones más distales, a diferencia de los DE que son capaces de controlar el movimiento y generar el patrón correcto a la hora de hacer el lanzamiento. (Wagner, H. 2012) Además los deportistas con mayor experiencia deportiva logran predecir mejor la cinemática del rival, sea del arquero o defensa que este bloqueando el ángulo del lanzamiento, permitiéndoles escoger la estrategia necesaria a la hora de enfrentarse al oponente. (Loffing, F, Hagemann, N. 2014) Esto se puede entender como ajustes posturales anticipatorios (APA), que permiten a los deportistas entender señales previas al lanzamiento para vencer el obstáculo, y en edades tempranas del desarrollo esto se puede potenciar. (Loffing, F. 2014 & Wagner, H. 2012)

f. Velocidad vs. Precisión:

Existen otros factores que influyen directamente en el lanzamiento y que son propios del deportista, la velocidad y la precisión, ambas cualidades son fundamentales para lograr el objetivo del juego, que es anotar puntos en el arco rival, en la variedad de lanzamientos podríamos ver lanzamientos más precisos que veloces o viceversa, pero mientras estas dos características se mantengan en equilibrio, el desarrollo del lanzamiento hacia su objetivo será mejor. (Van Den Tillaar, R, Ettema, G. 2003) La precisión requiere de segmentos más distales como el codo y la mano, en cambio la velocidad requiere de segmentos más proximales como el tronco y hombro. (Van Den Tillaar, R. 2003) Esto sugiere que a mayor capacidad de estrategia y control de los movimientos mayor será nuestra capacidad para conjugar la precisión con la velocidad, produciendo un arma letal para el equipo rival. (Van Den Tillaar, R. 2003) En un estudio realizado por Van Den Tillaar, R. (2003) se analizó el lanzamiento en jugadores de balonmano donde se le daba énfasis a la instrucción en el minuto de lanzar, cuando la instrucción daba énfasis a la precisión la velocidad disminuía y cuando se le daba énfasis a la velocidad la precisión disminuía. Esto demostró que el tipo de instrucción influye a

la hora de generar un patrón de movimiento y en el reclutamiento de segmentos corporales. (Van Den Tillaar, R. 2003) Pero esto no afecta a DE, los deportistas de balonmano con experiencia deportiva son capaces de ir variando estas cualidades del lanzamiento, de acuerdo al requerimiento del juego y controlando el balance precisión-velocidad, permitiéndoles lograr el objetivo deseado. (Van Den Tillaar, R. 2003 & Wagner, H. 2011) Los deportistas con mayor experiencia deportiva pueden alcanzar un 85% de la velocidad máxima en el lanzamiento cuando la instrucción hace hincapié en la precisión, por lo que son capaces de lanzar a altas velocidades y a la vez con precisión. (Van Den Tillaar, R, Ettema, G. 2003 & Wagner, H. 2012)

III. Fundamentos de la estabilización lumbopélvica (ELP):

a. Concepto de la estabilización lumbopélvica:

Hoy por hoy el concepto de ELP o más bien conocido en la literatura como “*core stabilization*” viene siendo muy estudiado y analizado hace varios años. La ELP se considera como el centro de la cadena cinética funcional del cuerpo, el complejo lumbopélvico que contempla tanto musculatura de columna como musculatura de cadera funcionan como una unidad estabilizadora de base para las funciones corporales colaborando en la generación y transmisión de energía muscular en actividades funcionales para el individuo. (Borghuis, J, Hof, A, Lemmink, K. 2008 & Huxel, K, Anderson, B. 2013) Además, permiten una estabilización dinámica como estática entregando un soporte funcional central y distal permitiendo al cuerpo absorber, equilibrar y genera fuerzas frente a perturbaciones externas o en interacción con el medio. (Kibler, B, Press, J, Sciascia, A. 2006) También se le denomina como el centro de integración funcional que comprende tres subsistemas, un subsistema pasivo que comprende cápsula y ligamentos estabilizadores, otro subsistema activo que estaría encargado por la musculatura subyacente y un último subsistema neural que

controla todos los mecanismos fisiológicos manteniendo en límites fisiológicos a las estructuras corporales en las actividades de la vida diaria. (Borghuis, J. 2008, Huxel, K. 2013, & Liemohn, W, Baumgartner, T, Fordham, S, Srivatsan, A. 2010) El subsistema pasivo (discos vertebrales, capsula y ligamentos) es esencial para el mantenimiento en los rangos finales de la zona neutra, los cuales por medio de receptores articulares censan propiocepción logrando mandar una retroalimentación sensorial a zonas superiores para que luego por medio de señales eferentes se genere una respuesta muscular activa proporcionando una óptima estabilidad dinámica durante actividades demandantes. (Behm, D, Drinkwater, E, Willardson, J, Cowley, P. 2010) Por ende la estabilidad estará dada por la coexistencia e indemnidad de estos tres subsistemas. (Willardson, J, Fontana, F, Bressel, E. 2009) De este modo, gracias a la interacción de estos subsistemas recibiremos una retroalimentación desde el sistema nervioso central sobre la interacción de nuestro cuerpo con el medio ambiente. (Akuthota, V, Ferreiro, A, Moore, T, Fredericson, M. 2008).

Otros autores destacan la importancia del mecanismo de sinergias musculares, gracias a una activación coordinada entre músculos vecinos, desde musculatura profunda a superficial, que permiten una secuencia óptima. (Akuthota, V. 2008 & Borghuis, J. 2008) Es importante considerar dentro del concepto de ELP que existen propiedades necesarias para su funcionalidad, que contemplan rigidez, estabilidad y energía potencial. (Borghuis, J. 2008) La energía potencial elástica es una propiedad biomecánica propia de los tejidos, en este caso la musculatura estabilizadora esencialmente, que tiene la virtud de generar una deformación elástica bajo una carga y recuperar esa energía al retirar esa carga. (Borghuis, J. 2008) La rigidez es otra propiedad necesaria de los tejidos, por lo que a mayor rigidez mayor es la estabilidad, por lo que una conjunta acción muscular de rigidez otorgaría mayor estabilidad a la zona propiamente tal aparte de la estabilidad pasiva que entregan la cápsula y ligamentos articulares. (Borghuis, J. 2008) La estabilidad se podría definir como la habilidad para controlar la posición corporal para la correcta producción y transferencia de fuerza durante las actividades funcionales sin movimientos compensatorios. (López, P, Rodríguez, F. 2013) El

concepto de estabilidad abarca tanto el control estático y dinámico. Esto incluye la capacidad del sistema neuromuscular para mantener el tronco en (o devolverlo a) una posición vertical (estática) y los movimientos de control del tronco (dinámicos). (Silfies, S, Ebaugh, D, Pontillo, M, Butowicz, C. 2015) Se ha demostrado que con tan solo un 5% de contracción voluntaria máxima genera estabilidad segmentaria en actividades de baja carga y un 10% en actividades más vigorosas. (Borghuis, J. 2008) Para que haya estabilidad se contemplan tres elementos importantes: Fuerza muscular, resistencia muscular y control sensorio-motor. (Borghuis, J. 2008)

Además, inestabilidad se define como una amplitud del movimiento excesivo sin control motor de protección adecuado en la actividad funcional, en la cual los patrones que se generan en la ejecución del movimiento generan compensaciones segmentarias, donde mayor grado de inestabilidad mayor será el grado co-contracción necesaria para mantener el COM dentro de la BS. (Ayhan, C, Unal, E, Yakut, Y. 2013, Borghuis, J. 2008 & López, P. 2013) Cuando se generan movimientos compensatorios en la ejecución de un movimiento puede traer repercusiones a la integridad músculo-esquelética del individuo. (Ayhan, C. 2013) La zona neutra se describe como la zona donde los subsistemas mantienen la estabilidad vertebral dentro de límites fisiológicos, donde una pequeña zona neutra se traduciría en mayor estabilidad y menor carga para la columna en actividades funcionales, en cambio una zona neutra amplia generaría una mayor demanda para los subsistemas en mantener estable y protegida la columna vertebral. (López, P. 2013)

Frente a situaciones de inestabilidad, dado por perturbaciones externas, existe la llamada respuesta refleja muscular, la cual permite mantener de forma sinérgica el cuerpo dentro de su BS y controlar el COM manteniendo las articulaciones en su límite fisiológico seguro. (Borghuis, J. 2008) Esto hace relevancia que la ELP actúa como componente fundamental en el patrón de movimientos, partiendo con una estabilización central rígida hacia una ejecución distal estable permitiendo un patrón motor óptimo en las actividades funcionales. (Lust, K, Sandrey, M, Bulger, S, Wilder, N. 2009). Es importante señalar que a

nivel lumbopélvico recae el centro de gravedad del cuerpo, por ende lo que se quiere alcanzar con la ELP es controlar el cuerpo en base a un núcleo fuerte, sólido y seguro. (López, P. 2013) Además de la faja muscular que contempla toda la zona lumbopélvica, hoy por hoy, el concepto se amplía hacia los muslos de las extremidades inferiores y a nivel escapulo-torácico. (López, P. 2013)

b. Musculatura lumbopélvica, su importancia y su relación con miembro superior:

El subsistema activo (musculatura) es el encargado en generar la estabilidad dinámica requerida en actividades funcionales donde se describen tres mecanismos donde el subsistema activo contribuye a la estabilización central: Uno por aumento de la presión intraabdominal, el segundo por aumento de la tensión que impone la musculatura sobre la fascia toraco-lumbar y el último mecanismo de co-contracción muscular que permite aumentar las fuerzas compresivas y disminuir la carga por cizalle. (López, P. 2013) A grandes rasgos la faja muscular que estabiliza la zona central del cuerpo consta de 29 pares musculares, por anterior se encuentran los músculos abdominales, paraespinales y glúteos por posterior, por superior el diafragma, inferior se encuentra la musculatura del piso pélvico y por lateral la musculatura oblicua. (López, P. 2013)

Se pueden clasificar en dos grupos, músculos estabilizadores y movilizadores. Los músculos estabilizadores se caracterizan por ser profundos, se activan con pequeñas cargas de fuerza, estimulados principalmente en ejercicios de resistencia y donde predominan fibras lentas. (Borghuis, J. 2008 & López, P. 2013) Los músculos estabilizadores son de gran importancia para iniciar la estabilidad central, por ende la cualquier actividad funcional dependerá del grado de activación de esta musculatura. (López, P. 2013) Se habla de dos sistemas para los músculos estabilizadores, un sistema estabilizador global (SEG) que contempla erectores espinales, cuadrado lumbar, oblicuo interno y transversos abdominales, y por otro lado un sistema estabilizador local (SEL) que contempla multifidos, rotadores espinales, intertransversos, interespinales, diafragma y

musculatura del suelo pélvico. (Borghuis, J. 2008, Liemohn, W. 2010 & López, P. 2013) El sistema estabilizador local está compuesto por músculos monoarticulares y se relacionan principalmente con el control motor de los segmentos y la coordinación de estos mismos, ubicándose más cerca de la columna vertebral, además de tener una gran densidad de husos musculares, proporciona un control segmentario rígido siendo la primera línea de estabilidad central. (Huxel, K. 2013 & Liemohn, W. 2010) En cambio el sistema estabilizador global está compuesto por músculos más largos, biarticulares y tienen mayor sección transversal que el SEL por lo que son capaces de generar mayor momento de fuerza a la hora de estabilizar la zona lumbopélvica en actividades funcionales. (Huxel, K. 2013 & Liemohn, W. 2010)

Por otro lado tenemos la musculatura movilizadora, que son músculos superficiales, que logran un fácil reclutamiento, se activan en trabajo de potencia muscular y predominan fibras rápidas, pero que también cumplen un papel estabilizador global. Estos músculos contemplan al recto anterior del abdomen, oblicuo externo, y extensores/flexores de cadera. (López, P. 2013)

En su función principal, los músculos estabilizadores se activan simétricamente, actúan a su vez excéntricamente para controlar el movimiento a lo largo de todo el arco de movilidad, en cambio los músculos movilizados actúan concéntricamente con un patrón de activación asimétrico para generar fuerzas. Además absorben energía de impacto durante las actividades funcionales. (Borghuis, J. 2008 & Huxel, K. 2013) Estos músculos son capaces de generar transferencia de energía por medio de fascias musculares a través de cadenas cinéticas por el método de co-activación. (Huxel, K. 2013) Las adaptaciones musculares ocurren principalmente por el subsistema neural donde tanto mecanorreceptores y nociceptores generan información aferente hacia el sistema nervioso central modificando el patrón de señales de la actividad muscular, permitiendo así una mayor integración sensorio-motriz. (Borghuis, J. 2008) El entrenamiento de la ELP, a su vez, tendrá efectos en la plasticidad cortical producto de una mayor integración de información aferente en niveles superiores, alcanzando ciertos grados de estrategias motoras más eficientes tanto para el

reclutamiento y velocidad de reclutamiento de unidades motoras. (Ayhan C. 2013 & Kibler B. 2006 &) Esto potenciará un control postural central hacia los segmentos periféricos. Por lo tanto la activación muscular de la musculatura lumbopélvica trae efectos positivos relacionados a la estabilidad dinámica en los deportistas. En relación a la biomecánica de la ELP tiene efectos positivos sobre la activación muscular pre-programada que recae en una potenciación de los ajustes posturales anticipatorios (APA). (Kibler B. 2006)

Uno de los músculos que ha recibido mayor atención ha sido el transversal del abdomen, su contracción produce un aumento en la presión intra-abdominal lo que genera tensión en la fascia toraco-lumbar por su relación directa, esta fascia toraco-lumbar le otorgará mayor estabilidad tanto a extremidades inferiores vía glúteo mayor y a extremidades superiores vía dorsal ancho, por ende su entrenamiento es clave para la estabilidad periférica en actividades demandantes, al relacionarlo a nuestra investigación la ELP permitiría mejorar la cadena vía dorsal ancho que tendrá directa relación con musculatura escapular y esta a su vez con musculatura de MMSS, otorgándole un soporte a cada movimiento de la cadena cinética del lanzamiento gracias a la activación pre-programada descrita anteriormente. La musculatura de la cadera hoy es considerada como la musculatura clave en actividades ambulatorias, tanto para mantener el equilibrio y transferir energías desde y hacia a la columna, esto también podría aplicarse para MMSS, considerando que dicho patrón funcional sería indispensable en actividades que requieran control escapulo-torácico y de hombro, como el lanzamiento del balón. (Borghuis, J. 2008)

c. Control sensorio-motriz:

Para que exista una sinergia muscular entre grupos musculares se necesita una adecuada integración entre musculatura antagonista y agonista, donde en ciertas actividades unos estarán más activados que otros y viceversa. (Borghuis, J. 2008) Para ello se requiere de estrategias sensoriales, biomecánicas y el motor de procesamiento, junto con las respuestas aprendidas a partir de la experiencia

previa y previsión del cambio. (Borghuis, J. 2008) Uno de los principales mecanismos utilizados para el control sensorial es la propiocepción de los músculos frente a perturbaciones internas como externas, y que contempla tres características esenciales: Sensación/percepción de la posición y movimientos de las articulaciones, sensación de sincronidad percibida de la contracción muscular y sensación de fuerza, y sensación de carga. (Behm, D. 2010 & Borghuis, J. 2008) Para mantener el control motor, se requiere de tres niveles de integración: Estado cognitivo, reflejos espinales óptimos y balance del tronco cerebral. El reflejo espinal utiliza la información propioceptiva del huso neuromuscular y órgano tendinoso de Golgi. Para el control automático de los segmentos se ha descrito un reflejo músculo-ligamentoso. Para el nivel del tronco cerebral y vestibulares ocupa información propioceptiva proveniente de receptores articulares. Por otro lado, el nivel cognitivo participa en el control voluntario por medio de respuestas centrales. (Borghuis, J. 2008) Todo esto genera la activación pre-programada de la musculatura frente a perturbaciones internas/externas por medio de los APA, y es gracias a estos ajustes donde se genera la estabilidad proximal permitiendo posteriormente un adecuado movimiento distal. (Behm, D. 2010, Borghuis, J. 2008 & Silfies, S. 2015) Estos mecanismos de alimentación directa y de retroalimentación están integrados dentro del sistema neuromuscular para responder a estas fuerzas. (Silfies, S. 2015)

También se habla de dos sistemas paralelos inversamente proporcionales para el control voluntario, donde a periodos más cortos de longitud del tiempo de reacción voluntaria mayor es el control postural, (Borghuis, J. 2008) esto hace hincapié en el reclutamiento muscular en relación al grado de activación y el tiempo que se deben activar para producir una contracción automatizada.

d. Beneficios del entrenamiento lumbopélvico en relación al balonmano:

Para la generación de fuerzas la normalidad dice que debe haber un patrón desde proximal a distal gracias a la interacción secuencial de segmentos corporales con el fin de realizar actividades funcionales. Para que esto sea eficaz

no debe existir déficit de la estabilización central ya que podría producir movimientos compensatorios anómalos alterando la integridad e indemnidad de los segmentos. (Borghuis, J. 2008) Gracias al entrenamiento de la zona lumbopélvica se cree que se podría potenciar el control central en relación al centro de gravedad, y con ello el equilibrio estará adecuadamente estabilizado, ya que esta es la base de toda integridad motora y física del movimiento. (Miyake, Y, Kobayashi, R, Kelepecz, D, Nakajima, M. 2013) Un factor importante a considerar es el tiempo de entrenamiento de ELP para alcanzar cierto grado de control motor. Se ha demostrado que luego de un protocolo a corto plazo (4 semanas) de entrenamiento de la musculatura lumbopélvica hubo mejora del rendimiento en la velocidad de reacción y una reducción de lesiones por sobre uso en la unión musculo-tendinosa, aumentando el control del movimiento del hombro tanto en rotación interna como externa (Fernandez-Fernandez, F, Ellenbecker, T, Sanz-Rivas, D, Ulbricht, A, Ferrauti, A. 2013). El tiempo de entrenamiento de ELP para que sea eficaz no está descrito a largo plazo, pero se ha demostrado que en un periodo de 5 o 6 semanas tendría efectos positivos sobre la activación y control de la musculatura central. (Ayhan, C. 2013, Samson, K. 2005 & Lust, K. 2009)

Los elementos inestables en la metodología de entrenamiento de la musculatura ELP pueden traer efectos beneficiosos como negativos. Se dice que disminuye capacidad de generar fuerza de extremidades distales con el entrenamiento de ELP, pudiendo disminuir un 70% en la extensión de pierna, un 20% en la flexión plantar y un 60% de la prensa isométrica de pecho. (Behm, D. 2010) Pero como beneficios el entrenamiento de ELP con objetos inestables trae consigo mayor reclutamiento de unidades motoras potenciando las señalizaciones sensoriales. (Behm, D. 2010) A los ejercicios de inestabilidad podríamos sumarle perturbaciones externas, que sometan al cuerpo a una mayor demanda postural, esto aumentaría más la capacidad de reclutamiento de unidades motoras, pero para llegar a cierto grado de complejidad de un ejercicio se debe primero lograr una adecuada activación automatizada de los SEL. (Silfies, S. 2015)

Dentro de las herramientas inestables podemos encontrar los elementos de suspensión, que otorga mayor demanda de activación muscular en el

entrenamiento propiamente tal. (Imai, A, Kaneoka, K, Okubo, Y, Shiina, I, Tatsumura, M, Izumi, S, & Shiraki, H. 2010) El entrenamiento en suspensión ha ganado popularidad en el entrenamiento lumbopélvico debido a su versatilidad, fácil instalación y poca necesidad de espacio. Sin embargo, existen pocas publicaciones al respecto. (Byrne, J, Bishop, N, Caines, A, Crane, K, Feaver, A, Pearcey, G. 2014) Este metodo genera un mayor desafío a esta musculatura para estabilizar el movimiento. La dificultad de este tipo de entrenamiento se ajusta mediante la inclinación desde la posición vertical del cuerpo y la adición de equipamiento para trabajo del balance. (Mok, N, Yeung, E, Cho, J, Hui, S, Liu, K, & Pang, C. 2015) Tanto musculatura como el oblicuo externo, oblicuo interno, transverso del abdomen y multífidos son efectivamente activados mediante ejercicios en suspensión. (Mok, N. 2015) Se ha intentado comparar el nivel de activación muscular entre ejercicios en superficies inestables (balón BOSU o balón suizo) y un sistema de suspensión, ambos teniendo mejores resultados comparados a realizarlos en superficies inestables, pero con mejores resultados en el entrenamiento de suspensión. (Lee, J, Jeong, K, Lee, H, Shin, J, Choi, J, Kang, S, Lee, B. 2016 & Son, H. 2015) La literatura muestra varias publicaciones recientes de los últimos años, pero mayoritariamente en sujetos sanos, falta en la actualidad mayor número de publicaciones del entrenamiento de la musculatura estabilizadora lumbopélvica y la performance en el deporte.

La activación muscular de ELP crea mayor interacción entre segmentos musculares, que permite un mayor desarrollo y control de fuerzas, tanto de aceleración como desaceleración. (Kibler, B. 2006) Esta interacción se inicia desde la estabilización central hasta segmentos más periféricos pudiendo generar mayor desarrollo y sumatoria de fuerzas, pudiendo influir directamente en la velocidad del movimiento. (Kibler, B. 2006) Por ende, una buena estabilidad central determinara un mayor soporte dinámico hacia los segmentos periféricos, y en su consecuencia potenciará la eficacia en la ejecución de los movimientos, evitando a su vez, ejecuciones compensatorias y/o erróneas. (Ayhan, C. 2013) Por lo tanto lo que se busca con la estabilización lumbopélvica es lograr un control neuromuscular óptimo durante los movimientos funcionales, permitiendo un

equilibrio dinámico entre fuerzas internas y externas. (Kibler, B. 2006 & Samson, K. 2005)

La secuencia que debe llevar un entrenamiento de ELP parte con el control neuromuscular de los estabilizadores locales, posteriormente se progresa a ejercicios para promover la co-contracción de estabilizadores tanto locales como globales y por último se progresa a actividades funcionales dinámicas que requieren mayor desafío para la ELP. (Huxel, K. 2013) La posición base inicial para comenzar la formación de estabilizador central es aquella posición neutra libre de dolor que permanece en un balance funcional sin cargas excesivas. (Huxel, K. 2013) Esta secuencia parte con ejercicios de control motor de bajo umbral para que se logre la adecuada integración sensorial hacia zonas superiores logrando el reclutamiento tanto de SEL como SEG, posterior a ello se deben llevar a cabo ejercicios de estabilización de umbral alto donde una sobre carga del SEG generando hipertrofia y adaptaciones correspondientes al entrenamiento, y por último se deben lograr entrenamientos sistemáticos de fuerza de alto umbral para la musculatura movilizadora. (Hibbs, A, Thompson, E, French, F, Wrigley, A, Spea, I. 2008)

Se han sugerido una serie de métodos para el entrenamiento de ELP sobre todo en deportistas, y consta de: Ejercicios de estabilidad articular, ejercicios de contracciones (isométricas, concéntricas y excéntricas), el entrenamiento del balance/equilibrio (aumenta demandas sensoriales), entrenamiento con perturbaciones (propioceptivo, el más relevante), el entrenamiento pliométrico y por último el entrenamiento enfocado a las habilidades deportivas. (Borghuis, J. 2008 & Hibbs, A. 2008) Algunos autores señalaron que aprender el control motor en sujetos con musculatura inhibida es más importante que el fortalecimiento en pacientes con dolor lumbar. (Hibbs, A. 2008) A su vez, se recomienda en primera instancia la activación aislada de la musculatura lumbopélvica, debido a que cada músculo cumple un rol diferente, además se sugiere un tiempo entre 35-40 segundos para promover una óptima resistencia muscular, donde la resistencia debe preceder a la fuerza en las fases iniciales de entrenamiento. (Hibbs, A. 2008)

Se vio que la activación del transverso del abdomen precede 30 metros por segundos cuadrado (m/s^2) a la activación del deltoides en un movimiento de hombro, y cuando el movimiento del hombro es acompañado por un movimiento de la extremidad inferior el transverso del abdomen precede 100 m/s^2 a la activación del deltoides. (Hibbs, A. 2008) La gran interrogante que nace es si el entrenamiento de ELP trae los mismos efectos tanto para miembros inferiores (MMII) como MMSS, varios estudios hablan que la estabilización lumbopélvica ha cumplido un rol fundamental para la eficacia de los movimientos en las MMII pero existen pocos estudios relacionado al rol del ELP para la ejecución de los movimientos en MMSS (Lust K. 2009). Debido a todos los factores dichos anteriormente, la importancia de conocer y entender los beneficios del entrenamiento de la ELP es fundamental para alcanzar el rendimiento en cualquier disciplina deportiva.

e. Estabilización lumbopélvica y rendimiento deportivo:

Si bien los ejercicios de ELP pueden ser fundamentales dentro del entrenamiento deportivo, no es el único elemento del entrenamiento para alcanzar el alto rendimiento, pero como se ha dicho anteriormente será un punto clave en el desarrollo integral del deportista. (Vera-García, J, Barbado, D, Moreno-Pérez, V, Hernández-Sánchez, H, Juan-Recio, C, Elvira, J. 2015) La falta de pruebas de campo relacionadas a la ELP pone en duda su eficacia correspondiente y su utilización con métodos de entrenamiento para la musculatura central. (Vera-García, J. *et al* 2015) Pero lo que no podemos dejar de lado, es su base teórica y resultados en el rendimiento del deportista.

Al tener una práctica deportiva de manera recurrente, el deportista puede presentar alteraciones en el control de tronco produciendo una mala alineación del cuerpo, lo que puede llevar a compensar ciertos movimientos tanto de extremidades inferiores como superiores, lo que lleva a una alteración en las actividades deportivas. (Miyake, Y. 2013) Muchos deportes tales como el tenis, *baseball* o balonmano requieren de una secuencia de activación muscular para la

ejecución de movimientos de las extremidades superiores, pero la interrogante que se genera es si efectivamente el entrenamiento de ELP sería más eficaz que un entrenamiento específico en el segmento relacionado, en este caso, para MMSS. (Raeder, C, Fernandez, J, Ferrauti, A. 2015) Los deportistas son capaces de generar adaptaciones fisiológicas más rápido que personas comunes en relación al deporte, esto se debe a un aumento en la plasticidad cortical, permitiéndoles adaptaciones más rápidas frente al ejercicio. (Raeder, C. 2015) Dado que se ha intentado mejorar cualidades funcionales del rendimiento, como lo es la velocidad del lanzamiento en deportistas de balonmano, entrenamientos que se asemejen a los gestos deportivos también han sido relevantes como por ejemplo ejercicios con balones medicinales donde el rol de la musculatura lumbopélvica es importante a la hora de generar fuerzas rotacionales en los lanzamientos (Palao, J, Valdés, D. 2013 & Raeder, C. 2015). Un estudio realizado por Endo, Y, y Sakamoto, M. (2014) demuestra que un protocolo de entrenamiento de ELP mejora el balance y estabilidad dinámica del deportista, mejorando a su vez el rendimiento del lanzamiento en jugadores de *baseball*, estos estudios podrían ser extrapolables en jugadores de balonmano, debido al patrón similar que utilizan. Dado que el núcleo es fundamental para casi todas las cadenas cinéticas en las actividades deportivas, el control de la fuerza central, el equilibrio y el movimiento va a maximizar todas las cadenas cinéticas en función de las extremidades superiores e inferiores. (Borghuis, J. 2008) Esto es debido a la naturaleza de la cadena cerrada de actividades atléticas. Movimiento de un segmento influyen directamente sobre los demás segmentos de la cadena de movimiento, pero dada la amplia gama de individuos y exigencias físicas, sigue habiendo dudas sobre lo que es el equilibrio óptimo entre la estabilidad, la facilitación del movimiento y la generación de momento. (Borghuis, J. 2008) Es por ello que cada población de deportistas, puede adquirir un rendimiento distinto luego de un protocolo de entrenamiento de ELP, ya que cada deporte, posición, contexto y variabilidad individual son diferentes en cada disciplina deportiva y los resultados alcanzados serán determinados por dichos factores.

IV. Fundamentos de ejercicios pliométricos (PLI)

a. Concepto y bases de los ejercicios pliométricos:

Los ejercicios de pliometría se han estudiado desde varias décadas y ya se definían como ejercicios de alargamiento-acortamiento de un músculo con resultados prometedores en cuanto a la generación de fuerza y sus efectos en movimientos explosivos. (Pezzullo, D, Karas, S, Irrgang, J. 1996) Desde la década de los 60, Rodolfo Malgaria fue uno de los primeros en describir la relevancia del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) elemento fundamental en el entrenamiento PLI, posterior a ello en la década de los 70 se profundizaron en el concepto de energía potencial elástica y su importancia para la producción de fuerzas. (López, S, Fernández, R, De Paz, J. 2014) Los ejercicios PLI son considerados ejercicios de resistencia, que pueden estar sujetos a dos modalidades; una donde existe cargas de inercia altas siendo la masa el factor externo que varía, y segundo cargas de inercia bajas siendo la aceleración el factor que va a variar. Estas dos modalidades se juntan en los ejercicios PLI. (Quetglas, S, Iglesia, O, Martínez, R. 2012) Es por ello que se considera dentro de los ejercicios PLI la metodología de adaptación neuromuscular que permita el desarrollo de movimientos rápidos y potentes. (Quetglas, S. 2012) Existen tres fases correspondientes al método PLI; una fase de excéntrica (pre-carga), una fase transitoria o de amortiguación y una fase concéntrica (descarga). (Davies, G, Riemann, B, Manske, R. 2015, García, D, Herrero, J, De Paz J. 2003 & Swanik, K, Lephart, S, Swanik, B, Lephart, S, Stone, D, Fu, F. 2002) En la primera fase se genera una gran estimulación neurofisiológica y biomecánica determinada por los componentes elásticos tanto en serie como en paralelo ubicados en el tejido contráctil, la tensión muscular por medio de un estiramiento brusco se logra a partir de un movimiento de contacto controlado, se ha denominado esta fase como fase de impacto inicial. (Davies, G. 2015 & Quetglas, S. 2012) La energía disipada en esta fase estará determinada por la magnitud de elongación, la tasa de elongación y la duración de elongación del

tejido muscular, de lo cual dependerá la fase siguiente. (Davies, G. 2015) Esta fase termina al contactar un objeto, produciendo un control excéntrico de la musculatura, esto da paso a la siguiente fase, donde el control excéntrico acompañada de un estiramiento de los componentes elásticos en serie conduce posteriormente a la acumulación de energía potencial elástica, habiendo simultáneamente un reflejo miotático de estiramiento. A esta fase se le llamado fase de amortiguación. (García, D. 2003 & Quetglas, S. 2012) Entre la fase excéntrica y fase concéntrica existe un periodo de contracción isométrica explosiva que dura un tiempo determinado (0,15 segundos) que tiene directa relación con la vida media de los puentes cruzados actina – miosina, este periodo se denomina tiempo de acoplamiento, mientras más corto la el tiempo de acoplamiento mayor será la energía disipada. (Davies, G. 2015 & Quetglas, S. 2012) Por último tenemos la fase concéntrica (o fase rebote) que se manifiesta con la liberación y producción de fuerza, dado por la sumatoria de energía potencial elástica almacenada anteriormente y la contracción involuntaria generada por el reflejo miotático, permitiendo de ese modo lograr un movimiento optimo y eficiente. (Davies, G. 2015 & Quetglas, S. 2012) Con el método PLI se podría aumentar entre un 10-15% de la fuerza explosiva inicial de la fase concéntrica. (Swanik, K. 2002) A todo lo anterior podemos sumarle una última fase que es consecuencia de las fases precedentes, la fase de impulso final, donde el movimiento sigue su curso gracias a la energía cinética generada por las contracciones precedentes. (Quetglas, S. 2012)

De acuerdo a todo lo anterior, el método PLI favorece positivamente la fuerza explosiva del músculo, dado principalmente por respuestas y adaptaciones fisiológicas que genera el brusco estiramiento mecánico del músculo, la reutilización de energía acumulada en los componentes elásticos y la contracción refleja dada por el reflejo de estiramiento miotático. (Quetglas, S. 2012) Por lo tanto, los principales factores para la eficacia del método PLI vendrían siendo la elasticidad (tensión muscular) y la duración de tiempo en la fase de transición.

A grandes rasgos el principio del entrenamiento pliométrico se describe como un CEA, mediante un movimiento excéntrico de alargamiento seguido rápidamente

por un movimiento concéntrico de acortamiento, (Davies, G. 2015) pero es importante analizar, a su vez, el comportamiento del sarcómero (unidad funcional del músculo) en el CEA. (Quetglas, S. 2012) En situación de reposo, los filamentos finos y gruesos se entrelazan ligeramente, en situaciones donde el CEA del sarcómero se modifica, también se modifica el grado de solapamiento entre filamentos finos y gruesos, repercutiendo en el número equivalente de puentes cruzados y secundariamente en la producción de fuerza inicial generada. (Quetglas, S. 2012) Gracias a las adaptaciones del método PLI se podría lograr un mayor reclutamiento de puentes cruzados (dado por la aumento de la longitud muscular óptima en un movimiento) producto de un mayor solapamiento de los filamentos finos y gruesos, y en consecuencia aumentaría la fuerza inicial del músculo. (Quetglas, S. 2012)

La acumulación de energía en el periodo de acoplamiento del método PLI dependerá del grado de estiramiento del músculo, de hecho, la sumatoria de energía potencial se logra en pequeños grados de estiramiento muscular (longitud óptima del músculo), se estima que entre el 110 – 120% de la longitud de reposo es idóneo para generar una respuesta elástica aceptable sumada a una respuesta óptima de contracción, por encima de ese porcentaje la respuesta elástica aumenta pero la respuesta contráctil disminuye considerablemente (García, D. 2003) Cuando se generan estiramientos muy excesivos el órgano tendinoso de Golgi se activa y actúa contrarrestando el reflejo miotático, así se mantiene la integridad muscular. (García, D. 2003)

b. Entrenamiento con el método pliométrico en miembro superior:

Desde el punto de vista deportivo la velocidad ya sea en la carrera, saltos o un lanzamiento es fundamental para alcanzar el éxito en el deporte, aparte de tener un componente genético existen factores propios del músculo que pueden ser modificables y esto se da gracias al entrenamiento. (López, S. 2014) Si lo relacionamos a nuestro estudio, al querer aumentar la velocidad de lanzamiento del balón, el entrenamiento de fuerza sería relevante para alcanzar resultados

significativos, ya que podemos decir que la velocidad es una capacidad derivada de la fuerza, por lo que la fuerza como cualidad pura determinará la velocidad del cuerpo que se quiere desplazar. (López, S. 2014)

Para que los resultados deportivos sean positivos, se deben lograr ciertas adaptaciones biomecánicas intramusculares, pero esto estará determinado principalmente por la carga externa que le otorguemos en las sesiones de entrenamiento. (Quetglas, S. 2012) Para favorecer la propiedad mecánica a favor de la potencia muscular se debe generar al menos una carga mecánica del 30% del máximo para ver efectos positivos. (Schulte-Edelmann, J, Davies, G, Kernozek, T, Gerberding, E. 2005) La mayoría de los estudios de pliometría se han desarrollado en MMII, pero se espera un comportamiento similar en MMSS ya que los mecanismos fisiológicos de los músculos son los mismos, pero si se debe considerar la carga de trabajo, los músculos de MMSS son más pequeños que los de MMII, por ende menor masa magra y menor cantidad de sarcómeros, por lo que se sugiere cargas pequeñas (menor o igual a 5 kilogramos) para lograr las adaptaciones correspondientes al CEA. (Schulte-Edelmann, J. 2005) Varios estudios concuerdan que el efecto del entrenamiento PLI se basa en la capacidad de absorción y liberación de energía en la fase de amortiguación, y para potenciar aún más esta fase se necesita de una estimulación mecánica constante para ir generando las adaptaciones necesarias sobre los propioceptores musculares en relación a la tensión muscular y su capacidad de almacenamiento de energía. (Quetglas, S. 2012) La metodología del entrenamiento PLI hace fundamento en la tercera ley newton en relación al “principio de reacción”, que infiere que un deportista al interactuar con un cuerpo externo, él deportista generará una fuerza sobre ese objeto y a su vez el objeto generará una misma fuerza hacia el deportista (mismo sentido) pero en distinta dirección, por lo que las adaptaciones musculares al entrenamiento serán logradas solo si existe un agente externo involucrado. (Quetglas, S. 2012)

El entrenamiento PLI es capaz de generar energía y una velocidad de reacción inmediata durante la práctica del deporte, este tipo de entrenamiento proporciona una manera muy buena de mejorar las capacidades deportivas, como

la potencia y velocidad basándose en el concepto del aumento de la fuerza muscular, ya que velocidad se entiende como aplicación de la fuerza de una manera rápida. (López, S. 2014 & Inci Karadenizli Z. 2013) Además, nos da la facilidad de entrenar patrones de movimientos específicos de la manera biomecánicamente correcta a una velocidad funcional adecuada, fortaleciendo el musculo de manera funcional además del tendón y ligamentos, específicamente ante las demandas del día a día en el entrenamiento. (Inci Karadenizli Z. 2013) Los entrenamientos PLI han demostrado su eficacia en mejorar la velocidad de reacción en personas jóvenes y que son parte del movimiento natural del lanzamiento, generando movimientos más funcionales para adquirir habilidades motoras específicas en la especialidad deportiva (Inci Karadenizli Z. 2013 & Davies G. 2015)

c. Ejercicios pliométricos y rendimiento deportivo

El entrenamiento pliométrico ha avanzado considerablemente, hoy en día se utiliza y se busca demostrar su efecto en deportistas, como por ejemplo usando el método de entrenamiento *Balistic Six* publicado por Pretz, R. (2004) y demostrando sus efectos positivos en el lanzamiento en diferentes disciplinas deportivas, como fue demostrado por ejemplo en jugadores de *baseball*, quien demostró la ganancia significativa de fuerza excéntrica de los rotadores externos de hombro y concéntrica de los rotadores internos lo cual es fundamental para el lanzamiento por sobre la cabeza en varios deportes. La fuerza de los rotadores internos ha sido remarcada como el mayor contribuidor en la velocidad de lanzamiento de jugadores de balonmano. (Carter, A, Kaminski, T, Jr., A, Knight C, Richards, J. 2007)

El entrenamiento pliométrico no solo ha mostrado efectos positivos en el rendimiento de la velocidad del lanzamiento, sino también en otras cualidades deportivas relacionadas a la hipertrofia muscular, donde se vio que con un entrenamiento pliométrico de 8 semanas de MMSS se logró el aumento de hipertrofia muscular. (Chelly, M, Hermassi, S, Aouadi, R, Shephard, R. 2014),

dado principalmente por el aumento en el *peak de potencia* de los MMSS generando un aumento de la hipertrofia muscular. (Chelly 2014) Diversos estudios han encontrado una importante relación entre fuerza máxima en *press banca* y el lanzamiento del balón en jugadores de balonmano, donde se ha visto que los deportistas capaces de generar una mayor fuerza máxima tienden a lanzar más rápido el balón, a su vez, a mayor velocidad de desplazamiento de una carga mayor será la velocidad de lanzamiento del balón. (Granados, C, Izquierdo, M, Ibañez, J, Bonnbau, H, Gorostiaga, E. 2007) Además se postula que mejora la cinestesia y propiocepción de los movimientos otorgándole estabilidad funcional, (Swanik, K. 2002) por lo que el entrenamiento PLI podría traer consecuencias positivas en varias cualidades del deportista y, por ende, en el rendimiento. En el estudio realizado por Swanik, K. (2002) se encontró en sujetos que realizaban un protocolo de PLI para MMSS, que mejoraron significativamente su propiocepción y cinestesia del hombro en relación al valor inicial, por lo que el entrenamiento PLI aplica a un conjunto de cualidades y aptitudes en la misma metodología, mejorando el rendimiento de los deportistas. Otro estudio realizado en jugadores de *Cricket*, donde se implementó el método pliométrico en el calentamiento previo a la competencia en comparación al calentamiento regular (que consta de movilidad activa de hombro y lanzamientos) de los deportistas tuvo resultados significativos al enfrentar la competencia, obteniendo resultados favorables en los deportistas que hicieron el calentamiento con ejercicios pliométricos aumentando la velocidad de lanzamiento de la bola de *Cricket* en el momento de competir, se encontró que el método pliométrico era 50% más efectivo que el calentamiento regular. (Hayath, H, Spargoli, G. 2016) Por lo tanto, el entrenamiento con la metodología pliométrica puede tener resultados significativos y positivos para alcanzar el alto rendimiento en una competencia deportiva.

V. Problema del Estudio

Este estudio busca entregar mayor información acerca de los efectos de un protocolo pliométrico de miembro superior y un protocolo de estabilización lumbopélvica en el balonmano en cuanto a las mejoras en la velocidad del

lanzamiento que puedan existir, de esta manera aportar en la investigación en el campo del deporte de alto rendimiento y ser el soporte de futuras investigaciones en el área.

VI. Pregunta de investigación:

¿Es más eficaz para el aumento de la velocidad del lanzamiento en el balonmano un protocolo de entrenamiento de estabilización lumbopélvica que un protocolo de ejercicios pliométricos de miembro superior en seleccionados nacional varones entre 16-18 años en 8 semanas?

VII. Objetivos General

Comparar un el efecto de un protocolo de estabilización lumbopélvica versus un protocolo de ejercicios pliométricos de miembro superior durante 8 semanas en el aumento de la velocidad en el lanzamiento en seleccionados nacionales varones de balonmano entre 16 y 18 años.

VIII. Objetivos Específicos

- Determinar las características basales de la muestra.
- Comparar resultados pre y post intervención en el grupo del protocolo de estabilización lumbopélvica.
- Comparar resultados pre y post intervención en el grupo del protocolo de ejercicios pliométricos.
- Comparar resultados pre y post intervención en el grupo control.
- Comparar los resultados entre los grupos.

IX. Hipótesis del estudio:

H1: Un entrenamiento de la estabilidad lumbopélvica por 8 semanas produce mayor aumento en la velocidad de lanzamiento del balón de balonmano en comparación a un entrenamiento pliométrico de musculatura del miembro superior desde 7 metros (punto penal) en seleccionados juveniles de balonmano entre 16 y 18 años de edad.

H0: Un entrenamiento de la estabilidad lumbopélvica por 8 semanas no produce un mayor aumento en la velocidad de lanzamiento del balón de balonmano en comparación a un entrenamiento pliométrico de musculatura del miembro superior desde 7 metros (punto penal) en seleccionados juveniles de balonmano entre 16 y 18 años de edad.

MATERIALES Y METODO

I. **Diseño del estudio:**

Este estudio tuvo un carácter analítico-experimental, longitudinal y prospectivo. Los sujetos serán divididos aleatoriamente en 3 grupos.

II. **Universo, tipo de muestreo y tamaño de la muestra:**

El universo de sujetos para esta investigación son todos los seleccionados chilenos de balonmano juveniles de la rama masculina, que corresponde a 24 jugadores actualmente. El tipo de muestreo fue no probabilístico y homogéneo.

Respecto a la muestra se analizaron datos de 17 jugadores que estuvieron participando constantemente en competencias y entrenamientos que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión detallados a continuación.

III. **Criterios de inclusión y exclusión:**

- a. **Inclusión:** Los criterios de inclusión son dados por: Pertenecer a la selección chilena, edad entre 16 y 18 años, sexo masculino y sin alguna lesión actual que limite al deportista de participar en el estudio. Además todos los deportistas firmaron el consentimiento (Anexo III). En el caso de los menores de edad deben firmar el consentimiento sus padres, y los deportistas deberán firmar un asentimiento informado. (Anexo IV)
- b. **Exclusión:** Los participantes que se ausenten más de un 20% del total de sus sesiones de entrenamiento será excluido de la investigación. (Anexo V). También serán excluidos los participantes que sufran alguna lesión que los limite en su práctica deportiva durante las semanas de intervención.

IV. **Metodología de la obtención de datos y de la intervención realizada:**

Luego de informar a las autoridades correspondientes relacionadas a la Federación Chilena de Balonmano mediante una reunión, se procedió a realizar

las evaluaciones iniciales y posteriormente los dos protocolos de intervención durante 8 semanas, para concluir con las evaluaciones finales y posterior reunión informativa al cuerpo técnico.

Además, en un inicio antes de comenzar la investigación, se le envió una carta de solicitud de ingreso al director del Centro de Alto Rendimiento (CAR) para la intervención en el tiempo correspondiente. (Anexo VI)

Antes de la realización de los protocolos se tomaron tres evaluaciones iniciales. Estas evaluaciones son: 1RM en *Press* banca, la velocidad de lanzamiento del balón medida a través de una pistola radar modelo *Stalker ATS II* desde el punto penal y el tiempo logrado en el test de plancha de Brian Mackenzie. Los datos obtenidos se recopilaron en el CAR en la superficie de carpeta habitual de entrenamiento y se volvieron a repetir las mediciones después de 8 semanas al final de la intervención en los tres grupos para comparar los valores. (Los protocolos de intervención son detallados más adelante en las variables independientes). (Anexo VII)

La velocidad se evaluó en cada deportista completando 3 lanzamientos hacia el centro arco donde verbalmente se le incentivo a realizar el lanzamiento más fuerte que pueda desde 7 metros (punto penal). Se ocupó un balón estándar de 480 gramos y 58 cm. de circunferencia. (Gorostiaga, E, Granados, C, Ibanez, J, Izquierdo, M. 2005) Se registró los valores en kilómetros/hora (km/h), la posición elegida del lanzamiento y desde donde medimos la velocidad por medio de una pistola radar modelo *Stalker ATS II*, utilizada en otras investigaciones acerca del lanzamiento (Hermassi, S, Van Den Tillaar, R, Khelifa, R, Chelly, S, Chamari, K. 2015 & Valadés, D, Palao, J. 2012), siguiendo las indicaciones del manual de la pistola de radar *Stalker* en modalidad *baseball*. (ATS II Radar 2010. Profesional sports radar, Owner's Manual) (Revisar Anexo XI)

Para evaluar la fuerza máxima de los miembros superiores se realizó un calentamiento de 5-10 repeticiones con el 40-60% de la capacidad total de levantamiento percibida por el deportista, luego se realizaran 4 a 5 intentos

progresivos hasta lograr el máximo peso o no poder seguir aumentando este, con 1 minutos de descanso entre cada una de las 3 primeras series y 3 minutos de descanso en los últimos dos intentos. La técnica pedida fue la misma que diversas investigaciones en el área, los sujetos tomaron la barra con un ancho de entre sus brazos según su preferencia, llevarán la barra hasta tocar su pecho y extendieron sus brazos hasta bloquear la articulación de sus codos, no se permitió rebotar la barra sobre el pecho ni tampoco despegar la cabeza, hombros ni glúteos de la banca mientras ejecute el levantamiento. (Hermassi, S. 2015, Till, K, Tester, E, Jones, B, Emmonds, S, Fahey, J, Cooke, C. 2014 & Mann, J, Ivey, P, Stoner, J, Mayhew, J, Brechue, W. 2015).

Se realizó una evaluación de 1RM en *press* banca a todos los seleccionados al inicio de la investigación y al final de las 8 semanas para cuantificar si existieron cambios en su fuerza máxima después de nuestra intervención

El comportamiento de la musculatura lumbopélvica se evaluó mediante el test de plancha de Bryan Mackenzie. El test es definido como uno específico para deportistas en la evaluación de la función global de los músculos estabilizadores de tronco, específicamente tanto para la resistencia como al control motor. Es un test validado en China y busca que deportistas con buen control lumbopélvico duren los 3 minutos para completar el test. (Tong, T, Wu, S, Nie, J. 2014) y nos permitió registrar si existen cambios en el control y resistencia de la musculatura estabilizadora de tronco luego de nuestras 8 semanas de intervención.

El procedimiento involucra la posición de plancha y realizar 8 estaciones manteniendo la alineación y sin descanso entre cada estación (Tong, T. 2014). La posición de plancha será apoyando pies y antebrazos en el suelo, mientras los codos se ubican verticalmente bajo los hombros, manteniendo en una línea recta el cuerpo desde las piernas hasta el cuello que debe permanecer neutro.

Las estaciones son: (1) posición básica de plancha por 60 segundos, (2) elevar brazo derecho por 15 segundos, (3) devolver brazo derecho y levantar brazo izquierdo por 15 segundos, (4) devolver brazo izquierdo y levantar pierna derecha

por 15 segundos, (5) devolver pierna derecha y levantar pierna izquierda por 15 segundos, (6) devolver pierna izquierda y levantar al mismo tiempo pierna derecha y brazo izquierdo por 15 segundos, (7) devolver pierna derecha y brazo izquierdo para poder levantar pierna izquierda y brazo derecho, (8) retornar a la posición básica de plancha por 30 segundos finales. (Tong, T. 2014)

Durante las 8 semanas de intervención un grupo de sujetos realizó el entrenamiento de estabilización lumbopélvica (Saeterbakken, A. 2010), otro grupo el entrenamiento pliométrico de miembro superior (Gelen, E. 2012) y un último grupo que fue el control, los entrenamientos se hicieron dos veces por semana y fueron incluidos al final del entrenamiento técnico que hayan realizado los seleccionados habitualmente. Las sesiones de entrenamiento fueron guiadas por los tres integrantes de la investigación de carácter presencial. Además todos los sujetos no dejaron de realizar su plan de entrenamiento físico sin importar en cuál de los 3 grupos fueron asignados. Este entrenamiento físico se realiza de lunes a viernes, en el cual se involucran trabajos aeróbicos, anaeróbicos intermitentes, fortalecimiento general de MMSS y MMII y saltos.

Los protocolos en su detalle y progresión serán explicados en las variables independientes.

V. Variables del estudio:

a. Dependientes:

1. Velocidad de lanzamiento del balón:

La velocidad de lanzamiento está determinada por la distancia recorrida por el balón y el tiempo total que demora el balón desde que sale de las manos del deportista hasta que pasa la línea de gol del arco, es uno de los factores más importantes para anotar un gol en el Balonmano (Marques, M, Van Den Tillaar, R, Vescovi, J, González-Badillo, J. 2007).

Definición operacional: Se tomaron las medidas individualmente, donde cada deportista realizó 3 lanzamientos desde el punto penal, medido con una pistola radar se registró el valor más alto.

Indicador: Se midió en km/h el lanzamiento más rápido de 3 intentos.

2. **Fuerza máxima de miembro superior:**

Definición conceptual: La fuerza máxima es la capacidad total de parte del tejido contráctil de generar tensión y vencer una resistencia.

Definición operacional: Se realizara un protocolo de 1RM en press banca y se buscara la carga máxima posible a realizar por los jugadores para calcular su fuerza de MMSS (Hermassi, S. 2010).

Indicador: Fue medido en kg.

3. **Resistencia de la musculatura lumbopélvica**

Definición conceptual: La estabilidad lumbopélvica ha sido descrita de diferentes formas en la literatura, una de ellas es la de Kibler, B. (2006) que la define como una estabilización tanto dinámica como estática, en la cual entrega un soporte funcional central y distal permitiendo al cuerpo absorber, equilibrar y generar fuerzas frente a perturbaciones externas o en la interacción con el medio.

Definición operacional: Se realizó el test de plancha específico del deporte de Bryan Mackenzie, los jugadores fueron medidos con cronometro individualmente. (Tong, T, Wu, S, Nie, J. 2014)

Indicador: Se midió en segundos, siendo el tiempo máximo 180 segundos.

b. **Independientes:**

1. **Protocolo de entrenamiento pliométrico para MMSS:**

Este tipo de entrenamiento se hará con un protocolo ya conocido para mejorar la velocidad del lanzamiento. (Carter, A. 2007 & Pretz, R. 2004) Este protocolo es llamado “*Ballistic Six*”, el cual consiste en 6 ejercicios los cuales se realizaron 2 veces por semana durante 8 semanas de intervención. La evolución de este protocolo con respecto a las repeticiones es la siguiente:

- Primera y segunda semana 3 series con 10 repeticiones.

- Tercera a la quinta semana 3 series con 15 repeticiones.
- Sexta a octava semana 3 series con 20 repeticiones.

Entre cada serie hay un descanso de 30 segundos. La implementación para este protocolo consta de bandas elásticas de color rojo y 2 balones medicinales. El primero de 2 libras para los ejercicios con una mano y el segundo de 6 libras para los ejercicios con 2 manos. (Carter, A. 2007 & Pretz, R. 2004)

Este protocolo usa la actividad pliométrica de MMSS y consta de seis ejercicios: (1) Rotación externa con banda elástica con mínima abducción de hombro, (2) rotación externa con banda elástica con abducción de 90°, (3) lanzamiento lateral de rotación externa con balón medicinal de 2 libras manteniendo abducción de hombro de 90° y flexión de codo de 90°, (4) recepción de balón medicinal de 2 libras con un movimiento de desaceleración en rotación interna para un posterior lanzamiento en rotación externa hacia posterior, (5) lanzamiento con ambas manos por sobre la cabeza con balón medicinal de 6 libras, (6) lanzamiento con balón medicinal de 2 libras con técnica del lanzamiento con una mano al arco. (Carter, A. 2007). (Anexo VIII)

2. **Protocolo de entrenamiento de estabilización lumbopélvica:**

El protocolo que usaremos para entrenar a la selección chilena juvenil de balón mano será uno descrito por Saeterbakken, A. (2010), el cual evaluó la velocidad de lanzamiento en jugadoras de balonmano femenino. El protocolo de entrenamiento que haremos consta de los siguientes pasos:

- 15 minutos de calentamiento previo al entrenamiento (trote y lanzamientos).
- Se harán 6 ejercicios en TRX, cada ejercicio por el máximo número de repeticiones en 1 minuto, con un descanso entre series de 1 minuto. Los ejercicios serán los siguientes:
 - ✓ Ejercicio de abducción de cadera.
 - ✓ Side plank.
 - ✓ Crunch dinámico
 - ✓ Superman

- ✓ Squat con una pierna
- ✓ Push-up
- Cada ejercicio se realizó 2 veces por semana durante 8 semanas de entrenamiento.
- Las progresiones de cada ejercicio se realizaron de la siguiente manera considerando un total de 16 sesiones durante las 8 semanas de entrenamiento, por lo tanto:
 - ✓ Nivel 1: de la primera a la quinta sesión.
 - ✓ Nivel 2: de la sexta a la décima sesión.
 - ✓ Nivel 3: de la undécima a la dieciseisava sesión.

Cada ejercicio fue realizado con el TRX a 20 centímetros del suelo, las fotografías del protocolo y progresión de los niveles por cada ejercicio se encuentra en el Anexo IX.

VI. Análisis Estadístico:

En esta investigación se utilizó el test análisis factorial de la varianza (ANOVA) de 2 vías para medidas repetidas en el que se nos permite ver simultáneamente los efectos de la intervención en 2 variables distintas donde se midió el efecto de las variables independientes (grupo en el cual esta cada deportista) en cada una de las variables dependientes y así poder encontrar si existiesen diferencias posterior a las ocho semanas de intervención. Se analizó si las diferencias entre grupos son significativas con un valor alfa igual a 0,05.

RESULTADOS

De los 17 jugadores analizados en nuestra investigación 6 fueron parte del grupo control, 6 el entrenamiento pliométrico y 5 completaron el entrenamiento lumbopélvico, Teniendo una edad promedio de 17.17 años (DE: 0,75), 1.86 metros de altura (DE: 0,04) y 85,33 kilogramos de peso (DE: 9,54) en el grupo control. En el grupo pliométrico la edad promedio fue de 17 años (DE: 0,89), altura de 1,88 metros (DE: 0,04) y peso de 88,83 kg (DE: 7,41). Por ultimo en el grupo de estabilización lumbopélvica la edad fue de 17.8 años promedio (DE: 0,44), la altura 1,74 metros (DE: 0,04) y peso de 78 kg (DE: 9,61). Estos fueron distribuidos aleatoriamente en los 3 grupos: Control, pliométrico y de estabilidad lumbopélvica.

| | Edad (años) | | | Talla (m) | | | Peso (Kg) | | |
|-----------------|-------------|------|------|-----------|------|------|-----------|-------|------|
| | C | PLI | ELP | C | PLI | ELP | C | PLI | ELP |
| n | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 |
| Promedio | 17,17 | 17 | 17,8 | 1,86 | 1,88 | 1,74 | 85,33 | 88,83 | 78 |
| DE | 0,75 | 0,89 | 0,44 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 9,54 | 7,41 | 9,61 |

Tabla N° 1: Edad, altura y peso de los participantes.

En el análisis de la velocidad de lanzamiento ocurrieron cambios significativos ($p < 0,05$), tanto en el tiempo como en la interacción de las variables, teniendo cambios más importantes en los grupos intervenidos (pliométrico y de estabilización lumbopélvica), siendo el grupo con mayor mejoría en el aumento de la velocidad el grupo del protocolo pliométrico de miembro superior, como se muestra en el grafico N° 1, hubo un incremento porcentual del 2,8%, 7,2% y 5,5% en los grupos control, pliométrico y de estabilización respectivamente, donde los sujetos del grupo pliométrico aumentaron en más de 5 km/h la velocidad de su lanzamiento, detalle en tabla N°2 (ANEXO XII)

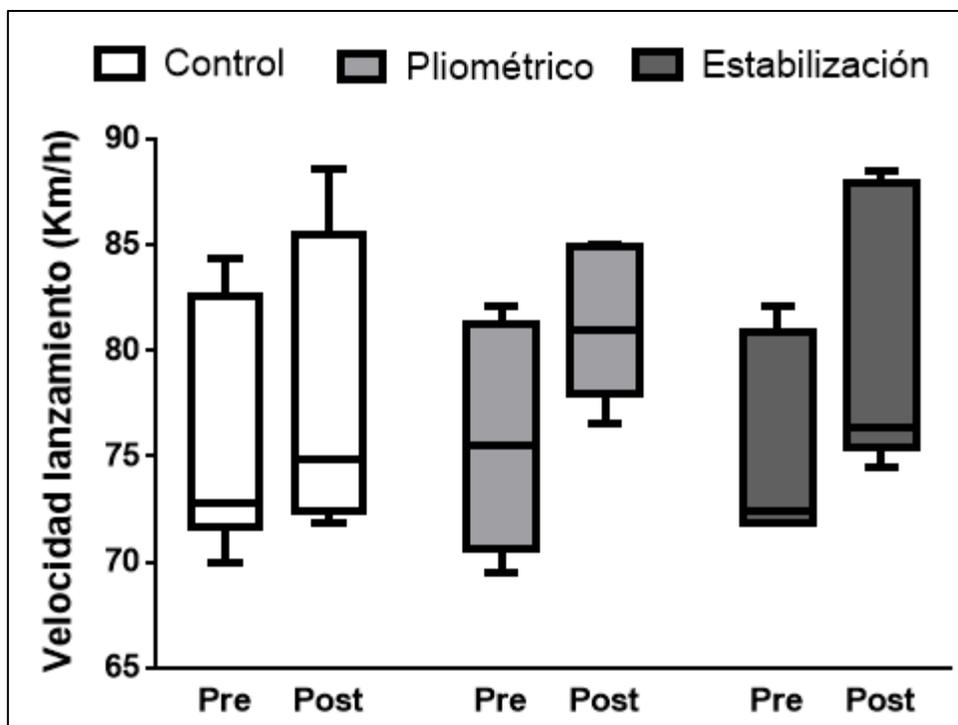


Grafico N°1: Velocidad del lanzamiento pre y post.

En cuanto a los resultados del 1RM de press banca, en todos los grupos ocurren cambios pre y post en promedio, siendo solo positivos en los grupos pliométrico y de estabilización (grafico N° 2). Existen diferencias post hoc sidak pre vs post en pliométrico, detalle de los resultados en tabla N° 3 (ANEXO XII)

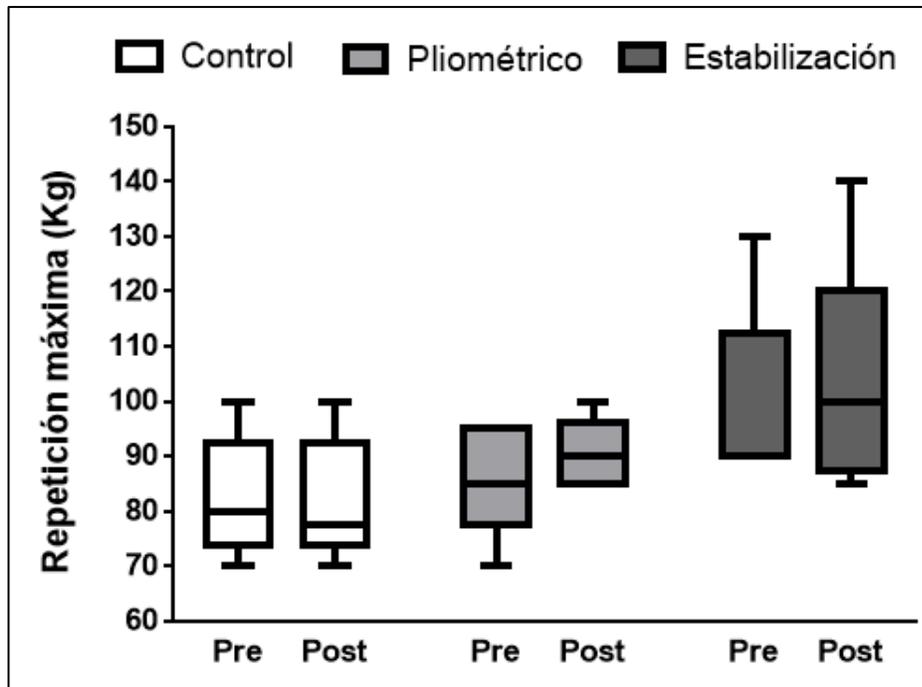


Grafico N° 2: 1RM en press banca pre y post.

Por último, en cuanto los resultados del test de plancha hubo cambios significativos para el tiempo, grupo e interacción ($p < 0,05$), existieron post hoc sidak en el post "control vs estabilización" y "pliométrico vs estabilización" (grafico N° 3), llegando a 173 segundos en el post intervención el grupo de estabilización, comparado a los 111 y 98 segundos del grupo pliométrico y control respectivamente, como se pueda observar en la tabla N° 4 (ANEXO XII).

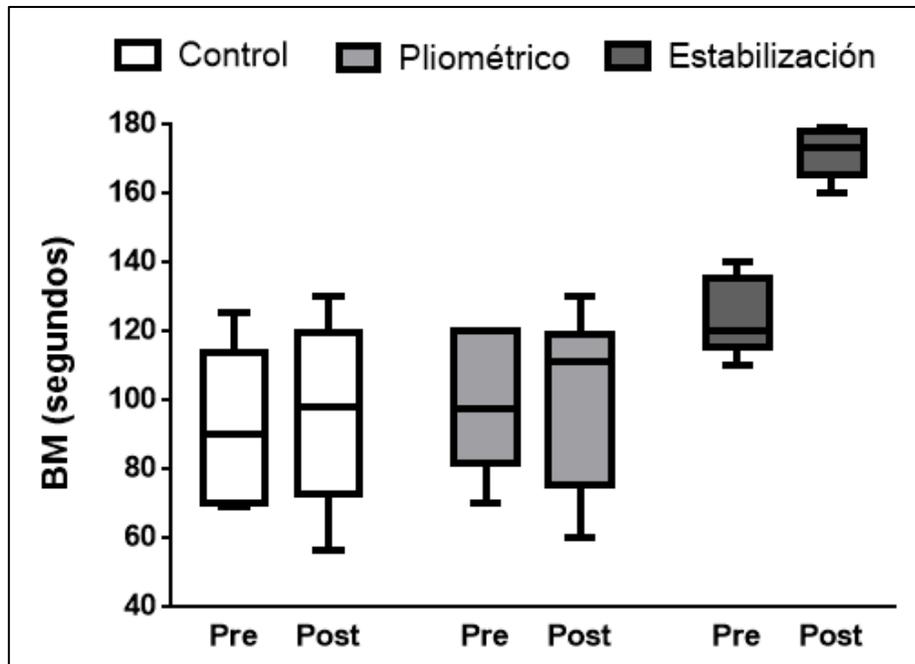


Grafico N° 3: Test de plancha medido en segundos pre y post.

DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue comparar los efectos de un entrenamiento pliométrico de miembro superior y un entrenamiento de estabilización lumbopélvica en suspensión, nuestros resultados muestran que un entrenamiento pliométrico como el usado por nosotros (*Ballistic Six*) genera mayores cambios en la velocidad de lanzamiento del balón en 8 semanas, pero de todas maneras ambos entrenamientos, pliométrico y de estabilización lumbopélvica, logran cambios significativos ($p=0,05$), mayores en comparación al grupo control, en cuanto al aumento de la velocidad del lanzamiento en seleccionados nacionales de balonmano entre 16 y 18 años de edad, de 72,4 a 76,4 km/h en el grupo de estabilización y de 75,5 a 80,95 km/h en el grupo pliométrico.

Esta mejoría en la velocidad de lanzamiento de los deportistas es consistente en otros estudios hechos en equipos o selecciones de balonmano, como la de Saeterbakken, A. (2010), donde tuvieron resultados similares con su protocolo de estabilización lumbopélvica pero en el caso de la investigación de ellos fue hecho en mujeres, donde el aumento de la velocidad del lanzamiento se explicaría por un aumento en la fuerza y estabilidad rotacional lumbopélvica, esto producto de una mejor capacidad de coordinación y de generar fuerza por parte de esta musculatura central. Otro estudio consistente con nuestra investigación fue la de Raeder, C. (2015) donde también en un equipo competitivo de mujeres lograron generar un aumento significativo en el lanzamiento por medio de un entrenamiento con balones medicinales de 1 o 2 kg, comparado con nuestro grupo pliométrico que utilizó balones medicinales en 4 de sus 6 ejercicios, nuestro grupo mejoro significativamente de 75,5 km/h a 80,95 km/h, mientras que el grupo de ellos de 60,7 km/h a 69,4 km/h, estos cambios se atribuyen a un fortalecimiento de la musculatura rotadora interna y externa del hombro (Raeder, C. 2015).

Carter, A. (2007) realizó el protocolo "*Ballistic Six*" en jugadores de *baseball* universitarios y encontró resultados significativos en el aumento de la velocidad de lanzamiento, también un aumento en la fuerza concéntrica de los rotadores

internos y excéntrica de los rotadores externos de hombro luego de 8 semanas de entrenamiento. Estos resultados fueron replicados por nosotros pero ahora en jugadores de balonmano entre 16 y 18 años, lo cual nos demuestra que el *Ballistic Six* también es útil en este deporte, esto se debe principalmente a que comparten la necesidad de realizar lanzamientos a gran velocidad en su práctica habitual, lo cual los hace similares en ese sentido. Este entrenamiento también se llevó a cabo en el tenis por Gelen, A. (2012) con similares resultados pero esta vez midiendo la velocidad del servicio.

Diversas investigaciones han relacionado la fuerza máxima en press banca como un predictor en la velocidad de lanzamiento en el balonmano entendiendo que mientras mayor 1RM mayor será la velocidad de lanzamiento (Marques, M. 2007), (Granados, C. 2007). En nuestro estudio, el grupo de estabilización lumbopélvica tanto a un inicio como al final de nuestra intervención poseía los mayores valores en el 1RM en press banca, pero a pesar de esto no tuvieron mejores resultados en velocidad de lanzamiento en comparación al grupo pliométrico, tanto al inicio como al final de la investigación.

Otra investigación en relación a la fuerza fue la de Ettema, G. (2008), que por medio de un sistema de poleas que simulaba el lanzamiento en jugadoras femeninas de balonmano no se encontraron diferencias significativas en el aumento de la velocidad de lanzamiento de las jugadoras, ambos de nuestros protocolos de intervención a diferencia de este entrenamiento si generan resultados positivos y son una opción válida para aumentar la velocidad del lanzamiento.

En relación a los resultados obtenidos en el test de plancha de Bryan Mackenzie, el grupo de estabilización tuvo los mejores resultados, esto a pesar de partir de un basal más alto, ya que estos jugadores desde el inicio de la investigación poseían mayores tiempos en el test en comparación a los otros grupos de intervención. El protocolo de estabilización fue efectivo en la mejora en la resistencia y el control de tronco que se vio reflejado en una mayor estabilización lumbopélvica en el test de plancha.

Podemos observar en el grupo de estabilización que a pesar de poseer los mejores valores en el 1RM de press banca y en el test de plancha no fue un grupo con mayor velocidad de lanzamiento que el grupo pliométrico al final de las 8 semanas, por lo tanto se genera la duda de que es lo que lo hace mejor al grupo pliométrico. Por lo tanto pareciera faltar al menos una variable más a analizar para predecir mejor la velocidad de lanzamiento en los deportistas, también podemos pensar que la velocidad de lanzamiento se verá influida por más variables que las analizadas en esta investigación, como por ejemplo antropométricas.

Otro punto a considerar en este análisis es que si bien el grupo de estabilización no fue mejor en el lanzamiento que el pliométrico a pesar de tener mejor test de plancha y 1RM, cualidades ya antes explicadas en su importancia en el deporte, pudiese ser el hecho de que fue un grupo significativamente más pequeño en estatura lo cual influyera negativamente en esto, lamentablemente en cuanto a la estatura los grupos no fueron homogéneos en su distribución inicial, a pesar de haber sido distribuidos de forma aleatoria, lo cual dificulta su análisis. En un estudio hecho por Gorostiaga, E. (2005) se evaluó características antropométricas y de performance de un equipo elite vs no elite de balonmano, se encontraron además de diferencias en la velocidad de lanzamiento diferencias en la fuerza en press banca, masa corporal y masa magra, por lo tanto para futuras investigaciones es importante sumar estas variables para un mejor análisis del porque un grupo fue mejor que otro y cuáles son las características más importante para obtener una velocidad mayor en el lanzamiento.

En cuanto a las dificultades que nos encontramos como investigadores la principal fue la necesidad de suspender fechas de intervención al enterarnos en el momento de más competencias en las cuales participarían nuestros deportistas, por otro lado, las lesiones que fueron teniendo los deportistas y las fechas libres por feriados largos fueron otras dificultades que fuimos encontrando en el transcurso de la intervención.

Como recomendación a futuro sería principalmente ver el tema de calendarización de la selección de balonmano y estar al tanto no solo de las competencias a nivel de selección chilena, sino también las competencias en las cuales los seleccionados participan por su región, por lo tanto investigar una selección con el calendario más adecuado para la continuidad de una investigación debiese ser un punto clave para la selección de una futura muestra.

Finalmente, creemos que es sumamente beneficioso para los seleccionados de balonmano, sumado a su entrenamiento habitual, la incorporación de estos dos protocolos en sus sesiones de acondicionamiento físico regular, estos protocolos tal cual como fueron realizados en esta investigación guiados por kinesiólogos, porque desde la perspectiva de herramientas terapéuticas o de un reintegro deportivo kinésico se pueden realizar importantes aportes al performance deportivo de los seleccionados y debiesen ser parte del staff técnico-medico, no solo participando en la etapa rehabilitadora posterior a una lesión, sino desde el día a día del entrenamiento y la preparación previa a cualquier competencia.

Para futuras investigaciones se debería investigar los efectos a largo plazo de una combinación de estos entrenamientos, realizar una mejor caracterización de la muestra con valores basales mas homogéneos, realizar una evaluación objetiva de fuerza de rotadores internos-externos en una isocinética y además investigar si en adultos también se generan estos cambios en la velocidad del lanzamiento y cuál es la velocidad actual de nuestros seleccionados adultos, para empezar así también a conocer nuestras propias características antropométricas y de performance, de manera de poder disminuir la brecha actual del balonmano nacional y las selecciones internacionales elite.

CONCLUSIÓN

Con los resultados de nuestra investigación se acepta la hipótesis H0, porque un protocolo de estabilización lumbopélvica en suspensión no fue mejor que un entrenamiento pliométrico de miembro superior generando aumentos significativos en la velocidad de lanzamiento del balonmano en seleccionados chilenos de entre 16 y 18 años.

Con esta investigación concluimos que tanto un entrenamiento de estabilización lumbopélvica en suspensión, como un entrenamiento pliométrico de miembro superior son efectivos en aumentar la velocidad de lanzamiento en 8 semanas.

BIBLIOGRAFÍA

- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore T., Fredericson, M. (2008). Core Stability Exercise Principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39-44
- Ayhan, C., Unal, E., Yakut, Y. (2013). Core stabilization reduces compensatory movement patterns in patients with injury to the arm: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(1), 36–47.
- Behm, D., Drinkwater, E., Willardson, J., Cowley, P. (2010). The use of instability to train the core musculature. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, 35, 91–108.
- Borghuis, J., Hof, A., Lemmink, K. (2008). The Importance of Sensory-Motor Control in Providing Core Stability. *Sports Med*, 38(11), 893 – 916.
- Byrne, J., Bishop, N., Caines, A., Crane, K., Feaver, A., Pearcey, G. (2014). Effect of using a suspension training system on muscle activation during the performance of a front plank exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3049-3055.
- Carter, A., Kaminski, T., Jr., A., Knight, C., Richards, J. (2007). Effects Of High Volume Upper Extremity Plyometric Training On Throwing Velocity And Functional Strength Ratios Of The Shoulder Rotators In Collegiate Baseball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 208 – 215.
- Chelly, M, Hermassi, S., Aouadi, R., Shephard, R. (2014). Effects of 8-Week In-season Plyometric Training on Upper and Lower Limb Performance of Elite Adolescent Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 14014 – 1410.
- Dale, B., Lawrence, A. (2005). Principles of Core Stabilization for Athletic Populations. *Athletic Therapy Today*, 10(4), 13-18.
- Davies, G, Riemann, B., Manske, R. (2015). Current Concepts of Plyometric Exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760–786.
- Ettema, G., Gløsen, T., Van Den Tillaar, R. (2008). Effect of Specific Resistance Training on Overarm Throwing Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 164 – 175.

- Endo, Y., Sakamoto, M. (2014). Correlation of Shoulder and Elbow Injuries with Muscle Tightness, Core Stability, and Balance by Longitudinal Measurements in Junior High School Baseball Players. *J. Phys. Ther, Sci*, 26, 689–693.
- Fernandez-Fernandez, F., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A., Ferrauti, A. (2013). Effects of a 6-Week Junior Tennis Conditioning Program on Service Velocity. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 232-239.
- Fradet, L., Botcazou, M., Durocher, C., Cretual, A., Multon, F., Prioux, J., Delamarche, P. (2004). Do handball throws always exhibit a proximal-to-distal segmental sequence? *Journal of Sports Sciences*, 22, 439–447.
- García, D., Herrero, J., De Paz J. (2003). Metodología de entrenamiento pliométrico. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 3 (12), 190 – 204.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibañez, J., Bonnabau, H., Gorostiaga, E. (2007). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(10), 860 – 7.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibañez, J., Ruesta, M., Gorostiaga, E. (2008). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(2), 351-61.
- Gelen, E., Dede, M., Bingul, B., Bulgan, C., Aydin, M. (2012). Acute Effects of Static Stretching, Dynamic Exercises, and High Volume Upper Extremity Plyometric Activity on Tennis Serve Performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 11(4), 600–605.
- Gorostiaga, E., Granados, C., Ibanez, J., Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(03), 225 – 232.
- Hayath, H., Spargoli, G. (2016). The Immediate Effects Of Different Intensities Of Upper Limb Plyometric Warm-up On Bowling Speed In Cricketers. Preliminary Results. *Scienza Riabilitativa*, 18(1), 16 – 22.
- Hermassi, S., Chelly, M., Fathloun, M., & Shephard, R. (2010). The effect of heavy vs. moderate-load training on the development of strength, power, and throwing

- ball velocity in male handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2408 – 2418.
- Hermassi, S., Van Den Tillaar, R., Khlifa, R., Chelly, S., Chamari, K. (2015). Comparison of In-Season-Specific Resistance vs. A Regular Throwing Training Program on Throwing Velocity, Anthropometry, and Power Performance in Elite Handball Players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29-8, 2105–2114.
- Hibbs, A., Thompson, E., French, F., Wrigley, A., Spea, I. (2008). Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength. *Sports Med*, 38(12), 995 – 1008.
- Huxel, K Anderson, B. (2013). Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 5, 514 – 522.
- Imai, A., Kaneoka, K., Okubo, Y., Shiina, I., Tatsumura, M., Izumi, S., Shiraki, H. (2010). Trunk muscle activity during lumbar stabilization exercises on both a stable and unstable surface. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 40(6), 369-375.
- Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I., Rodahl, S. (2013). Physical Characteristics and Abilities of Junior Elite Male and Female Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 302–309.
- Inci Karadenizli, Z. (2013). The Effects Of Plyometric Training On Selected Physical and Motorical Characteristics of the Handball Players. *International Journal of Academic Research*, 5(4), 183-187.
- Kibler, B., Press, J., Sciascia, A. (2006). The Role of Core Stability in Athletic Function. *Sports Med*, 36 (3), 189-198.
- Laffaye, G. (2012). Predicting the throwing velocity of the ball with anthropometric factors and isotonic tests in handball. *Sport Sciences Department, Univ Paris-Sud*, 1 – 26.
- Lee, J., Jeong, K., Lee, H., Shin, J., Choi, J., Kang, S., & Lee, B. (2016). Comparison of three different surface plank exercises on core muscle activity. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 5(1), 29-33.

- Liemohn, W., Baumgartner, T., Fordham, S., Srivatsan, A. (2010). Quantifying Core Stability: A Technical Report. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 575–579.
- Loffing, F., Hagemann, N. (2014). Skill differences in visual anticipation of type of throw in team-handball penalties. *Psychology of Sport and Exercise*, 15, 260 – 267.
- López, S., Fernández, R., De Paz, J. (2014). Evaluación del efecto del entrenamiento pliométrico en la velocidad. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 14 (53), 89 – 104.
- López, P., Rodríguez, F. (2013). Importancia del Entrenamiento de Estabilización Lumbopélvica en el Rendimiento Deportivo y en la Prevención de Lesiones. *Futbolpf: Revista de Preparación física en el Fútbol*, (9), 13-23.
- Lust, K., Sandrey, M., Bulger, S., Wilder, N. (2009). The Effects of 6-Week Training Programs on Throwing Accuracy, Proprioception, and Core Endurance in Baseball. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18, 407-426.
- Mann, J., Ivey, P., Stoner, J., Mayhew, J., Brechue, W. (2015). Efficacy of the National Football League-225 Test to Track Changes in One Repetition Maximum Bench Press After Training in National Collegiate Athletic Association Division IA Football Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 2997 – 3005.
- Marques, M., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J., González-Badillo, J. (2007). Relationship Between Throwing Velocity, Muscle Power, and Bar Velocity During Bench Press in Elite Handball Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 414 – 422.
- Massuça, L., Fragoso, I. (2015). Morphological Characteristics of Portuguese Handball Players., *Coll. Antropol*, 39, 1: 109–118.
- Michalsik, L., Klavs, M., Aagaard, P. (2015). Technical Match Characteristics and Influence of Body Anthropometry on Playing Performance in Male Elite Team Handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 416–428.

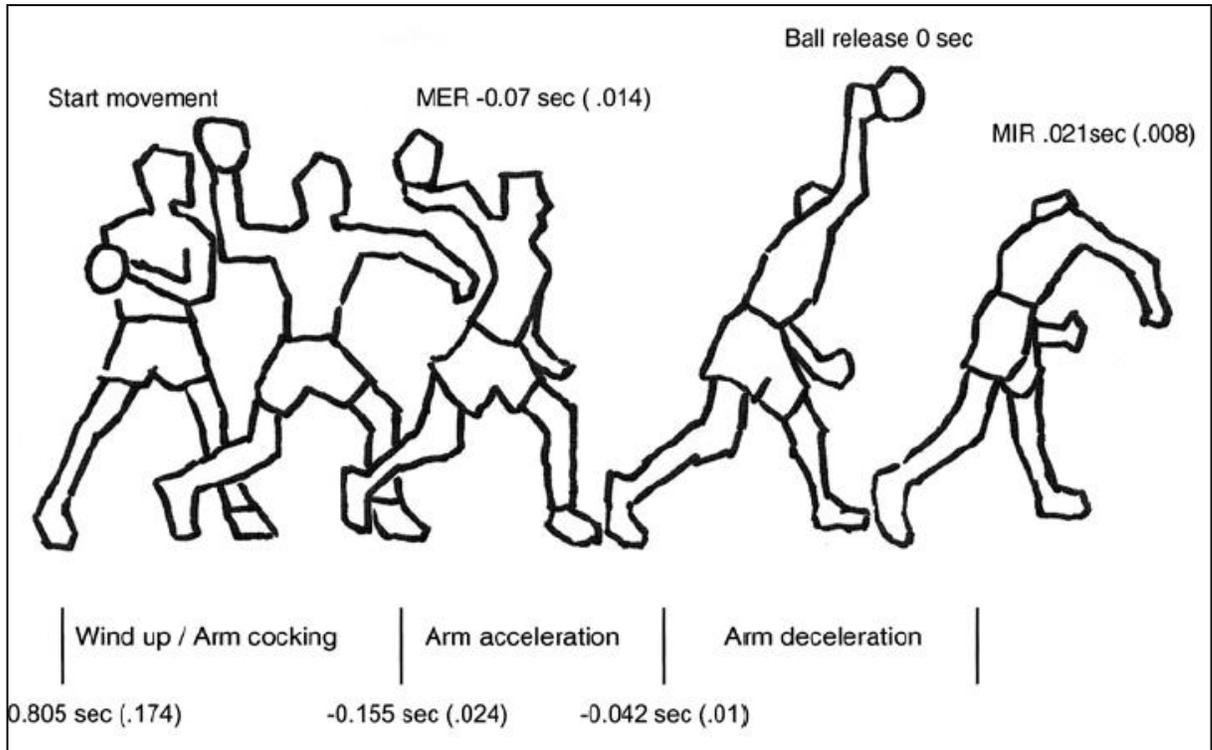
- Miyake, Y., Kobayashi, R., Kelepecz, D., Nakajima, M. (2013). Core exercises elevate trunk stability to facilitate skilled motor behavior of the upper extremities. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 17, 259 – 265.
- Mok, N., Yeung, E., Cho, J., Hui, S., Liu, K., Pang, C. (2015). Core muscle activity during suspension exercises. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(2), 189-194.
- Palao, JM., Valdés, D. (2013). Testing protocol for monitoring upper-body strength using medicine balls. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8 (2), 334-341.
- Pezzullo, D., Karas, S., Irrgang, J. (1996). Functional Plyometric Exercises for the Throwing Athlete. *Journal of Athletic Training*, 30, 22 – 26.
- Pieper, H. (1998). Humeral Torsion in the Throwing Arm of Handball Players. *American Journal of Sports Medicine*, 26, 247 – 253.
- Pretz, R. (2004). “Ballistic Six” Plyometric Training for the Overhead Throwing Athlete. *Strength and Conditioning Journal*, 26(6), 62.
- Quetglas, S., Iglesia, O., Martínez, R. (2012). Fundamentos biomecánicos del ejercicio pliométrico. *Educación Física y Deportes, Revista Digital*, 1 – 7.
- Raeder, C., Fernandez-Fernandez, J., Ferrauti, A. (2015). Effects of Six Weeks of Medicine Ball Training on Throwing Velocity, Throwing Precision, and Isokinetic Strength of Shoulder Rotators in Female Handball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 29(7), 1904-14.
- Saeterbakken, A., Van Den Tillar, R., Seiler, S. (2010). Effect of Core Stability On Throwing Velocity In Female Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 712 – 718.
- Samson, K., Sandrey, M. (2005). A Core Stabilization Training Program for Tennis Athletes. *Athletic Therapy Today*, 12(3), 41 – 46.
- Silfies, S., Ebaugh, D., Pontillo, M., Butowicz, C. (2015). Critical review of the impact of core stability on upper extremity athletic injury and performance. *Braz J Phys Ther*, 19(5), 360-368.
- Schorer, J., Baker, J., Fath, F., Jaitner, T. (2007). Identification of Interindividual and Intraindividual Movement Patterns in Handball Players of Varying Expertise Levels. *Journal of Motor Behavior*, 39(5), 409–421.

- Schulte-Edelmann, J., Davies, G., Kernozek, T., Gerberding, E. (2005). The Effects Of Plyometric Training Of The Posterior Shoulder and Elbow. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 129-134.
- Son, H. (2015). Trunk Muscle Activation during Bridge Exercise with Various Shoulder Supporting Surfaces. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 10(3), 81-86.
- Stalker ATS II Radar (2010). Professional sports radar, Owner´s Manual. Citado el 7 de septiembre, 2016. Disponible en: <http://www.stalkerradar.com/pdf/011-0094-00%20Stalker%20ATS%20II%20owners%20manual%20Rev%20B.pdf>.
- Swanik, K., Lephart, S., Swanik, B., Lephart, S., Stone, D., Fu, F. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 11, 579 – 86.
- Till, K., Tester, E., Jones, B., Emmonds, S., Fahey, J., Cooke, C. (2014). Anthropometric and physical characteristics of English academy rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 319 – 327.
- Tong, T., Wu, S., Nie, J. (2014). Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Physical Therapy in Sport*, 15(1), 58 – 63.
- Valadés, D., Palao, J. (2012). El radar como instrumento de control del entrenamiento. *Rendimiento deportivo*, 11(1), 30 – 35.
- Van Den Tillaar, R., Cabri, J. (2012). Gender differences in the kinematics and ball velocity of overarm throwing in elite team handball players. *Journal of Sports Sciences*, 30(8), 807-813.
- Van Den Tillaar, R., Ettema, G. (2003). Influence of Instructions on Velocity and Accuracy of Overarm Throwing. *Perceptual and Motor Skills*, 96,423-434.
- Van Den Tillaar, R., Ettema, G. (2003). Instructions Emphasizing Velocity, Accuracy, or Both in Performance and Kinematics of Overarm Throwing by Experienced Team Handball Players. *Perceptual and Motor Skills*, 97,731-742.
- Van Den Tillaar, R., Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *European journal of applied physiology*, 91(4), 413-8.

- Van Den Tillaar, R., Ettema, G. (2007). A Three-Dimensional Analysis of Overarm Throwing in Experienced Handball Players. *Journal of Applied Biomechanics*, 23, 12-19.
- Vera-García, J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, H., Juan-Recio, C., Elvira, J. (2015). Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. *Rev Andal Med Deporte*, 8(2), 79–85.
- Wagner, H., Buchecker, M., Von Duvillard, S., Müller, E. (2010). Kinematic Comparison of Team Handball Throwing With Two Different Arm Positions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 469 – 483.
- Wagner, H., Müller, E. (2008). The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw. *Sports Biomechanics*, 7(1), 54-71.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Von Duvillard, S., Müller, E. (2011). Performance and kinematics of various throwing techniques in team-handball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, 73-80.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Klous, M., Von Duvillard, S., Müller, E. (2012). Movement variability and skill level of various throwing techniques. *Human Movement Science*, 31, 78–90.
- Willardson, J., Fontana, F., Bressel, E. (2009). Effect of Surface Stability on Core Muscle Activity for Dynamic Resistance Exercises. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 97-109.
- Zapartidis, I., Skoufas, D., Vareltzis, I., Christodoulidis, T., Toganidis, T., Kororos, P. (2009). Factors Influencing Ball Throwing Velocity in Young Female Handball Players. *The Open Sports Medicine Journal*, 3, 39 – 43.
- Zapartidis, I., Vareltzis, I., Gouvali, M., Kororos, P. (2009). Physical Fitness and Anthropometric Characteristics in Different Levels of Young Team Handball Players. *The Open Sports Sciences Journal*, 2, 22-28.

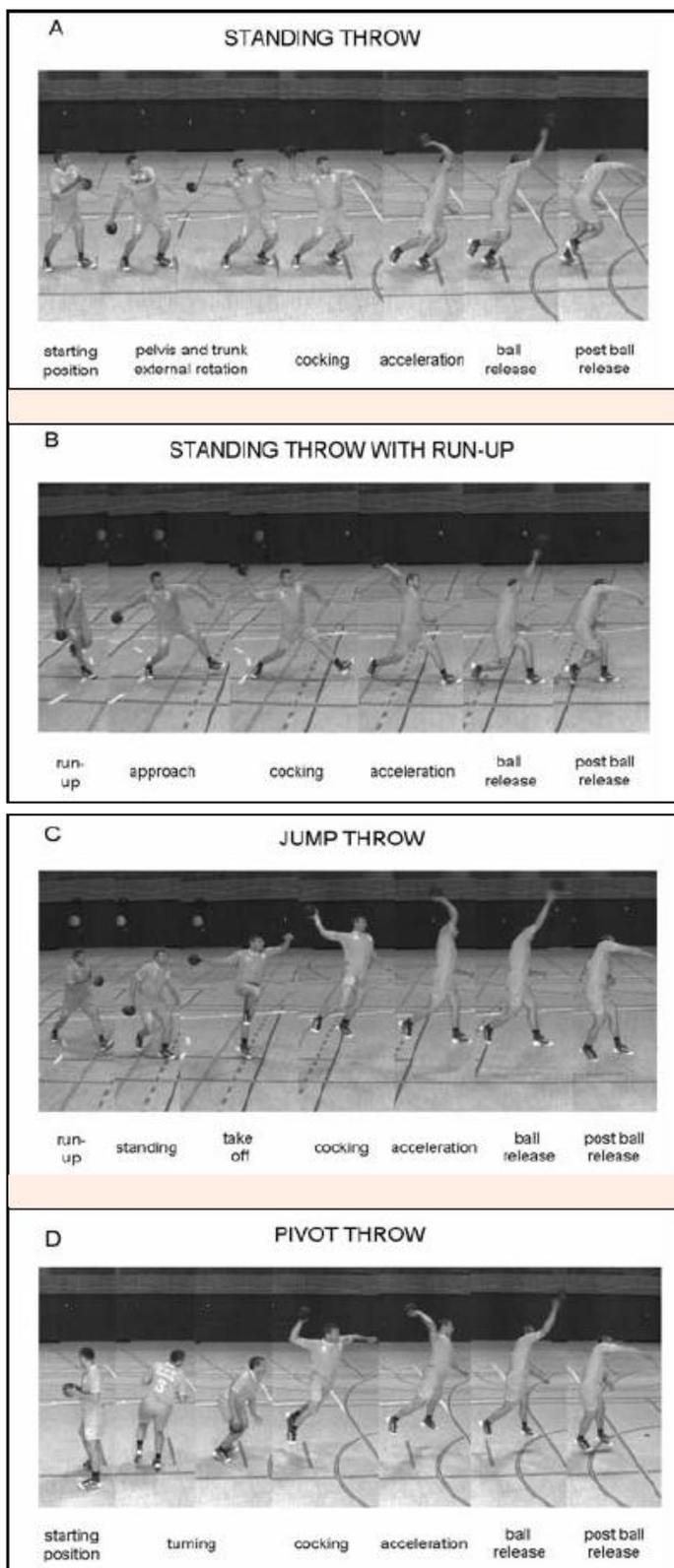
ANEXOS

Anexo I: Fases del lanzamiento del balón.



(Van Den Tillaar R. 2007)

Anexo II: Diferentes tipos de tiros/lanzamiento en el balonmano.



(Wagner H. 2011).

Anexo III: Documento de consentimiento informado para deportistas y representante del deportista.

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del Estudio: Comparación entre ejercicios de estabilización lumbopélvica versus pliométrico de miembro superior para mejorar la velocidad de lanzamiento en seleccionado juveniles varones de balonmano entre 16 y 18 años.

Patrocinador del Autofinanciamiento.

Estudio/ Fuente Financiamiento:

Investigador Responsable: Maximiano Andrés Montalva Cáceres, Fono: 9 77072951, maxx.m19@gmail.com

Unidad Académica: Escuela de Kinesiología

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

Ha sido invitado a participar en nuestra investigación, porque cumple con los requisitos:

- Jugador de la selección juvenil de balonmano chileno entre 16 y 18 años.
- Sexo masculino
- No haber tenido lesiones en los últimos 6 meses en las extremidades superiores.
- Haber firmado el consentimiento informado
- Tener la autorización de los padres en caso de menores de 18 años.

Los objetivos de este estudio son determinar cuál entrenamiento (estabilización lumbopélvica versus pliométrico de miembro superior) genera los mejores resultados en cuanto a la velocidad de lanzamiento en jugadores de balón mano.

Se espera reclutar un mínimo de 15 jugadores que serán organizados en 3 grupos diferentes de estudio.

2. PROCEDIMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN: METODOLOGÍA

En el siguiente estudio antes de la intervención en sí, mediremos algunas variables mediante algunas evaluaciones, como 1rm en press banca, velocidad del lanzamiento del balón a través de una pistola laser y test de plancha.

Sera una intervención no invasiva, donde solo se someterán a los deportistas a un tipo de entrenamiento extra al que ellos ya realizan, el cual tendrá una duración de 8 semanas con 2 días a la semana y cada sesión durara alrededor de 30 minutos.

Los grupos distribuidos aleatoriamente en el que los participantes serán asignados en alguno de los 3 grupos. De los cuales uno será el grupo control.

3. BENEFICIOS

Los beneficios de esta investigación serán tanto para los deportistas como la selección chilena de balonmano juvenil, donde tendrán a su disposición cual entrenamiento es el más efectivo para potenciar una característica clave del deporte, como lo es la velocidad del lanzamiento a portería. Dependiendo de los resultados obtenidos se demostrara cual entrenamiento es más efectivo y ellos podrán incluirlos en sus futuras preparaciones para competencias y en la formación de los deportistas.

4. RIESGOS

No existen riesgos en nuestra investigación para los deportistas, serán protocolos de no larga duración que serán supervisados personalmente por los 3 alumnos de 5° año de kinesiología, además del personal técnico de la selección de balonmano.

5. COSTOS

No existen costos para los participantes de este estudio.

6. COMPENSACIONES

En caso de que algún deportista participante sufra algún tipo de lesión relacionada al protocolo de entrenamiento que realizara, los investigadores a cargo se harán responsable de la lesión o afección que afecte al deportista con el fin de solucionar el problema y derivarlo a algún especialista en caso de ser necesario.

7. CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

Al tratarse de un estudio académico la información obtenida que a usted (o a su hijo) respecta se mantendrá de manera confidencial.

Solamente es posible que los resultados obtenidos sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo los datos personales de su hijo no serán conocidos. Los datos obtenidos solo serán manejados por los investigadores del estudio y su profesor tutor a cargo de la investigación.

Por otro lado los resultados del estudio se le darán a conocer a los participantes con el fin de dar una retroalimentación de manera de informarle sobre su desempeño durante el protocolo de entrenamiento, confirmando si hay algún tipo de evolución.

8. VOLUNTARIEDAD

Su participación como deportista en nuestra investigación es completamente voluntaria. Además está en su derecho de dejar de participar en la investigación si lo estima conveniente, si lo hiciera esto no tendrá ninguna consecuencia en su participación de las demás actividades dentro de la Selección Nacional de Balonmano.

También en el caso de los menores de edad, sus padres tendrán la facultad de retirar a sus hijos si lo estiman conveniente por cualquiera sea la razón.

9. PREGUNTAS.

Si tiene preguntas acerca de esta investigación médica puede contactar o llamar al Kigo. Rodolfo Hidalgo, Investigador Responsable del estudio, al teléfono +569 91876749.

Este estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad Finis Terrae. Si tiene preguntas acerca de sus derechos como participante en una investigación médica, usted puede escribir al correo electrónico: cec@uft.cl del Comité ético Científico, para que el presidente, Dr. Patricio Ventura-Juncá 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 hijo/hija, familiar o representado) y que me puedo retirar (o a mi hijo/hija, familiar o 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 hijo/hija, familiar o 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 (o a mi hijo/hija, familiar o representado).
- Se me ha informado que tengo el derecho a reevaluar mi participación (o la de mi hijo/hija, familiar o representado) en esta investigación según mi parecer y en cualquier momento que lo desee.

FIRMAS

Deportista: Nombre _____ Firma _____

Representante: Nombre _____ Firma _____

Investigador 1: Nombre _____ Firma _____

Investigador 2: Nombre _____ Firma _____

Investigador 3: Nombre _____ Firma _____

Director o delegado a cargo (Nombre y firma)

Fecha: ___/___/_____

Anexo IV: Carta de asentimiento informado para deportistas.



Asentimiento Informado

Yo: _____ de ____ años de edad, cedula de identidad N° _____-__ con domicilio en _____, y con numero de contacto _____. Como participante del proyecto de tesis y seleccionado nacional de balonmano de la categoría _____, declaro que los señores Cristian A. Marcos Berndt, R. Gabriel Contreras Jiménez, Maximiano A. Montalva Cáceres y Rodolfo Hidalgo han informado todo lo correspondiente a la investigación, mi participación en ella, la duración, el tipo y frecuencia de entrenamientos y todo lo que conlleva, declarando mi participación en el presente estudio de forma voluntaria.

Santiago de Chile ____ de _____, 2016.

Firma Seleccionado

Firma Investigador Responsable

Anexo VI: Carta de solicitud de ingreso para intervención en el Centro de Alto Rendimiento.



Santiago de Chile, 1 de Agosto del 2016

Centro de Alto Rendimiento
Director Jaime Guadalupe
Presente:

Estimado director, me dirijo a usted con el fin de solicitar el ingreso al Centro de Alto Rendimiento (CAR) durante el periodo de 1 de septiembre hasta el 31 de octubre para realizar mediciones e intervenciones correspondientes a nuestra tesis.

Junto con mis compañeros de la Universidad Finis Terrae, Maximiano Montalva y Gabriel Contreras estamos en nuestro último año de la carrera en el cual estamos desarrollando nuestra tesis llamada “Comparación entre ejercicios de estabilización lumbopélvica versus ejercicios pliométricos de miembro superior para mejorar la velocidad del lanzamiento del balón en seleccionados juveniles varones de balonmano entre 16 y 18 años” siendo integrantes de nuestra muestra seleccionado juveniles de Balonmano que a su vez realizan sus entrenamientos en las instalaciones del CAR.

Tanto cuerpo técnico y federación de Balonmano están previamente informados sobre el tema, teniendo contacto directo con el entrenador Claudio Lira y su consentimiento para intervenir a sus jugadores. Además nuestro profesor tutor Rodolfo Hidalgo, académico de la Universidad Finis Terrae, supervisa y controla nuestras actividades constantemente.

Es por ello que solicitamos por medio de este documento formal la entrada al CAR para realizar el debido desarrollo de nuestra tesis.

Sin otro particular,

Atte.

Cristián A. Marcos Berndt
17.631.549-0
Universidad Finis Terrae
Escuela de Kinesiología
cmarcosb@uft.edu

Anexo VII: Recolección de datos y mediciones pre/post intervención.

| Integrantes | Protocolo | Edad | Talla (m) | Peso (Kg) | Experiencia | Lesiones anteriores |
|-------------------------|-----------|------|-----------|-----------|-------------|---------------------|
| Vicente González P. (A) | CON 1 | 16 | 1,9 | 85 | 3 años | Si (ET) |
| Diego González Z. | CON 2 | 17 | 1,87 | 84 | 5 años | Si (TPy TH) |
| Enzo Ruiz L. | CON 3 | 17 | 1,9 | 78 | 10 años | Si (TP bilateral) |
| Eduardo Olivares K. (A) | CON 4 | 18 | 1,78 | 79 | 4 años | No |
| José Luis López | CON 5 | 18 | 1,91 | 104 | 8 años | No |
| Nicolás Cruz | CON 6 | 17 | 1,84 | 82 | 7 años | No |
| Benjamín Aldanes | ELP 1 | 17 | 1,7 | 65 | 2 años | Si (FxDP, Fxl, ET) |
| Francisco Avendaño | ELP 2 | 18 | 1,7 | 74 | 7 años | Si (TP, ET) |
| Danilo Salgado | ELP 3 | 18 | 1,79 | 82 | 5 años | Si (STC) |
| Reinaldo Gómez | ELP 4 | 18 | 1,86 | 87 | 8 años | Baja por LLH |
| Enzo Toro | ELP 5 | 18 | 1,75 | 91 | 4 años | No |
| Matías Cabrales | ELP 6 | 18 | 1,78 | 78 | 8 años | Si (ET) |
| Tomas Monardes H. | PLI 1 | 16 | 1,86 | 81 | 5 años | Si (Rm, DAD) |
| Maximiliano Cabrera C. | PLI 2 | 16 | 1,85 | 84 | 3 años | Si (ET) |
| Emilio Valenzuela | PLI 3 | 17 | 1,86 | 92 | 5 años | No |
| Ignacio Vidal | PLI 4 | 17 | 1,88 | 87 | 9 años | Si (ET) |
| Vicente Correa | PLI 5 | 18 | 1,98 | 102 | 2 años | No |
| Germán Ruiz | PLI 6 | 18 | 1,9 | 87 | 3 años | No |
| Promedio | X | 17,3 | 1,84 | 85 | 5,4 años | |

**DAD: Desgarro aductor, ET: Esguince tobillo, FxDP: Fractura dorso pie, Fxl: Fractura índice, LLH: Lesión labral de hombro, TP: Tendinopatía patelar, TH: Tendinopatía hombro, Rm: Rotura meniscal, STC: Síndrome túnel carpiano.*

**En las lesiones anteriores no se contemplan contusiones o golpes, ni menos lesiones en los últimos 6 meses.*

| Integrantes | Protocolo | V (km/h) inicial 7 m | V (km/h) final 7 m | 1 RM inicial (kg) | 1 RM final (kg) | BM (s) inicial | BM (s) final |
|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
| Vicente González P. (A) | CON 1 | 72,2 | 73,8 | 80 | 75 | 69 | 78 |
| Diego González Z. | CON 2 | 72,4 | 72,6 | 80 | 80 | 90 | 95 |
| Enzo Ruiz L. | CON 3 | 73,1 | 75,9 | 75 | 75 | 110 | 116 |
| Eduardo Olivares K. (A) | CON 4 | 70 | 71,8 | 70 | 70 | 90 | 101 |
| José Luis López | CON 5 | 82 | 84,4 | 100 | 100 | 70 | 56 |
| Nicolás Cruz | CON 6 | 84,3 | 88,6 | 90 | 90 | 125 | 130 |
| Benjamín Aldanes | ELP 1 | 72,4 | 76,3 | 90 | 90 | 140 | 180 |
| Francisco Avendaño | ELP 2 | 71,8 | 74,5 | 90 | 85 | 130 | 173 |
| Danilo Salgado | ELP 3 | 79,7 | 87,4 | 90 | 100 | 110 | 170 |
| Reinaldo Gómez | ELP 4 | 72,4 | NR | 100 | NR | 150 | NR |
| Enzo Toro | ELP 5 | 82,07 | 88,5 | 130 | 140 | 120 | 160 |
| Matías Cabrales | ELP 6 | 71,8 | 76,4 | 95 | 100 | 120 | 176 |
| Tomas Monardes H. | PLI 1 | 69,5 | 76,5 | 80 | 85 | 105 | 112 |
| Maximiliano Cabrera C. | PLI 2 | 71 | 78,8 | 80 | 85 | 120 | 130 |
| Emilio Valenzuela | PLI 3 | 80,9 | 83,1 | 90 | 95 | 70 | 60 |
| Ignacio Vidal | PLI 4 | 82,1 | 85 | 95 | 100 | 90 | 110 |
| Vicente Correa | PLI 5 | 72,6 | 78,5 | 70 | 85 | 85 | 80 |
| Germán Ruiz | PLI 6 | 78,4 | 84,9 | 95 | 95 | 120 | 115 |
| Promedio | X | 75,4 | 79,8 | 88,8 | 91,1 | 106,3 | 120,1 |

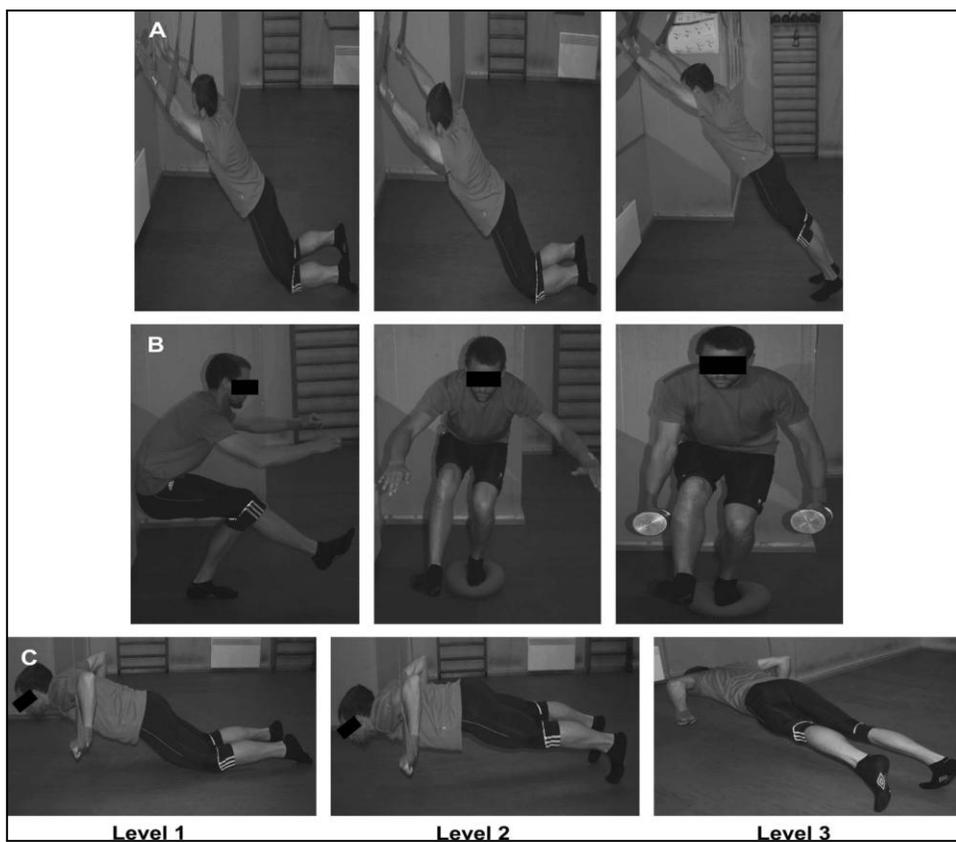
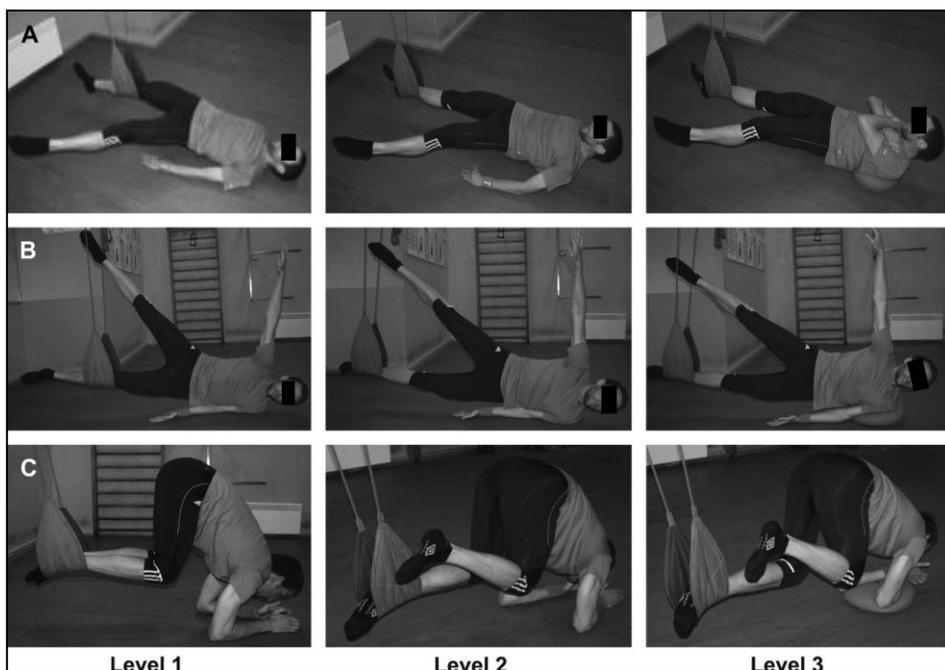
**BM: Brian Mackenzie, Kg: Kilogramos, m: Metros, NR: No realizado, s: segundos, RM: Repetición máxima, V: Velocidad en km/h.*

Anexo VIII: Protocolo de entrenamiento “*Ballistic Six*”.



(Carter, A. 2007 & Pretz, R. 2004).

Anexo IX: Protocolo de entrenamiento para la ELP.



(Saeterbakken, A. 2010).

Anexo X: Fotografías del periodo de intervención.

a. Calentamiento previo al entrenamiento



El calentamiento previo consta de 15 minutos, que integra ejercicios activos de movilidad de hombro y desplazamientos en distintas direcciones.

b. Medición de velocidad de lanzamiento desde los 7 metros (punto penal).



Lugar donde se escogió para medir la velocidad de lanzamiento con la pistola radar.

Línea de 7 metros (punto penal) donde los deportistas lanzaban.

Toma de datos inmediatamente después del tiro.

c. **Pistola Radar Stalker ATS II (Professional Sport Radar).**

Herramienta utilizada para medir la velocidad de lanzamiento del balón, facilitada por el departamento de fisiología del ejercicio del CAR.



d. **Medición de 1RM en “press” banca.**



Medición de 1RM en instalaciones del CAR (gimnasio), un investigador se colaba detrás en caso de que el deportista necesitara ayuda. **Imagen 1:** deportista saca de forma individual la barra. **Imagen 2:** deportista debe tocar con la barra su pecho y volver a la posición inicial (imagen 1).

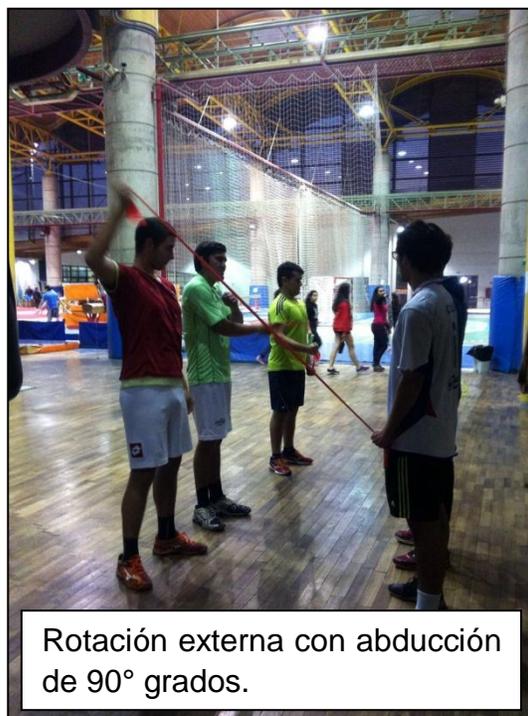
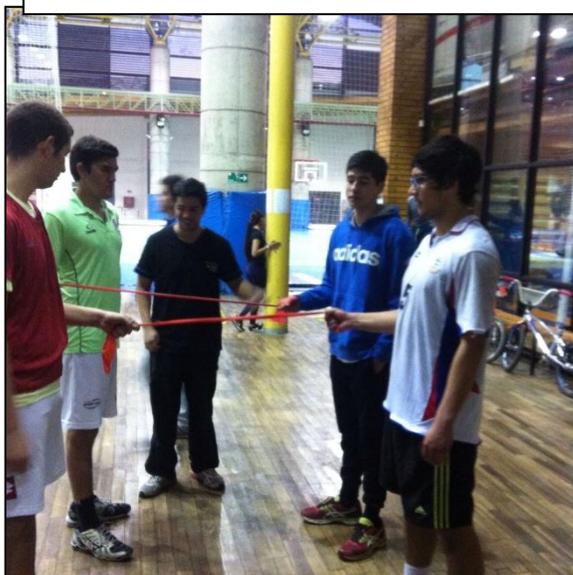
e. Medición de Test plancha Brian Mackenzie.



Medición de test de plancha realizado en superficie plana en el gimnasio del CAR. **Imagen 1:** posición con ambas MMSS apoyados y con una extremidad inferior apoyada y la otra suspendida, equivalente a 15 segundos. **Imagen 2:** posición con ambas MMII apoyadas y con una extremidad superior apoyada y otra en el aire.

f. Protocolo de ejercicios pliométricos de miembro superior (*Ballistix six*).

Rotación externa con banda elástica con mínima abducción de hombro.



Rotación externa con abducción de 90° grados.



Lanzamiento lateral en rotación externa con balón de 2 libras.

g. Protocolo de de estabilización lumbopelvica.



Side Plank.

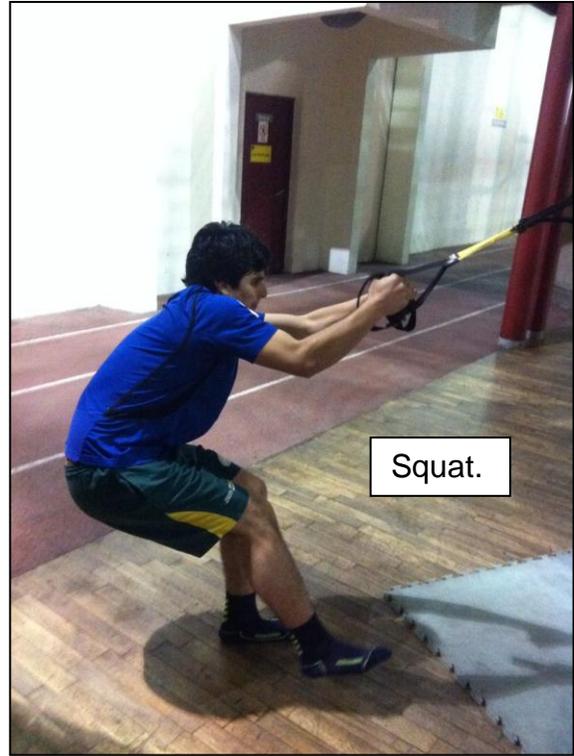
Abducción de cadera.



Superman

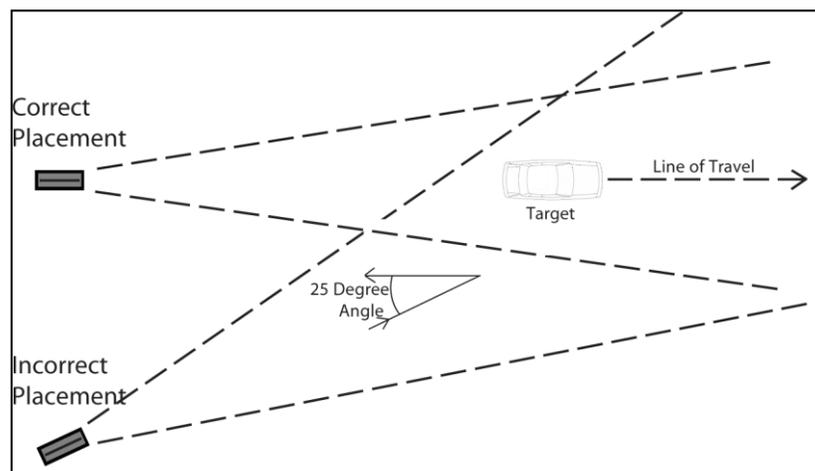


Crunch dinámico.



Squat.

Anexo XI: Angulo correcto para la medición de la velocidad de lanzamiento del balón.



(Owner's Manual 2010)

Anexo XII: Tablas de resultados.

| Velocidad lanzamiento | Control | | | Pliométrico | | | Estabilización | | |
|-----------------------|---------|--------|--------|-------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | Mediana | Máximo | Mínimo | Mediana | Máximo | Mínimo | Mediana | Máximo | Mínimo |
| Pre | 72,75 | 84,3 | 70 | 75,5 | 82,1 | 69,5 | 72,4 | 82,07 | 71,8 |
| Post | 74,85 | 88,6 | 71,8 | 80,95 | 85 | 76,5 | 76,4 | 88,5 | 74,5 |

Tabla N° 2: Valores pre y post en la velocidad del lanzamiento en el grupo control, pliométrico y de estabilización.

| 1RM | Control | | | Pliométrico | | | Estabilización | | |
|-------------|---------|--------|--------|-------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | Mediana | Máximo | Mínimo | Mediana | Máximo | Mínimo | Mediana | Máximo | Mínimo |
| Pre | 80 | 100 | 70 | 85 | 95 | 70 | 90 | 130 | 90 |
| Post | 77,5 | 100 | 70 | 90 | 100 | 85 | 100 | 140 | 85 |

Tabla N° 3: Valores pre y post de 1RM en press banca entre el grupo control, pliométrico y de estabilización.

| BM | Control | | | Pliométrico | | | Estabilización | | |
|-------------|---------|--------|--------|-------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | Mediana | Máximo | Mínimo | Mediana | Máximo | Mínimo | Mediana | Máximo | Mínimo |
| Pre | 90 | 125 | 69 | 97,5 | 120 | 70 | 120 | 140 | 110 |
| Post | 98 | 130 | 56 | 111 | 130 | 60 | 173 | 180 | 160 |

Tabla N° 4: Tiempos en el test de plancha en el grupo control, pliométrico y de estabilización.