



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES
UNIDAD LEÓN**

**TEMA: PLIOMETRÍA ACUÁTICA EN LA
REHABILITACIÓN DE INESTABILIDAD DE TOBILLO EN
DEPORTISTAS AMATEUR.**

FORMA DE TITULACIÓN:

ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN FISIOTERAPIA

P R E S E N T A:

CÉSAR GERARDO CERDA HURTADO



TUTOR: DR. MAURICIO RAVELO IZQUIERDO

LEÓN, GTO.

2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme las herramientas para crecer tanto en lo académico, profesional y personal; así como poder culminar una etapa dentro de esta magnífica carrera.

Al Dr. José Narro Robles por creer en el proyecto de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León, brindándole una oportunidad a que jóvenes continúen preparándose y esforzándose por construir cada uno de sus objetivos.

Al Dr. Enrique Graue Wiechers por continuar apoyando este proyecto, y por su trabajo a seguir engrandeciendo a esta máxima casa de estudios.

Al Mtro. Javier de la Fuente por su dedicación, compromiso y labor por la ENES UNAM León.

A la Dra. Laura Susana Acosta Torres, por su trabajo constante, en el crecimiento y desarrollo de la ENES-UNAM León.

Al programa de Becas Manutención UNAM (antes PRONABES) por el apoyo otorgado durante mi formación estudiantil.

Dedicatorias

Primeramente, a mis padres Maximina y Federico, por su sacrificio constante que han puesto durante estos años para poder ayudarme a lograr este sueño, siempre alentándome a mejorar, superarme cada día, pero sobre todo nunca renunciar a mis objetivos. A mi madre, por sus palabras de aliento en momentos difíciles, por ser inspiración y motivación para crecer. A mi padre, por su sacrificio constante, y por siempre ser mi "carnal". A mis hermanas, Jessica y Paola, por sus risas, consejos, momentos de alegría que hemos compartido en estos años lejos de casa.

A mis amigos, Fernando, Jorge, Jesús y Diego, por esas reuniones, risas, tacos, viajes, consejos, por su ayuda para adaptarme al cambio de residencia, por las experiencias que hemos vivido en estos años y faltan por vivir, gracias canijos, salud por la amistad. A mi buen amigo Luis Librado, por estar al pie del cañón siempre, a pesar de la distancia, por demostrar que la amistad no tiene fronteras.

A Diana, por siempre estar ahí cuando te he necesitado y nunca darme la espalda, por tus consejos para los días tristes y risas para los días dichosos, gracias por darme la oportunidad de convivir contigo.

Al Dr. Mauricio Ravelo Izquierdo; por sus enseñanzas académicas transmitidas durante esta etapa, por el apoyo y confianza para realizar este proyecto de investigación; a la Mtra. Liliana Peralta por las facilidades permitidas en mi estancia en el servicio social para la

realización de este proyecto. A cada uno de los profesores, compañeros, amigos, seres queridos que pusieron su granito de arena para ayudarme a cumplir esta anhelada meta.

Por último, a mi abuelo Matilde, por siempre tener buenos momentos para alegrar el día y tener una sonrisa siempre en su rostro. A cada una de esas personas que ya no están físicamente, pero están en el corazón, a mi abuela Agustina y Catalina, a mi tía Lucy y mi abuelo José.

Sin ninguno de ellos esto sería posible, un abrazo fraternal para cada uno de ustedes.

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Capítulo 1. Objetivos	3
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivos del estudio.....	8
Capítulo 2. Antecedentes	9
2.1 Marco Teórico	10
2.1.1 Deporte	10
2.1.2 Deportista amateur	11
2.1.3 Lesiones deportivas y fisioterapia	12
2.2 Inestabilidad Funcional de tobillo	14
2.2.1 Anatomía y biomecánica	15
2.2.2 Control neuromuscular y propiocepción	17
2.3 Ejercicio Pliométrico	20
2.4 Ejercicio pliométrico en agua	22
2.4.1 Medio acuático	25
2.5 Prescripción del ejercicio pliométrico	28
2.6 Prescripción del ejercicio pliométrico acuático	32
Capítulo 3. Metodología	34
3.1 Metodología	35
3.1.1 Tipo de estudio	35
3.1.2 Selección de muestra	35
3.1.3 Material y métodos de diseño	37
3.1.4 Herramientas de evaluación	38
3.1.5 Programa de pliometría acuática	44
Capítulo 4. Resultados	48
4.1 Fuerza Explosiva	49
4.2 Equilibrio estático	50

4.3 Equilibrio dinámico	51
4.4 Agilidad	55
Capítulo 5. Discusión	57
5.1 Discusión	58
5.2 Conclusiones	65
5.3 Limitaciones	66
Bibliografía	67
Anexo 1	72
Anexo 2	73
Anexo 3	74
Anexo 4	75

Resumen

Introducción: Toda actividad deportiva en cualquiera de sus niveles de práctica puede generar lesiones, dividiéndose estas en articulares y/o musculares; y sus secuelas son una gran limitante para la correcta participación del atleta en sus actividades. Debido a esto, el fisioterapeuta deportivo busca constantemente actualidades en el tratamiento y prevención de estas lesiones y sus secuelas. La Pliometría acuática, se ha vuelto popular en los últimos años, ya que puede instaurarse en etapas tempranas de tratamiento por las ventajas que presenta su aplicación. Objetivo: Evaluar la aplicación de un programa de pliometría acuática en la rehabilitación articular y neuromuscular en deportistas amateurs con inestabilidad funcional de tobillo. Método: 3 deportistas amateur de la ENES-UNAM León realizaron un programa periodizado de ejercicio pliométrico acuático durante 6 semanas dentro de la Clínica de Fisioterapia de la ENES-UNAM León, se valoraron la agilidad, potencia y equilibrio estático como dinámico a través de pruebas de aptitud física. Resultados: Los pacientes que participaron en el estudio mejoraron en el equilibrio estático, dinámico, potencia y agilidad al final del programa. Conclusión: La implementación de un programa de pliometría acuática periodizado es útil en la rehabilitación de deportistas amateurs con inestabilidad funcional de tobillo.

Palabras Clave: Pliometría acuática, inestabilidad funcional, fisioterapia deportiva.

Introducción

En los últimos años, ha aumentado la participación de la población en edad universitaria dentro de las respectivas actividades deportivas de sus instituciones, esto por recreación, convivencia o con el objetivo de tener una buena condición física. Aunado a esto, es común que se lleguen a presentar lesiones debido a que muchos de estos atletas amateur no cuentan con un acondicionamiento adecuado y/o un antecedente de realizar una actividad deportiva demandante.

Muchas de estas lesiones, son mal tratadas, diagnosticadas e incluso no se le da la importancia debida por el propio lesionado, lo cual, puede derivar en una lesión crónica que va a impedir un buen desempeño tanto de las actividades deportivas como de las actividades de la vida diaria de estos sujetos.

La fisioterapia tiene como fin dar tratamiento y prevención a diversos trastornos neuro muscular esqueléticos, en el ámbito del deporte es el fisioterapeuta deportivo quien se encarga de dar atención a estos trastornos. Dentro de las herramientas más comunes de tratamiento usadas por el fisioterapeuta se encuentran la masoterapia, agentes físicos, ejercicio con/sin resistencia, ejercicios propioceptivos, vendaje funcional y/o neuromuscular, terapia manual, entre otros.

Al ser la fisioterapia una ciencia; es importante la actualización tanto del fisioterapeuta como de las diversas formas de trabajo, siempre sustentada en evidencia científica.

Capítulo 1

Objetivos

1.1 Planteamiento del problema

El riesgo de presentar una lesión durante la práctica deportiva es alto debido a los constantes cambios propios de la actividad, en función de la acción, técnica o movimiento a realizar (Rodríguez Ruiz 2008 p.1). Dentro de la literatura se ha encontrado que las estructuras más afectadas son rodilla y tobillo, siendo las lesiones ligamentosas en tobillo las más frecuentes, presentándose en mayor prevalencia los esguinces.

Salcedo Joven et al. (2000) mencionan que:

El esguince de tobillo es, posiblemente, la lesión que con mayor frecuencia es vista en los servicios de urgencias, al menos en cuanto a lesiones traumatológicas se refiere, y quizá sea también la lesión peor tratada, salvo que se produzca en el ámbito deportivo, donde es evaluada y tratada por especialistas (p.2).

El esguince de tobillo lateral es una de las lesiones más comunes experimentadas en el deporte. La recidiva de esguince entre los atletas ha sido reportada en más del 80%, y su presentación clínica es en forma de inestabilidad mecánica o funcional. La inestabilidad funcional (FI) proveniente de los déficits neuromusculares y propioceptivos, es un factor importante que contribuye a la inestabilidad crónica del tobillo. (Hertel 2000)

Por ello, como se citó en León (2018 p.1). "La lesión en un deportista implica un cambio o interrupción en su entrenamiento o competición, esto genera una alteración en su proceso de formación deportiva". A su vez, la pérdida de este proceso puede ocasionar múltiples

consecuencias en el rendimiento físico del deportista: como pérdida de agilidad, potencia, fuerza, resistencia aeróbica, puntos importantes en el deporte los cuales se ven mermados por la inactividad después de una lesión.

Dentro de la literatura encontramos que el tratamiento se centra mayormente en recuperar cada aspecto antes mencionado de forma separada, dejando al final del proceso terapéutico el entrenamiento físico de resistencia. Por lo cual, para el fisioterapeuta deportivo es importante implementar tratamientos que gestionen tanto la terapéutica como el ejercicio físico, con el objetivo de mejorar todos los aspectos físicos del deportista dentro de su proceso de rehabilitación para minimizar el riesgo de una recidiva y en contraste, mejorar sus cualidades deportivas.

Es relevante la aplicación de tratamientos fisioterapéuticos efectivos y adecuados basados en evidencia, donde se engloben las distintas cualidades físico-deportivas del atleta para que se reintegre a su actividad deportiva en el mejor estado posible. Se sabe también que el tratamiento fisioterapéutico para la inestabilidad crónica en tobillo se debe centrar en recuperar la fuerza, propiocepción y coordinación neuromuscular, además al encontrarse en un ámbito deportivo es importante congeniar el desarrollo de las cualidades físicas propias del atleta (potencia, velocidad, agilidad).

Es así como llegamos a la pregunta de investigación:

¿Un programa fisioterapéutico de pliometría acuática puede ser eficaz en la rehabilitación de la inestabilidad funcional de tobillo?

1.2 Justificación

El interés en la investigación de la inestabilidad del tobillo ha crecido en los últimos años. Diversos investigadores han examinado varios factores que se supone que están involucrados en esta entidad, más recientemente, se han evaluado los factores neuromusculares relacionados con la inestabilidad del tobillo. Porter et al (2002). En los individuos propensos a sufrir un esguince de tobillo, el ciclo de estiramiento-acortamiento de los dorsiflexores del tobillo y los grupos de músculos eversores es de primordial importancia.

Desde un punto de vista práctico, la definición de ejercicio pliométrico es un movimiento potente y rápido por medio de un pre-estiramiento o contra movimiento, en el que interviene el ciclo de estiramiento-acortamiento muscular. Haff & Triplett (2016). Este ciclo, combina procesos mecánicos y neurofisiológicos, y constituye la base de este tipo de entrenamiento.

La Pliometría acuática, ha tomado importancia en los últimos años, ya que es una técnica que se puede establecer en etapas tempranas de tratamiento y rehabilitación, o bien, como un complemento dentro de programas de acondicionamiento en el mundo deportivo. Además, este tipo de entrenamiento ha sido sugerido para el trabajo en déficits neuromusculares.

Presenta características, que lo hacen ideal para su aplicación en procesos de rehabilitación, ya que disminuye el estrés a nivel articular y la fatiga post ejercicio, usa las

propiedades del agua para disminuir el peso corporal y el dolor. También el ejercicio pliométrico desarrolla la potencia y la fuerza, pilares importantes en el aspecto físico - deportivo. Es un tipo de ejercicio que se puede adaptar a los movimientos que comúnmente realiza el deportista en sus actividades, y la superficie de contacto permite que disminuya el riesgo de que se presente una nueva lesión en la población en quien se aplica.

El ambiente acuático tiene un amplio potencial dentro del proceso de rehabilitación, que se extiende desde el tratamiento de lesiones agudas a través del mantenimiento de la salud frente a enfermedades crónicas, pero sigue siendo una modalidad infrautilizada. Debido a su amplio margen de seguridad terapéutica y adaptabilidad clínica, la terapia acuática es una herramienta muy útil para los profesionales de esta área, como es el fisioterapeuta deportivo (Becker, 2009).

Tomando como referencia a lo dicho por la Asociación Española de Fisioterapeutas donde mencionan que un fisioterapeuta es el “experto en movimiento y ejercicio, son los profesionales adecuados para promocionar, guiar, prescribir y gestionar las actividades de ejercicio” (León, 2018 p.2). A través de una comprensión adecuada de la patología, necesidades y objetivos del atleta puede estructurar programas apropiados para este tipo de población.

1.3 Objetivos del Estudio

Objetivo General

El propósito de este estudio es evaluar si la aplicación de un programa de pliometría acuática contribuye en la rehabilitación articular y neuromuscular de pacientes deportistas amateur con inestabilidad funcional de tobillo.

Objetivos Secundarios

- Implementar una propuesta de un programa periodizado de ejercicio pliométrico acuático.
- Comparar resultados en la agilidad, potencia, equilibrio estático y dinámico durante el estudio (Pre y postratamiento).
- Implementar el uso de una aplicación móvil en la medición de pruebas físicas por el fisioterapeuta deportivo.

Capítulo 2

Antecedentes

2.1 Marco Teórico

2.1.1. Deporte

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define al deporte como “actividad física, ejercida como juego o competición, cuya práctica supone entrenamiento y sujeción a normas.” Siurana (2007). Las modalidades deportivas pueden ser tan ilimitadas como la capacidad de imaginación del ser humano.

De acuerdo con Jodra (1992) citado por el autor anterior, él considera dos características dentro del deporte para elaborar una clasificación: los participantes y la finalidad. Según los participantes que intervienen habría:

1. Deportes individuales: Su ejecución la lleva a cabo una única persona.
2. Deportes colectivos: Son realizados por un grupo de personas con una finalidad común (p. ej., fútbol, baloncesto).
3. Deportes individuales en colectividad: La actuación la realiza una única persona, pero los intereses son compartidos por un grupo (p. ej., atletismo, natación). (p.80)

Según la finalidad:

1. Deportes de competición: Existe una rivalidad entre distintos contendientes. Se basan en un conjunto de reglas que son conocidas por todos los participantes para controlar los aspectos permitidos o los prohibidos en cada caso.

2. Deportes de mantenimiento: Sirven para adquirir, mantener o mejorar el estado físico y psíquico del sujeto.
3. Deportes de diversión: Se llevan a cabo por pasatiempo, convivencia y diversión.

2.1.2 Deportista Amateur

De acuerdo a la RAE ¹ el término amateur se usa con cierta frecuencia en español con el sentido de "persona" que realiza una actividad por placer, no de modo profesional ni remuneradamente. Dentro del deporte encontramos diversas modalidades de práctica, Jodra (1992) citado en Siurana (2007), considera que podemos establecer los siguientes niveles de práctica deportiva:

1. Nivel amateur: Compuesto por individuos que realizan un deporte por simple afición, sin ningún ánimo de lucro más allá de la mera satisfacción personal. Son personas que tienen otra actividad principal (estudiantes, profesionales de todo tipo, amas de casa) y que en sus ratos libres buscan el deporte como medio de diversión, relajación, comunicación o relación.
2. Nivel profesional: Integrado por personas que tienen el deporte como su oficio.
3. Nivel de necesidad: Se realiza por una "obligación facultativa", que puede venir por una "prescripción médica" o por un deseo de alcanzar un cuerpo más próximo al propio ideal de autorrealización. Siurana (2007, p.81).

¹ Real Academia Española: es un organismo que se dedica a la elaboración de reglas normativas para el idioma español y a trabajar por la unidad del idioma español en todos los territorios en los que se habla.

En el ámbito universitario la mayoría de los jóvenes recaen en un nivel de práctica amateur, o de recreación, ya que su finalidad al realizar práctica deportiva es distinta de acuerdo a sus objetivos personales. Cualquier tipo de deporte independientemente del nivel de práctica conlleva un riesgo de lesión, debido a las diferentes características extrínsecas e intrínsecas que se utilizan en su ejecución, algunos deportes son más propensos a presentar ciertas lesiones más que otros.

Por ejemplo, "un deporte de salto como voleibol, basquetbol o futbol (deportes que principalmente usen los pies y con actividades en las que se atraviesa un terreno desigual) precipitaría lesiones en los tobillos" (O´loughlin, Murawski, Egan & Kennedy, 2015 p.94.)

2.1.3 Lesiones deportivas y fisioterapia.

Es probable que las altas tasas de lesiones en deportistas recreativos sean mayores debido a que los atletas profesionales tienen mejor acondicionamiento físico. (Osorio Ciro et al 2007, p.169). Otro factor para tener en cuenta es el incremento de la actividad física que se da durante la etapa universitaria.

"El estrés generado por la práctica deportiva ha originado una mayor probabilidad de que los atletas presenten lesiones agudas y crónicas". (Osorio Ciro, Clavijo Rodríguez, Arango, Patiño Giraldo & Gallego Ching, 2007, p.107).

De acuerdo con el tipo de lesión, se pueden afectar estructuras óseas o blandas, las estructuras mayormente dañadas son tejidos blandos, tales como músculos, tendones y ligamentos, estas lesiones producen esguinces, desgarros, contusiones y abrasiones las cuales constituyen el 75% de las lesiones que se producen con la práctica deportiva y la gran mayoría de ellas no requieren tratamiento médico. (Osorio Ciro et al 2007 p.168). Sin embargo, muchas de ellas requieren de un proceso de rehabilitación.

En un estudio realizado por Moreno Pascual et al. (2008) se encontró, "con mayor frecuencia las lesiones afectan a las extremidades inferiores, siendo las articulaciones del tobillo y la rodilla las más involucradas en porcentajes que oscilan entre el 50 y el 86%". Los esguinces son las lesiones más comunes en las articulaciones, a nivel de tren inferior son los que afectan el tobillo los de mayor prevalencia, seguidos de los esguinces de rodilla (Osorio Ciro et al 2007). Encontrándose una mayor tasa de lesiones en deportistas jóvenes y recreativos, que en atletas profesionales

De acuerdo con la Organización Panamericana de Salud, por sus siglas en inglés (PAHO), el término rehabilitación "Es un conjunto de intervenciones diseñadas para optimizar el funcionamiento y reducir la discapacidad en individuos con condiciones de salud (enfermedades agudas o crónicas, trastornos, lesiones o traumatismo) en la interacción con su entorno abarcando un amplio abanico de actividades profesionales en las cuales está la fisioterapia".

Debido a esto, "toda lesión debe ser tratada por un especialista en la rehabilitación de la funcionalidad de la zona afectada, cuya formación específica y competencias las engloba el perfil del fisioterapeuta". (Capárros, Pujol & Salas 2017, p.168).

El fisioterapeuta deportivo puede gestionar este proceso basándose en la lesión del paciente y sus necesidades de acuerdo con el deporte que practica. (Vázquez Luna, 2017, p.27). El objetivo del tratamiento y la rehabilitación de una lesión deportiva es la restauración de la función atlética, en el mayor grado posible, en el tiempo más corto posible. Además, requiere no sólo la completa restauración del rendimiento funcional de la articulación o extremidad afecta, sino que también comprende el mantenimiento de las capacidades atléticas del deportista para disminuir el riesgo de una recidiva (Navas 2000).

2.2 Inestabilidad Funcional de tobillo

La inestabilidad funcional del tobillo (FAI, por sus siglas en inglés) es un término usado para describir un tobillo que fácilmente "cede" con la actividad. (Loudon, Santos, Franks & Liu 2008 p.553). Santolaria & Llobet (2018), mencionan que la inestabilidad funcional "Se debe a un déficit neuromuscular y propioceptivo, el cual genera una sensación subjetiva de inestabilidad, sin ninguna alteración de las estructuras articulares" además está aparece al realizar ejercicio (Salcedo Joven et al. 2008 p.11).

Existen muchas causas propuestas que incluyen: deficiencia propioceptiva articular, debilidad muscular, impedimentos para el control del equilibrio y retraso en el tiempo de reacción muscular, sin embargo, ninguna de estas ha demostrado ser la causa exclusiva

de la inestabilidad funcional, que junto con la inestabilidad mecánica, es una de las causas más comunes de inestabilidad crónica en el tobillo (Hertel 2000), ambas se han hipotetizado como factores de recurrencia para un esguince lateral de tobillo

2.2.1 Anatomía y biomecánica

El tobillo es la base de sustentación del aparato locomotor y tiene la capacidad, gracias a su peculiar biomecánica, de convertirse en una estructura rígida o flexible en función de las necesidades para las que es requerido y las características del terreno en que se mueve. La articulación del tobillo, debido a su configuración anatómica, es una de las más congruentes y, por tanto, de las más estables de la extremidad inferior. A través de ella se realizan los movimientos de flexión y extensión del pie. (Voegeli 2003). Se encuentra formada por la tróclea astragalina y por la mortaja tibioperonea, ambas poseen características anatómicas que condicionan la biomecánica de la articulación.

El pie posee un conjunto de articulaciones que le permiten el movimiento en los 3 planos del espacio. Estos movimientos son de flexión-extensión, rotación interna (aducción)-rotación externa (abducción) y pronación-supinación (Voegeli 2003).

Desde un punto de vista funcional podemos agrupar las articulaciones en 2 grandes grupos:

1. Articulaciones de acomodación, que tienen como misión amortiguar el choque del pie con el suelo y adaptarlo a las irregularidades del terreno. Son las articulaciones del tarso y tarsometatarsianas.

2. Articulaciones de movimiento. Su función es principalmente dinámica y son fundamentales para la marcha. Son la del tobillo y las de los dedos. (Voegeli 2003 p.25).

En la estabilidad del tobillo participan unidades articulares, complejos ligamentarios, además de estructuras neuromusculares.

La sindesmosis tibioperonea distal (STPD) se encuentra estabilizada por los ligamentos tibioperoneos anterior y posterior (LTPA y LTPP) y la membrana interósea. La articulación tibioperoneo-astragalina (ATPA) es la que da mayor rango de movimiento al tobillo y está estabilizada por dos complejos ligamentarios, el lateral y el medial.

El ligamento lateral externo, lo forman tres fascículos, el ligamento tibioperoneo-astragalino anterior (LPAA), el ligamento tibioperoneo-astragalino posterior (LPAP) y el ligamento peroneo-calcáneo (LPC). El LPAA es el que más frecuentemente se lesiona pues posee menor resistencia a la tracción, aunque también una mayor elasticidad. Limita la inversión y supinación del pie (Ferrer Santacreu, Rodriguez-Merchán, 2006, p.2).

El ligamento deltoideo, en la parte interna, controla el valgo del calcáneo y el cajón anterior del tobillo; está formado por cuatro fascículos, la porción tibio-astragalina posterior, la porción tibio-astragalina anterior, la porción tibio-calcánea y la porción tibio-escafoidea.

En posición bipodal el peso del cuerpo es transmitido por la pelvis al suelo a través de las extremidades inferiores. Cada pie soporta, por tanto, la mitad del peso del cuerpo.

2.2.2 Control Neuromuscular y propiocepción

La estabilidad de la articulación del tobillo es proporcionada por mecanismos estáticos y dinámicos. Se ha demostrado que los ligamentos laterales y la cápsula articular de las articulaciones talo crural y subtalar están muy inervados por mecanorreceptores (corpúsculos de paccini y Meissner, así como corpúsculos de Ruffini y Merkel).

Los mecanorreceptores son más activos en la sensación de movimientos articulares cerca de los extremos de los rangos de movimiento. Perciben una mayor tensión en los ligamentos y envían un mensaje aferente a la médula espinal. En respuesta, se envía una respuesta eferente a los músculos que pueden disminuir o revertir la dirección del movimiento de la articulación. (Hertel 2000). Los receptores en los músculos y tendones que cruzan la articulación del tobillo también pueden sentir el movimiento y la posición de la articulación, y normalmente funcionan en conjunto con los mecanorreceptores articulares.

Por ejemplo, cuando el tobillo está supinado cerca de su rango terminal, los mecanorreceptores en los ligamentos laterales se estimulan y se envía un mensaje aferente a la médula espinal. En respuesta, se envía una señal eferente para contraer excéntricamente los músculos peroneos en un esfuerzo por disminuir la velocidad de inversión.

La estabilidad dinámica depende en gran medida de una red de comunicación neuromuscular que funcione correctamente, cuando esta conexión se ve afectada (como es el caso, de un esguince de tobillo), la retroalimentación periférica se ve alterada. Debido a esto, cuando el esguince aparece en sujetos más jóvenes suele evolucionar peor la lesión, puede ser más grave, y se puede presentar una recidiva (Hertel 2000).

Kaikonnen, Kannus, Jarvinen, citados en Porter et al. (2002) mencionan:

Tener una retroalimentación periférica adecuada es importante para el mantenimiento de la estabilidad postural estática y dinámica del cuerpo. Por lo tanto, el control neuromuscular y la producción de fuerza son importantes para mantener una estabilidad articular adecuada. (p.494).

Se cree que una interrupción de los receptores sensoriales dentro de las estructuras de los ligamentos laterales produce una disminución de la capacidad para detectar cambios de posición. (Hertel 2000).

En un estudio realizado por Porter, Kaminski, Hatzel, Powers, & Horodyski (2002) dice:

En las personas propensas al esguince de tobillo, el SSC² de los dorsi flexores de tobillo y los grupos de músculos eversores es de primordial importancia; ya que la demora electromecánica entre la generación de tensión muscular y la activación del

² Reflejo de estiramiento-acortamiento por sus siglas en ingles SSC.

mecanorreceptor es un factor importante que puede generar inestabilidad articular (p.494).

Por lo cual, el fortalecimiento de la musculatura del tobillo puede reducir el riesgo de recidiva lesional del sistema ligamentario de este complejo articular. Es importante la introducción de un tipo de entrenamiento que ayude a promover estos déficits neuromusculares y propioceptivos.

Nyland et al. 2016; Gokeler et al. 2014; Moksnes & Grindem, (2016) citados en Cortés & Ravelo (2017) mencionan lo siguiente:

Es importante que los profesionales de la rehabilitación diseñen intervenciones adecuadas para el manejo de la funcionalidad, ya que es clave para un regreso deportivo exitoso, en especial para los deportes que se relacionan con saltos, cambios de velocidad y de dirección, es por esto que es imperante que se desarrolle una adecuada periodización del ejercicio. (p.3).

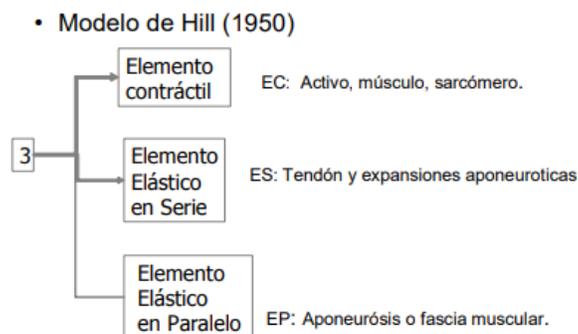
Además, Porter et al. (2002, p.495) recomienda "un entrenamiento enfocado en el SSC³ que es la base del ejercicio pliométrico, mejora el reflejo de estiramiento ayudando a la estabilidad dinámica y la coordinación neuromuscular".

³ Reflejo de estiramiento-acortamiento por sus siglas en ingles SSC.

2.3 Ejercicio Pliométrico

El ejercicio pliométrico se refiere a aquellas actividades que permiten que un músculo alcance la fuerza máxima en el menor tiempo posible. Haff & Triplett (2016) definen al ejercicio pliométrico como "un movimiento rápido y potente que utiliza un pre-estiramiento, o contra movimiento, que involucra el ciclo de estiramiento-acortamiento" (p.472). Teniendo una fase concéntrica, una fase de amortiguación y una fase excéntrica utilizando clásicamente como superficie de contacto el suelo.

El ciclo de estiramiento-acortamiento resulta en una contracción concéntrica más potente, hay tres mecanismos que contribuyen a la contracción concéntrica explosiva, son el componente contráctil, los elementos elásticos en paralelo, y los elementos elásticos en serie del musculo de acuerdo el esquema de Hill.



Cuadro 1. Modelo de Hill. Tomado de Biomecánica del Musculo (Guede 2000).

El elemento contráctil es representado por los componentes de actina y miosina de la fibra muscular, los segundos son representados por el tendón y vientre muscular con sus respectivos elementos (Órgano tendinoso de Golgi y husos musculares) (Chu, Meyer 2016); y el tercero es representado por la fascia muscular.

El potencial elástico de los músculos es dado por fibras elásticas compuestas de proteínas llamadas elastina. Estas fibras pueden estirarse con facilidad y retornar a su longitud original. Estas funcionan similarmente a una banda elástica y cuando son estiradas adicionan potencia al movimiento.

Los husos musculares se encuentran ubicados dentro del músculo, próximos al tendón. Son mecanorreceptores facilitadores, los cuales reaccionan a los cambios rápidos en la longitud del músculo para proteger al complejo musculo tendinoso. (Flanagan, Comyns 2008). Un huso muscular consiste en una fibra muscular modificada con un nervio sensorial envuelto en un extremo. Los órganos tendinosos de Golgi (OTG) reaccionan a los cambios de tensión más que a los cambios de longitud muscular. Estos propioceptores inhiben los músculos agonistas y facilitan la activación de músculos antagonistas. (Flanagan, Comyns 2008).

Todos estos mecanismos que son activados en la fase excéntrica van a generar como finalidad un aumento de la contracción concéntrica, que dará como resultado aumento en la potencia reactiva muscular.

Davies, Riemann & Manske (2015) mencionan que "Independientemente de su propósito, ya sea en fases terminales del proceso de rehabilitación, para mejorar el rendimiento, fuerza o acondicionamiento, el ejercicio pliométrico debe ser una parte integral del programa de rehabilitación". Los beneficios del entrenamiento pliométrico incluyen medidas mejoradas de fuerza muscular y poder explosivo (Bobbert 1990; Matavulj et al 2001; Wilson et al., 1996), función y estabilidad de la articulación (Hewett et al 1996).

Es así, que los ejercicios pliométricos al ser una pieza importante dentro del proceso de fisioterapia pueden adaptarse para población no recreativa, para deportistas elite o aficionados. Siendo en el deporte, el fisioterapeuta deportivo quien se encarga de su aplicación.

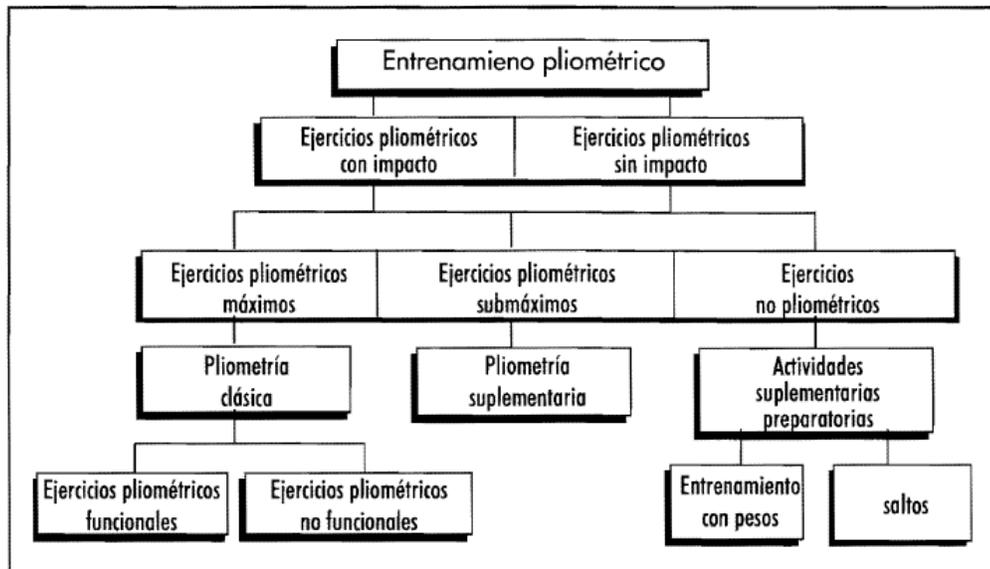
2.4 Ejercicio pliométrico en agua

El entrenamiento pliométrico acuático no es un concepto nuevo, pero recientemente es más popular, debido a la posibilidad de minimizar las lesiones en comparación con el que se realiza fuera del agua (Kamalakkannan, Azeem & Arumugam 2017 p.95). Pudiendo instaurarse en etapas tempranas de tratamiento y/o en el acondicionamiento físico.

Sin embargo, este concepto no ha sido muy bien descrito en la literatura actual, sin dar una definición conceptual de este término, ya que solamente se ha descrito como una categoría de la pliometría, basándose en lo reportado por diversos autores.

De acuerdo a Siff & Verhoshansky (2012); pueden establecer 2 clases amplias de entrenamiento pliométrico: ejercicios pliométricos con impacto y ejercicios pliométricos sin impacto. Estos se dividen, en ejercicios pliométricos máximos, submáximos y no pliométricos. Los ejercicios pliométricos clásicos son una subcategoría de la pliometría máxima; y los ejercicios pliométricos en agua una subcategoría de la pliometría submáxima. (Cuadro 2). Estos autores refiriéndose a este tipo de entrenamiento, nos dicen:

“Método empleado durante muchas décadas para disminuir la fuerza de aterrizaje y aumentar la resistencia durante la fase de retirada. Aunque esta variante no ofrece un método pliométrico máximo o con choques, puede servir como forma habitual de pliometría preparatoria o submáxima” (p.347).



Cuadro 2. Esquema de la categorización de las distintas clases de entrenamiento pliométrico.

Tomado de Siff & Verhoshansky (2012).

Además, Colado Sánchez (2000) hace referencia que:

“Los ejercicios pliométricos acuáticos constituyen un programa de entrenamiento anaeróbico utilizado por ejercitantes con una buena condición física y que desean obtener potencia, velocidad o saltos más aptos y quieren beneficiarse del hipo gravidez para proteger sus articulaciones” (p.44).

A pesar de lo citado por los autores anteriores, y tomando en cuenta la limitación conceptual existente en la literatura. Son diversos los estudios que comparan este tipo de entrenamiento con el realizado en tierra. (Cuadro 3).

<ul style="list-style-type: none"> • Menor fuerza de compresión vibración y torsión a nivel articular (Roswell 2009) citado en Kamalakkannan et al 2017 p.95). • Mejora la potencia y fuerza en la aplicación de miembros inferiores (Marsisco, Malyszek, Bagley 2015 p.58) • Mayor resistencia a los movimientos concéntricos debido a la viscosidad del agua (Martel, Harmer, Logan, Parker. 2005 p.1814) • Menor dolor muscular post ejercicio, mejoras en la fuerza (...) aumento de la resistencia cardiorrespiratoria y capacidad funcional al realizar ejercicio en agua (Borreani Calatayud, Pablos, Moya-Nájera, & Triplett, 2014 p.48-49). • Permiten la movilidad activa temprana, y mejoran el rendimiento neuromuscular (Zamaridi et al 2008) citado en (Agraz Rubio, Martínez 2017 p.34) • Mejora la estabilidad dinámica, pues lo convierte en un entrenamiento neuromuscular de bajo impacto. (Dwyer 2016, p.17). • Entrenamiento de salto en agua ha demostrado mejores en rendimiento físico, rehabilitación de lesiones y densidad mineral osea. (Triplett et al 2009, p.1790). • "Un entorno acuático proporciona un medio de bajo impacto que produce menos tensión en los músculos, huesos y tejido conectivo". (Arazi, Eston, Asadi, Roozbeh, & Saati Zarei, 2016. p.2). 	<ul style="list-style-type: none"> • "Aumenta la aceleración, altura en salto vertical, fuerza en miembros inferiores, conciencia articular y propiocepción". (Fatourus et al 2000, Martel 2005, Miller et al 2002, Robinson 2004, Vossen 2000) citados en (Kamalakkannan et al 2017, p.45). • Mayor incidencia de lesiones musculoesqueléticas y dolor muscular tardío (Kamalakkannan et al 2017, p.45) • Mayor estrés e impacto en estructuras musculotendinosas (Jurado-Lavanant, Fernandez-Garcia, Pareja-Blanco, Alvero-Cruz, 2017, p.75). • Se debe retrasar su uso con población en fases de rehabilitación hasta etapas finales. (Martel, Harmer, Logan, Parker, 2005, p.1344). • Mejor rendimiento muscular contráctil, hipertrofia, adaptaciones neuronales, fuerza, potencia y agilidad. (Markovic, Mikulic 2002) citados en (Dwyer 2016, p.3). • Mayor aceleración, potencia, agilidad y altura en salto. (Dell'Antonio, Ruschel, De Brito Fontana, Hauptenthal, Matheus Pereira, & Roesler 2016, p.3443). • Induce adaptaciones neuronales específicas (...) genera menos hipertrofia. (Sale, 1991) citado en (Slimani, Chamari, Miarka, Del Recchio, Chéour 2016, p.232). • "Ejercicios de salto en tierra aplicados en el área terapéutica, mejoran densidad mineral osea, tareas motoras y facilita las últimas etapas de recuperación en lesiones" (Triplett, Colado, Bonavent, Alakhdar, Madera, Tello, Gonzales, 2009, p.1790).
---	--

Cuadro 3. Comparativa, según la literatura; acerca de los beneficios del entrenamiento pliométrico en distintas superficies. Elaboración propia del autor.

Estos efectos del entrenamiento pliométrico en ambas superficies se han estudiado ampliamente en las poblaciones atléticas y no atléticas. A pesar de los numerosos beneficios asociados con el entrenamiento pliométrico basado en tierra de alto impacto y alta intensidad, existe la posibilidad de que este tipo de entrenamiento induzca dolor muscular agudo, daño muscular o incluso lesiones musculoesqueléticas. La pliometría

acuática como ya se mencionó, puede instaurarse tempranamente, debido a los beneficios que nos da el medio acuático.

Marsico, Malyszeck, Bagley & Galpin (2015) utilizaron un programa de entrenamiento acuático de bajo impacto en el que imitaban ejercicios pliométricos de tierra pero adaptados en agua con el objetivo de mejorar la velocidad y la potencia de la parte inferior del cuerpo durante las visorias organizadas por la NFL⁴, este tipo de ejercicios puede permitir un retorno más rápido al entrenamiento, ya que permite a los atletas desarrollar una técnica de velocidad y movimiento, mientras que proporcionan poca tensión en el cuerpo.

Louder, Dolny, y Bressel (2017) en su estudio evaluaron la biomecánica en ejercicios pliométricos en agua y tierra, concluyen que la mecánica durante las fases de amortización es específicamente diferente para los saltos de contra movimiento realizados en agua versus tierra, sin embargo, el ambiente acuático puede ser preferible para apuntar al rendimiento neuromuscular asociado con esta fase del salto y la producción de potencia mecánica durante la propulsión del cuerpo.

2.4.1 Medio Acuático

El entorno acuático a menudo se considera un entorno de ejercicio más seguro que la tierra, debido a que la densidad del agua disminuye la velocidad de movimiento y por lo tanto se ha sugerido mejorar el control y la estabilidad de los movimientos. Los beneficios

⁴ National Football League (por sus siglas en ingles), es la mayor liga de fútbol americano profesional de los Estados Unidos.

del ejercicio acuático constituyen su práctica común en la rehabilitación, la recuperación y la buena condición física (Severin, Burckett, Mckean, Wiegand & Sayers, 2017 p.2). Además, el entrenamiento acuático se ha convertido en un pilar importante para mejorar ciertas variables fisiológicas (Kamalakkannan, Azeem & Arumugam, 2011, p.95).

Verhagen, Cardoso & Bierma-Zeinstra (2012) hace referencia a lo dicho por La Chartered Society of Physiotherapist (CSP)⁵ quienes definen a los ejercicios acuáticos como "un programa de terapia que utiliza las propiedades del agua, diseñado por un fisioterapeuta adecuadamente calificado, para mejorar la función, en un grupo especialmente diseñado y con calefacción adecuada" (p. 336).

Los pacientes con extremidades debilitadas o con articulaciones sensibles a la carga pueden realizar ejercicios de fortalecimiento, acondicionamiento o coordinación en el agua que no serían capaces de realizar en suelo seco. Esto puede contribuir a mejorar la movilidad funcional y la fuerza. Dicha participación en los programas de ejercicio también puede permitir una recuperación más precoz y una mayor movilidad funcional final en dichos sujetos. (Cameron 2010).

El ejercicio en el agua se puede utilizar para aumentar la circulación, la fuerza muscular, la viscoelasticidad articular y el arco de movilidad (ADM); para mejorar la deambulación, la coordinación, la capacidad cardiovascular y respiratoria y el bienestar psicosocial, para mitigar el dolor y disminuir el espasmo muscular y la rigidez. (Cameron 2010).

⁵ Es el organismo profesional, educativo y sindical para los fisioterapeutas, estudiantes de fisioterapia y miembros asociados del Reino Unido. Fuente: WCPT World Confederation of Physical Therapy (Confederación Mundial de Terapia Física), por sus siglas en inglés.

Dos importantes propiedades físicas del agua; la flotabilidad y la viscosidad son elementos clave en el diseño de ejercicios efectivos para tratar lesiones deportivas.

La ventaja de la viscosidad del agua es indirecta: cuando la persona se mueve a través del agua, se siente la resistencia. El agua ofrece resistencia natural, lo que ayuda a fortalecer los músculos. Los efectos de la resistencia al agua, por ejemplo, las fuerzas de arrastre pueden aumentar el gasto de energía y disminución de las cargas mecánicas en las articulaciones de las extremidades inferiores. (Verhagen et al 2012).

La ventaja de la flotabilidad es directa: cuando una persona ingresa al agua, hay una reducción inmediata de los efectos de la gravedad en el cuerpo. La flotabilidad del agua reduce la presión sobre los huesos, las articulaciones y los músculos facilitando el movimiento y puede bloquear la nocicepción actuando sobre los receptores térmicos y mecanorreceptores, lo que influye en los mecanismos segmentales de la columna vertebral. (Verhagen et al 2012).

El agua actúa como una resistencia acomodaticia. La ventaja de acomodar la resistencia es que concuerda con la fuerza o el esfuerzo aplicado del paciente. Debido a que la resistencia del agua es igual a la fuerza ejercida, la probabilidad de exacerbación o nueva lesión se reduce drásticamente. Los ejercicios de fortalecimiento acuático pueden diseñarse para coincidir estrechamente con los movimientos diarios y, como resultado, proporcionan adaptaciones neuromusculares que se adaptan mejor a las actividades de la vida diaria. (Kim, Choi 2014).

El entrenamiento en el medio acuático no se refiere únicamente a los diferentes estilos de natación (dorso, libre o mariposa, pecho), lo que también requiere un cierto grado de habilidades técnicas. Por el contrario, este medio ofrece muchas otras posibilidades, ya que una persona puede, en diferentes condiciones, realizar actividades típicamente terrestres, como caminar, trotar, correr o saltar, sin mencionar otros movimientos específicos asociados con el deporte. (Ronda, Alcázar 2014).

En términos de rehabilitación deportiva, la ventaja de este medio es que permite la introducción de actividades o ejercicios en las primeras etapas de readaptación, activando así las funciones de los sistemas musculoesquelético y cardiovascular, manteniendo un bajo riesgo de lesión. (Ronda et al 2014).

2.5 Prescripción del ejercicio pliométrico

La prescripción de ejercicios pliométricos es similar a las prescripciones de ejercicios aeróbicos y anaeróbicos: el modo, la intensidad, la frecuencia, el volumen, la recuperación, la progresión y un período de calentamiento deben incluirse en el diseño de un programa de entrenamiento pliométrico.

De acuerdo a Davies et al 2015 y Triplett et al 2009, las características para un diseño adecuado de un programa pliométrico se describen a continuación:

- 1) Modo: El modo de entrenamiento pliométrico está determinado por la región del cuerpo que realiza el ejercicio dado. Por ejemplo, un salto de una sola pierna es un ejercicio pliométrico de la parte inferior del cuerpo,

mientras que un lanzamiento de balón medicinal con dos manos es un ejercicio de la parte superior del cuerpo.

- 2) Intensidad: La intensidad es el porcentaje real de esfuerzo requerido por el atleta para realizar la actividad. En ejercicios pliométricos, el tipo de ejercicio realizado controla la intensidad. Los ejercicios pliométricos pueden venir en muchas formas e intensidades. Estas variables deben considerarse al diseñar programas de acondicionamiento o rehabilitación.
- 3) Volumen: es el trabajo total realizado en una sola sesión de trabajo o ciclo (periodización). El volumen debe aumentarse de manera progresiva para disminuir el riesgo de lesiones o sobre entrenamiento. En el ejercicio pliométrico el volumen de ejercicios de tren inferior se maneja mediante los contactos en el suelo.
- 4) Frecuencia: es el número de sesiones de ejercicio que se realizan durante el ciclo de entrenamiento o rehabilitación. La frecuencia es el número de sesiones de entrenamiento pliométrico por semana y generalmente varía de una a tres, según el deporte y la experiencia del atleta con el entrenamiento pliométrico.
- 5) Recuperación: es importante para prevenir lesiones, sobre entrenamiento y para determinar el énfasis principal del programa

pliométrico. Existe una investigación limitada sobre los tiempos de recuperación óptimos, pero la recuperación entre sesiones de entrenamiento suele ser de 48 a 72 horas.

- 6) Calentamiento: Como en cualquier programa de entrenamiento, la sesión de ejercicios pliométricos debe comenzar con un calentamiento general, estiramiento y un calentamiento específico. El calentamiento específico para el entrenamiento pliométrico debe consistir en movimientos dinámicos de baja intensidad.

- 7) Ejercicios: Los ejercicios dentro de un programa de entrenamiento, debe de enfocarse en replicar el gesto deportivo del atleta a entrenar.

Davies et al (2015) dice: "una forma de diseñar el programa es a través del modelo de periodización" (p.765). El entrenamiento periodizado, en esencia, un programa de entrenamiento sistemático que cambia los entrenamientos a intervalos regulares de tiempo. Earle & Baechle (2004) refiere que:

Los programas de periodización se suelen dividir en tres ciclos diferentes. El macrociclo es la división mayor, por lo general abarca todo un año de entrenamiento, los macrociclos suelen comprender dos o más mesociclos divididos en varias semanas a pocos meses, cada mesociclo se divide en microciclos de una a cuatro semanas, que comprenden variaciones diarias y semanales en el entrenamiento. (p.695).

El fisioterapeuta deportivo puede llevar a cabo esta metodología, tomando en cuenta el estadio de la lesión, así como gestionando las necesidades deportivas del atleta. Para evitar lesiones, la superficie de aterrizaje utilizada para los ejercicios pliométricos de la parte inferior del cuerpo debe poseer propiedades adecuadas de absorción de impactos. (Haff, Triplett 2016 p.482).

Algunos autores Miyama & Nosaka, 2004; Impellizzeri et al., 2007 citados en (Arazi & Asadi, 2011 p.102):

Investigaron los efectos de diferentes superficies de aterrizaje en rendimiento pliométrico como arena, agua, hierba y madera. Se observó que la implementación de este tipo de entrenamiento en un entorno acuático induce menos daño muscular inducido por ejercicio y dolor muscular que el entrenamiento pliométrico en una superficie firme, pero con las mismas mejoras en el rendimiento muscular.

Además, para las personas que se someten a la rehabilitación actual de una lesión, el uso del entrenamiento pliométrico basado en tierra muy probablemente tendría que retrasarse hasta el momento en que pueda incorporarse de manera segura al régimen de entrenamiento. Por lo tanto, un método relativamente simple para reducir las fuerzas de impacto y la carga excéntrica sin dejar de proporcionar el estímulo suficiente para las mejoras fisiológicas y relacionadas con el deporte sería realizar entrenamiento pliométrico en una piscina o entrenamiento pliométrico acuático (APT).

2.6 Prescripción del ejercicio pliométrico acuático

Para los programas de entrenamiento acuático, la Asociación de Ejercicio Acuático ha establecido una temperatura del agua que va de 28.8°C a 30.8 °C. Sin embargo, la temperatura debe adaptarse a la situación específica. La temperatura del agua de 35.8° C se considera termoneutral durante la inmersión en agua en reposo; sin embargo, durante el ejercicio dinámico, la temperatura del agua entre 29.8°C y 34.8°C se requiere para la termo neutralidad. (Borreani et al 2014).

Una persona cuyo cuerpo está inmerso en la sínfisis del pubis descargará aproximadamente el 40% de su peso corporal, y cuando se sumerge más en el ombligo, alrededor del 50%. La inmersión en xifoides descarga el peso corporal en un 60% o más, mientras que una mayor inmersión en los hombros descargará alrededor del 85%, dependiendo de la posición de los brazos. (Torres-Ronda, Alcázar 2014). El enfoque de un programa acuático pliométrico para mejorar las variables de rendimiento se debe basar como ya se mencionó anteriormente, en intensidad, volumen, modo, etc. (Miller, Berry, Gilders & Bullard 2001).

Al desarrollar un programa pliométrico en el agua, Miller et al. (2001) recomiendan comenzar con ejercicios básicos de salto para permitir que el atleta se adapte al entrenamiento en agua, dado que la capacidad de cambiar rápidamente de una posición alargada a una posición acortada es un elemento clave cuando se utilizan los componentes elásticos de los músculos. Además, todos los atletas deben usar traje de baño que se ajuste

al cuerpo para minimizar el arrastre y facilitar un rápido rebote desde una posición elongada (p.31).

El uso de zapatos antideslizantes es apropiado para disminuir la probabilidad de caídas que puedan provocar lesiones, las instrucciones de los ejercicios deben ser adecuadas y recibirse en tierra, si se realizan sesiones en grupos debe tomarse una distancia adecuada entre cada uno para evitar ser arrastrados por la corriente que se genera (p.32).

Capítulo 3

Metodología

3.1 Metodología

Para este estudio, la metodología se basó en lo descrito por (Sampieri, Fernández-Collado & Lucio, 2006).

3.1.1 Tipo de estudio

Este estudio tiene un enfoque cuasiexperimental, prospectivo debido a que se busca medir y recoger información de las variables descritas, de tipo longitudinal ya que se obtendrán medidas al inicio y al final del tratamiento, además de aplicarse un programa de ejercicio pliométrico en agua por un periodo de 6 semanas. (Sampieri et al 2006).

3.1.2 Selección de muestra

De una población deportista, se seleccionó una muestra no probabilística por conveniencia. Se les aplicó una breve historia clínica (Anexo 1) sobre sus antecedentes deportivos, lesiones previas, además se les aplicó el cuestionario "Identification of Functional Ankle Instability" por sus siglas en inglés (IdFAI) (Donahue, Simon & Docherty, 2012)., el cual fue diseñado específicamente para detectar si un grupo de personas cumplen con los criterios mínimos necesarios para su inclusión en una población con inestabilidad funcional de tobillo, con lo cual se obtuvo una muestra de 6 sujetos para el estudio. Para los criterios de exclusión e inclusión se sustentó en las pautas propuestas por el IAC⁶ (Anexo 2), además de los establecidos por los autores del presente trabajo estudio de investigación.

⁶ International Ankle Consortium (Consortio Internacional de Tobillo); por sus siglas en inglés. Es una comunidad internacional de investigadores y clínicos cuyo principal objetivo académico es promover la divulgación de información y conocimiento basado en la investigación relacionada con patologías del complejo del tobillo.

Inclusión	Exclusión	Eliminación
<ul style="list-style-type: none"> • Cumplan con lo postulado por el IAC. • Cumplan con los requisitos del cuestionario IdFAI • Sin alteraciones cardiorespiratorias • Sin infecciones dérmicas, ni heridas abiertas. • Antecedentes deportivos (mínimo 2 años) • Completar el programa de ejercicios 	<ul style="list-style-type: none"> • No cumplan con los postulados por el IAC. • No cumplan con los requisitos del cuestionario IdFAI • Con alteraciones cardiorespiratorias. • Infecciones dérmicas, o heridas abiertas. • Sin antecedentes deportivos. • No cumplan con el programa de ejercicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de infecciones en vías respiratorias o dérmicas, heridas abiertas durante el estudio. • Pacientes que hayan renunciado al programa de ejercicios. • Presencia de lesiones en tren inferior, durante la realización del estudio.

Cuadro 4. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación aplicados a la población de estudio.

Lugar: El estudio se llevó a cabo en el tanque terapéutico de la clínica de fisioterapia de la ENES-UNAM León.



Imagen 1. Tanque Terapéutico de la Clínica de Fisioterapia ENES-UNAM León.

3.1.3 Material y Métodos de diseño

Diseño del programa de ejercicio pliométrico acuático: Antes de ser aplicado se llevó un proceso para su creación y diseño:

- 1) Se realizó una revisión en la literatura durante 2 meses, de diversos autores (Chu 2006, Davies et al 2015), así como de algunas instituciones NSCA⁷ y Acuatic Exercise Association⁸, para seleccionar los ejercicios más adecuados correspondientes a las zonas a trabajar, su grado de dificultad, para periodizar el entrenamiento pliométrico, las características del agua y su inmersión, así como la duración del programa.
- 2) Fue revisado por el tutor a cargo; se realizó una prueba del programa dentro del tanque terapéutico de la clínica de fisioterapia de la ENES-UNAM LEÓN con duración de 1 semana, la cual fue realizada por el fisioterapeuta a cargo de la investigación, al finalizar se realizaron las modificaciones más adecuadas para mejorar el diseño del programa. Fue evaluado nuevamente por el tutor a cargo, quien autorizó el programa de ejercicio pliométrico para su aplicación en el estudio el cual tuvo una duración de 6 semanas.

⁷ National Strength and Conditioning Association, por sus siglas en inglés. Es una de las asociaciones más prestigiosas a nivel mundial en el ámbito del acondicionamiento físico y el entrenamiento de la fuerza, contribuye a que la labor de entrenadores, preparadores físicos y monitores de actividad física se ajuste lo máximo posible a los avances científicos y a los estándares de calidad y seguridad.

⁸ Es la organización de certificación más grande del mundo para la programación del ejercicio acuático.

Para su ingreso a tanque, a cada uno de los sujetos en la investigación se les indicó seguir el reglamento de ingreso establecido por la Clínica de fisioterapia de la ENES-UNAM León. (ANEXO 3).

3.1.4 Herramientas de evaluación

Se realizaron 2 recolecciones de datos, al inicio y final del programa con 4 pruebas de aptitud física con el objetivo de obtener datos cuantitativos de los aspectos a evaluar: fuerza explosiva, equilibrio tanto estático como dinámico y agilidad las cuales se realizaron en el gimnasio y pista de la clínica de fisioterapia de la ENES UNAM León; se utilizó el programa Microsoft Excel 2013 para determinar y graficar los resultados entre ambas mediciones del estudio.

Antes de realizar las pruebas, a los sujetos se les indicó realizar una serie de calentamiento de 5 minutos a 60% de su Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM), en una elíptica de la marca Life Fitness.



Imagen 2. Sesión de calentamiento en elíptica.

A continuación, se describe cada uno de los procedimientos para la toma de los datos:

- **Fuerza explosiva:** Se utilizó una aplicación denominada "My Jump 2" instalada en un dispositivo iPad Air de la marca Apple; la cual fue diseñada para analizar saltos verticales mediante fotogramas de un video que permite el cálculo del tiempo (en ms) entre dos cuadros seleccionados por el usuario y luego calcula la altura del salto utilizando una ecuación. (Balsalobre-Fernandez, Glaister & Lockey 2015).

A los sujetos se les tomaron 2 mediciones con una cinta métrica: la primera fue la distancia en centímetros entre la punta del pie y el trocánter mayor del fémur en decúbito supino y la segunda con el deportista de pie a 90° la distancia entre el trocánter mayor y el suelo, estos datos se agregaron a la aplicación junto con el peso corporal de los participantes, posteriormente el fisioterapeuta colocó 2 puntos fijos, uno donde el sujeto realizó el salto y otro a 1.5 metros de distancia en un plano frontal del participante en el cual colocó el dispositivo móvil, al final se seleccionó el salto a evaluar.

- *Salto Contra movimiento:* Se les indicó a los sujetos colocar ambos pies en el punto establecido, con las manos en la cadera se les instruyó para realizar 4 saltos lo más alto posible con una separación de 2 minutos de descanso, comenzando desde una posición estática de pie, a continuación, se realiza una flexión de rodilla hasta llegar a un ángulo de 90° para seguir lo más

rápido posible con una extensión de piernas durante la fase de vuelo del salto.



Imagen 3. Posición inicial para evaluar Salto contra movimiento.



Imagen 4. Salto contra movimiento durante evaluación de aplicación My Jump.

- **Equilibrio estático:** Se utilizó la Prueba Stork balance stand test, es una prueba clínica frecuentemente utilizada para medir el equilibrio estático. Se le instruye al sujeto tomar una posición unipodal con las manos en la cadera colocando la planta del pie contralateral sobre la parte lateral de la rodilla que está en el suelo. Se le pidió al sujeto que, a la señal del terapeuta despegara el talón del suelo apoyando el peso sobre los dedos del pie que se encuentra en el suelo, iniciando el cronómetro cuando el talón se despegara del suelo y parando el mismo al presentarse alguna de las siguientes acciones: si la (s) mano (s) se soltaron de las caderas, si el pie de apoyo se giró o movió en cualquier dirección, si el pie no soportado perdió contacto con la rodilla, o el talón del pie de apoyo tocó el suelo (Panta, Arulsingh, Raj, Sinha & Rahman 2015).

- **Equilibrio Dinámico:** Se utilizó una prueba modificada del Star Excursion Balance Test en 3 direcciones, similar a la descrita por (Coughlan, Fullam, Delahunt, Gissane & Caulfield 2012). Tiene por objetivo evaluar la estabilidad postural dinámica; se colocaron 3 cintas métricas en el suelo en 3 direcciones una en el plano anterior y otras dos con una angulación de 135°. Se les indicó a los participantes se colocarán descalzos con el segundo dedo del pie en la intersección de las 3 líneas con las manos en cadera. Posteriormente se les pidió que desplazaran un pie sobre cada una de las direcciones de las cintas en 3 oportunidades, con reposo de 2 minutos en cada dirección. La prueba se detuvo si en algún punto se soltaron las manos de la cadera, sino regreso a la posición inicial o si el pie de apoyo se despegó del suelo.



Imagen 5. Star Excursión Test en dirección posterolateral.



Imagen 6. Star Excursion Test en dirección anterior.

- **Agilidad:** La prueba de Illinois se ha descrito como una prueba para evaluar la habilidad en los cambios de dirección en jugadores de futbol soccer. Para realizarse, se colocan cuatro marcadores con una separación de 3.3 metros en un área de 10 metros x 5 metros.

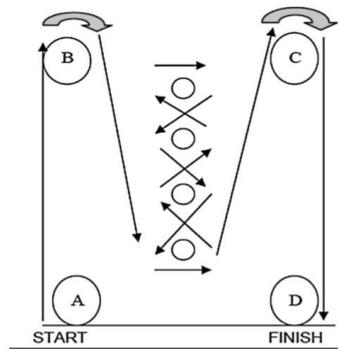


Imagen 7. Esquema de la prueba de Illinois. Tomado de (Amiri-khorasani et al 2010).

Los participantes inician en una posición en decúbito prono con sus manos y barbilla sobre la línea de salida posteriormente aceleran en línea recta por 10 mts realizando un giro al llegar a la marca, para después regresar y esquivar los 4 conos en dirección de ida y vuelta regresando a la marca contralateral de 10 mts, girar y terminar en la línea de llegada.



Imagen 8. Posición inicial de la prueba de Illinois.

Con un cronómetro electrónico se tomó el mejor tiempo de 2 intentos con intervalos de descanso de 3 minutos. (Negra, Chaabene, Amara, Jaric, Hammami & Hachana; 2017).



Imagen 9. Prueba de Illinois realizada por paciente.

3.1.5 Programa de Pliometría Acuática

El programa se llevó a cabo en el tanque terapéutico de la Clínica de Fisioterapia de la ENES-UNAM León. Todas las sesiones se comenzaron con un programa de calentamiento general (caminata 5 minutos), específico (jogging, sentadillas, skips 5 minutos) y estiramientos (30 segundos).



Imagen 10. Paciente realizando skipping dentro del tanque fisioterapéutico.

El programa se dividió en un mesociclo de 6 semanas, divididas en 2 sesiones por semana, los ejercicios fueron variando en intensidades baja-moderada, así como el volumen del entrenamiento comenzó con 120 contactos en el suelo hasta progresar a los 80 contactos en el suelo, los ejercicios fueron progresando en dificultad cada 2 semanas hasta el final del programa.

A los participantes se les instruyó días antes de comenzar el programa con la técnica adecuada para realizar cada ejercicio. Para realizar cada serie de ejercicios se tomó un tiempo de 50 segundos de descanso entre serie y 2 minutos de recuperación entre cada ejercicio por las primeras 4 semanas, posteriormente se tomaron 1 minuto 30 segundos de descanso entre serie y 3 minutos de recuperación entre ejercicio.



Imagen 11. Paciente realizando salto durante el programa de ejercicios pliométricos en agua.

Al final de cada sesión se realizó una sesión de estiramientos para la musculatura de miembro inferior por 30 segundos. Los ejercicios y la técnica se describen en el ANEXO 4.

MESOCICLO	1					2					3					4					5					6				
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
INTENSIDAD	Baja-Moderada																													
VOLUMEN	120 Cs										100 Cs										80 Cs									
EJERCICIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical y alcanzar (2x 10) • Sentadilla con salto vertical (2x10) • Salto vertical de tobillo con los pies juntos (2x10) 										<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical de tobillo a una pierna (2x10) • Salto vertical con desplante (2x10) • Salto vertical con rodillas al pecho (2x10) 										<ul style="list-style-type: none"> • Salto vertical a una pierna (2x10) • Salto vertical con desplante y pedaleo (1x10) • Salto de longitud a una pierna (2x10) • Salto vestical desde cajón (1x10) 									
DENSIDAD	1:5 (50 seg/serie)- 2 min										1:5 (50 seg/serie)- 2 min										1:10 (1:30 min/serie)- 3 min									
CALENTAMIENTO	1)Caminata (General) (5 min)										2) Estiramiento MMII (30 Seg)										3)Especifico (5 min)									

Cuadro 3. Programa periodizado de pliometría acuática. Elaboración propia del autor.

Capítulo 4

Resultados

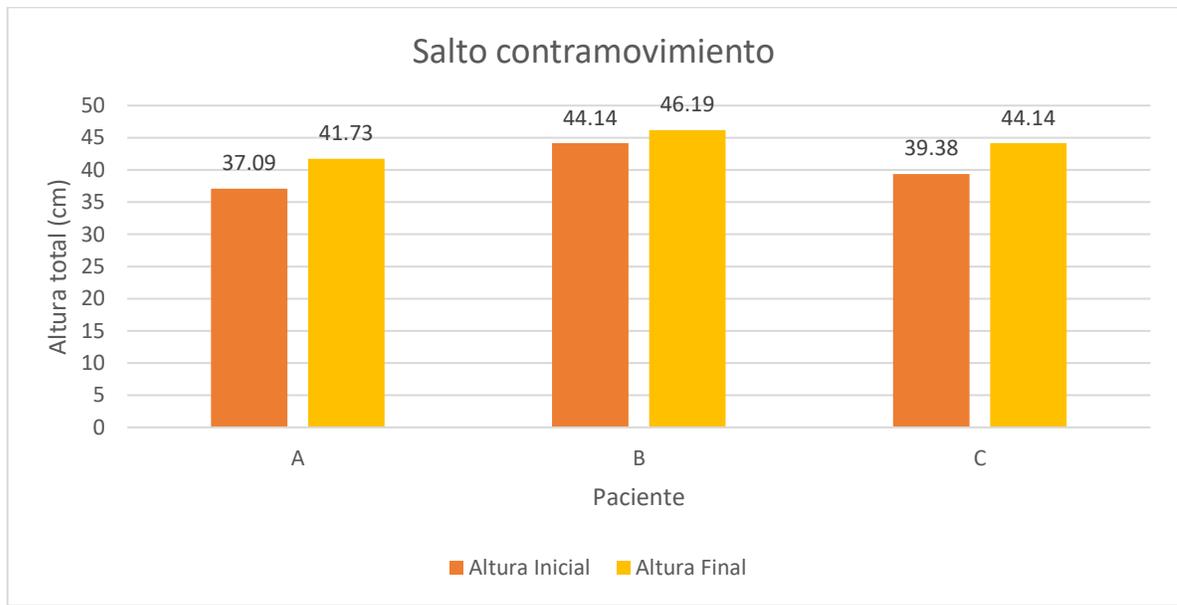
A continuación, se muestran los resultados de esta investigación posterior a 6 semanas de la aplicación del programa de pliometría acuática.

La muestra inicial fue de 7 participantes de las diferentes selecciones representativas de la ENES-UNAM León, al aplicar los criterios de inclusión, exclusión y eliminación la muestra final fue de 3 participantes masculinos con un promedio de edad de 22.3 años, talla 1.71 metros y peso 63.3 kg. Además, el promedio de temperatura del agua fue de 29.5 °C, y la inmersión se mantuvo a una altura de 1.30 metros. Una vez concluido el programa de pliometría acuática después de 6 semanas, se recabaron los datos finales de las pruebas anteriormente descritas para realizar una comparación de datos pre y post del programa los cuales se muestran en el siguiente orden:

- Fuerza Explosiva
- Equilibrio estático
- Equilibrio dinámico
- Agilidad

4.1 Fuerza Explosiva

Los resultados de la prueba de salto contra movimiento pertenecientes a los 3 participantes de la muestra final se describen en la siguiente gráfica, cabe mencionar que los datos fueron los arrojados por la aplicación electrónica "My Jump 2" cuya validez descrita es de 0.995.



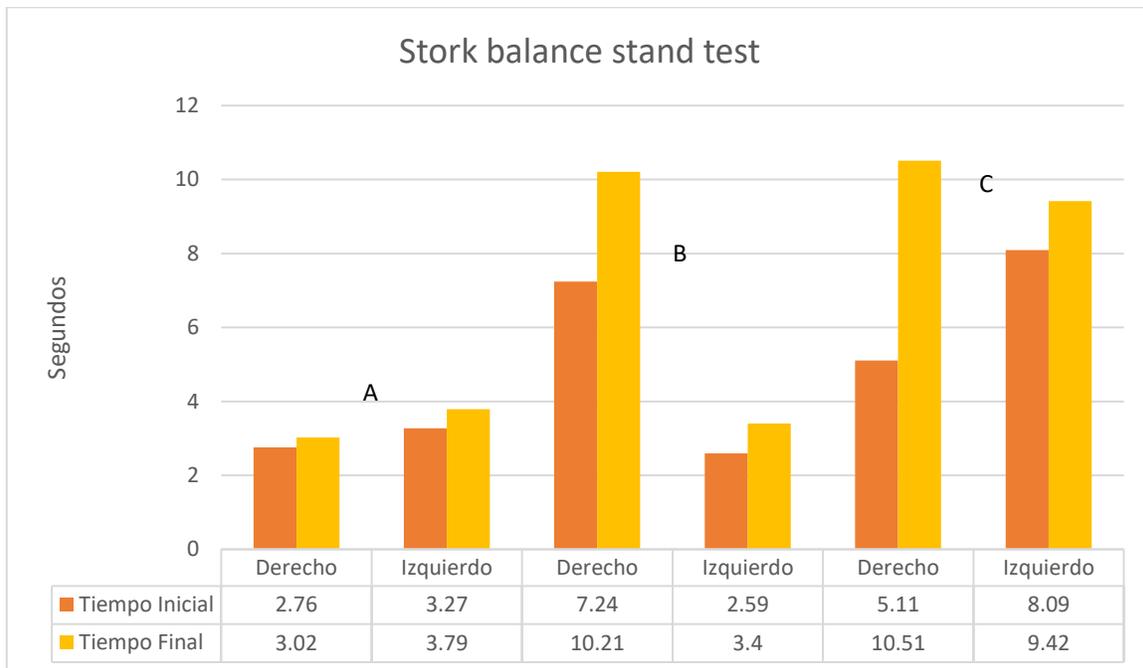
Gráfica 1. Comparativa de altura del salto contra movimiento posterior al programa pliométrico acuático.

Se observa en la gráfica 1, la altura total en centímetros obtenida en las mediciones, donde se puede apreciar que todos los pacientes mejoraron en la altura del salto con respecto a los datos iniciales, lo que corresponde a una mayor estimulo muscular para generar potencia en el salto.

Siendo para el sujeto A de 4.64 centímetros; 2.05 centímetros para el sujeto B y 4.76 centímetros para el sujeto C, además en ambas pruebas la carga externa siempre fue constante (0 kg).

4.2 Equilibrio estático

Con respecto al equilibrio estático, la prueba de stock balance stand test ha sido descrita con una buena correlación intraclass (0.64) con respecto a otras pruebas de equilibrio, la gráfica 2 muestra los valores obtenidos durante el estudio.



Grafica 2. Comparativa de equilibrio estático posterior a la aplicación del programa pliométrico en agua.

Se puede observar un aumento en el tiempo final de equilibrio estático con respecto a los datos de tiempo inicial en la totalidad de los sujetos.

Para el paciente A corresponden a 0.26 milisegundos de diferencia en el tobillo derecho, 0.52 milisegundos de diferencia para el tobillo izquierdo; para el paciente B las diferencias corresponden a 2.97 segundos en el tobillo derecho y 0.81 para el tobillo izquierdo; por último, 5.4 segundos en el tobillo derecho y 1.33 segundos en el tobillo izquierdo correspondientes al paciente C.

4.3 Equilibrio dinámico

La prueba modificada del Star Excursión Balance es un test funcional que incorpora una postura de apoyo unipodal con el alcance máximo de la pierna opuesta con la finalidad de

poner a prueba la estabilidad de un individuo. La pierna que se encuentra en apoyo requiere dorsiflexión de tobillo, flexión de rodilla y cadera en rangos de movimiento y fuerza adecuados, además de propiocepción, control neuromuscular para realizar estas tareas.

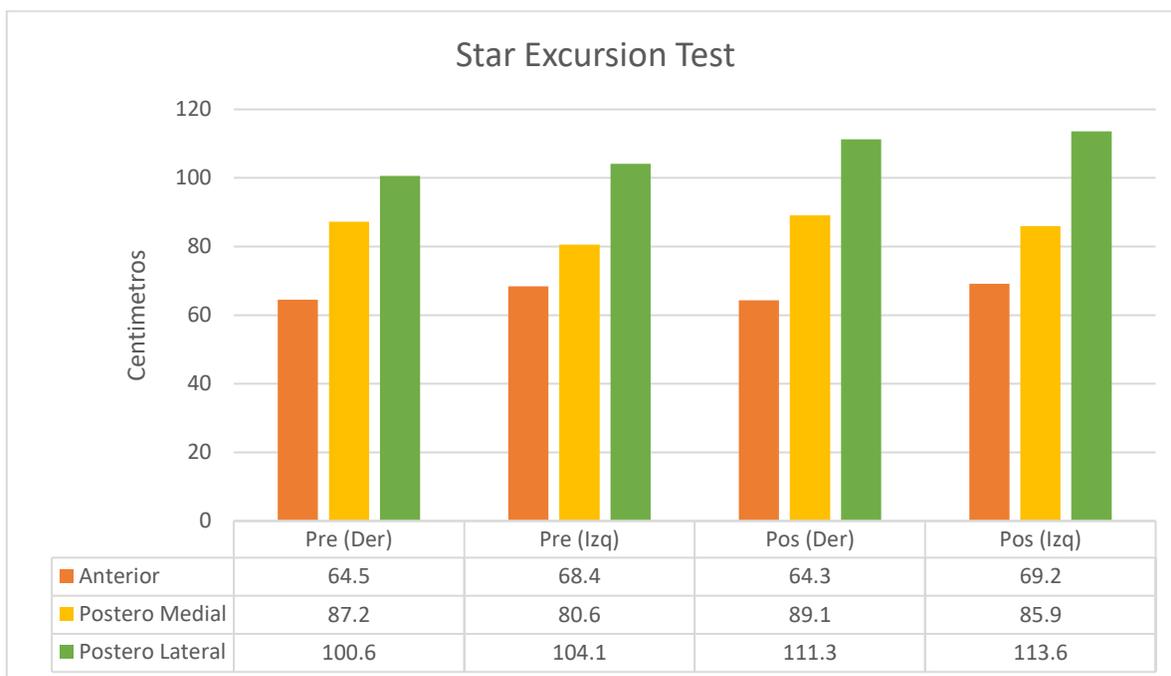
Se muestran a continuación los resultados obtenidos de esta prueba en cada uno de los participantes en las tres direcciones examinadas; anterior, postero medial y postero lateral.



Gráfica 3. Comparativa de paciente (A) en el equilibrio dinámico posterior a la aplicación del programa de pliometría acuática.

En esta gráfica correspondiente al paciente A, se puede apreciar una disminución de .5 centímetros en la dirección anterior en la prueba final a comparación de la prueba inicial en el tobillo derecho; hubo un aumento de 1.8 centímetros en el tobillo izquierdo al comparar ambas pruebas del estudio.

Para la dirección postero medial, se encontró un aumento de 16.3 centímetros en el tobillo derecho al comparar ambas pruebas, en el tobillo izquierdo se observó una mejoría de 19.5 centímetros entre ambas pruebas. Además, 6.8 centímetros de diferencia en el tobillo derecho y 1.6 centímetros de diferencia en el miembro contralateral, ambos en la dirección postero lateral.



Grafica 4. Comparativa de paciente (B) en el equilibrio dinámico posterior a la aplicación del programa de pliometría acuática.

En la evaluación posterior al programa se puede observar un aumento en dos distancias (postero medial y lateral) con respecto a las evaluaciones iniciales; además en una de las distancias (anterior) se observa una disminución con respecto a la evaluación inicial.

Comparando las tres direcciones; en la dirección anterior hubo una disminución de .2 milímetros en el tobillo derecho con respecto al tobillo izquierdo, ya que en este se observó un aumento de .8 milímetros al final de programa de entrenamiento. También se observó un aumento en promedio de 1.9 centímetros en el tobillo derecho y 4.9 centímetros en el izquierdo en dirección postero medial, en la dirección postero lateral en el tobillo derecho hubo un aumento de 10.7 centímetros, así como de 9.5 centímetros en el tobillo izquierdo.



Grafica 5. Comparativa de paciente (C) en el equilibrio dinámico posterior a la aplicación del programa de pliometría acuática.

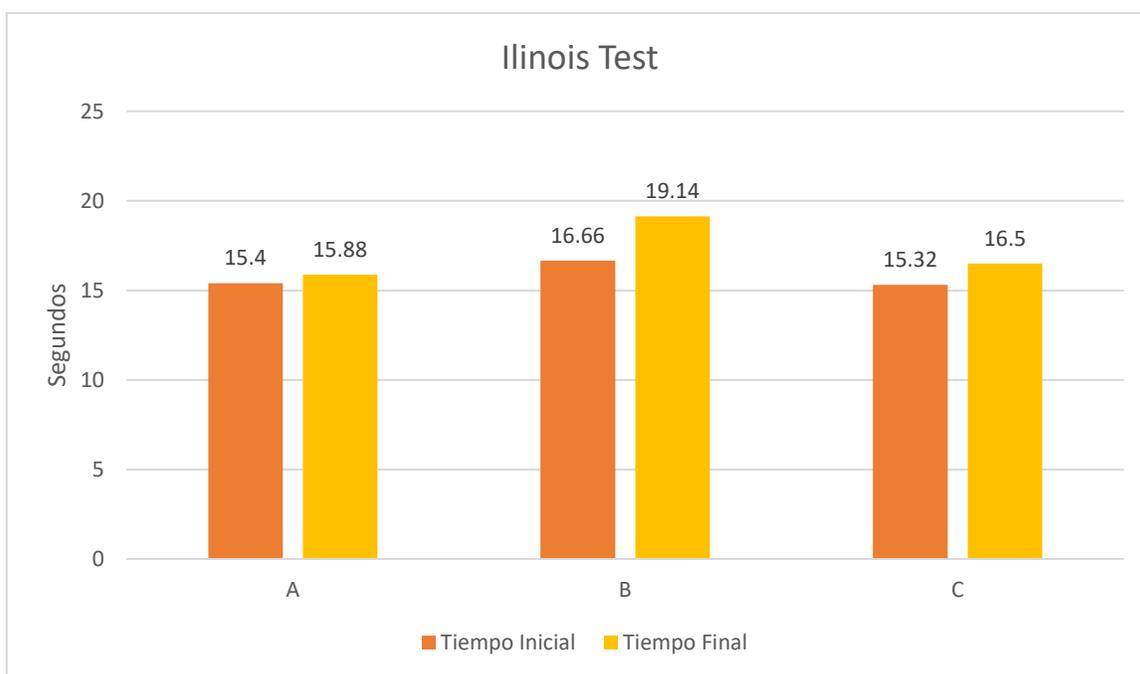
Se observa en la gráfica 5, una diferencia de 4.5 centímetros en el tobillo derecho y .5 centímetros en el izquierdo como resultados al comparar ambas pruebas en la dirección anterior.

Para la parte postero medial, se encontraron 19.1 centímetros de diferencia al comparar ambas pruebas en el tobillo derecho y 19.5 centímetros de diferencia en el tobillo izquierdo. También, se encontraron aumentos en la dirección postero lateral, correspondientes a 14.7 centímetros en el tobillo derecho y 8 centímetros en el tobillo izquierdo.

4.4 Agilidad

Como se mencionó anteriormente, la prueba de Illinois se utiliza para evaluar la habilidad en los cambios de dirección en jugadores de futbol soccer. El cuál se ha descrito con un índice de correlación intraclase de .95 en comparación con otra prueba en un estudio hecho realizado por Hachana, Chaabene, Nabli, Attia, Moualhi, Farhat & Elloumi (2013).

A continuación, se muestran los resultados de esta prueba:



Grafica 6. Comparativa en la prueba de agilidad posterior a la aplicación del programa de pliometría acuática.

Se puede observar un aumento general en el tiempo final en la que se realizó la prueba en comparación al tiempo inicial. Hubo una diferencia entre ambas pruebas de 0.48 milisegundos correspondiente al paciente A; 2.48 segundos de diferencia en el paciente B y 1.18 segundos de diferencia en el paciente C.

Capítulo 5

Discusión

5.1 Discusión

Es basta la literatura que expresa los principios y aplicaciones del entrenamiento pliométrico, sin embargo, cuando hablamos de este tipo de actividad dentro de un medio acuático nos encontramos con pocos estudios que abordan este tema. A continuación, se describen los puntos más importantes en este trabajo de investigación:

- **Beneficios de la pliometría acuática en la potencia, equilibrio y agilidad**

En el presente estudio, encontramos evidencia que este tipo de entrenamiento contribuye en el proceso de rehabilitación de un tobillo inestable; cabe mencionar que diversos autores describen este tipo de programa evaluando alguna habilidad física en específico; Martel et al (2005) al evaluar la fuerza de torque en la rodilla y salto vertical en un grupo femenino de volibol después de un programa de pliometría acuática, encontraron mejoras en estos gestos, lo cual concuerda con los hallazgos encontrados en este estudio con respecto al salto contra movimiento; donde hubo un aumento en la altura del salto al final del estudio.

Galván et al (2006), también evaluaron la potencia muscular y el torque pico en la rodilla en 2 grupos de pacientes con gonartrosis, donde el grupo A no tuvo diferencias significativas y el grupo B tratado con un programa pliométrico acuático si las tuvo en los músculos que se evaluaron (flexores y extensores) junto con la reducción del dolor, esto es similar a lo encontrado en este estudio donde los participantes tenían una patología articular, pero en un segmento corporal diferente.

Tavares Fonseca, Moreira Nunes, Pinto de Castro, Lima, Silva, Dantas & Souza de Vale (2017), también encontraron aumentos significativos en el salto vertical al evaluarlo en plataforma, así como una reducción en el dolor post-ejercicio en un grupo de jugadores de fútbol que realizo entrenamiento pliométrico en agua y tierra; esto también coincide con los hallazgos en el salto dentro de esta investigación.

Además, un estudio hecho por Severin et al 2017; describen que realizar una sentadilla dentro del medio acuático induce una mejor técnica sin comprometer el gesto; con lo cual apoyan el uso de sentadillas en este medio para programas de rehabilitación, siendo esto importante pues como menciona Miller et al 2001 en términos de fortalecimiento muscular, los individuos y los atletas que se recuperan de lesiones musculoesqueléticas pueden volver a un estado funcional cuando participan en un programa de rehabilitación acuática.

En términos de rehabilitación deportiva requiere no sólo la completa restauración del rendimiento funcional de la articulación o extremidad afectada, sino que también comprende el mantenimiento de las capacidades atléticas del deportista, mediante su trabajo según un plan de entrenamiento modificado de acuerdo con las características de la lesión (Olmo Navas 2000).

Con respecto al equilibrio, en esta investigación se obtuvo una mejoría en ambas pruebas realizadas por los pacientes, cabe mencionar que estos resultados nos dan indicios de una mayor activación de la musculatura involucrada en los movimientos de estiramiento-acortamiento muscular del tobillo, que como respuesta generan un movimiento más rápido y potente para mantener una posición durante un tiempo determinado, además de una

mejor respuesta propioceptiva de estos segmentos corporales. Esto se relaciona a lo descrito por Dwyer et al 2016, donde evaluaron a gimnastas y futbolistas femeninas realizando saltos dentro del agua y fuera de ella, encontrando diferencias significativas en el tiempo de estabilización, el cual fue más corto dentro del agua, lo que sugiere que un ambiente acuático puede facilitar un índice de estabilidad postural mejor al aterrizar.

Otro estudio realizado por Asimena, Paraskevi, Polina, Anastasia, Kyriakos & Georgios (2013), evaluó el equilibrio en estudiantes con inestabilidad funcional de tobillo mediante pliometría en tierra y agua, encontrando que en ambos grupos la capacidad de equilibrio de la pierna lesionada mejoró significativamente al final del estudio esto es similar a los resultados que se describen, sin embargo, no sabemos si estos datos son significativos.

Hay que destacar que, a pesar de no aplicarse una prueba estadística los resultados obtenidos en la distancia de desplazamiento en la prueba de equilibrio dinámico indican un mejor control dinámico de la articulación que soporta el peso del sujeto, así como una mejor respuesta neuromuscular de las estructuras periarticulares del tobillo durante el movimiento. Además, en uno de los pacientes (sujeto C), se obtuvieron resultados favorables puesto que este paciente no había reportado esguinces previos, sin embargo, refería sensación de que su tobillo se desplazaba. Asadi (2016) realizó valoraciones usando el Star Excursión Balance test completo para medir las alteraciones posturales a un grupo femenino de volibol con entrenamiento pliométrico, encontrando mejoría en las direcciones media, posterior y anterolateral; esto contrasta con los resultados en este estudio, pues se encontró mejoría al final de las mediciones del Star Excursión test, pero en direcciones diferentes, tomando en cuenta que se utilizó una prueba modificada.

En la prueba de agilidad se observó una disminución en el tiempo final de los 3 sujetos, esto nos indica un mayor control del tobillo durante los cambios de dirección, aceleración y desaceleración; esto es similar a lo descrito por Kim, Choi, Cha, Park & Kim (2017) donde el entrenamiento neuromuscular en pacientes con inestabilidad de tobillo mejoró la cinemática para la marcha y carrera.

- **Importancia de la periodización en el trabajo pliométrico durante el proceso de rehabilitación**

Es necesario enfatizar como menciona Haff (2008), que en la pliometría acuática como parte de un protocolo de rehabilitación después de una lesión, la frecuencia, duración e intensidad, en este caso, dependerán del nivel de tolerancia del atleta, brindando la oportunidad de mantener la aptitud cardiovascular mientras se rehabilita una lesión, y de imitar el patrón neuromuscular de los movimientos sin preocuparse por el impacto.

Esto, fundamenta el uso de un programa de entrenamiento periodizado aplicado y que puede ser diseñado por el fisioterapeuta deportivo, ya que para que el sistema neuromuscular se beneficie completamente de la carga de entrenamiento es imprescindible variar el volumen y la intensidad, la periodización es útil para agregar variaciones a los entrenamientos, lo que ayuda a los atletas a evitar el aburrimiento y / o los estancamientos de entrenamiento, como cita en su estudio Phillips, Lockert & Rosemond (2016).

Colado Sánchez (2013) hace referencia a que el acondicionamiento físico en general, y el neuromuscular en particular, lo que pretende es provocar unas adaptaciones fisiológicas y para esto se recurre al empleo de diversos recursos materiales que con la adecuada metodología van a producir determinadas adaptaciones con independencia del tipo de material o recurso que se emplee, puesto que la clave reside en el adecuado control de las variables básicas de entrenamiento.

Además, como menciona Cortes Gonzales et al (2017) un entendimiento del fisioterapeuta deportivo sobre los procesos de periodización, ofrecen al deportista un regreso exitoso a sus actividades, tras haber sufrido una lesión, de igual modo, permite al deportista permanecer libre de lesiones al momento de la reintegración a entrenamientos y competencias.

En términos generales el trabajo pliométrico engloba diversos factores de entrenamiento, tanto propioceptivos, cardiovasculares y potencia. Por lo tanto, es acertado como cita (Willems, Witrouw, Verstuyft, Vaes & De Clercq 2002) enfatizar en programas de rehabilitación para la inestabilidad de tobillo que incluyan la propiocepción y el entrenamiento de fuerza de tipo neuromuscular como ejes de trabajo.

- **Adecuación de medios digitales accesibles en el entorno fisioterapéutico**

En los últimos años ha crecido el interés por la tecnología aplicada el entrenamiento y al fitness en general, prueba de ello son los denominados "wearables" que es aquella

tecnología diseñada para ser vestida, bien como un complemento, ese el caso de una pulsera digital o bien como parte de algún material usado en la ropa o bien aplicaciones móviles para dispositivos electrónicos (Luque Ordoñez 2016).

Actualmente, la mayoría del interés del consumidor en la tecnología portátil es para aplicaciones de acondicionamiento físico. Una de las claves del éxito de la tecnología en el entrenamiento, es utilizar la gran capacidad de un elemento del cual casi la totalidad de la población dispone, un Smartphone. Las app's móviles, gracias a las características especiales de muchos de los dispositivos, nos permiten utilizar sus funciones básicas para obtener, evaluar y procesar información del movimiento de nuestros deportistas, permitiendo un control objetivo del entrenamiento y las adaptaciones que se producen (Álvarez 2017).

Existen diversas aplicaciones móviles, las cuales han sido evaluadas mediante el método científico, esto les permite obtener validez y fiabilidad, lo que las convierte en una herramienta accesible, que pueden ser utilizadas por profesionales de la salud, como lo es el fisioterapeuta deportivo para la evaluación y medición de distintos datos durante un proceso de rehabilitación y/o readaptación deportiva.

La aplicación My Jump, es exclusiva de la marca Apple y su principal función es la medición del salto vertical (Álvarez 2017). Balsalobre et al (2015) realizó un estudio en el cual encontró que tiene una correlación intraclase muy similar a las mediciones en plataforma de fuerza al evaluar salto contra movimiento.

Esto le puede permitir al fisioterapeuta deportivo utilizar este tipo de aplicaciones para ahorrar costos, pero con datos verificables y confiables para realizar un proceso de rehabilitación más específico en el ámbito deportivo y cuantificar la evolución del atleta para una mejor reinserción al deporte.

5.2 Conclusiones

Después de mostrar los resultados más relevantes de la presente investigación, se concluye en lo siguiente:

- Un programa de pliometría acuática es útil en la rehabilitación articular y neuromuscular en deportistas amateur con inestabilidad funcional de tobillo.
- La implementación del programa pliométrico periodizado diseñado, aplicado y supervisado por el fisioterapeuta deportivo resulto adecuado para esta población de estudio. Mostrando mejoría en las 4 pruebas de aptitud física que se evaluaron.
- A pesar de ser eficaz este programa como tratamiento fisioterapéutico pues los resultados fundamentan este hecho, la no aplicabilidad de pruebas estadísticas a los datos obtenidos no nos permite cuantificar si las mejoras obtenidas tienen significancia estadística.
- Este tipo de programa es una alternativa para el tratamiento de la inestabilidad funcional de tobillo útil en atletas amateur, pero que se puede trasladar a población no deportista adaptando las diversas variables del entrenamiento.
- El fisioterapeuta deportivo se puede auxiliar de herramientas tecnológicas como las aplicaciones móviles, para obtener datos más cuantificables al realizar diversas mediciones en su actuar diario, siempre respaldadas por la evidencia científica.
- Es recomendable aplicar este protocolo de tratamiento pliométrico acuático a una población más grande y de diversos deportes, siendo imperativo continuar con más

investigaciones. Además, se podría utilizar como método de entrenamiento preventivo para las selecciones representativas de la ENES-UNAM León.

5.3 Limitaciones

Esta investigación cuenta con ciertas limitaciones que se describen a continuación:

- A pesar de encontrarse descrito en la literatura el termino pliometría acuática, se carece de un término conceptual que explique este tipo de entrenamiento.
- Una población de estudio mayor puede permitir aplicar pruebas estadísticas para determinar si los resultados son significativos, esto no pudo realizarse debido a que las selecciones representativas de la ENES UNAM León son pequeñas en número de atletas lo cual generó un número de muestra pequeño.
- Aunque los datos obtenidos son relevantes para los objetivos propuestos para esta investigación, es importante evaluar otros datos no contemplados como funcionalidad dentro del deporte, fuerza, resistencia cardiovascular, que ayuden a entender cómo se comporta este tipo de entrenamiento desde una vista global del atleta.

Bibliografía

- Agraz Rubio, J., & Martínez, V. (2016). Beneficios del ejercicio físico acuático en la readaptación de la lesión del ligamento cruzado anterior. *Revista de Investigación en Actividades Acuáticas*, 33-39.
- Álvarez O.M.,(2017). *Laboratorio de bolsillo. App's para medir la condición física*. Journal of Strenght and Conditioning. 23-25.
- Arazi, H., & Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport & Exercise*, 101-111.
- Amiri-khorasani, M., Sahebozamani, M., Tabrizi, G., & Yusof, A. (2010). Acute effect of different stretching methods on illinois agility test in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2698-2704.
- Arazi, H., Eston, R., Asadi, A., Roozbeh, B., & Saati Zarei, A. (2016). Type of Ground Surface during Plyometric Training Affects the Severity of Exercise-Induced Muscle Damage. *Sports*, 1-12.
- Asadi, A. (2016). Plyometric type neuromuscular exercise is a tratment to postural control deficits of volleybal players: a case study. *Rev Andal Med Deporte*, 75-79.
- Asimena, G. P. (2013). Aquatic Training for Ankle Instability. *Foot & Ankle Specialist*, 346-351.
- Association, A. E. (2018). Aquatic Fitness Programming Standards and Guidelines., (págs. 1-10).
- Balsolobre-Fernández, C. G. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 1574–1579.
- Becker, B. (2009). Aquatic Therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applicattons. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation*, 859-872.
- Borreani, S., C., C. J., Calatayud, J., Pablos, C., Moya-Nájera, D., & Triplett, T. N. (2014). Aquatic Resistance Training: Acute and Chronic Effects. *Strength and Conditioning Journal*, 48-61.
- Cameron, M. H. (2014). *Agentes Físicos en Rehabilitación. De la Investigación a la práctica*. Barcelona: Elsevier España.
- Capárros, T., Pujol, M., & Salas, C. (2017). Pautas generales en el proceso de readaptación al entrenamiento después de una lesión deportiva. *Apunts Med Esport*, 167-172.
- Carlos Moreno Pascual, V. R. (2008). Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*, 40-48.
- Chu, D. (2006). *Ejercicios Pliométricos. Deporte y entrenamiento*. España: Paidotribo.

- Colado Sánchez, J.C., (2013). *Algunas actualizaciones al respecto de la investigación sobre el acondicionamiento neuromuscular en el medio acuático*. Arch Med Deporte. 1-6.
- Cortés González, R. E., & Ravelo Izquierdo, M. (2017). La fisioterapia en el proceso de readaptación físico - deportiva mediante el entrenamiento en un gimnasio con un paciente posoperado de reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Caso Clínico. *Entreciencias: diálogos en la Sociedad del Conocimiento.*, 1-15.
- Coughlan, G. F. (2012). A Comparison Between Performance on Selected Directions of the Star Excursion Balance Test and the Y Balance Test. *Journal of Athletic Training*, 366–371.
- David, R. R. (2008). Revisión Descriptiva de las Lesiones más frecuentes durante la práctica del voleibol. *PubliCE*, 1-8.
- Davies, G., Riemann, B. L., & Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *The International Journal of Sports Physical Therapy.*, 760-786.
- Dell' Antonio, E., Ruschel, C., De Brito Fontana, H., Haupenthal, A., Matheus Pereira, S., & Roesler, H. (2016). Effect of immersion on ground reaction force and contact time during drop jump exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 3443-3449.
- Donahue, M., Simon, J., & Docherty, C. (2012). Reliability and Validity of a New Questionnaire Created to Establish the Presence of Functional Ankle Instability: The IdFAI. *Athletic Training & Sports Health Care* , 1-6.
- Dwyer, B. A. (2016). Comparison of Dynamic Stability between Gymnast and Soccer Players Following a Countermovement Jump on Land and in Water. *All Graduate Plan B and other Reports.*, 1-21.
- Earle, R., & Baechle, T. (2008). *Manual NSCA. Fundamentos del entrenamiento personal*. Badalona (España): Paidotribo.
- Ebben, W. (2016). *Practical Guidelines for Plyometric Intensity* . 12-16: NSCA's Performance Training Journal .
- Ferrer-Santacreu, E., Rodríguez-Merchán, E.. (2006). Inestabilidades crónicas de tobillo . *Patología del aparato locomotor*, 1-8.
- Flanagan, E. C. (2008). Utilización del tiempo de contacto y el índice de fuerza reactiva para optimizar el entrenamiento del ciclo de estiramiento-acortamiento rápido. *PubliCE*, 1-9.
- Galván, O. T. (2006). Cambios isocinéticos con ejercicios pliométricos acuáticos. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 39-42.
- Gribble, P., Delahunt, E., Bleakley, C., Caulfield, B., Docherty, C., Tik-Puik Fong, D., . . . Wikstrom, E. (2014). Selection Criteria for Patients With Chronic Ankle Instability in Controlled Research: A Position Statement of the International Ankle Consortium. *Journal of Athletic Training* , 121-127.

- Guede, F. (s.f.). Biomecanica del Músculo. *Curso: Biomecanica I. Universidad de las Americas*, 1-20.
- Hachana, Y. C. (2013). Test-retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of the illinois agility test in male team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2752-2759.
- Haff, G. (2008). Aquatic Cross Training for Athletes: Part II. *Strength and Conditioning Journal*, 67-73.
- Haff, G. G., & Triplett, T. N. (2016 (4th Edition)). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. United States: Human Kinetics.
- Hertel, J. (2000). Functional Instability Following Lateral Ankle Sprain. *Sports Med*, 361-371 .
- Jurado-Lavanant, A., Fernández-García, J., Pareja-Blanco, F., & Alvero-Cruz, J. (2017). Efectos del entrenamiento pliométrico acuático vs. seco sobre el salto vertical. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. , 73-84.
- Kamalakkannan, K., Azeem, K., & Arumugam, C. (2011). The effect of aquatic plyometric training with and without resistance on selected physical fitness variables among volleyball players. *Journal of Physical Education and Sport*, 95-100.
- Kim, E. C. (2017). Effects of Neuromuscular Training on the Rear-foot Angle Kinematics in Elite Women Field Hockey Players with Chronic Ankle Instability . ©*Journal of Sports Science and Medicine*, 137-146.
- Kim, E., & Choi, H. (2014). Aquatic Physical Therapy in the Rehabilitation of Athletic Injuries: A Systematic Review of the Literatures. *Journal of Yoga & Physical Therapy*, 1-6.
- León Barrera, L. (2018). *Alternativa en la prevención de lesiones mediante el programa FIFA 11+ aplicado por un fisioterapeuta deportivo en jugadoras de la selección femenil de futbol de la ENES-UNAM León. (Tesis de Licenciatura)*. León, Guanajuato.: Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León, UNAM.
- Louder T, D. D. (2017). Biomechanical Comparison of Countermovement Jumps Performed on Land and in Water: Age Effects . *Journal of Sport Rehabilitation*, 1-26.
- Loudon, J. S. (2008). The Effectiveness of Active Exercise as an Intervention for Functional Ankle Instability. *Sports Med*, 553-563.
- Luque Ordoñez, J., (2016). Dispositivos y tecnologías wearables. ACTA. 1-16.
- Marsico, M. F., Malyszek, K. K., Bagley, J. R., & Galpin, A. J. (2015). A Supplemental Aquatic Speed Training Program for NFL Combine Preparation . *National Strength and Conditioning Association*, 58-64.
- Marsico, M. M. (2015). A Supplemental Aquatic Speed Training Program for NFL Combine Preparation . *Strength and Conditioning Journal*, 58-64.

- Martel, G. F., Harmer, M. L., Logan, J. M., & Parker, C. B. (2005). Aquatic Plyometric Training Increases Vertical Jump in Female Volleyball Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1814-1819.
- Martínez López, E. (2002). *Pruebas de aptitud física*. Barcelona: Paidotribo.
- Miller, M. B. (2001). Recommendations for Implementing an Aquatic Plyometric Program. *Strength and Conditioning Journal*, 28-35.
- Moreno Pascual, C., Rodríguez Pérez, V., & Seco Calvo, J. (2008). Epidemiología de las lesiones deportivas. *Fisioterapia*, 40-48.
- Negra, Y. C. (2017). Evaluation of the Illinois Change of Direction Test in Youth Elite Soccer Players of Different Age . *Journal of Human Kinetics* , 215-224.
- Olmo Navas, J. (2000). La rehabilitación en el deporte. *Arbor*, 227-248.
- O'Loughlin, P. F., Murawski, C. D., Egan, C., & Kennedy, J. G. (2015). Ankle Instability in Sports. *The Physician and Sportsmedicine*. , 93-103.
- Osorio Ciro, J. A., Clavijo Rodríguez, M., Arango V., E., Patiño Giraldo, S., & Gallego Ching, I. (2007). Lesiones deportivas. *Iatreia*, 167-177.
- Panta, K. A. (2015). A study to associate the Flamingo Test and the Stork Test in measuring static balance on healthy adults . *The Foot and Ankle Online Journal* , 1-4.
- Phillips, M. L. (2016). Tools and Benefits of Periodization: Developing an Annual Training Plan and Promoting Performance Improvements in Athletes. *The Sport Journal*, 1-10.
- Porter, G. K., Kaminski, T. W., Hatzel, B., Powers, M. E., & Horodyski, M. (2002, 37(4)). An Examination of the Stretch-Shortening Cycle of the Dorsiflexors and Evertors in Uninjured and Functionally Unstable Ankles. *Journal of Athletic Training*, 494-500.
- Robinson, L., Devor, S., Merrick, M., & Buckworth, J. (2004). The effects of land vs aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 84-91.
- Robles Galván, O., & Adame Treviño, J. (2006). Cambios isocinéticos con ejercicios pliométricos acuáticos. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación* , 39-42.
- Rodríguez Ruiz, D. (2008). Revisión descriptiva de las lesiones más frecuentes durante la práctica del voleibol. *PubliCE*, 1-8.
- Salcedo Joven, A. S. (2018). Esguince de tobillo. Valoración en Atención Primaria. *Medicina Integral*, 1-15.
- Santolaria, J., & Llobet, M. (2018). Inestabilidad funcional del tobillo. *Elsevier*, 23-26.

- Severin AC, B. B. (2017). Quantifying kinematic differences between land and water during squats, split squats, and single-leg squats in a healthy population. *PLoS ONE*, 1-15.
- Siff, M., & Verhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. España: Editorial Paidotribo.
- Siurana JC. (2007) La ética del deporte desde la justicia como igualdad de oportunidades en la ética del discurso. *Quaderns de filosofia i ciència*. 77-90.
- Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F., & Chéour, F. (2016). Effects of Plyometric Training on Physical Fitness in Team Sport Athletes: A Systematic Review. *Journal of Human Kinetics*, 231-247.
- Tavares-Fonseca, R. M. (2017). Aquatic and land plyometric training on the vertical jump and delayed onset muscle soreness in Brazilian soccer players . *Journal of Human Motion*, 1-15.
- Torres-Ronda, L. D. (2014). The Properties of Water and their Applications for Training . *Journal of Human Kinetics* , 237-248.
- Triplett, T. N., Colado, J. C., B. J., Alakhdar, Y., Madera, J., Gonzalez, L. M., & Tella, V. (2009). Concentric and Impact Forces of Single-Leg Jumps in an Aquatic Environment versus on Land. *Medicine & Science in Sports & Exercise.*, 1790-1796.
- Urrialde Martín, J., Patiño Núñez, S., & Bar del Olmo, A. (2006). Inestabilidad crónica de tobillo en deportistas. Prevención y actuación fisioterápica. . *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 57-67.
- Vázquez Luna, J. (2017). *Prescripción del entrenamiento de fuerza muscular aplicado por el fisioterapeuta (Tesis de Licenciatura)*. León, Guanajuato.: Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad León. UNAM.
- Verhagen, A. P., Cardoso, J. R., & Bierma-Zeinstra, S. M. (2012). Aquatic Exercise and balneotherapy in musculoskeletal conditions. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology.*, 335-343.
- Voegeli, V. (2003). Anatomía funcional y biomecánica del tobillo y el pie. *Rev Esp Reumatol* , 469-477.
- Willems, T. W. (2002). Proprioception and Muscle Strength in Subjects With a History of Ankle Sprains and Chronic Instability. *Journal of Athletic Training*, 487-493.

Anexo 1



Unidad León
**Escuela
Nacional de
Estudios
Superiores**

Historia Clínica como parte de la Investigación "Pliometría acuática en la rehabilitación de inestabilidad de tobillo en deportistas amateur"

- Nombre:
- Edad:
- Fecha de Nacimiento:
- Selección representativa:
- Peso y Talla:
- # Teléfono:

Antecedentes Deportivos y patológicos

- Inicio en el deporte:
- ¿Has sufrido alguna lesión en el tobillo durante tu carrera deportiva? *SI NO*
- ¿Qué tipo de lesión?
- ¿Recibiste tratamiento? *SI NO*
- ¿Presentaste síntomas inflamatorios (dolor, hinchazón, rubor, etc.)? *SI NO*
- ¿Has tenido sensación de inestabilidad y/o que tu tobillo "cede" al apoyar el pie al caminar o correr, en los últimos 6 meses? *SI NO*
- ¿Actualmente tienes alguna lesión en el tren inferior? *SI NO*
- Calificación de cuestionario IdFAI: _____
- Calificación FAAM (Deporte): _____

Enfermedades y/o infecciones

- ¿Sufres de alguna enfermedad cardio respiratoria? *SI NO*
- ¿Presentas alguna infección dérmica o herida abierta? *SI NO*
- ¿Tienes temor a el agua? *SI NO*
- ¿Tatuajes en los últimos 3 meses? *SI NO*

Firma del Paciente: _____

PLFT. Cesar Gerardo Cerda Hurtado

Anexo 2

Criterios postulados por el IAC (2014) para la selección de pacientes para estudios, con inestabilidad de tobillo. Fuente: Gribble, P., Delahunt, E., Bleakley, C., Caulfield, B., Docherty, C., Tik-Puik Fong, D., . . . Wikstrom, E. (2014).

Criterios del IAC	
Inclusión	Exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes de al menos 1 esguince de tobillo. • Creó al menos 1 día interrumpido de actividad física deseada. • El más reciente debe haber ocurrido más de 3 meses antes de la inscripción en el estudio. • Historia de esguince recurrente y / o "sensación" de inestabilidad. • Los participantes deben informar al menos 2 episodios de "ceder" en los 6 meses previos a la inscripción en el estudio. • Aplicación de cuestionarios, actualmente recomendados: Ankle Instability Instrument (AII); Cumberland Ankle Instability Tool; Identification of Functional Ankle Instability (IdFAI). 	<ul style="list-style-type: none"> • Antecedentes de cirugías previas en las estructuras musculoesqueléticas (es decir, huesos, estructuras articulares, nervios) en cualquiera de las extremidades inferiores. • Antecedentes de fractura en cualquiera de las extremidades inferiores que requiera una realineación. • Lesión aguda en las estructuras musculoesqueléticas de otras articulaciones de la extremidad inferior en los 3 meses anteriores, (es decir, esguinces, fracturas) que causaran al menos 1 día interrumpido de actividad física.

Anexo 3

Reglamento para ingreso a tanque terapéutico de la Clínica de Fisioterapia de la ENES-UNAM León.



Escuela Nacional de Estudios Superiores
Unidad León

CLÍNICA DE FISIOTERAPIA

REGLAMENTO DEL TANQUE DE HIDROTERAPIA

1. Queda prohibido ingresar al tanque sin que esté presente su terapeuta.
2. El paciente y acompañante tienen prohibido manipular el equipo.
3. Presentación para la terapia en tanque:
 - Mujer: Traje de baño de una pieza, cabello recogido, gorro de natación, sin maquillaje ni uñas pintadas.
 - Hombre: Traje de baño tipo bermuda y gorro de natación.**Es obligatorio el uso de sandalias de plástico*
4. Es obligatorio enjuagarse en las regaderas previo al ingreso al tanque.
5. No haber ingerido alimentos 2 horas antes de su terapia.
6. El paciente debe dar aviso si presenta algún tipo de infección de la piel y/o uñas (hongo), heridas abiertas, periodo menstrual, estados febriles, infecciones intestinales o de vías respiratorias, enfermedades convulsivas o embarazo.
8. Queda prohibido correr dentro del área del tanque.
9. En caso de complicaciones durante el tratamiento o incumplimiento del reglamento, se suspenderá la terapia.
10. Queda prohibido que menores de edad ingresen al área sin acompañante.

**Se recomienda estricta atención al moverse por el área de tanque terapéutico debido al riesgo de resbalarse.*

Anexo 4

Descripción de la técnica y ejercicios realizados durante el protocolo, por los sujetos en el estudio. (Haff & Triplett 2016)

- **Salto vertical y alcanzar:** Nivel de intensidad: Bajo. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta una postura erguida y cómoda con los pies separados la anchura de los hombros. Acción de los brazos: Ninguna o los dos brazos se mueven al unísono. Movimiento de preparación: Se empieza con un ligero contra movimiento. Movimiento ascendente: Salto vertical con los pies juntos; el movimiento primario se centra en la articulación del tobillo. Movimiento descendente: Se aterriza en la postura inicial e inmediatamente se repite el salto. Nota: Este ejercicio se practicará con mínimo desplazamiento horizontal (adelante o atrás) o lateral.



- **Sentadilla con salto vertical:** Nivel de intensidad: Bajo. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta la postura de la sentadilla (los muslos flexionados y casi paralelos al suelo) con los pies separados la anchura de los hombros. Entrecruzamos los dedos de las manos y las situamos detrás de la nuca. Acción de los brazos: Ninguna. Movimiento de preparación: Ninguno. Movimiento

ascendente: Salto explosivo hasta la máxima altura posible. Movimiento

descendente: Se aterriza en la postura de la sentadilla e inmediatamente se repite el salto.



- **Salto vertical de tobillo con los pies juntos:** Nivel de intensidad: Bajo. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta una postura erguida y cómoda, con los pies separados la anchura de los hombros. Acción de los brazos: Se mueven ambos brazos al unísono. Movimiento de preparación: Se empieza con un contra movimiento. Movimiento ascendente: Salto vertical explosivo, impulsándose con los brazos, que se levantan y tratan de alcanzar una diana. Movimiento descendente: Se aterriza en la postura inicial e inmediatamente se repite el salto. Se permite un tiempo de recuperación entre saltos.



- **Salto vertical de tobillo a una pierna:** Nivel de intensidad: Medio. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta una postura erguida y cómoda sobre un pie. La pierna en el aire adopta una posición estática, con la rodilla flexionada durante el ejercicio. Acción de los brazos: Ninguna o los dos brazos se mueven al unísono. Movimiento de preparación: Se empieza con un ligero contra movimiento. Movimiento ascendente: Usando el pie de apoyo, damos un salto vertical cuyo movimiento primario se centra en la articulación del tobillo. Movimiento descendente: Se aterriza en la postura inicial e inmediatamente se repite el salto usando la misma pierna. Repetimos con la pierna contralateral después de un corto descanso. Nota: Este ejercicio se debe practicar con mínimo desplazamiento horizontal (adelante o atrás) o lateral.



- **Salto vertical con desplante:** Nivel de intensidad: Medio. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta la postura de una tijera, con una pierna adelantada (y la cadera y la rodilla flexionadas aproximadamente 90°) y la otra detrás de la línea media del cuerpo. Acción de los brazos: Ninguna o se mueven ambos brazos al unísono. Movimiento de preparación: Se empieza con un contra movimiento. Movimiento ascendente: Salto vertical explosivo usando los brazos para impulsarse. Se intentará alcanzar la máxima altura y potencia. Movimiento descendente: Al aterrizar, se mantiene la postura de la tijera (con la misma pierna adelantada) e inmediatamente se repite el salto. Nota: Después de completar una tanda, se descansa y se repite cambiando la posición de las piernas.



- **Salto vertical con rodillas al pecho:** Nivel de intensidad: Medio. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta una postura erguida y cómoda, con los pies separados la anchura de los hombros. Acción de los brazos: Se mueven ambos brazos al unísono. Movimiento de preparación: Se empieza con un contra movimiento. Movimiento ascendente: Salto vertical explosivo. Se llevan las rodillas al pecho, asiendo rápidamente las rodillas con ambas manos y soltándolas antes de tocar los pies el suelo. Movimiento descendente: Se aterriza en la postura inicial e inmediatamente se repite el salto.



- **Salto vertical a una pierna:** Nivel de intensidad: Alto. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta una postura erguida y cómoda sobre una sola pierna. La pierna en el aire adopta una posición estática, con la rodilla flexionada durante el ejercicio. Acción de los brazos: Se mueven ambos brazos al unísono.

Movimiento de preparación: Se empieza con un contra movimiento. Movimiento ascendente: Salto vertical explosivo, impulsándose con los brazos, que se levantan y tratan de alcanzar una diana. Movimiento descendente: Se aterriza en la postura inicial e inmediatamente se repite el salto usando la misma pierna. Se permite un tiempo de recuperación entre saltos. Se repite con la pierna contralateral después de un breve descanso.



- **Salto vertical con desplante y pedaleo:** Nivel de intensidad: Alto. Dirección del salto: Vertical. Postura inicial: Se adopta la postura de una tijera, con una pierna adelantada (y la cadera y la rodilla flexionadas aproximadamente 90°) y la otra detrás de la línea media del cuerpo. Acción de los brazos: Ninguna o se mueven ambos brazos al unísono. Movimiento de preparación: Se empieza con un contra movimiento. Movimiento ascendente: Salto vertical explosivo usando los brazos para impulsarse. Durante el instante que el cuerpo está en el aire, cambiamos la posición de las piernas. Se intentará alcanzar la máxima altura y potencia. Movimiento descendente: Al aterrizar, se mantiene la postura de la tijera (con la pierna contralateral adelantada) e inmediatamente se repite el salto.



- Salto de longitud a una pierna:** Nivel de intensidad: Alto. Dirección del salto: Horizontal y vertical. Postura inicial: Se adopta una postura erguida y cómoda sobre una sola pierna. La pierna en el aire está en posición estática, con la rodilla flexionada durante el ejercicio. Acción de los brazos: Se mueven ambos brazos al unísono. Movimiento de preparación: Se empieza con un contra movimiento. Movimiento ascendente: Salto explosivo hacia delante, impulsándose con los brazos. Movimiento descendente: Se aterriza en la postura inicial e inmediatamente se repite el salto usando la misma pierna. Se repite con la pierna contralateral después de un breve descanso.



- Salto vertical desde cajón:** Nivel de intensidad: Alto. Dirección del salto: Vertical. Equipamiento: Cajón pliométrico, de 30 a 107 cm de altura. Postura inicial: Se adopta una postura erguida y cómoda encima del cajón, con los pies separados la anchura de los hombros. Las puntas de los pies deben estar próximas al borde del

cajón. Acción de los brazos: Ambos brazos al unísono. Movimiento de preparación: Se da un paso para bajar del cajón. Movimiento descendente: Se aterriza en el suelo sobre ambos pies. Movimiento ascendente: Al aterrizar, inmediatamente se da un salto vertical lo más alto posible. Nota: Al bajar del cajón, se hace sin impulso alguno. No hay que saltar ni bajar el centro de gravedad del cuerpo al dar el paso, ya que esos ajustes cambiarían la altura desde la que se practica el ejercicio. Nota: El tiempo que el atleta permanece en el suelo será el mínimo posible. La intensidad se incrementa aumentando la altura del cajón. Se empieza con una altura de 30 cm.

