



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ANÁLISIS DE LA FUERZA Y FLEXIBILIDAD DE MIEMBROS INFERIORES EN
RELACIÓN CON LA EJECUCIÓN DEL SALTO “LOOP” EN PATINADORAS
DE HIELO PROFESIONALES.

AUTORAS

DANIELA CAROLINA SUQUILLO PULUPA.
ANDREA VANESSA VITERI BENAVIDES.

AÑO

2019



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ANÁLISIS DE LA FUERZA Y FLEXIBILIDAD DE MIEMBROS INFERIORES EN
RELACIÓN CON LA EJECUCIÓN DEL SALTO “LOOP” EN PATINADORAS
DE HIELO PROFESIONALES.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar el título de licenciadas en fisioterapia.

Profesor guía

Mg. Ft. Tatiana Verónica Justicia Chamorro.

Autoras

Daniela Carolina Suquillo Pulupa.

Andrea Vanessa Viteri Benavides.

Año

2019

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido el trabajo, Análisis de la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores en relación con la ejecución del salto “loop” en patinadoras de hielo profesionales, a través de reuniones periódicas con las estudiantes Daniela Carolina Suquillo Pulupa y Andrea Vanessa Viteri Benavides, en el semestre 2019-10, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Mg. Ft. Tatiana Verónica Justicia Chamorro.

CI: 1002611620

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

Declaro haber revisado este trabajo, Análisis de la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores en relación con la ejecución del salto “loop” en patinadoras de hielo profesionales, de las estudiantes Daniela Carolina Suquillo Pulupa y Andrea Vanessa Viteri Benavides, en el semestre 2019-10, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

Mg. Ft. Emerson Viracocha Toapanta.

CI: 1500750847

DECLARACIÓN DE LA AUTORÍA DE LAS ESTUDIANTES

Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Daniela Carolina Suquillo Pulupa

CI: 172437147-9

Andrea Vanessa Viteri Benavides

CI:172366128-4

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios por sus bendiciones a lo largo de la carrera, a mis padres Susana y Efraín que con amor, esfuerzo y sacrificio me dieron la mejor educación, son mi motivación, mi ejemplo a seguir y sobretodo la razón que me mueve a superarme cada día más. A mi familia por su amor y confianza. A mis amigos que estuvieron en los momentos más difíciles. A mis profesores, en especial a nuestra tutora guía Verito. Y a mi compañera de tesis, que sin ella no lo hubiera logrado, por su paciencia, amistad, amor y confianza a lo largo de estos años.

Daniela Suquillo P.

AGRADECIMIENTOS.

En primer lugar, a Dios por darme salud para cumplir con mis metas y objetivos. A la mejor compañera de tesis y su familia por todo su apoyo desde el primer día. A mis profesores que se han encargado de compartir sus conocimientos conmigo para convertirme en profesional, especialmente a Verónica Justicia y Fernando Iza.

Andrea Viteri B.

DEDICATORIA.

Este trabajo va dedicado en especial a mi ángel en el cielo, mi abuelito que me cuida y me protege. A mis padres que sin ellos nada de esto sería posible y a quienes dedico cada triunfo. A mí madrina Rocío, quien me ha brindado su amor incondicional y consejos valiosos. A mi hermana Romina, por ser mi luz y alegría y a mí mejor amiga de toda la vida Karen, por su apoyo incondicional.

Daniela Suquillo P.

DEDICATORIA.

Al angelito que me cuida y protege desde el cielo. Todos mis logros serán siempre dedicados a ti. C.A.V.C. A mi mamá, papá, hermanos y madrina por estar conmigo en cada momento de esta etapa y demostrarme que jamás estaré sola.

Andrea Viteri B.

RESUMEN

OBJETIVO: Analizar si la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores juegan un rol importante en la altura y tiempo de vuelo durante el desarrollo del salto “loop” en patinadoras de hielo profesionales.

MATERIALES Y MÉTODOS: 16 participantes entre 9 a 25 años reagrupadas según su edad en grupos de 9 a 14 años, 15 a 20 años y 21 a 25 años. Se evaluó la fuerza del miembro inferior dominante, mediante dinamometría con la pelota COBS, la flexibilidad a través del Sit and Reach Test, Spagat Frontal Test, Spagat Lateral Test y Ely Duncan. Se determinó la altura y el tiempo de vuelo del salto loop con el software Kinovea. El análisis estadístico se realizó mediante correlación de Pearson. Los datos se consideraron estadísticamente significativos si $p < 0,05$.

RESULTADOS: Fueron estadísticamente significativos en las correlaciones en todas las edades las relaciones: a) tiempo de vuelo con fuerza en extensión de rodilla ($p=,019$), b) fuerza de aductores de cadera con Spagat Lateral Test ($p=0,011$), c) fuerza de flexores de rodilla con Sit and Reach Test ($p= 0,030$) y d) fuerza de flexores de cadera con Sit and Reach Test ($p=0,000$). En el grupo de 9 a 14 años se encontró correlaciones significativas en: a) tiempo de vuelo con fuerza en abductores de cadera ($p=0,19$), rotadores internos de cadera ($p=0,023$) y extensores de rodilla ($p=0,033$), b) fuerza de aductores de cadera con Spagat Lateral Test ($p=0,05$), c) fuerza de flexores de rodilla con Sit and Reach Test ($p= 0,025$) y d) fuerza de flexores de cadera con Sit and Reach Test ($p=0,001$). No se encontraron relaciones significativas en el grupo de edad entre los 15 a 20 años. En el grupo comprendido entre 21 a 25 años, las correlaciones mostraron resultados significativos en el tiempo de vuelo con la fuerza de extensores de rodilla ($p=0.012$).

CONCLUSIONES: La fuerza tiene una correlación positiva con el tiempo de vuelo, en dependencia de la edad y grupo muscular. La flexibilidad de miembros inferiores, no intervienen en la altura o tiempo de vuelo del salto. La altura del salto no está predeterminada por ninguna de las variables evaluadas. Existe aún

controversia entre la relación fuerza y flexibilidad, pero se puede deducir que depende del deporte, el tipo de entrenamiento y el grupo muscular.

PALABRAS CLAVE: Fuerza, Flexibilidad, Patinaje artístico sobre hielo, Spagat Lateral Test, Spagat Frontal Test, Sit and Reach Test, Ely Duncan.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To analyze if strength and flexibility of lower limb have an impact on jump height and flight time while doing Loop jump in professional ice skaters.

MATERIALS AND METHODS: Sixteen ice skaters between 9 and 25 years old were involved, matched up in three different groups according to their age from 9 to 14, 15 to 20 and 21 to 25. Dominant lower limb strength was assessed by dynamometry with COBS ball, flexibility by Sit and Reach Test, Side Split, Front Split and Ely Duncan test. On the other hand, jump height and flight time were defined by Kinovea Software.

Statistical analysis was made by Pearson correlation where data was statistically significant when $p < 0,05$.

RESULTS: Data analysis made evident a significant relation in all ages between: a) flight time with knee extension muscles strength ($p=0,019$) b) adductors force with Side Split ($p=0,011$), c) knee flexors strength with the Sit and Reach Test ($p=0,030$) and finally d) hip flexors strength with Sit and Reach Test ($p=0,000$). On 9 to 14 years old group, Pearson correlation demonstrated significant relation between a) flight time with abductors ($p=0,019$), internal rotators ($p=0,023$) and knee extensors ($0,033$) muscle strength, b) adductors force with Side Split ($p=0,05$), c) knee flexors strength with Sit and Reach Test ($p=0,025$) and d) hip flexors strength with the Sit and Reach Test ($p=0,001$). There were no statistically significant results on 15 to 20 years old group while in 21 to 25 years ice skaters results only gave correlation between flight time with knee extensors muscle strength.

CONCLUSIONS: Strength has a positive influence over the flight time depending on age and muscle group. Lower limb flexibility doesn't interfere on jump height or flight time. Also, jump height isn't determined by none of the assessed variables. There is still controversy between strength and flexibility relation, but we concluded that it depends on the sport, type of training and muscle group.

KEY WORDS: Strength, Flexibility, Ice Skating, Side Spagat, Front Spagat, Sit and Reach Test, Ely Duncan.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA	3
1.1.1. CADERA	3
1.1.1.1. ARTICULACIÓN COXOFEMORAL.....	3
1.1.1.2. CÁPSULA ARTICULAR Y LIGAMENTOS.....	3
1.1.1.2.1. LIGAMENTO ILIOFEMORAL	4
1.1.1.2.2. LIGAMENTO PUBOFEMORAL	4
1.1.1.2.3. LIGAMENTO ISQUIOFEMORAL.....	4
1.1.1.2.4. LIGAMENTO DE LA CABEZA DEL FÉMUR	4
1.1.1.3. MOVIMIENTOS Y MÚSCULOS DE LA CADERA	4
1.1.1.3.1. FLEXIÓN DE CADERA	4
1.1.1.3.2. EXTENSIÓN DE CADERA.....	5
1.1.1.3.3. ABDUCCIÓN DE CADERA.....	5
1.1.1.3.4. ADUCCIÓN DE CADERA	5
1.1.1.3.5. ROTACIÓN INTERNA Y EXTERNA DE CADERA.....	5
1.1.1.4. ESTABILIZACIÓN	6
1.1.2. RODILLA.....	6
1.1.2.1. ARTICULACIÓN FEMOROTIBIAL	6
1.1.2.1.1. MENISCOS	7
1.1.2.2. ARTICULACIÓN PATELOFEMORAL	7
1.1.2.3. CÁPSULA ARTICULAR Y LIGAMENTOS.....	7
1.1.2.3.1. LIGAMENTO CRUZADO ANTEROEXTERNO.....	7
1.1.2.3.2. LIGAMENTO CRUZADO POSTEROINTERNO	7

1.1.2.3.3. LIGAMENTO POPLÍTEO–PERONEO.....	8
1.1.2.3.4. LIGAMENTO COLATERAL EXTERNO.....	8
1.1.2.3.5. LIGAMENTO COLATERAL INTERNO	8
1.1.2.4. MOVIMIENTOS Y MÚSCULOS DE RODILLA	8
1.1.2.4.1. FLEXIÓN DE RODILLA.....	8
1.1.2.4.2. EXTENSIÓN DE RODILLA.....	9
1.1.2.5. ESTABILIZACIÓN	9
1.1.2.5.1. ESTABILIDAD LATERAL	9
1.1.2.5.2. ESTABILIDAD MEDIAL.....	9
1.1.2.5.3. ESTABILIDAD ANTEROPOSTERIOR	9
1.2. PATINAJE ARTÍSTICO EN HIELO	10
1.2.1. HISTORIA	10
1.2.1.1. PATINAJE ARTÍSTICO SOBRE HIELO EN AMÉRICA.....	10
1.2.1.2. PATINAJE ARTÍSTICO SOBRE HIELO EN ECUADOR	11
1.2.2. CATEGORÍAS.....	12
1.2.2.1. BÁSICOS NOVICE Y AVANZADO.....	12
1.2.2.2. INTERMEDIO O JUNIOR.....	12
1.2.2.3. AVANZADO O SENIOR	13
1.2.3. GESTO DEPORTIVO.....	13
1.2.3.1. EL SALTO	13
1.2.3.1.1. SALTO LOOP.....	14
1.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN	15
1.3.1. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE VUELO Y ALTURA DEL SALTO LOOP..	15
1.3.1.1. DEFINICIÓN.....	15
1.3.1.1.1. TIEMPO DE VUELO.....	15
1.3.1.1.2. ALTURA DEL SALTO.....	15

1.3.1.2. SISTEMA DE MEDICIÓN	15
1.3.1.2.1. KINOVEA	15
1.3.2. MEDICIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR.....	16
1.3.2.1. DEFINICIÓN.....	16
1.3.2.1.1. FUERZA MUSCULAR	16
1.3.2.1.2. DINAMOMETRÍA.....	16
1.3.2.2. SISTEMA DE MEDICIÓN	17
1.3.2.2.1. PLATAFORMA Y PELOTA COBS.....	17
1.3.3. MEDICIÓN DE LA FLEXIBILIDAD	17
1.3.3.1. DEFINICIÓN.....	17
1.3.3.1.1. FLEXIBILIDAD.....	17
1.3.3.2. SISTEMA DE MEDICIÓN-TEST ESPECÍFICOS.....	18
1.3.3.2.1. TEST SPAGAT FRONTAL	18
1.3.3.2.2. TEST SPAGAT LATERAL	19
1.3.3.2.3. SIT AND REACH TEST	19
1.3.3.2.4. TEST DE ELY.....	19
2. CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
2.1. JUSTIFICACIÓN.....	21
2.2. OBJETIVOS.....	24
2.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	24
2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	25
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	25
3.1.1.1. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	25

3.1.1.2. PARTICIPANTES.....	25
3.1.1.3. MATERIALES.....	26
3.1.1.3.1. CUALIDADES FÍSICAS.....	26
3.1.1.3.2. FUERZA.....	26
3.1.1.3.2.1. FUERZA DE CADERA	26
3.1.1.3.2.1.1.FLEXIÓN.....	48
3.1.1.3.2.1.2. EXTENSIÓN.....	27
3.1.1.3.2.1.3. ADUCCIÓN.....	28
3.1.1.3.2.1.4.ABDUCCIÓN.....	28
3.1.1.3.2.1.5. ROTACIÓN INTERNA Y EXTERNA.....	29
3.1.1.3.2.2. FUERZA DE RODILLA.....	30
3.1.1.3.2.2.1.FLEXIÓN.....	30
3.1.1.3.2.2.2.EXTENSIÓN	31
3.1.1.3.3.FLEXIBILIDAD.....	31
3.1.1.3.3.1.SIT AND REACHTEST.....	31
3.1.1.3.3.2. SPAGAT LATERAL TEST	32
3.1.1.3.3.3. SPAGAT FRONTAL TEST	33
3.1.1.3.3.4. TEST DE ELY DUNCAN	34
3.1.1.3.4. GESTO TÉCNICO.....	35
3.1.1.3.4.1. ALTURA DEL SALTO.....	35
3.1.1.3.4.2.TIEMPO DE VUELO.....	36
3.1.1.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	37
3.1.1.5. ANÁLISIS DE DATOS	37
4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS	38
4.1. TIEMPO DE VUELO	38
4.2. ALTURA DEL SALTO.....	41

4.3. RELACIÓN FUERZA Y FLEXIBILIDAD	41
5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
5.1. DISCUSIÓN	47
5.2. CONCLUSIONES	51
5.3. RECOMENDACIONES.....	51
REFERENCIAS	53
ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evaluación dinamométrica de los músculos flexores de cadera.....	27
Figura 2. Evaluación dinamométrica de los músculos extensores de cadera.....	27
Figura 3. Evaluación dinamométrica de los músculos aductores de cadera.....	28
Figura 4. Evaluación dinamométrica de los músculos abductores de cadera.....	29
Figura 5. Evaluación dinamométrica de los músculos rotadores externos de cadera..	29
Figura 6. Evaluación dinamométrica de los músculos rotadores internos de cadera....	30
Figura 7. Evaluación dinamométrica de los músculos flexores de rodilla.....	30
Figura 8. Evaluación dinamométrica de los músculos extensores de rodilla.....	31
Figura 9. Sit and Reach Test.....	32
Figura 10. Medición del ángulo de abducción de cadera en el Spagat lateral Test mediante Kinovea.....	33
Figura 11. Medición del ángulo de extensión de cadera en el Spagat Frontal Test mediante Kinovea.....	34
Figura 12. Medición del ángulo de flexión de cadera en el Spagat Frontal Test mediante Kinovea.....	34
Figura 13. Medición del ángulo de flexión de rodilla en el Ely Duncan Test mediante Kinovea.....	35
Figura 14. Medición de la altura del salto mediante Kinovea.....	36
Figura 15. Medición del tiempo de vuelo del salto mediante Kinovea.....	36
Figura 16. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y fuerza de extensión de rodilla (Newtons), en todas las edades.....	38
Figura 17. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) la fuerza de abducción de cadera (Newtons), en el grupo de edad de 9 a 14 años.....	39
Figura 18. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y la fuerza de rotación interna de cadera (Newtons), en el grupo de edad de 9 a 14 años.....	39
Figura 19. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y la fuerza de extensión de rodilla (Newtons), en el grupo de edad de 9 a 14 años.....	40

Figura 20. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y la variable fuerza de extensión de rodilla (Newtons), en el grupo de edad de 21 a 25 años.....	41
Figura 21. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de aducción de cadera (Newtons) y Spagat lateral Test, medición en centímetros, en todas las edades.....	42
Figura 22. Correlación inversamente proporcional entre las variables fuerza de aducción de cadera (Newtons) y Spagat lateral Test, medición en grados, en todas las edades.....	43
Figura 23. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de rodilla (Newtons) y el Sit and Reach Test (centímetros), en todas las edades.....	43
Figura 24. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de cadera (Newtons) y el Sit and Reach Test (centímetros), en todas las edades.....	44
Figura 25. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de aducción de cadera (Newtons) y el Spagat Lateral Test, medición en centímetros, en el grupo de edad entre 9 y 14 años.....	45
Figura 26. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de rodilla (Newtons) y la variable de flexibilidad con el Sit and Reach Test (centímetros), en el grupo de edad entre 9 y 14 años.....	46
Figura 27. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de cadera (Newtons) y el Sit and Reach Test (centímetros), en el grupo de edad entre 9 y 14 años.....	46

INTRODUCCIÓN

El patinaje en hielo ha ido evolucionando con el pasar de los años, desde ser un medio de transporte para poder cruzar ríos en las épocas de invierno hasta posicionarse como un deporte de los más vistos y destacados en los Juegos Olímpicos de Invierno (Bellis, 2018).

En la actualidad, el patinaje artístico en hielo es una combinación de la parte atlética con la elegancia; en donde, los deportistas deben combinar varias habilidades en una presentación sin fallas con un nivel de dificultad y belleza.

Para mantenerse en competencia, los atletas, deben ser capaces de realizar saltos consistentemente y con precaución. Contiene diversas categorías y, por lo tanto, para pasar de un nivel al otro deben cumplir ciertos parámetros a ser evaluados, entre los cuales se encuentran los saltos. Es por eso que el nivel de exigencia y dificultad en la ejecución de las técnicas son primordiales y los deportistas deben ser capaces de combinar figuras como son los saltos, espirales, secuencia de pasos, entre otros con total elegancia. Para alcanzar estos requerimientos las capacidades físicas son de suma importancia, tanto la fuerza, la potencia, la velocidad, la flexibilidad, entre otros (King, 2005).

Dentro del salto existen características importantes, como el tiempo de vuelo, el cual está determinado por los segundos que es capaz un patinador de mantenerse suspendido en el aire, desde que pierde el contacto con el piso hasta cuando regresa. Otro de los parámetros es la altura del salto, la cual está determinada por la distancia vertical entre dos puntos (García y Peleteiro, 2004, pp.5).

Varios estudios demuestran que la fuerza y la flexibilidad están ligados de forma negativa o positiva, existiendo controversia al respecto. Autores defienden la teoría de que el trabajo de flexibilidad, disminuye la capacidad de contracción de los músculos (Gleeson, Eston, Minshull, Bailey, Hameed, Kitani, Darain, Yates et Rees, 2013). También, hay estudios que deducen que no existe una correlación directa entre estas variables (Killen, Zelizney et Ye, 2018). Por otro

lado, la fuerza y flexibilidad dependen del deporte y la lateralidad de la extremidad que se evalúa (Rahnama, Lees et Bambaecichi, 2005).

El propósito de este estudio fue analizar las variables fuerza mediante dinamometría con la pelota COBS y flexibilidad de miembros inferiores con test específicos, para determinar su correlación con la altura y el tiempo de vuelo durante la ejecución del salto loop, medido a través del software Kinovea, en patinadoras de hielo profesionales.

Este estudio está organizado de manera que, el primer capítulo está conformado por el marco teórico, en el cual, se revisa la anatomía y biomecánica de cadera y rodilla, la historia del patinaje artístico, las categorías, el gesto deportivo y los sistemas de medición. Consta también de un segundo capítulo, en donde se plantea el problema del estudio y los objetivos. Posterior a este, en el tercer capítulo se expone la metodología de investigación utilizada en el estudio, en donde constan las participantes y las mediciones que se realizaron. En el capítulo cuatro, se redactan los resultados significativos encontrados. Por último, en el capítulo cinco se encuentra la discusión, donde se especifica la relevancia del estudio, las limitaciones en la realización, las conclusiones obtenidas a partir de los resultados y en concordancia con los objetivos y se proporcionan recomendaciones para futuros trabajos.

1. CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. ANATOMÍA Y BIOMECÁNICA

1.1.1. CADERA

Las extremidades inferiores cumplen funciones de: ser el soporte del tronco y de locomoción, lo que quiere decir que está formada de huesos, músculos, articulaciones, tendones y ligamentos, los cuales permiten el desplazamiento (Kapandji, 2010, pp. 1-2).

1.1.1.1. ARTICULACIÓN COXOFEMORAL: Es una articulación tipo diartrosis, la cual posee, una superficie cóncava (acetábulo) y otra convexa (cabeza femoral). Trabaja bajo compresión, ya que debe soportar todo el peso corporal (Kapandji, 2010, pp. 1-2). El fémur está constituido por una diáfisis y dos epífisis. La epífisis superior está conformada por el cuello y la cabeza femoral. Tienen una dirección hacia superior, adentro y delante (Gibbons, 2017, pp. 507). El acetábulo, acoge la cabeza femoral, está ubicado en el hueso ilíaco (Marín, Fernández, Dantas, Rego, et Pérez, 2016, pp. 2). Su orientación es hacia inferior y adelante (Kapandji, 2010, pp. 18-19). La coaptación no es total, lo que quiere decir que el acetábulo no reviste por completo la cabeza femoral. El rodete acetabular, es un anillo de fibrocartílago (Marín et al., 2016, pp. 3), el cual, completa la profundidad del acetábulo, da estabilidad en el soporte de cargas, sirve como amortiguador al absorber la tensión de compresión del cuello femoral (Tey, 2015, pp. 20), aumenta, recubre la coaptación de la cabeza femoral, resiste al movimiento de la misma, mantiene el líquido sinovial para conservar la lubricación y que las superficies articulares tengan un menor contacto (Carton y Filan, 2017, pp. 78).

1.1.1.2. CÁPSULA ARTICULAR Y LIGAMENTOS: La cápsula es una estructura fuerte que favorece la estabilidad de la cadera. Se encarga de restringir el movimiento del fémur para evitar su luxación (Lunn,

Lampropoulos et Stewart, 2016, pp. 1). Es parte de la limitación de los movimientos de rotación externa, aducción y la extensión de cadera (Kapandji, 2010, pp. 26-27). Los ligamentos que la refuerzan son:

- 1.1.1.2.1. LIGAMENTO ILIOFEMORAL:** Participa en la limitación de la extensión, rotación externa y aducción de cadera (Kapandji, 2010, pp. 28-35).
- 1.1.1.2.2. LIGAMENTO PUBOFEMORAL:** Es el encargo de evitar la luxación femoral en las rotaciones y estabiliza la cadera, limitando la rotación interna cuando la cadera está a más de 30° de flexión y en abducción (Martin, et al., 2017, pp. 6-8).
- 1.1.1.2.3. LIGAMENTO ISQUIOFEMORAL:** Limita los movimientos de extensión, rotación interna y abducción de cadera (Kapandji, 2010, pp. 28-35).
- 1.1.1.2.4. LIGAMENTO DE LA CABEZA DEL FÉMUR:** Siempre se encuentra ligeramente tenso y limita el movimiento de flexión, aducción y rotación externa de (Porthos, Singh et O'Donnell, 2016, pp. 267-271).

1.1.1.3. MOVIMIENTOS Y MÚSCULOS DE LA CADERA

- 1.1.1.3.1. FLEXIÓN DE CADERA:** Es el contacto de la cara anterior del muslo con la zona abdominal (Quintanilla, Zuazo, Pérez, et Esteo, 2017, pp. 2-4). La flexión activa, es la que realiza la persona, su rango es de 90° cuando la rodilla está extendida y de 120° si la rodilla está en flexión. La flexión pasiva, es cuando no existe activación muscular, su rango es mayor a los 120° si la rodilla está en extensión, cuando la rodilla está en flexión puede alcanzar los 145° (Kapandji, 2010, pp. 6-7). En este movimiento, el iliaco bascula hacia posterior y la cabeza femoral se dirige hacia inferior y posterior en relación con el acetábulo (Norkin y White, 2006, pp. 183-184). Los músculos que permiten el movimiento son: psoas iliaco, sartorio, recto femoral y tensor de la fascia lata (Kapandji, 2010, pp. 42).

- 1.1.1.3.2. EXTENSIÓN DE CADERA:** Es cuando la extremidad se ubica detrás del plano frontal (Quintanilla, et al., 2017, pp. 2-4). La extensión activa, alcanza los 20° cuando la rodilla está extendida, y cuando la rodilla está en flexión llega a los 10°. En la extensión pasiva al dar un paso, la extremidad inferior que se encuentra posterior alcanza los 20°, y si se lleva la extremidad hacia el glúteo con la ayuda de la mano se puede llegar a los 30° (Kapandji, 2010, pp. 8-9). Durante este movimiento, el iliaco bascula hacia anterior, y la cabeza femoral se dirige hacia anterior y superior (Norkin y White, 2006, pp 183-184). Esta acción se la realiza por la contracción de los músculos: glúteos e isquiotibiales (Kapandji, 2010, pp. 44).
- 1.1.1.3.3. ABDUCCIÓN DE CADERA:** Es llevar la extremidad lejos de la línea media (Quintanilla, et al., 2017, pp. 2-4). La abducción de una cadera alcanza los 30°. La abducción máxima, se logra por la inclinación de 45° de la pelvis al lado contrario y la compensación del raquis con la inclinación hacia el mismo lado de la apertura. El rango que logra es de 90°. En la abducción, la cabeza femoral se desplaza hacia inferior (Norkin y White, 2006, pp 183-184). Los músculos que realizan el movimiento son: glúteos, tensor de la fascia lata y piriforme (Kapandji, 2010, pp. 46).
- 1.1.1.3.4. ADUCCIÓN DE CADERA:** No existe una aducción pura, por lo tanto, viene acompañada de abducción del miembro contralateral, aducción con flexión o aducción con extensión (Quintanilla, et al., 2017, pp. 2-4), el rango de movimiento es de 30° (Kapandji, 2010, pp. 12-13). En la aducción, la cabeza femoral se dirige hacia lateral (Norkin y White, 2006, pp 183-184). El movimiento se realiza por la contracción de los músculos: aductores (Kapandji, 2010, pp. 52).
- 1.1.1.3.5. ROTACIÓN INTERNA Y EXTERNA DE CADERA:** Se realiza en el plano transversal y el eje vertical (Quintanilla, et al., 2017, pp. 2-4). Para poder conseguir la rotación pura de cadera, la rodilla debe estar completamente en extensión, y se lleva el pie hacia adentro o hacia afuera. La posición recomendable para cuantificarla es, en decúbito

prono con flexión de rodilla a 90°, y se lleva pie hacia afuera en la rotación interna, en esta posición el rango máximo a alcanzar es de 30°-40° y hacia afuera en la rotación externa, obteniendo un rango de 60° (Kapandji, 2010, pp. 14-15). En estos movimientos, la cabeza femoral se desliza hacia posterior en la rotación interna y hacia anterior en la rotación externa (Norkin y White, 2006, pp 183-184). Los músculos rotadores externos son: piriforme, obturadores, géminos, cuadrado femoral y glúteos. Los músculos rotadores internos son: glúteo medio y menor, tensor de la fascia lata, obturador externo y pectíneo.

1.1.1.4. ESTABILIZACIÓN: La coaptación de la articulación coxofemoral se ve favorecida por: la gravedad, por la presión atmosférica y por la acción muscular y ligamentosa. Los músculos que ayudan a la coaptación son: piriforme, obturador externo, glúteo menor y medio (Kapandji, 2010, pp. 38-40). Para mantener la bipedestación, los músculos aductores y abductores se encuentran en armonía, mientras que, para poder cambiar al apoyo unipodal, los músculos implicados son: los aductores del lado de carga y los glúteos medios y menores bilaterales, siendo estos últimos ayudados por el músculo tensor de la fascia lata (Kapandji, 2010, pp. 50).

1.1.2. RODILLA

La rodilla es la articulación intermedia del miembro inferior que permite un amplio rango de movimiento en un solo grado de libertad, la flexoextensión. Por efecto de la gravedad, trabaja en compresión. Esta articulación permite calcular la distancia del cuerpo en referencia con el piso y nos permite orientar al pie en relación con el terreno.

1.1.2.1. ARTICULACIÓN FEMOROTIBIAL: Está conformada por los cóndilos femorales y las glenoides tibiales, contenidos entre estas superficies se encuentran dos meniscos, los mismos que se encargan de ampliar el área de contacto de los cóndilos femorales.

La articulación femorotibial tiene diferentes movimientos en tres planos; el plano sagital es el que permite mayor rango de movimiento en flexión y extensión (Góngora, Rosales, Gonzáles y Pujals, 2003, pp.107).

1.1.2.1.1. MENISCOS: La rodilla está compuesta por un menisco externo y uno interno. Las principales funciones que cumplen los meniscos son distribuir las cargas y brindar estabilidad a la rodilla (Rao et al., 2015, pp. 2).

1.1.2.2. ARTICULACIÓN PATELOFEMORAL: Se encuentra conformada por la rótula y la tróclea femoral (Dixit, Difiori, Burton y Mines, 2007, pp.1). La tróclea femoral junto con la fosa intercondilea forman un espacio vertical profundo por dónde se desliza la rótula (Kapandji, 2010, pp.102). Los puntos de contacto entre la rótula y la tróclea varían según el rango de flexión o extensión (Haupenthal et Santos, 2017).

La patela mejora la eficacia del músculo cuádriceps al aumentar el brazo de palanca del aparato extensor (Miranda et al., 2010, pp.106).

1.1.2.3. CÁPSULA ARTICULAR Y LIGAMENTOS: La cápsula es un tejido fibroso que envuelve la parte distal del fémur y la parte proximal de la tibia, manteniéndolos en contacto. Posee conexiones con los ligamentos cruzados y brinda resistencia ante movimientos de rotación interna de la tibia y cargas anteriores (Thein et al., 2016, pp.938).

1.1.2.3.1. LIGAMENTO CRUZADO ANTEROEXTERNO: Actúa limitando la rotación interna de tibia desde los 30 a los 90 grados de flexión de rodilla y proporciona resistencia ante desplazamientos hacia anterior (Thein et al., 2016, pp.938).

1.1.2.3.2. LIGAMENTO CRUZADO POSTEROINTERNO: Tiene relación con la cápsula articular posterior y es de mayor longitud en comparación con el ligamento cruzado anterior. Su función principal es la de crear un freno del desplazamiento de la tibia desde los 30° hasta los 120°

de flexión de rodilla. Además, es un elemento accesorio que evita la rotación lateral de la tibia y en menor cantidad, puede evitar también los movimientos en varo y valgo de la rodilla (Djian, Rousseau, Cristel y Seil, 2014, pp.3).

1.1.2.3.3. LIGAMENTO POPLÍTEO-PERONEO: Brinda resistencia evitando la traslación de la posterior de la tibia (Crespo et al., 2015, p.363-370).

1.1.2.3.4. LIGAMENTO COLATERAL EXTERNO: También denominado ligamento peroneo, se encarga de dar protección a la rodilla cuando existe una sobrecarga en dirección a varo y de manera secundaria actúa evitando fuerzas de rotación externa en los primeros grados de flexión (Crespo et al., 2015, p.363-370).

1.1.2.3.5. LIGAMENTO COLATERAL INTERNO: Limita el desplazamiento hacia valgo y se tensa con la rodilla en extensión (Kapandji, 2010, pp.108-110).

1.1.2.4. MOVIMIENTOS Y MÚSCULOS DE RODILLA

1.1.2.4.1. FLEXIÓN DE RODILLA: Se denomina flexión a la aproximación de la cara posterior de la pierna con la cara posterior del muslo. El rango de flexión de rodilla puede variar según la posición de cadera. La flexión activa alcanza los 140° si la cadera está flexionada, si la cadera se encuentra extendida el rango máximo de flexión es de 120°. Evaluando en cadena cinética cerrada, durante la flexión, los cóndilos femorales se dirigen hacia anterior, los meniscos y la tibia se deslizan hacia posterior, la rótula desciende y la tibia genera una rotación interna automática (Kapandji, 2010, pp.72). Los músculos encargados de la flexión de rodilla son el semitendinoso, semimembranoso, bíceps femoral, tensor de la fascia lata, sartorio y grácil (Grassi et al., 2013, pp.419).

1.1.2.4.2. EXTENSIÓN DE RODILLA: Es el movimiento que aleja la zona posterior de la pierna del muslo, el rango normal es de 0° y se denomina hiperextensión desde los -5° hasta los -10°. Durante la extensión, los cóndilos femorales se dirigen hacia posterior, los meniscos y la tibia se desplazan hacia anterior, la rótula asciende y se genera una rotación externa automática de la tibia (Kapandji, 2010, pp.72). El principal encargado de la extensión es el músculo cuádriceps, siendo el recto anterior el que permite una mayor eficacia de la extensión de rodilla si se acompaña de una extensión de cadera. Además, desempeña una función importante en la estabilidad y coaptación de la rótula (Álvarez, García, Puentes y García, 2014, pp.3).

1.1.2.5. ESTABILIZACIÓN

1.1.2.5.1. ESTABILIDAD LATERAL: Las principales estructuras que mediante una acción sinérgica proporcionan estabilidad lateral a la rodilla son el ligamento colateral externo o peroneo, el tendón poplíteo y el ligamento poplíteo–peroneo (Crespo, James, Metsavaht y LaPrade, 2015, p.363-370).

1.1.2.5.2. ESTABILIDAD MEDIAL: Entre las estructuras que permiten la estabilidad de la rodilla en dirección medial tenemos el ligamento colateral interno reforzado por la acción muscular del sartorio, semitendinoso y grácil (Kapandji, 2010, p.111-112).

1.1.2.5.3. ESTABILIDAD ANTEROPOSTERIOR: Entre las principales estructuras que brindan estabilidad anteroposterior de la rodilla se encuentran el músculo cuádriceps femoral y los ligamentos colaterales, cruzados y poplíteo (Kapandji, 2010, pp. 114)

1.2. PATINAJE ARTÍSTICO EN HIELO

1.2.1. HISTORIA: Procedente de Europa, en los años tres mil antes de Cristo, en donde, era un medio de transporte para poder cruzar ríos de Suiza en las épocas de invierno. Uno de los responsables de que el patinaje en hielo sea como ahora lo conocemos, es Jackson Haines, un estadounidense que en 1865 adoptó la forma de su patín añadiendo una cuchilla más de metal, al añadir este elemento, pudo ejecutar movimientos de ballet y de danza. Después de que Haines incorporara el primer salto en los años setenta, los saltos se volvieron parte esencial en el patinaje artístico en hielo, es por esto que, en la actualidad es uno de los deportes más vistos y destacados de los Juegos Olímpicos de Inverno (Bellis, 2018).

1.2.1.1. PATINAJE ARTÍSTICO SOBRE HIELO EN AMÉRICA: La Federación Internacional de Deportes, fue fundada en 1892 en Holanda. Está reconocida y avalada por el Comité Olímpico Internacional, abarca las disciplinas de patinaje artístico y de velocidad a nivel global. Dentro del patinaje artístico, se encuentra el patinaje en parejas, el individual, el sincronizado y la danza en hielo. La ISU cuenta con delegados alrededor del mundo. Mediante esta organización, se unifica al patinaje artístico sobre hielo en todo el mundo, se busca regular, controlar y promover el deporte (International Skating Union, 1892).

Estados Unidos tiene su organización, la cual es la encargada de plantear normas y reglamentos para competencias tanto nacionales como internacionales, está reconocida y avalada por las grandes entidades como ISU y el Comité Olímpico de los Estados Unidos. En este reglamento, se especifican las categorías, funciones y derechos de los patinadores, el financiamiento, entre otros puntos. Uno de los mayores y más reconocidos campeonatos internacionales, son los juegos olímpicos de invierno (U.S. Figure Skating Rulebook, 2018, pp 17-40).

En Sudamérica el patinaje artístico sobre hielo surge a finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, la élite en Buenos Aires comenzó a imitar a Europa, y en 1910 Joseph R. King construyó la primera pista de Hielo de Sudamérica. En los años cuarenta, fue popular tanto en Argentina como en Brasil. En los años cincuenta, la compañía Holiday On Ice entre otras, comenzaron a realizar grandes shows en Sudamérica, tanto en Brasil y Argentina como en Nicaragua, Venezuela, Ecuador y Colombia. En los años setenta, su popularidad disminuyó, resurgiendo en los ochenta, pero como recreación. No fue hasta el 2002, que se dieron las competencias internacionales, al formar parte de la ISU, la confederación Brasileña de Deportes y la Federación Argentina de Patinaje en Hielo (Stevens, 2015).

1.2.1.2. PATINAJE ARTÍSTICO SOBRE HIELO EN ECUADOR: No existe sustento bibliográfico científico que indique los inicios del Patinaje Artístico sobre Hielo en el Ecuador, por lo tanto, a continuación, se expondrá información relevante sobre el tema en base a artículos publicados en periódicos locales.

El país cuenta con varias pistas de Hielo: en Quito, cuenta con tres pistas de hielo; el Palacio del Hielo en el Centro Comercial Ñaquito, el Polo Sur en el Centro Comercial Quicentro Sur y la pista cubierta del Castillo de Amaguaña (El Comercio, 2010). En Guayaquil, se encuentran, la pista de Hielo Xtraice (Xtraice, 2013) e Iceland Park (El Universo, 2017) y en Cuenca, encontramos la pista de Hielo del Parque San Julián, el patinodromo de Totarocha, la Escuela de Patinaje Gabriela Cavalieri y la pista de Hielo en el Hotel Arévalo. En estas localidades, se ofrecen clases personalizadas a niños y adultos, y se cuenta con un grupo específico que participa en campeonatos nacionales e internacionales. Una de las primeras representantes del país fue la deportista Karla Morales, la cual entrenaba en el Castillo de Amaguaña en sus inicios, pero al no existir competencias nacionales, ni formación profesional, tuvo que prepararse en países extranjeros. En

el año 2012, ganó medalla de plata en el Mundial de Alemania, dentro del grupo de Estados Unidos, ya que en el país no existe Federación. A pesar de no contar con una federación, el patinaje artístico sobre hielo en el Ecuador, se lo practica en el sector privado, por lo tanto, aun se lo considera recreativo, a pesar de que es Olímpico. Pero el problema radica en la falta de organización, el costo del deporte, la escasez de deportistas y debido a que los escenarios no son reglamentarios (El Telégrafo, 2014). Por estos problemas, países sudamericanos, entre ellos Ecuador, Perú, Chile, Argentina y Brasil, se han reunido y cada año organizan un torneo, para que patinadores federados como no federados puedan competir (Rojas, 2017). Algunos de los mayores logros obtenidos por el Ecuador son: ganar el título Sudamericano en el 2015 en Argentina. Organizar, participar y ganar la Copa del Sudamericano, realizado en la ciudad de Quito en noviembre del 2017, dentro de la cual participaron países como Argentina, Chile, Brasil, Perú, Venezuela y Costa Rica y México como invitados (El Comercio, 2017). Entre los entrenadores más reconocidos en la ciudad de Quito se encuentran: Karla Morales, entrenadora de la pista de Hielo Polo Sur; Xavier Arteaga, entrenador de la pista de hielo del Castillo de Amaguaña y Jorge Cañizares, entrenador de la pista del Palacio del Hielo.

1.2.2. CATEGORÍAS: De acuerdo a la federación de Patinaje en Hielo de los Estados Unidos (U.S. Figure Skating Rulebook, 2018, pp 171), se clasifican en:

1.2.2.1. BÁSICOS NOVICE Y AVANZADO: Deberán dominar los siguientes movimientos: Rocker Chocktows, desplazamientos hacia adelante y atrás en filo externo, adelante y atrás filo interno, Loops hacia atrás, secuencia de Rocker Choctaw hacia atrás y Twizzles hacia atrás.

1.2.2.2. INTERMEDIO O JUNIOR: Para pertenecer a esta categoría, las participantes tienen que dominar: Rockers externos e internos hacia

adelante y hacia atrás, impulsos con fuerza, secuencia Choctaw, patrón de Loop hacia atrás y secuencia de pasos hacia atrás en línea recta.

1.2.2.3. AVANZADO O SENIOR: En esta categoría se debe dominar: paso sostenido sobre el borde, secuencia espiral, fuerte BO doble o triple vuelta a un fuerte doble Rocker interno, fuerte BI doble o triple salto a un fuerte doble Rocker externo y la secuencia de pasos en serpentina.

1.2.3. GESTO DEPORTIVO: Una correcta ejecución del gesto técnico se considera la clave para conseguir suficiente equilibrio, estabilidad, fuerza y desarrollo de energía que permita cumplir con el movimiento. La capacidad para cumplir con una correcta ejecución del gesto técnico depende de la fuerza máxima del deportista y el nivel de entrenamiento (Castillo et al., 2012, pp.20).

1.2.3.1. EL SALTO: Un salto, es la forma de reflejar la potencia muscular y su capacidad para despegar el cuerpo del suelo. Este es un gesto básico de varios deportes y uno de los más entrenados (Aniotz, Ramírez, Guzmán, et Espinoza, 2015, pp. 38). Para la ejecución del salto vertical, se parte de la posición recta de la columna vertebral, en esta posición el centro de gravedad se encuentra dentro de la base de sustentación. Luego, el centro de gravedad comienza su descenso, hasta alcanzar la flexión de 100° o 120° en rodillas y ligera flexión de tronco. Posteriormente, se debe alcanzar la máxima flexión posible de rodillas. Todo este proceso de descenso es la fase negativa. Para iniciar la fase positiva, existen dos sub-fases; la primera consiste en la extensión de las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo sin despegar los pies del suelo, de igual manera el tronco se extiende. En la segunda sub-fase, el tronco alcanza su posición erguida nuevamente, las rodillas y los tobillos realizan rotaciones debido a que continúan extendiéndose. La extensión del tobillo hace que se eleve el talón, consecuentemente el primero y el segundo dedo del pie se extienden y se llega a la fase final,

la de despegue, en esta fase todas las articulaciones se encuentran en máxima extensión. Desde el punto de vista muscular: la fase de salida es cuando, los músculos de las piernas y cadera se relajan, permitiendo que se flexionen por la acción de la gravedad. En la fase de aceleración mínima, se comienza la activación de los músculos de las piernas. En la fase de velocidad mínima, inicia el movimiento de llevar el cuerpo hacia arriba. En la fase de altura mínima, existe un empuje hacia arriba por parte de las rodillas y la cadera. La fase de equilibrio de las fuerzas es cuando se unen la fuerza de la gravedad y la fuerza de reacción del piso. La fase de despegue es el punto donde inicia el vuelo. La fase de altura máxima es cuando aumenta la velocidad y se llega al ápex del salto. En la fase de aterrizaje, comienza el descenso del cuerpo y es el primer contacto de los pies en el piso nuevamente (Miralles, Paterson, Barros, Vecchio et Ghersi, 2011, pp. 2-3).

- 1.2.3.1.1. SALTO LOOP:** En el patinaje artístico los elementos más evaluados a nivel competitivo son los saltos. Consiste en apoyar la extremidad inferior de manera precisa sobre el filo externo del patín e impulsarse para despegar y posteriormente aterrizar sobre el mismo pie. Para realizar esta maniobra el patinador debe mostrar las suficientes habilidades que le permitan impulsarse y al mismo tiempo soportar la caída (Mcmaster, Liddle et Walsh, 1979). Existen estudios que indican que el tiempo de vuelo está determinado por la altura de vuelo (Podolsky, Kenton, Cahalan, Aleshinsky y Chao, 1990, pp.400). Es un salto importante, debido a que, es la base para aprender la posición básica de rotación, la cual, consiste en cruzar las extremidades inferiores, y superiores y apoyar la cabeza sobre el hombro izquierdo. Para la correcta ejecución del salto, primero se debe dominar y controlar la rotación en contra de las manecillas del reloj del tronco para garantizar el equilibrio y que de esta manera se esté en la óptima posición para el posterior despegue, existiendo siempre un equilibrio entre la parte superior del cuerpo y la inferior,

para que el centro de gravedad se mantenga dentro de la base de sustentación (Petkevich, 1989, pp.224).

1.3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1.3.1. MEDICIÓN DEL TIEMPO DE VUELO Y ALTURA DEL SALTO LOOP

1.3.1.1. DEFINICIÓN

1.3.1.1.1. TIEMPO DE VUELO: Se define como la cantidad de segundos en los que la patinadora es capaz de mantenerse en el aire desde el instante en el que abandona el suelo y cuando vuelve a caer en el mismo (García y Peleteiro, 2004, pp.5).

1.3.1.1.2. ALTURA DEL SALTO: Es la distancia vertical que existe entre la posición inicial, es decir cuando la patinadora está apoyada en el suelo, hasta la posición más elevada que alcanza al saltar y que depende del impulso generado en el suelo (García y Peleteiro, 2004, pp.2).

1.3.1.2. SISTEMA DE MEDICIÓN

1.3.1.2.1. KINOVEA: Es un software que permite la reproducción de videos y su edición, disminuir su velocidad, cuantificar ángulos, velocidades, distancias, cronometrar y evaluar técnicas. Ha sido validado por el estudio de Balsalobre, Tejero del Campo y Bavaresco, en el año 2014, en donde se utiliza el software para medir el tiempo de vuelo en el salto vertical. Kinovea permite determinar información cinemática en el ambiente del deportista mediante la visualización y análisis de rutinas y entrenamientos (Sañudo, Rueda, Del Pozo, Hoyo y Carrasco, 2016, pp.2934).

1.3.2. MEDICIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR

1.3.2.1. DEFINICIÓN

1.3.2.1.1. FUERZA MUSCULAR: La fuerza muscular es una de las cualidades físicas que permiten cumplir con las actividades básicas del ser humano (Sánchez, 2009, pp. 239). Es la tensión que se produce a través del sistema nervioso y muscular como resultado de una contracción máxima voluntaria (Bührle, 1990). Existen varios métodos objetivos que nos permiten cuantificar la fuerza muscular, entre estos, la tensiomiografía (García et al, 2010, pp.99), electromiografía (Fernández, Acevedo y Tabering, 2014, pp.113), y la dinamometría (Jiménez, García y Vargas, 2005, pp. 46). La fuerza isométrica es una ejecución de contracción muscular sin movimiento. En este tipo de contracción, la distancia entre el origen y la inserción muscular permanece constante (Jiménez, García y Vargas, 2005, pp. 46).

1.3.2.1.2. DINAMOMETRÍA: La dinamometría isocinética es un instrumento confiable y validado de evaluación, que utiliza tecnología informática para obtener datos cuantitativos de elementos como la fuerza muscular, el pico y el ángulo de fuerza más alto, la resistencia y la potencia. Este tipo de evaluación ha sido utilizada los últimos treinta y cinco años aproximadamente (Stark, Walker, Phillips, Fejer y Beck, 2011, pp.472), para medir la contracción máxima voluntaria de un grupo muscular tanto en cadena cinética abierta como cerrada, también ayuda a determinar el rendimiento físico de una persona (Marrodán et al, 2009, pp.340). Su objetivo es manifestar la fuerza, potencia y trabajo de un conjunto de músculos en variables cuantitativas que permitan conseguir estadísticas (Jiménez, García y Vargas, 2005, pp. 46).

1.3.2.2. SISTEMA DE MEDICIÓN

1.3.2.2.1. PLATAFORMA Y PELOTA COBS: Son equipos de dinamometría que permiten cuantificar la fuerza isométrica muscular en Newtons. Fue desarrollada en el año de 1999 en Alemania por la empresa PHYSIOMED ELEKTROMEDIZIN. Entre sus funciones encontramos la evaluación de la coordinación, capacidad muscular, fluctuaciones, índice de fuerza y simetría de índice (PHYSIOMED ELEKTROMEDIZIN AG, 2017). Esta plataforma ha sido utilizada en varios protocolos de tratamiento de la marcha, equilibrio y para evaluar la coordinación en patologías neurológicas (Cisneros, Sánchez, Hernández y Galainena, 2015, pp.141).

1.3.3. MEDICIÓN DE LA FLEXIBILIDAD

1.3.3.1. DEFINICIÓN

1.3.3.1.1. FLEXIBILIDAD: Es el rango de movimiento máximo que posee una articulación, la cual puede aumentar si se entrenan los músculos con un programa de estiramientos. Este rango se produce debido a: la laxitud de la cápsula articular, el alargamiento muscular y de ligamentos y tendones (Vandervoort y Stathokostas, 2016, pp 170-171). Existen dos tipos de flexibilidad: estática y dinámica. La primera, hace referencia a la capacidad de adoptar una postura, en donde las articulaciones se encuentren en su máxima amplitud. La segunda, se refiere a la capacidad de las articulaciones a realizar una apertura máxima, mientras se hace un movimiento o una secuencia de movimientos, y es dependiente de la velocidad (Marban y Rodríguez, 2009, pp. 52-70). Profesionales de Salud, de la rama de Medicina Deportiva, consideran importante evaluar y reevaluar la flexibilidad de miembros inferiores, de forma frecuente, ya que, si la flexibilidad de esta extremidad no se encuentra óptima, es un factor de riesgo de lesiones (Cejudo, de Baranda, Ayala et Santonja, 2015, pp 3). En deportes donde la flexibilidad es un factor

importante, tales como el ballet, el patinaje artístico, la danza, entre otros, el rango de movimiento articular aumenta considerablemente, debido a que, sus inicios con el deporte, es desde edades tempranas y mientras crecen, al contrario de las personas que no practican estos deportes, mantienen la flexibilidad propia de la niñez y adolescencia (Weber, Bedi, Tibor, Zaltz, et Larson, pp 347).

1.3.3.2. SISTEMA DE MEDICIÓN-TEST ESPECÍFICOS

Son tests guiados a medir en centímetros la distancia existen entre referencias óseas u extremidades, los cuales, son más utilizados en el área de educación física, para evaluar la flexibilidad estática, pero al ser fáciles de realizar, no demanda mucho tiempo de aplicación y no son costosos, se usan en varias áreas (López, 2002, pp. 216).

1.3.3.2.1. TEST SPAGAT FRONTAL: Evalúa flexibilidad de flexores y extensores de cadera (Seoane, 2013). No existe validez de este test, pero se lo ha utilizado para fines similares en estudios posteriores. Entre los más relevantes se encuentran: el estudio realizado en la disciplina de gimnasia rítmica, de la Federación Extremeña de Gimnasia, en España (Román, del Campo, Solana, et Martín, 2012, pp. 58-60) y el realizado en Madrid, en el Real Club Náutico de Vigo, para determinar las diferencias en la flexibilidad durante las fases de la menstruación, en deportistas de nado sincronizado, con el fin de determinar la flexibilidad en la flexión y extensión de la articulación coxofemoral (Seoane, 2013). Para su ejecución, se parte de una bipedestación, progresivamente, se debe llevar una extremidad inferior hacia la máxima flexión y la otra hacia extensión, con el tronco lo más vertical posible, sin flexionar las rodillas, si lo necesita se puede sujetar de una espaldera (López, 2002, pp. 216). Para su medición, se debe determinar la distancia entre el talón de la extremidad que se encuentra adelante y la punta de la extremidad posterior, también se mide la distancia entre el ombligo y el suelo (Seoane, 2013).

- 1.3.3.2.2. TEST SPAGAT LATERAL:** Evalúa la flexibilidad de aductores de cadera. De igual manera, no posee validación, pero se ha utilizado en investigaciones con objetivos afines a determinar la amplitud de abducción de la articulación coxofemoral (Seoane, 2013). Uno de los estudios relevantes, es la realizada en gimnastas junior de la Primera División de Portugal, en donde se deseaba analizar la asimetría en la flexibilidad de miembros inferiores (Santos, Arce, Lebre et Ávila, 2015, pp.19-26). Para su ejecución, el sujeto, desde la posición bípeda, deberá progresivamente realizar una abducción de sus miembros inferiores, hasta la amplitud máxima posible (Scrimaglio, 2015, pp. 8-10). Para su medición, se toma la distancia desde el ombligo al suelo y la distancia existente entre los talones (Seoane, 2013).
- 1.3.3.2.3. SIT AND REACH TEST:** Evalúa la flexibilidad de isquiotibiales. Se encuentra validado (Jackson y Baker, 1986), y dentro de los estudios se determina que la disminución de la flexibilidad en los músculos isquiotibiales repercute en la biomecánica de la pelvis y de la columna. Por lo cual, se la relaciona con desviación posturales, deficiencias en la marcha y un factor de riesgo para lesiones. Para su ejecución, se necesita de un cajón de 35 x 45 x 32, el individuo se ubica sedente en el suelo con extensión de rodillas, descalzo y las plantas de los pies apoyados completamente sobre el cajón, deberá realizar una flexión de tronco máxima, llevando los brazos estirados sin flexionar los codos hacia adelante sobre la superficie del cajón, se mide en centímetros la distancia recorrida tomando como referencia la punta del tercer dedo (Carrasco et al, 2013).
- 1.3.3.2.4. TEST DE ELY:** Se lo utiliza para evaluar la flexibilidad del músculo cuádriceps, en especial del recto femoral. Su validez, está dada por la utilización de este test en diversos estudios con los mismos fines.

Entre las investigaciones relevantes, se encuentra la realizada en Canadá, para determinar la relación existente entre el rango de flexión de rodilla y el síndrome de Osgood-Schlatter en adolescentes futbolistas (Tzalach, Lifshitz, Yaniv, Kurz et Kalichman, 2016, pp. 3), otro estudio importante fue el realizado, por la facultad de Fisioterapia, de la Universidad de Valladolid, en el cual, relaciona los efectos de los estiramientos estáticos regulares de cuádriceps en personas sanas sobre la fuerza muscular (Collado, 2016, pp. 19). Para su ejecución, se ubica al individuo en decúbito prono, con extensión de rodillas, pasivamente se lleva a una flexión de rodilla máxima y se mide el rango con un goniómetro (Piva, Goodnite et Childs, 2005, pp. 796).

2. CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. JUSTIFICACIÓN

El patinaje artístico en hielo es una combinación de la parte atlética con la elegancia; en donde, los deportistas deben combinar habilidades como saltos, giros, secuencias de pasos y espirales en una presentación sin fallas con un nivel de dificultad y belleza.

Con el pasar de los años, el deporte ha incrementado su dificultad y exigencia técnica, por lo tanto, el crecimiento de las capacidades de los atletas ha sido resultado del progreso en el entrenamiento y el equipamiento. Para perfeccionar las técnicas, los atletas deben trabajar sus capacidades físicas como la potencia, la fuerza y la flexibilidad. Así el conocimiento de la biomecánica del patinaje en hielo es un elemento importante que sirve como guía para los deportistas e instructores en el entrenamiento (King, 2005).

A nivel competitivo uno de los parámetros más evaluados y que generan la mayor cantidad de puntos son los saltos. Entre los más utilizados se encuentran el salto individual, el combinado, la secuencia de salto, los saltos repetidos y los no enlistados (Cammet, DeMore, Watson, Nemier, 2016). Dentro de los saltos combinados, se encuentra el salto Loop, también conocido como bucle, el cual se incluye en todas las categorías. Este salto consiste en apoyar la extremidad inferior de manera precisa sobre el filo externo del patín e impulsarse para despegar y posteriormente aterrizar sobre el mismo pie. Para realizar esta maniobra el patinador debe mostrar las suficientes habilidades que le permitan impulsarse y al mismo tiempo soportar la caída (Mcmaster, Liddle et Walsh, 1979).

Para alcanzar una buena ejecución del salto loop es necesario coordinar varios parámetros relacionados con el patinador, el material, y el entorno (Campanelli, Piscitelli, Verardi, Maillard et Sbarbati, 2015). Entre los aspectos que dependen del patinador básicamente están la fuerza con la

que el músculo se contrae, la flexibilidad con la que los diferentes segmentos corporales se adaptan al aterrizaje y la adecuada coordinación que permite la fluidez del movimiento (Ferragut, Cortadellas, Arteaga et Calbet, 2013).

Varios estudios muestran una discrepancia entre la relación fuerza – flexibilidad. Por un lado, existen estudios que muestran que al ganar en flexibilidad se aumenta el rango de movimiento, pero no la fuerza muscular (Killen, Zelizney et Ye, 2018). Por otro lado, otros estudios indican que, al aumentar la flexibilidad, la fuerza disminuye, debido a que se reduce el tiempo de contracción rápida (Gleeson, Eston, Minshull, Bailey, Hameed, Kitani, Darain, Yates et Rees, 2013). Otro estudio menciona que después de intervenir en la flexibilidad de ciertos grupos musculares, su fuerza mejoró (Rubini, Costa et Gomes, 2007). En el campo del deporte, existen estudios en basquetbolistas que muestra que una mejora en la flexibilidad no mejora el desarrollo del salto vertical (Woolstenhulme, Griffiths et Parcel, 2006). Otro estudio incluso encontró que demasiada flexibilidad de isquiotibiales puede generar menor altura en el salto vertical (Skaggs, Joiner, Pace et Sini, 2015). En el fútbol se pudo determinar que existe una diferencia entre la fuerza y la flexibilidad con respecto a la lateralidad. Específicamente, la extremidad dominante es más flexible y fuerte a nivel de la rodilla que la no dominante. En cambio, en la cadera la fuerza es mayor en la extremidad dominante, pero la flexibilidad es la misma entre los dos miembros inferiores (Rahnama, Lees et Bambaecichi, 2005). En la práctica del Jiu-Jitsu, la fuerza es mayor en la espalda y en abdomen, pero es menor en miembros inferiores, en donde hay mayor flexibilidad (Andreato, Moraes, Moraes Gomes, Esteves, Andreato et Franchini, 2011). En todo caso, con respecto a los jóvenes atletas, se estipula que la aplicación de sesiones de fuerza y flexibilidad es positiva ya que previenen las lesiones, mejoran la postura y el desempeño en la carrera (Herodek et Simonović. 2013).

La revisión de la literatura demuestra que la relación fuerza-flexibilidad es

dependiente de las exigencias de cada deporte. En el caso del patinaje en hielo no existen estudios sobre dicho vínculo, por lo tanto, no se puede determinar claramente si hay o no relación entre estos parámetros y si intervienen en las técnicas de salto.

Por esta razón, el objetivo de este estudio fue analizar la relación fuerza-flexibilidad, y su relación en la ejecución del salto Loop en patinadoras de hielo profesionales en la ciudad de Quito.

2.2. OBJETIVOS

2.2.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar si la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores juegan un rol importante en el desarrollo del salto “loop” en patinadoras de hielo profesionales.

2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la fuerza de miembros inferiores mediante dinamometría.
- Evaluar la flexibilidad de miembros inferiores con tests específicos (Sit and Reach, Spagat frontal y lateral).
- Medir la altura del salto loop, tomando como referencia la superficie de la pista de hielo hasta la suela del patín, mediante Kinovea.
- Cuantificar el tiempo de vuelo desde el despegue del pie hasta el aterrizaje mediante Kinovea.

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

En este estudio la población estuvo formada por patinadoras profesionales de hielo de la Ciudad de Quito; la muestra fue aquellas que entrenan en la pista de hielo Polo Sur y en el Castillo de Amaguaña, formando parte de las escuelas de patinaje Karla Morales y Amaguaña.

3.1.1.2. PARTICIPANTES

En este estudio se reclutaron 16 patinadoras de hielo profesionales mujeres de la pista de patinaje Polo Sur y Castillo de Amaguaña, que fueron contactadas por sus entrenadores Karla Morales y Xavier Arteaga respectivamente.

Se reagruparon las participantes según su edad en subgrupos de 9 a 14, de 15 a 20 y de 21 a 25 años. A cada una se le realizó el análisis del gesto técnico y de las cualidades físicas (fuerza y flexibilidad de miembros inferiores).

Para ser parte de este estudio, las participantes mayores de edad firmaron el consentimiento informado y en caso de ser menores de edad este documento fue firmado por sus representantes.

Este protocolo fue sometido y aprobado por el comité de ética de la Universidad de las Américas y respetó la declaración de Helsinki sobre los experimentos en seres humanos.

Las participantes incluidas en el estudio fueron las que:

- Participaban en competencias.
- Aquellas que podían ejecutar el gesto técnico en su totalidad.

- Asisten a entrenamiento los días planificados según la escuela a la que pertenecen.

Fueron motivos de exclusión:

- Presentar lesiones músculo esqueléticas recientes (últimos 3 meses) o durante la recolección de datos.
- No poder ejecutar correctamente el gesto técnico.
- Realizar una actividad deportiva diferente al patinaje en hielo.

3.1.1.3. MATERIALES

Se incluyeron en este estudio 16 participantes mujeres patinadoras artísticas en hielo profesionales, repartidas en tres subgrupos. El primero, participantes entre 9 a 14, años, el segundo de 15 a 20 y el tercero de 21 a 25. En los tres grupos se evaluaron las cualidades físicas de flexibilidad-fuerza del miembro inferior y la altura y tiempo de vuelo al momento de ejecutar el salto Loop.

3.1.1.3.1. CUALIDADES FÍSICAS

3.1.1.3.2. FUERZA: Se utilizó un balón dinamométrico para cuantificar la fuerza en Newtons del miembro inferior dominante tanto en flexión, extensión, abducción, aducción, rotación interna, externa de cadera y flexión extensión de rodilla. Primero se realizaron 10 minutos de calentamiento y estiramiento los cuales se especifican posteriormente, luego se realizaron tres mediciones de cada movimiento donde la primera fue de prueba y se utilizó el valor más alto conseguido en las 2 últimas repeticiones siguiendo el protocolo a continuación descrito:

3.1.1.3.2.1. FUERZA DE CADERA

3.1.1.3.2.1.1. *FLEXIÓN:* Las participantes se encontraron en bipedestación con apoyo anterior de las extremidades superiores para evitar compensaciones del tronco y con la rodilla extendida evitando la

intervención del recto anterior del cuádriceps, se cuantifica la fuerza del músculo psoas iliaco al inicio del movimiento (Kapandji, 2010, pp.42).



Figura 1. Evaluación dinamométrica de los músculos flexores de cadera.

3.1.1.3.2.1.2. *EXTENSIÓN DE CADERA:* Se realizó en bípedo con apoyo anterior de las extremidades superiores para evitar compensaciones del tronco, permitiendo que la participante sea capaz de ejecutar el movimiento con la acción muscular del glúteo mayor, el cual actúa durante los primeros 20° (Kapandji, 2010, pp.8).



Figura 2. Evaluación dinamométrica de los músculos extensores de cadera.

3.1.1.3.2.1.3. *ADUCCIÓN DE CADERA*: Las participantes se encontraban en bipedestación con apoyo anterior de extremidades superiores para evitar las compensaciones de raquis, la cadera contralateral se ubica en extensión, permitiendo una acción de aducción gracias a los músculos aductor mayor, largo y menor (Kapandji, 2010, pp.12).



Figura 3. Evaluación dinamométrica de los músculos aductores de cadera.

3.1.1.3.2.1.4. *ABDUCCIÓN*: Se midió en bipedestación con rodilla extendida para cuantificar la mayor cantidad de fuerza producida por el músculo glúteo medio, el cual se activa al iniciar el movimiento (Kapandji, 2010, pp.48).



Figura 4. Evaluación dinamométrica de los músculos abductores de cadera.

3.1.1.3.2.1.5. *ROTACIÓN INTERNA Y EXTERNA:* Se realizó en sedestación lo que permitió conseguir la mayor fuerza posible por parte de los músculos obturador externo, piriforme, glúteo medio y menor, los mismo que actúan al inicio del movimiento (Kapandji, 2010). pp.14).



Figura 5. Evaluación dinamométrica de los músculos rotadores externos de cadera.



Figura 6. Evaluación dinamométrica de los músculos rotadores internos de cadera.

3.1.1.3.2.2. FUERZA DE RODILLA

3.1.1.3.2.2.1. *FLEXIÓN:* Se evaluó la flexión de rodilla en posición sedente, ya que, la mayor eficacia del grupo muscular isquiotibiales es en posición de flexión de cadera (Kapandji, 2010, pp.146).



Figura 7. Evaluación dinamométrica de los músculos flexores de rodilla.

3.1.1.3.2.2. **EXTENSIÓN:** La extensión de rodilla se realizó en sedestación, aumentando la eficacia del recto anterior del cuádriceps (Kapandji, 2010, pp.144).



Figura 8. Evaluación dinamométrica de los músculos extensores de rodilla.

3.1.1.3.3. FLEXIBILIDAD

Primero se realizó 10 minutos de calentamiento, aplicando 5 minutos de trote, 3 minutos de ejercicios de calistenia y 2 minutos de piques en una distancia corta. También se realizó 5 minutos de estiramientos dinámicos para los siguientes grupos musculares: flexores, extensores, abductores, aductores y rotadores de cadera, flexores y extensores de rodilla, flexores y extensores de columna lumbar, por 30 segundos en cada articulación.

3.1.1.3.3.1. SIT AND REACH TEST: Se utilizó el cajón de Sit and Reach para evaluar la flexibilidad de isquiotibiales. Las participantes se ubicaron en posición sedente en el suelo con las extremidades inferiores extendidas completamente y los pies apoyados en el cajón con una separación de 15,2 cm Posteriormente, las participantes flexionaron sus hombros a 90° los brazos estirados uniformemente, las manos paralelas con las palmas hacia abajo y

la cabeza agachada, en esta posición se deslizaron lentamente lo más lejos posible a lo largo de la parte superior del cajón que determinó la distancia recorrida en centímetros (Vega, Marban et Romero, 2015). Se explicó que no se debía flexionar las rodillas y que en un solo movimiento debía alcanzar la máxima distancia posible sin rebotar. Se realizaron dos mediciones de las cuales se tomó la mayor distancia lograda (Jackson et Backer, 2013).



Figura 9. Sit and Reach Test.

3.1.1.3.3.2. SPAGAT LATERAL TEST: Este test se utilizó para evaluar la flexibilidad de aductores de cadera. Se tomó una línea en el suelo como referencia para una ejecución adecuada. Se ubicó la cámara a una altura de 40cm perpendicular al suelo y a una distancia de 1,93cm desde la línea de referencia. Las participantes realizaron el rango máximo de abducción de cadera con el tronco erguido siguiendo la línea de referencia. Se realizó un solo intento en el que se midió la distancia entre el ombligo y el suelo en centímetros. Para el análisis del ángulo de abducción en Kinovea se colocó marcadores en las espinas iliacas anteriores y parte central del borde de la rodilla y se tomó una fotografía, posteriormente se analizó los grados existentes entre el eje horizontal de las espinas iliacas anterosuperiores y el eje de referencia entre la espina iliaca anterosuperior y el borde de la rodilla (Seoane, 2013).

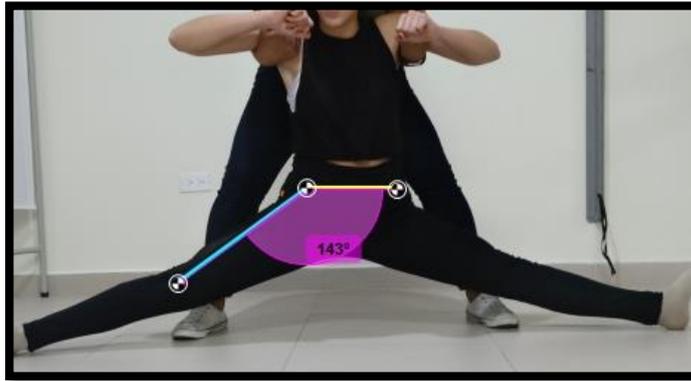


Figura 10. Medición del ángulo de abducción de cadera en el Spagat lateral Test mediante Kinovea.

3.1.1.3.3.3. SPAGAT FRONTAL TEST: Se utilizó este test para medir la flexibilidad de flexores y extensores de cadera. Se usó la misma línea de referencia en el suelo, las participantes se ubicaron con sus pies a los lados de la línea. Se ubicó la cámara a una altura de 40cm perpendicular al suelo y a una distancia de 1,93cm desde la línea de referencia. Primero se les solicitó llevar la pierna dominante hacia anterior y luego hacia posterior. Se realizó una sola medición en centímetros de cada movimiento, desde el ombligo hasta el suelo. Adicional a esto, con una fotografía se analizó el ángulo de flexión y extensión de la cadera del miembro inferior dominante en Kinovea, para lo cual, se colocó marcadores en el trocánter mayor y en el cóndilo lateral del fémur, para determinar el ángulo de apertura entre el eje vertical del trocánter mayor y el eje entre el trocánter mayor y el cóndilo lateral del fémur (López, 2002, pp. 216).

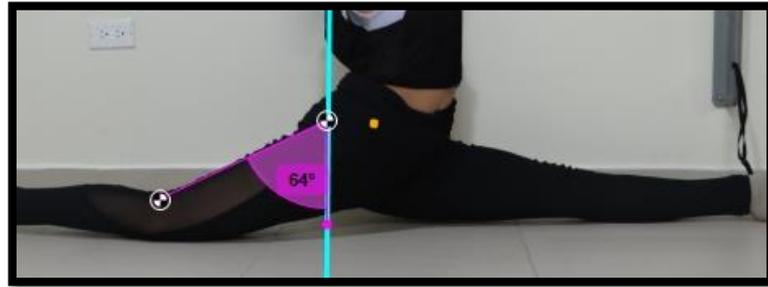


Figura 11. Medición del ángulo de extensión de cadera en el Spagat Frontal Test mediante Kinovea.

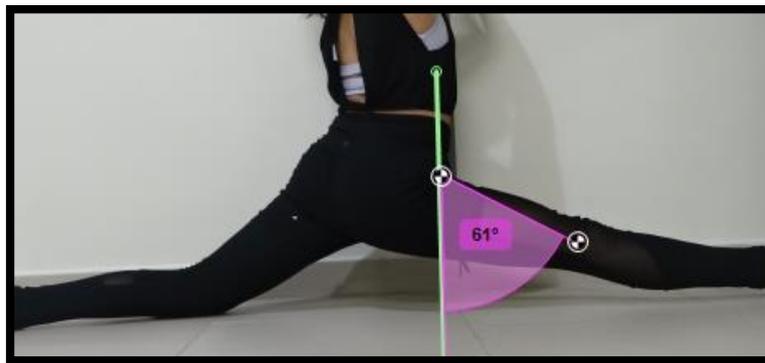


Figura 12. Medición del ángulo de flexión de cadera en el Spagat Frontal Test mediante Kinovea.

3.1.1.3.3.4. TEST DE ELY DUNCAN: Se lo utilizó para evaluar la flexibilidad de los músculos cuádriceps, en especial del recto femoral. Para su ejecución, las participantes se ubicaron en decúbito prono, con extensión de rodillas, pasivamente se llevó a una flexión de rodilla máxima y en caso de lograr tocar el talón con el glúteo se realizó una extensión de cadera pasiva evitando que la pelvis pierda el contacto con el suelo, se midió en centímetros la distancia entre el talón y el glúteo en los casos donde no contactaban y con una fotografía se analizó el ángulo de extensión de cadera en Kinovea, para lo cual, se colocó marcadores en el trocánter mayor y en el cóndilo lateral del fémur, para determinar los grados existente entre la línea horizontal del eje del fémur en posición inicial y en la posición final (Piva, Goodnite et Childs, 2005, pp.796).

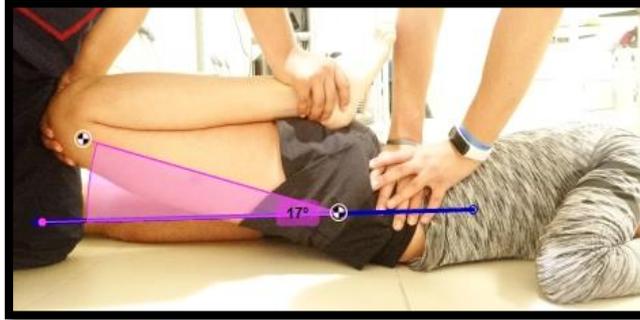


Figura 13. Medición del ángulo de flexión de rodilla en el Ely Duncan Test mediante Kinovea.

3.1.1.3.4. GESTO TÉCNICO

Las participantes se ubicaron en la pista de patinaje al momento de realizar el gesto técnico, fueron grabadas con la cámara Sony DSC-HX200V 6.8 V, colocada en un trípode a cuarenta y nueve centímetros de altura y a una distancia de un metro con noventa y seis centímetros desde el borde de la pista a las patinadoras. Se realizaron 3 tomas por patinadora y se escogió aquel con mejor ejecución.

3.1.1.3.4.1. ALTURA DEL SALTO:

Se analizó mediante el Software Kinovea. La extremidad evaluada fue la que generaba el impulso. Primero, se delimitó la velocidad de origen a 100 imágenes por segundo. Segundo, se programó que las mediciones sean en centímetros, para poder lograr este paso se delimitó la altura de un metro perpendicular a la pista de patinaje, y en el software se trazó esa línea para delimitar la altura. Tercero, se definieron las coordenadas (X, Y), desde el momento que inició el salto, colocando el vértice del marcador de coordenadas en el filo del patín. Cuarto, se sigue la trayectoria del salto, colocando un marcador semiautomático en el filo del patín en su extremo proximal, debido a que es el último contacto antes del despegue, se prosigue a delinear el trayecto hasta el aterrizaje, tomando en cuenta que todo el patín vuelva a tocar la pista de hielo. Para

determinar el ápex del salto, se exportó la hoja de cálculo donde se especificaba el punto más alto en las coordenadas Y.



Figura 14. Medición de la altura del salto mediante Kinovea.

3.1.1.3.4.2. TIEMPO DE VUELO: Se obtuvo mediante la utilización de la función cronómetro del Software Kinovea. Primero se colocó un marcador semiautomático en la punta del patín, que sirvió para determinar el trayecto del salto. Posterior a este paso, se inició el cronómetro en el momento del despegue, es decir, cuando el patín perdía el contacto con la superficie y se finalizó el cronometraje en el aterrizaje, en el momento justo donde todo el patín regresa a su contacto con la pista de hielo.



Figura 15. Medición del tiempo de vuelo del salto mediante Kinovea.

3.1.1.4. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Durante la recolección de datos, se evaluó las cualidades físicas y el gesto técnico de las participantes en el subsecuente orden:

1. Grabación del salto “Loop” en la pista de patinaje.
2. Se cuantificó el tiempo de vuelo y la altura del salto Loop a través del Software Kinovea.
3. Se cuantificó la fuerza de miembros inferiores por medio del dinamómetro.
4. Se evaluó la flexibilidad de tronco e isquiotibiales mediante el Sit and Reach Test, la flexibilidad de flexores y extensores de cadera con el Spagat Frontal Test y la flexibilidad de aductores de cadera por medio del Spagat Lateral Test.
5. Se realizó el análisis de los datos recolectados a través de la pelota y plataforma Cobs.

3.1.1.5. ANÁLISIS DE DATOS

Para este estudio se establecieron las diferencias sociodemográficas sobre las variables: lateralidad (diestra, zurda o ambidiestra) determinar el lado dominante a evaluar y edad (9-14 años, 15-20 años y 21-25 años) para determinar diferencias según la edad. Se correlacionó las variables tiempo de vuelo y altura del salto con las variables fuerza y flexibilidad, a su vez se correlacionó fuerza con flexibilidad considerando todas las edades y posteriormente por grupos de edades mediante una prueba de correlación de Pearson. Este análisis se consideró estadísticamente significativo si $P \leq 0.05$. En la sección de resultados se resume las correlaciones estadísticamente significativas en los análisis con el diagrama de dispersión correspondiente.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. TIEMPO DE VUELO

Al comparar la relación entre tiempo de vuelo en todas las edades, se encontró una relación significativa sólo con la fuerza en extensión de rodilla ($r = .576$, $n = 16$, $p = .019$). Se observó una relación positiva, la cual, muestra que un mayor tiempo de vuelo está acompañado de mayor fuerza en los músculos extensores de rodilla (Figura 16).

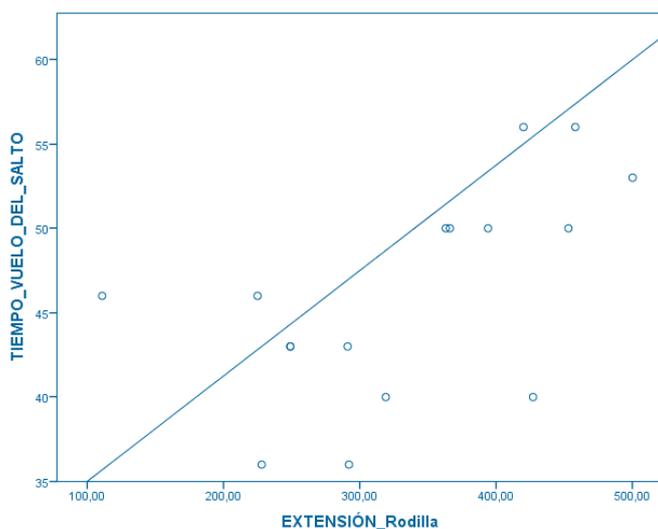


Figura 16. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y fuerza de extensión de rodilla (Newtons), en todas las edades.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

En el análisis de correlación entre variables del grupo de edades comprendidas entre los 9 y 14 años, existió una relación significativa en la comparación de tiempo de vuelo con la fuerza en abducción de cadera ($r = .767$, $n = 8$, $p = .019$). Se observa una relación positiva, lo que, muestra que un mayor tiempo de vuelo está acompañado de mayor fuerza en los músculos abductores de cadera (Figura 17). De igual manera, existe una correlación significativa entre el tiempo de vuelo y la fuerza en rotadores internos de cadera ($r = .778$, $n = 8$, $p = .023$). Se observa una relación positiva, lo que muestra que un mayor tiempo de vuelo está acompañado de mayor fuerza en los músculos rotadores internos (Figura 18). También

se obtuvo una correlación significativa entre el tiempo de vuelo y la fuerza en extensión de rodilla ($r = .747$, $n = 8$, $p = .033$). Se observa una relación positiva, lo que muestra que un mayor tiempo de vuelo está acompañado de mayor fuerza en los músculos extensores de rodilla (Figura 19).

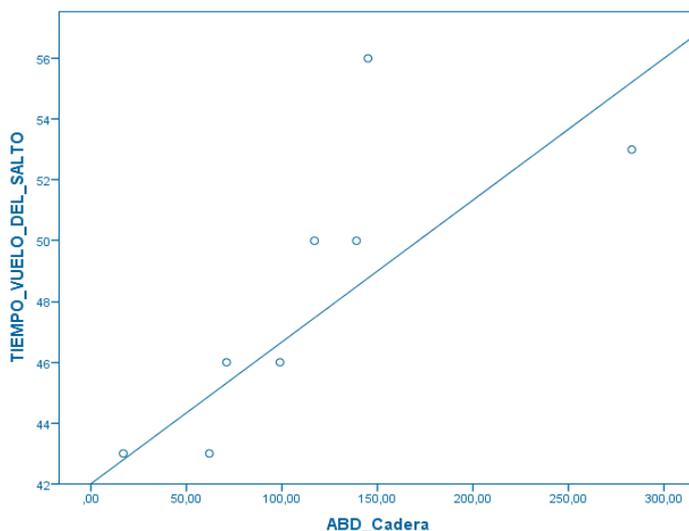


Figura 17. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y la fuerza de abducción de cadera (Newtons), en el grupo de edad de 9 a 14 años.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

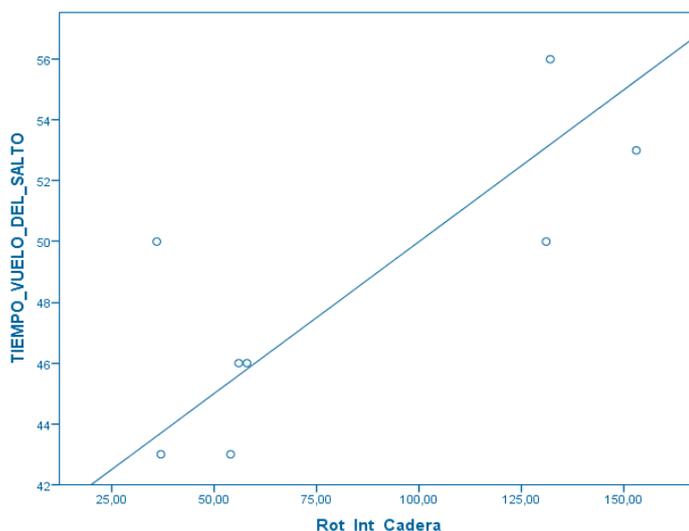


Figura 18. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y la fuerza de rotación interna de cadera (Newtons), en el grupo de edad de 9 a 14 años.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

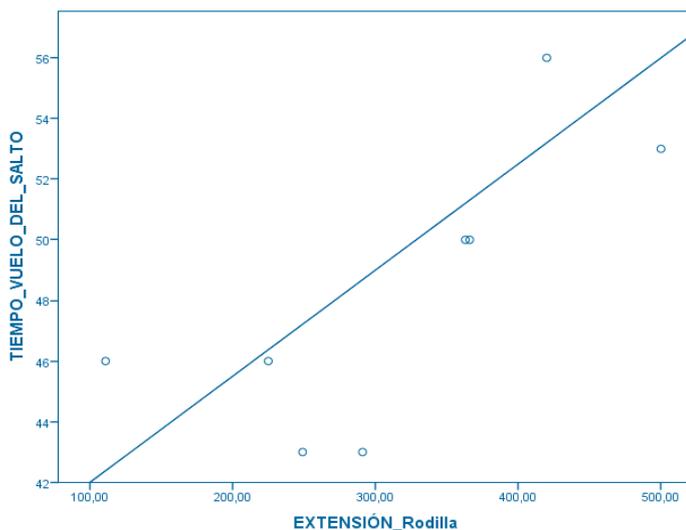


Figura 19. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y la fuerza de extensión de rodilla (Newtons), en el grupo de edad de 9 a 14 años.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

La correlación de variables tiempo de vuelo con la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores en el grupo de edades comprendida entre 15 a 20 años, no presentó una relación significativa ($p > 0,05$), esto puede deberse a un escaso número de participantes dentro del grupo, por lo tanto, se ha omitido mencionarlos.

En el análisis de correlación del grupo de edades comprendidas entre los 21 a 25 años, existe una relación significativa en el tiempo de vuelo y la fuerza de extensión de rodilla ($r = .954$, $n = 5$, $p = .012$). Se observa una relación positiva, lo que muestra que un mayor tiempo de vuelo está acompañado de mayor fuerza en los músculos extensores de rodilla (Figura 20).

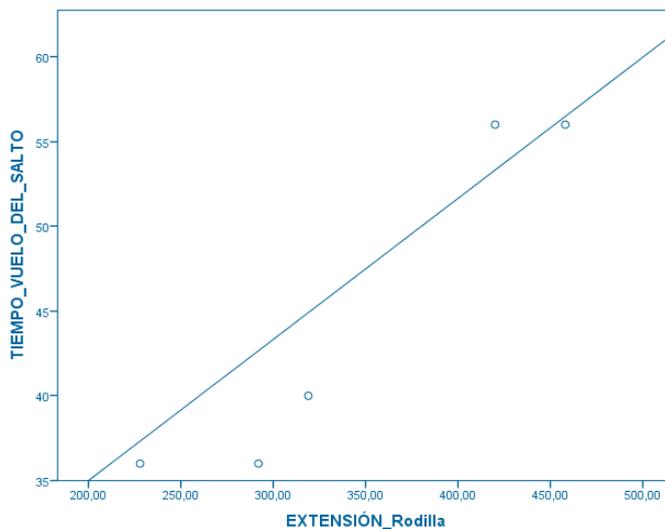


Figura 20. Correlación directamente proporcional entre las variables tiempo de vuelo (milisegundos) y la variable fuerza de extensión de rodilla (Newtons), en el grupo de edad de 21 a 25 años.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

4.2. ALTURA DEL SALTO

La correlación entre la altura del salto con la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores, no fue significativa en la ejecución del salto loop, ya que, $p > 0.05$, en todos los grupos de edades.

4.3. RELACIÓN FUERZA Y FLEXIBILIDAD

Debido a las discrepancias de antiguos estudios, se decidió correlacionar estas variables. En la evaluación de todas las edades se encontró una relación significativa al comparar la fuerza de los aductores de cadera con el Spagat Lateral Test medido en centímetros ($r = .618$, $n = 16$, $p = .011$). Se observa una relación positiva, la cual, muestra que mayor fuerza en los músculos aductores de cadera está acompañada de una mayor distancia en centímetros del ombligo al suelo (Figura 21). Se tomó como resultado significativo también la medición en grados del Spagat Lateral Test, a pesar de que no es una relación significativa ($r = -.479$, $n = 16$, $p = .060$). Se establece una relación negativa, la cual, muestra que, a mayor fuerza en

los músculos aductores de cadera, menor es la apertura entre miembros inferiores durante el Spagat Lateral Test (Figura 22). También se encontró una relación significativa en la comparación de fuerza de flexión de rodilla con el Sit and Reach Test ($r = .541$, $n = 16$, $p = .030$). Se observa una relación positiva, lo que muestra que mayor fuerza en los músculos flexores de rodilla está acompañada de un mejor resultado en el Sit and Reach Test (Figura 23). Por último, en la comparación de la fuerza de flexión de cadera con el Sit and Reach Test, se encontró una relación significativa ($r = .860$, $n = 16$, $p = .000$). Se establece una relación positiva, lo que muestra que una mayor fuerza en los músculos flexores de cadera viene acompañada de mejores resultados en el Sit and Reach Test (Figura 24).

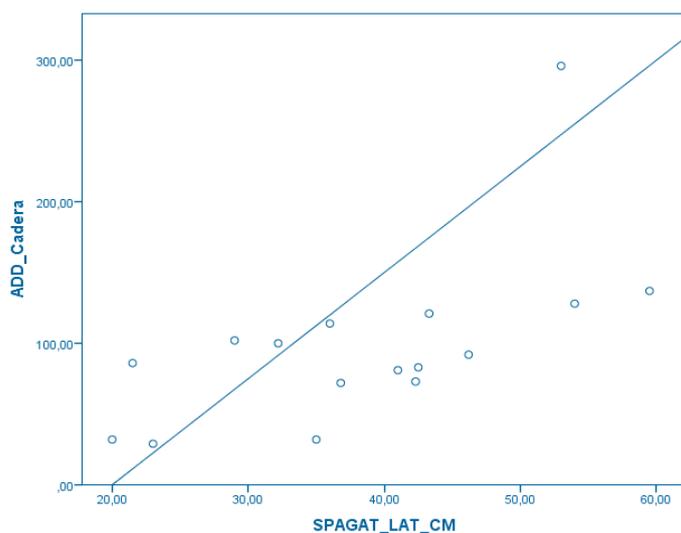


FIGURA 21. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de aducción de cadera (Newtons) y Spagat lateral Test, medición en centímetros, en todas las edades.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

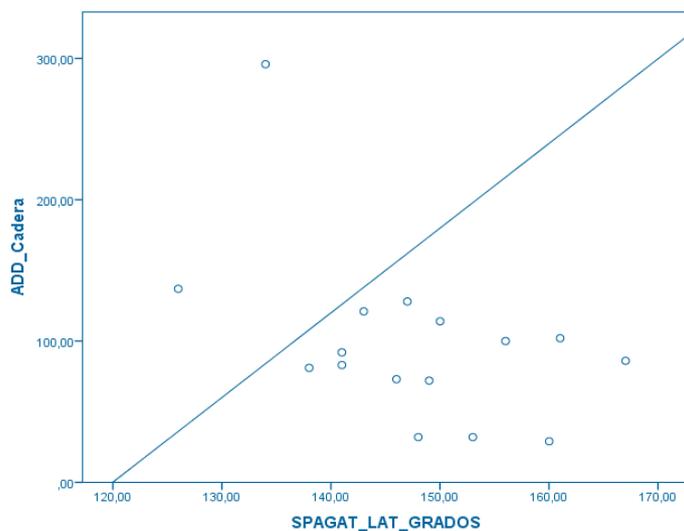


Figura 22. Correlación inversamente proporcional entre las variables fuerza de aducción de cadera (Newtons) y Spagat lateral Test, medición en grados, en todas las edades.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

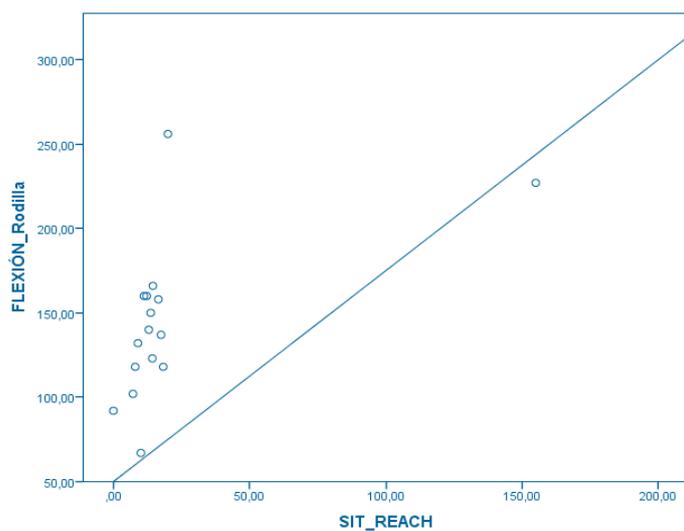


Figura 23. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de rodilla (Newtons) y el Sit and Reach Test (centímetros), en todas las edades.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

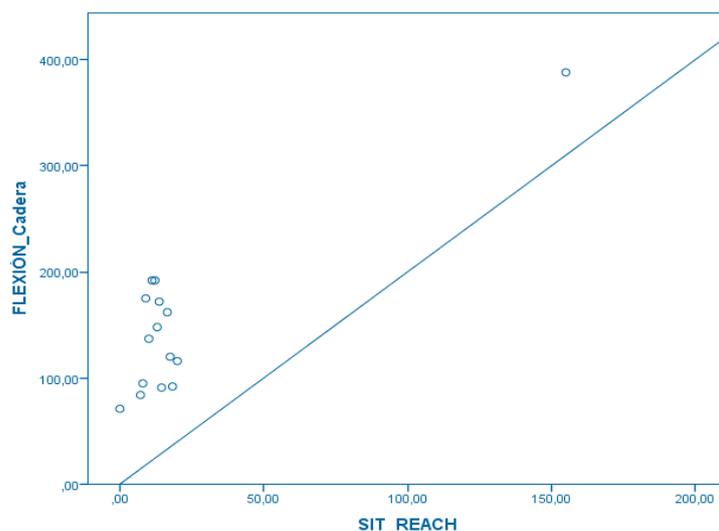


Figura 24. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de cadera (Newtons) y el Sit and Reach Test (centímetros), en todas las edades.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

En la correlación por grupos de edades comprendidas entre los 15 a 20 años no se encontraron resultados significativos ($p > 0,05$) en ninguna de las relaciones antes mencionadas, esto puede deberse a un escaso número de participantes dentro del grupo, por lo tanto, se ha omitido mencionarlos.

En el análisis del grupo de edades comprendidas entre los 9 y 14 años, se encontró una relación significativa en la comparación de fuerza de aducción de cadera y el Spagat Lateral Test medido en centímetros cadera ($r = .705$, $n = 8$, $p = .051$). Se observa una relación positiva, lo que muestra que más fuerza en los músculos aductores de cadera, viene acompañada de una mayor distancia en centímetros del ombligo al suelo al realizar el Spagat Lateral Test (Figura 25). También se tomó como resultado significativo la medición en grados del Spagat Lateral Test, a pesar de que no es una relación significativa ($r = -.625$, $n = 8$, $p = .097$). Se establece una relación negativa, la cual, muestra que, a mayor fuerza en los músculos aductores de cadera, menor es la apertura entre miembros inferiores

durante el Spagat Lateral Test. Así mismo, existió una relación significativa en la correlación fuerza de flexión de rodilla y el Sit and Reach Test ($r = .773$, $n = 8$, $p = .025$). Se establece una relación positiva, donde se muestra que una mayor fuerza en los músculos flexores de rodilla, viene acompañada de un mejor resultado en el Sit and Reach Test (Figura 26). Por último, también se encontró una relación significativa entre la relación fuerza de flexión de cadera con el Sit and Reach test ($r = .027$, $n = 8$, $p = .001$). Se establece una relación positiva, lo que muestra que una mayor fuerza en los músculos flexores de cadera, vienen acompañados de un mejor resultado en el Sit and Reach Test (Figura 27).

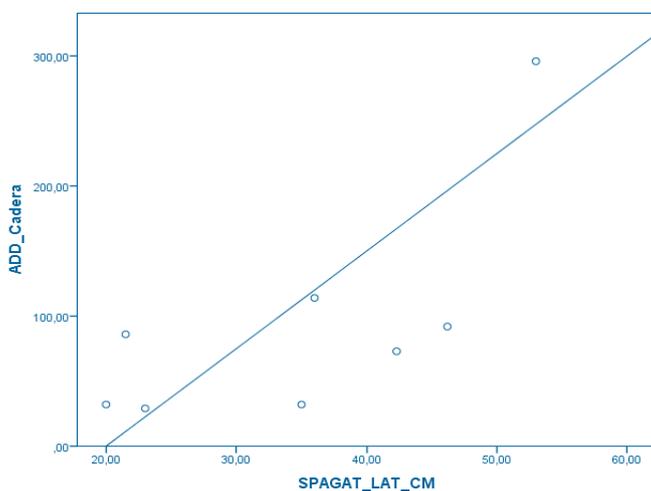


Figura 25. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de aducción de cadera (Newtons) y el Spagat Lateral Test, medición en centímetros, en el grupo de edad entre 9 y 14 años.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

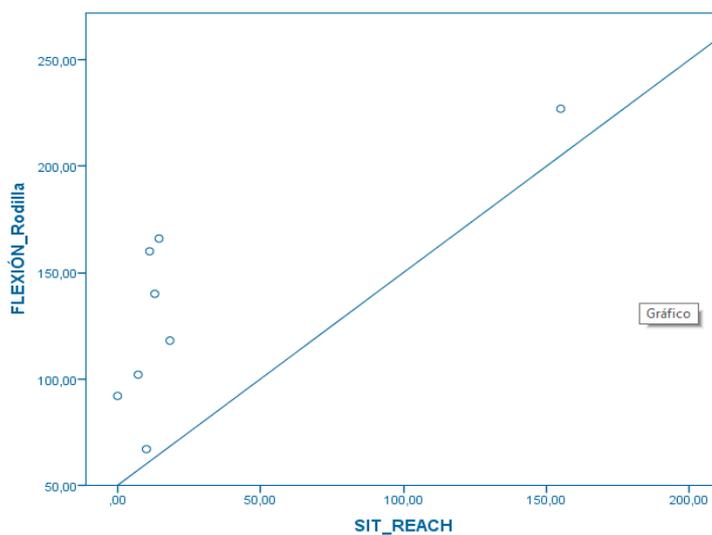


Figura 26. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de rodilla (Newtons) y la variable de flexibilidad con el Sit and Reach Test (centímetros), en el grupo de edad entre 9 y 14 años.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

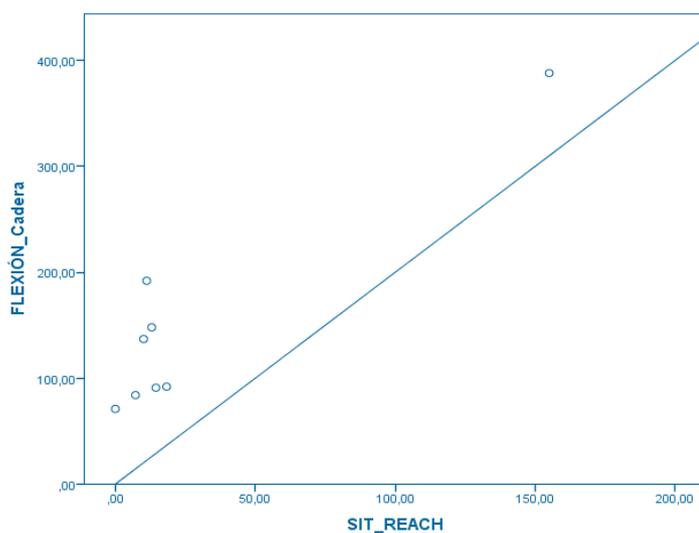


Figura 27. Correlación directamente proporcional entre las variables fuerza de flexión de cadera (Newtons) y el Sit and Reach Test (centímetros), en el grupo de edad entre 9 y 14 años.

Adaptado de (IBM SPSS Statistics 24).

5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN

En el presente estudio, se buscó determinar la influencia que tiene la flexibilidad y la fuerza de miembros inferiores en la altura y el tiempo de vuelo del salto loop, en patinadoras artísticas de hielo profesionales.

En cuanto a la relación tiempo de vuelo y fuerza de miembros inferiores, se encontró relaciones significativas entre las variables tiempo de vuelo con la fuerza de los músculos extensores de rodilla, en todas las edades y en el grupo comprendido entre los 21 a 25 años, en donde se muestra que a mayor tiempo de vuelo mayor fuerza en este grupo muscular. En comparación con el estudio realizado por Sánchez y Rodríguez (2018), en jugadoras de balonmano de élite, donde se evaluaron varios parámetros del salto vertical, siendo uno de ellos el tiempo de vuelo, se obtuvo como resultado que el mejor o peor desempeño al realizar el salto vertical depende del tipo de entrenamiento de fuerza que se aplique, por lo tanto, si se trabaja en un plan de entrenamiento <65 RM de la fuerza los parámetros del salto son directamente proporcionales con la fuerza, mientras que si el entrenamiento se encuentra $>$ o igual al 80% RM la relación es inversamente proporcional en miembros inferiores.

Por otro lado, Véliz et al. (2016), comparte dentro de sus resultados que la ejecución de un salto vertical depende de la interacción de la fuerza muscular, la misma que mejora a través de la práctica, por esta razón, la altura del salto vertical varía según el deporte. Dentro del patinaje artístico, hemos delimitado que en el salto Loop se puede generar una mayor altura al aumentar la fuerza muscular de extensores de rodilla en las participantes de 21 a 25 años y en las participantes de 9 a 14 años también se le suma un aumento de la altura del salto por una mayor fuerza en abductores y rotadores internos de cadera.

Como se puede evidenciar, no existen estudios que determinen el grupo muscular en específico que interviene en la altura y en el tiempo de vuelo del salto. En este estudio se pudo analizar que en el grupo de participantes con edades entre los 9 y 14 años, los grupos musculares que más intervienen para conseguir un mayor tiempo de vuelo fueron los abductores de cadera, los rotadores internos de cadera y los extensores de rodilla.

Dentro del estudio, la altura del salto no tuvo correlación significativa ni con la fuerza ni con la flexibilidad de miembros inferiores en ninguno de los grupos de edades, a diferencia de lo encontrado en la revisión sistemática realizada por Taylor, et al (2010) al comparar el salto vertical y la potencia en piernas en niños/as ingleses escolares entre 10 y 15 años, donde sí existió una relación entre la altura del salto con la fuerza máxima en piernas, lo que quiere decir que a mayor altura del salto mayor fuerza pico en piernas. De igual manera, en el estudio realizado por Asencio et al (2016), sobre el rendimiento en el salto vertical en un grupo de alto nivel de jugadores de voleibol, se pudo determinar que al trabajar fuerza muscular en miembros inferiores, la altura del salto también se incrementa, pero a largo plazo, a las 17 semanas de entrenamiento, ya que, dentro de las primeras semanas disminuyó el rendimiento del salto en general, posiblemente a causa de la reducción de la actividad neuromuscular, debido a la fatiga generada por el proceso de acomodamiento al entrenamiento. Mientras que, en cuanto a la relación entre la flexibilidad y la altura del salto, este estudio al igual que el de Zanolo et al. (2014), se determinó que una buena flexibilidad de rodilla no determina un aumento significativo de la altura de salto en adolescentes entre los 15 y 17 años.

En cuanto a la relación fuerza y flexibilidad en todas las edades y en el grupo comprendido entre 9 a 14 años y 21 a 25 años, se obtuvieron resultados significativos en la fuerza de los músculos flexores de rodilla con el Sit and Reach Test siendo directamente proporcionales. Al igual que el artículo de Del Río, et al. (2015), se obtuvieron resultados que corroboran que una mejoría de la flexibilidad está acompañada de un desempeño

sobresaliente en la fuerza muscular. Esto es nuevamente ratificado con el artículo de Rubini, Costa y Gómez (2007) que menciona que la fuerza mejora a través de la flexibilidad en ciertos grupos musculares. A diferencia del artículo realizado por Gleeson et al., (2013) el cual menciona que un mayor grado de flexibilidad, genera una disminución de la fuerza muscular. Pero esto depende del tipo de entrenamiento, tal como lo explica el estudio realizado por Sánchez et al (2017), sobre los efectos de un entrenamiento con cargas excéntricas sobre el rendimiento en jugadores de fútbol sala, el cual demuestra que en un grupo tras el entrenamiento con cargas excéntricas y al evaluar la flexibilidad de isquiotibiales con el Sit and Reach Test la relación fue negativa, ya que, existió una pérdida de la flexibilidad en dichos músculos, pero en el otro grupo que realizó un entrenamiento excéntrico con autocarga la relación fue positiva y el 50% mejoró su flexibilidad. Por lo tanto, en el estudio realizado se puede determinar que en dependencia del tipo de entrenamiento de fuerza que se realice va a tener un efecto positivo o negativo en la flexibilidad de isquiotibiales.

En los resultados obtenidos existe una correlación positiva significativa de las variables fuerza de los músculos flexores de cadera con el Sit and Reach Test, pero en contraposición al resultado obtenido, el estudio de Chillón, et al. (2010) determina que la relación directa positiva es entre la flexibilidad de la cadera y el Sit and Reach Test, en donde expone que si toda la cadera posee una adecuada flexibilidad el resultado en el test va a ser mayor.

En cuanto a la correlación significativa entre la fuerza de los músculos aductores de cadera y el Spagat lateral Test, en el análisis de todas las edades y en el grupo de edad de 9 a 14 años, se obtuvo que son inversamente proporcionales, lo que implica que a mayor fuerza en dichos músculos menor es la amplitud lograda en el test. El estudio realizado por Brandon, et al (2018), explica que este resultado depende de la intensidad y duración del entrenamiento de flexibilidad que se realice, ya que, en su estudio realizado a 40 voluntarios de entre 18 a 35 años de edad, tras el

trabajo de flexibilidad con estiramientos pasivos y activos, los resultados fueron positivos en la flexibilidad de aductores, y en cuanto a la fuerza, esta no aumentó significativamente pero tampoco disminuyó.

Al comparar este estudio con el de King et al. (2012), que enumera las características del salto Loop triple o cuádruple, confirma los resultados obtenidos que mencionan que el desplazamiento vertical de los patinadores está dado principalmente por la extensión de rodilla y que la rotación de cadera también predispone a una mejor ejecución de estos saltos. Por el contrario, King menciona que el tiempo de vuelo está asociado a la velocidad de patinaje previa al salto, la velocidad angular y a la rotación y fuerza en miembros superiores, confirmando que la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores no interviene en la altura y tiempo de vuelo del salto.

A pesar de los datos y resultados significativos encontrados en el estudio, no se vio absuelto de limitaciones, entre las principales se encuentran la falta de colaboración por algunas de las participantes y de sus representantes para acudir a la toma de datos de fuerza y flexibilidad. Además, la población de patinadoras artísticas sobre hielo en el Ecuador, específicamente en Quito, es pequeña por lo que se pueden ver alterados los resultados y su posterior análisis. Otra de las limitaciones fue la escasa bibliografía sobre estudios similares en patinadoras artísticas de hielo y sobre la correlación de variables, ya que, no existen estudios realizados en el salto loop, y la mayoría de los estudios son en saltos verticales, en donde el gesto técnico cambia y por lo tanto las variables se pueden ver afectadas.

Al correlacionarse con otros estudios realizados en distintos deportes, se puede determinar que cada uno tiene características y exigencias distintas, por lo tanto, es relevante para el patinaje artístico en hielo en el Ecuador, conocer de las cualidades físicas requeridas para ejecutar un correcto gesto técnico, en este caso del salto loop. De igual manera, poder realizar un plan de entrenamiento enfocado a las necesidades de cada deportista, para poder perfeccionar su técnica, obtener mejores resultados en las competencias y evitar lesiones. De este modo también puede aumentar la

población de patinadoras, permitiendo el crecimiento del deporte a nivel nacional.

5.2. CONCLUSIONES

- En base a los resultados obtenidos durante el presente estudio se puede inferir que la fuerza tiene influencia positiva sobre el tiempo de vuelo, en dependencia a la edad y grupo muscular, entre los más relevantes se encuentran los extensores de rodilla, los abductores y los rotadores internos de cadera, predominantemente en edades entre los 9 y 14 años.
- Los resultados de flexibilidad de miembros inferiores en este estudio no intervienen de ninguna manera en la altura y tiempo de vuelo del salto.
- La altura del salto loop no tiene una correlación significativa con ninguna de las variables evaluadas.
- La relación entre la fuerza y la flexibilidad de miembros inferiores es en dependencia al deporte, tipo de entrenamiento y al grupo muscular, existiendo aún controversia en si son directa o inversamente proporcionales.

5.3. RECOMENDACIONES

Las posteriores investigaciones deben enfocarse en evaluar otras variables que posiblemente interfieren en el resultado de la altura del salto loop como la velocidad y distancia recorrida antes del salto, ángulos de flexión o extensión de rodilla y cadera, altura, peso y posibles alteraciones musculoesqueléticas, entre las principales tenemos la discrepancia de miembros inferiores, rotaciones de la pelvis, forma de la tibia y aumento del valgo fisiológico o el varo de rodilla de las participantes. Tomar en cuenta la cantidad de participantes, las cuales deberían ser mínimo 10 por grupo de edad, para evitar que el análisis de datos y resultados pueda verse alterado en cuanto a las variables que son estadísticamente relevantes.

Con los resultados obtenidos en el presente estudio se puede delimitar un plan de entrenamiento personalizado, trabajando sobre las variables que están correlacionadas de forma positiva o negativa y sobre los grupos musculares específicos, como son los extensores de rodilla, los abductores y los rotadores internos de cadera, encaminado a potenciar las habilidades de cada deportista.

REFERENCIAS

- Andreato, L., de Moraes, S., de Moraes, T., Esteves, J., Andreato, T., et Franchini, E. (2011). *Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes*. *Science & Sports*, 26(6).
- Aniotz, A., Ramírez, S., Guzmán, R., et Espinoza, R. (2015). *Efecto de un programa de entrenamiento pliométrico sobre la biomecánica de salto en mujeres voleibolistas juveniles*. *Revista Ciencias de la Actividad Física*, 16(1).
- Asencio, C., Moreno, M., et Badillo, J. (2016). *Entrenamiento combinado de fuerza y ejercicios de saltos, efectos sobre el rendimiento en el salto vertical en un grupo de alto nivel de jugadores de voleibol durante una temporada completa de competición*. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (29).
- Balsalobre, C., Tejero, C., del Campo, J., et Bavaresco, N. (2014). *The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps*. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 528-533.
- Campanelli, V., Piscitelli, F., Verardi, L., Maillard, P., et Sbarbati, A. (2015). *Lower extremity overuse conditions affecting figure skaters. During daily training*. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 3(7).
- Cammet, A., DeMore, L., Watson, S., Nemier, H. (2016). *US figure skating Rulebook*. Colorado.
- Carrasco, M., Sanz, I., Martínez, V., Cid, L., et Martínez, I. (2013). *¿El test "sit and reach" mide la flexibilidad? Un estudio de caso*.
- Castillo, F., Valverde, T., Morales, A., Pérez-Guerra, A., De León, F., et García, J. (2012). *Maximum power, optimal load and optimal power spectrum for power training in upper-body (bench press): A*

- review*. Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 5(1).
- Cisneros, V., Sánchez, Y., Hernández, D., et Galainena, Y. (2015). *Protocolo de actuación con el Balance Trainer en el tratamiento rehabilitador de las ataxias*. Revista Cubana De Medicina Física Y Rehabilitación, 6(2).
- Collado, R. (2016). *Efectos de los estiramientos estáticos regulares en el músculo cuádriceps femoral en personas sanas sobre la fuerza muscular*. Caso clínico. Universidad de Valladolid. Madrid, España.
- Del Río Valdivia, J., Flores, P., González, J., Pineda, B., Tlamatini, L., Medina Valencia, R., et Gómez, E. (2015). *Efectos de un programa de flexibilidad en el desarrollo de la fuerza muscular en jugadoras de fútbol femenino*. Educación Física y Ciencia, 17(2).
- Fernández, J., Acevedo, R., et Tabernig, C. (2014). *Influencia de la fatiga muscular en la señal electromiográfica de músculos estimulados eléctricamente*. Revista EIA, (7).
- Ferragut, C., Cortadellas, J., Arteaga, R., et Calbet, J. (2003). *Predicción de la altura de salto vertical. Importancia del impulso mecánico y de la masa muscular de las extremidades inferiores*.
- Fjerstad, B., Hammer, R., Hammer, A., Connolly, G., Lomond, K., et O'connor, P. (2018). *Comparison of two static stretching procedures on hip adductor flexibility and strength*. International journal of exercise science, 11(6), 1074.
- García, J., et Peleteiro, J. (2004). Test de salto vertical (II): Aspectos biomecánicos. RendimientoDeportivo.com, 7.
- García, J., Rodríguez, D., Sarmiento, S., De Saa, Y., Vaamonde, D., Rodríguez-Ruiz, D., et Da Silva-Grigoletto, M. (2010). *La tensiomiografía como herramienta de evaluación muscular en el deporte*. Revista Andaluza de Medicina del Deporte, 3(3).

- Gibbons, T. (2006). *Functional Anatomy of the Hip and Pelvis*. In Orthopaedic Physical Therapy Secrets (4th ed.). St. Louis, Missouri: ELSEVIER.
- Gleeson, N., Eston, R., Minshull, C., Bailey, A., Al Kitani, A., Darain, H et Rees, D. (2013). *Effects of antecedent flexibility conditioning on neuromuscular and sensorimotor performance during exercise-induced muscle damage*. Journal of Exercise Science & Fitness, 11(2).
- Herodek, K., y Simonović, C. (2013). *Strength development of children and young athletes*. Activities in Physical Education and Sport, 3(1).
- Jackson, A. y Baker, A. (1986). *The Relationship of the Sit and Reach Test to Criterion Measures of Hamstring and Back Flexibility in Young Females*. Research Quarterly for Exercise and Sport, 57:3.
- Jiménez, F., Díaz, J., et Montes, J. (2005). *Dinamometría isocinética*. Rehabilitación, 39(6).
- Killen, B., Zelizney, K., et Ye, X. (2018). *Crossover Effects of Unilateral Static Stretching and Foam Rolling on Contralateral Hamstring Flexibility and Strength*. Journal of sport rehabilitation.
- King, D. (2005). *Performing triple and quadruple figure skating jumps: implications for training*. Canadian Journal of Applied Physiology, 30(6).
- King, D., Smith, S., Higginson, B., Muncasy, B., & Scheirman, G. (2004). *Figure Skating: Characteristics of triple and quadruple toe-loops performed during the Salt Lake City 2002 winter Olympics*. Sports Biomechanics, 3(1), 109-123.
- López, E. (2002). *Pruebas de aptitud física*. Vol. 24. Editorial Paidotribo.
- López, P., Sáinz, P., Rodríguez, P., et Yuste, J. (2008). *Comparison between sit-and-reach test and V sit-and-reach test in young adults*. Gazzetta

Medica Italiana, 167(4).

Lunn, D., Lampropoulos, A., et Stewart, T. (2016). *Basic biomechanics of the hip*. Orthopaedics and Trauma, 30(3).

Marban, R. y Rodríguez, E. (2009). *Revisión sobre tipos y clasificaciones de la flexibilidad. Una nueva propuesta de clasificación. (Review of the Types and Classifications of Flexibility. New Proposed Classification)*. RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte. 5(16).

Marín, O., Fernández, E., Dantas, P., Rego, P., et Pérez, L. (2016). *Anatomía y función de la articulación coxofemoral*. Anatomía artroscópica de la cadera. Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular, 23(1).

Martin, H., Houry, A., Schröder, R., Johnson, E., Gómez, J., Campos, S., et Palmer, I. (2017). *Contribution of the pubofemoral ligament to hip stability: A biomechanical study*. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 33(2).

Mayorga, D., Merino, R., et García, J. (2015). *Validez del test sit-and-reach con flexión plantar en niños de 10-12 años validity of sit-and-reach with plantar flexion test in children aged 10-12 years*. International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport, 15(59).

Mcmaster, W., Liddle, S., et Walsh, J. (1979). *Conditioning program for competitive figure skating*. The American journal of sports medicine, 7(1).

Ministerio de Salud Pública del Ecuador. (2013). *Manual del Modelo de Atención Integral de Salud-MAIS*. Ecuador: Ministerio de Salud Pública.

Miralles, M., Paterson, R., Paterson, A., Barros, C., Vecchio, R., et Ghersi, I. (2011). *Estudio Integrado de la Etapa Positiva de un Salto Vertical con Contramovimiento y Balanceo de Brazos*. Mar de Plata, Argentina.

XVIII Congreso Argentino de Bioingeniería SABI.

- Petkevich, J. (1989). *Figure skating: Championship techniques*. Rowman & Littlefield.
- Piva, S., Goodnite, E., et Childs, J. (2005). *Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome*. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 35(12).
- Porthos, A., Singh, P., et O'Donnell, J (2016). *Ligamentos teres de la cadera*. Revisión bibliográfica. Acta ortopédica mexicana, 30(5).
- Quintanilla, J., Zuazo, I., Pérez, A., et Esteo. (Eds.). (2017). *Anatomía humana para estudiantes de Ciencias de la Salud*: Elsevier Health Sciences.
- Rahnama, N., Lees, A., et Bambaecichi, E. (2005). *A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players*. Ergonomics, 48(11-14).
- Román, M., del Campo, V., Solana, R., et Martín, J. (2012). *Perfil y diferencias antropométricas y físicas de gimnastas de tecnificación de las modalidades de artística y rítmica*. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (21).
- Rubini, E., Costa, A., et Gomes, P. (2007). *The effects of stretching on strength performance*. Sports medicine, 37(3).
- Sánchez, I. (2009). *Muscle strength training as co-adjuvant in cardiovascular risk reduction: a systematic review*. Revista Colombiana de Cardiología, 16(6).
- Sánchez, J., Rodríguez, J., García, D., Martín, D., García, J., et Cerezal, A. (2017). *Efectos de un entrenamiento con cargas excéntricas sobre el rendimiento en jugadores de fútbol sala*. Sportk: revista euroamericana

de ciencias del deporte, 6(1).

Sánchez. S., et Rodríguez, M. (2018). *Efectos de dos protocolos de potenciación post-activación sobre el rendimiento en el salto vertical, en relación al perfil FV en jugadoras de balonmano de élite.*

Santos, A., Arce, M., Lebre, E., et Ávila, L. (2015). *Flexibilidad en gimnasia rítmica: asimetría funcional en gimnastas júnior portuguesas.* Apuntes. Educación física y deportes, 2(120).

Sañudo, B., Rueda, D., Pozo, B., de Hoyo, M., et Carrasco, L. (2016). *Validation of a video analysis software package for quantifying movement velocity in resistance exercises.* Journal of strength and conditioning research, 30(10).

Scrimaglio, M. (2015). *Caracterización del estado actual de la flexibilidad en adolescentes de 12-15 años de la escuela Santo Tomas de Aquino de la ciudad de Rosario.* Mar de Plata, Argentina.

Seoane, Á. (2013). *Influencia del ciclo menstrual en la flexibilidad en natación sincronizada.* AGON, 3(2), 53-59.

Serrano, M., Collazos, J., Romero, S., Santurino, M., Armesilla, M., del Cerro, J., et de Espinosa, M. (2009). *Dinamometría en niños y jóvenes de entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal.* In Anales de pediatría. Vol. 70, No. 4. Elsevier Doyma.

Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Fejer, R., et Beck, R. (2011). *Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review.* PM&R, 3(5).

Skaggs J., Joiner E., Pace J., Sini, M., et Skaggs D. (2015). *Is Flexibility Associated with Improved Sprint and Jump Performance?* Ann Sports

Taylor, M., Cohen, D., Voss, C., et Sandercock, G. (2010). *Vertical jumping*

and leg power normative data for English school children aged 10–15 years. Journal of Sports Sciences, 28(8).

Tzalach, A., Lifshitz, L., Yaniv, M., Kurz, I., et Kalichman, L. (2016). *The Correlation between Knee Flexion Lower Range of Motion and Osgood-Schlatter's Syndrome among Adolescent Soccer Players.* British Journal of Medicine and Medical Research, 11(2).

Véliz, C. V., Cid, F. M., Contreras, V. T., & Lagos, S. F. (2016). *Diferencias en saltos verticales continuos durante 15 segundos entre gimnastas, voleibolistas, nadadoras y nadadoras sincronizada del Estadio Mayor de Santiago de Chile.* Ciencias de la Actividad Física, 17(1).

Woolstenhulme, M., Griffiths, C., Woolstenhulme, E., et Parcell, A. (2006). *Ballistic stretching increases flexibility and acute vertical jump height when combined with basketball activity.* Journal of strength and conditioning research, 20(4).

Zanolo, J., de Paula, F., dos Reis, A., Simão, R., et Ferreirinha, J. (2014). *Efeito do treinamento de flexibilidade articular do quadril sobre o salto vertical em jovens atletas de voleibol feminino.* Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFEEX).

ANEXOS

ANEXO 1

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO



Comité de Ética y Bioética para la Investigación de la Universidad de Las Américas (CEBE-UDLA)

I. Hoja de información

1. Título de la investigación:

" Análisis de la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores en relación con la ejecución del salto "Loop" en patinadoras de hielo profesionales".

2. Fecha:

3. Nombre de las investigadoras:

Daniela Carolina Suquillo Pulupa

Andrea Vanessa Viteri Benavides.

5. Brinda información general del proyecto de investigación.

El proyecto de investigación es un estudio para determinar si la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores cumplen un papel en la realización del salto Loop. Se tomará el grupo profesionales se los reagrupará según la edad de 9 a 14 años, de 15 a 20 años y de 21 a 25 años. Para obtener los datos se van a realizar grabaciones de la ejecución del salto desde el ombligo hacia el suelo con el fin de salvaguardar la identidad de la participante y se medirá la altura y el tiempo del salto mediante un programa de computadora llamado Kinovea. También se va a medir la fuerza de miembros inferiores con un equipo técnico, el cual se encuentra en el laboratorio de la Universidad de las Américas llamado Pelota COBS, este mide en Newton la fuerza; por último, para medir la flexibilidad se harán cuatro tests: Sit and Reach, Spagat frontal, Spagat lateral y Ely

Duncan. Para conseguir los resultados finales de este estudio, se van a comparar el tiempo de vuelo y la altura con la fuerza y la flexibilidad de miembros inferiores y la fuerza con la flexibilidad en forma general y en cada grupo de edad. Los resultados se los expondrá en una conferencia en la pista de patinaje “Polo Sur” y “Amaguaña” dirigido a los padres, madres de familia, patinadoras y entrenadores.

6. Presenta los motivos por los cuales se realiza el estudio de investigación.

La razón principal es para determinar si la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores tienen un papel importante en la realización del salto Loop.

7. Indica los beneficios del proyecto investigativo, en caso de haberlos.

Con los resultados del estudio se podrá complementar al programa de entrenamiento diario, con el fin de mejorar y realizar un trabajo más individual y dirigido a conseguir resultados positivos en las competencias.

8. Describe el protocolo de recolección de datos y muestras.

El estudio necesita de la disponibilidad de la participante para asistir en día normal de entrenamiento a la pista de patinaje donde usualmente practica y otro día a ponerse de acuerdo para acudir al laboratorio de Fisioterapia ubicado en el piso -5 del campus UDLAPark.

En la pista de patinaje el protocolo es:

- 1) Asistir 15 minutos antes de la hora programada.
- 2) Se realizará un precalentamiento y estiramiento de 10 minutos dirigido por las investigadoras estudiantes de la UDLA de la carrera de Fisioterapia.
- 3) Uno de las investigadoras va ubicar la cámara a una altura de cuarenta y nueve centímetros con la ayuda de un trípode y a una distancia de un metro con noventa y seis centímetros desde el borde de la pista a las patinadoras.
- 4) Se le va a pedir que realice 3 veces el salto Loop.
- 5) En las grabaciones se va a mostrar desde el ombligo hasta el suelo, el rostro de la participante no va se va a apreciar para salvaguardar su identidad.

En el laboratorio de Fisioterapia se va a realizar el siguiente protocolo:

- 1) La participante debe asistir con short o licra que permita la total movilidad y top deportivo.
- 2) Asistir 10 minutos antes de la hora programada.
- 3) Se realizará un precalentamiento y estiramiento guiado por las estudiantes de Fisioterapia de la UDLA.
- 4) A la participante se le colocará una correa alrededor del tobillo y se le solicitará que realice movimientos con sus piernas hacia adelante, atrás, afuera, que flexione y que estire la rodilla lo máximo que pueda una sola vez por movimiento, con el fin de cuantificar su fuerza.
- 5) Se tomarán fotografías desde el ombligo hacia el suelo sin mostrar el rostro.
- 6) Descansa 30 segundos.
- 7) Finalmente, se le realizan los tests de flexibilidad los cuales son:
 - a. Sit and Reach: la participante se sienta en el suelo con las piernas separadas, deberá llevar su tronco y sus brazos hacia adelante lo máximo que pueda, 2 veces y se tomará en cuenta la mayor distancia.
 - b. Spagat o Split frontal: la participante mirando a la derecha deberá separar sus piernas llevando su pierna derecha hacia atrás y la izquierda hacia adelante lo máximo que pueda. Se va a medir con una cinta métrica desde el ombligo hacia el suelo y la distancia entre el pie derecho y el izquierdo. Se realizará lo mismo del lado izquierdo. Spagat o Split lateral: la participante con la vista al frente deberá separar sus piernas lo máximo posible y se le medirá con la ayuda de una cinta métrica desde el ombligo al suelo y la distancia entre sus pies.
 - c. Ely Duncan: la participante deberá ubicarse boca abajo con las piernas estiradas, una de las investigadoras de forma pasiva llevará la pierna de manera que contacte el talón con el glúteo.

d. Se tomarán fotografías desde el ombligo hacia el suelo sin mostrar el rostro.

9. Especifica si hay algún tipo de retribución o remuneración para la participante.

La participante no recibirá ningún tipo de pago por su colaboración en el estudio.

10. Aclara si hay algún costo para la participante.

La participante no deberá pagar por el estudio a ser realizado.

11. Indica el tiempo de duración de la participación en la investigación.

Tiempo aproximado por evaluación 60 minutos.

12. Especifica si existe riesgo mínimo o superior al mínimo para la participante del proyecto de investigación (*físicos o psicológicos*).

La participante no va a sufrir de daño físico o psicológico durante el estudio.

13. Garantiza que la identidad de las participantes se guardará de manera estrictamente confidencial.

Las grabaciones, fotografías y datos personales de la participante no serán publicados ni compartidos con personas externas al estudio.

14. Incluye los teléfonos de las investigadoras y Docente guía en caso de dudas o problemas.

Contactos:

- Daniela Suquillo (Investigadora): 0995100332.
- Andrea Viteri (Investigadora): 0989765644.
- Lic. Verónica Justicia (Docente guía): 00995601336.

15. Se aclara que en cualquier momento del proceso investigativo la participante puede decidir retirarse sin ningún tipo de consecuencias. Su participación es libre y voluntaria.

Debido a que la participación es voluntaria, ante cualquier problema, situación o complicación de la participante y si desea ya no ser parte del estudio, se encuentra en libertad de retirarse de la investigación sin ningún tipo de consecuencia.

16. Brinda cualquier dato o información relevantes no incluidos en los puntos anteriores.

II: Certificado de consentimiento

1. Consentimiento

Se me ha solicitado dar mi consentimiento para que mi representado participe en el estudio de investigación intitulado " Análisis de la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores en relación con la ejecución del salto "Loop" en patinadoras de hielo profesionales". El estudio de investigación incluirá: tres grabaciones de medio cuerpo, por lo cual debe asistir un día regular de entrenamiento a la pista de patinaje donde mi representado usualmente entrena para medir la altura y el tiempo del salto Loop, también se le medirá la fuerza y flexibilidad de extremidades inferiores con un equipo especializado y tests específicos, por lo tanto mi representado debe acudir un día a ser programado a las instalaciones de la Universidad de las Américas en el Campus UDLAPark para las mediciones y la toma de fotografías desde el ombligo al suelo con el fin de proteger su identidad.

Yo he leído la información anterior previamente, de la cual tengo una copia. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre la información y cada pregunta que yo he hecho ha sido respondida para mi satisfacción. He tenido el tiempo suficiente para leer y comprender los riesgos y beneficios de la participación de mi representado. Yo autorizo voluntariamente que mi representado participe en esta investigación.

Firma del representante

Fecha

Nombre de las investigadoras que obtienen el consentimiento:

Daniela Carolina Suquillo Pulupa.

Andrea Vanessa Viteri Benavides.

Firma de las investigadoras

Fecha

II: Certificado de consentimiento

1. Consentimiento

Se me ha solicitado dar mi consentimiento para que participe en el estudio de investigación intitulado " Análisis de la fuerza y flexibilidad de miembros inferiores en relación con la ejecución del salto "Loop" en patinadoras de hielo profesionales". El estudio de investigación incluirá: tres grabaciones de medio cuerpo, por lo cual debe asistir un día regular de entrenamiento a la pista de patinaje donde mi representado usualmente entrena para medir la altura y el tiempo del salto Loop, también se le medirá la fuerza y flexibilidad de extremidades inferiores con un equipo especializado y tests específicos, por lo tanto mi representado debe acudir un día a ser programado a las instalaciones de la Universidad de las Américas en el Campus UDLAPark para las mediciones y la toma de fotografías desde el ombligo al suelo con el fin de proteger mi identidad. Yo he leído la información anterior previamente, de la cual tengo una copia. He tenido la oportunidad de hacer preguntas sobre la información y cada pregunta que yo he hecho ha sido respondida para mi satisfacción. He tenido el tiempo suficiente para leer y comprender los riesgos y beneficios de mi participación. Yo consiento voluntariamente participar en esta investigación.

Firma de la participante

Fecha

Nombre de las investigadoras que obtienen el consentimiento:

Daniela Carolina Suquillo Pulupa
Andrea Vanessa Viteri Benavides

Firma de las investigadoras

Fecha

2. Asentimiento informado

2.1. Asentimiento directo

Se me ha preguntado si deseo o no participar en este estudio de investigación. Conozco que en este estudio se realizarán tres grabaciones de mi salto Loop, por lo cual debo asistir un día regular de entrenamiento a la pista de patinaje donde usualmente entreno para medir la altura y el tiempo del salto; también se me medirá la fuerza y flexibilidad de extremidades inferiores con un equipo especializado y tests específicos, por lo tanto, debo acudir un día a programar a las instalaciones de la Universidad de las Américas en el Campus UDLAPark para las mediciones y toma de fotografías. Las grabaciones y las fotografías se toman desde mi ombligo al suelo para proteger mi identidad y que mi rostro no se vea.

Se me ha explicado en qué consistirá mi participación de manera verbal, y escrita y he tenido la oportunidad de hacer preguntas y han aclarado mis dudas. A cada pregunta que yo he formulado me han respondido y he comprendido. He tenido tiempo suficiente para conocer y comprender los riesgos y beneficios de mi participación. Yo consiento participar en esta investigación.

Nombre del niño/niña _____

Firma del niño/niña _____

Fecha _____

Día/mes/año

2.2. Testigo de asentimiento

Yo he atestiguado que al participante potencial se le ha entregado con veracidad y de modo apropiado para su edad y condición la información del consentimiento informado, de las etapas de la investigación a realizarse en las que potencialmente participará. La participante ha tenido la oportunidad de preguntar sobre las dudas y sabe que no tiene que participar si así no lo desea; sabe también que puede dejar de participar en cualquier momento. Yo confirmo que la participante ha dado su consentimiento libremente.

Nombre del testigo _____

Firma del testigo

Fecha

3. Declaración del investigador o persona que toma el consentimiento

Nosotras hemos leído verazmente la hoja de información al representante de la niña y a la potencial participante y usando lo mejor de nuestra habilidad nos aseguramos que la persona comprenda que se hará lo siguiente:

1. Tres grabaciones del salto Loop y toma de fotografías para el posterior análisis, las imágenes y videos se lo realiza desde el ombligo al suelo para proteger la identidad de la participante.
2. La participante debe acudir un día a ser programado al laboratorio de Fisioterapia del Campus UDLAPark y otro día regular de entrenamiento a la pista de patinaje.
3. Cuantificar la fuerza de miembros inferiores mediante dinamometría.
4. Evaluar la flexibilidad de miembros inferiores con tests específicos (Sit and Reach, Spagat frontal, Spagat lateral y Ely Duncan).
5. Medir la altura y el tiempo de vuelo del salto mediante Kinovea.

Nosotras confirmamos que a la niña y al representante se le dio la oportunidad de hacer preguntas sobre el estudio y todas las preguntas hechas han sido respondidas correctamente y aplicando lo mejor de nuestra habilidad. Nosotras confirmamos que la participante no ha sido obligada a dar su consentimiento. El consentimiento ha sido dado libre y voluntariamente.

Una copia de este formulario de consentimiento informado se le ha entregado a la participante y al representante de la participante _____.

Nombre de las investigadoras que obtienen el consentimiento:

Daniela Carolina Suquillo Pulupa

Andrea Vanessa Viteri Benavides

Firma de las investigadoras

Fecha

ANEXO 2

FORMATO HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

“ANÁLISIS DE LA FUERZA Y FLEXIBILIDAD DE MIEMBROS INFERIORES EN RELACIÓN CON LA EJECUCIÓN DEL SALTO “LOOP” EN PATINADORAS DE HIELO PROFESIONALES”.

FECHA:			
ESCUELA DE PATINAJE:			
REPRESENTANTE:			
NOMBRES Y APELLIDOS:			
FECHA DE NACIMIENTO:		EDAD:	
ESTATURA:		LATERALIDAD:	D Z
TIEMPO QUE REALIZA EL DEPORTE:			
DURACIÓN DEL ENTRENAMIENTO:			
DÍAS A LA SEMANA:			
CATEGORÍA:			

- **ANÁLISIS SALTO LOOP**

DATOS DE KINOVEA	ALTURA (cm):
	TIEMPO DE VUELO:

- **ANÁLISIS DE LA FUERZA EN CADERA**

MOVIMIENTO	INTENTO 1 (N)	INTENTO 2 (N)	INTENTO 3 (N)
FLEXIÓN			
EXTENSIÓN			
ABDUCCIÓN			
ADUCCIÓN			
ROTACIÓN INTERNA			
ROTACIÓN EXTERNA			

- **ANÁLISIS DE LA FUERZA EN RODILLA**

MOVIMIENTO	INTENTO 1 (N)	INTENTO 2 (N)	INTENTO 3 (N)
FLEXIÓN			
EXTENSIÓN			

- **FLEXIBILIDAD**

	SIT & REACH (cm)	SPAGAT FRONTAL (cm)	SPAGAT LATERAL (cm)
VALOR OBTENIDO		Omblogo-suelo Goniometría	Omblogo-suelo Goniometría

