



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN Y DE LA EDUCACION
LICENCIATURA EN EDUCACIÓN FÍSICA CON ORIENTACIÓN EN CIENCIAS
DEL EJERCICIO

**APLICACIÓN DE TEST ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES PARA LA
DETECCIÓN DE ASIMETRÍAS MUSCULARES Y SU INCIDENCIA SOBRE LA
CAPACIDAD DE SALTO UNILATERAL EN PATINADORAS ARTÍSTICAS DE
MODALIDAD LIBRE.**

AUTORA

Sánchez, María Denise

Tutor de Tesina

Lic. Cecilia Prarizzi

Asesor Metodológico

Lic. Marcos Servín Valencia

Córdoba - Argentina

Agosto 2017

**APLICACIÓN DE TEST ESTRUCTURALES Y FUNCIONALES PARA LA
DETECCIÓN DE ASIMETRÍAS MUSCULARES Y SU INCIDENCIA SOBRE LA
CAPACIDAD DE SALTO UNILATERAL EN PATINADORAS ARTÍSTICAS DE
MODALIDAD LIBRE.**

DEDICATORIA

A mis padres, ejemplo de sacrificio, entrega y constancia. Por enseñarme las cosas más importantes que he aprendido. Mi avance en cualquier faceta de la vida, en gran medida se lo debo a ellos.

A mis directores Cecilia Prarizzi y Marcos Servín Valencia, por su paciencia, dedicación y ayuda constante en la elaboración de esta tesina.

A mi compañero Daniel Sancio, por su colaboración en las mediciones realizadas

A la Federación Rosario de Patín Artístico, por abrirme sus puertas

A mis hermanos, por quererme y apoyarme en todo lo que los he necesitado.

Siempre tengo presente, agradezco a Dios por el privilegio de haberlos tenido junto a mí.

Gracias a todos

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	Pág. 8
Capítulo I: INTRODUCCION	Pág. 9
1.1 Introducción	Pág. 10
1.2 Planteamiento del problema	Pág. 15
1.2.1 <i>Problema de investigación</i>	Pág. 17
1.3 Objetivos	Pág. 18
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	Pág. 18
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	Pág. 18
1.4 Hipótesis	Pág. 19
1.5 Justificación	Pág. 20
Capítulo II: MARCO TEÓRICO	Pág.22
2.1 Antecedentes y estado del arte	Pág. 23
2.2.1 Patinaje artístico: Generalidades y Biomecánica.....	Pág. 29
2.2.1.1 <i>Definición del patinaje artístico</i>	Pág. 29
2.2.1.2 <i>Entrenamiento del patinaje artístico</i>	Pág. 32
2.2.1.3 <i>Técnica deportiva del patinaje artístico</i>	Pág. 33
2.2.1.4 <i>Categorías reglamentarias en especialidad libre</i>	Pág. 34
2.2.1.5 <i>Elementos técnicos en una rutina coreográfica</i>	Pág. 35
2.2.1.6 <i>Biomecánica del salto en patinaje artístico</i>	Pág. 36
2.2.1.7 <i>Física e Intervención muscular en los saltos</i>	Pág. 38
2.2.2 Capacidad de salto	Pág. 39
2.2.2.1 <i>Características de salto unilateral</i>	Pág. 39
2.2.2.2 <i>Factores que intervienen en el salto vertical</i>	Pág.39
2.2.3 Asimetrías corporales	Pág. 41
2.2.3.2 <i>Asimetría funcional y desequilibrio muscular</i>	Pág.42
2.2.3.3 <i>Asimetrías funcionales, lesiones y Rendimiento deportivo</i>	Pág.43
2.2.4 Método de evaluación para la detección de asimetrías	Pág.47

2.2.4.1 Test de salto unilateral y bilateral.....	Pág. 48
2.2.4.2 Evaluaciones antropométricas.....	Pág. 50
2.2.4.3 Evaluaciones funcionales	Pág. 54
Capítulo III: MARCO METODOLÓGICO	Pág. 65
3.1 Tipo de estudio	Pág. 66
3.1.1 Tipo de investigación	Pág. 66
3.2 Población	Pág. 66
3.3 Muestra.....	Pág. 66
3.3.1 Criterios de inclusión	Pág. 67
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Pág. 67
3.4.1 Técnicas.....	Pág. 67
3.4.2 Instrumentos	Pág. 68
3.5 Procedimientos de recolección de datos	Pág. 68
3.6 Plan de análisis de datos	Pág. 69
3.6.1 <i>Análisis estadístico</i>	Pág. 70
3.6.2 <i>Análisis correlativo</i>	Pág. 71
3.6.3 <i>Análisis descriptivo</i>	Pág. 71
3.7 Operacionalización de las variables e indicadores	Pág. 72
Capítulo IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	Pág. 73
4.1 Resultados.....	Pág. 74
4.2 Interpretación de los resultados.....	Pág. 84
Capítulo V: CONCLUSIONES Y DISCUSION.....	Pág. 95
5.1 <i>Discusión</i>	Pág. 96
5.2 <i>Conclusiones</i>	Pág.105
5.3 <i>Recomendaciones</i>	Pág.106
5.4 <i>Glosario</i>	Pág.108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pág.113
ANEXOS.....	Pág.116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación propuesta en el libro “Biomecánica de bases neuromusculares de la actividad física y el deporte” (Izquierdo, M; 2008)

Figura 2: Esquema de secuencia de movimiento.

Figura 3: Pirámide de rendimiento. Cook; Huck, 2011

Figura 4: Casamichana Gómez, Tecnologías Low Cost aplicadas al entrenamiento deportivo.

Figura 5: Movimiento Hurdle Step / Paso de Valla. Protocolo FMS

Figura 6: Movimiento In-line Lunge (IN)- Zancada de línea. Protocolo FMS

Figura 6: Déficit 1: Rotación Lateral de Cadera/Valgo de Rodilla (RTC/VR)

Figura 7: Déficit 2: Rotación externa o interna de cadera (REC/RIC)

Figura 8: Déficit 3: Inversión de tobillo (IDT)

Figura 9: Déficit 4: Inclinación Lateral de tronco (ILT)

Figura 10: Déficit 5: Inclinación frontal de tronco (IF)

Figura 11: Déficit 6: Flexión de rodillas de apoyo.

Figura 12: Déficit 8: Tobillo de base elevado (TBE)

Figura 13: Déficit 1: Inclinación lateral de tronco (ILT) y Déficit 6: Rotación Tibiofemoral (RTF)

Figura 14: Déficit 2: Tobillo de base elevado (TBE)

Figura 15: Déficit 3: Inclinación frontal de tronco (IFT)

Figura 16: Déficit 7: Hiperlordosis Lumbar (HL)

Figura 17: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega StaT

Figura 18: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega Stat

Figura 19: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega Stat

Figura 20: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega Stat

Figura 21: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega Stat

Figura 22: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega Stat

Figura 23: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega Stat

Figura 24: Análisis estadístico arrojado por el software estadístico Mega Stat

Figura 25: Comparación en cantidad de personas que obtuvieron déficits musculares entre pierna izquierda vs derecha en la variable Hurdle Step (HS)

Figura 26: Comparación en cantidad de personas que obtuvieron déficits musculares entre pierna izquierda vs derecha en la variable In line-Lunge (IL)

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables e indicadores del objeto de estudio.

Tabla 2: Resultados obtenidos promedio altura de vuelo monopodal (miembro inferior izquierdo y derecho)

Tabla 3: Resultados obtenidos de pliegue cutáneo muslo izquierdo y derecho

Tabla 4: Resultados obtenidos de perímetro muslo izquierdo y derecho

Tabla 5: Resultados obtenidos de Pliegues Cutáneos pantorrilla izquierda y derecha

Tabla 6: Resultados obtenidos de Perímetro Muslo medial pantorrilla izquierda y derecha

Tabla 7: Resultados obtenidos de Perímetro Pantorrilla Máximo

Tabla 8: Déficit Encontrados en el movimiento monopodal HS

Tabla 9: Déficit Encontrados en el movimiento monopodal IL

Tabla 10: Coeficientes de correlación de medidas antropométricas vs altura de salto con pierna izquierda.

Tabla 11: Coeficientes de correlación de medidas antropométricas vs altura de salto con pierna izquierda.

Tabla 12: Coeficientes de correlación de déficit en ejercicios monopodales vs altura de salto con pierna izquierda.

Tabla 13: Moda obtenida en déficit de ejercicios HS/Hurdle Step y IL/ Inline Lunge

Tabla 14: Cantidad de personas que obtuvieron déficit en el ejercicio HS (Hurdle Step) con pierna izquierda.

Tabla 15: Cantidad de personas que obtuvieron déficit en el ejercicio HS (Hurdle Step) con pierna derecha

Tabla 16: Cantidad de personas que obtuvieron déficit en el ejercicio IL(Inline-Lunge) con pierna izquierda

Tabla 17: Cantidad de personas que obtuvieron déficit en el ejercicio IL(Inline-Lunge) con pierna derecha

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue identificar la presencia de asimetrías musculares estructurales y funcionales en extremidades inferiores que puedan influir sobre el rendimiento de la capacidad de salto unilateral en patinadoras artísticas de modalidad libre.

Las evaluaciones se llevaron a cabo durante un torneo zonal en la ciudad de Rosario, con la participación total de 29 deportistas de género femenino (n=29) que practicasen patinaje artístico de modalidad libre pertenecientes a la categoría B de edades comprendidas entre 8 y 12 años.

Para identificar la presencia de asimetrías estructurales se realizó un análisis comparativo entre pierna izquierda y derecha, a través de mediciones antropométricas de perímetro y pliegue en muslo y pantorrilla evaluando diferencias en masa muscular y adiposa. Para medir asimetrías funcionales entre ambas extremidades se realizaron dos test unilaterales del conjunto de pruebas Functional Movement Screen (FMS). Para analizar si dichas asimetrías influyen en la capacidad de salto se correlacionaron las variables estructurales y funcionales con altura de salto de ambas piernas. Dicha altura fue proporcionada por medio del test Contramovement Jump (una pierna-a dos piernas) medidas por una plataforma de salto.

No se hallaron diferencias significativas en masa muscular y adiposa entre pierna izquierda y derecha. Por el contrario, en cuanto al número de déficits evaluados en los dos ejercicios del protocolo FMS (HS) Y (IL), se encontraron diferencias significativas para poder concluir que hay una asimetría funcional consistente entre ambas piernas. Existe correlación inversa moderada entre las variables perímetro muslo y pliegue pantorrilla con la altura de salto, como también hay entre el número de déficits en ambos ejercicios.

Palabras claves: Patinaje Artístico, Asimetrías corporales, Evaluación estructural, Cineantropometría, Evaluación funcional del movimiento (FMS), capacidad de salto unilateral.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El patinaje artístico es un deporte tanto recreacional como competitivo dirigido principalmente a la población infantil y juvenil. La aparición de entidades que regulen esta disciplina generó el crecimiento de categorías consensuadas en distintas partes del mundo.

Poco a poco esta disciplina individual, ha crecido de tal manera que se inicia a la práctica competitiva desde temprana edad.

Existe varias especialidades dentro del patinaje, entre ellas se encuentra la modalidad libre donde el reglamento exige realizar en una rutina coreográfica saltos, trompos y trabajo de piso. Dentro de las exigencias técnicas, todos los saltos ejecutados deben tener una preparación, vuelo y arribo sobre una sola pierna.

Para lograr buenas calificaciones, la patinadora deberá repetir durante meses, días y horas el gesto técnico hasta lograr la técnica deseada. La repetición automatizada junto a las altas intensidades y volúmenes, puede traer aparejado el sobreuso de las distintas estructuras músculo-esqueléticas dando origen a la aparición de asimetrías.

Tal como lo expresa la “Ley de Asimetrías” propuesta por Godin (1903)

“Los miembros superiores e inferiores no se desarrollan de forma simétrica, lo hacen en relación directa al uso de la extremidad o con su grado de función”¹.

Tomando como referencia dicha ley, el sobreuso de una extremidad inferior, en este caso la pierna que ejecuta la caída unipodal de los saltos en el

¹Dufour M, Pillu M., Biomecánica Funcional (bases anatómicas, estabilidad, movilidad, tensiones). Masson S.A. Barcelona.2006. Página 55.

patinaje, podría ocasionar un desarrollo asimétrico en comparación entre ambas piernas.

El sobreuso de unidades musculares producto de la repetición automatizada para lograr la calidad en el gesto técnico podría dar origen a la aparición de una asimetría, entendiéndola como una diferencia entre músculos agonistas y antagonistas de una extremidad, una diferencia entre extremidades superiores o inferiores o un diferencial con un valor previsto (diferencia en tamaño, fuerza o potencia muscular entre dos lados de un mismo músculo)

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo identificar asimetrías musculares (estructural o funcional) en extremidades inferiores que puedan influir en el rendimiento de la capacidad de salto unilateral en patinadoras artísticas de modalidad libre.

En el ámbito del deporte, parece que la asimetría entre extremidades puede ser un fenómeno natural que refleja las demandas del deporte (Hewit et al., 2012; Lake, Lander, y Smith, 2010). Así, por ejemplo, el brazo dominante de un lanzador de béisbol o de un jugador de tenis tendrá una mayor masa muscular y fuerza en comparación con el brazo contralateral, y por lo tanto una asimetría funcional entre los miembros superiores (Hewit et al., 2012). Esto significa que detectando una asimetría propia de la modalidad deportiva y entrenando el lado débil o asimétrico influiría a la mejoría del rendimiento.

Las variables que estudiar serán las asimetrías estructurales medidas a través de evaluaciones antropométricas. Estos datos nos permitirán analizar posibles diferencias entre masa muscular de muslo y pantorrilla entre pierna derecha e izquierda. La información proporcionada nos brindará una comparación entre perímetro y pliegue de cada miembro inferior.

Por otro lado, se pretende evaluar las asimetrías funcionales por medio de dos ejercicios monopodales extraídos del conjunto de pruebas del protocolo Functional Movement Screen (F.M.S.). A través del análisis de patrones de movimiento podremos detectar alteraciones y/o déficits identificando puntos

débiles para luego comparar el número de déficits o disfunciones musculares entre miembro inferior izquierdo (M.I.I.) y miembro inferior derecho (M.I.D.).

Así mismo, se realizará la evaluación de altura de salto de cada pierna mediante una plataforma de salto para evaluar la capacidad de salto unilateral y bilateral.

Para determinar si la presencia de asimetrías influye en la disminución del rendimiento del salto, se realizó un análisis comparativo de las variables altura de vuelo entre M.I.D Y M.I.I.

En primera instancia se pretende realizar un análisis correlacional para determinar y cuantificar una posible relación entre las asimetrías tanto en masa muscular y adiposa, como en las disfunciones musculares entre M.I.I. y M.I.D. con la altura de salto mono y bipodal. Esto nos permitirá analizar si dichas asimetrías influyen sobre la altura de salto.

La correlación expresa el grado de relación entre las variables altura de salto y asimetrías estructurales (masa muscular y adiposa) y funcionales (déficits musculares). Permitted mediante, evaluaciones de salto a una sola pierna y a dos, analizar la relación positiva/negativa con la presencia de asimetrías.

Por otra parte, se intentará realizar un análisis descriptivo de qué déficit o alteración en el movimiento, se presenta con mayor frecuencia en cada pierna para tomar medidas adecuadas en el entrenamiento del patinaje artístico.

Estas medidas, hacen referencia a puntos importantes a trabajar en la preparación física de cada patinadora, según los resultados obtenidos en la evaluación de déficits musculares en el movimiento (véase página 101).

La importancia de estudiar la influencia de asimetrías que afecten el rendimiento radica en obtener parámetros indicadores para la mejora del mismo. Un estudio de las asimetrías permite conocer un perfil físico, resultando interesante evaluar aquellas asimetrías que impliquen una alteración a nivel de

fuerza, coordinación y control postural que puedan llegar a perjudicar el máximo rendimiento deportivo del atleta y en el futuro desarrollar una posible lesión.

Existen investigaciones que hacen alusión a la asimetría entre pierna dominante - no dominante en cuanto valores de fuerza, diferencias neuromusculares, asimetría en masa magra y en mediciones antropométricas. Sin embargo la escasez de estudios, así como los contradictorios resultados en estudios que determinen si la presencia de asimetrías iría en relación con la disminución en el rendimiento, hacen que estas afirmaciones sean tomadas con precaución (Ramírez, 2015).

En el capítulo 1 se abordan las cuestiones teóricas que sustentan el planteamiento del problema, las hipótesis y los objetivos que nos competen en esta investigación.

En el capítulo 2 se intenta resumir las investigaciones previas en relación a nuestro objeto de estudio identificando relaciones y contradicciones, conceptualizando bibliografía de cada autor, metodologías utilizadas, marco de referencia conceptual y niveles de conclusión.

A su vez, se introducen definiciones que hacen al problema, conceptualizando nuestro objeto de estudio. Se abordan aspectos teóricos relacionados al patinaje artístico: definición, entrenamiento, técnica deportiva, categorías reglamentarias, biomecánica y física muscular del salto como exigencia técnica. Se intenta relacionar la definición conceptual de asimetrías corporales y su influencia con el rendimiento deportivo.

En el capítulo 3 se desarrolla la metodología aplicada para el nuestro diseño experimental. Se analiza la población y muestra, criterios de inclusión, enfoque del trabajo, métodos de trabajo, técnicas e instrumentos de análisis y recolección de datos.

En el capítulo 4 se realiza el análisis e interpretación de los datos proporcionados por los test mencionados anteriormente. Se concluye el capítulo haciendo el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos.

En el capítulo 5 hacemos alusión a las conclusiones y discusiones que provee toda la información recopilada y analizada. Se pretende resumir el aporte de esta investigación, como se fueron cumpliendo los objetivos, relacionar los resultados con otros trabajos, etc.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde la visión de la biomecánica, el cuerpo humano debe encontrarse en un determinado equilibrio para moverse lo más eficaz posible. Para que el conjunto de músculos sea funcional, es importante que las estructuras musculares del cuerpo sean proporcionado.

Frente a este enfoque, el correcto funcionamiento del complejo sistema neuromuscular ejerce un papel clave en el control de estabilidad articular². Se debe tener en cuenta este hecho desde diferentes ámbitos relacionados con el deporte para la mejora del rendimiento, prevención de lesiones y una mejor readaptación a la competición tras una lesión (Vanmeerhaeghe & Rodríguez, 2013).

Cada deporte particular, tiene un gesto técnico específico en el que participan diferentes fuerzas y tensiones que pueden conducir a ciertos desequilibrios corporales. La falta de equilibrio muscular puede desarrollarse en muchas personas, como consecuencias de cargas unilaterales³ a las que han sido sometidas (Gottlob, 2008).

Un estudio sobre el análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas (Vanmeerhaeghe & Rodríguez, 2013) menciona como factor de riesgo de lesión, al desequilibrio entre las extremidades inferiores (pierna dominante - no dominante) a nivel de fuerza, coordinación y control postural, observándose con mayor frecuencia en deportistas femeninas.

La existencia de déficits en la manifestación de fuerza y alteración en el patrón de movimiento por parte de uno de los miembros significaría pérdidas o debilidades en la efectividad de ciertas acciones y su corrección podría ayudar a una mejora del rendimiento y por lo tanto prevenir futuras lesiones.

Hablar de asimetrías musculares, para optimizar la calidad de movimiento es un tema poco investigado para las ciencias del deporte. Varias

disciplinas deportivas con características unilaterales en sus gestos técnicos conducen a desequilibrios en músculos alterando su función.

“Las asimetrías pueden provocar una modificación en la mecánica del gesto deportivo, dando origen a la aparición de un desequilibrio funcional entre extremidades que pueden afectar el rendimiento del atleta” (Menzel et al., 2013; Gonzales, 2016; Casamichana, 2016).

He aquí que varios estudios, evalúan por separado extremidades superiores e inferiores analizando las diferencias musculares estructurales o funcionales que podría ocasionar la práctica de una determinada modalidad deportiva.

Izquierdo en su libro titulado *“Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte”* clasifica al patinaje artístico en función de sus particularidades técnicas, como un deporte de exactitud y precisión caracterizado por emplear movimientos de estructura biomecánica estable. En otras palabras esto significa que los elementos exigidos en una rutina coreográfica son definidos de antemano presentando también elevadas implicaciones estéticas.

Por otra parte, el reglamento del patinaje artístico CAP(*) en sus anexos (páginas 248 a 252) menciona como factor importante a evaluar en su juzgamiento para saltos: la velocidad, altura y longitud y para trompos: velocidad a través del piso, y velocidad de rotación. Por lo cual se puede decir que también se caracteriza por ser un deporte en velocidad.

Durante la carrera de un patinador profesional, existe un factor fundamental para conseguir un nivel que le permita participar de competencias de élite. Este factor, podríamos describirlo como el entrenamiento técnico que se encamina a optimizar la calidad y precisión de la ejecución así como la estabilidad de la misma.

El rendimiento del patinador depende de múltiples factores, entre los que se destacan los elementos técnicos coordinativos unipodales (preparación, vuelo y arribo sobre una sola pierna).

En adhesión a la complejidad del deporte, cabe destacar que el reglamento del patinaje artístico de la modalidad libre, exige ciertas características técnicas que deben cumplirse para obtener una buena puntuación. Para ejemplificar este punto, podríamos mencionar que la técnica de salto en la modalidad libre, la caída debe concluir con una sola pierna como punto de apoyo.

Avanzando en nuestro razonamiento es preciso mencionar las potenciales consecuencias de la repetición hasta lograr automatizar dicho gesto.

Los desequilibrios musculares y los factores que influyen en la capacidad de salto debido a la repetición de la caída sobre un solo miembro inferior, la patinadora puede verse expuesta al desarrollo de una posible asimetría corporal ocasionando efectos como: limitaciones motoras en la coordinación con influencia negativa sobre la técnica, bajo rendimiento pliométrico, pérdida en la capacidad de rendimiento específica a la fuerza explosiva y mayor posibilidad de lesión.

Analizando la técnica de salto con caída unipodal que exige el patinaje, nos lleva a plantearnos la siguiente cuestión en relación a la existencia de asimetrías musculares y pérdidas en el rendimiento, apuntándose que la presencia de asimetrías podría ir en disminución con el rendimiento.

Problemas de Investigación

¿Las asimetrías estructurales y/o funcionales podrían influir en la capacidad de salto unilateral en patinadoras artísticas de modalidad libre?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Identificar asimetrías musculares (estructurales y funcionales) en extremidades inferiores que puedan influir en la capacidad de salto unilateral en patinadoras artísticas de modalidad libre.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar las posibles diferencias entre miembro inferior derecho (M.I.D.) y miembro inferior izquierdo (M.I.I.) en masa muscular y adiposa por medio de evaluaciones antropométricas.
- Detectar alteraciones y/o déficits en el movimiento identificando puntos débiles, mediante la evaluación de patrones de movimiento extraídos del protocolo FMS.
- Comparar el número de déficits o disfunciones musculares entre M.I.I. y M.I.D. para evaluar posibles diferencias funcionales entre ambas piernas.
- Determinar y cuantificar la posible correlación entre las asimetrías tanto en masa muscular y adiposa, como en las disfunciones musculares entre M.I.I. y M.I.D. con respecto a la capacidad de salto unilateral.
- Evaluar qué déficit del movimiento se presenta con mayor frecuencia en cada pierna para proponer una guía específica de preparación física en el patinaje artístico.

1.4 HIPOTESIS

H1: Las patinadoras artísticas de modalidad libre presentan asimetrías significativas funcionales o estructurales entre M.I.D. y M.I.I.

H2: Las patinadoras artísticas de modalidad libre que presenten una mayor asimetría funcional o estructural en sus miembros inferiores, obtendrán menor altura de salto unilateral.

H3: Comparando a través de los test monopodales (FMS), el número de déficits o disfunciones musculares (RLC/VR, REC/RIC, IDT, ILT, IFT, FRA, RP, TBE, ILT, TBE, IFT, PD, IT, RT, HL)^(**) entre M.I.I. y M.I.D., las patinadoras artísticas de modalidad libre presentan diferencias funcionales entre ambas piernas.

H4: La ejecución del salto con caída unipodal en patinadoras artísticas de modalidad libre provocaría déficits funcionales alterando el correcto funcionamiento neuromuscular cuando comparo entre miembros inferiores (M.I.I. y M.I.D.)

1.5 JUSTIFICACIÓN

Como se mencionó en el apartado anterior, el propósito de esta investigación radica en identificar asimetrías musculares en extremidades inferiores que puedan influir en la capacidad de salto unilateral en patinadoras artísticas de modalidad libre.

Analizando y detectando diferencias de tamaño, posición o forma que alteren alguna función neuromuscular, nos permitirá observar variables que puedan utilizarse como parámetro de entrenamiento y armado de planes específicos a las necesidades que requiere el deporte.

El presente proyecto de investigación está encaminado a la evaluación de asimetrías estructurales (diferencia en masa muscular) a través de mediciones antropométricas, evaluación de asimetrías funcionales (desequilibrios entre dos lados de un mismo musculo) y evaluaciones de la capacidad de salto a una sola pierna mediante la comparación en la altura de vuelo de cada una. Estos datos que nos brindarán cada uno de los test permitirán comparar posibles diferencias en potencia, masa muscular o déficits/alteraciones en el movimiento pudiendo correlacionarlas para ver su grado de influencia entre cada una de ellas.

Se pretende que los resultados que se obtengan en este estudio, demuestren que las patinadoras s artísticas de modalidad libre, practican un deporte con características asimétricas, donde dicha práctica puede ocasionar la aparición de un desequilibrio muscular que implique una diferencia tanto en potencia, masa muscular o en activación de músculos ocasionando un desequilibrio funcional en miembros inferiores producto de la repetición del gesto deportivo propio de la disciplina.

Por un lado, analizaremos la posible presencia de asimetrías estructurales o funcionales que podría influir en el la capacidad de salto de cada una de las patinadoras y por el otro, mediante un análisis comparativo, evaluar

si dichas variables medidas pueden brindar información valiosa para el armado de un perfil de entrenamiento físico fuera de los patines.

Sin embargo, no se conoce ningún trabajo donde se hayan utilizado de manera conjunta las tres herramientas de evaluación (CMJ/Antropometría/FMS) evaluando asimetrías en deportistas que practiquen patinaje artístico. La aplicación de dichas pruebas aporta información de estabilidad, movilidad y potencia del deportista, pudiendo de esta manera valorar alguna posible asimetría que modifique el rendimiento y por lo tanto su detección podría brindar una ayuda preventiva ante una posible lesión.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPITULO II

2.1 ANTECEDENTES

Estado del arte

La evaluación de cualidades musculares (fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad) mediante el empleo de dispositivos, pesas o simplemente con el propio cuerpo, nos permite obtener criterios objetivos para la detección de asimetrías musculares que pueden predisponer al deportista a presentar patologías por sobrecarga o sobreuso sino se detectan a tiempo.

La escasez en los trabajos de investigación en relación a este tema y la reciente preocupación por este problema, así como los contradictorios resultados de diversos estudios, hacen que ciertas afirmaciones sean tomadas con precaución. Actualmente, la relación entre asimetrías musculares, rendimiento deportivo y riesgo lesivo es una cuestión inconclusa a la espera de nuevos trabajos que ayuden a comprender y a profundizar su comprensión.

Se realizó una selección de antecedentes bibliográficos que demuestran que en varios ámbitos deportivos ya es un tema clave de investigación.

Abián, Abián-Vicén, Sampedro (2012) en su estudio titulado como *“Análisis Antropométrico de la Simetría Corporal en Jugadores de Bádminton”* analizaron diferencias entre el lado dominante y no dominante de las medidas antropométricas en los mejores jugadores y jugadoras españoles de bádminton. Verificaron si el lado del cuerpo donde se realiza la medición podría influir en el cálculo de la composición corporal y del somatotipo. En dicha evaluación se tomaron medidas antropométricas en ambos miembros. El miembro dominante: el utilizado predominantemente en el juego del bádminton y el miembro no dominante: el no utilizado de forma predominante en la práctica del bádminton. Se calculó la composición corporal (peso graso, peso muscular, peso óseo y peso residual) y las componentes del somatotipo (mesomorfia, ectomorfia y endomorfia) tomando como referencia las mediciones de cada uno de los dos lados del cuerpo de forma independiente.

Como conclusión afirmaron que existen asimetrías corporales en los jugadores de bádminton de alto nivel, al encontrarse diferencias en los diámetros óseos y en los perímetros entre el lado dominante y no dominante.

En esta investigación, se realizaron mediciones antropométricas, donde se calcularon pliegues, perímetros, diámetros y longitudes. No se encontraron diferencias significativas entre el lado derecho e izquierdo en ninguno de los 6 pliegues cutáneos en el conjunto de la muestra analizada. Se encontraron diferencias en diámetros y longitudes obteniendo mayores valores en el lado dominante. En el grupo completo todos los perímetros analizados excepto el de la pierna han sido superiores en el lado dominante frente al no dominante. Estas diferencias pueden aparecer en jugadores que practican de forma competitiva deportes de raqueta que son asimétricos ya que se utiliza siempre el brazo dominante para golpear el móvil (bádminton, tenis, squash, etc) lo que hace que se produzcan descompensaciones musculares.

Por otra parte, se han realizado estudios para la detección de asimetrías funcionales con el fin de establecer perfiles de entrenamiento, hacia una dirección de preparación física especializada para cada deportista.

Marochi et.al. (2013) analizaron en base a un análisis de movimiento funcional un perfil de un jugador de rugby, detectando patrones deficientes de movimientos por medio de test funcionales, para el desarrollo de un entrenamiento más específico. El método utilizado para recolectar datos es de carácter cualicuantitativo. Se utilizó como herramienta el protocolo Functional Movement Screen™; método basado en lo que llamamos un “screening de movimiento funcional” o un análisis funcional del movimiento. Es un test que permite la valoración funcional integral evaluando de forma observacional los patrones básicos de movimiento y el control motor del deportista, previo a la participación en un programa de entrenamiento dando objetividad por medio de puntuaciones en un rango numérico de 0 a 3.

Este estudio tuvo como finalidad, brindar por medio del protocolo FMS un perfil de un deportista de rugby para realizar planes de entrenamiento

específicos para dicho deporte. Muestra la finalidad y la objetividad del protocolo como medio para detectar posibles alteraciones del movimiento.

Bell et al. (2014) realizaron un estudio con el propósito examinar asimetrías en masa magra de miembros inferiores que influyen sobre la asimetría en fuerza y potencia durante el salto. Por otra parte, se determinó como la asimetría en fuerza y potencia afecta la altura de salto. Se analizaron 167 atletas. El conjunto de datos incluía atletas de los siguientes deportes: hockey, golf, voleibol y fútbol. Se midió la fuerza y la potencia mediante una plataforma bilateral durante el salto en contramovimiento (CMJ). La masa magra se evaluó por absorciometría de rayos x, los resultados demostraron que la asimetría en masa magra en extremidades inferiores es parcialmente responsable de las asimetrías en fuerza y potencia. Este trabajo evalúa asimetrías en masa magra comparándolas con asimetrías en fuerza y potencia mediante aparatos muy sofisticados para la medición de las mismas. Esto demuestra con mayor fiabilidad la existencia de posibles asimetrías en masa magra.

Rodríguez, González & Sánchez (2015) analizaron la asimetría entre pierna dominante y no dominante en una muestra compuesta por 129 estudiantes universitarios divididos en grupos según el patrón de actividad física semanal. Los resultados reflejaron diferencias en los valores de entre pierna dominante y no dominante para el grupo de actividad física alta no observándose diferencias significativas en el índice de asimetría en función del patrón de actividad física. El siguiente estudio analiza como el ejercicio físico influye en las asimetrías de miembros inferiores. Propone evaluar por medio de tests de saltos unilaterales: test de salto vertical, obteniendo la altura en metros a través de SJ y CMJ, test de salto horizontal realizando impulsos horizontales para alcanzar la mayor longitud.

Troule & Casamichana (2016) analizaron las asimetrías en jugadores de futbol a través de evaluaciones neuromusculares. Con el objetivo de detectar asimetrías y poder diseñar programas de entrenamientos específicos para

mejorar el rendimiento. No se observaron diferencias significativas en las pruebas de evaluación de hop test (test de salto unipodal) pero si observando diferencias significativas en evaluaciones funcionales (FMS) tanto en pierna dominante como no dominante en pruebas de test monopodal.

En este estudio se intentó comparar ambas extremidades inferiores midiendo la altura de salto en centímetros. Estas mediciones fueron realizadas por medio de test funcionales para la detección de asimetrías musculares. Con la utilización de ambos protocolos de evaluación se pudieron detectar asimetrías en jugadores de fútbol para a posterior, diseñar programas de entrenamiento específicos. Por otra parte, el análisis mantuvo la subjetividad intraevaluador a la hora de realizar las evaluaciones.

Otra publicación oficial del Depto. Médico de la Asociación Argentina de Tenis (AAT) en el 13er. Congreso Mundial de Medicina Aplicada al Tenis, por medio de resonancia magnética mostraron que el musculo recto anterior de abdomen en tenistas del lado no dominante (izquierdo en los jugadores diestros) mostraba una gran hipertrofia con respecto al contralateral, confirmándose que la diferencia alcanzada en promedio un 35% en volumen muscular. Dicho estudio, nos permite certificar que la extremidad más utilizada según los requerimientos y las demandas deportivas de cada disciplina podría ocasionar consecuencias asimétricas estructuras musculares.

Del análisis anterior se aprecia que, en muchos aspectos, la evaluación de asimetrías es un tema poco investigado, no del todo conocido. Existe muy poca información sobre las diferencias en masa muscular y diferencias funcionales que pueden presentar los atletas según su modalidad deportiva.

Por otra parte, encontramos estudios en los que el salto unilateral es utilizado como método de evaluación de asimetrías musculares. Entre ellos podemos citar los siguientes trabajos:

Yanci y cols. (2014) expresan que los resultados encontrados en estudios recientes ponen de manifiesto la existencia de diferencias funcionales

entre ambas piernas en la fase de impulso de los saltos realizados, tanto en la vertical como en la horizontal, donde la pierna dominante ha mostrado una menor fuerza de impulso. En este estudio participaron 15 jugadores de fútbol de élite de la categoría nacional de 2ª División B de la Liga de Fútbol Española. Se analizó la capacidad de salto vertical bilateral (CMJ) y unilateral (CMJD y CMJND), la capacidad de salto horizontal unilateral (SHD y SHND), la aceleración en 5 y 15 metros y el umbral anaeróbico individual.

Este estudio utiliza el salto vertical a una pierna para evaluar diferencias entre pierna dominante vs. no dominante considerando como la dominante a la pierna que ejerce el golpeo de balón. Dicha investigación demostró que existen diferencias en la capacidad de salto entre ambas piernas. Los resultados encontrados en el presente estudio ponen de manifiesto la existencia de diferencias funcionales entre ambas piernas en la fase de impulso de los saltos realizados tanto en la vertical como en la horizontal, donde la pierna dominante posee una menor fuerza de impulso.

Borrás, Balias, Drobic, (2015) en su estudio titulado como *“Indicadores de Rendimiento y de Asimetrías en el Salto Vertical”* realizan su investigación con el objetivo de identificar los indicadores de rendimiento y detección de asimetrías en la extremidad inferior. Participaron en el estudio 16 jugadores élite de voleibol, con una media de 26.9 ± 3.5 años, 89.4 ± 8.1 kg de peso y 195 ± 1.3 cm de altura. Los saltos evaluados fueron el squat jump (SJ), el salto con contramovimiento (CMJ) y el CMJ con utilización de brazos (CMJb) ejecutados sobre dos plataformas de fuerzas (Kistler, 1000Hz, filtro Butterworth low-pass 50Hz), una debajo de cada pie. Esta metodología permitió obtener parámetros de fuerza de cada una de las piernas (tanto izquierda como derecha) para analizar las variables que intervenían en el salto vertical y así poder ser analizadas en futuros trabajos que involucren la capacidad de salto como medio para la detección de asimetrías.

El procesado (DIVA Ingeniería) permite obtener datos de fuerza e impulso, tiempo, velocidad, potencia y desplazamiento.

Como resultado obtuvieron que para los 3 saltos existe una diferencia significativa en la fuerza máxima y en el impulso total (relación fuerza/tiempo) de la pierna fuerte y de la débil. Concluyendo que para la detección de asimetrías entre extremidades es recomendable utilizar el impulso total, ya que tiene en cuenta la fuerza realizada durante toda la ejecución del movimiento, mientras que la fuerza máxima se da en un instante concreto del salto.

Abordando el tema de asimetrías corporales en el deporte, el tenis es un deporte considerado completamente asimétrico, dado el gesto técnico predominante, es decir, la utilización de movimientos unilaterales.

Cruz & cols. (1995) intentaron comprobar diferencias entre el miembro dominante y el no dominante en las medidas antropométricas: perímetros musculares y diámetros óseos. Verificaron si estas diferencias influyen en el cálculo de la composición corporal y somatotipo cuando los tenistas son diestros para tomar a posterior medida antropométrica en el hemicuerpo derecho.

Por otra parte, compararon estos datos con un grupo control de nadadores como representante de un deporte no asimétrico.

Concluyeron que el tenis es un deporte asimétrico donde un lado del cuerpo está sometido a mayor actividad que el otro, obteniendo mayores diferencias en tenistas que en nadadores en las medidas realizadas, entre miembro dominante y contralateral.

Este estudio nos permite concluir que deportes con características unilaterales (utilización de un lados o extremidad, más que el otro) puede causar asimetrías corporales provocando una diferencia con respecto a su lateral.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Patinaje artístico: Generalidades y Biomecánica

2.2.1.1 Definición de patinaje artístico.

La historia del patinaje artístico se remonta alrededor de 300 años atrás principalmente en Estados Unidos y Europa. El crédito oficial por la invención del primer par de patines debe atribuírsele a Joseph Merlín, quien expuso en el año 1770, en Londres, sus primeros patines. A partir de la exposición del primer par de patines, en años posteriores, nuevos inventores exhibían modelos más avanzados que irían adecuándose a las necesidades del patinador; las mejoras mecánicas de estos ayudaron al renacimiento del patinaje.

Según la definición de la Real Academia Española puede referirse al patinaje artístico, como una práctica deportiva donde de “patinar” hace alusión al deslizamiento con patines sobre pavimento duro, llano y muy liso.

Esta actividad como disciplina deportiva, con su carácter competitivo se logra consolidar en el año 1924 con la creación de la Federación Internacional de Patinaje de Ruedas (FIPR). La FIPR (Federation Internationale du Patinage a Roulotte) organizó los primeros campeonatos de patinaje artístico en 1947, en Washington, EEUU y actualmente está reconocida por el comité olímpico Internacional como la representante de las disciplinas de patinaje sobre ruedas.

Actualmente, como ente regulador de este deporte se encuentra la Federación Internacional de Patinaje (FIRS) gobernando diversas disciplinas como hockey sobre patines, patinaje artístico sobre ruedas, patinaje de velocidad sobre patines en línea, entre otros deportes sobre ruedas.

La autoridad FIRS reconoce las confederaciones continentales donde las disciplinas deportivas tienen su propio comité y presidente que las gestiona. En el caso del patinaje artístico es el Comité Internacional de Patinaje Artístico (CIPA). En nuestro país es la CAP (Confederación Argentina de Patinaje) es quien regula la actividad del patinaje.

La CAP engloba en su reglamento varias disciplinas del patinaje artístico, con diferentes modalidades de práctica (patinaje libre, en parejas, show, precisión, inline, escuela).

En esta investigación se hará referencia al patinaje artístico sobre cuatro ruedas dispuestas en dos ejes, de forma individual de modalidad libre.

Según el reglamento nacional de patinaje artístico dispuesto por la Confederación Argentina de patín (CAP) define al patinaje libre como.....

“Un programa contenido de la dificultad relacionada entre los pasos y las figuras, ejecutando mediante la interpretación de uno o más fragmentos musicales, por el tiempo prescripto anualmente de las normas para la actividad. La dificultad de un ejercicio libre se divide entre categorías: saltos, trompos y trabajo de piso”.

En esta disciplina deportiva, la patinadora deberá en su rutina coreográfica, sincronizar gestos técnicos tales como saltos (resultante de una rápida distensión de las partes inferiores, seguido de una fase de vuelo con aterrizaje en un solo pie), trompos (rotación del cuerpo sobre uno o ambos pies entorno al eje longitudinal del mismo) y trabajo de piso (ejecución de una serie o secuencia de pasos) , acompañado con una perfecta interpretación de la música por medio de la expresión del cuerpo y sus movimientos.

Como se mencionó en el párrafo anterior, el patinaje artístico posee varias especialidades y modalidades de práctica. Esta variedad y diversidad hace necesaria, como punto de partida, la identificación de factores y características comunes al deporte, para facilitar una orientación más específica y precisa. Abordar aspectos relacionados con la técnica deportiva utilizada en esta disciplina, observar y analizar patrones de movimiento que se utilizan, nos permite identificar con más claridad nuestro objeto de estudio.

El patinaje artístico se puede clasificar como deporte que reúne criterios de similitud u homogeneidad en cuanto a los requerimientos técnicos/motrices de la actividad específica, así como en la relevancia del factor técnico y su

contribución al rendimiento deportivo. En función de sus particularidades técnicas podemos situarlo como deporte de exactitud y expresión. En este grupo se incluyen modalidades con elevados requerimientos de precisión en la ejecución de acciones, que pueden ir unidas con sollicitaciones estéticas u expresivas. La ejecución técnica ha de corresponderse a unos cánones y estereotipos prefijados que sean objeto de valoración por parte de un jurado (Grosser y Neumaier, 1986; Neumaier y Ritzdorf, 1996).

Existe otra propuesta taxonómica en la que se establece una diferenciación de modalidades deportivas en función de la estabilidad o variabilidad de las particularidades cinemáticas y dinámicas de las tareas motrices implicadas en una actividad deportiva (Zhelyazkov, 2001). Entre esta clasificación podemos situar al patinaje artístico como un deporte de estructura cinemática estable, caracterizado por emplear movimientos de estructura biomecánica estable, definida de antemano, y presentar elevadas implicaciones estéticas, en ellas el entrenamiento técnico se encamina a optimizar la calidad y precisión de la ejecución, así como la estabilidad de la misma.

Desde el punto de vista de la ciclicidad de acciones o de los movimientos que integran, el patinaje artístico se puede clasificar como deporte que adopta habilidades cíclicas y acíclicas de forma combinada. Entendiéndose como habilidades cíclicas, aquellas que están compuestas por una serie de fases que se repiten en cada periodo de tiempo con una cadencia determinada (como el deslizamiento continuo en la pista). Dentro de las habilidades acíclicas (habilidades que cumplen con la tarea o el objetivo motriz de una sola realización) el desarrollo de la acción no consiste en la repetición múltiple de una secuencia fija de movimientos, sino que se caracterizan por tener un principio, un desarrollo y un final diferenciado. Este tipo de habilidades implica la realización de un movimiento diferenciado y único o integrado en una secuencia de movimientos, como ser un salto o un trompo.

Como resumen a lo expuesto anteriormente, podemos definir al patín artístico como un deporte de composición técnica, en los que la propia

ejecución de habilidades es objeto de valoración de jueces de la competición, donde la técnica persigue encadenar una serie de elementos o habilidades complejas (combinación de habilidades cíclicas y acíclicas) con el máximo grado de perfección o refinamiento de las acciones (amplitud, ritmo, fluidez y expresividad). El índice de complejidad que normalmente acompaña a los códigos de puntuación reserva los ejercicios más complejos o arriesgados solo a deportistas con elevado nivel de condición física y cualificación técnica.

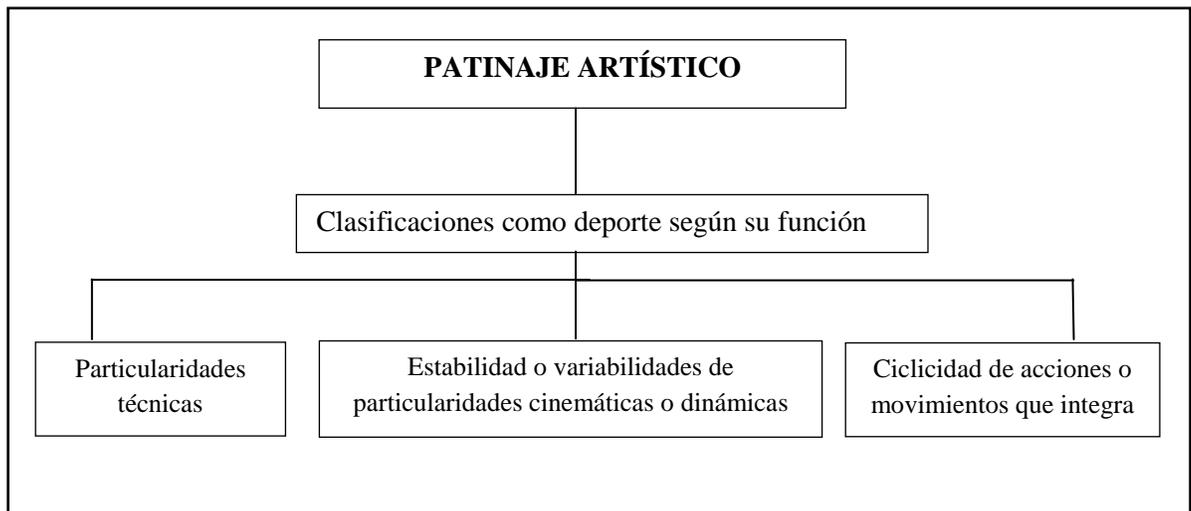


Figura 1: Clasificación propuesta en el libro “Biomecánica de bases neuromusculares de la actividad física y el deporte” (Izquierdo, M; 2008)

2.2.1.2 Entrenamiento en patinaje artístico

Como se explicó en párrafos anteriores, en la rutina coreográfica de las patinadoras se evalúa la ejecución de la técnica deportiva, en base a un modelo ideal establecido. El juez, que ha sido entrenado en la observación de estos gestos técnicos, es el encargado de emitir una puntuación que valora la realización correcta de saltos, trompos y trabajo de piso.

El patín artístico se caracteriza por sus exigencias motoras a la hora de la competencia y el entrenamiento. Para lograr la técnica correcta en cuanto a saltos, giros y trabajo de piso, la patinadora deberá poseer una buena condición

física, donde se requiere fundamentalmente de la contribución las capacidades condicionales: capacidades en las que se basan sobre todo en procesos energéticos como la fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad y las coordinativas basadas sobre todo en procesos de regulación y conducción del sistema nervioso central: equilibrio, orientación, ritmo, acoplamiento. Weineck (2005).

La patinadora deberá someterse a entrenamientos diarios, con la repetición de un mismo patrón de movimiento, durante horas para lograr la técnica deseada. Esto genera que los aspectos técnicos exigidos por el reglamento (tanto saltos y trompos) este en constantemente proceso de observación y análisis por parte de los entrenadores y preparadores físicos con el propósito de corregir, perfeccionar y optimizar el rendimiento deportivo y fundamentalmente prevenir futuras lesiones musculo esqueléticas.

2.2.1.3 Técnica deportiva del patinaje artístico

Retomando la clasificación en función a sus particularidades técnicas, se puede decir que el patinaje artístico se basa principalmente en la ejecución correcta y exacta de los elementos preestablecidos por el reglamento. He aquí el punto clave, donde la técnica deportiva pasa a ser el eje central del deporte en sí.

Existen varias definiciones en la literatura sobre técnica deportiva, es por eso que proponemos resaltar la definición que establece Bompa (1983) atribuyendo a la técnica como la manera de ejecutar un ejercicio físico. Cuanto más perfecta sea la técnica, menor energía necesaria para conseguir el resultado.

El concepto de técnica deportiva según lo propone Izquierdo (2008) en su libro “Biomecánica de las Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte”, resalta ideas y rasgos comunes en todas las definiciones encontradas en la literatura científica. Estas ideas se asocian a características comunes en todos los deportes:

- **Rendimiento:** considerando al dominio técnico como un factor principal del rendimiento deportivo. El grado de dominio y eficacia que los deportistas adquieren en la ejecución de habilidades técnicas específicas representa un factor determinante/crítico para la obtención de resultados deportivos.

- **Conjunto de movimientos:** se asocia a la técnica como ejecución de movimientos o habilidades motrices durante la práctica deportiva.

- **Reglamento:** la acepción técnica deportiva se encuentra unida a la idea de un reglamento como consecuencia de que las habilidades motrices han de ponerse en práctica en el marco de las normas competitivas pre establecidas. En consecuencia, el concepto de técnica deportiva no puede atender de manera indiferenciada al objetivo de consecución de un resultado, sino debe ceñirse al marco reglamentario, específico de cada disciplina, que en ocasiones conlleva a que el deportista no pueda emplear las soluciones biomecánicamente más efectivas, sino aquellas que se encuentren dentro de los límites que establezca el reglamento vigente.

Existen diferentes rasgos diferenciadores sobre el concepto de técnica deportiva según la disciplina en la que el atleta participe. Estos rasgos pueden diferenciarse según la búsqueda de la eficacia, la economía, el estereotipo o la adaptación.

El patín artístico engloba la búsqueda hacia un estereotipo, donde el objetivo último del entrenamiento técnico es la búsqueda del más elevado refinamiento de los movimientos para reproducir lo más fielmente posible los estereotipos o modelos de ejecución que se consideran de máxima perfección y dificultad.

En disciplinas como la gimnasia, el patinaje y natación sincronizada, el rendimiento obtenido por los deportistas presenta vinculación directa con su maestría deportiva, dado que existe un jurado que valora el grado de acercamiento de las acciones que ejecuta el deportista respecto a unos modelos ideales que se encuentran definidos de antemano y representan la

forma óptima de ejecutar cada elemento. Es por eso, que la ejecución de habilidades motrices de estos tipos de deportes se encuentra constantemente sometida al proceso de análisis y observación por parte de profesionales de la actividad física y el deporte.

2.2.1.4 Categorías reglamentarias en la especialidad de patinaje libre

La carrera deportiva en patinaje libre se da por medio de categorías desde etapas formativas: categoría C (C4, C3, C2, C1); categoría B (B promocional, B3, B2, B1) ; categoría A (nacional e internacional). Cada categoría depende del nivel de dificultad que vaya superando el/la patinadora.

El patinaje libre se caracteriza por la presentación de una coreografía individual cuyo objetivo es combinar elementos técnicos como saltos, giros y trabajos de pie con música.

En una competencia, las categorías avanzadas deben realizar obligatoriamente dos programas: un programa técnico o corto, de menos duración y un programa libre o largo de mayor duración.

Los elementos técnicos dentro de una rutina coreográfica en patinaje libre varían según las categorías en la que se encuentre el patinador:

- **CATEGORIA C:** combinaciones de figuras, saltos de simple vuelta, giros o trompos en dos pies y en uno, combinaciones o sucesiones de varios saltos seguidos de vuelta simple, trompos y giros agachados de diferentes filos.
- **CATEGORIA B:** saltos de doble vuelta, giros y trompos con deslizamientos previos, combinaciones de saltos dobles y trompos con cambio de pie, manejo de suelo y filos de patín artístico.
- **CATEGORIA A:** saltos triples y cuádruples, combinaciones de trompos parados y agachados, combinaciones de saltos dobles y triples.

2.2.1.5 Elementos técnicos dentro de una rutina coreográfica

1. Saltos

Se denomina “salto” a todo movimiento que comprende una acción de despegue de la superficie de la pista, una evolución en el aire y un retorno a la superficie.

2. Giros

La característica de los giros son las vueltas que debe generar el/ la patinadora durante una rotación sobre el eje de los patines. Se busca mantener una buena velocidad de rotación acompañada de una correcta posición del cuerpo durante la realización del mismo.

Los responsables del mantenimiento de una buena postura corporal durante el giro son fundamentalmente los músculos de la espalda (Dorsal Ancho, Trapecios, Romboides) y glúteos (Medio e inferior)

3. Secuencias obligatorias de pasos

La secuencia obligatoria de pasos, es la ejecución de elementos técnicos sobre los patines y la utilización de los filos involucrando la parte artística. No contiene tanto esfuerzo físico por parte de las capacidades condicionales pero contiene en su mayoría capacidades coordinativas (agilidad, coordinación, acoplamiento).

En un programa largo de patinaje artístico, los patinadores deberán demostrar todos los elementos de máxima dificultad que sepan realizar según en la categoría en la que se presenten. La coreografía deberá ser equilibrada en cuanto al número de saltos, giros y secuencias obligatorias de pasos.

2.2.1.6 Biomecánica del salto en patinaje artístico

Dado nuestro objeto de estudio, el análisis sobre la capacidad de salto unilateral en patinadoras artísticas de modalidad libre. Es esta sección, intentaremos explicar y detallar la técnica utilizada en unos de sus elementos obligatorios: los saltos.

Para poder realizar una observación estructurada y sistematizada del movimiento, es necesario conocer el modelo de ejecución técnica de la habilidad motriz que se realiza en esta disciplina deportiva.

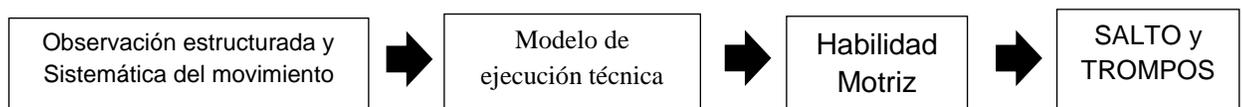


Figura 2 .Esquema de secuencia de movimiento

La Confederación Argentina de patín (CAP), en su reglamento, define al salto como *“la resultante de una rápida distensión de las partes inferiores, seguido de una fase de vuelo con aterrizaje en un solo pie”*

Los saltos ejecutados en el patinaje artístico, son codificados según normas que definen el número de rotaciones requeridos y el coeficiente de dificultad. Debido a los niveles más altos de rendimiento que se muestran en este deporte a nivel nacional e internacional, existe una considerable presión sobre las/los patinadoras/es para realizar saltos y trompos más difíciles desde edad más joven. En el alto rendimiento, muchos atletas comienzan a trabajar saltos en eje doble (cualquier salto simple con giro añadido) y triple (cualquier salto simple con dos rotaciones añadidas) desde los once años de edad.

Dentro de las características técnicas que exige el reglamento del patinaje artístico, establece que en todos los saltos ejecutados, el aterrizaje de los mismos, debe suceder sobre una sola pierna, donde los brazos serán

abiertos asumiendo una posición de balanceo. Las caídas de los saltos por lo general se establecen con la pierna derecha si la patinadora gira hacia la derecha (sentido horario). Es decir el aterrizaje será con la pierna contraria a la que realiza el impulso para generar la rotación.

El patinaje artístico, establece elementos técnicos unipodales (preparación, vuelo y arribo con una sola pierna), donde la patinadora deberá ejecutar sobre su lado dominante el impulso del mismo y generar una rotación en el aire.

2.2.1.7 Física e intervención muscular en los saltos

2.2.2 Capacidad de salto

2.2.2.1 Características del salto unilateral

Hay una tendencia en los seres humanos de usar preferentemente un lado del cuerpo u otro. En ciertos actos voluntarios se caracteriza la preferencia lateral y/o lateralización.

Se puede definir a la preferencia lateral como la supremacía de un hemisferio cerebral por sobre otro, lo que proporcionará la preferencia del uso de un hemicuerpo respecto al otro. Por otra parte, hacemos referencia a la lateralización al proceso a través de lo cual una persona, en su niñez, llega a hacer un uso preferente de un segmento sobre su simétrico del cuerpo en base a la lateralidad que posea. (Dorochenko, 2009).

En el deporte, la lateralización es clave para el desarrollo de la motricidad y el rendimiento. El uso preferente de un hemicuerpo por sobre otro, es determinante en ciertos deportes de predominio unilateral, como el tenis, lanzamiento de peso o jabalina, bádminton, entre otros.

El salto unilateral (aquel realizado con una sola extremidad inferior ya sea izquierda o derecha) ha sido utilizado, en varios estudios, como valoración del rendimiento funcional del atleta.

2.2.2.2 Factores que intervienen en el salto vertical

La capacidad de salto es una de las cualidades más utilizadas en muchos deportes colectivos e individuales (voleibol, baloncesto, salto en altura, etc).

El salto vertical es la capacidad de levantar el centro de la gravedad lo más alto posible en el plano vertical. Dicho movimiento requiere de un mecanismo complejo de coordinación motora entre las extremidades superiores o inferiores.

El objetivo principal de un entrenamiento es obtener un elevado alcance de salto, pudiendo obtener el máximo rendimiento a su transferencia al juego o deporte particular (Iglesias, 1994).

Esta cualidad está compuesta por fuerza, velocidad y agilidad basada en varias variables independientes específicas, donde cada una puede afectar o favorecer al rendimiento final del mismo. Si dichas variables pueden ser identificadas con su estudio, se pueden manipular cada una de ellas para lograr maximizar el rendimiento deportivo (Weiss, Relyea and prost, 1997)

A la hora de plantear un entrenamiento orientado a la mejora de la capacidad de salto, se debe considerar factores principales que condicionan su rendimiento.

Dicho lo anterior, uno de los factores a considerar es la fuerza con la que el musculo se contrae y la velocidad con la que es capaz de generar tensión durante el salto. Es decir que la altura del mismo está condicionada por la velocidad vertical en el momento de despegue y del ángulo con el que se proyecte el centro de gravedad (Molina et al, 1994).

Se puede considerar que la altura de vuelo del salto vertical requiere de la fuerza de contracción como la velocidad la que se genera tensión. Este factor depende a su vez de dos componentes: la velocidad de reclutamiento y la activación de motoneuronas implicadas en el salto.

Por otra parte, se debe tener en cuenta la eficacia con la que se ejerce el control motor, es decir la coordinación motora entre músculos agonista-antagonista como intramuscular ²e intermuscular³.

El sobreuso de las unidades musculares que participan en la caída del salto unipodal podría ocasionar un déficit unilateral. Este concepto se puede

² Coordinación Intramuscular: consiste en mejorar los procesos que facilitan la producción de fuerza: reclutamiento de unidades motoras, frecuencia de estímulos, sincronización y actividad refleja del musculo, así como reducir los mecanismos inhibidores de la máxima tensión muscular.

³ Coordinación Intermuscular: Acción de mejorar la eficacia en la ejecución de un movimiento deportivo gracias a la cooperación de múltiples músculos que desarrollan la fuerza en el momento justo

entender como como una diferencia o descompensación que puede existir entre una pierna y otra, entre los mismos grupos musculares de diferentes extremidades o grupo de músculos de la misma extremidad. (Fernandez Ayala, Baeza, SanMartín,Picci)

Desde el punto de vista neuromuscular el déficit unilateral se relaciona a con una menor activación de unidades motoras de la musculatura implicada, desarrollando una diferencia entre la parte derecha e izquierda.

La caída del salto sobre un solo lado del cuerpo puede ocasionar efectos sobre limitaciones motoras en la coordinación intramuscular e intermuscular, bajo rendimiento pliométrico, pérdida de la capacidad de rendimiento de fuerza explosiva y mayor posibilidad de lesión.

Las cargas físicas unilaterales pueden originar sobrecargas en el sistema musculo esquelético creando desequilibrios musculares que pueden dar origen a la aparición de asimetrías.

2.2.3 Asimetrías corporales

Es necesario, comprender de qué hablamos cuando nos referimos a la asimetría. La RAC (Real Academia Española) la define como “*falta de simetría, correspondencia exacta de forma, tamaño o posición de las partes de un todo*”.

Partiendo de dichas acepciones, podemos decir que una asimetría muscular hará referencia a la debilidad y/o desproporción de músculos que carecen de correspondencia en lo que refiere a tamaño, posición y/o forma que altere su función.

Basándose en el concepto de “déficit unilateral” como una diferencia o descompensación que puede existir entre un miembro inferior izquierdo y derecho, una asimetría muscular puede referirse a desequilibrios que pueden desarrollarse a nivel muscular, producto de la utilización de cargas unilaterales.

En el ámbito del deporte, las asimetrías pueden provocar una modificación en la mecánica del gesto deportivo, dando origen a la aparición de

un desequilibrio funcional entre extremidades que pueden afectar el rendimiento del atleta y el riesgo de padecer una lesión en el sistema musculoesquelético.

Un deportista que ejerce una carga de esfuerzo unilateral debido a las implicancias del gesto técnico que exige su modalidad deportiva, podría estar relacionado con la aparición de un déficit funcional.

Tal como expresa Newton et al (2006)

"La aparición de déficits funcionales puede estar asociado a las connotaciones de un programa de entrenamiento o a las demandas biomecánicas de una determinada modalidad deportiva".

Desde la visión de la biomecánica, el cuerpo humano debe encontrarse en equilibrio para moverse lo más eficaz posible. Si el equilibrio muscular es óptimo, los músculos se activarán en el orden correcto y de la forma más económica.

Para que un conjunto de músculos sea funcional, las estructuras del cuerpo deben ser proporcionadas. Ahonen y cols (2001) en su libro titulado "Kinesiología y anatomía aplicada a la actividad física" expresan que

"Los rendimientos deportivos óptimos presuponen un buen equilibrio muscular. En las disciplinas puntuales como son el patinaje artístico y la gimnasia, dicho equilibrio se muestra en movimientos realizados con posturas correctas"

Finalmente conjunto de músculos proporcionados y equilibrados significaría ganancias en el rendimiento deportivo, óptima calidad de movimiento y una ayuda importante para prevenir futuras lesiones.

2.2.3.2 Asimetría Funcional y Desequilibrio Muscular

Los términos asimetría funcional, "Functional Asymmetries" y desequilibrio muscular "Muscular Imbalance" han sido utilizados indistintamente en la literatura. Es por ello que es importante aclarar dichos conceptos para

entender nuestro objeto de estudio, diferenciando los términos asimetría funcional y debilidad muscular.

En concreto, tal como lo menciona Fouinsekis, Elias & Vegeneas (2010) ⁴*“La diferencia de fuerza entre extremidades inferiores se conocen con el termino de asimetrías funcionales”*.

Jones and Boumpouras (2010) & Hui Ying Luk, (2013) ⁵mencionan como asimetría funcional a los *“Déficits o desequilibrios en la manifestación de fuerza contralateral al realizar una misma acción”*.

Los desequilibrios en la manifestación de fuerza en miembro contralateral es la relación establecida entre el grupo muscular evaluado, comparado con su homónimo contralateral. Es decir que tienen que ver con compensaciones musculares que pueden alterar el lado contrario de cualquier extremidad.

Un desequilibrio muscular hace referencia a la alteración en la manifestación de fuerza entre musculatura agonista y antagonista de un mismo miembro. Es decir que se produce una facilitación de los músculos antagonistas y una inhibición de los agonistas, lo que conduce a un patrón de movimiento alterado. Una falta de equilibrio muscular, puede estar ligado a estrés, fatiga y movimiento insuficiente (falta de variedad en el movimiento) o movimiento repetitivo.

He aquí un ejemplo citado por Rodriguez (2016) en su estudio:

“Un jugador de tenis probablemente tenga mayor masa muscular y fuerza en su brazo dominante y la práctica de futbol o baloncesto a nivel profesional genere dominancias en el segmento inferior de los sujetos deportistas”

Ambos ejemplos representan lo expuesto anteriormente: un brazo de un jugador de tenis podría presentar una asimetría funcional debido a las demandas físicas que requiere del gesto técnico dicho deporte. Repetir reiteradas veces un mismo patrón de movimiento, el atleta obtendrá en su lado

⁴(citado por Rodriguez et.al, 2016)

⁵(Citado por Ramírez, 2015)

dominante más masa muscular y fuerza en comparación con el brazo contralateral.

Estas dominancias pueden desarrollar una asimetría funcional entre miembros superiores o inferiores que pueden ser causantes o no, de desequilibrios musculares que lleven a desencadenar una lesión producto de mal acondicionamiento físico alterando el rendimiento deportivo.

2.2.3.3 Asimetría funcional, lesiones y rendimiento deportivo

La preparación física del deportista hacia un entrenamiento preventivo, ha sido una de las cuestiones que a lo largo de los últimos años ha captado interés en los profesionales del ámbito de la actividad física. Numerosos trabajos de investigación científica han logrado dejar en claro los beneficios que brinda evaluar las capacidades condicionales de manera funcional dependiendo de las demandas y solicitaciones particulares de cada deportista.

Según lo expresa el profesor Antonio Martínez en su artículo titulado como *“Perfil Preventivo: un herramienta de valoración funcional”* en el 11° Congreso Argentino y 6° Latinoamericano de Educación Física y Ciencias del ejercicio:

“La intervención “de performance” está mutando hacia una nueva perspectiva de programación y prescripción de entrenamiento donde los aspectos implicados no son solo los requerimientos metabólicos de cada deportista sino además aspectos anatómicos funcionales y biomecánicos de cada deporte en particular y deportistas en especial”

La biomecánica en la actividad física y deportiva, se aplica en los deportistas con el fin de corregir defectos en la técnica para ayudar en el entrenamiento y evitar el riesgo de padecer alguna lesión. Analizar el gesto técnico y principios mecánicos aplicados al funcionamiento del aparato locomotor de cada atleta, permitirá detectar si existen deficiencias en la capacidad del músculo al generar tensión. Una diferencia en la capacidad de generar tensión durante la contracción muscular, por parte de uno de los

miembros (superiores o inferiores) implicaría una disminución en el rendimiento⁶.

Exigir una técnica propia en cada deporte a cada atleta, requiere de diferentes componentes de condición física. Es importante valorar funcionalmente si las demandas generadas por las exigencias diarias, de un mismo gesto repetido, por horas semanales de práctica, pueden alterar el correcto funcionamiento del complejo sistema neuromuscular, dando origen a asimetrías funcionales producto de las exigencias de cada modalidad deportiva.

Tal como se expresa en la figura 1.2, podemos observar la importancia de los patrones de movimiento como base para una “Pirámide de Rendimiento”, representando en un sistema piramidal la importancia de los patrones de movimiento, estabilidad y movilidad como base para el desarrollo óptimo deportivo del atleta. Este razonamiento lleva a interpretar que si un patrón básico de movimiento se encuentra limitado, llevan a desarrollar alteraciones y compensaciones que disminuyen el rendimiento, el aprendizaje motor y aumentan el riesgo de lesión.



Figura 3. Pirámide de rendimiento. Cook; Huck, 2011

⁶Prof. Lic. Abrutsky Marcos, “Biomecánica y Análisis del movimiento”.

El aparato locomotor debe ser entendido desde la globalidad, entendiéndose que el correcto funcionamiento del complejo sistema neuromuscular. Una deficiencia en la secuencia de activación muscular (alteración en el patrón de movimiento) puede hacer que el atleta no se encuentre en su mejor etapa de rendimiento y así conlleve al desarrollo de posibles lesiones.

La existencia de asimetría es un hecho constatado en la literatura, siendo un factor relevante relacionado con el riesgo de sufrir alguna lesión y sobre todo causante de pérdidas de rendimiento.

Múltiples factores pueden contribuir al desarrollo de una asimetría funcional en atletas. En deportes considerados asimétricos por su entrenamiento unilateral, pueden presentar una alteración en el equilibrio de las fuerzas de los músculos que actúan sobre una articulación pudiendo provocar alteraciones en la postura del atleta. (Gottob, 2008).

Existe una variedad de factores que predisponen a los atletas a disminuir su rendimiento y desencadenar una lesión. En deportes de equipo, tales como fútbol, basquetbol o el hockey se da totalmente de forma circunstancial la dominancia lateral⁷, pudiendo cambiar en cada acción, según los requerimientos de la situación. La existencia de déficits en alteraciones en la manifestación de fuerza por parte de uno de los miembros significaría pérdidas y debilidades en la efectividad de ciertas acciones y detectar ciertos desequilibrios musculares en la movilidad, debe garantizar que información objetiva para establecer programas de acción y lograr un aumento en el rendimiento deportivo del atleta.

Como se puede apreciar en la figura 1 podemos observar que existen varios factores desencadenantes que predisponen al atleta a una asimetría funcional. La repetición de un gesto técnico durante un entrenamiento diario, la

⁷Dominancia lateral: el uso preferente de un hemicuerpo por sobre otro.

posición del jugador (en deportes de conjunto) la edad, el sexo influyen en la performance competitiva.

El análisis de estos factores de riesgo proporciona una guía práctica a la hora de diseñar tareas dentro de un plan de prevención adecuado a cada especialidad deportiva. Será útil tanto para entrenadores y preparadores físicos utilizar estas herramientas para la mejora del entrenamiento físico especializado de cada atleta y disciplina deportiva.

Dado a un análisis global de calidad de movimiento, se pueden obtener criterios objetivos para aumentar el rendimiento deportivo del atleta.

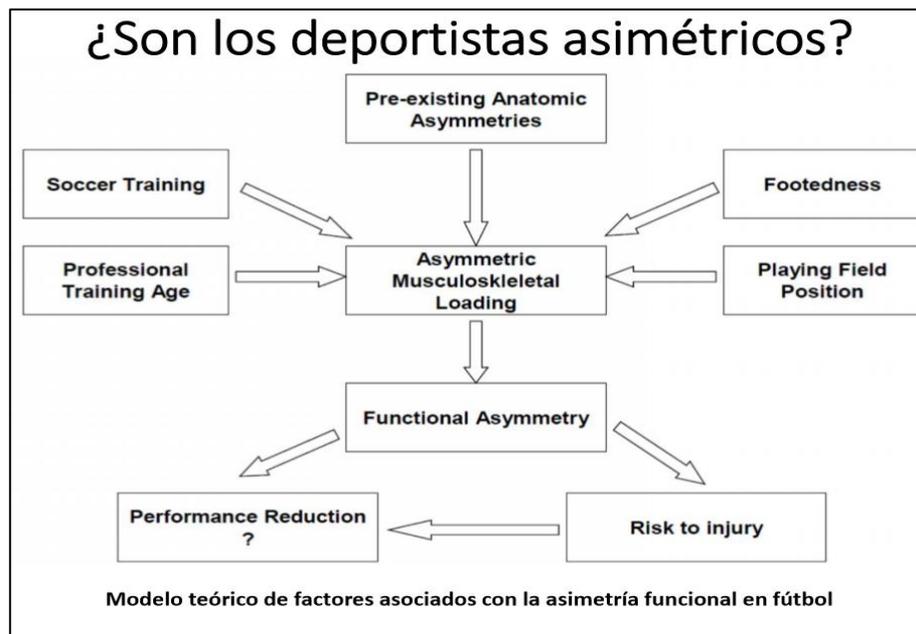


Figura 4. Casamichana Gomez, Tecnologías Low cost aplicadas al entrenamiento deportivo.

2.2.4 Método de evaluación para la detección de asimetrías

Los profesionales abocados al rendimiento deportivo, tales como fisiólogos y entrenadores, suelen referir grupos fundamentales de factores condicionantes:

- **Orgánico-funcional:** representa la capacidad intrínseca del sujeto de producir energía mecánica;
- **Factor estructural:** representado por las características antropométricas-
- **Factor coordinativo:** que indica la capacidad del sujeto de organizar, controlar y seguir un movimiento, estando por tanto este factor condicionado por las cualidades técnicas.

Dado el análisis de los estudios realizados para detectar posibles asimetrías que puedan afectar el rendimiento deportivo, se realizó una selección de test que pudieran evaluar de forma separada las extremidades inferiores.

La selección de dichas evaluaciones se realizó con el fin de evaluar asimetrías estructurales (diferencia en masa muscular y adiposa) y funcionales (diferencia en potencia y déficits en el movimiento) para correlacionarlas entre si y analizar su influencia en rendimiento.

2.2.4.1 Test de salto unilateral y bilateral

La técnica más eficiente de un gesto deportivo es la consecuencia del aprovechamiento racional de las leyes mecánicas del movimiento. A partir de los principios biomecánicos conocidos el salto vertical está formado por las siguientes fases: preparación, impulso, vuelo, caída.

Los tests de salto vertical son frecuentemente utilizados para evaluar la potencia de la musculatura extensora de las extremidades inferiores.

En el patinaje artístico de modalidad libre, existe como elemento técnico obligatorio la ejecución de salto con caída unipodal. Tanto este deporte, como en otros, la potencia es una de las características más importantes para lograr el éxito deportivo.

Dado que, en sus exigencias técnicas, el salto se manifiesta con mayor énfasis para lograr buenas calificaciones, se realizó una selección de test basado en el método inventado por el italiano D. Carmelo Bosco, llamado "Test de Bosco". Dichas evaluaciones cuenta con una serie de determinados saltos (principalmente seis) siendo una herramienta útil para valorar las características individuales y la selección de la cualidad específica de cada atleta.

Su principal objetivo es valorar la capacidad de salto ejecutante brindando información sobre la altura del salto así también como su potencia.

Si bien hay diferentes técnicas para evaluar el salto, actualmente existen dispositivos prácticos como las plataformas de contacto que permiten aumentar la precisión en la evaluación de este gesto motor. La plataforma de salto es una alfombra de contacto que utiliza un cronómetro automático. Es una estructura plana semi-rígida, plegable y portátil. Al evaluar el salto permite tener en cuenta: la velocidad de despegue, el tiempo de vuelo y el tiempo de contacto.

Test de salto Abalakow

Nos permite conocer los beneficios que de la acción de los brazos tiene sobre la capacidad de salto vertical. Este test ha sido elegido para evaluar la capacidad de salto de las patinadoras debido a su parecido con el gesto técnico que realizan en el deporte.

Posición inicial: Sobre la plataforma de contacto, la persona deberá comenzar el test en posición erecta. Desde una flexión de piernas a 90° y debe realizar el salto con extensión de sus miembros inferiores sumado al empuje de sus miembros superiores.

Test de salto Abalakow (a una pierna)

Con el fin de realizar una evaluación para detectar diferencias en la potencia entre pierna izquierda y derecha se realizó el mismo test pero con cada miembro inferior por separado.

Posición inicial: el sujeto se coloca sobre una plataforma de salto y deberá flexionar la pierna izquierda o derecha tanto como lo desee, realizando a posterior un salto con impulso de brazos. Durante la fase de vuelo, el cuerpo permanecerá extendido y la caída se producirá sobre el mismo lugar que la batida. Se realizaran tres intentos con cada pierna.

2.2.4.2 Evaluación Antropométricas

Según el diccionario de Oxford de Medicina y Ciencias del Deporte define La Antropometría como

“Una medición del tamaño y las proporciones del cuerpo humano y sus distintas partes los estudios exactos de este método han determinado valores ideales para las dimensiones corporales de los atletas en distintos deportes. Sin embargo, los deportistas que se desvían del ideal, pueden, a pesar de ellos, sobresalir en las competiciones porque factores distintos a los atributos físicos afectan al rendimiento deportivo”

La Cineantropometria es la ciencia que abarca el estudio de la morfología y la composición corporal humana, y que constituye una interface entre la estructura, el movimiento y la función; también puede establecer una ligazón entre la anatomía y la performance. (William D. Ross y Michael MarfellJones, 1990)

Estas evaluaciones utilizan el método Phantom para la evaluación del crecimiento proporcional está esencialmente basado en un concepto de una referencia humana teórica arbitraria

Los valores y la escala Phantom *“constituyen un modelo de referencia humana unisexuada, simétrico bilateral, no dividido por grupos etarios”*, a lo cual se puede agregar que no discrimina grupos por raza o etnia, ni por nivel de aptitud física. Es un método que permite determinar sensiblemente las

diferencias intra-individuales e inter-individuales de las dimensiones y proporciones del cuerpo humano.

Los resultados obtenidos por este método, que permite valorar las hipertrofias e hipotrofias, regionales o localizadas, de las dimensiones corporales humanas. Es aplicable al estudio de la proporcionalidad humana, durante el crecimiento y el desarrollo de los seres humanos, independientemente de la edad, el género, la raza o etnicidad, la actividad ocupacional y la actividad deportiva, al comparar cada variable con la tabla de referencia única de Proporcionalidad Phantom.

Pliegues cutáneos

La medición de los pliegues cutáneos utiliza un calibrador de forma de pinza para estimar la grasa ubicada a nivel subcutáneo, de ciertos sectores del cuerpo humano de forma razonablemente cuidadosa (Rodríguez y cols. 2001). Las zonas del cuerpo más comúnmente utilizadas para medir los pliegues cutáneos son; subescapular, tricipital, pectoral, bicipital, axilar, abdominal, suprailiaco, muslo y tibial. Todas las medidas se realizan por convención al lado derecho del sujeto y con éste de pie.

Perímetros corporales

Las medidas de los perímetros corporales consiste en tomar la circunferencia de ciertas zonas del cuerpo, entre ellas se encuentra: tórax, cintura, glúteos, muslo, pantorrilla, brazo, antebrazo, entre otros. Para estas medidas se utiliza una cinta métrica de tela, acero flexible o de plástico, de 0.5 cm. de ancho e inextensible. Todas las mediciones se realizan tanto al lado derecho como izquierdo del individuo (Ortiz 1999).

Medición de pliegue y perímetro de muslo y pantorrilla

Pliegue cutáneo de muslo y pantorrilla

Técnica de medición: El sitio del pliegue cutáneo debería ser cuidadosamente ubicado utilizando las marcas anatómicas correctas. Para las mediciones siempre se usa el lado derecho del cuerpo, independientemente del lado preferido o hábil del sujeto.

El pliegue se toma en la línea marcada. Debe pellizcarse de manera que una doble porción de piel más el tejido adiposo subcutáneo subyacente se mantenga en presión entre el dedo pulgar el índice.

Muslo Frontal: El evaluador se para frente al costado derecho del sujeto, en el lado lateral del musculo. La rodilla del sujeto se flexiona en ángulo recto, colocando el pie derecho sobre un cajón o sentándose. El sitio es marcado paralelo al eje longitudinal del fémur, en el punto medio de la distancia entre el pliegue inguinal y el borde superior de la rótula con pierna flexionada.

Pantorrilla Medial: con el sujeto ya sentado o con el pie apoyado en una caja (rodilla a 90 grados) y con la pantorrilla relajada, se toma el pliegue vertical en la cara medial de la pantorrilla, a nivel de perímetro máximo. El mismo será determinado durante la medición de los perímetros y este nivel debe marcarse en la cara medial de la pantorrilla.

Perímetro Muslo Medial y pantorrilla

Técnica de Medición: para la medición de todos los perímetros se utiliza la llamada técnica de manos cruzadas, y la lectura se realiza de la cinta donde , para una mejor visión, el cero es ubicado más en sentido lateral que medial, en el sujeto.

Muslo: el perímetro de muslo se toma 1 cm por debajo del pliegue glúteo, perpendicular al eje longitudinal del muslo. El sujeto se para erecto, con

los pies ligeramente separados y el peso corporal distribuido equilibradamente entre ambos pies. Normalmente es útil pedirle al sujeto que se pare en un cajón o banquito para esta medición. Pasar la cinta alrededor de la porción inferior del muslo y luego deslizarla hacia arriba hasta lograr el plano correcto.

Muslo Medial: es la medición del perímetro del muslo derecho tomada perpendicular al eje longitudinal del muslo. Se toma en el nivel medio entre las marcas trocanterea tibial lateral.

Pantorrilla: Es el máximo perímetro de pantorrilla. El sujeto se para de espaldas del evaluador en una posición elevada. Contornear la cinta alrededor de la pantorrilla. El máximo perímetro se encuentra usando los dedos medios para manipular la posición de la cinta en una serie de mediciones hacia arriba y abajo, hasta identificar la circunferencia máxima.

2.2.4.3 Evaluaciones funcionales

Tal como se menciona en la introducción del trabajo propuesto por Troule and Casamichana (2016):

“El estudio de los movimientos funcionales o Functional Movement Screen (FMS) se ha convertido en una parte integral de la evaluación de los deportistas en la pretemporada y durante la temporada deportiva. Los movimientos funcionales evalúan la habilidad de producir y mantener un equilibrio entre la movilidad y la estabilidad a través de diferentes movimientos. Dicho equilibrio debe garantizar que los patrones fundamentales de los movimientos se realicen con la máxima precisión y eficacia, proporcionando información útil sobre la fuerza, la flexibilidad, el equilibrio y la coordinación necesaria para la realización de una variedad de movimientos. Cinco de las siete pruebas de FMS realizan una evaluación separando de los lados izquierdo y derecho, por lo tanto son pruebas que se pueden utilizar para detectar las asimetrías que han sido identificadas como un factor de riesgo de lesión”

Esta búsqueda tiene como objetivo servir como herramienta importante para tener en cuenta en el diseño de entrenamientos específicos, mejorar la simetría entre extremidades con el fin de reducir la probabilidad de lesión y mejorar el rendimiento.

Evidencia científica sobre el protocolo de FMS

Gray Cook y los creadores del sistema FMS™ defienden una visión del cuerpo humano global, desmarcándose del enfoque analítico tradicional que visualiza el cuerpo en regiones.

Los patrones de movimiento son entendidos como grupos de movimientos asociados e integrados por el sistema nervioso central en forma de patrones motores, de forma que constituyen la unión de múltiples acciones que se emplean de forma conjunta y se interconectan para desarrollar una función

específica. Un patrón de movimiento integrado reduce el tiempo de procesamiento necesario para realizar dicha acción, por lo que se traduce en una mayor eficiencia. Por ello, los movimientos básicos o fundamentales se almacenan en patrones de movimiento, ya que los realizamos constantemente.

Si bien es cierto que ver las partes nos puede aportar claridad, observar los patrones de movimiento nos conducirá a un entendimiento global del proceso.

Cook establece un sistema piramidal del desarrollo deportivo del atleta que parte del movimiento fundamental (estabilidad y movilidad), continúa en el desarrollo de las aptitudes físicas básicas y finaliza en la práctica de habilidades específicas del deporte en concreto.

El FMS™ (Functional Movement Screen) es descrito por sus autores como un sistema de detección de limitaciones en los patrones de movimiento fundamentales del individuo a través de siete pruebas que requieren un equilibrio entre movilidad y estabilidad, incluyendo control neuromuscular y motor. (Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. , 2014).

Estos patrones fundamentales de movimiento están diseñados para imitar la locomoción básica y movimientos de estabilización, de forma que se somete al individuo a posiciones extremas en las que los desequilibrios y debilidades se hacen evidentes para el observador.

El objetivo de estas evaluaciones no es valorar o diagnosticar posibles alteraciones estructurales o lesiones ni se le atribuye validez clínica alguna, simplemente es una herramienta de examen cualitativo útil para identificar puntos débiles en el movimiento del individuo que permitan al profesional focalizar su atención y trabajo a fin de mejorar el rendimiento y calidad del vida del deportista.

Por ello, el FMS™ propone emplear patrones de movimiento funcional para decidir qué investigar, dónde profundizar. Posteriormente, se podrá realizar un enfoque analítico para identificar qué partes de la cadena cinética funcionan

de forma incorrecta y finalmente se repetirán los patrones de movimiento para garantizar que el SNC reconoce dichos cambios y los integra en el patrón de movimiento.

Cada sujeto será evaluado por medio de ejercicios funcionales extraídos del Protocolo FMS (funcional movement screen) completando la ejecución de dos ejercicios básicos propuesto por el test: 1 Hurdle step (paso de valla) y 1 in-line lunge (zancada de línea). (Véase Figura 5 y 6)

Hurdle step (HS) - PASO DE VALLA

Posición inicial: la patinadora asume la posición de partida con los dos pies juntos. La valla se ajusta a la altura de la tuberosidad anterior de la tibia. El sujeto deberá sostener un bastón detrás del cuello.

Ejecución: la deportista deberá pasar su pierna (ya sea izquierda o derecha) por encima de la valla y efectuar un toque con su talón en el suelo mientras que la pierna de apoyo se mantiene extendida.

Que se evalúa: este ejercicio evalúa la prueba de mecánica de la zancada, implicando un movimiento que debe realizarse con adecuada coordinación y estabilidad pélvica en el plano frontal y sagital, así como el equilibrio monopodal. Se puede observar la movilidad funcional bilateral de rodillas, caderas y tobillos. Se requiere estabilidad de rodilla y tobillo, máxima extensión de cadera de un trabajo de cadena cinética cerrada. Implica dorsiflexión del pie de apoyo y flexión de rodillas y caderas, todo ello manteniendo el equilibrio en el apoyo monopodal, por lo que se requiere control de la estabilidad dinámica.

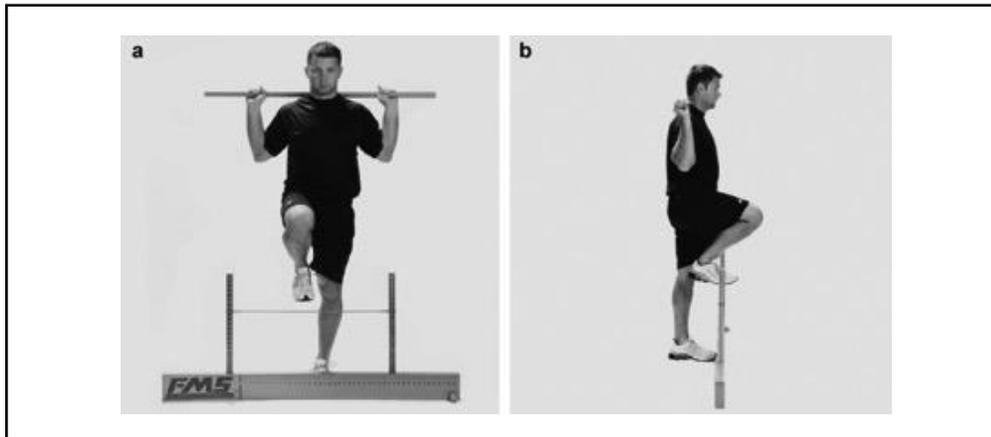


Figura 5. Movimiento Hurdle Step/Paso de Valla. Procolo FMS

Déficit a evaluar Hurdle Step (HS)

Figura 6. Déficit 1: Rotación Lateral de Cadera/Valgo de Rodilla (RTC/VR)

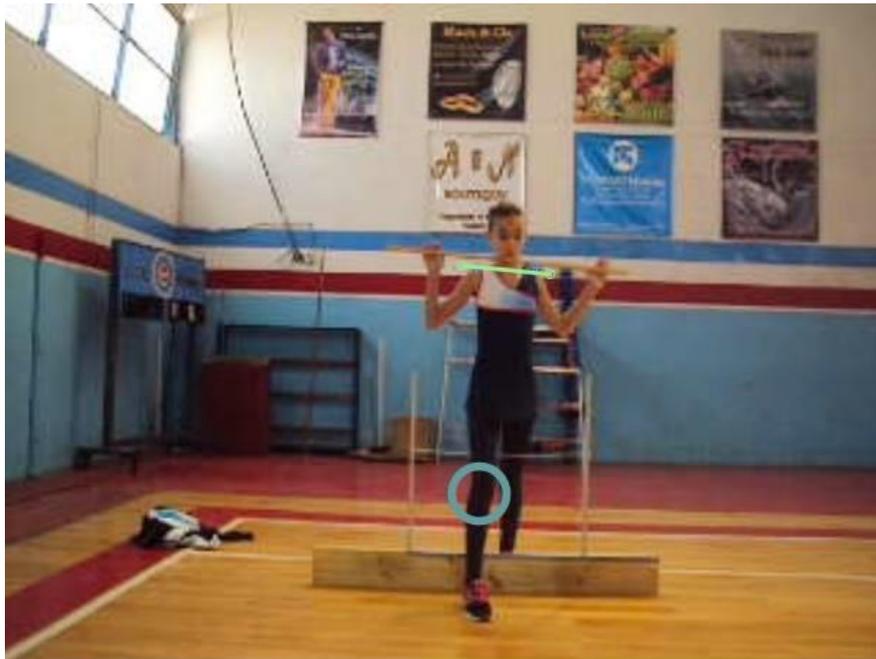


Figura 7. Déficit 2: Rotación externa o interna de cadera (REC/RIC)



Figura 8. Déficit 3: Inversión de tobillo (IDT)



Figura 9. Déficit 4: Inclinación Lateral de tronco (ILT)

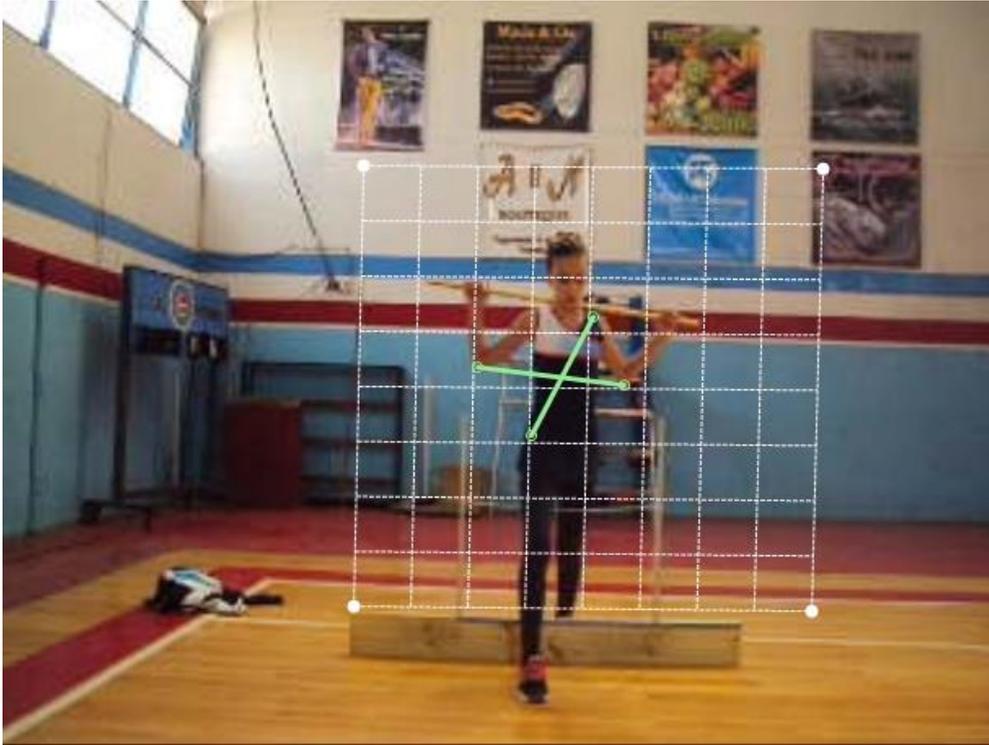


Figura 10. Déficit 5: Inclinación frontal de tronco (IFT)



Figura 11. Déficit 6: Flexión de rodillas de apoyo.

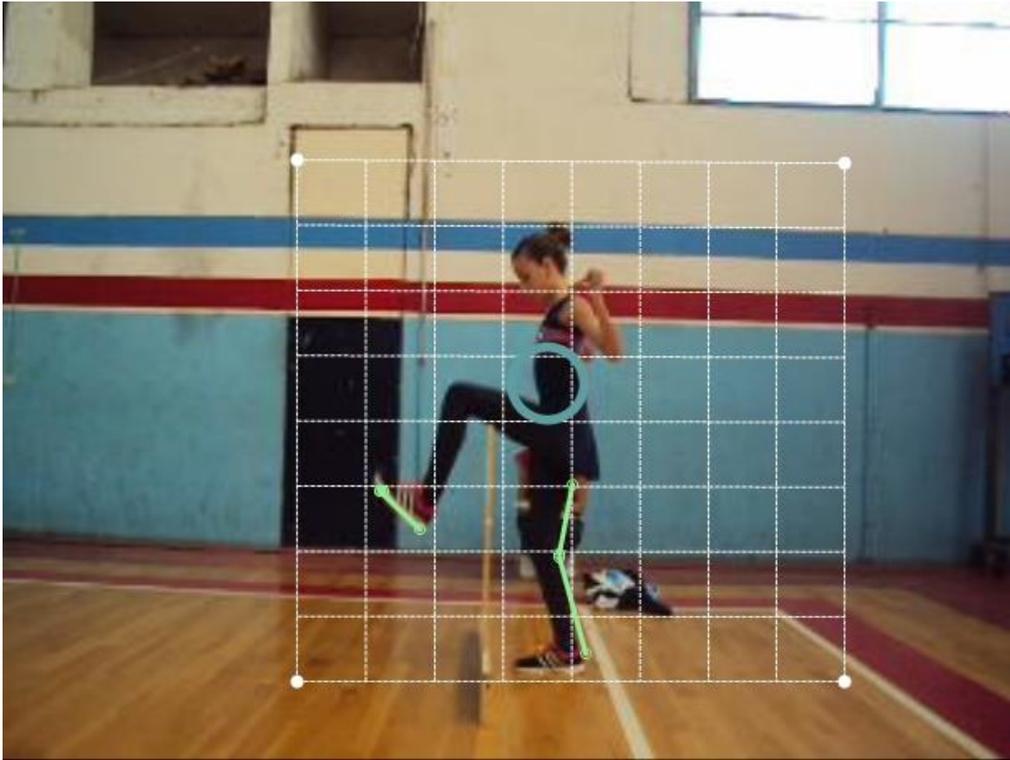


Figura 12. Déficit 8: Tobillo de base elevado (TBE)



IN-LINE LUNGE (IN) – ZANCADA DE LINEA

Posición inicial: se debe medir la longitud de la tuberosidad anterior de la tibia desde el suelo. Luego se le pide al jugador que coloque su pie de atrás en el extremo de la línea y el talón del pie opuesto en la marca obtenida de la longitud de la tibia. Luego se coloca el bastón de madera, detrás de la nuca, tocando la cabeza, la columna dorsal y el sacro.

Ejecución: El jugador toma el bastón a la altura de la columna cervical con la mano opuesta al pie que va adelante, mientras la otra mano toma el bastón a la altura de la columna lumbar. El bastón se debe mantener vertical a través de todo el movimiento. El movimiento hacia abajo se inicia con la flexión de las rodillas y caderas. La rodilla retrasada debe flexionarse hasta que ésta, toque la línea en el suelo justo detrás del talón del pie delantero y luego ascender hasta alcanzar la posición inicial. Se debe realizar el test bilateralmente y ejecutar al menos tres repeticiones de cada lado.

Que se evalúa: este movimiento trata de simular situaciones de desaceleración y rotación lateral, de forma que se pone a prueba la estabilidad del tronco y las extremidades para mantener la correcta alineación y estabilidad en el plano frontal, así como la alineación de la columna en el plano sagital. Se evalúa la movilidad y estabilidad de cadera, flexibilidad de cuádriceps, estabilidad de la rodilla y dorsiflexión. El deportista debe demostrar el equilibrio adecuado debido a la inestabilidad lateral impuesta. La capacidad de realizar la prueba de estocada en la línea con la posición de las piernas, necesita la estabilidad del tobillo, rodilla y cadera, así como también de la cadena cinética cerrada abducción de la cadera. La estocada en línea también requiere movilidad de la cadera para el paso de la pierna, la flexión dorsal del tobillo, y la flexibilidad recto femoral. El atleta también debe mostrar un equilibrio adecuado debido a la tensión lateral impuesta.

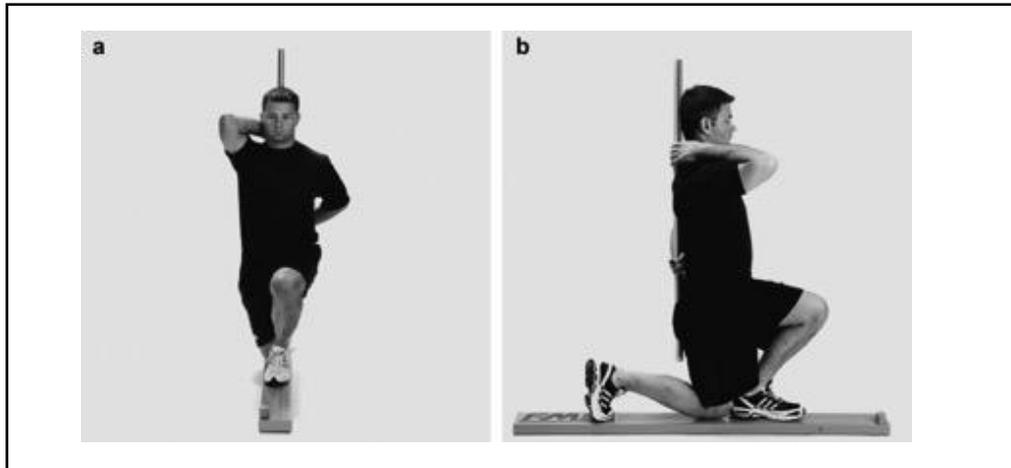


Figura 6. Movimiento In-line Lunge (IN)- Zancada de línea. Protocolo FMS

Las alteraciones evaluadas por medio del software Kinovea nos permitirán identificar en cada una de las patinadoras déficit en el movimiento cada miembro inferior por separado:

Déficit a evaluar In line lunge (IL)

Figura 13: Déficit 1: Inclinación lateral de tronco (ILT) y Déficit 6: Rotación Tibiofemoral (RTF)

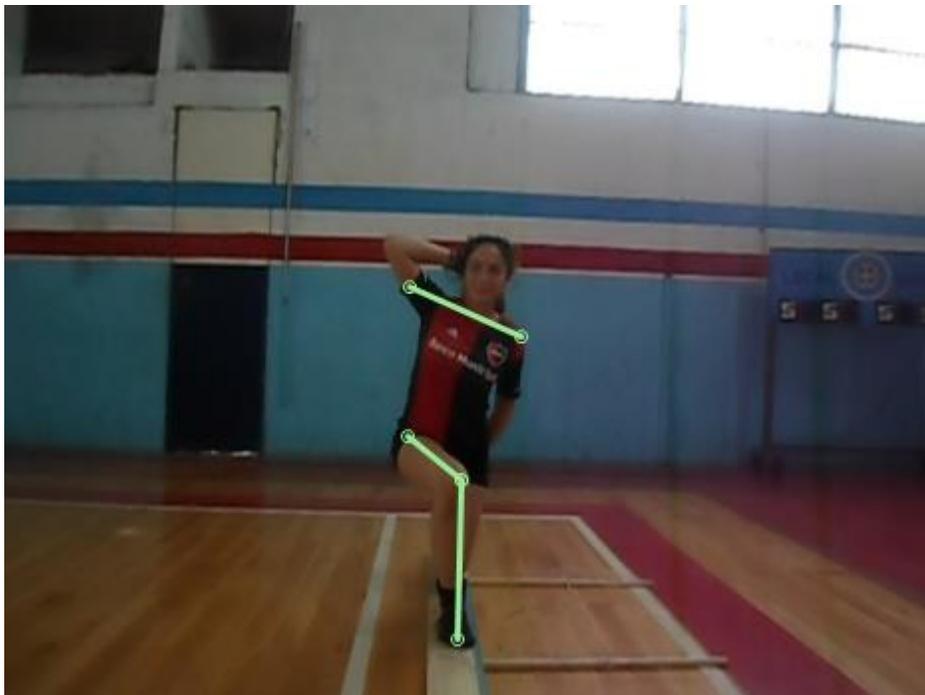


Figura 14. Déficit 2: Tobillo de base elevado (TBE)



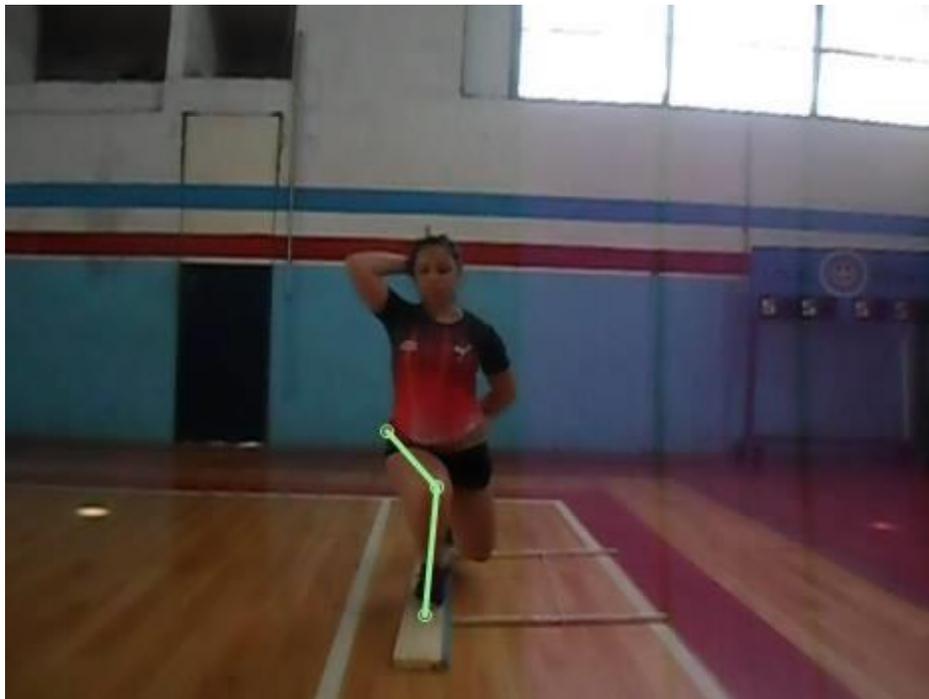
Figura 15. Déficit 3: Inclinación frontal de tronco (IFT)



Figura 16. Déficit 7: Hiperlordosis Lumbar (HL)



Figura 17. Déficit 8: Rotación externa de Rodilla (RER)



CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

..

CAPITULO III

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE ESTUDIO

3.1.1 Tipo de investigación: Transversal

Correlacional

En este estudio se realizará un análisis para determinar si existe la relación entre la variable dependiente: altura de salto y variable independiente: asimetrías estructurales y/o funcionales

Descriptivo

Se determinará a través de las evaluaciones funcionales que déficit/alteración en el movimiento se presentará con mayor frecuencia en cada pierna para tomar medidas en el entrenamiento.

3.2 POBLACION

La población o universo al cual está dirigida esta investigación, la constituyen patinadoras artísticas que practiquen modalidad libre.

3.3 MUESTRA

Treinta sujetos femeninos de patinaje artístico de modalidad libre, categoría B (1,2 y 3) de la ciudad de Rosario, Santa Fe.

3.3.1 Criterios de inclusión

Treinta sujetos femeninos sanos (n=30) participarán voluntariamente de este estudio, quienes para ser incluidos deberán cumplir los siguientes requisitos: 1) edad entre 8 y 12 años, 2) que practique la modalidad de patinaje libre 3) sin lesiones que puedan tener efectos sobre las pruebas de rendimiento, 4) pertenecientes a la categoría B; 5) que posean al menos 3 años de entrenamiento en el deporte.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

3.4.1 Técnicas

Las evaluaciones se llevaran a cabo durante el torneo Zonal de patinaje artístico de modalidad libre en la Ciudad de Rosario. Se evaluarán a las atletas, durante el día de la competencia.

A continuación se detallan cada uno de los test a realizar:

Test 1: Test CMJ a dos piernas y Test de capacidad de salto unilateral para la evaluación del salto a una sola pierna mediante placa de salto WinLaborat para obtener datos de ambas piernas por separado en cuanto las variables: altura de vuelo (mts/seg), velocidad vertical (mts/seg), altura de salto (cm)

Test 2: Serie de mediciones antropométricas de muslo y pantorrilla en ambas piernas por separado.

Test 3: Tres ejercicios funcionales monopodales extraídos del protocolo FMS (Functional Movement Screen).

3.4.2 Instrumentos

- Centímetro y Balanza : Medición de altura y peso
- Plataforma de salto WinLaboralt : La siguiente plataforma permite tomar de manera sensible de altura de vuelo (mts/seg), velocidad vertical (mts/seg), Altura de salto (cm)
 - Pinza Para Pliegue Hardpenden: para medir con mayor precisión los pliegues cutáneos que se utilizaran para la comparación de ambas piernas.
 - Cintas antropométricas de acero flexible calibrada en centímetros, con gradaciones en milímetros para medir el perímetro de cada musculo.
 - Cámara de filmación: para obtener con mayor precisión el puntaje obtenido en el test FMS de cada ejercicio monopodal.
 - 1 notebook: para el software de medición.
 - Kit Fms : Valla y Tabla de equilibrio
 - Software: Kineovea

3.5 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

- Solicitud de autorización institucional de para realizar los test propuestos en el torneo zonal de patinaje artístico.
 - Búsqueda y Contactos con expertos que se dediquen a la evaluación del tipo de problemática.

3.6 PLAN DE ANALISIS DE DATOS

3.6.1 Análisis estadístico

En nuestro análisis estadístico trabajaremos con pierna izquierda y pierna derecha como dos grupos independientes, debido a que ambas piernas tienen resultados independientes en cada prueba, sin estar relacionadas con un antes y un después como sería el caso de grupos pareados o dependientes.

Para analizar si existen diferencias estadísticamente significativas entre pierna izquierda y derecha en los diferentes ítems (muslo, pantorrilla, muslo medial, pantorrilla máxima, altura de salto y número de déficits por pierna), se utilizará la herramienta estadística de Prueba t Bilateral de Hipótesis de Medias para dos Muestras Independientes, siempre con un Nivel Confianza de 95% por ser el nivel utilizado más comúnmente en los análisis estadísticos, esto nos define un Nivel de Significación de 5% ó 0.05. En todas las pruebas usaremos el supuesto de Varianzas desiguales para que la prueba sea más estricta, disminuyendo el riesgo de error.

Para realizar las pruebas estadísticas correspondientes, usaremos el software estadístico Mega Stat para Excel.

El diseño de las Pruebas Bilaterales de Hipótesis para Medias de dos Muestras Independientes tiene el siguiente formato:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Donde H_0 es la Hipótesis Nula de Igualdad de Medias a contrastar con H_1 , la Hipótesis Alternativa de Medias Diferentes.

Usaremos la regla de decisión del p-valor para rechazar o no la Hipótesis Nula de igualdad de Medias. Recordemos que si $p\text{-valor} > \text{Nivel de Significación}$, no habrá evidencia significativa para rechazar H_0 , caso contrario,

si $p\text{-valor} < \text{Nivel de significación}$ entonces habrá evidencia significativa para rechazar H_0 . El $p\text{-valor}$ lo encontraremos la salida de Excel como $p\text{-value}$.

Del mismo modo construiremos Intervalos de Confianza para Dos Muestras Independientes al 95% de Confianza, que interpretaremos como que de todos los intervalos construidos, el 95% de ellos contendrán la verdadera Diferencia entre las Medias Esperada entre pierna izquierda y derecha para todas las patinadoras. Éste ítem podrá observarse en la salida de Excel como Confidence Interval 95% lower y Confidence Interval 95% upper, para el límite inferior y superior respectivamente.

También determinaremos el Error máximo que puede garantizarse con una probabilidad de 95%, éste estará dado por la salida de Excel en el campo Margin of Error.

Para concluir con el análisis estadístico, usaremos la salida de Excel para determinar si hay evidencia significativa de que las Varianzas de ambos grupos son distintas o no. Esta salida se encontrará como F-test for equality of Variances y utiliza el $p\text{-valor}$ para determinar si las varianzas son distintas o no. Si $p\text{-valor} > 0.05$ no habrá evidencia significativa para rechazar la igualdad de varianzas, caso contrario si $p\text{-valor} < 0.05$, habrá evidencia significativa para decir que las varianzas entre pierna izquierda y derecha, son distintas.

El diseño de la Prueba de Hipótesis para Igualdad de Varianzas tiene el siguiente formato, para fines prácticos la expresaremos con el formato de prueba de hipótesis para Desviaciones Estándar, que es equivalente:

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2$$

$$H_1: \sigma_1 \neq \sigma_2$$

Donde σ_1 es la desviación estándar del primer grupo y σ_2 es la desviación estándar del segundo grupo.

3.6.2 Análisis correlativo

Se analizará la correlación entre las mediciones de pierna izquierda y derecha con la altura de salto de cada pierna para determinar si hay una correlación entre ellos, de esta manera determinaremos si existe alguna relación entre dichas mediciones y la altura, ya sea directa o inversa y su intensidad (débil, moderada o fuerte).

Así mismo se determinará si hay correlación lineal entre el número de déficits en ambas piernas con la altura de salto.

3.6.3 Análisis descriptivo

Se determinará qué déficit se presenta con mayor frecuencia en cada pierna para tomar las medidas adecuadas en el entrenamiento.

3.7 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES E INDICADORES

HIPÓTESIS	VARIABLES	DEFINICION DE LAS VARIABLES	INDICADORES	
<p>Las patinadoras artísticas de modalidad libre presentan asimetrías significativas funcionales o estructurales entre M.I.D y M.I.I.</p> <p>Las patinadoras artísticas de modalidad libre que presenten una asimetría funcional o estructural en sus miembros inferiores, obtendrán menor altura de salto unilateral.</p>	<p>VI</p> <p>Asimetría</p>	Diferencia o descompensación que puede existir entre un miembro inferior izquierdo y derecho.	<ul style="list-style-type: none"> • Perímetro Muslo, Muslo 1cm • Pliegue: Pantorrilla, Muslo Medial y Pantorrilla Máximo • Cantidad de número de déficits que presenta el miembro inferior izquierdo vs el miembro inferior derecho 	
	Asimetría Estructural	Diferencia en masa muscular y adiposa entre MID y MII		
	Asimetría Funcional	Déficit en la simetría, la movilidad y la estabilidad del sistema del movimiento entre ambas piernas		
	<p>VD</p> <p>Capacidad de salto unilateral</p>	Capacidad de levantar el centro de la gravedad lo más alto posible en el plano vertical realizado con pierna derecha y/o izquierda por separado.	<ul style="list-style-type: none"> • Altura alcanzada (cm) 	
<p>La ejecución del salto con caída unipodal en patinadoras artísticas de modalidad libre provocaría déficits funcionales alterando el correcto funcionamiento neuromuscular.</p>	<p>VI</p> <p>Caída de salto unipodal (técnica de salto en patinaje artístico)</p>	La resultante de una rápida distensión de las partes inferiores, seguida de una fase de vuelo con aterrizaje en un solo pie.	HS	<ul style="list-style-type: none"> • Rotación lateral de cadera/Valgo Rodilla • Rotación externa o interna de cadera • Inversión de tobillo • Inclinación frontal de tronco • Flexión de rodillas en apoyo • Retroversión pélvica • Tobillo de base elevado
	<p>VD</p> <p>Déficits Funcionales</p>	Desequilibrios bilaterales así como la movilidad-estabilidad de cada segmento involucrado.	IL	<ul style="list-style-type: none"> • Inclinación lateral de tronco • Tobillo de base Elevado • Inclinación Frontal de tronco • Inversión/ Eversión de tobillo • Inestabilidad de tronco • Rotación tibiofemoral • Hiperlordosis lumbar • Abducción y Aducción de rodillas en flexión.

Tabla 1: Operacionalización de las variables e indicadores del objeto de estudio. **VI** (Variable Independiente) / **VD** (variable dependiente)

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS DE DATOS

CAPITULO IV

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Altura de salto unilateral y bilateral

Sujetos	ASI	ASD	ASDP
sujeto 1	19,5	19,57	37,13
sujeto 3	21,6	19,73	32,23
sujeto 4	16,17	18,33	28,93
sujeto 5	12,03	13,13	22,03
sujeto 6	17,73	13,53	30,73
sujeto 7	19,9	20,5	31,57
sujeto 8	13,73	15,33	31,8
sujeto 9	19,7	17,87	29
sujeto 10	15,83	16,67	26,5
sujeto 11	21,4	22,7	32,7
sujeto 12	16,57	16,5	30,07
sujeto 13	17,63	16,8	28,83
sujeto 14	14	16,13	32,57
sujeto 15	16,57	13,77	26,83
sujeto 16	20,53	22,43	30,7
sujeto 17	11,33	12,17	20,03
sujeto 18	12,47	12,4	23,2
sujeto 19	15,03	19,97	27,4
sujeto 20	15,53	13,53	27,2
sujeto 21	13,53	11,97	21,97
sujeto 22	7,97	8,47	21,23
sujeto 23	14	10,23	24,6
sujeto 24	20,7	18,23	20,03
sujeto 25	20,77	18,1	36,63
sujeto 26	16,23	16,43	30,23
sujeto 27	14,37	11,33	26,53
sujeto 28	11,2	14,5	23,73
sujeto 29	15,17	14,97	29,77

Tabla 2: Resultados obtenidos promedio altura de vuelo monopodal (miembro inferior izquierdo y derecho) y bipodal. **ASI:** Altura de salto izquierdo/**ASD:** Altura de salto derecho/**ASDP:** altura de salto a dos piernas

4.1.2 Pliegues cutáneos Muslo Izquierdo y Derecho

Sujetos	PCD 1	PCD 2	Promedio PPD	Sujetos	PCI 1	PCI 2	Promedio PCI
sujeto 1	13	15	14	sujeto 1	15,5	17,5	16,5
sujeto 3	21	21	21	sujeto 3	20		20
sujeto 4	21	19	20	sujeto 4	17,5	17	17,25
sujeto 5	16	18	17	sujeto 5	17,5	17	17,25
sujeto 6	21	20	20,5	sujeto 6	24	24	24
sujeto 7	34	32	33	sujeto 7	35	33	34
sujeto 8	19	17,5	18,25	sujeto 8	18,5	18	18,25
sujeto 9	17	16	16,5	sujeto 9	16	17	16,5
sujeto 10	19	18	18,5	sujeto 10	17,5	17,5	17,5
sujeto 11	14	14	14	sujeto 11	13	13	13
sujeto 13	21	19	20	sujeto 13	24	21	22,5
sujeto 14	24	24	24	sujeto 14	28	26	27
sujeto 15	22	20,5	21,25	sujeto 15	23	19	21
sujeto 16	16	14,5	15,25	sujeto 16	17	18	17,5
sujeto 17	33	28	30,5	sujeto 17	34	28	31
sujeto 18	16	16,5	16,25	sujeto 18	14	16,5	15,25
sujeto 19	24	24	24	sujeto 19	27	25	26
sujeto 20	27,5	28	27,75	sujeto 20	26	25	25,5
sujeto 21	22	20,5	21,25	sujeto 21	22,5	22	22,25
sujeto 22	32	31	31,5	sujeto 22	33,5	31	32,25
sujeto 23	30	28	29	sujeto 23	26,5	26	26,25
sujeto 24	38,5	26	32,25	sujeto 24	26	25	25,5
sujeto 25	16	16	16	sujeto 25	14	14	14
sujeto 26	22,5	25	23,75	sujeto 26	24	23	23,5
sujeto 27	25	25	25	sujeto 27	26	23	24,5
sujeto 28	22,5	21	21,75	sujeto 28	26	23	24,5
sujeto 29	26	25	25,5	sujeto 29	25,5	26	25,75

Tabla 3: Resultados obtenidos de pliegue cutáneo muslo izquierdo y derecho

PCD : Pliegue Cutáneo Derecho/ PCI: Pliegue Cutáneo Izquierdo

4.1.3 Perímetro Muslo Izquierdo y Derecho

Sujeto	PMD 1	PMD 2	Promedio PMD	PMI 1	PMI 2	Promedio PMI
sujeto 1	43	42,9	42,95	43	42,5	42,75
sujeto 3	49,2	49,2	49,2	51		51
sujeto 4	53,9	54	53,95	49	48,6	48,8
sujeto 5	48,7	48,5	48,6	49	48,6	48,8
sujeto 6	49,5	49,4	49,45	50	50,2	50,1
sujeto 7	57,1	57	57,05	56,8	57	56,9
sujeto 8	48,7	49	48,85	49,3	49	49,15
sujeto 9	46	45,9	45,95	46,4	46,4	46,4
sujeto 10	45,2	45,6	45,4	45,2	45,5	45,35
sujeto 11	42	42	42	42,4	42,4	42,4
sujeto 13	44,3	43,2	43,75	44,8	44,9	44,85
sujeto 14	46,3	46,1	46,2	46,3	45,8	46,05
sujeto 15	48,5	47,9	48,2	49,6	49,1	49,35
sujeto 16	40	49,3	44,65	50,2	49,8	50
sujeto 17	42,1	41,5	41,8	43,1	42,5	42,8
sujeto 18	35,4	35,4	35,4	35,8	35,2	35,5
sujeto 19	50,5	50	50,25	50,2	50,2	50,2
sujeto 20	45,8	45,7	45,75	45,1	45,8	45,45
sujeto 21	46,7	46,7	46,7	46,5	46,2	46,35
sujeto 22	37	45,5	41,25	46	46	46
sujeto 23	60	59,2	59,6	60,4	60,3	60,35
sujeto 24	51,7	51,4	51,55	52,5	52	52,25
sujeto 25	49,9	49,3	49,6	51	50,5	50,75
sujeto 26	51,1	51,2	51,15	51	51,3	51,15
sujeto 27	56	58,7	57,35	57,5	58,6	58,05
sujeto 28	48,4	49	48,7	49	48,3	48,65
sujeto 29	52,8	53	52,9	54	54,2	54,1

Tabla 4: Resultados obtenidos de perímetro muslo izquierdo y derecho

PMD: Perímetro Muslo Derecho / PMI: perímetro muslo izquierdo

4.1.4 Pliegue cutáneo pantorrilla

Sujeto	PCPD 1	PCPD 2	Pomedio PCPD	PCPI 1	PCPI 2	Promedio PCPI
sujeto 1	12,5	12,5	12,5	13,5	13	13,25
sujeto 3	12		12	15		15
sujeto 4	15	15	15	12	11,5	11,75
sujeto 5	10	10	10	12	11,5	11,75
sujeto 6	12	12	12	13,5	14	13,75
sujeto 7	25	24	24,5	24	23	23,5
sujeto 8	15	15	15	13	13	13
sujeto 9	12	11	11,5	12	12	12
sujeto 10	10	11	10,5	12,5	13	12,75
sujeto 11	9	9	9	8	8	8
sujeto 13	7	7	7	8	8	8
sujeto 14	12	12,5	12,25	14	14,5	14,25
sujeto 15	15,5	14	14,75	17	16	16,5
sujeto 16	10	8	9	9	9	9
sujeto 17	16	17	16,5	18	16	17
sujeto 18	8	8	8	8	8	8
sujeto 19	16	16	16	18,5	18	18,25
sujeto 20	13,5	14	13,75	18	15	16,5
sujeto 21	14	11,5	12,75	12	12	12
sujeto 22	22	21	21,5	24,5	22,5	23,5
sujeto 23	23,5	22	22,75	22	21	21,5
sujeto 24	19	18	18,5	20	21	20,5
sujeto 25	11	11	11	13	12,5	12,75
sujeto 26	17	17	17	15	16	15,5
sujeto 27	25	24	24,5	24	24	24
sujeto 28	17	16	16,5	18	16	17
sujeto 29	13	13,5	13,25	14	14	14

Tabla 5: Resultados obtenidos de Pliegues Cutáneos pantorrilla izquierda y derecha

PCPD: Pliegue Cutáneo Pantorrilla Derecha / PCPI: pliegue cutáneo Pantorrilla Izquierda

4.1.5 Perímetro Muslo Medial

Sujetos	Promedio					Promedio PMMI
	PMMD 1	PMMD 2	PMD	PMMI 1	PMMI 2	
sujeto 1	36,3	37,7	37	38,7	38,1	38,4
sujeto 3	44	44	44	44,3		44,3
sujeto 4	50,7	46,5	48,6	43	43,2	43,1
sujeto 5	42,5	42,5	42,5	43	43,2	43,1
sujeto 6	43,2	42,6	42,9	49,9	44,7	47,3
sujeto 7	50,6	51	50,8	50,6	51	50,8
sujeto 8	44,2	43,6	43,9	44,8	49,9	47,35
sujeto 9	43,1	43,2	43,15	42,6	43,3	42,95
sujeto 10	39,8	41	40,4	40,3	40,1	40,2
sujeto 11	37,5	37,5	37,5	38	38	38
sujeto 13	37	37,1	37,05	37,2	36,4	36,8
sujeto 14	40,8	42	41,4	41,4	41,4	41,4
sujeto 15	43,7	44	43,85	44	43,5	43,75
sujeto 16	45,5	45,5	45,5	46	45,8	45,9
sujeto 17	37,8	37,3	37,55	38,1	37	37,55
sujeto 18	33,7	33,3	33,5	33,9	33,2	33,55
sujeto 19	43,7	43,4	43,55	43,7	43,9	43,8
sujeto 20	40,1	39,5	39,8	40	40	40
sujeto 21	42,5	42,3	42,4	42,1	42,3	42,2
sujeto 22	42,6	42,2	42,4	43,4	42,7	43,05
sujeto 23	52,5	52,2	52,35	53,2	53,4	53,3
sujeto 24	46	45,6	45,8	47,2	47	47,1
sujeto 25	44	43,5	43,75	45,6	45,1	45,35
sujeto 26	43,1	43,7	43,4	44,1	43,5	43,8
sujeto 27	47,3	51,5	49,4	51	51,9	51,45
sujeto 28	41,3	41,2	41,25	42,4	42,4	42,4
sujeto 29	45,7	45,2	45,45	47,4	47	47,2

Tabla 6: Resultados obtenidos de Perímetro Muslo medial pantorrilla izquierda y derecha

PMMD: Perímetro Muslo Medial Derecho /**PMMI:**Perímetro Muslo Medial Izquierdo.

4.1.6 Perímetro Pantorrilla Máximo

Sujetos	PPMD 1	PPMD 2	Promedio PPMD	PPMI 1	PPMI 2	Promedio PPMI
sujeto 1	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4
sujeto 3	30,5	30,5	30,5	30,5		30,5
sujeto 4	33,4	33,4	33,4	31,5	31,5	31,5
sujeto 5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
sujeto 6	32,3	32,3	32,3	32,5	32,5	32,5
sujeto 7	35,7	36,2	35,95	35,4	35,4	35,4
sujeto 8	31,4	31,3	31,35	31	30,9	30,95
sujeto 9	30,4	30,2	30,3	30,2	30,2	30,2
sujeto 10	28,7	28,7	28,7	29,2	29,3	29,25
sujeto 11	29,9	29,9	29,9	28,1	28,1	28,1
sujeto 13	25,7	25,7	25,7	25,6	25,6	25,6
sujeto 14	29,2	29,2	29,2	29	29,2	29,1
sujeto 15	30,9	29,8	30,35	30,1	30,1	30,1
sujeto 16	30,4	30,5	30,45	30,2	30,2	30,2
sujeto 17	26,6	27,2	26,9	27,3	27,3	27,3
sujeto 18	23,7	23,6	23,65	23,7	23,7	23,7
sujeto 19	33,6	33,5	33,55	33,1	33,1	33,1
sujeto 20	28,8	28,7	28,75	29,3	29,3	29,3
sujeto 21	29,5	29,5	29,5	30	30,1	30,05
sujeto 22	31,5	31,4	31,45	31,4	31,5	31,45
sujeto 23	37,2	37,2	37,2	38	38,4	38,2
sujeto 24	33	33,1	33,05	33,4	33,3	33,35
sujeto 25	30,4	30,4	30,4	30,4	30,5	30,45
sujeto 26	30,7	30,7	30,7	31,3	31,3	31,3
sujeto 27	34,2	35,5	34,85	35,3	35,2	35,25
sujeto 28	29,8	30,2	30	30	30	30
sujeto 29	32	32	32	32,7	32,6	32,65

Tabla 7: Resultados obtenidos de Perímetro Pantorrilla Máximo

PPMD: Perímetro Pantorrilla Máximo Derecho /**PPMI:** Perímetro Pantorrilla Máximo Izquierdo

4.1.7 Variable analizada (Hurdle Step)- FMS

Sujetos	Pierna	RLC/VR	REC/RIC	IDT	ILT	IFT	FRA	RP	TBE
sujeto 1	Izq.						X	X	
	Der.	X	X		X	X			
sujeto 2	Izq.			X				X	X
	Der.		X	X					
sujeto 3	Izq.		X	X	X	X			
	Der.	X		X	X	X	X		X
sujeto 4	Izq.					X	X		
	Der.	X				X			
sujeto 5	Izq.		X			X			
	Der.	X	X	X		X	X		
sujeto 6	Izq.			X					X
	Der.			X	X	X	X		
sujeto 7	Izq.		X	X		X	X		
	Der.		X	X			X	X	X
sujeto 8	Izq.		X		X			X	
	Der.				X	X	X		
sujeto 9	Izq.		X	X	X	X	X		X
	Der.	X	X				X		X
sujeto 10	Izq.		X	X					
	Der.		X	X			X		
sujeto 11	Izq.		X	X	X				
	Der.		X	X			X		
sujeto 12	Izq.								
	Der.								
sujeto 13	Izq.	X	X					X	
	Der.		X	Z			X		X
sujeto 14	Izq.					X	X		
	Der.	X		X	X	X	X		X
sujeto 15	Izq.	X		X		X			
	Der.	X	X			X	X		
sujeto 16	Izq.		X		X	X			
	Der.		X						
sujeto 17	Izq.		X	X	X				
	Der.		X	X			X		
sujeto 18	Izq.	X	X	X		X		X	
	Der.		X	X		X	X		
sujeto 19	Izq.	X	X		X		X		
	Der.	X	X		X	X			X
sujeto 20	Izq.	X	X	X		X	X		
	Der.	X				X	X		
sujeto 21	Izq.	X	X				X		X
	Der.	X	X				X		
sujeto 22	Izq.		X				X		X
	Der.		X	X		X			
sujeto 23	Izq.		X		X				X
	Der.		X	X	X	X			X
sujeto 24	Izq.		X	X	X		X		X
	Der.					X			

sujeto 25	Izq.	x	x		x		
	Der.		x	x			x
sujeto 26	Izq.	x	x		x	x	x
	Der.	x	x		x		
sujeto 27	Izq.	x		x		x	x
	Der.	x		x			x
sujeto 28	Izq.		x				x
	Der.	x		x	x		x
sujeto 29	Izq.		x				x
	Der.		x	x	x		
sujeto 30	Izq.						
	Der.						

Tabla 8: Déficit Encontrados en el movimiento monopodalHS

RLC/VR: Rotación lateral de cadera/Valgo de rodilla// **REC/RIC:** Rotación externa de cadera/Rotación interna de cadera// **IDT:** Inversión de Tobillo// **ILT:** Inclinación Lateral de Tronco// **IFT:** Inclinación frontal de tronco// **FRA:** Flexión de Rodilla en apoyo// **RP:** Retroversión Pélvica// **TBE:** Tobillo de base elevado.

4.1.8 Variables analizadas In line Lunge (Estocada de línea)

Sujetos	Pierna	ILT	TBE	IFT	PD	IT	RT	HL	RER
sujeto 1	Izq.	x			x	x			
	Der.			x				x	
sujeto 2	Izq.								
	Der.		x	x				x	
sujeto 3	Izq.						x		x
	Der.	x	x			x			
sujeto 4	Izq.								
	Der.								x
sujeto 5	Izq.				x	x	x		
	Der.	x							x
sujeto 6	Izq.	x	x						x
	Der.								
sujeto 7	Izq.					x			x
	Der.	x	x						
sujeto 8	Izq.				x				x
	Der.							x	
sujeto 9	Izq.	x		x	x				
	Der.					x			
sujeto 10	Izq.								
	Der.		x			x			x
sujeto 11	Izq.								x
	Der.							x	
sujeto 12	Izq.				x				
	Der.					x			
sujeto 13	Izq.								x
	Der.					x			
sujeto 14	Izq.								
	Der.	x				x			
sujeto 15	Izq.			x	x			x	x
	Der.			x		x			x
sujeto 16	Izq.				x			x	
	Der.			x		x		x	
sujeto 17	Izq.								x
	Der.							x	
sujeto 18	Izq.								
	Der.			x	x	x			
sujeto 19	Izq.						x	x	
	Der.				x	x			
sujeto 20	Izq.				x			x	x
	Der.							x	
sujeto 21	Izq.			x	x			x	
	Der.					x	x		
sujeto 22	Izq.						x		
	Der.		x			x	x		
sujeto 23	Izq.						x		
	Der.	x	x				x		
sujeto 24	Izq.			x	x	x			
	Der.						x	x	

sujeto 25	Izq.					
	Der.		x			
sujeto 26	Izq.					x
	Der.				x	
sujeto 27	Izq.					x
	Der.				x	
sujeto 28	Izq.		x			x
	Der.		x		x	x
sujeto 29	Izq.					x
	Der.	x		x	x	
sujeto 30	Izq.					

Tabla 9: Déficit Encontrados en el movimiento monopodal IL

ILT: Inclinación Lateral de Tronco // **TBE:** Tobillo de Base Levantado// **IFT:** Inclinación Frontal de tronco// **PD:** Pie Desalineado// **IT:** Inestabilidad de tobillo// **RT:** Rotación Tibiofemoral // **HL:** Hiperlordosis lumbar// **RER:** Rotación Externa de rodilla

4.2 INTERPRETACION DE RESULTADOS

4.2.1 Altura de Salto

En relación a la altura de salto con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.8281 > 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% no hay evidencia significativa entre la altura de salto con una pierna y la otra.

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo $(-1.77, 2.20)$ y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 1.986.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

Hypothesis Test: Independent Groups (t-test, unequal variance)		
Altura salto izq	Altura salto der	
16.09703704	15.88111111	mean
3.585107889	3.684506368	std. dev.
27	27	n
51 df		
0.2159259 difference (Altura salto izq - Altura salto der)		
0.9893617 standard error of difference		
0 hypothesized difference		
0.22 t		
.8281 p-value (two-tailed)		
-1.7703005 confidence interval 95.% lower		
2.2021523 confidence interval 95.% upper		
1.9862264 margin of error		
F-test for equality of variance		
13.57558718 variance: Altura salto der		
12.85299858 variance: Altura salto izq		
1.06 F		
.8902 p-value		

Figura 17: Análisis estadístico (AS) arrojado por el software estadístico Mega StaT

4.2.2 Muslo

En relación a la variable Muslo con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.9856 > 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% no hay evidencia significativa entre la variable Muslo de una pierna y la otra.

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo $(-3.04, 3.10)$ y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 3.07.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

Hypothesis Test: Independent Groups (t-test, unequal variance)	
Promedio Pliegues Izq	Promedio Pliegues Derecho
22.1666667	22.1388889
5.553065681	5.680742322
27	27

	mean
	std. dev.
	n
	51 df
0.0277778	difference (Promedio Pliegues Izq - Promedio Pliegues Derecho)
1.5288264	standard error of difference
0	hypothesized difference
0.02	t
.9856	p-value (two-tailed)
-3.0414692	confidence interval 95.% lower
3.0970247	confidence interval 95.% upper
3.0692469	margin of error
F-test for equality of variance	
32.27083333	variance: Promedio Pliegues Derecho
30.83653846	variance: Promedio Pliegues Izq
1.05	F
.9086	p-value

Figura 18: Análisis estadístico (PM) arrojado por el software estadístico Mega Stat

4.2.3 Muslo 1 cm

En relación a la variable Muslo 1 cm con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.6953 > 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% no hay evidencia significativa entre la variable Muslo 1cm una pierna y la otra.

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo $(-2.32, 3.45)$ y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 2.89.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

Hypothesis Test: Independent Groups (t-test, unequal variance)		
Promedio Perímetro Izq	Promedio Perímetro Der	
48.64814815	48.08148148	mean
5.188717077	5.381327191	std. dev.
27	27	n

51	df
0.5666667	difference (Promedio Perímetro Izq - Promedio Perímetro Der)
1.4386396	standard error of difference
0	hypothesized difference
0.39	t
.6953	p-value (two-tailed)
-2.3215228	confidence interval 95.% lower
3.4548562	confidence interval 95.% upper
2.8881895	margin of error

F-test for equality of variance	28.95868234	variance: Promedio Perímetro Der
	26.9227849	variance: Promedio Perímetro Izq
	1.08	F
	.8540	p-value

Figura 19: Análisis estadístico (PM) arrojado por el software estadístico Mega Stat

4.2.4 Pantorrilla

En relación a la variable Pantorrilla con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.6462 > 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% no hay evidencia significativa entre la variable pantorrilla de una pierna y la otra.

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo (-1.98, 3.17) y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 2.58.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

Hypothesis Test: Independent Groups (t-test, unequal variance)	
Promedio Pliegues Izq	Promedio Pliegues derecho
14.92592593	14.33333333
4.655855915	4.7742297
27	27

mean
std. dev.
n

51 df
0.5925926 difference (Promedio Pliegues Izq - Promedio Pliegues derecho)
1.2833732 standard error of difference
0 hypothesized difference

0.46 t
.6462 p-value (two-tailed)

-1.9838866 confidence interval 95.% lower
3.1690718 confidence interval 95.% upper
2.5764792 margin of error

F-test for equality of variance

22.79326923 variance: Promedio Pliegues derecho
21.6769943 variance: Promedio Pliegues Izq
1.05 F
.8991 p-value

Figura 20: Análisis estadístico (PP) arrojado por el software estadístico Mega Stat

4.2.5 Muslo Medial

En relación a la variable Muslo Medial con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.6503 > 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% no hay evidencia significativa entre la variable Muslo Medial de una pierna y la otra.

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo $(-1.884, 2.99)$ y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 2.44.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

Hypothesis Test: Independent Groups (t-test, unequal variance)		
Promedio Perímetro Izq	Promedio Perímetro Der	
43.48518519	42.93148148	mean
4.579780286	4.338272169	std. dev.
27	27	n

51	df
0.5537037	difference (Promedio Perímetro Izq - Promedio Perímetro Der)
1.2140381	standard error of difference
0	hypothesized difference
0.46	t
.6503	p-value (two-tailed)
-1.8835795	confidence interval 95.% lower
2.9909869	confidence interval 95.% upper
2.4372832	margin of error

F-test for equality of variance	20.97438746	variance: Promedio Perímetro Izq
	18.82060541	variance: Promedio Perímetro Der
	1.11	F
	.7844	p-value

Figura 21: Análisis estadístico (AS) arrojado por el software estadístico Mega Stat

4.2.6 Pantorrilla Máximo.

En relación a la variable Pantorrilla Máximo con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.9780 > 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% no hay evidencia significativa entre la variable Pantorrilla Máximo de una pierna y la otra.

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo $(-1.63, 1.58)$ y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 1.61.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

Hypothesis Test: Independent Groups (t-test, unequal variance)	
Promedio Perímetro izq	Promedio Perímetro Der
30.71851852	30.74074074
2.962851672	2.917653069
27	27

mean
std. dev.
n

51 df
-0.0222222 difference (Promedio Perímetro izq - Promedio Perímetro Der)
0.8002590 standard error of difference
0 hypothesized difference

-0.03 t
.9780 p-value (two-tailed)

-1.6288091 confidence interval 95.% lower
1.5843647 confidence interval 95.% upper
1.6065869 margin of error

F-test for equality of variance

8.778490028 variance: Promedio Perímetro izq
8.51269943 variance: Promedio Perímetro Der
1.03 F
.9381 p-value

figura 22: Análisis estadístico (AS) arrojado por el software estadístico Mega Stat

4.2.7 Variable Hurdle Step (HS) – Paso de Valla

En relación a la variable Número Déficit en el ejercicio 1 con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.0334 < 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% hay evidencia significativa para indicar que hay diferencia entre el Número de déficit en el ejercicio 1 entre la pierna izquierda y derecha

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo $(-1.34, -0.06)$ y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 0.6462.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

# déficits izq		# déficits der		
3.185185185	3.888888889			mean
1.177906782	1.187542172			std. dev.
27	27			n
51 df				
-0.7037037 difference (# déficits izq - # déficits der)				
0.3218995 standard error of difference				
0 hypothesized difference				
-2.19 t				
.0334 p-value (two-tailed)				
-1.3499439 confidence interval 95.% lower				
-0.0574635 confidence interval 95.% upper				
0.6462402 margin of error				
F-test for equality of variance				
1.41025641 variance: # déficits der				
1.387464387 variance: # déficits izq				
1.02 F				
.9672 p-value				

Figura 23: Análisis estadístico (AS) arrojado por el software estadístico Mega Stat

4.2.8 Variable In-line Lunge (IN) – Zancada de Línea

En relación a la variables analizadas en el movimiento funcional (IN) con pierna derecha e izquierda, se encontró un p-valor de $0.000000326 < 0.05$, por lo cual concluimos que con un nivel de confianza de 95% hay evidencia significativa para indicar que hay diferencia entre el Número de déficits en el ejercicio 2 entre la pierna izquierda y derecha

En base al Intervalo de Confianza podemos determinar que del 95% de las muestras contendrán la verdadera diferencia de las medias y ésta estará en el intervalo (-2.53, -1.24) y que el Error Máximo de Estimación que podemos puede garantizarse con una probabilidad de 0.95 es de 0.6462.

Del mismo modo observamos que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis sobre la igualdad de varianzas, las varianzas son iguales.

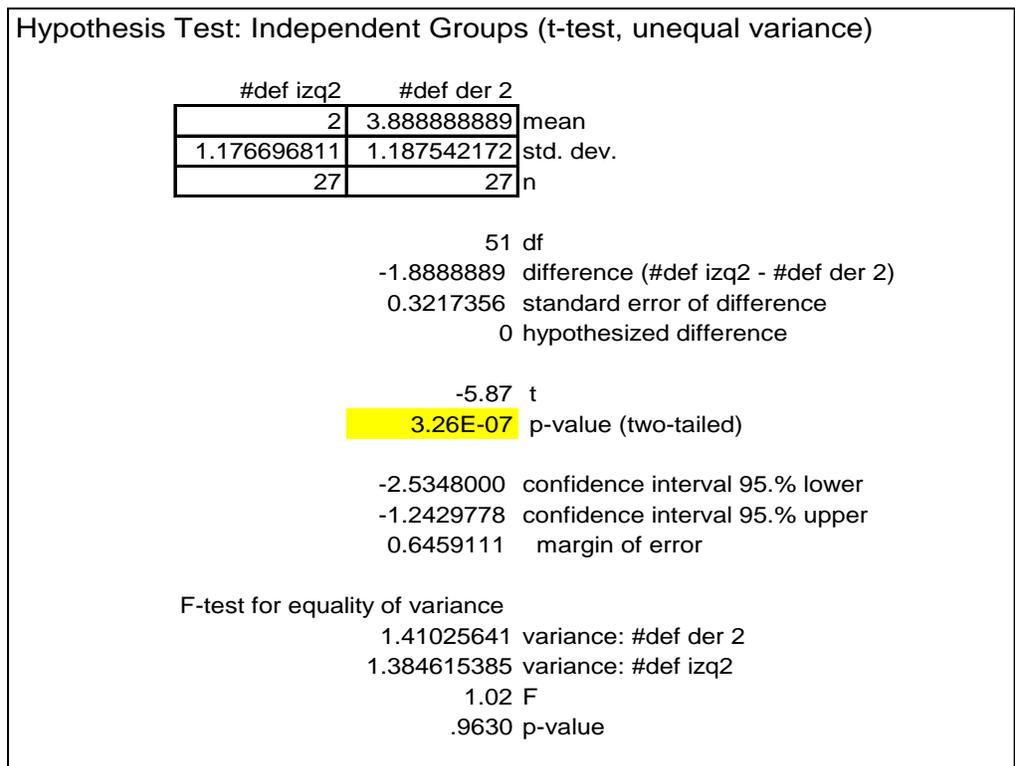


Figura 24: Análisis estadístico (AS) arrojado por el software estadístico Mega Stat

4.2.9 Análisis de Correlación

Se calcularon los siguientes coeficientes de correlación lineal r de Pearson:

Perímetro y Pliegue	r	r cuad.
Muslo	-0,40202357	0,161622953
Muslo 1cm	0,15396589	0,023705495
Pantorrilla	-0,26117452	0,06821213
Muslo Medial	0,1268823	0,016099119
Pant. Maximo	0,03795041	0,001440234

Tabla 10: Coeficientes de correlación de medidas antropométricas vs altura de salto con pierna izquierda.

Perímetro y Pliegue	r	r cuad.
Muslo	-0,38402618	0,147476105
Muslo 1cm	-0,00072053	5,19163E-07
Pantorrilla	-0,3387174	0,114729474
Muslo Medial	-0,00344313	1,18551E-05
Pant. Maximo	0,01655002	0,000273903

Tabla 11: Coeficientes de correlación de medidas antropométricas vs altura de salto con pierna izquierda.

Del mismo modo se calculó el coeficiente de correlación lineal para el número de déficits y la altura de salto por pierna dando los siguientes resultados:

Ejercicio Monopodal	r
Hurdle Step	-0,25
Inline Lunge	-0,08

Tabla 12: Coeficientes de correlación de déficit en ejercicios monopodales vs altura de salto con pierna izquierda.

4.2.10 Análisis descriptivo

Después de haber realizado las pruebas para detectar los déficits en el movimiento, se obtuvieron los siguientes resultados:

Ejercicio Funcional	M.I.I./M.I.D	Moda	Déficit
HS	M.I.I	Déficit 2	REC/RIC
HS	M.I.D	Déficit 6	FR
IL	M.I.I	Déficit 5	IT
IL	M.I.D	Déficit 8	RER/RIR

Tabla 13: Moda obtenida en déficit de ejercicios HS/Hurdle Step y IL/ Inline Lunge

De la tabla anterior podemos concluir que los déficits que se presentan con mayor frecuencia en patinadoras artísticas de modalidad libre son Rotación externa e interna de cadera (REC/RIC), Flexión de rodillas (FR), Inestabilidad de tobillo (IT) y Rotación interna y externa de rodilla (RIR/RER)

A continuación se muestra el número de personas por déficits más detalladamente:

RLC/VR	REC/RIC	IDT	ILT	IFT	FRA	RP	TBE
8	21	14	12	13	13	4	10

Tabla 14: Cantidad de personas que obtuvieron déficits en el ejercicio HS (Hurdle step) con pierna izquierda.

RTC/VR	REC/RIC	IDT	ILT	IFT	FRA	RP	TBE
13	13	15	10	14	16	1	11

Tabla 15: Cantidad de personas que obtuvieron déficits en el ejercicio In line Lunge (IL) con pierna derecha.

En la tabla 14 se observa que la alteración que se presentó con más frecuencia en el M.I.I de las patinadoras en el ejercicio HS, fue la rotación interna y externa de cadera. Mientras que la tabla 15 también indica que con pierna derecha se encuentra el mismo déficit en el patrón de movimiento.

ILT	TBE	IFT	IT-ET	IDT	RTF	HL	RER
4	4	5	0	13	7	8	12

Tabla 16: Cantidad de personas que obtuvieron déficits en el ejercicio IL(Inline-Lunge) con pierna izquierda

ILT	TBE	IFT	IT-ET	IDT	RTF	HL	RER
5	4	9	4	16	6	8	3

Tabla 17: Cantidad de personas que obtuvieron déficits en el ejercicio IL(Inline-Lunge) con pierna derecha

Por otra parte en la tabla 16 se observa que la alteración que se presentaron las patinadoras con más frecuencia en el M.I. en el ejercicio IL, fue la inestabilidad de tobillo. Mientras que la tabla 17 también indica que con pierna derecha se encuentra el mismo déficit alterado en el patrón de movimiento.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

CAPITULO V

5.1 DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal identificar asimetrías musculares estructurales y/o funcionales en extremidades inferiores que puedan influir en la capacidad de salto unilateral en patinadoras artísticas de modalidad libre. Esto quiere decir que analizando la técnica del deporte, se intentó verificar si la práctica de la misma puede ocasionar diferencias estructurales o funcionales a nivel muscular que pudiese afectar el rendimiento del salto de las patinadoras.

5.1.1 Comparación de variables estructurales y funcionales entre M.I.I y M.I.D

5.1.1.2 Variables estructurales

Para demostrar lo expuesto en el párrafo anterior nuestro primer objetivo fue analizar por medio de evaluaciones antropométricas, posibles diferencias en masa muscular y adiposa entre miembro inferior izquierdo (M.I.I) y miembro inferior derecho (M.D.D). Este método nos permitió obtener resultados fiables de perímetro y pliegues de muslo y pantorrilla izquierdo vs derecho. A través de estas evaluaciones, se intentó realizar un análisis comparativo entre ambas piernas y ver si la práctica de la modalidad libre podría ocasionar una asimetría estructural a nivel muscular y adiposo.

Debido a los resultados obtenidos en los ítems perímetro Muslo, perímetro Muslo 1cm, pliegue pantorrilla, Muslo Medial y Pantorrilla Máximo **no se encontraron evidencias significativas** para establecer que el deporte ocasiona una asimetría estructural en miembros inferiores.

Por lo tanto podemos determinar que no existe una diferencia entre las estructuras del músculo (masa muscular y adiposa) entre pierna izquierda y

derecha que puedan determinar que el patinaje artístico causa asimetrías estructurales.

Estas mediciones realizadas para cuantificar una asimetría estructural nos permite rechazar nuestra hipótesis planteada en el Capítulo I donde se planteó que las patinadoras artísticas presentan diferencias en masa muscular y adiposa entre pierna izquierda y derecha denominando esta diferencia, como una asimetría estructural.

Al realizar una valoración funcional con el objetivo de mantener y mejorar la condición física de la patinadora, es importante valorar su morfología corporal y poder analizarla en relación al tipo de modalidad deportiva practicada.

Tal como indican los estudios mencionados en nuestro capítulo II, se han analizado diferencias en masa muscular y adiposa en deportes considerados simétricos. Es decir, con predominancia de una sola extremidad y participación nula en relación a la otra. Dentro de los deportes que son considerados asimétricos se encuentra el tenis, el lanzamiento de jabalina, bádminton, entre otros.

Estas mediciones serían útiles aplicarlas a deportes que en su modalidad de práctica anulen el uso de un solo miembro inferior o superior. No es el caso del patinaje artístico, ya que en los giros, trabajo de piso y entre otras exigencias se utiliza de manera simétrica los miembros inferiores.

Entre los estudios de la cineantropometria siempre se establece la duda de si los aspectos de masa muscular y masa adiposa, son infra o sobrevalorados dependiendo del lado de obtención de las medidas antropométricas, en el deporte unilateral.

Por otra parte, resulta interesante realizar mediciones que comparen longitudes y diámetros óseos para evitar una sobrestimación de las diferencias que quizá podrían haberse dado a nivel de porcentaje óseo.

5.1.1.3 Variables funcionales

Nuestro segundo objetivo fue detectar alteraciones y/o déficits en el movimiento mediante dos test unilaterales del conjunto de pruebas Functional Movement Screen (FMS).

Comparando en ambas piernas los déficits encontrados en el ejercicio HS e IL observamos que existe una diferencia significativa en cuantos números de déficits encontrados entre M.I.I y M.I.D.

Esto significa que un lado o extremidad posee más desequilibrio muscular que el contrario.

Tal como se menciona en los estudios de Marochi et.al (2013) y Troule & Casamichana (2016) la herramienta del protocolo FMS ha sido utilizada para valorar posibles asimetrías entre pierna izquierda y derecha y por otro lado se pretendió utilizar dicha herramienta para realizar un perfil deportivo para un plan específico de entrenamiento o para una preparación física más especializada.

Si bien el protocolo, describe en una sumatoria final englobando con un puntaje una predicción futura de lesión, esta modalidad de evaluación ha sido utilizada con el fin de detectar anomalías o disfunciones en el movimiento según la biomecánica de cada articulación.

Pocos estudios valoran la calidad de movimiento para utilizarlos en los planes físicos, es por ello que mediante ambos ejercicios se pudieron hacer visibles los déficits encontrados traducidos en puntos débiles a trabajar.

En el análisis estadístico en cuanto las diferencias encontradas en cada pierna, se pudo verificar que las patinadoras artísticas de modalidad libre presentan una asimetría funcional demostrando diferencias significativas entre el número de variables analizadas en el ejercicio monopodal Hurdle Step e Inline Lunge.

Realizando un de análisis comparativo de déficits funcionales en miembros inferiores se pudo detectar qué pierna obtuvo más déficits.

A continuación se detallan los gráficos que demuestran una alteración más en la pierna derecha que izquierda.

En la figura 15 podemos apreciar que de un total de 8 déficits encontrados, las patinadoras presentaron mayores déficits en el M.I.D que en el M.I.I.

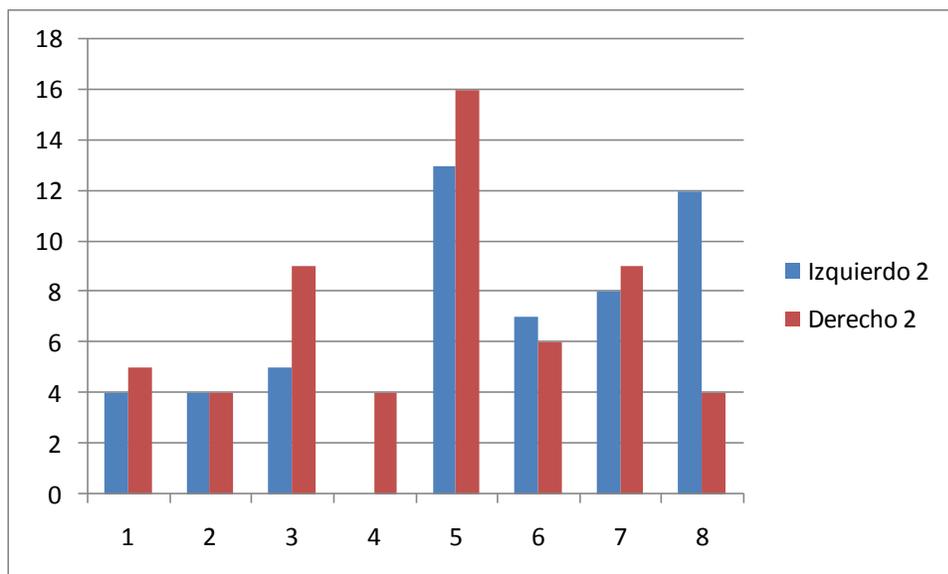


Figura 25: Comparación en cantidad de personas que obtuvieron déficits musculares entre pierna izquierda vs derecha en la variable Hurdle Step (HS)

Así mismo, se puede observar en la figura 16 más alteraciones en pierna derecha que izquierda.

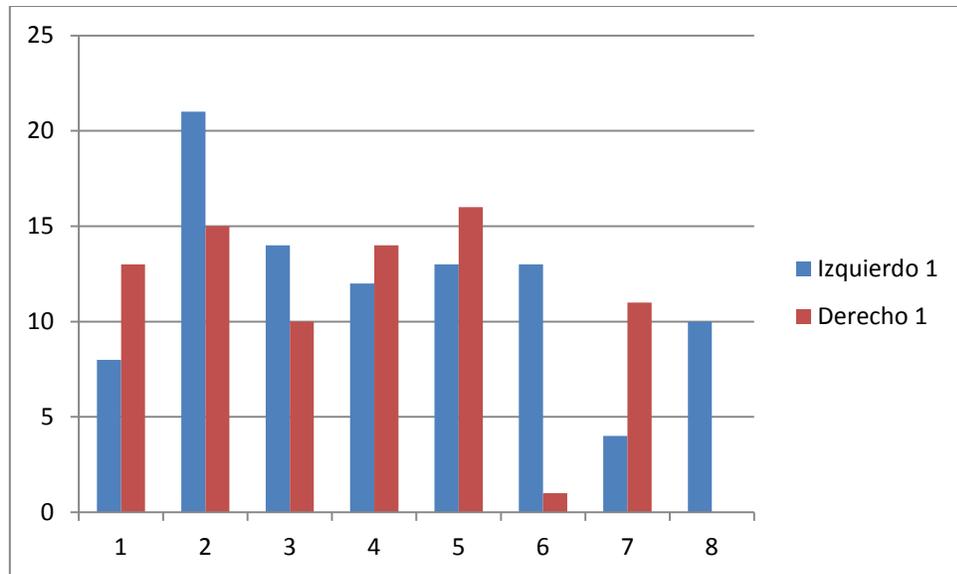


Figura 26: Comparación en cantidad de personas que obtuvieron déficits musculares entre pierna izquierda vs derecha en la variable In line-Lunge (IL)

Esto puede ser causal, ya que las patinadoras evaluadas rotaban sobre el lado izquierdo con caída sobre pierna derecha.

Estos gráficos demuestran de manera clara y precisa una alteración funcional en el M.I.D posiblemente causada por la propia caída del salto unipodal.

Con este análisis en cuanto evaluaciones estructurales y funcionales entre pierna izquierda y derecha podemos decir que las patinadoras artísticas no presentan diferencias estructurales en masa muscular y adiposa pero sí, asimetrías funcionales significativas con respecto a los déficits evaluados.

El proceso de entrenamiento asimétrico producto del uso de técnica unipodal favorecería el hecho de que estos déficits se incrementaran con el tiempo.

5.1.2 Correlación de variables estructurales y funcionales con la capacidad de salto unilateral.

En nuestra segunda hipótesis correlacional, intentamos verificar si una asimetría funcional o estructural afecta la altura de salto unilateral en las patinadoras. Esta conjetura tiene relación con la técnica que realiza el propio deporte y nos ayudó a verificar si algunas de las variables analizadas tenían relación con la altura de salto.

Al no evidenciar asimetrías estructurales correlacionamos por separado las variables antropométricas con la altura de salto encontrando una correlación moderada a baja en las variables Muslo izquierdo ($r = -0.4$) y derecho ($r = -0.38$) y pantorrilla izquierda ($r = -0.2$) y derecha ($r = -0.33$) en relación a la altura de salto con pierna izquierda y derecha.

Esto significa que a mayor perímetro de muslo y pliegue en pantorrilla menor altura de salto.

Estos parámetros nos indican que medir perímetro y pliegue de muslo y pantorrilla con la capacidad de salto entre cada miembro inferior, nos permite obtener una variable útil a la hora de evaluar la altura de salto y poder mejorar esta capacidad para un mayor rendimiento deportivo.

En cuanto a los déficits analizados por medio de los movimientos funcionales se encontró una correlación moderada inversa con la cantidad de déficit total evaluados en cada sujeto con la altura de salto bipodal.

El primer análisis en relación al número de déficit total de la variable HS (sumatoria de déficits de ambas piernas) vs altura de salto bipodal se obtuvo una correlación de $r = -0.25$. Lo mismo sucedió con el segundo análisis de la variable IL obteniendo un $r = -0.08$.

Se observó que el número de déficits en el ejercicio HS está más correlacionado con la altura de salto que en el ejercicio IN.

De esta manera podemos concluir que a mayor número de déficits menor altura de salto.

5.2.3 Análisis descriptivo de las variables funcionales

Con respecto a nuestra tercera hipótesis, pudimos detectar deficiencias en el patrón de movimiento evaluado. Se pudieron encontrar déficit en el movimiento tales como Rotación externa e interna de cadera (REC/RIC), Flexión de rodillas (FR), Inestabilidad de tobillo (IT) y Rotación externa o interna de rodilla (RER-RIR)

Estas variables nos indican una deficiencia muscular a nivel de flexores de cadera, teniendo una disminución en la activación de músculos que actúan en la flexión: Recto anterior los cuádriceps, psoas ilíaco, sartorio y tensor de la fascia lata.

La flexión de rodillas en apoyo nos indica un acortamiento en la zona de isquitiobiales. Este acortamiento podría ser causado por la caída constante sobre un solo miembro manteniendo una posición de flexión.

La inestabilidad de tobillo, indica anomalías en la activación de músculos estabilizadores que permiten que el tobillo se encuentre en condiciones para soportar la caída del salto unipodal. Esta variable puede ser causal, ya que las botas rígidas que se utilizan para la competencia impiden la movilidad total del tobillo. La estabilidad conjunta del tarso se mantiene gracias al sistema calcáneo-aquíleo-plantar constituido por el tendón de Aquiles, el sistema trabecular y partes de los músculos cortos del pie en especial el flexor corto y el abductor del dedo gordo.

La rotación interna o externa de rodillas en flexión significaría una desalineación articular y por consiguiente una alteración en la transmisión de fuerzas desde el suelo a lo largo del miembro inferior y cintura lumbopélvica. Esta rotación de cadera indica debilidad de glúteos y escasa extesibilidad del Tensor de la fascia lata.

La rodilla en extensión tiene bloqueada la capacidad de rotación. Los momentos de fuerza de los músculos con disposición longitudinal no son efectivos con la rodilla extendida pero en flexión momentos toman protagonismo con la flexión de rodilla.

El Tensor de la fascia lata es un músculo rotador interno de cadera y rotador externo de rodilla (inserción en el tubérculo de Gerdy de la tibia con expansiones a retináculo externo y peroné), lo que lo convierte en un importante culpable o cuanto menos sospechoso de un síndrome de rotación tibiofemoral.

El bíceps femoral es otro responsable de la rotación externa de la rodilla por su inserción en la cabeza del peroné, así como el vasto lateral por su inserción lateral sobre la rótula y tendón rotuliano. El gemelo medial rotará internamente el fémur respecto a la rodilla lo que supone una rotación externa tibial.

Como se puede observar en el capítulo 2 en la Figura 3 donde se analiza la física y la intervención muscular en los saltos, los déficits encontrados podemos relacionarlos a la constante acción concéntrica de isquiotibiales, cuádriceps, gemelos, glúteos y abductores para poder efectuar el salto correctamente.

Los músculos agonistas que realizan una contracción muscular concéntrica evidencian un acortamiento.

5.2.4 Relación de déficits encontrados con posible riesgo de lesión

Según lo expresan Ocampo & Ríos (2011) en su tesis de grado

“Los factores de riesgo neuromusculares están constituidos por patrones alterados de movimiento, alteraciones del equilibrio muscular e inapropiadas respuesta de rigidez y estabilización articular por parte de la musculatura que rodea la articulación de la rodilla. Dentro de los factores de riesgo se encuentran: la dominancia ligamentaria, la contracción dominante del cuadriceps y la dominancia del miembro inferior”

Dicho trabajo de investigación, pone en manifiesto que un patrón de movimiento alterado y/o una dominancia en el miembro inferior podría ser causante de riesgo a padecer alguna lesión. Esto nos indica que el análisis y detección de aquellos puntos débiles y/o déficits que afecten la calidad de movimiento, podrían ser útiles para prevenir futuros daños en el sistema musculoesquelético que impida el desarrollo óptimo del atleta en su modalidad deportiva.

Por otra parte el estudio propuesto Ferber et al. (2003) indica que las adolescentes y mujeres adultas presentan mayor aducción en cadera, mayor abducción en rodilla, rotación femoral interna y rotación tibial externa durante la fase de apoyo de la carrera.

Casualmente nuestra investigación presenta similitudes en el análisis de movimiento con respecto a lo expuesto anteriormente.

5.2 CONCLUSIONES

Las patinadoras artísticas de modalidad libre:

- No presentan diferencias significativas en masa muscular y adiposa entre M.I.I Y M.I.D. Por lo tanto podemos concluir que al no existir diferencias no se evidencian asimetrías estructurales en miembros inferiores en deportistas que practican este deporte.
- Presentan déficits y alteraciones en el movimiento realizado con M.I.I y M.I.D. Existen diferencias significativas en cuanto a los déficits encontrados en pierna izquierda vs derecha. Esta diferencia explica la existencia de asimetrías funcionales en deportistas que ejecuten la modalidad libre en sus entrenamientos diarios.
- Las patinadoras artísticas de modalidad libre que presenten un mayor perímetro de muslo y pliegue en pantorrilla obtendrán menor altura de salto.
- Las patinadoras artísticas de modalidad libre que presenten mayor número de déficits (es decir mayor deficiencia en el movimiento) obtendrán menor altura de salto.
- La ejecución repetitiva de la técnica de salto unipodal exigido por el Reglamento de este deporte puede causar deficiencias musculares a nivel de flexores de cadera (Recto anterior los cuádriceps, psoas ilíaco, sartorio y tensor de la fascia lata), acortamiento muscular de isquiotibiales, inestabilidad de tobillo con anomalías en la activación de músculos cortos del pie en especial el flexor corto y el abductor del dedo gordo y debilidad de glúteos con escasa extesibilidad del tensor de la fascia lata.

5.3 RECOMENDACIONES

Una vez concluida la tesis, se considera interesante investigar sobre otros aspectos relacionados a las posibles diferencias entre miembros inferiores en cuanto variables funcionales o estructurales.

Estas diferencias, pueden servir de parámetros útiles para evaluar el rendimiento y por lo tanto detectar déficits o alteraciones en el movimiento que predisponen a la patinadora a disminuir su performance y a padecer una futura lesión producto de estos desequilibrios.

- En este estudio, debido a sus implicancias económicas, no se pudo evaluar si existen diferencias a nivel fuerza muscular entre miembros inferiores. Se propone analizar mediante plataformas de fuerza posibles diferencias en fuerza muscular producto de una asimetría.
- Resulta interesante proponer una comparación de asimetrías funcionales mediante déficits detectados en el movimiento, entre grupos mayores a 12 años de edad con más de 6 años efectuando la práctica, para valorar si la alteración funcional aumenta con la cantidad de años de entrenamiento y por lo tanto un aumento en progresión lineal en cuanto número de déficits dependiendo de a la categoría que se vaya ascendiendo (C,B y A)
- Valorar el efecto un programa de entrenamiento funcional unilateral que atiendan las debilidades y déficits encontrados, para ver si mejoran el rendimiento de la capacidad de salto tanto bilateral como unilateral.
- Extender los estudios expuestos en esta tesis a médicos deportólogos, kinesiólogos que ayuden a los especialistas del área brindar parámetros para valorar y diagnosticar posibles alteraciones estructurales o

lesionales con validez clínica que puede desarrollar a largo plazo la práctica del patinaje.

Un estudio relativamente reciente sugiere que la activación de la musculatura de la cadera afecta significativamente la habilidad del cuádriceps y los isquiotibiales para generar fuerza o resistir las fuerzas experimentadas por el miembro inferior durante saltos (Bobbert, 1999).

Por su parte, es universalmente conocido que el glúteo medio es el principal estabilizador de la pelvis durante la fase de apoyo.

Así la musculatura pélvica juega un papel significativo en el correcto funcionamiento de los patrones de movimiento del miembro inferior, llegando a sugerirse que tanto la rodilla como el tobillo son víctimas de la inestabilidad core.

- Al encontrar déficit en flexión y extensión de cadera, rodilla y tobillos podemos decir que la relación entre los flexores y extensores se encuentra disminuida, por lo que deberían mejorarse el control pélvico en el plano sagital para obtener una buena calidad de movimiento.
- Los inclinadores muestran bajos valores respecto a la referencia. Estos músculos garantizan la estabilidad en el plano frontal, fundamental para evitar el valgo de rodillas, la aducción y rotación interna de cadera en fase de carga monopodal y el equilibrio del tronco en todos los ejes de movimiento.
- Se sugiere un programa de fortalecimiento de los músculos estabilizadores lumbopélvicos para corregir dichos déficit y prevenir futuras lesiones y sobrecargas.

GLOSARIO

Aparato locomotor: conjunto de estructuras que permite a nuestro cuerpo realizar cualquier tipo de movimiento. El aparato locomotor está formado por el esqueleto o sistema óseo (huesos) y el sistema muscular (músculos).

Biomecánica: Ciencia que estudia las fuerzas y las aceleraciones que actúan sobre los organismos vivos.

Capacidad de salto: El salto de longitud desde el sitio y el salto vertical miden la capacidad de salto para distancias y para alturas respectivamente (parado con los dos pies), y con frecuencia se usan como pruebas de habilidad deportiva.

Carga unilaterales: relativo al ejercicio, que se realiza un con único miembro a la vez.

Contracción muscular: proceso fisiológico en el que los músculos desarrollan tensión y se acortan o estiran (o bien pueden permanecer de la misma longitud) por razón de un previo estímulo de extensión.

Contralateral: Se dice a lo que esta situado al lado opuesto.

Corporal: adjetivo que califica a aquello vinculado al cuerpo, sobre todo al cuerpo humano.

Correlación: Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra

Cualitativo: De la cualidad o relacionado con ella.

Déficit: Falta o escasez de una cosa que se considera necesaria.

Deporte: Actividad o ejercicio físico, sujeto a determinadas normas, en que se hace prueba, con o sin competición, de habilidad, destreza o fuerza física.

Disfunción: Trastorno o alteración en el funcionamiento de una cosa.

Estabilidad articular: considerada como la función sinérgica en la que los huesos, articulaciones, cápsulas, ligamentos, músculos, tendones, receptores sensoriales y vías neurales espinales y corticales actúan en armonía para garantizar la homeostasis articular.

Estabilidad dinámica: habilidad individual para mantener la estabilidad mientras se pasa de un estado dinámico a un estado estático.

Esterotipo: Idea, expresión o modelo estereotipados de cualidades o de conducta.

Extremidad inferior: el miembro inferior o miembro pelviano es cada una de las dos extremidades que se encuentran unidas al tronco a través de la pelvis mediante la articulación de la cadera. Coloquialmente, los miembros inferiores son las piernas. Corresponde a la porción del miembro inferior situada entre la rodilla y el tobillo.

Extremidad superior: El miembro superior o extremidad superior, en el cuerpo humano, es cada una de las extremidades que se fijan a la parte superior del tronco. Se compone de cuatro segmentos: cintura

escapular, brazo, antebrazo y mano y se caracteriza por su movilidad y capacidad para manipular y sujetar.

Funcional: Que se caracteriza por tener una utilidad eminentemente práctica.

Gesto técnico deportivo: Gesto que se compone de una serie de Movimientos encadenados que se ejecutan con un objetivo final.

Habilidad motora: Es la capacidad que se aprende por aprendizaje de realizar movimientos con excelente técnica, en forma óptima y en cualquier situación.

Hipertrofia: Crecimiento excesivo y anormal de un órgano o de una parte de él debido a un aumento del tamaño de sus células.

Lateralización: conjunto de predominancias particulares de un lado del cuerpo sobre las del otro lado simétrico a nivel de las manos, pies, ojos y oídos.

Lesión: Alteración o daño que se produce en alguna parte del cuerpo a causa de un golpe, una enfermedad, etc.

Locomoción: La locomoción humana normal se ha descrito como una serie de movimientos alternantes, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad.

Maestría deportiva: Dominio completo de las estructuras motoras económicas de los ejercicios deportivos, buscando el resultado máximo alcanzable en las condiciones de competición deportiva de máxima dureza.

Monopodal: apoyo realizado con un solo miembro inferior.

Muslo: Parte de la pierna humana que va desde la cadera hasta la rodilla.

Pantorrilla: Parte musculosa y abultada de la pierna, situada en su parte trasera, por debajo de la corva.

Patrón de movimiento: Movimientos que involucran una o más articulaciones. Representan la base para el ulterior desarrollo de destrezas deportivas.

Performance: En el contexto deportivo, la performance de un atleta o de un equipo está relacionada con su rendimiento o con un logro deportivo.

Pliegue cutáneo: pliegues en la piel.

Reglamento deportivo: es la colección o recogimiento de reglas, normas o preceptos que rigen un deporte determinado, así también como una disposición administrativa para el desarrollo de las leyes deportivas.

Rendimiento deportivo: capacidad que tiene un deportista de poner en marcha todos sus recursos bajo unas condiciones determinadas.

Rutina coreográfica: Se denomina coreografía a una estructura de movimientos que se van sucediendo unos a otros, al ritmo de una danza en particular, que puede ser interpretada a través de los movimientos corporales por una o más personas.

Simétrico: Proveniente de simetría. Correspondencia de posición, forma y tamaño, respecto a un punto, una línea o un plano, de los elementos de

un conjunto o de dos o más conjuntos de elementos entre sí.

Sistema neuromuscular: sistema nervioso y el sistema musculo esquelético. Que es el conjunto de uniones neuromusculares. La unión neuromuscular es la unión entre el axón de una neurona (de un nervio motor) y un efector, que en este caso es una fibra muscular.

SNC: Sistema Nervioso Central: estructura biológica constituida por el encéfalo y la médula espinal.

Sobreuso: también denominado sobrecarga muscular. Es una contracción involuntaria y continua de las fibras musculares como consecuencia de la práctica excesiva de deporte o la mala ejecución de un ejercicio. Generalmente se produce por la repetición errónea de un gesto deportivo lo que produce el sobreuso de un determinado músculo

BIBLIOGRAFÍA

1. **Abián P, Abián-Vicén J, Sampedro J.** Análisis Antropométrico de la Simetría Corporal en Jugadores de Bádminton. *Int J Morphol.* 2012;30(3):945-951. doi:10.4067/S0717-95022012000300030.
2. **Art S.** Asimetría de la masa, fuerza y potencia muscular de los miembros inferiores de estudiantes universitarios. 2015;IX:22-29.
3. **Blandón Ocampo AF, Granada Ríos HY.** Factores de riesgo neuromusculares para lesión de rodilla en el equipo femenino de baloncesto en la Universidad tecnológica de Pereira, 2011. 2011:79.
4. **Carmody M.** Alineación postural, deporte simétrico y asimétrico. 2015. <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/920>.
5. **Cook G, Burton L, Hoogenboom B.** Pre-Participation Screening: The Use of Fundamental Movements As An Assessment of Function–Part 1. *North Am J Sport Phys Ther NAJSPT.* 2006;1(2):62. doi:10.1055/s-0034-1382055.
6. **Dufour M, Pillu M.** Biomecánica Funcional (bases anatómicas, estabilidad, movilidad,tensiones). Masson S.A. Barcelona.2006. Pagina 55.
7. **Ferragut C, Cortadellas J, Arteaga R, Jal C.** Predicción de la altura de salto vertical: importancia del impulso mecánico y de la masa muscular de las extremidades inferiores. *Rev Mot.* 2003;10:7-22.
8. **Fort Vanmeerhaeghe A, Romero Rodriguez D.** Neuromuscular risk factors of sports injury. *Apunt Med l'Esport.* 2013;48(179):109-120. doi:10.1016/j.apunts.2013.05.003.

9. **Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero D.** Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. *Apunt Med l'Esport*. 2013;48(179). [http://www.apunts.org/ficheros/eop/S1886-6581\(13\)00015-7.pdf](http://www.apunts.org/ficheros/eop/S1886-6581(13)00015-7.pdf).
10. **Helena Vila M, Arturo Abrales J, Rodríguez N, Manchado C, Ferragut C.** The anthropometric profile of elite roller figure skaters. *J Hum Sport Exerc*. 2013;8(3):2-5. doi:10.4100/jhse.2013.8.Proc3.09.
11. **Hewit J, Cronin J, Hume P.** Multidirectional Leg Asymmetry Assessment in Sport. *Strength Cond J*. 2012;34(1):82-86. doi:10.1519/SSC.0b013e31823e83db.
12. **Kibler W Ben, Press J, Sciascia A.** The role of core stability in athletic function. *Sports Med*. 2006;36(3):189-198. doi:10.2165/00007256-200636030-00001.
13. **Marochi L, Martínez A, Pascuas S.** Perfil del jugador de rugby a partir de un screening de movimiento funcional como herramienta de prevención. *10mo Congr Argentino Educ Física y Ciencias*. 2013:0-12. <http://www.aacademica.org/000-049/96>.
14. **M. Izquierdo.** Editor. Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte. Panamericana. 2008.
15. **Oliva DS, Miguel F, Marcos L, et al.** Análisis de la Importancia de la Utilización de la Pierna No Dominante en el Fútbol Profesional. 2012;(1987):1-10.
16. **Paper C.** Indicadores de rendimiento y de asimetrías en el salto vertical. 2016;(November 2015).
17. **Petisco C, Carretero M, Sanchez-Sanchez J.** ¿Es el ejercicio físico un factor determinante de las asimetrías funcionales en la extremida

inferior? *Apunt Educ Fis y Deport.* 2016;125(125):7-20.
doi:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2016/3).125.01.

18. **Rodas A.** Alteraciones Del Control Motor En Miembro Inferior En Fémimas Adolescentes: Rol Del Entrenamiento Neuromuscular. ... *Corpor y salud Gestación, Infanc y Adolesc.* 2007:17.
http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=TosFL9oEQyYC&oi=fnd&pg=PA143&dq=ALTERACIONES+DEL+CONTROL+MOTOR+EN+MIEMBRO+INFERIOR+EN+FÉMINAS+ADOLESCENTES:+ROL+DEL+ENTRENAMIENTO+NEUROMUSCULAR+PREVENTIVO&ots=UY-bUksqFE&sig=Fp8BrUPI3MRuaygfrOksCEK_YaY.
19. **Sanz Ramírez E.** Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza unilateral o bilateral sobre el rendimiento en gestos de fuerza velocidad y la asimetría bilateral en jóvenes futbolistas. 2016:198.
<http://roderic.uv.es/handle/10550/50941>.
20. **Seco Calvo J.** <Title/>. *Fisioterapia.* 2009;31(1):40.
doi:10.1016/j.ft.2008.09.017.
21. **Willson JD, Ireland ML, Davis I.** Core strenght and lower extremity alignment during single leg squats. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(5):945-952. doi:10.1249/01.mss.0000218140.05074.fa.
22. **Yanci J, Los Arcos A, Jesús C.** Características Físicas Y Diferencias Unilaterales En Salto Vertical Y Horizontal En Futbolistas De Élite
Physical Characteristics and Unilateral Differences of Vertical and Horizontal Jump in Elite Soccer. *J Sport Heal Res.* 2014;6(3):217-226.
23. **L Ean M Ass a Symmetry I Nfluences F Orce and.** 2014:884-891.
24. **Asimetría deis membres superiors a tennistes . Implicacions cíneantropométriques Asimetría de miembros superiores en tenistas . Impiicaciones cineantropométricas.** 2009;XXXII(1984).

ANEXOS

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

NOMBRE Y APELLIDO:.....
 EDAD: FECHA DE NACIMIENTO:.....
 CATEGORIA:..... MODALIDAD:.....
 ¿PADECE DE ALGUNA LESION?..... ANTECEDENTES.....
 EDAD DE MENARCA..... LADO HABIL.....
 CANTIDAD DE HORAS DE ENTRENAMIENTO: PREPARACION FISICA FUERA DE LOS PATINES:.....
 PESO CORPORAL..... ALTURA..... IMC.....

TEST DE SALTO UNILATERAL	Miembro Inferior Derecho				Miembro inferior Izquierdo				
	VARIABLE	1	2	3	Media	1	2	3	Media
Tiempo de vuelo									
Velocidad de Despegue									
Altura Alcanzada									

TEST COMPOSICION DEL MUSCULO ESQUELETICO		Miembro Inferior Derecho				Miembro inferior Izquierdo			
VARIABLE ESTRUCTURAL	Sitio	Medi.1	Medic.2	Medic.3	Mediana	Medic.1	Medic.2	Medic.3	Mediana
Pliegues Cutáneos (mm)	Muslo (frontal)								
	Pantorrilla Medial								
Perímetros (mm)	Muslo (1cm glúteo)								
	Muslo (medial tro-tib-lat)								
	Pantorrilla Máximo								

TEST FUNCIONAL DE FMS

HURDLE STEP - Paso de Valla							Puntaje
PD	Inclinación de caderas	Movi. en la columna lumbar	Eversión de tobillo	Retroversión pélvica	Flexión de rodilla P.L	No puede realizarlo	
PI	Inclinación de caderas	Movi. en la columna lumbar	Eversión de tobillo	Retroversión pélvica	Flexión de rodilla P.L	No puede realizarlo	
IN-LINE LUNGE (IN) – Zancada de línea							
PD	Inclinación ante. de tronco	Tobillos levantados	Lateralización	Pie desalineado	Perdida de equilibrio	No puede realizarlo	
PI	Inclinación ante. de tronco	Tobillos levantados	Lateralización	Pie desalineado	Perdida de equilibrio	No puede realizarlo	
ACTIVE STRAIGHT LEG RAISE (ASLR) – Pierna recta hacia arriba							
PD	< 90	90	> 90			No puede realizarlo	
PI	< 90	90	> 90			No puede realizarlo	
SINGLE LEG TEST							
PD	Valgo rodilla	Varo rodilla	Valgo tobillo	Varo tobillo		No puede realizarlo	
PI	Valgo rodilla	Varo rodilla	Valgo tobillo	Varo tobillo		No puede realizarlo	