

Paola Marcela
10/3

Acta de examen por tribunal
MONTEVIDEO

Materia: OSEMD SEMINARIO DEPORTE

No admite examen aprobado sin nota

Período: 202201 - MONTEVIDEO - Ordinario

Fecha evaluación: 01/02/2022 **Hora:** 14:00

Corrección de fecha:

Tribunal: GONZALEZ RAMIREZ ANDRES , TREJO SILVA ALEJANDRO, PEREZ PAZ MARIA VICTORIA

Tipo de inscripción: CURRICULAR - ESTUDIANTES CON CURSO APROBADO

Estudiante	Nombre	Curso	Nota	Literal	Fecha
1 5145453 - 3	ARENAS TRIGO, JENNIFER	12 - 17/12/2021	11	ONCE	25/02/2022
2 5145540 - 2	ARENAS TRIGO, MATHIAS	12 - 17/12/2021	11	ONCE	"
3 4757521 - 0	BLANCO PRADERA, LUCAS	12 - 17/12/2021	11	ONCE	"
4 5224553 - 1	CANOSA TRICARICO, RODRIGO EZEQUIEL	12 - 17/12/2021	11	ONCE	"

Tot. Gral.	Presentados	No presentados	Aprobados	No aprobados	Otros
4	CUATRO	CERO	CUATRO	CERO	

Reglamentados	No reglamentados	Libres


Andres Gonzalez


ALEJANDRO
TREJO SILVA


VICTORIA PÉREZ PAZ.

Escala de notas:

Mínimo: 0; Máximo: 12; Umbral aprob.: 5

(*) El estudiante está en más de un acta

Universidad de la República
Instituto Superior de Educación Física
Licenciatura en Educación Física
Tesina

Déficit bilateral en cargas medias para ejercicios de empuje y tracción en miembros superiores en jugadoras U26 de handball

Autores: Jennifer ARENAS
Mathías ARENAS
Lucas BLANCO
Rodrigo CANOSA

Profesor tutor: Andrés GONZÁLEZ.

Montevideo, febrero, 2022

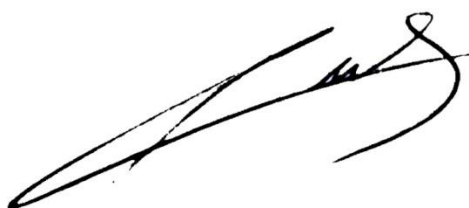
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Los abajo firmantes Jennifer Arenas, Mathías Arenas, Lucas Blanco y Rodrigo Canosa, somos los autores y los responsables de todos los contenidos y las opiniones expresadas en este documento, que no necesariamente son compartidas por el Instituto Superior de Educación Física.









ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivos específicos	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Fundamentación	4
2.2. Handball	6
3. METODOLOGÍA	7
3.1. Modelo de investigación	7
3.2. Nivel de investigación	7
3.3. Diseño de investigación	7
3.4. Variables utilizadas	8
3.5. Sujetos de investigación	8
3.6. Instrumento de medición	9
3.7. Procedimiento	10
3.8. Estudio piloto	11
3.9. Tratamiento de los datos	12
3.10. Aspectos éticos	12
4. RESULTADOS	13
4.1. Fuerza pico	13
4.2. Potencia pico	18
5. DISCUSIÓN	24
6. CONCLUSIONES	28
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
8. ANEXOS	32

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

CM - Cadenas musculares

CCI - Coeficiente de correlación intraclase

DBL - Déficit bilateral

D+I - Derecha más izquierda

LD - Lado dominante

LND - Lado no dominante

MI - Miembros inferiores

MS - Miembros superiores

MSD - Miembro superior derecho

MSI - Miembro superior izquierdo

N - Newton

RM - Repetición máxima

SE - Standard error / Error estándar

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el déficit bilateral en ejercicios de tracción y empuje en cargas medias para miembros superiores en jugadoras U26 de handball femenino. Esta investigación tuvo un carácter de diseño experimental y un modelo cuantitativo, tomando como muestra 14 jugadoras de handball de 21 ± 2 años, $70,0 \pm 10,0$ kg de peso y una altura de $1,64 \pm 0,05$ m., todas ellas pertenecientes a diferentes clubes federados en la Federación Uruguaya de Handball. Se utilizó un dinamómetro electromecánico Dynasystem, en el cual se optó por el modo tónico, en donde se establecieron cargas intermedias emparentadas en 240N y 120N para las tareas bilaterales y unilaterales respectivamente. Los datos fueron expresados en fuerza pico y potencia pico. Los resultados arrojaron la existencia de un déficit bilateral (DBL) en los ejercicios de tracción y empuje, en fuerza pico o en potencia pico. En fuerza pico el promedio del DBL en tracción es de 23,8% y en empuje es de 9,2%, en cuanto a potencia pico el promedio del DBL en tracción es de 30,2% y en empuje es de 24,8%. Así mismo, los valores de potencia pico demuestran ser mayores que en fuerza pico. En cuanto a las asimetrías, en los valores de fuerza pico, ocho de los 14 sujetos que componen la muestra no presentan diferencias relevantes entre miembro superior derecho (MSD) y el miembro superior izquierdo (MSI). No obstante, en cuanto a los valores de potencia pico, 11 de los 14 sujetos que componen la muestra presentan diferencias relevantes entre el MSD y el MSI. Por otra parte, la incidencia del lado dominante (LD) en las asimetrías no se corresponde, dado que se hallaron datos que no evidencian una relación relevante, a excepción de los datos de tracción en potencia pico. El DBL puede ser atribuido en parte a mecanismos neuronales debido a que de manera unilateral se logra un mayor reclutamiento de unidades motoras en movimientos explosivos.

Palabras clave: Handball. Déficit bilateral. Asimetría. Fuerza. Potencia.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestras familias y amigos quienes siempre estuvieron brindando su apoyo incondicional para con nosotros.

A nuestro tutor Dr. Andrés González quien desde el inicio nos guió de forma incesante y estuvo dispuesto a responder nuestras inquietudes, brindándonos sus conocimientos y enseñanzas respecto al campo de investigación de la Educación Física.

Al Mag. Alejandro Trejo quien es nuestro referente principal del deporte colectivo en el cual se enmarcó esta investigación, y a su vez colaboró en el reclutamiento de sujetos para el estudio.

A los funcionarios administrativos del Instituto Superior de Educación Física quienes facilitaron y apoyaron cuestiones logísticas y materiales para el laboratorio.

Por último, pero no menos importante, a todas las jugadoras y cuerpos técnicos de los clubes los cuales hicieron posible la realización de este estudio.

1. INTRODUCCIÓN

Estudios sobre déficit bilateral (DBL) indican “(...) que la cantidad máxima de fuerza voluntaria ejercida por una sola extremidad disminuye cuando dos extremidades idénticas se contraen al mismo tiempo” (Nijem y Galpin, 2014, p.114). Los ejercicios bilaterales demandan la contracción en conjunto de los mismos músculos en las extremidades de los laterales opuestos. Mientras tanto, los ejercicios unilaterales limitan la contracción de una extremidad de forma individual (Nijem y Galpin, 2014).

Janzen, Chilibeck y Davison (2006) han demostrado en ejercicios dinámicos e isométricos que el DBL está presente en diferentes grupos musculares, pero se da en mayor frecuencia, por ejemplo, en una extensión de cadera y rodilla (prensa 45°) que en una extensión de rodilla (camilla de cuádriceps). Esto se relaciona en mayor medida con la capacidad neuronal de reclutar fibras, estando presente el DBL en ejercicios básicos donde se deben reclutar mayor cantidad de neuronas motoras y estando menos presente en ejercicios aislados o analíticos en el que el reclutamiento es menor.

Por otra parte, Cornwell, Khodiguian y Yoo (2012) realizaron un estudio donde indican que el DBL se relaciona con la mano hábil e inhábil en deportistas, teniendo así las personas diestras mayor capacidad de generar fuerza con el miembro derecho y las personas zurdas mayor capacidad de generar fuerza con el miembro izquierdo. Este concepto es abordado por Bejarano y Naranjo (2014) el cual es establecido como asimetría de fuerza. Si bien estos conceptos se correlacionan, se debe tener en cuenta que hacen referencia a aspectos diferentes.

De igual manera, las investigaciones sobre DBL en mayor medida están enfocadas a miembros inferiores (MI). Los estudios acerca de los miembros superiores (MS) sobre el DBL en el medio local son muy escasos, y a nivel global las investigaciones que existen sobre MS en relación con estudios acerca de MI, reflejan a simple vista que la brecha cuantitativa pareciera ser amplia.

El handball según Bautista, Chiroso, Robinson, van der Tillaar, Chiroso y Martín (2016) es un deporte de alta intensidad, el cual conlleva esfuerzos cortos y con un alto nivel de reincidencia, en el que habilidades como lo son el lanzamiento del balón, el salto y la carrera pueden ser los factores determinantes de un encuentro.

Aragón, Fernández, Gómez, Carrasco, Mora y González (2010) estudiaron en deportes colectivos similares como lo son el waterpolo el DBL en MS, donde afirman que los entrenamientos bilaterales no solo aumentan el rendimiento deportivo de los sujetos, sino que

también pueden ser decisivos para prevención de lesiones ocasionadas por descompensaciones musculares entre los hemicuerpos.

En otro orden, estudios precedentes orientados a la descompensaciones y desequilibrios en MI en jugadores de handball, afirman que la sobrecarga que produce el entrenamiento unilateral genera grandes asimetrías musculares entre los dos hemisferios, las cuales aumentan proporcionalmente a la edad de los sujetos. Los mismos aseguran que un factor relevante al cual se puede adjudicar esta problemática es la ausencia de planificación e implementación de entrenamientos de forma bilateral desde edades tempranas (Facio, González, Ramos y Mora, 2008). En estos, se recalca la importancia del entrenamiento bilateral, para prevenir la sobrecarga de forma unilateral y, por tanto, posibles lesiones por el uso reiterado del hemicuerpo dominante (Facio et al., 2008).

Por último, cabe destacar que existen varios antecedentes acerca del DBL donde se utiliza el protocolo de 1RM (Škarabot, Cronin, Strojnik, Avela, 2016; Candia-Luján, Carreón, Núñez, De León, Carrasco y Candia-Sosa, 2018; Rodrigues y Chagas, 2003; Chaves, Guerra, Moura, Nicoli, Idemar y Simão, 2004) para establecer las diferentes cargas de trabajo.

Albalá (2017) plantea que obtener el valor de 1RM (una repetición máxima) ya sea de forma directa (test de 1RM) o de forma indirecta (test nRM) es un proceso complejo y requiere cierta familiarización, por lo que al utilizar estos test en sujetos no acostumbrados a manejar cargas altas puede traer consigo cierto error, además de que se estaría sometiendo a los sujetos a cargas altas en el caso de 1RM y al fallo muscular en el caso de nRM, siendo ambas metodologías potencialmente lesivas.

Por tanto, la presente investigación se basó en un protocolo donde las cargas fueron establecidas a partir del dinamómetro electromecánico (Dynasystem) y su modo tónico, el cual ha sido validado en diferentes estudios (Rodríguez, Jerez, García, Martínez y Chiroso, 2021; Martínez, 2021), posibilitando así, establecer la carga, cuantificarla y controlarla.

En base a estos antecedentes, esta investigación lleva la recolección de datos y su análisis a los MS a partir de un estudio de carácter cuantitativo y experimental, en atletas femeninas U26 pertenecientes a equipos afiliados a la Federación Uruguaya de Handball (FUH), buscando comparar el DBL en ejercicios de empuje y tracción a diferentes cargas de ejecución de forma bilateral y unilateral.

En este sentido resulta interesante preguntarse: ¿Cómo se presenta el déficit bilateral en cargas medias en ejercicios de tracción y empuje en miembros superiores en jugadoras U26 de handball femenino?

1.1.Objetivo general

- Analizar el DBL en ejercicios de tracción y empuje en cargas medias para MS en jugadoras U26 de handball femenino.

1.2.Objetivos específicos

- Analizar las variaciones del DBL en fuerza y potencia.
- Valorar la incidencia de las asimetrías en el DBL.
- Valorar la repercusión del lado dominante (LD) y el lado no dominante (LND) en cuanto al DBL.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación

Cuando hablamos del rendimiento deportivo debemos tener presente capacidades físicas como lo son la fuerza y la velocidad, sobre las cuáles se debe trabajar para lograr un mejor rendimiento en los deportistas.

Martin, Carl y Lenhertz (2001) establecen que, desde un punto de vista mecánico, la fuerza es producto de la interacción de dos cuerpos presentando deformaciones, produciendo así cambios de su estado de movimiento. La magnitud de la fuerza se puede medir mediante dinamómetros o a través de cambios de estado de movimiento. El cálculo de la fuerza se obtiene al aplicar la fórmula $F = m.a$, donde (F) es la fuerza, (m) la masa y (a) la aceleración.

Otra capacidad importante dentro del rendimiento deportivo es la velocidad en el movimiento, la cual es definida por García, Navarro, Ruiz y Martín (1998) como la capacidad de un sujeto para realizar acciones motoras en un mínimo de tiempo y con el máximo de eficacia.

Estas capacidades físicas no se dan de forma aislada, sino que obtienen como producto la potencia (Hernández, 2003). La potencia es definida como “la capacidad que tiene el sistema neuromuscular, para superar resistencias con la mayor velocidad de contracción posible” (Komi citado en Hernández, 2003, p.2). Estas tres variables se relacionan por la fórmula física $P = F.V$ (Serrato, 2008).

Por otra parte, Weineck (2005) plantea que la lateralidad funcional se refiere a la función de un segmento del cuerpo en la que existe una preferencia en su uso o un predominio para su rendimiento. También existe una lateralidad morfológica, la cual se correlaciona con el aspecto. El brazo dominante sobresale por contar con un mayor grosor y firmeza de sus huesos evidenciando mayor fuerza en su musculatura.

El DBL es un fenómeno que se adjudica a la disminución del rendimiento en los movimientos bilaterales sincrónicos respecto a la sumatoria de movimientos unilaterales idénticos (Buckthorpe, Pain y Folland, 2013). Está restringido a los movimientos contralaterales sincrónicos y contracción de miembros homónimos. Es de gran relevancia, lograr identificar la existencia del DBL, ya que, este puede estar ligado a limitaciones relacionadas al control del sistema neuromuscular. Sin embargo, esto no es estrictamente determinante: la posible limitación de control puede ser potencialmente anulada, especialmente en deportistas que buscan acrecentar la producción de fuerza unilateral o bilateral (Škarabot et al., 2016).

El entrenamiento bilateral logrará coadyuvar en el éxito de forma determinante en deportes colectivos y en algunos deportes individuales. Este resultado se adjudica al efecto sorpresa que puede generar el cambio de mano o pie en el momento de la competición. La capacidad de realizar movimientos complejos con ambos hemisferios acrecienta la posibilidad de acción de los deportistas. Por ejemplo, remitiéndose a la práctica deportiva, los movimientos de un jugador central de handball que sea capaz de lanzar a portería con ambas manos serán más difíciles de predecir (Weineck, 2005).

La preferencia por uno de los laterales del cuerpo, factor que se tiene en cuenta en la mayoría de los deportes, es sumamente entrenable, de manera que, la mejora de la habilidad de un lateral mediante la práctica puede disminuir, inclusive desvanecer las diferencias laterales, permitiendo llegar a alcanzar cambios en el rendimiento por parte de los deportistas.

El entrenamiento del LD en conjunto con el LND, puede mejorar el rendimiento de ambas extremidades. Aún más importante, el entrenamiento del hemisferio no dominante permite observar mejoras, tanto en este, como en el LD, pudiendo llegar a ser aún mayor que entrenando con el lado hábil. Este fenómeno se denomina transferencia bilateral (Bejarano y Naranjo, 2014).

Existen estudios acerca de la lateralidad en MI, donde se lo relaciona con asimetrías anatómicas y de fuerza. Bejarano y Naranjo (2014) establecen que dichas asimetrías, pueden ser generadas a partir de factores biomecánicos y fisiológicos, más específicamente en adaptaciones neuromusculares, activación de unidades motoras y distribución de tipos de fibras. Es por ello, que las asimetrías pueden atribuirse a la actividad y no al miembro que ejecuta dicha actividad.

En el estudio de Brown, Whitehurst, Findley, Gilbert y Buchalter (1995) se estableció que, a mayor velocidad de ejecución de los ejercicios, el DBL era menor en los sujetos participantes. Por el contrario, Dickin y Too (2006) establecieron que a mayor velocidad de ejecución en la fase concéntrica de los ejercicios el DBL era mayor. No obstante, dichos estudios se encuentran enmarcados en el análisis de ejercicios de MI, sin embargo, es sustancial tomar en consideración los resultados contrapuestos acerca del DBL, por lo cual a partir de estas investigaciones se buscó emparentar dichos resultados en MS.

Resulta pertinente establecer la concepción de cadenas musculares (CM) para abordar el DBL en MS, es por ello que:

Las Cadenas Musculares representan circuitos en continuidad de dirección y de planos a través de los cuales se propagan las fuerzas organizadoras del cuerpo, el enfoque está

dado desde una perspectiva más global y dirigida hacia el funcionamiento conjunto de todas las partes del cuerpo para disponer una función determinada (Still, 2012 citado en Fasienda, 2018, p.4).

No obstante, Mézières (1984, citado en Carpintero, 2017) definió las CM como un conjunto de músculos poliarticulares imbricados, es decir, “superpuestos como las tejas de un tejado”. Es así que enumera cuatro cadenas musculares: la cadena posterior, la cual se extiende desde la parte posterior del cráneo hasta la punta de los dedos y asciende por la parte anterior de la pierna para terminar en la tuberosidad tibial; la cadena antero-interna en el abdomen y la cadera; la cadena braquial en la cara anterior del hombro a la punta de los dedos; y por último la cadena anterior del cuello.

En esta investigación de carácter experimental, se realizaron los ejercicios de remo sentado en polea baja y press en polea, con la característica de que dichos ejercicios involucran la cadena posterior y consecuentemente la cintura escapular; y la cadena braquial involucrando así los músculos de la articulación del hombro y del codo. A su vez, según Bravo (2020) podemos enmarcar estos ejercicios como ejercicios multiarticulares, ya que implican varias articulaciones en su ejecución.

2.2. Handball

Según García (1991) el handball es un deporte de cooperación-oposición, de invasión de terreno, disputa y conquista de espacios. El mismo tiene como principios generales del juego en ataque la conservación del balón, el progreso hacia el arco rival y la conversión del gol y, consecuentemente en la defensa impedir el progreso del rival en la cancha, evitar el gol y recuperar el móvil.

En otro orden y tomando en cuenta la praxiología motriz, el handball se enmarca en los deportes sociomotrices, puesto que se establecen relaciones entre compañeros y adversarios. Desarrollándose en un espacio compartido, caracterizándose por ser abierto en cuanto a las circunstancias de juego y la toma de decisiones de los jugadores. Es un deporte que se desarrolla en elevadas repeticiones de esfuerzos cortos, siendo así de alta intensidad (Bautista et al., 2016). Teniendo en cuenta que las acciones técnico-tácticas de los jugadores cumplen un papel primordial, como lo son los saltos, las carreras y los lanzamientos, así como también la velocidad de los mismos, estos se vuelven decisivos a la hora de evaluar el rendimiento de los deportistas (Gorostiaga, Granados, Ibanez e Izquierdo, 2005).

3. METODOLOGÍA

3.1. Modelo de investigación

Esta investigación empleó el modelo cuantitativo, por tanto, se utilizaron “técnicas estadísticas para conocer ciertos aspectos de interés sobre la población que se está estudiando” (Hueso y Cascant, 2012, p.1). Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) el modelo cuantitativo se concibe como una serie de procesos secuenciales y probatorios donde partimos de una idea que se va acotando hasta delimitarse generando objetivos y una pregunta de investigación; enmarcado dentro de una perspectiva teórica se establece una hipótesis y variables, donde luego mediante un diseño de investigación planificado se busca medir dichas variables dentro de un contexto con el fin de extraer y analizar las mediciones obtenidas para llegar a una conclusión.

3.2. Nivel de investigación

El alcance de la investigación es descriptivo, por tanto “se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández et al., 2014, p.92).

Por consiguiente y contemplando lo enunciado por Hernández et al. (2014), se pretende cuantificar o recolectar información de forma aislada o conjunta referente a los conceptos o variables a las cuales se hace referencia.

3.3. Diseño de investigación

Este trabajo se basa en un diseño de investigación, a partir del cual se extrae información deseada referente al problema anteriormente planteado. Específicamente esta investigación se enmarcó dentro del diseño experimental, ya que, es un “estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (...), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (...), dentro de una situación de control para el investigador” (Fleiss, O’Brien, y Green, citado en Hernández et al., 2014, p.129).

3.4. Variables utilizadas

Las variables a tener en cuenta son tanto independientes, como dependientes. Las independientes se encuentran relacionadas con las situaciones de juego del deporte en particular, es por ello que fueron tenidos en cuenta ejercicios de tracción, y empuje en MS. Específicamente se realizaron tracción unilateral de MSD, tracción unilateral de MSI, tracción bilateral, empuje unilateral de MSD, empuje unilateral de MSI y empuje bilateral.

En cuanto a las variables dependientes, se consideraron aquellas obtenidas mediante el Dynasystem a la hora de realizar los ejercicios. Los datos a tener en cuenta fueron: fuerza, fuerza media, fuerza pico, potencia, potencia media y potencia pico.

3.5. Sujetos de investigación

El muestreo se realizó a través de una selección no probabilística de un subgrupo de la población de interés para el estudio. La elección de los sujetos no se encuentra subordinada a la probabilidad, sino que la misma depende de las características de la investigación (Hernández et al., 2014). En este caso, se seleccionaron 14 atletas femeninas pertenecientes a la categoría U26 en equipos federados de handball en Uruguay.

Se tomó como criterios de inclusión de la muestra, que los sujetos no hayan tenido una lesión de MS en los últimos seis meses, no haber realizado trabajos de fuerza exigente en las 72 horas previas, y que posean una antigüedad de al menos dos años en un equipo federado de handball.

Los 14 sujetos que conformaron la muestra de esta investigación se caracterizaron por presentar una edad de 21 ± 2 años, peso medio de 70 ± 10 kg, una altura de $1,64 \pm 0,05$ m y 6 ± 2 años federados en el deporte. Por otra parte, 14 sujetos poseen como LD la derecha y dos sujetos poseen como LD la izquierda.

Tabla 1 – Características descriptivas de todos los sujetos

Sujetos	Edad	Peso (kg)	Altura (m)	Federado (años)	Lado Dominante
Sujeto 1	22	86,9	1,58	2	Derecho
Sujeto 2	18	56,5	1,61	5	Derecho
Sujeto 3	20	69,8	1,54	8	Derecho
Sujeto 4	18	83,3	1,68	6	Derecho
Sujeto 5	25	66,3	1,63	8	Izquierdo
Sujeto 6	22	79,8	1,65	9	Derecho
Sujeto 7	20	62,5	1,65	6	Derecho
Sujeto 8	19	58,7	1,66	7	Izquierdo
Sujeto 9	23	65,7	1,69	6	Derecho
Sujeto 10	21	59,7	1,62	6	Derecho
Sujeto 11	26	85,6	1,70	11	Derecho
Sujeto 12	18	78,3	1,68	6	Derecho
Sujeto 13	19	59,2	1,57	6	Derecho
Sujeto 14	19	75,3	1,74	5	Derecho
Media	21	69,9	1,64	6	---
Desvío Estándar	2	10,7	0,06	2	---

3.6. Instrumento de medición

En esta investigación se utilizó como herramienta de medición un dinamómetro electromecánico, el cual tiene la capacidad de realizar una gran variedad de movimientos en diferentes modalidades (tónico, isocinético, isotónico, elástico, isométrico, inercial, excéntrica y vibratoria). La velocidad y la fuerza es regulada de forma precisa debido a un motor eléctrico de 200W. El usuario aplica fuerza en una cuerda, en donde la misma es utilizada como polea, permitiendo así controlar y medir tanto la fuerza como la velocidad. (Rodríguez et al., 2021)

El dinamómetro Dynasystem en función “modo tónico” modula la resistencia sumando o restando kilos en la fase concéntrica y en la excéntrica. Este modo tónico permite configurar la carga del ejercicio, pudiendo especificar una carga constante (isotónico) o linealmente

variable (pleotónico). Se puede establecer la carga inicial y final de cada fase del movimiento (Rodríguez, 2020).

Según estudios anteriores, en el entrenamiento, una forma de medir fuerza en términos de capacidad e intensidad es mediante el test de 1RM. Según Rodríguez y Chagas (2003) 1RM se define como la mayor carga que se puede mover en una repetición correctamente realizada para un rango de movimiento específico.

Como fue mencionado previamente, siendo el protocolo de 1RM potencialmente lesivo para los sujetos participantes (Albalá, 2017), se instauró un protocolo en el cual se establecieron tres diferentes cargas de ejecución y a su vez, una modalidad de incremento intra-repetición correspondientes a trabajos pleotónicos.

3.7.Procedimiento

El test experimental se realizó en el laboratorio del Instituto Superior de Educación Física. Los sujetos de medición llegaron a la hora acordada, se les entregó el consentimiento informado, el cual leyeron para ser firmado e inmediatamente se procedió al pesaje y medición. Luego se comenzó con el calentamiento¹, para posteriormente ejecutar las pruebas.

Antes de comenzar la primera prueba, fue realizada una serie de acercamiento con cinco repeticiones de remo en polea a una carga de 100N, para luego comenzar con la primera ejecución de remo sentado en forma bilateral con una carga baja de 160N a cuatro repeticiones. Inmediatamente fue tomado un descanso de un minuto y medio, posteriormente se realizó el mismo ejercicio, pero con una carga media de 240N a cuatro repeticiones, nuevamente se procedió a realizar el descanso pautado para luego iniciar con la última medición con una carga alta de 320N. Para finalizar, se realizó el ejercicio, pero con cargas de forma incremental intra-repetición, donde se comenzó con una carga de 160N, incrementando 40N cada repetición durante cinco repeticiones.

Posteriormente, se llevó a cabo dicha prueba de forma idéntica (repeticiones y descansos), pero de forma unilateral; siendo modificadas las cargas bajas, medias y altas a la mitad (80N, 120N, 160N). El ejercicio incremental se realizó con una carga inicial de 80N incrementando 20N intra-repetición. Se realizaron todos los ejercicios primero con el lado derecho seguido del lado izquierdo, con sus respectivos descansos.

¹ Ver en Anexo 8.2.

A continuación, se realizó el ejercicio press en polea de forma bilateral, en donde el procedimiento (serie de acercamiento, repeticiones, cargas y descansos) es exactamente igual a la primera prueba.

Para culminar, se realizó el ejercicio de press en polea de forma idéntica (repeticiones, cargas y descansos), pero de forma unilateral, primero con el lado derecho y luego con el lado izquierdo.

Es de gran relevancia destacar que para cada una de las tareas motoras el dinamómetro electromecánico Dynasystem arrojó valores relacionados a la fuerza, potencia y velocidad de ejecución para cada uno de los sujetos.

Durante la construcción del protocolo y consecuentemente el procedimiento se probaron varias alternativas. Se realizaron diferentes pruebas preliminares en donde se utilizó el modo isocinético y el modo tónico del dinamómetro electromecánico Dynasystem.

En cuanto al modo isocinético el cual permite establecer diferentes velocidades de ejecución de la carga y arrojar diferentes datos de fuerza y potencia fue desechado por dificultades metodológicas.

Por otro lado, en lo que respecta al modo tónico, se establecieron diferentes cargas, las cuales luego de varias pruebas experimentales con el dispositivo posibilitó delimitar las cargas bajas, medias y altas. En este sentido, se realizaron diversas pruebas referidas a la posición corporal para una eficiente ejecución en la toma de datos, tomando en cuenta las zonas de apoyo, como también así, elementos de sujeción para una mayor comodidad.

3.8. Estudio piloto

El estudio piloto consiste según Hernández et al. (2014) en comprobar el instrumento de medida en una pequeña muestra poblacional de casos para verificar la pertinencia y eficacia de dicho instrumento, así como también las condiciones adecuadas para llevar a cabo la aplicación y los procedimientos. Mediante estas pruebas, se calibran la confiabilidad y validez del instrumento. En la presente investigación, se realizó el estudio piloto mediante la participación de un deportista voluntario.

La confiabilidad y validez del instrumento se comprobó a través de la ejecución de ejercicios de MS por parte del mismo deportista, los cuales fueron previamente establecidos en el estudio, teniendo en cuenta que se concibe por un lado a la confiabilidad como el “grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes” (Hernández et al., 2014, p.200) y por otro, a la validez como el “grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (Hernández et al., 2014, p.200).

3.9. Tratamiento de los datos

Los datos que se recabaron a partir de las pruebas ejecutadas en el Dynasystem fueron desarrollados en una planilla de Microsoft Excel, para posteriormente ser analizados con el programa JASP 0.14.1. La fiabilidad relativa de las medidas fue evaluada usando el coeficiente de correlación intraclase (CCI). Los resultados fueron expresados como media y desviación estándar. Los datos fueron verificados mediante el test de normalidad Shapiro-Wilk. Así mismo se utilizó el test de datos no paramétrico Wilcoxon y el análisis de varianza T-test para comparar las variables con datos paramétricos. La relación entre las variables se calculó por medio del coeficiente de correlación de Pearson.

Se analizaron los datos en términos de fuerza pico, fuerza media, potencia pico y potencia media. A partir de este análisis se optó por centralizar el estudio en la fuerza pico y la potencia pico. A su vez, debido a la extensión del estudio y la gran cantidad de datos obtenidos fue necesario acotar el mismo a las cargas intermedias, es decir, a las series con un peso de 240N de forma bilateral y 120N de forma unilateral.

3.10. Aspectos éticos

En la presente investigación fueron comprendidos dentro de la misma, los principios éticos de la declaración de Helsinki establecidos en la asamblea médica mundial. Así mismo, fue enviado el protocolo al comité de ética para su aprobación y a las participantes del estudio les fue brindado un documento en donde se constata el consentimiento informado², el cual debió ser leído con antelación para aceptar las condiciones de participación.

² Ver Anexo 8.3.

4. RESULTADOS

4.1. Fuerza pico

En cuanto a los valores obtenidos de fuerza pico³ para el ejercicio de tracción unilateral, dos sujetos obtuvieron mayores valores de fuerza pico con el miembro superior derecho (MSD), cuatro sujetos obtuvieron un mayor valor de fuerza pico con el miembro superior izquierdo (MSI) y ocho sujetos no obtuvieron diferencias relevantes entre el MSD y el MSI. De los 14 sujetos analizados, tres sujetos obtuvieron mayor pico de fuerza con su LD, tres sujetos obtuvieron mayor pico de fuerza con su LND y ocho sujetos no presentaron diferencias relevantes entre su LD y su LND. Los resultados demuestran que existe un promedio de 9,7% de asimetría en tracción. Se obtuvo un CCI de 0,726.

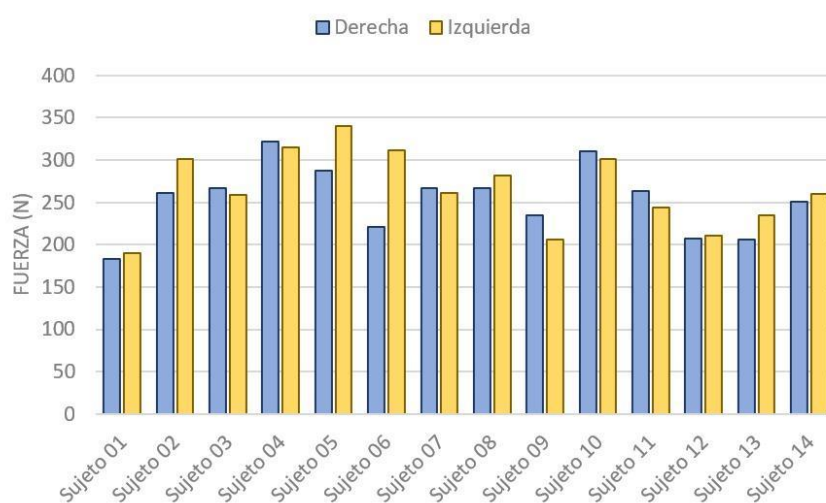


Figura 1. Comparativa de valores de fuerza pico en MSD y MSI en tracción.

En lo que respecta al DBL en tracción⁴, 12 sujetos obtuvieron valores mayores de fuerza pico en la sumatoria de derecha más izquierda (D+I) y dos obtuvieron valores no relevantes en la sumatoria de D+I respecto a los valores obtenidos de fuerza pico de forma bilateral. Los resultados demuestran que existe un promedio de 23,8% de déficit bilateral en tracción. Se obtuvo un CCI de 0,707.

³ Tabla completa en Anexo 8.4.

⁴ Tabla completa en Anexo 8.4.

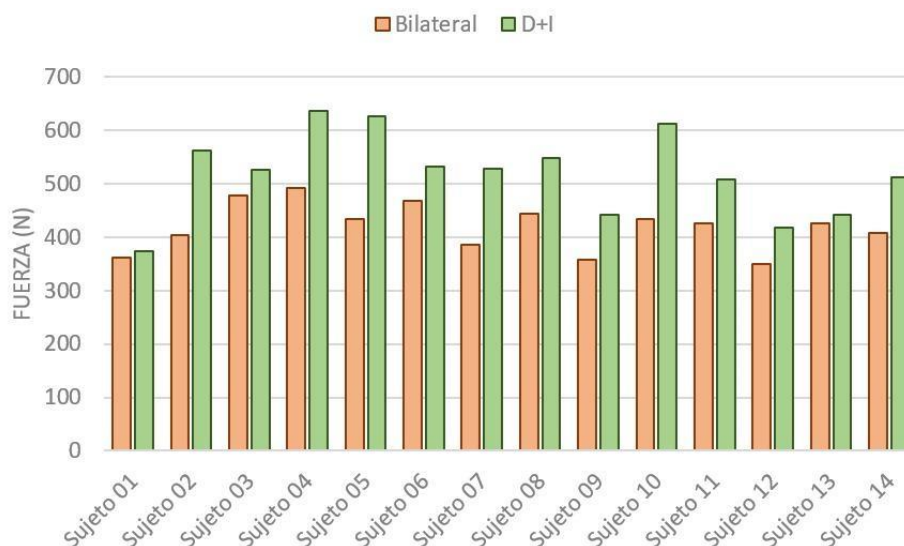


Figura 2. Comparativa de valores de fuerza pico en tracción bilateral y sumatoria D+I.

En cuanto a los valores obtenidos de fuerza pico⁵ para el ejercicio de empuje unilateral, tres sujetos obtuvieron mayores niveles de fuerza pico con el MSD, tres sujetos obtuvieron un mayor pico de fuerza con el MSI y ocho sujetos no obtuvieron diferencias relevantes entre el MSD y el MSI. De los 14 sujetos analizados, tres obtuvieron mayor pico de fuerza con su LD y tres obtuvieron mayor pico de fuerza con su LND, el resto no presentó diferencias relevantes. Los resultados demuestran que existe un promedio de 6,2% de asimetría en empuje. Se obtuvo un CCI de 0,475.

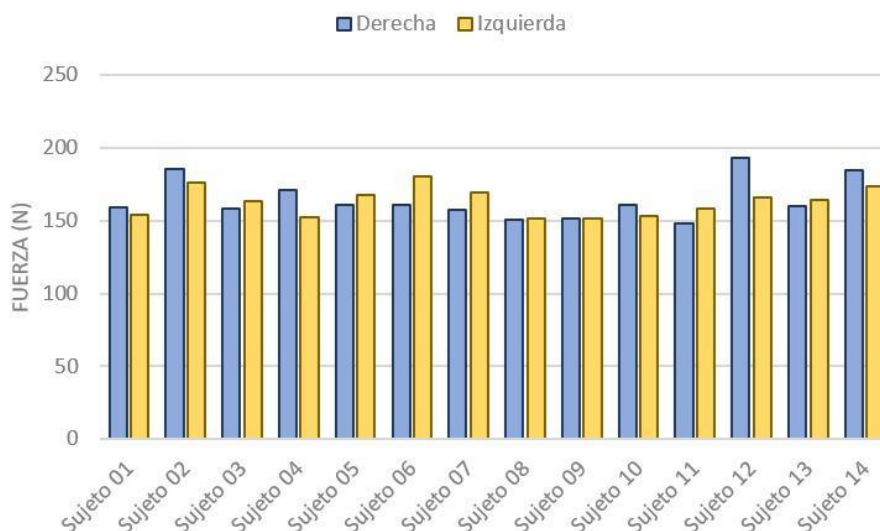


Figura 3. Comparativa de valores de fuerza pico en MSD y MSI en empuje.

⁵ Tabla completa en Anexo 8.5.

En lo que respecta al DBL en tracción⁶, nueve sujetos obtuvieron valores mayores de fuerza pico en la sumatoria de D+I y cinco no obtuvieron diferencias relevantes respecto a los valores obtenidos de fuerza pico de forma bilateral. Los resultados demuestran que existe un promedio de 9,2% de déficit bilateral en empuje. Se obtuvo un CCI de 0,438.

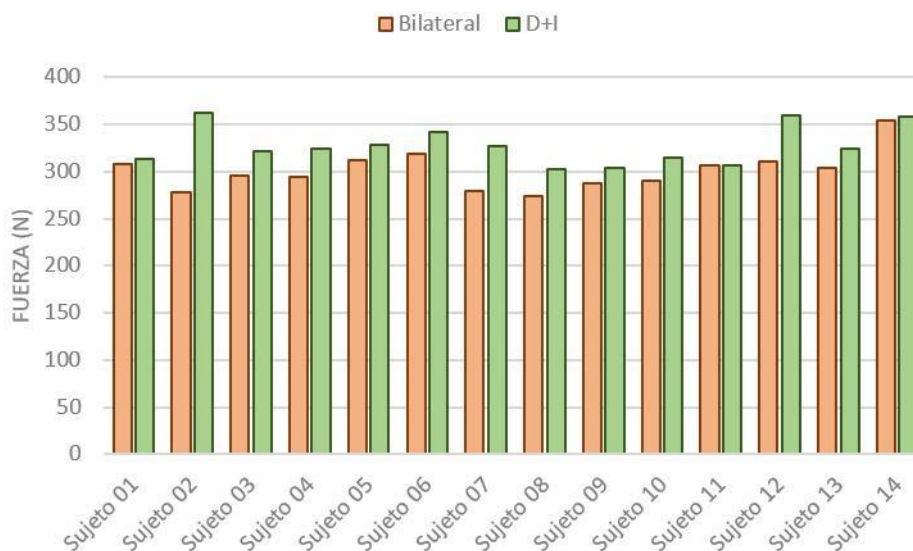


Figura 4. Comparativa de valores de fuerza pico en empuje bilateral y sumatoria D+I.

En la tabla 2, se describe la fuerza en tracción. En la misma se puede visualizar la media, la desviación estándar, los valores mínimos y los máximos en donde el MSI es más fuerte respecto al MSD, y la sumatoria D+I arroja valores de fuerza más altos de fuerza que en tracción bilateral.

Tabla 2 - Resultados descriptivos de fuerza pico de la muestra de los sujetos en cargas medias de tracción.

	Bilateral (N)	Derecha (N)	Izquierda (N)	Sumatoria D+I (N)
Sujetos	14	14	14	14
Media	419.104	253.459	265.659	519.119
Desviación Estándar	44.541	39.567	45.304	78.867
Mínimo	348.870	183.320	190.090	373.410
Máximo	492.410	321.450	339.900	636.970

⁶ Tabla completa en Anexo 8.5.

En la tabla 3 de fuerza en empuje, se puede visualizar la media, la desviación estándar, los valores mínimos y máximos en donde el MSD es más fuerte respecto al MSI, y la sumatoria D+I arroja valores de fuerza más altos de fuerza que en empuje bilateral.

Tabla 3 - Resultados descriptivos de fuerza pico en de muestra de los sujetos en cargas medias de empuje.

	Bilateral (N)	Derecha (N)	Izquierda (N)	Sumatoria D+I (N)
Sujetos	14	14	14	14
Media	300.876	164.592	163.021	327.611
Desviación Estándar	20.601	13.990	9.758	20.510
Mínimo	274.390	148.110	151.330	301.980
Máximo	353.610	193.140	180.610	362.240

La figura 5 evidencia que el grupo de puntos de la derecha en relación con el de la izquierda no guardan diferencias relevantes. La figura 6 evidencia que el grupo de puntos de la tracción bilateral en relación con el de la sumatoria D+I guardan diferencias relevantes, siendo los valores de D+I mayores a los valores bilaterales. La diferencia entre derecha e izquierda en promedio fue de -12,20N (SE: 8,51N) en datos de fuerza pico en tracción. La prueba t para muestras apareadas exhibió que dicha diferencia no es significativa ($t(13) = -1.43, p = 0,176$). En cuanto a la diferencia entre bilateral y sumatoria D+I en promedio fue de un -100,01N (SE:15,20N) en datos de fuerza pico. La prueba t para muestras apareadas exhibió que dicha diferencia es significativa ($t(13) = -6,57, p < 0,001$).

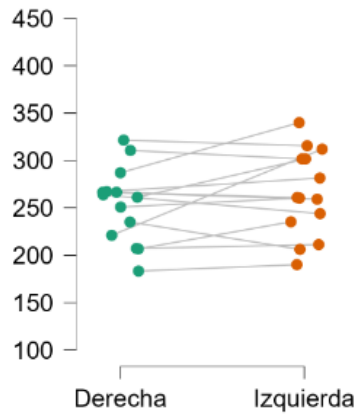


Figura 5. Comparativa de fuerza pico para cargas medias en tracción en pruebas unilaterales entre derecha e izquierda.

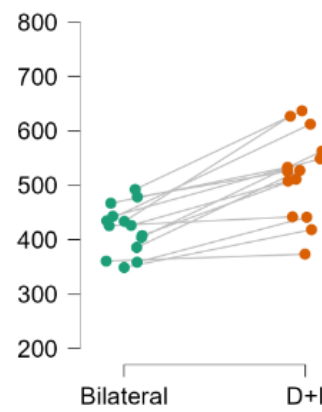


Figura 6. Comparativa de fuerza pico para cargas medias en tracción en prueba bilateral y sumatoria D+I.

La figura 7 evidencia que el grupo de puntos de la derecha en relación con el de la izquierda no guardan diferencias relevantes. La figura 8 evidencia que el grupo de puntos del empuje bilateral en relación con el de la sumatoria D+I guardan diferencias relevantes, siendo los valores de D+I mayores a los valores bilaterales.

La diferencia entre derecha e izquierda en promedio fue de 1,57N (SE: 3,39N) en datos de fuerza pico en tracción. La prueba t para muestras apareadas exhibió que dicha diferencia no es significativa ($t(13) = 0,46$ $p = 0,651$) en empuje unilateral en fuerza pico. La relación de datos entre el empuje bilateral y la sumatoria D+I en fuerza pico, se manifestó como datos no paramétricos, es por ello que la prueba de rangos con signo de Wilcoxon evidenció que existe una diferencia significativa en donde los valores de D+I (Media = 327,61N) fueron más altos que los valores de tracción bilateral (Media = 300,87N), $W = 104N$, $p < 0,001$.

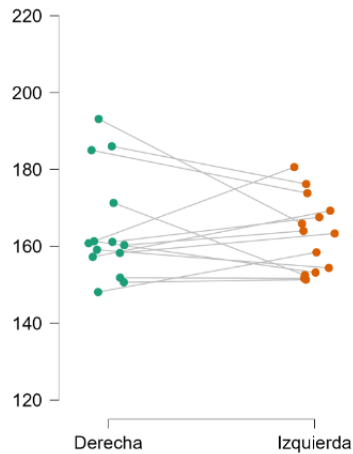


Figura 7. Comparativa de fuerza pico para cargas medias en empuje en pruebas unilaterales entre derecha e izquierda.

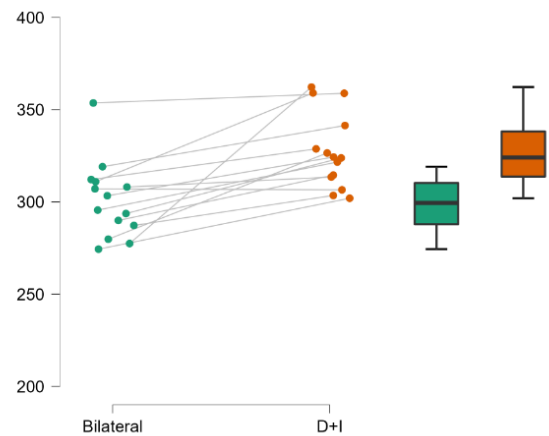


Figura 8. Comparativa de fuerza pico para cargas medias en empuje en prueba bilateral y sumatoria D+I.

4.2. Potencia pico

En cuanto a los valores obtenidos de potencia pico⁷ para el ejercicio de tracción unilateral, siete sujetos obtuvieron mayores niveles de potencia con el MSD y cuatro sujetos obtuvieron un mayor pico de potencia con el MSI y tres sujetos no obtuvieron diferencias relevantes entre el MSD y el MSI. De los 14 sujetos analizados, 12 obtuvieron mayor pico de potencia con su LD y dos obtuvieron mayor pico de potencia con su mano LND. Los resultados demuestran que existe un promedio de 13,7% de asimetría en tracción. Se obtuvo un CCI 0.522.

⁷ Tabla completa en Anexo 8.6.

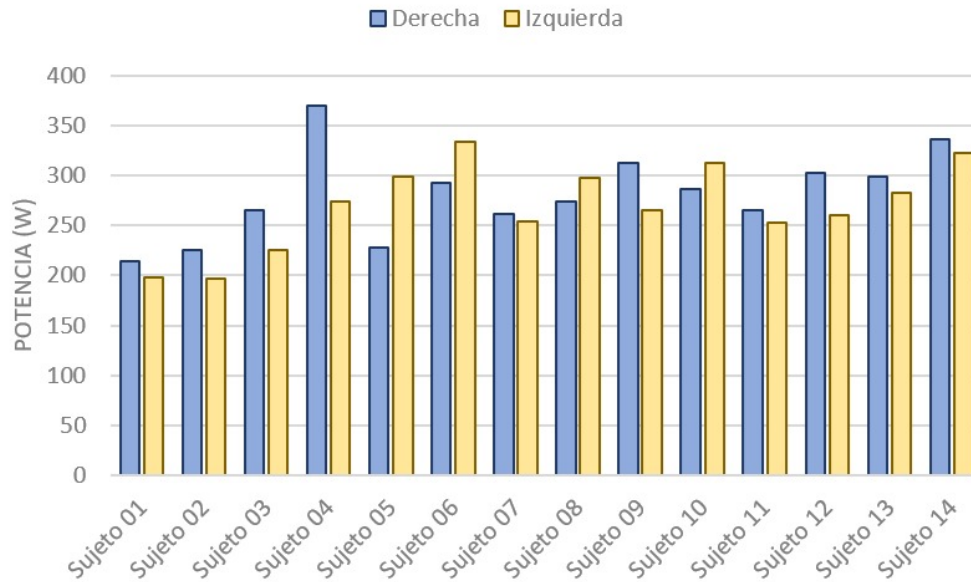


Figura 9. Comparativa de valores de potencia pico en MSD y MSI en tracción.

En lo que respecta al DBL en tracción⁸, 13 sujetos obtuvieron valores mayores de potencia pico en la sumatoria de D+I y uno obtuvo diferencias no relevantes respecto a los valores obtenidos de potencia pico de forma bilateral. Los resultados demuestran que existe un promedio de 30,2% de déficit bilateral en tracción. Se obtuvo un CCI de 0,564.

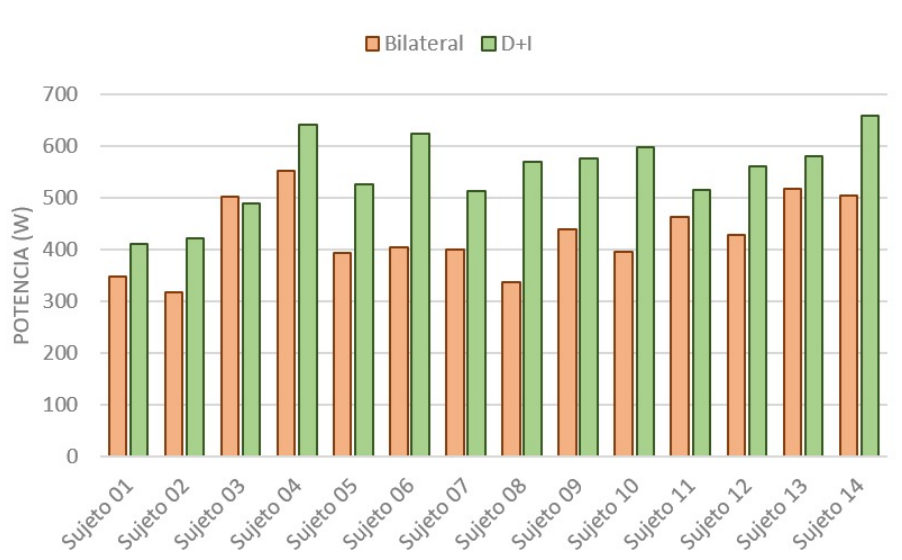


Figura 10. Comparativa de valores de potencia pico en tracción bilateral y sumatoria D+I.

⁸ Tabla completa en Anexo 8.6.

En cuanto a los valores obtenidos de potencia pico⁹ para el ejercicio de empuje unilateral, seis sujetos obtuvieron mayores niveles de potencia con el MSD, cinco sujetos obtuvieron un mayor pico de potencia con el MSI y tres sujetos no obtuvieron diferencias relevantes entre el MSD y el MSI. De los 14 sujetos analizados, cinco obtuvieron mayor pico de potencia con su LD y seis obtuvieron mayor pico de potencia con su mano LND. Los resultados demuestran que existe un promedio de 26,6% de asimetría en empuje. Se obtuvo un CCI de 0.556.

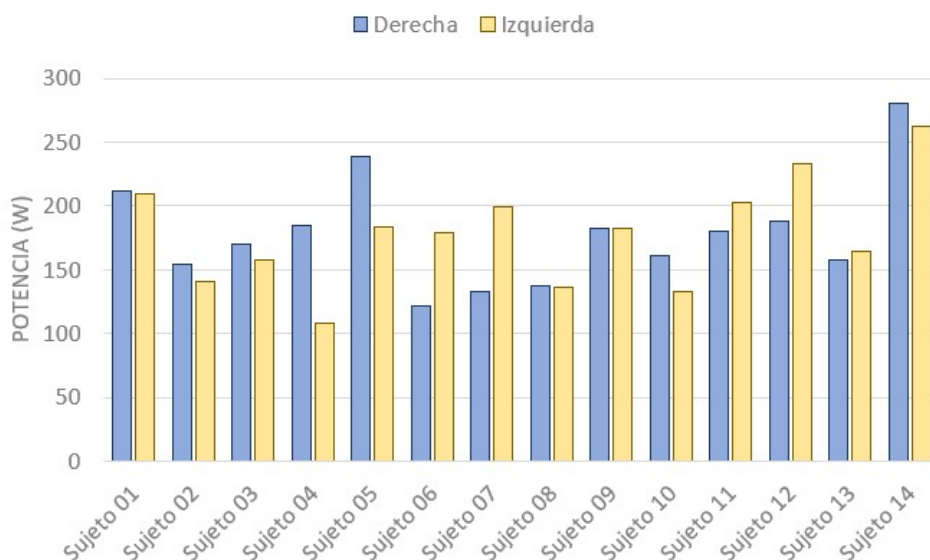


Figura 11. Comparativa de valores de potencia pico en MSD y MSI en empuje

En lo que respecta al DBL en empuje¹⁰, 13 sujetos obtuvieron valores mayores de potencia pico en la sumatoria de D+I y uno obtuvo diferencias no relevantes respecto a los valores obtenidos de potencia pico de forma bilateral. Los resultados demuestran que existe un promedio de 24,8% de déficit bilateral en empuje. Se obtuvo un CCI de 0.895.

⁹ Tabla completa en Anexo 8.7.

¹⁰ Tabla completa en Anexo 8.7.

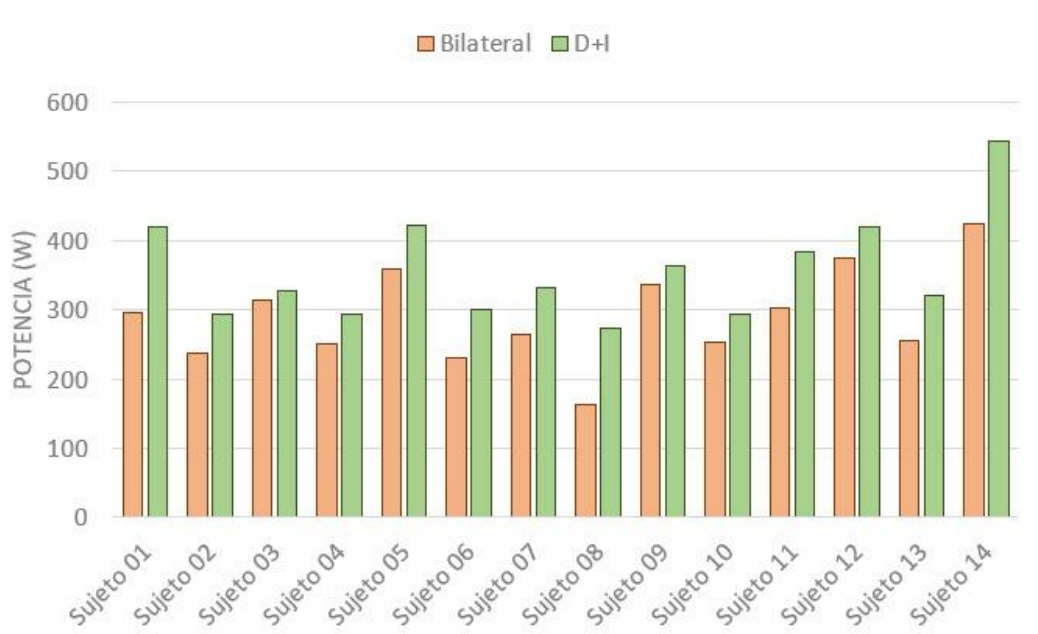


Figura 12. Comparativa de potencia pico en empuje bilateral y sumatoria D+I.

En la tabla 4 de fuerza en tracción, se puede visualizar la media, la desviación estándar, los valores mínimos y máximos en donde el MSD es más fuerte respecto al MSI, y la sumatoria D+I arroja valores de fuerza más altos de fuerza que en empuje bilateral

Tabla 4 - Resultados descriptivos de la muestra de los sujetos en cargas medias en tracción

	Bilateral (W)	Derecha (W)	Izquierda (W)	Sumatoria D+I (W)
Sujetos	14	14	14	14
Media	429.479	280.759	269.254	550.012
Desviación Estándar	71.553	43.167	42.547	74.764
Mínimo	318.140	213.800	197.220	411.260
Máximo	551.940	369.460	333.460	658.590

En la tabla 5 de fuerza en empuje, se puede visualizar la media, la desviación estándar, los valores mínimos y máximos en donde el MSD es más fuerte respecto al MSI, y la sumatoria D+I arroja valores de fuerza más altos de fuerza que en empuje bilateral.

Tabla 5 - Resultados descriptivos de la muestra de los sujetos en cargas medias en empuje

	Bilateral (W)	Derecha (W)	Izquierda (W)	Sumatoria D+I (W)
Sujetos	14	14	14	14
Media	290.094	178.607	178.037	356.645
Desviación Estándar	67.845	42.675	41.998	74.674
Mínimo	163.260	121.380	108.280	273.760
Máximo	423.240	280.550	262.730	543.280

La figura 13 evidencia que el grupo de puntos de la derecha en relación con el de la izquierda no guardan diferencias relevantes. La figura 14 evidencia que el grupo de puntos de la tracción bilateral en relación con el de la sumatoria D+I guardan diferencias relevantes, siendo los valores de D+I mayores a los valores bilaterales. La diferencia entre derecha e izquierda en promedio fue de 11,50N (SE: 11,20N) en la tracción unilateral en potencia pico. La prueba t para muestras apareadas exhibió que dicha diferencia no es significativa ($t(13) = 1,02$, $p = 0,323$). En cuanto a la diferencia entre bilateral y sumatoria D+I en potencia pico, el promedio fue de un -120,534N (SE:18,264N). La prueba t para muestras apareadas exhibió que dicha diferencia es significativa ($t(13) = -6,60$, $p < 0,001$).

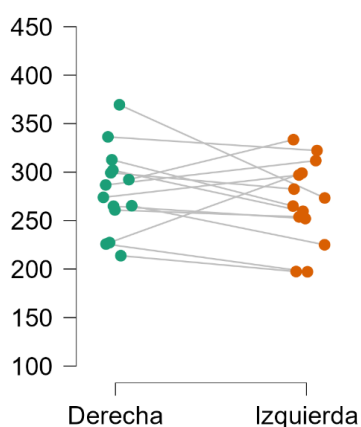


Figura 13. Comparativa de potencia pico para cargas medias en tracción en pruebas unilaterales entre derecha e izquierda.

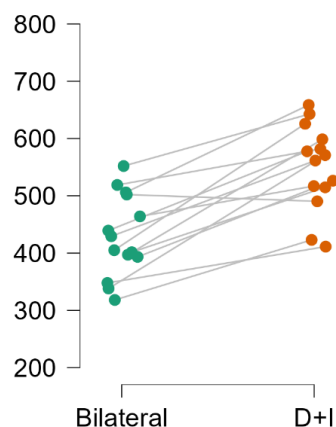


Figura 14. Comparativa de potencia pico para cargas medias en tracción en prueba bilateral y sumatoria D+I.

La figura 15 evidencia que el grupo de puntos de la derecha en relación con el de la izquierda no guardan diferencias relevantes. La figura 16 evidencia que el grupo de puntos de la tracción bilateral en relación con el de la sumatoria D+I guardan diferencias relevantes, siendo los valores de D+I mayores a los valores bilaterales. La diferencia entre derecha e izquierda en promedio fue de 0,57N (SE: 10,67N) en el empuje unilateral en potencia pico. La prueba t para muestras apareadas exhibió que dicha diferencia no es significativa ($t(13) = 0,053$, $p = 0,958$).

En cuanto a la diferencia entre bilateral y sumatoria D+I en promedio fue de un -66,55N (SE:8,91N) en valores de potencia pico. La prueba t para muestras apareadas exhibió que dicha diferencia es significativa ($t(13) = -7,46$, $p < 0,001$).

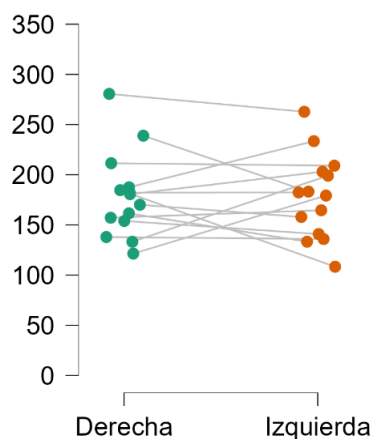


Figura 15. Comparativa de potencia pico para cargas medias en empuje en pruebas unilaterales entre derecha e izquierda.

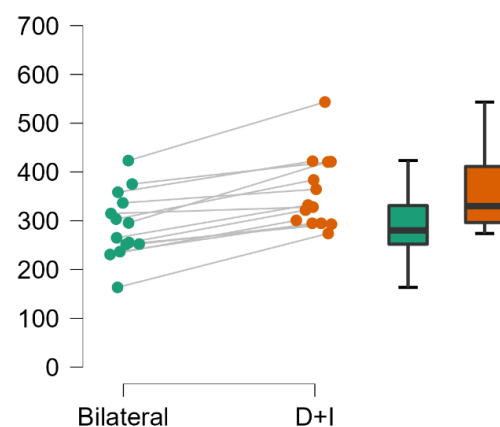


Figura 16. Comparativa de potencia pico para cargas medias en empuje en prueba bilateral y sumatoria D+I.

5. DISCUSIÓN

El objetivo general de esta investigación fue analizar el DBL en ejercicios de tracción y empuje en cargas medias para MS en jugadoras U26 de handball femenino.

Cabe destacar que, para llevar a cabo la obtención de datos fue utilizado un dinamómetro electromecánico Dynasystem, el cual permite obtener valores como lo son la fuerza y potencia sobre los que se desarrolló esta investigación. A su vez, es de gran relevancia evidenciar que a nivel nacional e internacional las investigaciones en las cuales se ha utilizado este artefacto son escasas, por tanto, se podría considerar innovador la implementación del mismo en este estudio, posibilitando nuevas metodologías y linealidades de investigación dentro del campo de la Educación Física.

Se visualizan dos problemáticas a la hora de realizar el estudio, existe una escasez de antecedentes en los cuales se analizan al DBL en MS, y a su vez, son realizados en base a la fuerza sin tener en cuenta la potencia. No obstante, predomina una abundancia de estudios acerca de MI en donde se halla una existencia de DBL, como, por ejemplo: Janzen et al. (2006), Chaves et al. (2004), Candia-Lujan et al. (2018), Cofre, Ramírez, Herrera, Espinosa y Valdivia (2018), Kuruganti y Seaman (2006). En menor cantidad se encontraron artículos en donde el DBL no estuvo presente como Gantois, de Amorim, de Sousa, y Paes (2018), quienes sugieren que la experiencia en el entrenamiento fue la que intervino en dicho fenómeno. A su vez, Pérez (2016) no encuentran DBL en cuanto a fuerza máxima dinámica y potencia máxima en hombres y mujeres para el ejercicio de curl de bíceps.

Por otra parte, en MS, Cornwell et al. (2012), establecen que existe una asimetría en cuanto a la fuerza de agarre con las manos, en donde hallan resultados indicando que se logra un mayor nivel de fuerza con el LD. En este estudio se pueden establecer diferencias y concordancias con lo mencionado anteriormente, puesto que en lo que respecta a la fuerza pico en tracción unilateral tres sujetos obtuvieron valores mayores con su LD, tres sujetos con su LND y ocho sujetos no presentaron diferencias relevantes entre ambos miembros. En referencia a los ejercicios de empuje unilateral tres sujetos obtuvieron valores mayores con su LD, tres sujetos obtuvieron valores mayores con su LND y ocho no presentaron diferencias relevantes entre ambos miembros. En lo que respecta a la potencia pico, 12 sujetos de los 14 que componen la muestra obtuvieron mayores niveles de potencia pico en la prueba de tracción unilateral con su LD. No obstante, en la prueba de empuje unilateral cinco sujetos obtuvieron mayor pico de potencia con su LD, seis sujetos obtuvieron mayor pico de potencia con su LND, y en tres sujetos no se hallaron diferencias relevantes. Por lo tanto, podemos decir que la relación con el estudio de Cornwell et al. (2012) únicamente podría establecerse en los datos

obtenidos en la prueba de tracción en potencia pico, no así en la prueba de fuerza pico en empuje y en tracción; y potencia pico en empuje, por ello, se puede afirmar que el LD no es una condicionante del DBL.

En cuanto a la relación entre el DBL y las asimetrías en fuerza y potencia, se puede afirmar que casi en la totalidad de la muestra, los sujetos evaluados presentan DBL para empuje y tracción en fuerza pico y potencia pico, y no así asimetrías, por lo cual, en primera instancia según los valores obtenidos, las asimetrías no influyeron en el DBL, debido a que, si bien hay sujetos que presentan valores muy altos de asimetría en fuerza o en potencia y presentan DBL, también se hallaron datos que indican la ausencia de asimetrías y sin embargo la existencia de DBL.

Los datos hallados pueden relacionarse con lo expuesto por Ojeda, Azócar, Herrera y García (2021), en donde establecen que en MI la asimetría bilateral y el déficit bilateral se relacionan negativamente respecto al rendimiento de la velocidad del cambio de dirección y el sprint de cinco metros. Sin embargo, Sarabon, Kozinc, Bishop y Maffiuletti (2020), establecen que el DBL y las asimetrías de fuerza máxima y explosiva son sustancialmente afectadas por los grupos musculares, la medida en la cual se realiza la toma de datos y la tarea motora a analizar en los y las atletas. Esto se relaciona directamente con lo desarrollado por Botton y Pinto (2012), en donde indican que la ocurrencia del DBL puede ser atribuida a los diversos grupos musculares, los diferentes grupos etarios, los distintos modos de realizar fuerza para la toma de datos y otros mecanismos los cuales aún no existe un consenso, por lo cual, genera que sea altamente atractivo para la investigación científica. Así mismo, Škarabot et al. (2016) indican que existe literatura consistente acerca de que el entrenamiento de fuerza bilateral y unilateral reduce e incrementa el DBL respectivamente. Plantea que la familiarización con la tarea posee una gran influencia acerca del DBL, llegando a encontrar casos donde los atletas que realizan actividades predominantemente bilaterales denotan una facilitación bilateral, de igual manera estos hallazgos probablemente se encuentran limitados por la especificidad de la prueba.

Por este motivo, resulta extremadamente complejo establecer relaciones entre diferentes estudios acerca del DBL y las asimetrías, puesto que los procedimientos, grupos musculares a analizar y el tipo de datos analizados generan que exista una gran heterogeneidad respecto a los diferentes estudios del DBL.

La relación heterogénea de los datos del presente estudio entre los ejercicios de tracción y empuje, tanto en potencia pico como fuerza pico, podrían vincularse con lo desarrollado por Sarabon et al. (2020), que atribuyeron la diferencia del resultado de las diferentes pruebas a los

diferentes grupos musculares que implica la tracción y el empuje, y a la tarea motora realizada por los sujetos. En esta investigación se les solicitó a los sujetos que realicen las tareas motoras a la mayor velocidad de ejecución posible debido a que los datos de interés eran la potencia pico y la fuerza pico. Sarabon et al. (2020) indican que el impulso neuronal está directamente relacionado con la capacidad de ejercer fuerza explosiva, debido a que la tasa de descarga de la unidad motora y la velocidad de reclutamiento son determinantes para los movimientos explosivos. Por lo tanto, según los autores se interpreta que las asimetrías son resultantes de mecanismos neuromusculares y establecen que las tareas unilaterales cuentan con mayor capacidad de generar fuerza explosiva debido a que no es necesario que se realicen compensaciones y reclutamiento motor de ambos miembros, como en las tareas bilaterales. A su vez Bailey, Sato, Burnett y Stone (2015) realizaron un estudio en donde se analizan asimetrías de fuerza en MI en atletas de ambos sexos, en el cual concluyen que las mujeres son proclives a la producción de fuerzas asimétricas en comparación con los hombres. Así mismo, Bailey et al. (2015) concluyen que los atletas con menor entrenamiento de fuerza presentan mayores asimetrías, por tanto, indican que la fuerza absoluta de los atletas puede desempeñar un rol más relevante que el sexo de los individuos respecto a las asimetrías.

Boobert et al. (2006) citado en Škarabot et al. (2016) mencionan que, durante las contracciones explosivas, el DBL puede ser explicado a raíz de las diferencias de las curvas de fuerza-velocidad entre las acciones unilaterales y bilaterales. Por tanto, siguiendo las ideas propuestas por Sarabon et al. (2020) podría explicarse por qué los datos obtenidos de forma unilateral presentan mayores niveles de potencia pico, consecuencia del mayor reclutamiento motor por mecanismos neuromusculares en movimientos explosivos de forma unilateral, y subsecuentemente generando que los valores de potencia pico de D+I sean extremadamente más altos que los obtenidos de forma bilateral, evidenciando así el DBL en términos de potencia pico. No es de menor importancia el hecho de que la potencia es el producto de la multiplicación de la fuerza por la velocidad, por lo cual, si de forma unilateral existe un mayor reclutamiento motor en movimientos explosivos a una alta velocidad, podría ser esta última la cual desencadene valores de potencia más altos en relación a movimientos bilaterales, y además, si relacionamos los valores de fuerza con potencia en donde en los primeros la velocidad no es un factor influyente, se puede visualizar como la brecha entre D+I y el DBL es mayor.

A su vez, Botton y Pinto (2012) establecen que la mayoría de los estudios acerca del DBL indican que existe una inhibición neuronal cuando se realizan las contracciones bilaterales, pero que las diferencias metodológicas no permiten un consenso que aclare cuál es

el origen de dicha inhibición. Así mismo, indican que hay estudios que instauran que en las contracciones bilaterales existe una inhibición en el reclutamiento de las fibras tipo II. Por lo tanto, dicha inhibición de fibras tipo II podría justificar el hecho de que los resultados de las pruebas bilaterales de fuerza y de potencia en tracción y en empuje, evidencien la existencia de un DBL, debido a que la ejecución de los ejercicios fue dada en intervalos de tiempo cortos con la mayor potencia posible, posibilitando una predominancia de fibras tipo II en las acciones musculares.

6. CONCLUSIONES

En el presente estudio realizado a jugadoras de handball femenino U26 donde se realizaron ejercicios de tracción y empuje con cargas medias en MS se ha encontrado DBL en valores analizados de fuerza pico y potencia pico. Esta investigación demuestra que se presenta un DBL en valores de potencia mayor a los obtenidos en valores de fuerza. Dicha diferencia se puede atribuir a que la potencia es producto de la fuerza por la velocidad, siendo la velocidad el posible disparador de los resultados. Adicionalmente los mecanismos neuronales y la capacidad de potencia se ven fuertemente ligados al DBL y las asimetrías, debido a que el reclutamiento de unidades motoras es mayor al realizar una tarea de forma unilateral de manera explosiva.

Estableciendo una comparación entre DBL y las asimetrías se pudo comprobar que ambos fenómenos no están directamente relacionados, puesto que, ante la existencia de sujetos que presentan valores muy elevados de asimetría en fuerza o en potencia y presentan DBL, contrariamente, se hallaron datos que indican la ausencia de asimetrías y, sin embargo, la existencia de DBL. Por tanto, podemos establecer que ambos no se dan de manera conjunta.

Por otro lado, solamente en potencia pico en ejercicios de tracción se da una relación entre los mayores picos de potencia y el LD. Por lo tanto, no podemos afirmar que exista una relación directa entre las asimetrías de fuerza y potencia donde el mayor valor sea obtenido por el miembro hábil.

Se considera que una de las principales fortalezas que presenta este estudio, es que el mismo es una de las primeras investigaciones realizadas sobre DBL en MS mediante la utilización de un dinamómetro electromecánico Dynasystem, analizando no solo valores de fuerza pico, sino también de potencia pico en Uruguay, posibilitando futuros estudios que puedan seguir profundizando acerca de este fenómeno.

En lo que respecta a las debilidades, es posible apreciar en relación a la metodología que se podría potenciar el ángulo óptimo de trabajo para la realización de ejercicios asociados, así como establecer una búsqueda de cuál es la postura ideal de dichos ejercicios con el fin de posibilitar un mayor reclutamiento de unidades motoras.

Para futuras investigaciones se propone analizar esta investigación en la categoría masculina para establecer una comparativa entre ambos géneros y la posible incidencia de los puestos específicos del deporte colectivo handball en relación al DBL.

Se deja abierto a otras investigaciones realizar estudios previos con cargas incrementales para estandarizar de manera más eficiente las cargas, ya que, se obtuvieron mayores valores de fuerza pico y potencia pico en ejercicios de tracción que en empuje.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albalá, B. (2017). *Validez y fiabilidad de un sensor basado en acelerometría y de un transductor lineal de posición para medir la velocidad de ejecución en el ejercicio de press de banca*. [Tesis de maestría, Universidad de León].
- Aragón J., Fernández J., Gómez R., Carrasco A., Mora J. y González J.L. (2010). Análisis cinemático del lanzamiento con el brazo derecho e izquierdo en waterpolo. *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 10(39), 369-379.
- Bautista, I. J., Chiroso, I. J., Robinson, J. E., van der Tillaar, R., Chiroso, L. J. y Martín, I. M. (2016). A new physical performance classification system for elite handball players: cluster analysis. *Journal of human kinetics*, 51(1), 131-142. doi: 10.1515/hukin-2015-0177
- Bejarano, M. y Naranjo, J. (2014). Lateralidad y rendimiento deportivo. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 31(161), 200-204.
- Bailey, C. A., Sato, K., Burnett, A. y Stone, M. H. (2015). Force-Production Asymmetry in Male and Female Athletes of Differing Strength Levels. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 504-508. doi: 10.1123/ijsp.2014-0379
- Bravo, V. (2020, octubre). *Ejercicios de aislamiento vs multiarticulares*. Full Musculo. <https://fullmusculo.com/ejercicios-de-aislamiento-vs-multiarticulares/>
- Brown, L., Whitehurst, M., Findley, B., Gilbert, R. y Buchalter, D., (1995) Isokinetic Load Range During Shoulder Rotation Exercise in Elite Male Junior Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(3), 160-164. doi: 10.1519/00124278-199508000-00007
- Botton, C. y Pinto, R. (2012). Déficit bilateral: origem, mecanismos e implicações para o treino de força. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 14(6), 749-761. doi: 10.5007/1980-0037.2012v14n6p749
- Buckthorpe M., Pain M. y Folland J. (2013) Bilateral Deficit in Explosive Force Production Is Not Caused, Changes in Agonist Neural Drive. *PLoS ONE*, 8(3), (s/p). doi: 10.1371/journal.pone.0057549
- Candia-Luján, R., Carreón, K. I., Núñez, B. A., De León, L. G., Carrasco, C. E. y Candia-Sosa, K. F. (2018). Déficit bilateral de las manifestaciones de la fuerza muscular de las extremidades inferiores en estudiantes universitarios. *Educación Física y Ciencia*, 20(1), e045. doi: 10.24215/23142561e045

- Carpintero, C. (2017) *Origen y desarrollo del concepto de cadenas musculares en fisioterapia*. [Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid].
- Chaves, G., Guerra, C., Moura, D., Nicoli, V., Idemar, F. y Simão, R. (2004). Déficit bilateral nos movimentos de flexão e extensão de perna e flexão do cotovelo. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 10(6), 505-508. doi: 10.1590/S1517-86922004000600007.
- Cofre, C., Ramírez, R., Herrera, T., Espinoza, A. y Valdivia, P. (2018). Comparación del déficit bilateral en la potencia muscular de futbolistas y estudiantes. *Revista Sportis*, 4(1), 3-15.
- Cornwell, A., Khodiguiyan, N. y Yoo, E. (2012) Relevance of hand dominance to the bilateral deficit phenomenon. *European Journal of Applied Physiology*, 112(12), 4163-4172. doi: 10.1007/s00421-012-2403-z
- Dickin, C. y Too, D. (2006). Effects of movement velocity and maximal concentric and eccentric actions on the bilateral deficit. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 77(3), 296-303. doi: 10.1080/02701367.2006.10599363
- Facio, M., González, J., Ramos, D. y Mora, J. (23-25 de octubre de 2008). *Estudio de las descompensaciones y desequilibrios entre miembros inferiores: la capacidad de salto en una población de jugadores de balonmano*. V Congreso de la asociación Española de Ciencias del deporte y la facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de León.
- Fasienda, C. (2018). *Podoposturología integrativa: cadenas musculares versus musculatura intrínseca del pie*. [Tesis de grado, Universidad de Barcelona].
- García, J. (1991). *Balonmano*. Comité Olímpico Español.
- García, J., Navarro, M., Ruiz, J. y Martín, R. (1998). *La Velocidad. Colección Entrenamiento Deportivo*. Gymnos.
- Gantois, P., de Amorim, G., de Sousa, L. y Paes, P. (2018). Comparação entre a força máxima unilateral versus bilateral em membros superiores. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 12(73), 175-181.
- Gorostiaga, E., Granados, C., Ibanez, J. y Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(03), 225-232. doi: 10.1055/s-2004-820974
- Hernández, J (2003). Relación entre diferentes pruebas de campo: fuerza, potencia y velocidad. Pensar en Movimiento. *Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 3(1), 1-10. doi: 10.15517/PENSARMOV.V3I1.403.

- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación (6ª ed.)*. Ciudad de México, México: McGRAW-HILL.
- Hueso, A. y Cascant, M. (2012). *Metodología y técnicas cuantitativas de investigación (1ª ed.)*. Editorial Universitat Potècnica de València.
- Janzen, L., Chilibeck, D. y Davison, S. (2006). The effect of unilateral and bilateral strength training on the bilateral deficit and lean tissue mass in post-menopausal women. *European Journal of Applied Physiology*, 97(3), 253-260. doi: 10.1007/s00421-006-0165-1
- Kuruganti, U. y Seaman, K. (2006). The bilateral leg strength deficit is present in old, young and adolescent females during isokinetic knee extension and flexion. *European Journal of Applied Physiology*, 97(3), 322-326. doi: 10.1007/s00421-006-0188-7
- Martin, D., Carl, K. y Lehnertz, K. (2001). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo.
- Martínez, D. (2021). *Uso del entrenamiento de fuerza isocinético para la mejora de la velocidad del lanzamiento por encima del hombro*. [Tesis de doctorado, Universidad de Granada].
- Nijem, M. y Galpin, J. (2014). Unilateral versus bilateral exercise and the role of the bilateral force deficit. *Strength y Conditioning Journal*, 36(5), 113-1180. doi: 10.1519/SSC.0000000000000085
- Ojeda, A., Azócar, J., Herrera, T. y García, J. (2021). Relación de la Asimetría Bilateral y el Déficit Bilateral con la Velocidad del Cambio de Dirección en Atletas Cadetes de Karate: Un estudio Piloto. *Retos*, 42(1), 100-108.
- Pérez, J. (2016). *Evaluación de la disimetría y el déficit bilateral de los extensores de la rodilla y flexores del codo en diferentes manifestaciones de la fuerza*. [Tesis de maestría, Universidad de León].
- Rodrigues, M. y Chagas, S. (2003) Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima - Revisão e novas evidências. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9(5), 325-335. doi: 10.1590/S1517-86922003000500007
- Rodríguez, Á. (2020). *Validación de un protocolo de evaluación de la fuerza del core a través de dinamometría electromecánica funcional (DEMF)*. [Tesis de doctorado, Universidad de Granada].
- Rodríguez, Á., Jerez, D., García, A., Martínez, D. y Chiroso, L. (2021). Reliability and concurrent validity of a functional electromechanical dynamometer device for the

assessment of movement velocity. *Journal of Sports Engineering and Technology*, 235(3), 176-181. doi: 10.1177/1754337120984883

Serrato, M. (2008). *Medicina del deporte*. Universidad de Rosario.

Sarabon, N., Kozinc, Z., Bishop, C. y Maffiuletti, N. (2020). Factors influencing bilateral deficit and inter-limb asymmetry of maximal and explosive strength: Motor task, outcome measure and muscle group. *European Journal of Applied Physiology*, 120(1), 1681-1688. doi: 10.1007/s00421-020-04399-1

Škarabot, J., Cronin, N., Strojnik, V. y Avela, J. (2016). Bilateral deficit in maximal force production. *European Journal of Applied Physiology*, 116(11), 2057-2084. doi: 10.1007/s00421-016-3458-z

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total (1ª ed.)*. Editorial Paidotri.

8. ANEXOS

8.1. Anexo - Ficha Personal

Nombre y Apellido:	
Edad:	
Correo electrónico:	
Altura:	
Peso:	
I.M.C.:	
Mano hábil:	
Lesiones en los últimos seis meses:	Si / No
Si: ¿Cuál?	
Federada desde el año:	
Horas de sueño:	
Horas de entrenamiento por semana:	
Entrenamiento de fuerza desde:	
Entrenamiento de musculación desde:	
Patologías alimentarias:	

8.2. Anexo - Calentamiento de laboratorio

- Movilidad articular de tren superior.
- Estiramiento dinámico de tren superior.
- 10 repeticiones de remo con banda
- 10 repeticiones de press con banda

Repetir x2

8.3. Anexo - Consentimiento informado

El propósito de este documento de consentimiento es informar a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por -----, -----, ----- y -----, y se enmarca dentro del proyecto de trabajo final de grado de la Licenciatura en Educación Física desarrollada en el Instituto Superior de Educación Física (ISEF). Este proyecto es tutorado por -----.

Este estudio está comprendido en comprobar si existe un déficit bilateral en miembros superiores en ejercicios de empuje y tracción a diferentes velocidades de ejecución. Si usted accede a participar en dicho estudio, se le solicitara ser testada su capacidad de fuerza y potencia a través de un dinamómetro electromecánico (Dynasystem)

Aunque los riesgos de sufrir una lesión son muy bajos por las cargas con que se trabajará, se recuerda que realizar los ejercicios de empuje y tracción sin la preparación física adecuada y/o sin haber sido practicado con anterioridad podría generar lesiones.

La participación en este estudio es totalmente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Las pruebas serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que esto implique consecuencia de tipo alguno

Desde ya se agradece su participación

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por -----, -----, ----- y -----, y he sido informado debidamente del proceso en que participaré.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento.

He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona.

De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar directamente con -----, -----, ----- y -----, a través de los siguientes medios: -----/ ----- o al ----- / ----- . Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a cualquiera de los medios anteriormente mencionados.

Nombre del Participante: _____

Firma del Participante: _____

Fecha: _____

8.4. Anexo - Tabla fuerza pico tracción

Sujetos	Bilateral	Derecha	Izquierda	D+I
Sujeto 01	360.72	183.32	190.09	373.41
Sujeto 02	404.39	261.18	301.64	562.83
Sujeto 03	478.53	266.43	259.15	525.59
Sujeto 04	492.41	321.45	315.52	636.97
Sujeto 05	433.67	287.08	339.9	626.98
Sujeto 06	467.02	221.07	311.97	533.03
Sujeto 07	385.77	266.43	260.85	527.28
Sujeto 08	442.98	267.28	281.5	548.78
Sujeto 09	358.52	235.12	206.17	441.29
Sujeto 10	434.69	310.61	301.64	612.25
Sujeto 11	426.39	263.72	243.92	507.64
Sujeto 12	348.87	207.19	211.25	418.44
Sujeto 13	425.72	206.68	235.29	441.97
Sujeto 14	407.77	250.86	260.34	511.2
Media	419.10	253.459	265.65	519.11
Desvió estándar	44.54	39.56	45.30	78.86

8.5. Anexo - Tabla fuerza pico empuje

Sujeto	Bilateral	Derecha	Izquierda	D+I
Sujeto 01	308.07	159.11	154.38	313.49
Sujeto 02	277.43	186.03	176.21	362.24
Sujeto 03	295.55	158.27	163.35	321.61
Sujeto 04	293.68	171.3	152.51	323.82
Sujeto 05	312.14	161.15	167.58	328.72
Sujeto 06	319.08	160.81	180.61	341.42
Sujeto 07	279.8	157.25	169.27	326.52
Sujeto 08	274.39	150.65	151.33	301.98
Sujeto 09	287.25	151.84	151.67	303.5
Sujeto 10	289.96	161.32	153.19	314.51
Sujeto 11	307.06	148.11	158.44	306.55
Sujeto 12	310.95	193.14	165.89	359.02
Sujeto 13	303.33	160.3	164.02	324.32
Sujeto 14	353.61	185.01	173.84	358.85
Media	300.87	164.59	163.02	327.61
Desvió estándar	20.60	13.99	9.75	20.51

8.6. Anexo - Tabla potencia pico tracción

Sujetos	Bilateral	Derecha	Izquierda	D+I
Sujeto 01	347,85	213,8	197,46	411,26
Sujeto 02	318,14	225,8	197,22	423,02
Sujeto 03	502,18	265,29	225,05	490,34
Sujeto 04	551,94	369,46	273,34	642,8
Sujeto 05	393,31	227,33	299	526,33
Sujeto 06	405,01	292,23	333,46	625,69
Sujeto 07	401,54	260,94	253,82	514,76
Sujeto 08	338,12	273,95	297,02	570,97
Sujeto 09	439,23	312,68	264,96	577,64
Sujeto 10	397,13	286,76	311,84	598,6
Sujeto 11	464,05	264,85	252,08	516,93
Sujeto 12	429,34	301,92	259,61	561,52
Sujeto 13	518,89	299,27	282,45	581,72
Sujeto 14	505,97	336,34	322,25	658,59
Media	419.10	253.45	265.65	519.11
Desvió estándar	44.54	39.56	45.30	78.86

8.7. Anexo - Tabla potencia pico empuje

Sujetos	Bilateral	Derecha	Izquierda	D+I
Sujeto 01	295,51	211,45	208,98	420,43
Sujeto 02	236,45	153,88	140,85	294,73
Sujeto 03	314,75	170,03	157,9	327,93
Sujeto 04	251,75	184,58	108,28	292,86
Sujeto 05	358,41	238,87	183,14	422,01
Sujeto 06	230,68	121,38	179,2	300,58
Sujeto 07	264,97	133,16	199,02	332,19
Sujeto 08	163,26	137,87	135,88	273,76
Sujeto 09	336,47	182,08	182,35	364,43
Sujeto 10	252,22	161,47	133,22	294,69
Sujeto 11	303,24	180,61	202,97	383,57
Sujeto 12	375,15	187,48	233,44	420,92
Sujeto 13	255,21	157,09	164,56	321,65
Sujeto 14	423,24	280,55	262,73	543,28
Media	290.09	178.60	178.03	356.64
Desvió estándar	67.84	42.67	41.98	74.67

8.8. Anexo - Test Shapiro-Wilk y Test Student para fuerza pico en tracción

Shapiro-Wilk

	W	p
Bilateral - D+I	0.962	0.751
Derecha - Izquierda	0.905	0.132

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p	Mean Difference	SE Difference	Cohen's d
Bilateral	- D+I	-6.579	13	< .001	-100.015	15.202	-1.758
Derecha	- Izquierda	-1.432	13	0.176	-12.201	8.519	-0.383

Note. Student's t-test.

8.9. Anexo - Test Shapiro-Wilk, Test Student y Test Wilcoxon para fuerza pico en empuje

Shapiro-Wilk

	W	p
Bilateral - D+I	0.875	0.049
Derecha - Izquierda	0.984	0.993

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p	Mean Difference	SE Difference	Cohen's d
Derecha	- Izquierda	0.463	13	0.651	1.571	3.393	0.124

Note. Student's t-test.

Wilcoxon

Measure 1	Measure 2	W	df	p	Hodges-Lehmann Estimate	Rank-Biserial Correlation
Bilateral	- D+I	1.000		< .001	-23.780	-0.981

8.10. Anexo - Test Shapiro-Wilk y Test Student para potencia pico en tracción

Shapiro-Wilk

	W	p
Bilateral - D+I	0.970	0.882
Derecha - Izquierda	0.966	0.826

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p	Mean Difference	SE Difference	Cohen's d
Bilateral	- D+I	-6.600	13	< .001	-120.534	18.264	-1.764
Derecha	- Izquierda	1.027	13	0.323	11.504	11.205	0.274

Note. Student's t-test.

8.11. Anexo - Test Shapiro-Wilk y Test Student para potencia pico en empuje

Shapiro-Wilk

	W	p
Bilateral - D+I	0.943	0.455
Derecha - Izquierda	0.963	0.778

Paired Samples T-Test

Measure 1	Measure 2	t	df	p	Mean Difference	SE Difference	Cohen's d
Bilateral	- D+I	-7.463	13	< .001	-66.551	8.918	-1.994
Derecha	- Izquierda	0.053	13	0.958	0.570	10.668	0.014

Note. Student's t-test.