

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN
FACULTAD DE EDUCACIÓN
PEDAGOGÍA EN EDUCACIÓN FÍSICA



**FIABILIDAD RELATIVA EN LA EVALUACIÓN DE LA FUERZA
DINÁMICA EN LOS EXTENSORES DEL TRONCO EN FUNCIÓN
DEL RANGO DE MOVIMIENTO CON UN DEMF EN
ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS.**

Seminario de Investigación para Optar al Grado Académico de
Licenciado en Educación

PROFESOR GUÍA: DR. DAVID ULLOA DÍAZ

ESTUDIANTES: JORGE FUENTES VALLEJOS

MARCELO JARA IBAÑEZ

CARLOS PLAZA AEDO

FRANCO SILVA MORA

JUAN URRUTIA MEDINA

Agosto de 2019
Concepción, Chile

AGRADECIMIENTOS

Agradecer principalmente a mis padres Gabriela Aedo Vásquez y Carlos Plaza Aguayo por todo el amor y educación que me entregaron a lo largo de mi niñez y adolescencia, a mi hermano mayor Iván Plaza Aedo que me ha apoyado cada vez que lo he requerido, con mayor razón en la etapa universitaria, a mis amigos cercanos que gracias a sus consejos me han ayudado a vencer los obstáculos, y siempre están para entregar una palabra de aliento frente a cualquier dificultad, sin duda son parte de mi familia.

Agradecer también a la institución, Universidad Católica de la Santísima Concepción y cada uno de los profesores que han aportado en mi desarrollo integral como estudiante, al profesor David Ulloa por permitirnos utilizar el Laboratorio Pleokinetic para el desarrollo de esta investigación, a la profesora Ángela y Darío que siempre estuvieron a disposición ante cualquier duda durante el proceso aportando en el aprendizaje de acuerdo al área de estudio.

Agradecer a mis compañeros de tesis que, a pesar de los conflictos durante el proceso, siempre nos apoyamos como grupo y pudimos salir adelante para finalizar la investigación.

Por último, agradecer a los participantes del estudio, por su disposición y responsabilidad en las evaluaciones.

Carlos Plaza Aedo

Quisiera comenzar agradeciendo a Dios la oportunidad de tener alrededor a gente que me sumó en este arduo camino, principalmente mi familia. Comenzando por mis padres, quienes manifestaron siempre su intención de que pudiera estudiar lo que yo quisiera y me hiciera feliz, juntos me llenaron de valores y principios. Gracias mamá porque tu amor me enseñó a dar lo mejor de mí en cada situación de la vida aun cuando esta presentara dificultades. Gracias papá por apoyarme con tus consejos y por cada día despertarme con tu voz motivadora, y tu cuota de humor que nunca me deja de alegrar. Luego tengo que mencionar a mi cable a tierra, el consuelo en los días malos y el gozo hecho carne en los buenos, Mi hijo Deyb, gracias porque con solo un abrazo y una sonrisa haces que cualquiera de los peores días pase a no tener poder de importarme.

Gracias Hermana mía por ser el reflejo de la palabra ayuda en toda su dimensión. Una mujer que me llena de orgullo y a quien nunca quiero que se aparte de mi lado. Fuiste, eres y serás siempre un modelo a seguir.

Gracias infinitas Stephanie por tu fe incondicional, por creer en mis capacidades, por postergar tus espacios para darme el mío en este andar, por tenerme paciencia en mis momentos difíciles, disfrutar conmigo y sacarme sonrisas en mis logros, ayudándome a valorarlos más.

Franco Silva Mora

Agradecer principalmente a mi familia, mi madre, Brunilda Medina por el apoyo y preocupación constante durante todo mi proceso universitario, mi hermana, Valentina Urrutia, por la compañía que me ha dado desde que vivimos nuevamente juntos en Concepción, mi padre, Juan Carlos Urrutia, por las llamadas y consejos permanentes en mi formación y a mi pareja, Ayleen Rojas, que durante el tiempo que hemos estado juntos ha sido un pilar fundamental en la constancia en mis responsabilidades académicas.

También agradecer a la institución por la facilitación de recursos e implementos físicos y metodológicos en mi avance en el ramo de Seminario de investigación. Al profesor David Ulloa por permitirnos la ocupación del laboratorio donde realizamos el mayor porcentaje de nuestra investigación y por darnos la oportunidad de realizar este estudio. Agradecer de igual manera a Angela y Darío por el apoyo, enseñanza, paciencia y dedicación en nuestra formación de manera constante y empática.

Agradecer enormemente a mis compañeros tesisistas: Carlos, Franco, Jorge y Marcelo por el compañerismo y dedicación a pesar de conflictos y dudas típicas de este proceso. Por último, agradecer a todos mis amigos y compañeros de otros grupos tesisistas por el compañerismo y esfuerzo realizado.

Juan Ignacio Urrutia Medina

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la guía del doctor David Ulloa a quien me gustaría expresar mi agradecimiento por hacer posible la realización del estudio. Agradecer a la profesora Ángela por su colaboración, por su tiempo y dedicación para que el proyecto saliera de manera exitosa.

Agradecer a mis padres por apoyar mis decisiones y estar presentes en mis momentos más difíciles, por el cariño y el ejemplo que me dieron de poder salir adelante en cualquier circunstancia. A mi padre por enseñarme que todo se puede conseguir a través del esfuerzo, la constancia y el sacrificio, por siempre confiar en mí y darme animo en todo momento y a mi madre por estar en mis momentos de estrés, por darme esos consejos que me ayudaron a calmarme y pensar dos veces en más de una ocasión, sin ellos no sería nada.

A mis hermanos por ser un motor en mi vida y por estar conmigo siempre, a mi hermana por darme una de las noticias más buenas de este semestre y por el apoyo incondicional que siempre tendré de ella y a mi hermano por ser quien me impulsa a ser mejor, a ser un ejemplo para él y me motiva a seguirme superando cada vez más.

A mis compañeros de tesis, porque a pesar de cualquier cosa que haya pasado en el camino, lo superamos y seguimos trabajando, sacando esto delante de la mejor manera posible.

Jorge Fuentes Vallejos

Poder finalizar este proceso, el cual nos lleva mucho tiempo y esfuerzo no es algo que logramos hacer solo un puñado de alumnos, muchas personas están presentes para la realización de este proyecto, en primer lugar debo agradecer a la institución, la cual nos facilitó el laboratorio con los instrumentos y recursos necesarios para trabajar de forma adecuada, de igual manera agradecer al profesor David Ulloa quien de igual forma nos permitió el uso de las instalaciones para realizar este proyecto. Durante toda esta etapa igual son participes dos profesores Ángela y Darío, los cuales nos ayudaron constantemente durante el proceso, cuando nosotros presentamos alguna duda ellos nos ayudaban dentro de lo todo lo que fuera posible, además de aportar simpatía y carisma en ciertos momentos. Mis compañeros Jorge, Carlos, Ignacio y Franco fueron sin duda, grandes compañeros con los cuales trabajé y a pesar de poder tener ciertas dificultades, supimos unirnos como grupo y trabajar todos de buena manera. Mi familia y amigos igual fueron de apoyo, en momentos donde necesitaba de ellos, ya sea para distraerme o para aconsejarme cuando lo necesitaba, en mi círculo cercano todos fueron de gran apoyo, incluso personas que no esperaba de las cuales estoy agredido. Reconocer a los otros grupos de tesis con los cuales trabajamos juntos en el mismo laboratorio, donde tratamos de hacer lo más amena posible nuestra estancia ahí y finalmente a los sujetos que fueron evaluados para nuestra tesis, los cuales no reciben ningún incentivo y van solo para ayudar. Muchas Gracias.

Marcelo jara Ibáñez

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	12
INTRODUCCIÓN	13
I. MARCO TEÓRICO	16
1. Fiabilidad	16
1.1. Tipos de fiabilidad	16
1.2. Métodos de fiabilidad.....	18
2. Fuerza en el tronco	18
2.1. Importancia del tronco para la salud	19
2.2. Importancia de la fuerza del tronco en el deporte.....	20
3. Evaluación de la fuerza y fiabilidad	22
3.1. Instrumentos de evaluación de la fuerza	23
3.2. Dispositivos isocinéticos.....	23
3.3. Dinamómetro electromecánico funcional	25
3.4. Influencia del rango de movimiento en la evaluación del tronco	27
4. Objetivos	30
5. Hipótesis	31
II. METODOLOGÍA	32
1. Diseño experimental	32
2. Participantes	32
3. Instrumentos	34
2.1. Dinamómetro electromecánico funcional (DEMF)	34
2.2. Sujeción	36
4. Procedimientos	38
4.1. Cuestionario	39
4.2. Familiarización	40
4.3. Protocolo de evaluación	41
5. Condiciones ambientales	43
6. Estadística	43

6.1. Cálculo del tamaño muestral	43
6.2. Análisis estadístico	44
III. RESULTADOS	45
IV. DISCUSIÓN	47
V. CONCLUSIÓN.....	53
VI. ANEXOS.....	54
VII. REFERENCIAS.....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra	33
Tabla 2. Fiabilidad test-retest del rango de movimiento en la evaluación de la fuerza en los extensores de tronco	45

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Fig. 1 Flexión y extensión de tronco utilizando dinamometría isocinética. (Roth et al., 2017)</i>	25
<i>Fig. 2 Extensión de tronco utilizando un DEMF</i>	27
<i>Fig. 3 Pantalla configuración del ejercicio en modo cinético</i>	34
<i>Fig. 4 Chaleco ajustable con velcro ajustada al sujeto</i>	36
<i>Fig. 5 Mosquetón utilizado para unión entre DEMF y sujeto</i>	37
<i>Fig. 6 Sujeción entre DEMF y sujeto</i>	37
<i>Fig. 7 Posición y sujeción entre banco y sujeto</i>	38
<i>Fig. 8 A = Posición inicial de la evaluación; B = R1 (0,25%); C = R2 (0,50%)</i> .	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 CCI, lim inf y lim sup en fase concéntrica 46

Gráfico 2 CCI, lim inf y lim sup en fase excéntrica 46

RESUMEN

La evaluación de la fuerza muscular del tronco es importante considerando su función de dar estabilidad a la columna vertebral. Sin embargo, existe poca evidencia científica en relación a metodologías y protocolos de evaluación de la fuerza en extensores de tronco. El objetivo por lo tanto es conocer que rango de movimiento es más fiable cuando se evalúan los extensores de tronco con dinamometría electromecánica funcional (DEMF).

Treinta y dos estudiantes universitarios varones sin antecedentes de dolor lumbar o sobrepeso participaron en el estudio. Los sujetos realizaron dos sesiones test-retest, con descanso de 48 horas mínima entre sesión. Se compararon rangos de movimientos cortos y largos (25% y 50% de la longitud total del tronco) en la evaluación de la fuerza de extensores de tronco con dinamometría electromecánica funcional. Tanto en fase concéntrica como en fase excéntrica el Coeficiente de correlación intraclase (CCI) arrojado varía entre 0,74 a 0,83 entre ambos rangos, siendo fiable. Por lo tanto la fiabilidad relativa en la evaluación de la fuerza dinámica máxima de los extensores del tronco utilizando un dinamómetro electromecánico funcional obtuvo rangos muy altos de fiabilidad cumpliendo con el objetivo específico y respondiendo, en el objetivo general, con datos más fiables en los rangos cortos para la fase concéntrica y rangos largos para la fase excéntrica.

INTRODUCCIÓN

El movimiento del tronco forma parte fundamental en el ser humano, ya sea en acciones deportivas, entrenamiento o en las actividades de la vida diaria, aportando estabilidad al cuerpo en sus distintos planos y ejes (Panjabi, 2003). La falta de estabilidad en el tronco puede llegar a ser grave si se consideran las dolencias o enfermedades asociadas a éste, como lo son la lumbalgia, hernias o sarcopenia (Balagué, Mannion, Pellisé, & Cedraschi, 2012; Van Middelkoop et al., 2010; Yazar & Yazar, 2018). Además, en el ámbito del deporte, el entrenamiento de la fuerza en el tronco puede ayudar a mejorar el rendimiento en acciones que lo requieran como agente en la transferencia de la fuerza, como por ejemplo el saque en el tenis, el lanzamiento en el balonmano, etc. (Górski et al., 2018; Poór & Zemková, 2018).

Según la evidencia científica, las metodologías ocupadas para la evaluación de fuerza en el tronco no han establecido un rango de movimiento (ROM) para evaluar. Algunos estudios dan resultados más fiables utilizando un ROM amplios llegando hasta 50° en flexión y 40° en extensión (Dervisevic, Hadzic, & Burger, 2007; J. Mueller, Mueller, Stoll, Baur, & Mayer, 2014). Otros artículos mencionan rangos más cortos (20°) para evaluar a personas con enfermedad lumbar, como la lumbalgia (Dvir & Keating, 2001). Lo cierto es que las variaciones de ROM entre cada estudio varían constantemente según el autor y protocolo de evaluación (Bible, Biswas, Miller, Whang, & Grauer, 2010; Blacker, Fallowfield,

Bilzon, & Willems, 2010; Cerda et al., 2018; Dervisevic et al., 2007; J. Mueller et al., 2014).

Verificar que ROM es más fiable en la evaluación de la fuerza de tronco permitiría establecer una variable constante en una metodología para evaluar la fuerza del tronco utilizando un dispositivo que permita la aplicación de esta variable como lo es la Dinamometría electromecánica funcional (DEFM).

Los dinamómetros son instrumentos válidos y fiables cuando se requiere medir la fuerza muscular y existen diferentes tipos con características particulares como los dispositivos isocinéticos. Estos dispositivos cuentan con un protocolo establecido para la medición de la fuerza muscular del tronco y otras zonas del cuerpo humano, pero es un aparato de difícil acceso por el alto costo, tamaño del instrumento y además no permite movimientos naturales por la invasión corporal debido a su estructura (Delitto, 1990; Martin et al., 2006). Durante los últimos años se instauró la dinamometría electromecánica funcional (DEMF) como un instrumento novedoso para la evaluación de las distintas variables de la fuerza.

En la actualidad existe poca evidencia científica en cuanto al DEMF y la evaluación de la fuerza. Sin embargo esta poca información es positiva, considerando que en los estudios encontrados al aplicar una evaluación de fuerza, esta muestra excelentes resultados en cuanto a la fiabilidad (Campos et al., 2014; Cerda et al., 2018; Chamorro, 2017).

El objetivo principal de este estudio es conocer que rango de movimiento (ROM) es más fiable para la evaluación de la fuerza dinámica en la extensión de tronco. Para lograr esto, se realizó un test – retest a treinta y dos estudiantes universitarios varones sanos comparando un ROM corto y largo. De esta manera conoceremos una de las variables dentro del protocolo de evaluación para el tronco.

Esta investigación se divide en cinco capítulos principales, donde se comienza con una recopilación de información sobre antecedentes de variables que guardan relación con el objetivo del estudio. Luego se presenta la metodología a realizar, donde se describe de manera detallada las características de la muestra y procedimiento. Posteriormente se manifiestan los resultados del estudio, y en los últimos dos capítulos se analizan los resultados en el apartado de discusión y conclusión de la investigación.

I. MARCO TEÓRICO

1. Fiabilidad

Los desafíos de lograr la fiabilidad en un instrumento o test se encuentran entre los más difíciles que enfrentan los investigadores hoy en día (Bhringer & Sassen, 2006). Para lograr una mayor fiabilidad se necesita la mejor precisión posible en las mediciones al individuo o grupo y un seguimiento adecuado en los cambios o situaciones prácticas de la investigación (Hopkins, 2000).

Se entiende como fiabilidad la semejanza de resultados obtenidos en un test, experimento o procedimiento de medición (Bhringer & Sassen, 2006) o también a la consistencia y estabilidad de una medida aplicada (Elgueta & Zamorano, 2014).

1.1. Tipos de fiabilidad

Existen dos tipos de fiabilidad para la obtención de datos en la aplicación de un test: la fiabilidad relativa y fiabilidad absoluta.

La fiabilidad relativa es la que busca resultados similares en dos instancias distintas dentro de un grupo evaluado. Mientras más cercanos sean estos resultados, más alta será la fiabilidad relativa. Si el resultado de la última medición

es idéntico al de la primera se habla de un CCI de 1. Mientras más cercano a 1 sea el CCI entre los test, mayor será la fiabilidad en los resultados finales. Se establece un ranking de posición por sujeto dentro de un test y se compara si ese ranking se mantiene en el retest (Arnold, Warkentin, Chilibeck, & Magnus, 2010).

La fiabilidad absoluta es la similitud de los resultados obtenidos por un mismo sujeto en diferentes momentos de evaluación. Se demuestran por las unidades de medida utilizadas en cada evaluación propuesta o por datos porcentuales (Arnold et al., 2010).

Una de las formas para evaluar la fiabilidad absoluta es el error estándar de la media (SEM) donde mientras menor sea el índice arrojado, mayor será la fiabilidad en la evaluación o instrumento aplicado. Otras maneras de demostrar la fiabilidad absoluta son: el coeficiente de variación (CV), límite de acuerdo (LOA) y el cambio mínimo relevante (MDC). Estos indicadores permiten conocer los diferentes valores que entregan distintos instrumentos, protocolos o participantes al comparar sus datos y métodos en relación a su fiabilidad. (Arnold et al., 2010).

1.2. Métodos de fiabilidad.

Se han mencionado y descrito distintos métodos para lograr medir la fiabilidad de los instrumentos o procedimientos que utilizan en sus investigaciones (Corral, 2009; Weir, 2005). En nuestro campo de estudio, ciencias del deporte o el ámbito de la rehabilitación, el método más usado para estudiar la fiabilidad de un procedimiento es el test-retest (Weir, 2005).

En el método test-retest dentro de las maneras de estimar la fiabilidad, se debe aplicar un test en dos o más ocasiones a los sujetos. La fiabilidad en este método se puede ver afectados por el recuerdo, experiencia, práctica, variabilidad biológica, instrumento de medida, error del sujeto o error en el retest (Corral, 2009; Weir, 2005).

2. Fuerza en el tronco

El tronco forma un papel fundamental en la estabilidad y fuerza en varias actividades de la vida cotidiana y deportiva (Akuthota & Nadler, 2004).

El tronco contiene los principales órganos de la vida vegetativa pertenecientes a los aparatos circulatorios, respiratorios, digestivo, urinario y genital. Contempla

de superior a inferior tres compartimientos: tórax, abdomen y la pelvis (Rouviere y Delmas, 2011).

En cambio, el core o núcleo, se define como una caja muscular que consiste en abdominales, para espinales y glúteos, el diafragma como parte superior y el suelo pélvico y los músculos de la cadera como parte inferior. Los músculos mencionados son importantes para estabilizar la columna vertebral y la pelvis, ayudando a las actividades cotidianas (Akuthota, Ferreiro, Moore, & Fredericson, 2008). Se hace esta diferencia conceptual con el fin que no existan confusiones en relación a estos términos, siendo core un término funcional y el tronco como un término anatómico.

2.1. Importancia del tronco para la salud

La mayoría de las personas experimentan dolor lumbar en algún momento de su vida (Balagué et al., 2012), tanto es así, que la prevalencia del dolor agudo es de un 84%. Dentro de ese porcentaje, de un 10% a un 15% de casos se convierte en un problema crónico (Balagué et al., 2012). El dolor lumbar es definido como “dolor, tensión muscular o rigidez localizada por debajo del margen costal y por encima del glúteo inferior” (Van Middelkoop et al., 2010).

Existen diversos estudios enfocados en la importancia de la fuerza del tronco, como también en las posibles causas de dolor lumbar (Lee, Hwangbo, & Lee,

2014; S. Mueller et al., 2018; Panjabi, 2003; Vazirian, Shojaei, Tromp, Nussbaum, & Bazrgari, 2015; Widhe, 2001). Una de las posibles causas es la inestabilidad de la columna producto del déficit muscular (Panjabi, 2003). El déficit muscular aumenta con la edad y la falta de movimiento propios del envejecimiento (Vazirian et al., 2015). Es por esto que la edad es un factor que influye en la fuerza del tronco (S. Mueller et al., 2018). Los cambios que experimenta el tronco en 10 años, desde la niñez a la adolescencia, en la movilidad del plano sagital llega a un promedio de 27°, aportando con mayor restricción la extensión de tronco con un promedio de 18°. El aumento de cifosis torácica y lordosis lumbar también se pueden ver afectadas por la edad con 6° de diferencia para ambas (Widhe, 2001). La postura es otra de las posibles causas del dolor lumbar, ya que está relacionada una buena postura con mayor niveles de fuerza muscular en el tronco (Barczyk-Pawelec, Piechura, Dziubek, & Rozek, 2015).

2.2. Importancia de la fuerza del tronco en el deporte.

El entrenamiento deportivo, debe considerar el sistema osteoarticular, conformado por cadenas cinéticas, las mismas que comandan los patrones de movimiento correspondientes a cada una, estas cadenas de movimiento no actúan por separado unas de otras (Karandikar & Vargas, 2011), definiéndose como cadenas cinéticas abiertas (CCA) o cadenas cinéticas cerradas (CCC). Las

cadenas cinéticas cobran importancia con el deporte y la rehabilitación debido a que muchas veces se llegan a tener lesiones o asimetría debido a los fundamentos técnicos y gestos deportivos repetitivos. Cuando hay pérdida de ROM son útiles los ejercicios con CCA, por otro lado, cuando lo que se quiere mejorar es la estabilidad proporcionando un menor estrés articular, es mejor la alternativa de entrenamientos con CCC, por ejemplo, para mejorar el estado muscular del tronco y tren superior, que son muy propensos a evidenciar problemas (Max P. Prokopy, Christopher D. Ingersoll, Edwin Nordenschild & Glenn A. Gaesser, 2008).

En el deporte el dolor lumbar es un inconveniente, debido a que estos pueden tener resultados perjudiciales para el rendimiento (Müller, Ertelt, & Blickhan, 2015). En el caso del fútbol, el dolor lumbar afecta al tronco al igual que a la cinemática de las extremidades inferiores en los desplazamientos (Müller et al., 2015). Individuos que poseen dolor lumbar ven reducido su ROM, la propiocepción y poseen dificultades al desplazarse en comparación a las personas sin dolor lumbar, afectando negativamente en el rendimiento deportivo (Laird, Gilbert, Kent, & Keating, 2014). Además, en otras disciplinas como en el caso de los corredores masculinos igual se presenta similitud en los casos de dolor lumbar, generando un déficit en su capacidad para contraer los músculos de la zona (Cai & Pkong, 2015).

En deportes donde existe gran participación de la parte superior del cuerpo como el golf, béisbol, tenis, balonmano, voleibol, etc. las molestias en la zona del tronco

puede significar una incapacidad para seguir con estas actividades o el fin de estas mismas prácticas (Renkawitz, Boluki, & Grifka, 2006).

Otros estudios analizan la importancia de la estabilidad del tronco con respecto al rendimiento o lesiones en la actividad física (Borghuis, Hof, & Lemmink, 2008).

En relación al rendimiento deportivo y la salud el tronco juega un papel fundamental debido a que la fuerza de éste previene lesiones en la zona mencionada (McGill, Grenier, Kavcic, & Cholewicki, 2003). Al hablar del tronco y las lesiones se demuestra que si el tronco posee inestabilidad tiene una gran posibilidad de sufrir dolores de espalda baja o lesiones de rodilla (Borghuis et al., 2008).

3. Evaluación de la fuerza y fiabilidad

Los test de fuerza máxima buscan evaluar el grado máximo de tensión muscular generado con el objetivo de conocer los efectos de un programa de entrenamiento o tratamiento de rehabilitación, como también conocer diferencias o alteraciones entre sujetos sanos y sujetos con patologías (Chamorro, 2017).

Al evaluar la fuerza máxima, podemos encontrar que dicha manifestación puede ser estática o dinámica, como en este estudio, donde existe desplazamiento de la resistencia.

3.1. Instrumentos de evaluación de la fuerza

Existen instrumentos y métodos para la evaluación de la fuerza, dentro de los cuales tenemos: evaluación muscular a través de test de campos (Okunribido & Haslegrave, 2008), acelerómetros (Meyer et al., 2015), bandas elásticas con diferentes resistencias (Forechi et al., 2018) y dinamometría (Delitto, 1990). Dentro de este último método, se ha utilizado dinamometría de mano (Deones, Wiley, & Worrell, 1994; Forechi et al., 2018) dinamometría isocinética (Delitto, 1990; Guilhem, Giroux, Couturier, & Maffiuletti, 2014; Roth, Donath, Kurz, Zahner, & Faude, 2017) y dinamometría electromecánica funcional (DEMF) (Cerdeira et al., 2018; Jara et al., 2014).

3.2. Dispositivos isocinéticos

Los dispositivos isocinéticos conocidos como "Gold standard" (Martin et al., 2006), son instrumentos de medición de la fuerza muscular y llevan casi 50 años desde que se introdujo como instrumento de evaluación (Delitto, 1990). Este tipo de dispositivos soluciona problemas de los dinamómetros de mano, ya que éste depende del dispositivo y no del evaluador, permitiendo mejorar la fiabilidad en la evaluación de la fuerza muscular (Delitto, 1990; Stark et al., 2011).

Las evaluaciones en la fuerza del tronco utilizando dispositivos isocinéticos han obtenido buenos resultados en cuanto a fiabilidad relativa y absoluta, con CCI comprendidos de 0,75 a 0,96 y SEM inferiores a 10% (Guilhem et al., 2014; Kienbacher et al., 2014; Roth et al., 2017). En el estudio de Dervisevic et al., (2007) para la evaluación de la fuerza del tronco se utilizaron velocidades bajas (30rad/s; 60rad/s), ya que en el estudio piloto los sujetos reportaron que las velocidades altas (90rad/s; 120rad/s) eran incómodas en la producción de fuerza (Dervisevic et al., 2007)

En todos los artículos mencionados anteriormente se utilizaron diferentes dinamómetros isocinéticos mostrando buena fiabilidad cuando se evalúa el tronco dinámico e isométrico. Es importante destacar que en el estudio de Roth et al., (2017) se utilizaron diferentes velocidades angulares (60rad/s; 120rad/s) con un ROM único de 60° (+30 a -30) (Roth et al., 2017). Esta situación se repite en otros estudios donde se seleccionó un ROM único y dan énfasis a las variaciones de velocidades (Blacker et al., 2010; Guilhem et al., 2014; Kienbacher et al., 2014).

Los dispositivos isocinéticos son un instrumento válido y fiable para las mediciones, pero presentan algunas desventajas en cuanto a accesibilidad. El alto costo económico y comodidad por el tamaño del instrumento lo hacen no transportable (Delitto, 1990; Martin et al., 2006). Además, las evaluaciones no

permiten movimientos naturales, y es invasiva corporalmente en cuando a su estructura (Fig. 1).



Fig. 1 Flexión y extensión de tronco utilizando dinamometría isocinética. (Roth et al., 2017).

3.3. Dinamómetro electromecánico funcional

El dinamómetro electromecánico funcional (DEMF) es un dispositivo integrado recientemente en el ambiente de la rehabilitación y el ejercicio físico para la evaluación del entrenamiento y/o evolución del tratamiento (Campos et al., 2014; Cerda Vega et al., 2018).

Las principales cualidades de este instrumento son las mediciones en diversos planos y ángulos realizando movimientos naturales del cuerpo humano, según como sea requerido. Además, el dispositivo permite realizar evaluaciones de la fuerza tanto dinámico como isométrico, aportando valores de fuerza para la fases concéntrica, excéntrica o curvas de fuerza isométrica (Campos et al., 2014; Cerda Vega et al., 2018).

El DEMF tiene la capacidad de generar velocidades lineales expresándose en unidades de medidas como centímetros/segundos (cm/s) y metros/segundos (m/s), contar con un tamaño considerablemente menor (Fig. 2), pudiendo ser transportado y ocupado en espacios más reducidos y poder variar los parámetros del movimiento humano como posiciones, ángulos, rangos de movimientos y velocidades (Campos et al., 2014; Cerda et al., 2018).

Al ser un dispositivo nuevo, pocos son los estudios que han utilizado este instrumento para la evaluación de la fuerza, pero las investigaciones encontradas le han dado un alto índice de fiabilidad al DEMF, variando de 0,71 a 0,99 (CCI), probando diversos ROM y velocidad en los abductores de cadera y rotadores de hombro (Campos et al., 2014; Cerda et al., 2018; Chamorro, 2017).



Fig. 2 Extensión de tronco utilizando un DEMF.

3.4. Influencia del rango de movimiento en la evaluación del tronco

El cuerpo humano necesita moverse para realizar sus tareas habituales (Bible et al., 2010). Si el ROM del tronco es amplio, entonces significará un mejor funcionamiento. En este estudio se analizaron 15 actividades de la vida diaria (ADL) para revisar los rangos funcionales, concluyendo que en flexión y extensión los rangos de activación del tronco tienen una media de $54,6^\circ$ y $26,6^\circ$ respectivamente. (Bible et al., 2010).

Cuando se habla de evaluación de fuerza en el ámbito deportivo, cobra relevancia el sistema músculo-esquelético. Al evaluar dicho sistema de manera completa, el ROM asume un papel fundamental (Bedekar, Suryawanshi, Rairikar, Sancheti, & Shyam, 2014). El ROM permite saber cuánto recorrido puedo abarcar gracias a la flexibilidad de la articulación que se evalúa (Wicke J, Gainey K, 2014).

Actualmente no existe un rango de movimiento establecido para evaluar la fuerza en el tronco, sin embargo, estudios acerca de evaluaciones de fuerza en el tronco mencionan rangos amplios. Dentro de ellos encontramos, por ejemplo de -5° a 50° considerando el punto 0 la columna en estado vertical normal (Blacker et al., 2010). De 0° en extensión a una flexión de tronco con 50° (Dervisevic, Hadzic, & Burger, 2007). Y de 10° en extensión y 45° en flexión (J. Mueller et al., 2014). En las evaluaciones es importante limitar el movimiento y no llegar a una hiperextensión o hiperflexión, en donde los resultados pueden ser alterados (Blacker et al., 2010). El DEMF permite medir los rangos de movimiento del sujeto y así fijar un recorrido al momento de evaluar (Campos et al., 2014; Cerda et al., 2018).

Las investigaciones muestran evaluaciones de fuerza con rangos más cortos, son una alternativa más viable para personas con lumbalgia. Éstas presentan dificultad para ejecutar movimientos con rangos amplios, aun cuando no sean máximos (Dvir & Keating, 2001).

El ROM puede medirse de diferentes posiciones, en el caso del tronco se puede medir el rango de flexión y extensión alcanzado en una posición sedente o con la posición bípeda adquirida. Un estudio señala que el ROM en el tronco medido en una posición sedente permite que tenga mayor gama de movimientos. Además de ayudar a aislar mejor la musculatura que en bipedestación (Dervisevic et al., 2007)

Según los estudios mencionados se ha obtenido que el DEMF es un instrumento fiable al momento de evaluar las variables de la fuerza(Campos et al., 2014; Cerda et al., 2018).

4. Objetivos

Este estudio tiene como objetivo general:

- Determinar la fiabilidad relativa en la evaluación de la fuerza dinámica en los extensores del tronco en función del rango de movimiento con un DEMF en estudiantes universitarios.

Como objetivos específicos se presentaron:

- Determinar que rango de movimiento es más fiable para la evaluación de la fuerza dinámica en los extensores de tronco en la fase concéntrica
- Determinar que rango de movimiento es más fiable para la evaluación de la fuerza dinámica en los extensores de tronco en la fase excéntrica

5. Hipótesis

Los rangos cortos son más fiables que los rangos amplios en la evaluación de fuerza máxima en los extensores del tronco utilizando un DEMF a una velocidad constante.

II. METODOLOGÍA

1. Diseño experimental

Se utilizó un diseño cuantitativo cuasiexperimental, ya que no se realizó una selección aleatoria de los sujetos participantes. Se seleccionaron estudiantes de la Carrera de Pedagogía en Educación Física de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC).

Se consideró como variable independiente el ROM y como variable dependiente la fiabilidad del test – retest.

La velocidad fue siempre constante a 0,3 m/s en todas las evaluaciones. El ROM varió de 25% a 50% de la distancia total del tronco (100%). Longitud medida desde el acromion al trocánter mayor.

2. Participantes

Treinta y dos sujetos voluntarios estudiantes de la UCSC (edad media de $21,42 \pm 1,97$ años; peso medio de $69,85 \pm 6,85$ Kg; altura media de $1,74 \pm 0,07$ m) participaron en este estudio. Las características de la muestra se presentan en la Tabla 1.

Los criterios de inclusión para la participación del estudio fue contar con sujetos varones sanos mayores de dieciocho años y con un índice inferior al 20% en el cuestionario Oswestry Low Back Pain Disability (OLBPD).

Los criterios de exclusión fueron las personas que realizaban entrenamiento específico de fuerza del tronco, un IMC superior a 25 kg/m² o presentación de alguna lesión musculo esquelética que pudiese afectar a la realización del test y, por ende, a la fiabilidad del estudio.

Tabla 1. Datos descriptivos de la muestra

	Edad (años)	Peso (Kg)	Altura (m)	IMC (kg/m ²)	OLBPD (%)	ROM 100% (cm)	ROM 25% (cm)	ROM 50% (cm)
Media	21,42± 1,97	69,85± 6,85	1,741± 0,07	23,02± 1,58	2,667± 3,59	51,54± 3,42	12,97± 0,92	25.81±1,7 12
Mínimo	19,00	59,10	1,600	19,44	0,000	45,20	11,00	23,00
Máximo	27,00	81,90	1,900	25,00	16	59,40	15,00	30,00

Kg = kilogramos; m = metros; kg/m² = kilogramos por metros²; OLBPD = Oswestry Low Back Pain Disability; cm = centímetros.

3. Instrumentos

2.1. Dinamómetro electromecánico funcional (DEMF)

El dispositivo DynaSystem es una innovación diseñada por SynergyMovement Technologies 3000 SL (Granada, España).

Este dispositivo cuenta con un software de trabajo llamado DYNASOFT, el cual permite configurar los ejercicios (Fig. 3) y un entorno de trabajo que permite la creación de diferentes poleas de fuerza.



Fig. 3 Pantalla configuración del ejercicio en modo cinético

Los modos de evaluación y control de la fuerza que nos presenta este dispositivo son los siguientes:

1. 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 (excéntrica y concéntrica).
2. Cinético: permite configurar la velocidad del ejercicio, pudiendo especificar un ejercicio de velocidad constante (isocinético) o linealmente variable (pleocinético). Se puede establecer la velocidad inicial y final de cada fase del movimiento (excéntrica y concéntrica).
3. Elástico: simula la acción de una goma o banda elástica, donde se puede especificar la constante de elasticidad de la misma. $Fuerza = cte_{elastica} * desplazamiento$.
4. Inercial: simula un disco inercial, donde se puede especificar la masa de dicho disco.
5. Cónico: simula un dispositivo cónico, donde se puede establecer la distancia entre el vértice del cono y el final del enrollamiento (altura cono) y la masa inercial del mismo.
6. Isométrico: ejercicio en el que no se realiza desplazamiento.
7. Vibratorio: ejercicio en el que se introduce un estímulo vibratorio sobre un ejercicio isométrico. El parámetro de control es el índice de vibración que modula la amplitud del estímulo.

De todos estos modos, en nuestro estudio utilizamos el modo cinético, debido a que permite configurar la variable velocidad de manera constante, para conocer

la fuerza máxima dinámica de los extensores del tronco. Las unidades de medidas expresadas en este dispositivo son: (i) kilogramos y newton para la masa o fuerza; (ii) centímetros y metros para la distancia; (iii) julios para el trabajo; (iv) centímetros/segundos y metros/segundos para la velocidad.

2.2. Sujeción

Las conexiones entre sujeto y el DEMF se hicieron a través de un chaleco de sujeción ajustable con velcro (Fig. 4), el cual incorporó un mosquetón (Fig. 5) para la unión entre sujeto y la cuerda del dispositivo electromecánico (Fig. 6).



Fig. 4 Chaleco ajustable con velcro ajustada al sujeto.



Fig. 5 Mosquetón utilizado para unión entre DEMF y sujeto.

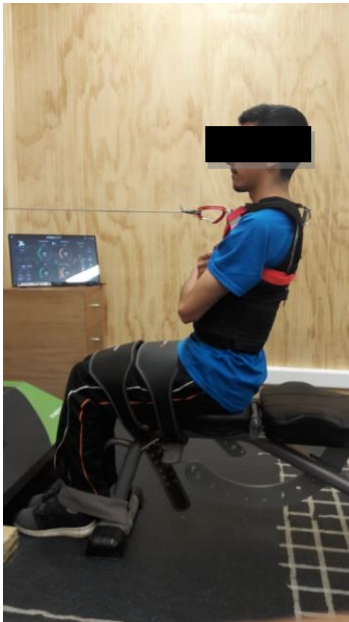


Fig. 6 Sujeción entre DEMF y sujeto.

Se utilizó un banco plano para ubicar al sujeto de forma sedente, con rodillas en flexión de 90° manteniendo el apoyo desde los talones hasta los glúteos en el banco plano. Para no involucrar la musculatura de las extremidades inferiores al realizar la extensión del tronco, se ajustaron cinturones entre el banco y los segmentos medios del fémur impidiendo el movimiento y el arrastre corporal al ejecutar la extensión, de igual manera los tobillos se ajustaron con velcro (Fig. 7).



Fig. 7 Posición y sujeción entre banco y sujeto.

4. Procedimientos

4.1. Cuestionario

A cada participante se le aplicó el cuestionario de “Escala de Incapacidad por Dolor Lumbar de Oswestry”. Este cuestionario, según Fairbanks, Davies, Couper, & O'Brien (1980), tiene como objetivo evaluar el dolor en la zona de la espalda baja, clasificando los niveles de discapacidad desde 0 (sin discapacidad) a 100 (completamente discapacitado).

El cuestionario consta de 10 categorías: intensidad del dolor, cuidado personal, levantar peso, andar, estar sentado, estar de pie, dormir, actividad sexual, vida social y viajar (Fairbanks et al., 1980). Los resultados se encasillan en cinco categorías según Fairbank & Keating (2000):

- 0% – 20% = el paciente puede realizar la mayoría de actividades diarias sin necesitar tratamiento.
- 21% – 40% = el paciente experimenta dolor e incomodidad al sentarse o ponerse de pie. El cuidado personal, vida sexual y sueño se ven afectados.
- 41% – 60% = El dolor es el principal problema de este grupo y se recomienda una investigación detallada.
- 61% – 80% = El dolor de espalda afecta en todos los aspectos de la vida.
- 81 – 100% = existe discapacidad y el paciente se encuentra generalmente postrado.

La principal ventaja de aplicar este cuestionario es la facilidad, rapidez y economía entregando datos confiables sobre la actividad diaria, deportiva y de salud (Fairbank & Keating, 2000).

El cuestionario se realizó una semana previa a la familiarización, para posterior revisión y aceptación para aplicación del test.

4.2. Familiarización

La familiarización se realizó en dos sesiones, con cuarenta y ocho horas de descanso. En cada sesión los participantes interactuaron directamente con el instrumento de medida (Dynasystem).

En la familiarización se realizó un calentamiento general de carrera continua a intensidad moderada que no sobrepase los 130 latidos por minuto (lpm) regulado por un pulsómetro (polar M400). Posteriormente se realizó movimiento articular durante cinco minutos en cada una. Para el calentamiento específico, se realizó tres series de 15 segundos (s) de plancha frontal y de puente de glúteos con un descanso de igual duración entre cada serie. Al terminar lo anterior se realizó un trabajo de 5 repeticiones de extensión de tronco sentado en el banco con ayuda de un evaluador que oponía resistencia, para finalizar al evaluado se le acomodó el chaleco y volvía a repetir lo último mencionado con la ayuda del evaluador.

El desarrollo de la familiarización consistió en la ejecución de dos series a una velocidad constante de 0.30 m/s utilizando dos ROM (25% y 50% de la medida total del tronco desde el trocánter mayor hasta el acromio) de cinco repeticiones de extensión de tronco, en la posición mencionada en el apartado de “sujeción” y utilizando el modo cinético del DEMF. Las primeras dos repeticiones fueron submáximas acompañadas por los evaluadores, y las siguientes tres repeticiones a fuerza máxima. El descanso entre series fue de tres minutos. Al inicio de la familiarización se le indico al sujeto que - “Intente llevar su tronco hacia atrás lo más rápido posible y cuando complete el rango de movimiento, trate de que la cuerda no vuelva a la máquina o que lo haga lo más lento posible”-.

4.3. Protocolo de evaluación

En la misma posición mencionada en el apartado de “sujeción”, los sujetos realizaron el test.

Se calculó el ROM corto y largo de cada sujeto midiendo la longitud desde el trocánter mayor al acromio. La obtención del rango corto se logró a través de una formula porcentual del 25% de la longitud total del tronco (100%) y rango largo 50% del total (100%) (Fig. 8). Los participantes ejecutaron en el modo cinético dos series de cuatro repeticiones máximas de extensión de tronco a una

velocidad constante de 0.3 m/s. Una de las series se realizó a un ROM de 25% de la medida total del tronco y la otra serie a 50%.

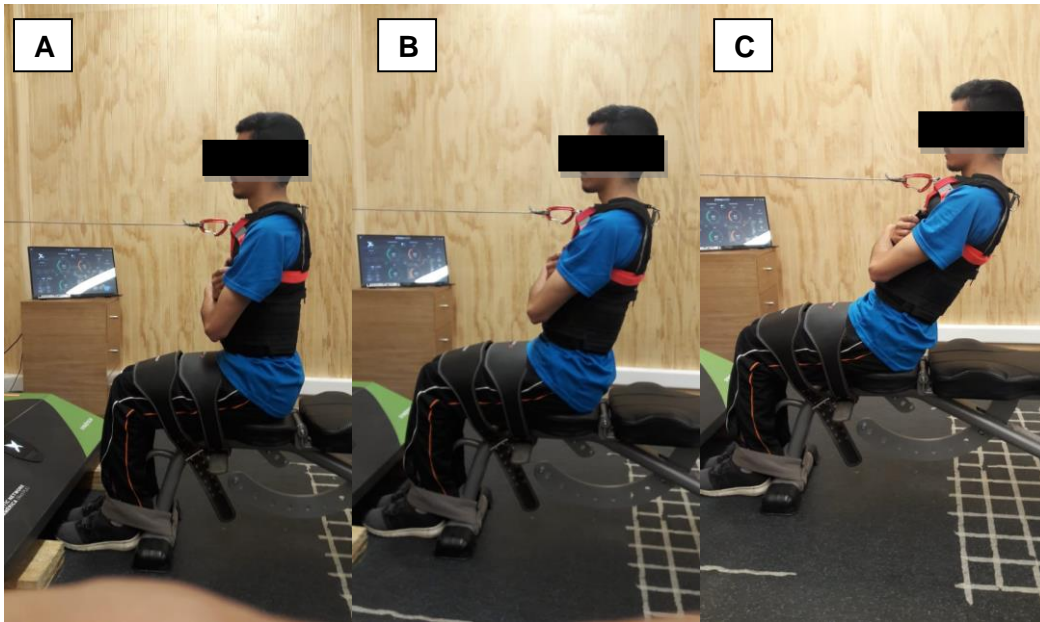


Fig. 8 A = Posición inicial de la evaluación; B = R_1 (0,25%); C = R_2 (0,50%)

La aplicación del test se realizó de forma aleatoria, es decir, las ejecuciones de las series no siguieron un orden específico en el ROM utilizado, esto para evitar el aprendizaje motor en la ejecución del test – retest o la posible fatiga en realizar la primera serie. Posterior a la aplicación del test se dio un descanso mínimo de 48 horas y máximo de 7 días para la ejecución del retest.

5. Condiciones ambientales

La familiarización y el test fueron realizados en el laboratorio de Evaluación del Movimiento Natural Controlado de la Facultad de Educación de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC). Cada procedimiento realizado se ejecutó a una temperatura ambiental estable de 22°C. Todas las evaluaciones se realizaron preferentemente durante la misma hora del día en el segundo semestre del año 2018.

6. Estadística

6.1. Cálculo del tamaño muestral

Para evaluaciones test- retest sin grupo control, la teoría estadística predijo intervalos de confianza $(d) = \pm t_{0.975, n-1} \cdot s \cdot \sqrt{2/n}$ para los cambios en la media, donde n fue el tamaño muestral, s el error standard de medición y t el estadístico. Igualando la expresión: El tamaño muestral fue proporcional al SEM. Estudios previos han mostrado valores del SEM cercanos al 6,8% usando dinamómetros isocinéticos en el registro de la fuerza muscular del tronco. Asumiendo que el mínimo cambio clínicamente relevante (d) sea 5%, entonces el tamaño mínimo para la realización del estudio fue de veinticuatro sujetos.

6.2. Análisis estadístico

Los datos descriptivos se presentan como media y desviación estándar. La fiabilidad se evaluó mediante pruebas t de muestras pareadas con el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y un 95% de intervalos de confianza. Se informó de la fiabilidad observada en cada condición de evaluación en el DEMF. Siguiendo a Hopkins et al. (2009) categorizan a través de una escala cualitativa la magnitud de los valores del coeficiente de correlación intraclase, siendo los valores próximos a 0,1 fiabilidad baja, 0,3 moderada, 0,5 alta, 0,7 muy altos y los cercanos a 0,9 extremadamente altos. Los análisis de fiabilidad se realizaron mediante una hoja de cálculo personalizada (Hopkins, 2017), mientras que otros análisis estadísticos se realizaron con el paquete de software JASP (versión 0.9.1.0. [http:// www.jasp-stats.org](http://www.jasp-stats.org)).

III. RESULTADOS

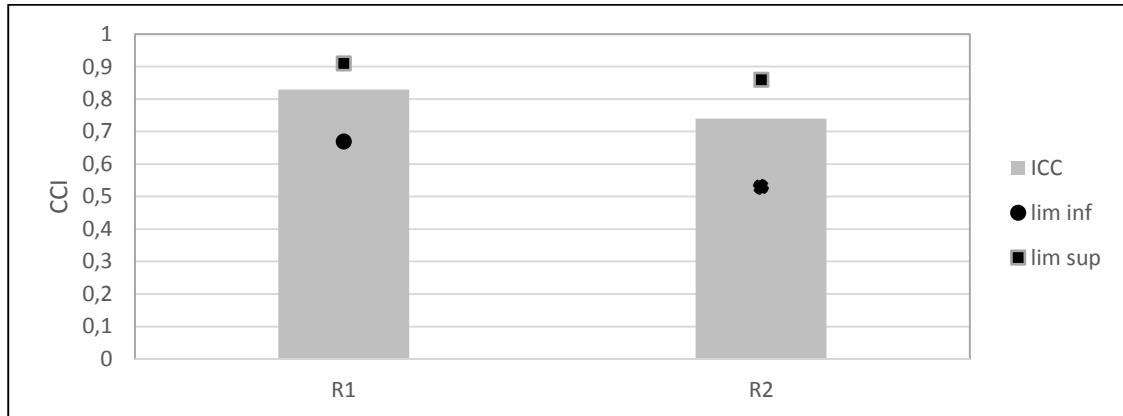
La tabla 2 presenta el resumen de los resultados en el test y re-test dando la media de kilogramos (kg) movilizados obteniendo en fase concéntrica 54,1 kg y 55,5 kg en el R₁ y R₂ respectivamente y 103,4 kg y 107 kg en la fase excéntrica. En relación al valor-p, en ambas fases y en todos los rangos alcanza valores significativos, variando entre 0,010 y 0,031. Respecto al CCI, resultaron valores altos, dando en fase concéntrica (gráfico 1) un CCI de 0,83 en el R₁ y 0,74 en el R₂ y en fase excéntrica (gráfico 2) un CCI de 0,76 en el R₁ y 0,82 en el R₂.

Tabla 2. Fiabilidad test-retest del rango de movimiento en la evaluación de la fuerza en los extensores de tronco

	Rangos (cm)	Test 1 (kg) Media (DE)	Re-test (kg) Media (DE)	Valor-p	CCI (liminf, limsup)
Fase Concéntrica	R ₁	54,1(16,0)	62,9(16,7)	0,010	0,83 (0,67 , 0,91)
	R ₂	55,5 (15,3)	61,1(18,1)	0,016	0,74 (0,53 , 0,86)
Fase Excéntrica	R ₁	103,4 (24,5)	110,2(24,0)	0,031	0,76 (0,57 , 0,88)
	R ₂	107,0(26,0)	114,2 (24,7)	0,016	0,82 (0,65 , 0,91)

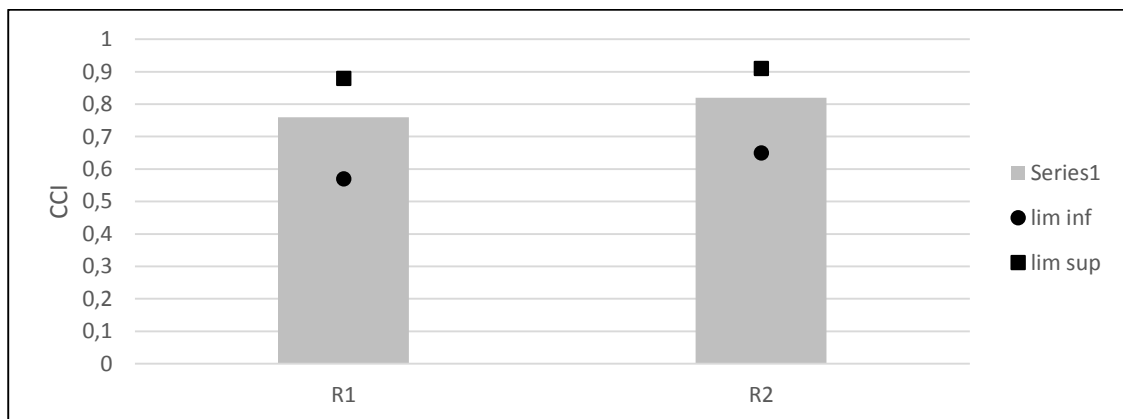
R₁ = 0,25%; R₂ = 0,50%; DE = Desviación estándar; Valor-p = Significación estadística; CCI = Coeficiente de correlación intraclase; lim inf = Límite inferior; lim sup = Límite superior.

Gráfico 1 CCI, liminf y limsup en fase concéntrica



CCI = Coeficiente de correlación intraclase; $R_1 = 0,25\%$; $R_2 = 0,50\%$; lim inf = límite inferior; lim sup = límite superior.

Gráfico 2 CCI, lim inf y lim sup en fase excéntrica



CCI = Coeficiente de correlación intraclase; $R_1 = 0,25\%$; $R_2 = 0,50\%$; lim inf = límite inferior; lim sup = límite superior

IV. DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue conocer que ROM es más fiable para la evaluación de la fuerza dinámica en extensores de tronco, considerando la importancia de esta variable para la creación de un protocolo de evaluación.

El principal hallazgo de esta investigación fue que rangos cortos (25% de la longitud total del tronco) y largos (50% de la longitud total del tronco) tienen fiabilidad relativa muy alta con un CCI de 0,74 a 0,83 cuando se evalúa la fuerza dinámica de los extensores de tronco. Sin embargo, la principal diferencia de fiabilidad es cuando se considera la fase concéntrica y excéntrica en relación a ambos rangos. En fase concéntrica los rangos cortos (R_1) son más fiables con un CCI de 0,83, en cambio en fase excéntrica los rangos largos (R_2) son más fiables con un CCI de 0,82.

Los resultados obtenidos considerando la fiabilidad muy alta para ambos rangos (Hopkins et al., 2009), podría deberse al protocolo de familiarización y evaluación establecida, estandarización de instrucciones, selección de la muestra, instrumento utilizado (DEMF), y recogida de datos de las pruebas en un orden aleatorio. Se observaron diferencias de fiabilidad según fases concéntricas y excéntricas en extensión de tronco considerando ambos rangos. El rango largo en fase concéntrica tiene un CCI de 0,74 en comparación con el rango corto cuyo valor es CCI de 0,83. Esto puede deberse principalmente a que siendo el R_2 más largo que el R_1 y con una velocidad constante de 0,3m/s, el tiempo al que el sujeto

estará sometido al movimiento (contracción concéntrica en la extensión del tronco) también será mayor. Esto quiere decir que estará sometido por más tiempo a esta acción poco habitual de extensión de tronco (Bible et al., 2010), aumentando las probabilidades de que el sujeto intente compensar muscularmente la fuerza a realizar con segmentos del tren inferior. Esta situación podría darse producto de que en el DEMF los movimientos son naturales, en donde no se aíslan totalmente las cadenas cinéticas.

Durante la fase excéntrica, la fiabilidad relativa es mayor en R_2 (CCI=0,82) en comparación al R_1 (CCI=0,76). Esta situación es contraria a lo que sucede en la fase concéntrica de la extensión de tronco, y se podría explicar porque al realizar la fase excéntrica existe una oposición al movimiento, que va orientada hacia la flexión. Esta situación de flexión está más relacionada a las acciones que realiza el tronco en actividades cotidianas (Bible et al., 2010).

En un estudio realizado por Guilhem, Giroux, Couturier, & Maffiuletti, (2014) en el que se evaluó la extensión de tronco con un dispositivo isocinético, se utilizó un ROM de 60° considerado por nosotros como rango largo, a una velocidad de 60rad/s. Los resultados para la fase excéntrica obtuvieron mejores valores de fiabilidad relativa (CCI=0,94) en comparación a la fase concéntrica (CCI= 0,87). Estos resultados son similares a la investigación hecha por (Dervisevic et al., 2007) en que realizó extensión de tronco con otro dispositivo isocinético en el que se utilizó un ROM de 50° también considerado como largo, a una velocidad de

60°rad/s, los resultados de fiabilidad relativa fueron significativamente mayores en la fase excéntrica (CCI=0,91) en comparación a la concéntrica (CCI=0,64).

Estos resultados de fiabilidad relativa considerando el ROM en fases concéntricas y excéntricas contrastan con los resultados obtenidos por Dvir & Keating, (2001) en el que utilizaron un ROM único de 20° y velocidades de 10rad/s a 40rad/s para la extensión de tronco en hombres y mujeres, los cuales obtuvieron mayor fiabilidad relativa en fase excéntrica utilizando el rango corto para ambos sexos. El estudio también presenta diferencias en su realización de test-retest, la fiabilidad relativa fue mayor para mujeres en todos los casos (CCI=0,70 a 0,87) en comparación a hombres (CCI=0,52 a 0,78). El autor menciona que esta diferencia de fiabilidad según el sexo se debe a que los hombres ejercieron mayor fuerza que las mujeres, y la sujeción del sujeto no soporto esas variaciones. En el estudio estas consideraciones de sujeción se solucionaron, y a pesar que la muestra fue solo hombres los resultados de fiabilidad fueron muy altos.

Los ROM utilizados son diferentes para cada estudio en particular, la mayoría de estos evalúa con rangos largos que van desde 50° a 60° (Baur, Müller, Pilz, Mayer, & Mayer, 2010; Dervisevic et al., 2007; Guilhem et al., 2014; J. Mueller et al., 2014; Roth et al., 2017) en comparación a rangos cortos de 20° (Dvir & Keating, 2001).

En relación a la velocidad de ejecución, se presentan diferencias en los resultados de fiabilidad, en un estudio realizado por Roth et al., (2017) en el que se evaluó la extensión de tronco con dispositivo isocinético, se utilizó un ROM de 60° a velocidades de 60rad/s y 150rad/s, obteniendo mejores resultados en cuanto a fiabilidad relativa cuando se evalúa a velocidades bajas de 60rad/s con un CCI de 0,92 en comparación a la velocidad alta con un CCI de 0,85. Esta situación se repite en el estudio antes mencionados (Dvir & Keating, 2001), lo que respalda nuestra selección de velocidad (0,3m/s).

Otro factor que afecta en la fiabilidad de un test-retest es la familiarización. En el estudio de Dvir & Keating, (2001) no se menciona un proceso de familiarización en el procedimiento y sus resultados de fiabilidad relativa fueron más bajos comparados con otros estudios en que si se realizó familiarización y la fiabilidad relativa fue de muy alta a extremadamente alta (Dervisevic et al., 2007; Guilhem et al., 2014). En el estudio de (Roth et al., 2017) se compara la fiabilidad entre la familiarización y el día uno de evaluación, obteniendo valores de CCI bajos (0,55) para la extensión de tronco a un ROM de 60° y velocidad de 60rad/s, en comparación a los valores de CCI del test-retest (0,92) en iguales condiciones. Por lo tanto, el proceso de familiarización podría aumentar la fiabilidad relativa cuando se evalúa los extensores de tronco con un dispositivo isocinético, en nuestro caso se realizaron dos sesiones de familiarización con el DEMF obteniendo alta fiabilidad considerando que es un instrumento nuevo para la

evaluación de la fuerza muscular. Es posible que, al realizar más sesiones de familiarización, aumente la fiabilidad relativa.

En relación al instrumento y valores de fiabilidad relativa para la evaluación de la fuerza en extensores de tronco, los dispositivos isocinéticos presentan resultados de CCI entre muy altos a extremadamente altos, en comparación a nuestro estudio utilizando un DEMF obteniendo resultados muy altos. Esta diferencia en la fiabilidad se podría explicar considerando la sujeción del sujeto y conexiones con el instrumento, ya que en los dispositivos isocinéticos hay una mayor invasión corporal (Fig. 1) en cambio en el DEMF si bien hay sujeción, las conexiones con el instrumento no son tan inmovilizadoras e invasivas (Fig. 2) permitiendo que el movimiento sea más natural a acciones de la vida cotidiana.

La fiabilidad relativa durante este apartado es mencionada con CCI el cual es adimensional, esto permite comparar los resultados de fiabilidad obtenidos en este estudio, con otros que utilicen diferentes procedimientos, instrumentos y/o población (Hopkins, 2000).

Las limitaciones encontradas posterior a la evaluación son que ésta va dirigida para la población estudiada: estudiantes universitarios hombres y no se recomienda la aplicación en otro tipo de población como la femenina, adulta mayor o enferma lumbar.

Como fortalezas del estudio son la presentación de un nuevo estudio evaluando la fuerza máxima en extensores de tronco, evaluación que no se había realizado

previamente en dinamometría electromecánica. Gracias a este dispositivo el movimiento corporal durante la evaluación es de manera natural y controlada, favoreciendo la comodidad y realidad en el movimiento del sujeto obteniendo niveles de fiabilidad muy altos.

Como futuras líneas a investigar en relación a nuestro estudio, se pueden extender las evaluaciones de fuerza máxima en extensión de tronco a otra población como al género femenino, deportistas de élite o adultos mayores, etc. debido a que los resultados de nuestra investigación no se recomiendan extrapolar a los grupos mencionados.

A pesar de los resultados de fiabilidad muy altos, otra futura línea de investigación es el aumento de sesiones de familiarización para el posible aumento de fiabilidad llegando a, quizás, rangos extremadamente altos.

A lo largo de la investigación se puede ver que realizamos un test fiable que arroja resultados de la fuerza máxima del tronco en dos rangos de movimientos, usando un dinamómetro electromecánico funcional. Dando a entender cuál de los dos rangos es más fiable en su fase concéntrica y excéntrica.

Las aplicaciones prácticas de este estudio van condicionadas al conocimiento de una variable de la evaluación de la fuerza como lo es el ROM, permitiendo saber que rango es más fiable en cada fase del movimiento. Lo que serviría para crear un protocolo.

V. CONCLUSIÓN

La fiabilidad relativa en la evaluación de la fuerza dinámica máxima en los extensores del tronco en función del rango de movimiento utilizando un dinamómetro electromecánico funcional (Dynasystem) es fiable. Tanto en fase concéntrica como excéntrica en rangos amplios y cortos.

En fase concéntrica el rango más fiable para la evaluación de la fuerza máxima en los extensores del tronco a una velocidad constante de 0,3 m/s es en rangos cortos ($R_1 = 0,25\%$) dando índices de fiabilidad relativa de CCI = 0,83.

En fase excéntrica el rango más fiable para la evaluación de la fuerza máxima en los extensores del tronco a una velocidad constante de 0,3 m/s es en rangos amplios ($R_2 = 0,50\%$) dando índices de fiabilidad relativa de CCI = 0,82)

VI. ANEXOS

HOJA DE INFORMACIÓN AL PACIENTE

PROYECTO: EL ESTUDIO DE LA FUERZA EN EL SER HUMANO A TRAVÉS DE LA DINAMOMETRÍA ELECTROMECAÁNICA FUNCIONAL.

Estimado señor:

Este documento constituye su aceptación formal para colaborar de forma voluntaria en el siguiente proyecto de investigación. Además de ser, requisito indispensable para participar en él.

A continuación, se explicarán los tratamientos a los que usted se someterá, con la intención de que pueda decidir libremente su incorporación al proyecto.

En el proyecto se llevarán a cabo un estudio (evaluación de la fuerza) el que sigue la siguiente estructura metodológica de evaluación:

Se llevarán a cabo dos sesiones de evaluación realizando previamente dos sesiones de familiarización con el dispositivo de medida (Dynasytem). Se realizará un test y un retest con un descanso de cuarenta y ocho horas entre ambos y a la semana siguiente se volverán a hacer un test y un retest con cuarenta y ocho de descanso. En todas las mediciones contaremos con estudio cinemático a través de la DEMF.

1. ESTUDIO DE TRONCO

- a. Estudio de rango de movimiento: se evaluará la extensión de la fuerza en el tronco. Se ejecutará una serie de cuatro repeticiones de flexión/extensión de tronco en los diferentes rangos de movimiento (30° y 60°), a una velocidad de 30 cm/s y en la posición de sedestación.

Comprendido todo lo anterior:

Yo, _____ con RUT _____
_____ acepto participar en el proyecto “El estudio de la fuerza en el ser humano a través de la dinamometría electromecánica funcional” que se llevará a cabo en el Laboratorio de Evaluación del Movimiento Natural Controlado de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile).

Si decido participar en dicho experimento, comprendo que durante el proceso deberé comprometerme a:

- 1. Asistir a las mediciones planificadas.**
- 2. Permitir el uso de los datos recogidos en las evaluaciones del estudio para la elaboración de dicha investigación.**
- 3. No realizar ningún tipo de entrenamiento específico de la musculatura del tronco y/o abdominal externo al estudio que pueda suponer una variable contaminante en el estudio.**
- 4. Mantener unos hábitos de vida exactamente iguales a los que llevaría sin la participación en este estudio, mismas horas de sueño, nutrición, etc.**
- 5. Indicar cualquier problema, o patología que sea relevante y que pueda afectar directamente a mi seguridad o desempeño tanto en las mediciones previas o posteriores.**

Por todo lo anterior hago constar, que he recibido información clara y concisa sobre la participación en este proyecto, habiéndose resuelto todas las dudas y preguntas que hayan surgido acerca del mismo.

Igualmente certifico que he sido informado de los siguientes puntos:

- 1. Comprendo que mi participación es voluntaria.**
- 2. Comprendo que puedo retirarme del estudio cuando quiera, sin tener que dar explicaciones y sin que esto repercuta de ninguna manera en mí.**
- 3. Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.**
- 4. Las muestras obtenidas en este estudio sólo serán utilizadas para los fines específicos del mismo.**

Concepción, a de del 2018

Firma:

Escala de Incapacidad por Dolor Lumbar de Oswestry

Instrucciones: Estas preguntas han sido diseñadas para que su médico conozca hasta qué punto su dolor de espalda le afecta en su vida diaria. Responda a todas las preguntas, señalando en cada una sólo aquella respuesta que más se aproxime a su caso. Aunque usted piense que más de una respuesta se puede aplicar a su caso, marque sólo aquella que describa MEJOR su problema.

Sección 1 – Intensidad de dolor

- ⓪ Puedo soportar el dolor sin necesidad de tomar calmantes
- ① El dolor es fuerte pero me arreglo sin tomar calmantes
- ② Los calmantes me alivian completamente el dolor
- ③ Los calmantes me alivian un poco el dolor
- ④ Los calmantes apenas me alivian el dolor
- ⑤ Los calmantes no me quitan el dolor y no los tomo

Sección 2 – Cuidados personales (lavarse, vestirse, etc.)

- ⓪ Me las puedo arreglar solo sin que me aumente el dolor
- ① Me las puedo arreglar solo pero esto me aumenta el dolor
- ② Lavarme, vestirme, etc., me produce dolor y tengo que hacerlo despacio y con cuidado
- ③ Necesito alguna ayuda pero consigo hacer la mayoría de las cosas yo solo
- ④ Necesito ayuda para hacer la mayoría de las cosas
- ⑤ No puedo vestirme, me cuesta lavarme, y suelo quedarme en la cama

Sección 3 – Levantar peso

- ⓪ Puedo levantar objetos pesados sin que me aumente el dolor
- ① Puedo levantar objetos pesados pero me aumenta el dolor
- ② El dolor me impide levantar objetos pesados del suelo, pero puedo hacerlo si están en un sitio cómodo (ej. en una mesa)
- ③ El dolor me impide levantar objetos pesados, pero sí puedo levantar objetos ligeros o medianos si están en un sitio cómodo
- ④ Sólo puedo levantar objetos muy ligeros
- ⑤ No puedo levantar ni elevar ningún objeto

Sección 4 – Andar

- ⓪ El dolor no me impide andar
- ① El dolor me impide andar más de una milla
- ② El dolor me impide andar más de media milla
- ③ El dolor me impide andar más de cien metros
- ④ Sólo puedo andar con bastón o muletas
- ⑤ Permanezco en la cama casi todo el tiempo y tengo que ir a rastras al baño

Sección 5 – Estar sentado

- ⓪ Puedo estar sentado en cualquier tipo de silla todo el tiempo que quiera
- ① Puedo estar sentado en mi silla favorita todo el tiempo que quiera
- ② El dolor me impide estar sentado más de una hora
- ③ El dolor me impide estar sentado más de media hora
- ④ El dolor me impide estar sentado más de diez minutos

- ⑤ El dolor me impide estar sentado

Sección 6 – Estar de pie

- ⓪ Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera sin que me aumente el dolor
- ① Puedo estar de pie tanto tiempo como quiera pero me aumenta el dolor
- ② El dolor me impide estar de pie más de una hora
- ③ El dolor me impide estar de pie más de media hora
- ④ El dolor me impide estar de pie más de diez minutos
- ⑤ El dolor me impide estar de pie

Sección 7 – Dormir

- ⓪ El dolor no me impide dormir bien
- ① Sólo puedo dormir si tomo pastillas
- ② Incluso tomando pastillas duermo menos de seis horas
- ③ Incluso tomando pastillas duermo menos de cuatro horas
- ④ Incluso tomando pastillas duermo menos de dos hora
- ⑤ El dolor me impide totalmente dormir

Sección 8 – Actividad sexual (opcional)

- ⓪ Mi actividad sexual es normal y no me aumenta el dolor
- ① Mi actividad sexual es normal pero me aumenta el dolor
- ② Mi actividad sexual es casi normal pero me aumenta mucho el dolor
- ③ Mi actividad sexual se ha visto muy limitada a causa del dolor
- ④ Mi actividad sexual es casi nula a causa del dolor
- ⑤ El dolor me impide todo tipo de actividad sexual

Sección 9 – Vida social

- ⓪ Mi vida social es normal y no me aumenta el dolor
- ① Mi vida social es normal, pero me aumenta el dolor
- ② El dolor no tiene un efecto importante en mi vida social, pero sí impide mis actividades más enérgicas, como bailar, etc.
- ③ El dolor ha limitado mi vida social y no salgo tan a menudo
- ④ El dolor ha limitado mi vida social al hogar
- ⑤ No tengo vida social a causa del dolor

Sección 10 – Viajar

- ⓪ Puedo viajar a cualquier sitio sin que me aumente el dolor
- ① Puedo viajar a cualquier sitio, pero me aumenta el dolor
- ② El dolor es fuerte, pero aguanto viajes de más de dos horas
- ③ El dolor me limita a viajes de menos de una hora
- ④ El dolor me limita a viajes cortos y necesarios de menos de media hora
- ⑤ El dolor me impide viajar excepto para ir al médico o al hospital

$$\text{Index Score} = \left[\frac{\text{Sum of all statements selected}}{\text{\# of Sections with a statement selected} \times 5} \right] \times 100$$

Nombre del Paciente _____ Fecha _____ Back Index Score _____

VII. REFERENCIAS

- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core Stability Exercise Principles Core Stability Exercise Principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7(1), 39–44.
- Akuthota, V., & Nadler, S. F. (2004). Core strengthening¹¹No commercial party having a direct financial interest in the results of the research supporting this article has or will confer a benefit upon the author(s) or upon any organization with which the authors is/are associated. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(March), 86–92.
- Arnold, C. M., Warkentin, K. D., Chilibeck, P. D., & Magnus, C. R. A. (2010). The Reliability and Validity of Handheld Dynamometry for the Measurement of Lower-Extremity Muscle Strength in Older Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(3), 815–824.
- Balagué, F., Mannion, A. F., Pellisé, F., & Cedraschi, C. (2012). Non-specific low back pain. *The Lancet*, 379(9814), 482–491.
- Barczyk-Pawelec, K., Piechura, J. R., Dziubek, W., & Rozek, K. (2015). Evaluation of isokinetic trunk muscle strength in adolescents with normal and abnormal postures. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*.

- Baur, H., Müller, S., Pilz, F., Mayer, P., & Mayer, F. (2010). Trunk extensor and flexor strength of long-distance race car drivers and physically active controls. *Journal of Sports Sciences*, 28(11), 1183–1187.
- Bedekar, N., Suryawanshi, M., Rairikar, S., Sancheti, P., & Shyam, A. (2014). Inter and intra-rater reliability of mobile device goniometer in measuring lumbar flexion range of motion. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 27(2), 161–166.
- Bhringer, G., & Sassen, M. (2006). Reliability and Validity. *Addiction Research Methods*, 9–25.
- Bible, J. E., Biswas, D., Miller, C. P., Whang, P. G., & Grauer, J. N. (2010). Normal functional range of motion of the lumbar spine during 15 activities of daily living. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*, 23(2), 106–112.
- Blacker, S. D., Fallowfield, J. L., Bilzon, J. L. J., & Willems, M. E. T. (2010). Within-day and between-days reproducibility of isokinetic parameters of knee, trunk and shoulder movements. *Isokinetics and Exercise Science*, 18(1), 45–55.
- Borghuis, J., Hof, A. L., & Lemmink, K. A. P. M. (2008). The importance of sensory motor control in providing Core Stability. *Sports Medicine*, 38(11), 893–916.
- Cai, C., & Pkong, P. (2015). Low Back and Lower Limb Muscle Performance in

- Male and Female Recreational Runners with Chronic Low Back Pain.
Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, (65), 3–9.
- Campos, C. A., Bautista, I. J. B., Chiroso, L. J., Tamayo, I. M., Lopez, A. E., & Chiroso, I. J. (2014). Validación y fiabilidad del dispositivo haefni health system 1.0 en la medición de la velocidad en el rango isocinético.
Cuadernos de Psicología Del Deporte, 14(2), 91–98.
- Cerda, E., Jerez, D., Machado, R., Campos, C., Guzman, I., Reyes, A., & Chiroso, L. J. (2018). Validity and reliability of evaluating hip abductor strength using different normalization methods in a functional electromechanical device. *PloS One*, 13(8), e0202248.
- Chamorro, C. (2017). *Claudio Hernán Chamorro Lange*. *Hera.Ugr.Es*. Universidad de Granada. Retrieved from <https://hera.ugr.es/tesisugr/28033024.pdf>
- Corral. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de La Educación*, 19(33), 228–247.
- Delitto, A. (1990). Its popularity as a muscle strengthening device was based on the theory that isokinetic ex-. *Muscle & Nerve*, 53–57.
- Deones, V., Wiley, S., & Worrell, T. (1994). Assessment of Quadriceps Muscle Performance by a hand-held Dynamometer and an Isokinetic

Dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 20(6), 296–301.

Dervisevic, E., Hadzic, V., & Burger, H. (2007). Reproducibility of trunk isokinetic strength findings in healthy individuals. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(2), 99–109. Retrieved from <http://iospress.metapress.com/content/7658855531613745/?p=d447e7b4eae040c583ed76ee13f5b097&pi=9>

Dvir, Z., & Keating, J. (2001). Reproducibility and validity of a new test protocol for measuring isokinetic trunk extension strength. *Clinical Biomechanics*, 16(7), 627–630.

Elgueta, M., & Zamorano, F. (2014). Validación del instrumento de medición para la caracterización nacional de estudiantes de derecho. *Revista Pedagogía Universitaria y ...*, 1, 105–120. Retrieved from <http://www.revistas.uchile.cl/index.php/RPUD/article/viewArticle/36173>

Fairbank, J. C. T., & Keating, J. (2000). Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physica Status Solidi (A) Applied Research*, 157(2), 321–327.

Fairbanks, J. C. T., Davies, J. B., Couper, J., & O'Brien, J. P. (1980). Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*, 66(2000), 271–273. Retrieved from https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30399446/oswestry_low_back_pain_disability_questionnaire.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOW

YYGZ2Y53UL3A&Expires=1539378422&Signature=wG5gwmLdkkG6zwtNc
4LzsZptwiQ%3D&response-content-disposition=inline%3B filename%3D

Forechi, L., Silveira-Nunes, G., Barbosa, M. A., Barbosa, É. G., dos Santos, D. L., Vieira, E. R., & Barbosa, A. C. (2018). Pain, balance, grip strength and gait parameters of older adults with and without post-chikungunya chronic arthralgia. *Tropical Medicine & International Health*.

Górski, M., Starczewski, M., Pastuszek, A., Mazur-Różycka, J., Gajewski, J., & Buśko, K. (2018). Changes of strength and maximum power of lower extremities in adolescent handball players during a two-year training cycle. *Journal of Human Kinetics*, 63(1), 95–103.

Guilhem, G., Giroux, C., Couturier, A., & Maffioletti, N. A. (2014). Validity of trunk extensor and flexor torque measurements using isokinetic dynamometry. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(6), 986–993.

Hopkins, W. (2000). Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Medicine*, 30(1), 1–15.

Kienbacher, T., Paul, B., Habenicht, R., Starek, C., Wolf, M., Kollmitzer, J., & Ebenbichler, G. (2014). Reliability of isometric trunk moment measurements in healthy persons over 50 years of age. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46(3), 241–249.

- Laird, R., Gilbert, J., Kent, P., & Keating, J. (2014). Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15(doi: 10.1186/1471-2474-15-229), 1–13. Retrieved from https://findresearcher.sdu.dk:8443/ws/files/101442753/Laird_2014.pdf
- Lee, C.-W., Hwangbo, K., & Lee, I. n-sil. (2014). The effects of combination patterns of proprioceptive neuromuscular facilitation and ball exercise on pain and muscle activity of chronic low back pain patients. *J Phys Ther Sci*, 26(1), 93–96.
- Martin, H., Yule, V., Syddall, H., Denninson, E., Cooper, C., & Sayer, A. (2006). Is Hand-Held Dynamometry Useful for the Measurement of Quadriceps Strength in Older People ? A Comparison with the Gold Standard Biodex Dynamometry. *Gerontology*, 52, 154–159.
- McGill, S. M., Grenier, S., Kavcic, N., & Cholewicki, J. (2003). Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 353–359.
- Meyer, U., Ernst, D., Schott, S., Riera, C., Hattendorf, J., Romkes, J., ... Kriemler, S. (2015). Validation of two accelerometers to determine mechanical loading of physical activities in children. *Journal of Sports Sciences*, 33(16), 1702–1709.
- Mueller, J., Mueller, S., Stoll, J., Baur, H., & Mayer, F. (2014). TRUNK

EXTENSOR AND FLEXOR STRENGTH CAPACITY IN HEALTHY YOUNG ELITE ATHLETES AGED 11-15 YEARS. *Journal of Strength & Conditioning Research (Lippincott Williams & Wilkins)*, 28(5), 1328–1334.

Mueller, S., Engel, T., Mueller, J., Stoll, J., Baur, H., & Mayer, F. (2018).

Sensorimotor Exercises and Enhanced Trunk Function: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Sports Medicine*, 39(7), 555–563.

Müller, R., Ertelt, T., & Blickhan, R. (2015). Low back pain affects trunk as well as lower limb movements during walking and running. *Journal of Biomechanics*, 48(6), 1009–1014.

Okunribido, O. O., & Haslegrave, C. M. (2008). Ready steady push - A study of the role of arm posture in manual exertions. *Ergonomics*, 51(2), 192–216.

Panjabi, M. M. (2003). Clinical spinal instability and low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 13(4), 371–379.

Poór, O., & Zemková, E. (2018). The Effect of Training in the Preparatory and Competitive Periods on Trunk Rotational Power in Canoeists, Ice-Hockey Players, and Tennis Players. *Sports*, 6(4), 113.

Renkawitz, T., Boluki, D., & Grifka, J. (2006). The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine Journal*, 6(6), 673–683.

Roth, R., Donath, L., Kurz, E., Zahner, L., & Faude, O. (2017). Absolute and

relative reliability of isokinetic and isometric trunk strength testing using the IsoMed-2000 dynamometer. *Physical Therapy in Sport*, 24, 26–31.

Rouvière, H. y Delmas, H. (2011). Anatomía Humana. España: Elsevier masson.

Stark, T., Walker, B., Phillips, J. K., Hons, B., Fejer, R., & Beck, R. (2011). Hand-held Dynamometry Correlation With the Gold Standard Isokinetic Dynamometry : A Systematic Review. *PMRJ*, 3(5), 472–479.

Van Middelkoop, M., Rubinstein, S. M., Verhagen, A. P., Ostelo, R. W., Koes, B. W., & van Tulder, M. W. (2010). Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 24(2),

Vazirian, M., Shojaei, I., Tromp, R. L., Nussbaum, M. A., & Bazrgari, B. (2015). Age-related differences in trunk intrinsic stiffness. *Journal of Biomechanics*, 49(6), 926–932.

Weir, J. P. (2005). Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 231–240.

Wicke J, Gaaney K, F. M. (2014). Acomparision of self-administered proprioceptive neuromuscular facilitation to static stretching on range of motion and flexibility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 168–172.

- Widhe, T. (2001). Spine: Posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. *European Spine Journal*, 10(2), 118–123.
- Yazar, T., & Olgun Yazar, H. (2018). Prevalance of sarcopenia according to decade. *Clinical Nutrition ESPEN*.



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION
FACULTAD DE EDUCACION

PAUTA PARA EVALUAR SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN
(Profesores Informantes)

NOMBRE DEL EVALUADOR	Jesualdo Cuevas Aburto
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO:	Fiabilidad relativa en la evaluación de la fuerza dinámica en los extensores del tronco en función del rango de movimiento con un DEMF en estudiantes universitarios
ESTUDIANTE (S) AUTOR (ES) DEL SEMINARIO	Jorge Fuentes Vallegos Marcelo Jara Ibáñez Carlos Plaza Aedo Franco Silva Mora Juan Urrutia Medina
CARRERA	Pedagogía en Educación Física
PROFESOR GUÍA	DR. David Ulloa Díaz

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

A. De La Formulación Del Problema (25%)

INDICADORES	Nota
1. Construcción del objeto de estudio a partir de la presentación de antecedentes empíricos, contextuales y teóricos.	7.0
2. Supuestos o hipótesis de trabajo en correspondencia con el objeto de estudio.	4.0
3. Objetivos formulados con claridad y coherentes con el problema y el objeto de estudio.	2.0
4. Relevancia del problema de investigación en el contexto de las disciplinas pedagógicas.	6.5
5. Adecuada identificación y/o definición operacional de variables y/o categorías de análisis.	6.7
6. Fundamentación y justificación del problema basado en antecedentes bibliográficos y de trabajos de investigación relevantes en el campo de estudio.	7.0
Promedio	6.11

B. DEL MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (20%)

INDICADORES	Nota
1. Pertinencia y relevancia de la bibliografía (si corresponde a las disciplinas pedagógicas, actualizadas).	7.0
2. Uso del lenguaje técnico coherente con la temática estudiada.	7.0
3. Calidad y precisión del marco teórico/ Conceptual.	7.0
Promedio	7.0

C. Del Diseño Metodológico Del Problema (20%)

INDICADORES	Nota
1. Precisión del enfoque o modelo de investigación.	7.0
2. Presentación del método de investigación y su diseño.	7.0
3. Coherencia entre el enfoque investigativo, las fuentes de recogida de datos y el problema estudiado.	7.0
4. Precisión en la descripción de la población objetivo o de los participantes, su rol y función que cumplen en la investigación.	6.0
5. Precisión de las estrategias y técnicas de recogida de datos.	7.0
6 Descripción del procedimiento investigativo y/o escenarios donde se realiza la investigación.	7.0
7. Control de validez y confiabilidad y/o de credibilidad y consistencia interna de la información.	6.5
8 Consistencia entre unidad de análisis, fuentes y técnicas de análisis de la información.	7.0
Promedio	6.81

D. DEL CONTENIDO TEMÁTICO Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN (25%)

INDICADORES	Nota
1. Procesamiento, análisis e interpretación pertinentes de los resultados o hallazgos de investigación .	6.8
2. Presentación de los hallazgos o resultados de forma clara y sintética.	5.5
3. Discusión de los resultados de la investigación.	5.0
4. Conclusiones sustentadas en los resultados o hallazgos.	6.0
5. Explicitación de las proyecciones y de las limitaciones del estudio.	6.0
6. Congruencia entre conclusiones, discusión y sugerencias que se realiza a partir de los resultados o hallazgos de la investigación.	6.5
Promedio	5.96

E. DE LOS ASPECTOS FORMALES (10%)

INDICADORES	Nota
1. Títulos pertinentes y sintéticos.	7.0
2. Estructura organizada de los contenidos atendiendo al enfoque y método investigativo.	6.0
3. Correcto uso de ortografía.	6.0
4. Coherencia en la redacción.	6.0
5. Sistematización en la formulación de citas y referencias bibliográficas.	6.5
6. Uso del sistema de citas bibliográficas, de acuerdo a normas APA.	6.5
Promedio	6.33

2. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

Aspectos	Ponderación	Nota	Puntaje porcentual
A. De la Formulación del problema	25%	6.11	1.52
B. Del Marco Teórico referencial	20%	7.0	1.4
C. Del Diseño Metodológico de la investigación	20%	6.81	1.36
D. Del Contenido Temático y los Resultados	25%	5.96	1.49
E. De los aspectos formales	10%	6.33	0.63
Nota promedio final			6.4

3. OBSERVACIONES O COMENTARIO DE SÍNTESIS.

Resuma su opinión global en un comentario, que a su juicio, revele los aspectos más sobresalientes, tanto en lo referido a las fortalezas, como a las debilidades de este Seminario de Investigación, o indique las modificaciones que a su juicio deben realizarse a este trabajo para proceder a su calificación final.

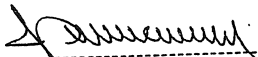
Revisar la estructura del informe de acuerdo a manual generado por el Depto de Fundamentos de le Educación. De acuerdo a los resultados y la discusión, es necesario considerar a lo menos 2 objetivos específicos adicionales, ya que hablan de fases de contracción, y no están contenidos en los OE. Así también, mejorar la redacción del OG y este pueda contener al OE que se presenta, puesto que el OG habla sobre conocer el ROM mas fiable y el OE sobre determinar la fiabilidad relativa en la evaluación.

La variable independiente es el test a utilizar y no la fiabilidad de este.

Se debe justificar, ¿por qué se utiliza el método tónico y no otro en el estudio?

En la discusión no queda claro la postura del grupo ante los resultados y lo declarado en el marco teórico por otros autores, al no existir OE que den cuenta de los resultados obtenidos, pareciese que son datos emergentes.

Aprobada en Consejo de Facultad / abril de 2011


FIRMA PROFESOR EVALUADOR

Fecha: 08 enero 2019



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE LA SANTISIMA CONCEPCION
FACULTAD DE EDUCACION

PAUTA INFORME ESCRITO PROYECTO PARA EVALUAR SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EVALUADOR	Dr. Carlos Matus Castillo
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO:	Fiabilidad relativa en la evaluación de la fuerza dinámica en los extensores del tronco en función del rango de movimiento con un DEMF en estudiantes universitarios.
ESTUDIANTE (S) AUTOR (ES) DEL SEMINARIO	Jorge Fuentes Vallejos Marcelo Jara Ibáñez Carlos Plaza Aedo Franco Silva Mora Juan Ignacio Urrutia medina
CARRERA	Pedagogía en Educación Física
PROFESOR GUÍA	Mg. Rodrigo Tejada Navarro

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

A. De La Formulación Del Problema (25%)

INDICADORES	Nota
1. Construcción del objeto de estudio a partir de la presentación de antecedentes empíricos, contextuales y teóricos.	6.3
2. Supuestos o hipótesis de trabajo en correspondencia con el objeto de estudio.	6.8
3. Objetivos formulados con claridad y coherentes con el problema y el objeto de estudio.	7.0
4. Relevancia del problema de investigación en el contexto de las disciplinas pedagógicas.	6.0
5. Adecuada identificación y/o definición operacional de variables y/o categorías de análisis.	7.0
6. Fundamentación y justificación del problema basado en antecedentes bibliográficos y de trabajos de investigación relevantes en el campo de estudio.	6.5
Promedio	6.6

B. DEL MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (20%)

INDICADORES	Nota
1. Pertinencia y relevancia de la bibliografía (si corresponde a las disciplinas pedagógicas, actualizadas).	6.8
2. Uso del lenguaje técnico coherente con la temática estudiada.	7.0
3. Calidad y precisión del marco teórico/ Conceptual.	6.5
Promedio	6.8

C. Del Diseño Metodológico Del Problema (20%)

INDICADORES	Nota
1. Precisión del enfoque o modelo de investigación.	6.5
2. Presentación del método de investigación y su diseño.	6.5
3. Coherencia entre el enfoque investigativo, las fuentes de recogida de datos y el problema estudiado.	7.0
4. Precisión en la descripción de la población objetivo o de los participantes, su rol y función que cumplen en la investigación.	6.5
5. Precisión de las estrategias y técnicas de recogida de datos.	7.0
6. Descripción del procedimiento investigativo y/o escenarios donde se realiza la investigación.	6.5
7. Control de validez y confiabilidad y/o de credibilidad y consistencia interna de la información.	7.0
8. Consistencia entre unidad de análisis, fuentes y técnicas de análisis de la información.	7.0
Promedio	6.8

D. DEL CONTENIDO TEMÁTICO Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN (25%)

INDICADORES	Nota
1. Procesamiento, análisis e interpretación pertinentes de los resultados o hallazgos de Investigación .	6.5
2. Presentación de los hallazgos o resultados de forma clara y sintética.	7.0
3. Discusión de los resultados de la investigación.	6.4
4. Conclusiones sustentadas en los resultados o hallazgos.	7.0
5. Explicitación de las proyecciones y de las limitaciones del estudio.	6.5
6. Congruencia entre conclusiones, discusión y sugerencias que se realiza a partir de los resultados o hallazgos de la investigación.	7.0
Promedio	6.7

E. DE LOS ASPECTOS FORMALES (10%)

INDICADORES	Nota
1. Títulos pertinentes y sintéticos.	7.0
2. Estructura organizada de los contenidos atendiendo al enfoque y método investigativo.	7.0
3. Correcto uso de ortografía.	7.0
4. Coherencia en la redacción.	7.0
5. Sistematización en la formulación de citas y referencias bibliográficas.	7.0
6. Uso del sistema de citas bibliográficas, de acuerdo a normas APA.	6.7
Promedio	7.0

2. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

Aspectos	Ponderación	Nota	Puntaje porcentual
A. De la Formulación del problema	25%	6.6	1.65
B. Del Marco Teórico referencial	20%	6.8	1.36
C. Del Diseño Metodológico de la investigación	20%	6.8	1.36
D. Del Contenido Temático y los Resultados	25%	6.7	1.66
E. De los aspectos formales	10%	7.0	0.70
Nota promedio final			6.73

3. OBSERVACIONES O COMENTARIO DE SÍNTESIS.

Resuma su opinión global en un comentario, que a su juicio, revele los aspectos más sobresalientes, tanto en lo referido a las fortalezas, como a las debilidades de este Seminario de Investigación, o Indique las modificaciones que a su juicio deben realizarse a este trabajo para proceder a su calificación final.

El tema abordado corresponde a un área relevante en la disciplina específica de las ciencias de la actividad física y el deporte, siendo el tema de investigación vanguardista respecto al nivel en que se aborda, lo cual otorga una importante valoración al trabajo realizado. Se aprecia un trabajo riguroso y sujeto a cabalidad al método científico. Respecto a algunos aspectos a considerar para mejorar en el trabajo y en futuras experiencias se sugiere: otorgar una definición mayor al concepto de fuerza dinámica máxima; incorporar en el título del seminario lo siguiente: "Fuerza Dinámica Máxima", agregando este último concepto; profundizar en el protocolo de evaluación, qué referencias se emplearon para realizar el tipo y características de las evaluaciones aplicadas; indicar si los participantes eran de alguna carrera en particular o de UCSC; se recomienda emplear subtítulos para los apartados de: limitaciones del estudio; fortalezas y futuros estudios/proyecciones.

Aprobada en Consejo de Facultad / abril de 2011

CARLOS A. MARTÍN CASTILLO
 Profesor de Educación Física
 RUT: 15.971.204-8

FIRMA PROFESOR EVALUADOR

Fecha: 06 de diciembre de 2018