



universidad
de león



TRABAJO DE FIN DE GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL
DEPORTE

Curso Académico 2016/2017

INFLUENCIA DEL ENTRENAMIENTO RESPIRATORIO EN
PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Influence of respiratory training on disabled people

Autor/a: Ana Iglesias Prieto

Tutor/a: Dr. José Gerardo Villa Vicente

Fecha: 05/07/2017

VºBº TUTOR/A

VºBº AUTOR/A

Índice

Resumen / Abstract.	2
1. Introducción.	3
1.1. Discapacidad.	3
1.1.1. Efectos de la discapacidad sobre la salud.	3
1.2. Aparato respiratorio.	6
1.2.1. Fisiología y Anatomía.	6
1.2.2. Volúmenes, capacidades respiratorias y presiones respiratorias.	9
1.3. Entrenamiento respiratorio.	10
2. Objetivos del trabajo y competencias desarrolladas.	12
3. Metodología.	13
3.1. Sujetos.	13
3.2. Diseño experimental del programa de intervención.	14
3.2.1. Entrenamiento del core: Fortalecimiento de la musculatura del tronco y de la región lumbo-pélvica.	14
3.2.2. Entrenamiento de Aeróbic.	16
3.3. Material y Métodos.	16
3.4. Análisis estadístico.	18
4. Resultados.	18
5. Discusión.	21
6. Conclusión.	22
7. Reflexión personal.	23
8. Bibliografía.	24

Resumen / Abstract.

En este trabajo de fin de grado se ha realizado una búsqueda bibliográfica sobre la afección respiratoria en personas con grave discapacidad y la posible influencia del entrenamiento respiratorio en ellas. Además, se ha llevado a cabo una evaluación para determinar la influencia del entrenamiento de los músculos respiratorios mediante un programa adaptado de *core* y aeróbic en estas personas por medio de una evaluación de los parámetros espirométricos y presiones respiratorias máximas. Durante 12 semanas, se llevó a cabo un entrenamiento de fortalecimiento del core (4 sesiones/semana de 1 hora) y se realizaron 2 sesiones/semana de aeróbic de 1 hora. Todos los ejercicios fueron adaptados a las características de los participantes y realizados con la supervisión y ayuda de una licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Se realizaron evaluaciones antes y después del período de entrenamiento, en las que se observó que había una mejora de FVC, VC, MVV y TV y de las presiones respiratorias máximas MIP y MEP y un empeoramiento de FEV1, FEV1/VC, PEF y FEF2575. Se concluye que este tipo de entrenamiento resulta beneficioso para estas personas, debidos a las mejoras en algunos parámetros espirométricos.

Palabras clave: Discapacidad, entrenamiento respiratorio, core, espirometría.

ABSTRACT.

This study has been about bibliography research in relation to respiratory affection on people with severe disability and the potential influence of the respiratory training on them. Also, it has been evaluated the influence of respiratory muscles by an adapted program of core and aerobic on this people by spirometrics parameters and maximum respiratory pressures. Along 12 weeks, it has been performed a strength core training (4 sessions/week, 1 hour) and 2 sessions/week 1 hour of aerobic. All the exercises were adapted to the participants' characteristics and executed with the supervision and help of a Physical Activity and Sports Sciences graduate. Before and after evaluations were executed, where it was observed that there were improvements on FVC, VC, MVV and TV and on maximum respiratory pressures MIP and MEP and also deteriorations on FEV1, FEV1/VC, PEF and FEF2575. In conclusion, that type of training is beneficial for that people, instead of the developments on some spirometrics parameters.

Keywords: Disability, respiratory training, core, spirometry.

1. Introducción.

1.1. Discapacidad.

De acuerdo con la Convención de Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad celebrada en 2006, se definió a las personas con discapacidad como “aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás” (Organización de las Naciones Unidas, 2006).

La discapacidad conlleva una serie de deficiencias, pudiendo ser estas de carácter temporal o permanente; progresivas, regresivas o estáticas; intermitentes o continuas. Así mismo, las deficiencias de las estructuras corporales (“partes anatómicas del cuerpo tales como órganos, extremidades y sus componentes”) se clasifican según pérdida o ausencia; reducción, aumento o exceso; y desviación (Organización Mundial de la Salud, 2001). Teniendo esto en cuenta, nos encontramos con numerosas discapacidades y con las deficiencias que cada una de ellas nos presentan. En la **Tabla 1** se muestran las discapacidades con las que se ha trabajado para realizar este Trabajo de Fin de Grado (TFG).

Para elaborar el TFG se ha tenido en cuenta el Índice de Barthel o de Discapacidad de Maryland (Mahoney & Barthel, 1965). Este índice fue uno de los primeros intentos de medir la discapacidad mediante la valoración del nivel de independencia que el paciente posee al llevar a cabo algunas actividades de la vida diaria (AVD). Para cuantificar la discapacidad, se asignan diferentes puntuaciones y ponderaciones según la capacidad del sujeto examinado para llevar a cabo esas AVD (Ciz-Ruzafa & Damián-Moreno, 1997) (**Figura 1**).

1.1.1. Efectos de la discapacidad sobre la salud.

Diversos estudios han probado que las personas con discapacidad tienen peor salud que la población general. De hecho, estas personas pueden tener una mayor debilidad con respecto a enfermedades secundarias prevenibles, comorbilidades y desórdenes relacionados con la edad. Además, también se ha demostrado que las personas con discapacidad experimentan en mayor medida comportamientos de riesgo, como el hábito de fumar, una dieta deficiente e inactividad física. Asimismo, corren un mayor riesgo de estar expuestas a violencia, que, junto con una prestación incorrecta de rehabilitación, pueden tener malas consecuencias para estas personas. Por ello, sufren una disminución del estado general de salud, impedimentos en la participación de actividades y restricción

de las mismas y tienen una peor calidad de vida (Organización Mundial de la Salud, 2011).

De acuerdo con el American College of Sports Medicine en su libro *Exercise Management for Persons With Chronic Disease and Disabilities*, la sistematización de rutinas de ejercicio y la práctica física neutralizan las complicaciones derivadas de problemas cardiovasculares, disminuyen las consecuencias discapacitantes, aumentan la calidad de vida, favorecen el mantenimiento de la independencia física y de la destreza cognitiva y pueden llegar incluso a incrementar la etapa de envejecimiento (Moore, G., Durstine, J. L., Painter, P., & American College of Sports Medicine, 2016).

Comer

0 = incapaz

5 = necesita ayuda para cortar, extender mantequilla, usar condimentos, etc.

10 = independiente (la comida está al alcance de la mano)

Trasladarse entre la silla y la cama

0 = incapaz, no se mantiene sentado

5 = necesita ayuda importante (una persona entrenada o dos personas), puede estar sentado

10 = necesita algo de ayuda (una pequeña ayuda física o ayuda verbal)

15 = independiente

Aseo personal

0 = necesita ayuda con el aseo personal.

5 = independiente para lavarse la cara, las manos y los dientes, peinarse y afeitarse.

Uso del retrete

0 = dependiente

5 = necesita alguna ayuda, pero puede hacer algo sólo.

10 = independiente (entrar y salir, limpiarse y vestirse)

Bañarse/Ducharse

0 = dependiente.

5 = independiente para bañarse o ducharse.

Desplazarse

0 = inmóvil

5 = independiente en silla de ruedas en 50 m.

10 = anda con pequeña ayuda de una persona (física o verbal).

15 = independiente al menos 50 m, con cualquier tipo de muleta, excepto andador.

Subir y bajar escaleras

0 = incapaz

5 = necesita ayuda física o verbal, puede llevar cualquier tipo de muleta.

10 = independiente para subir y bajar.

Vestirse y desvestirse

0 = dependiente

5 = necesita ayuda, pero puede hacer la mitad aproximadamente, sin ayuda.

10 = independiente, incluyendo botones, cremalleras, cordones, etc

Control de heces:

0 = incontinente (o necesita que le suministren enema)

5 = accidente excepcional (uno/semana)

10 = continente

Control de orina

0 = incontinente, o sondado incapaz de cambiarse la bolsa.

5 = accidente excepcional (máximo uno/24 horas).

10 = continente, durante al menos 7 días.

Total = 0-100 puntos (0-90 si usan silla de ruedas)

Figura 1. Puntuaciones originales de las AVD incluidas en el Índice de Barthel (Cid-Ruzafa & Damián-Moreno, 1997).

Tabla 1. Discapacidades y su sintomatología

Discapacidad	Definición y sintomatología	Bibliografía
Accidente cerebrovascular (ACV)	<ul style="list-style-type: none"> • Daño en tejido cerebral resultante de problemas causados por circulación sanguínea deficiente, como la ruptura de vasos sanguíneos. • Pueden dañarse áreas del cerebro que controlan funciones vitales (control y habilidad motora, sensación y percepción, comunicación, emociones o estados de conciencia). • Afección en el hemisferio derecho: puede conllevar problemas con el habla y el lenguaje y serán cautelosos y desorganizados para afrontar problemas que no les resulten familiares. • Afección en el hemisferio izquierdo: puede conllevar problemas con tareas espacio-temporales y sobrevalorar sus habilidades. • ACV engloba diferentes afecciones: ictus y hemorragia subaracnoidea. 	<p>Rivas & Vaíllo (2012).</p> <p>Rodríguez & Rodríguez (2011).</p> <p>Cardentey-Pereda & Pérez-Falero (2002).</p>
Ataxia de Friedreich (AF)	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedad hereditaria que causa daño progresivo al sistema nervioso y una pérdida gradual de la coordinación motora. • Equilibrio deficiente y pérdida de la coordinación de las extremidades (afectación al control de los movimientos finos por la aparición de temblores) y el tronco. • Los músculos van debilitándose (pies, piernas y manos) y se desarrollan las deformidades. • Pérdida de reflejos tendinosos (rodillas y tobillos). • Afectación de nervios sensitivos (periféricos) del tronco y las extremidades. • Se desarrolla la disartria (lenguaje lento y arrastrando las palabras) y la persona se cansa con facilidad. • Movimientos rápidos, rítmicos e involuntarios de los ojos. • Puede desarrollarse escoliosis (si es grave puede afectar a la respiración). • Enfermedades cardíacas (cardiomiopatía, fibrosis del miocardio e insuficiencia cardíaca, además de taquicardias y bloqueo cardíaco). • Pueden aparecer problemas visuales, auditivos y diabetes mellitus. 	<p>National Institute of Neurological Disorders and Stroke (2007).</p> <p>Rivas & Vaíllo (2012).</p>
Parálisis cerebral (PC)	<ul style="list-style-type: none"> • Modificaciones del desarrollo del movimiento y de la postura, que producen una limitación de la actividad. • Producidas por alteraciones no progresivas del cerebro durante el desarrollo fetal o en la infancia, es decir, antes de la maduración plena del cerebro. • Puede haber también alteraciones comunicativas, sensitivas, perceptivas cognitivas, del comportamiento, por epilepsia y por problemas secundarios musculoesqueléticos. 	<p>Rivas & Vaíllo (2012).</p> <p>Nijman (2017).</p> <p>Bax, et al. (2005).</p>
Traumatismo cráneo-encefálico (TCE)	<ul style="list-style-type: none"> • Choque de la cabeza contra un agente externo que provoca signos y síntomas en el cráneo y/o encéfalo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Lesiones primarias: fracturas óseas, hematomas, contusiones... ○ Lesiones secundarias: daño cerebral hipóxico-isquémico con compromiso del transporte cerebral de oxígeno, hipertensión intracraneal, edema cerebral, hiperglicemia, isquemia cerebral... 	<p>García & Albán (2003).</p>
Parkinson	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedad neurodegenerativa, con multitud de síntomas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Motores: temblores, bradicinesia o acinesia, rigidez muscular e inestabilidad postural. ○ No motores: trastornos neuropsiquiátricos (apatía, ansiedad, confusión, demencia...), del sueño, autonómicos (reflujo, vómitos, estreñimiento, frecuencia y urgencia miccional...) y de los sentidos (olfato). 	<p>Calderón Álvarez-Tostado, Bolaños-Jiménez, Carrillo-Ruiz, & Rivera-Silva (2010).</p>
Displasia espondiloepifisaria congénita (DEEC)	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos óseos y cartilaginosos, debidos a los cambios en la síntesis del colágeno tipo II, el cual es importante en los tejidos conectivos de las articulaciones, en el crecimiento óseo, en las vías aéreas y en el desarrollo del ojo. • Talla baja, desarrollo tardío de la motricidad gruesa, inestabilidad del raquis cervical, cifoescoliosis, hiperlordosis, pérdida de audición, miopía, degeneración prematura de la cadera, deformidad de los pies, laringotraqueobroncomalacia (malformación congénita de la vía aérea), constricción torácica y otros problemas respiratorios (apnea del sueño, susceptibilidad a complicaciones de infecciones respiratorias...). 	<p>Pauli (2009).</p>

1.2. Aparato respiratorio.

1.2.1. Fisiología y Anatomía.

La respiración o ventilación pulmonar es el proceso de intercambio gaseoso en el organismo y se compone de tres pasos: la ventilación pulmonar, la respiración externa o pulmonar y la respiración interna o tisular (Tortora & Derrickson, 2011). Hemos de tener en cuenta también la difusión pulmonar de los diferentes gases y la perfusión pulmonar.

La perfusión o circulación pulmonar consiste en el transporte de la sangre desoxigenada desde el ventrículo derecho del corazón a los alveolos pulmonares y de la sangre oxigenada desde los alveolos a la aurícula izquierda del corazón (Tortora & Derrickson, 2011).

La difusión pulmonar es el intercambio capilar o movimiento de sustancias entre la sangre y el líquido intersticial. Sin embargo, no todos los gases realizan el mismo trayecto a través de las paredes de los capilares, aunque todos ellos difunden directamente a través de la bicapa lipídica de la membrana plasmática de las células endoteliales porque son liposolubles. El oxígeno se difunde de acuerdo con sus gradientes de concentración desde la sangre al líquido intersticial y, desde aquí, al interior de las células del organismo. El dióxido de carbono -junto con los demás desechos de las células-, por su parte, realiza el trayecto inverso hacia la sangre, debido a que existen mayores concentraciones del mismo en el líquido intersticial (Tortora & Derrickson, 2011).

Tabla 2. Músculos encargados de la respiración (Kapandji, 2012)

INSPIRATORIOS (elevan las costillas y el esternón)	Principales	<ul style="list-style-type: none"> • Diafragma. • Intercostales externos. • Elevadores de las costillas.
	Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> • Esternocleidomastoideos • Escalenos: anteriores, medios y posteriores. • Pectorales: mayor y menor. • Serrato anterior y Dorsal ancho: haces inferiores.
Inspiración forzada		<ul style="list-style-type: none"> • Diafragma. • Esternocleidomastoideos. • Escalenos: anteriores, medios y posteriores. • Pectoral menor.
ESPIRATORIOS (descienden las costillas y el esternón)	Principales	<ul style="list-style-type: none"> • Intercostales internos.
	Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> • Abdominales: Recto del abdomen, Oblicuos: externo, e interno. • Región toraco-lumbar: Iliocostal torácico (porción inferior), Longísimo, Serrato posteroinferior y Cuadrado lumbar.
Espiración profunda		<ul style="list-style-type: none"> • Abdominales: Recto del abdomen, Oblicuos: externo, e interno. • Intercostales internos.

Para que esta ventilación pulmonar se lleve a cabo, la caja torácica necesita aumentar y disminuir su volumen por medio de la contracción y relajación de los músculos respiratorios, que originan diferencias de presión alternantes para que el aire circule entre

la atmósfera y los alveolos (Tortora & Derrickson, 2011). En la **Tabla 2** se explican los músculos que intervienen en la inspiración y en la espiración, además de aquellos que se emplean en la inspiración forzada y la espiración profunda.

Tabla 3. Áreas que conforman el centro respiratorio (Tortora & Derrickson, 2011)

Área	Funciones		
Centro respiratorio (Bulbo raquídeo)	Controlar el ritmo básico de la respiración.	Área inspiratoria: <ul style="list-style-type: none"> • Genera impulsos nerviosos (establecen el ritmo básico). • Nervios intercostales (músculos intercostales externos) y nervios frénicos (diafragma) provocan la contracción muscular y se produce la inspiración. • Relajación al cesar los impulsos nerviosos, produciéndose la retracción elástica de los pulmones y la pared torácica. 	Área espiratoria: <ul style="list-style-type: none"> • Inactiva en la respiración normal. • Activa en la respiración forzada. • Contracción de músculos intercostales internos y abdominales. • Reducción de la caja torácica. • Se produce la espiración forzada.
Área neumotóxica (parte superior del puente, protuberancia)	Ayudar a coordinar la transición entre la inspiración y la espiración.	Área inspiratoria: <ul style="list-style-type: none"> • La desactiva para que los pulmones no se insuflen excesivamente. • Produce un acortamiento de la inspiración. • Frecuencia de la inspiración mayor cuanto más activa es el área neumotóxica. 	
Área apneútica (parte inferior del puente)	Ayudar a coordinar la transición entre la inspiración y la espiración.	Área inspiratoria: <ul style="list-style-type: none"> • La estimula, activándola. • Produce una inspiración larga y profunda. • Señales contrarrestadas por la activación del área neumotóxica. 	

Tabla 4. Inervación nerviosa de los músculos respiratorios (Tortora & Derrickson, 2011)

Músculo	Inervación nerviosa
Intercostales externos	Nervios espinales torácicos T2 – T12.
Elevadores de las costillas	Nervios espinales torácicos T1 – T11.
Diafragma	Nervio frénico, con axones de los nervios espinales cervicales (C3-C5).
Esternocleidomastoideos	Nervio accesorio (XI).
Escalenos: anteriores, medios y posteriores	Nervios espinales cervicales (C5–C6, C3–C8 y C6–C8).
Pectoral mayor	Nervios pectorales medial y lateral.
Pectoral menor	Nervio pectoral medio.
Serrato anterior	Nervio torácico largo.
Dorsal ancho	Nervio toracodorsal.
Intercostales internos	Nervios espinales torácicos T2–T12.
Abdominales: Recto del abdomen	Nervios espinales torácicos T7–T12.
Abdominales: Oblicuo externo	Nervios espinales torácicos T7–T12 y nervio iliohipogástrico.
Abdominales: Oblicuo interno	Nervios espinales torácicos T8–T12, nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.
Iliocostal torácico	Nervios espinales torácicos.
Longísimo torácico	Nervios espinales torácicos y lumbares.
Serrato posteroinferior	Nervio intercostal.
Cuadrado lumbar	Nervio espinal torácico T12 y lumbar L4.

El proceso de respiración está controlado por diversos nervios que tienen sus centros coordinativos en el encéfalo, llamado centros respiratorios, que pueden dividirse en tres

áreas. Las funciones de las diferentes áreas se explican en la **Tabla 3** (Tortora & Derrickson, 2011).

La inervación nerviosa de los músculos encargados de la respiración se explica en la **Tabla 4**. La actividad de estos músculos puede cambiar debido a fallos en la transmisión de los impulsos nerviosos a través de los diferentes nervios por las consecuencias de una discapacidad.

En la **Tabla 5** se exponen cómo afectan al aparato respiratorio las diferentes discapacidades con las que se ha realizado el TFG.

Tabla 5. Afectación al aparato respiratorio en las Discapacidades del TFG

Discapacidad	Afectación al aparato respiratorio	Bibliografía
Accidente cerebrovascular (ACV)	<ul style="list-style-type: none"> • Aglomeración de secreciones. • Restricciones miofasciales del diafragma por la disminución o rigidez de los rangos costales por inactividad prolongada. • Debilidad de la musculatura abdominal, que puede acarrear problemas en la sinergia entre los abdominales y el diafragma y que provoca que el diafragma no pueda realizar la fuerza suficiente para una ventilación óptima. • La inactividad física conlleva pérdida de fuerza muscular y de flexibilidad y aumenta el deterioro de la funcionalidad relacionado con las condiciones de discapacidad. 	<p>Mayo del Álamo (2015).</p> <p>Murphy & Carbone (2008).</p>
Ataxia de Friedreich (AF)	<ul style="list-style-type: none"> • La concentración de hierro en las mitocondrias origina un estrés oxidativo y fallos en la cadena respiratoria que inducen daño celular. • Si se desarrolla escoliosis y es grave, puede afectar a la respiración. • La inactividad física conlleva pérdida de fuerza muscular y de flexibilidad y aumenta el deterioro de la funcionalidad relacionado con las condiciones de discapacidad. 	<p>Rivas & Vaíllo (2012).</p> <p>Zúñiga Cabrera & Clemente (2002).</p> <p>Murphy & Carbone (2008).</p>
Parálisis cerebral (PC)	<ul style="list-style-type: none"> • Las alteraciones de la postura pueden crear problemas para respirar. • La inactividad física conlleva pérdida de fuerza muscular y de flexibilidad y aumenta el deterioro de la funcionalidad relacionado con las condiciones de discapacidad. 	<p>Rivas & Vaíllo (2012).</p> <p>Murphy & Carbone (2008).</p>
Traumatismo cráneo-encefálico (TCE)	<ul style="list-style-type: none"> • La inactividad física conlleva pérdida de fuerza muscular y de flexibilidad y aumenta el deterioro de la funcionalidad relacionado con las condiciones de discapacidad. 	<p>Murphy & Carbone (2008).</p>
Parkinson	<ul style="list-style-type: none"> • Se produce una relajación bronquial por estar afectados los receptores de noradrenalina beta-2 en los pulmones. • La rigidez muscular puede afectar a los músculos respiratorios. • La inestabilidad postural puede afectar a la respiración. • La inactividad física conlleva pérdida de fuerza muscular y de flexibilidad y aumenta el deterioro de la funcionalidad relacionado con las condiciones de discapacidad. 	<p>Calderón Álvarez-Tostado, et al. (2010).</p> <p>Murphy & Carbone (2008).</p>
Displasia espondilo-epifisaria congénita (DEEC)	<ul style="list-style-type: none"> • La laringo-traqueo-broncomalacia conlleva debilidad en la pared y disminución dinámica de la luz de la tráquea y de los grandes bronquios, especialmente durante la espiración. • La constricción torácica acarrea problemas respiratorios. • La inactividad física provocada conlleva pérdida de fuerza muscular y de flexibilidad y aumenta el deterioro de la funcionalidad relacionado con las condiciones de discapacidad. 	<p>Pauli (2009).</p> <p>Alcántar-Molina & Arce-García (2014).</p> <p>Murphy & Carbone (2008).</p>

1.2.2. Volúmenes, capacidades respiratorias y presiones respiratorias.

“Los volúmenes respiratorios o pulmonares son las cantidades de aire puestas en movimiento durante las distintas fases de la respiración y los diferentes tipos respiratorios” (Kapandji, 2012, p. 168).

En la **Tabla 6** se explican los volúmenes pulmonares estáticos y en la **Tabla 7** se explican los volúmenes pulmonares dinámicos y flujos forzados. También es importante conocer las presiones respiratorias máximas, ya que estas permiten conocer la fuerza de los músculos respiratorios y son muy eficaces para realizar el seguimiento de enfermedades o discapacidades que influyen en la actividad de los músculos respiratorios (Mora-Romero, et al., 2014). En la **Tabla 8** se especifican dichas presiones.

En un estudio realizado por Lista-Paz (2016), se realizó una comparación de los volúmenes pulmonares estáticos en sujetos con hemiplejía/hemiparesia crónica y sujetos sin discapacidad. Observaron que las personas que no tenían discapacidad tenían mejores volúmenes pulmonares -tanto en las capacidades vital e inspiratoria como en los volúmenes de reserva inspiratoria y espiratoria- que las personas que sí tenían discapacidad. Lo mismo ocurría con los volúmenes pulmonares dinámicos, donde los sujetos sin discapacidad poseían unos mejores valores que el grupo con discapacidad. Por lo tanto, las personas sanas sin discapacidad tienen unos mejores volúmenes pulmonares -tanto estáticos como dinámicos- que las personas con discapacidad.

Tabla 6. Volúmenes pulmonares estáticos (Kapandji, 2012; Cortés, Barroso, & Bover, 2008)

Tipo	Definición
Volumen corriente o Tidal (VT)	Aire movilizado entre una espiración y una inspiración normales.
Volumen Reserva Espiratorio (ERV)	Cantidad máxima de aire espirado a partir de una espiración normal (posición de reposo espiratorio).
Volumen Reserva Inspiratorio (IRV)	Volumen que podemos inspirar al realizar una inspiración forzada tras realizar una inspiración normal (posición de reposo inspiratorio).
Volumen Residual (RV)	Volumen de aire almacenado en pulmones y vías aéreas al final de una espiración máxima. No puede expulsarse. $RV = FRC - ERV$ // $RV = TLC - IVC$
Capacidad Vital (VC)	Volumen máximo movilizado lentamente entre las posiciones de máxima inspiración y máxima espiración. $VC = VRI + VT + VRE$
Capacidad Inspiratoria (IC)	Volumen máximo inhalado tras una espiración normal. $IVC = VT + VRI$
Capacidad Espiratoria (EC)	Volumen máximo exhalado tras una espiración normal. $EVC = VT + VRE$
Capacidad Residual Funcional (FRC)	Volumen de aire existente en los pulmones y vías aéreas al final de la espiración normal. $FRC = RV + ERV$
Capacidad Pulmonar Total (TLC)	Volumen de aire contenido en los pulmones al final de una inspiración máxima. $TLC = VC + RV$
Volumen de Aire Torácico (TGV)	Volumen de aire en el tórax en cualquier momento del ciclo respiratorio. Normalmente se especifica a nivel de FRC.

Tabla 7. Volúmenes pulmonares dinámicos y flujos forzados (Cortés, et al., 2008)

Tipo	Definición
Volumen espiratorio forzado en el 1º segundo	Volumen de aire espirado durante el 1º segundo de la FVC.
Índice de Tiffeneau (FEV1/VC)	Relaciona el Volumen Espiratorio Forzado en el 1º segundo con la Capacidad Vital.
Flujo espiratorio medio forzado entre el 25-75% de la FVC (FEF25-75% FVC)	Flujo Espiratorio Medio Forzado durante el intervalo del 25-75% de la FVC.
Flujo espiratorio forzado en el 25% de la FVC (FEF25%)	Flujo espiratorio en el momento que el 25% de la FVC ha sido espirada.
Flujo espiratorio forzado en el 50% de la FVC (FEF50%)	Flujo espiratorio en el momento que el 50% de la FVC ha sido espirada.
Flujo espiratorio forzado en el 75% de la FVC (FEF75%)	Flujo espiratorio en el momento que el 75% de la FVC ha sido espirada.
Pico o ápice de flujo espiratorio (PEF)	Flujo espiratorio máximo durante la maniobra de FCV.
Capacidad vital forzada inspiratoria (FIVC)	Volumen máximo de aire que puede ser inspirado durante una inspiración forzada desde la máxima espiración.
Pico o ápice de flujo inspiratorio (PIF)	Flujo inspiratorio máximo durante la maniobra de FICV.

Tabla 8. Presiones respiratorias máximas (Mora-Romero, et al., 2014)

Tipo	Definición
Presión inspiratoria máxima (MIP)	<ul style="list-style-type: none"> Máxima presión inspiratoria a partir de RV contra un sistema ocluido. Evalúa la fuerza diafragmática (principalmente).
Presión espiratoria máxima (MEP)	<ul style="list-style-type: none"> Máxima presión espiratoria a partir de TPC contra un sistema ocluido. Evalúa la fuerza de los músculos intercostales y abdominales.

1.3. Entrenamiento respiratorio.

La musculatura del tronco desempeña un rol fundamental para estabilizar y movilizar los segmentos corporales. Existen numerosas condiciones neurológicas y discapacitantes que ocasionan debilidad muscular del tronco (falta de fuerza) y, por tanto, una menor capacidad para mantener el control postural y la locomoción, reduciendo el equilibrio y la movilidad funcional. Aparecen así mecanismos de compensación que buscan el mantenimiento del equilibrio y la postura pero que incrementan el gasto energético muscular y generan mayor fatiga (Granacher, Gollhofer, Hortobágyi, Kressig, & Muehlbauer, 2013; Krupp, LaRocca, Muir-Nash, & Steinberg, 1989).

Una musculatura del tronco debilitada repercute, por tanto, negativamente sobre la independencia durante la realización de AVD y reduce la calidad de vida relacionada con la salud de la población en cualquier edad; y tan variada como aquellos con accidentes cerebrovasculares (ACVs) (Cabanas-Valdés, 2015; Hsieh, Sheu, Hsueh, & Wang, 2002; Karthikbabu et al., 2012), esclerosis múltiple (Kasser, Jacobs, Ford, & Tourville, 2015), parálisis cerebral (Heyrman et al., 2013; Rodby-Bousquet, Czuba, Hägglund, & Westbom, 2013), o discapacidad intelectual (Blomqvist, Olsson, Wallin, Wester, & Rehn, 2013).

En estas personas la reducción de la fuerza muscular también perjudica a los músculos respiratorios y se pueden producir complicaciones respiratorias que conllevan una disminución de la calidad de vida. En un estudio realizado por Simões, Castello, Auad, Dionísio y Mazzone (2009), se relacionó la debilidad muscular con el bajo nivel de actividad física que tenían los sujetos (60-89 años). Es por ello que es necesario realizar diferentes intervenciones con el objetivo de intentar demorar la manifestación de los cambios producidos por la edad. Watsford, Murphy, Pine y Coutts (2005), han demostrado los beneficios del ejercicio aeróbico para la mejora o el mantenimiento de la función respiratoria en esta población, aunque en un estudio posterior (Watsford & Murphy, 2008) se corrobora que el entrenamiento específico de la musculatura respiratoria produce una mejora en la fuerza y en la resistencia de estos músculos y además mejora la capacidad de ejercicio del sujeto.

En el libro *Total Body Training*, de Dominguez y Gagda (1982), utilizaron por primera vez la palabra “*Core*”. Etimológicamente, *core* significa núcleo, centro o zona media. El “*core*” es el conjunto de músculos ubicado en la parte central del cuerpo (región lumbopélvica) que incluye 29 músculos que estabilizan la columna vertebral y la región abdominal, e incluye músculos del abdomen, espalda, parte posterior y anterior de la cadera, suelo pélvico y diafragma. Con la actuación conjunta de estas estructuras musculares, osteo-ligamentosas y de control neuronal se consigue un correcto control de la estabilidad corporal (*Core Stability*) y con ello se favorece el futuro aprendizaje del dominio de la posición de la columna vertebral lumbar durante la realización de tareas de los miembros superiores e inferiores (combinada o secuencial y de manera dinámica o estática) (Segarra, et al., 2014).

En consecuencia, el *core* es el centro de la cadena cinética funcional tanto para el desempeño de una gran parte de actividades de la vida diaria (AVD), vida laboral (AVDL) y deportivas (AVDe) como para la progresión en ejercicios multiarticulares o con elevadas resistencias (Segarra, et al., 2014).

El entrenamiento del *core* se centra en los músculos profundos abdominales, que unen la columna vertebral, la pelvis y los hombros (transverso del abdomen, multifido lumbar, oblicuo interno, paraespinal, músculos del suelo pélvico) y ayudan al mantenimiento de la columna lumbar al contraerse en sinergia. Además, una buena preparación de esta musculatura permite dominar la potencia del movimiento y disminuir la probabilidad de lesión por malas posturas (Omkar & Vishwas, 2009).

El fortalecimiento de los músculos del abdomen mejora el equilibrio en sedestación (Cabanas-Valdés, 2015) y ayuda a conservar el control postural y un equilibrio dinámico corporal, por ejemplo en pacientes que ha sufrido un ACV (Cabanas-Valdés, 2015).

A pesar de que se produce una mejora del equilibrio en bipedestación y la movilidad gracias al suplemento de ejercicios específicos de tronco en la rehabilitación temprana de ACV, ésta es una mejora moderada debido a que la independencia funcional y el rendimiento del tronco no desarrollan como cabría esperar (Sorinola, Powis, & White, 2014).

Se ha demostrado que los músculos inspiratorios y espiratorios son fundamentales para aportar control postural y estabilización del *core* (McConnell, 2013). La estabilidad de la columna se logra gracias a la presión intra-abdominal ejercida por los músculos oblicuo interno y externo, el transverso anterior, el diafragma y los músculos del suelo pélvico junto con la fascia toraco-lumbar (Cabanas-Valdés, 2015).

En estudios recientes y meta-análisis se muestra que el entrenamiento específico de los músculos respiratorios mejora la tolerancia al ejercicio, la disnea y la calidad de vida. Es más, hay evidencias que manifiestan que el entrenamiento de los músculos inspiratorios produce beneficios para personas con discapacidades neurológicas y neuromusculares (McConnell, 2013).

2. Objetivos del trabajo y competencias desarrolladas.

Realizar una revisión bibliográfica sobre la afección respiratoria en personas con grave discapacidad y la posible influencia del entrenamiento respiratorio en ellas.

Determinar la influencia del entrenamiento de los músculos respiratorios mediante un programa adaptado de *core* y aeróbic en personas con grave discapacidad por medio de una evaluación de los parámetros espirométricos y presiones respiratorias máximas.

Las competencias desarrolladas en este TFG han sido, entre otras, las siguientes:

- Adquirir la formación científica básica para comprender, promover y evaluar la formación de hábitos de práctica de la actividad física y del deporte, orientados al mantenimiento y mejora de la condición física y la salud.
- Aplicar los fundamentos científicos de la motricidad humana (principios fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales) a la mejora de la salud y la calidad de vida.
- Seleccionar y saber utilizar los recursos, instrumentos, herramientas y equipamientos adecuados para cada tipo de persona y de actividad, identificando críticamente y en equipo multidisciplinar el marco adecuado para las mismas.

- Interpretar resultados y controlar variables utilizando diferentes métodos y técnicas instrumentales de medición o estimación, tanto de laboratorio como de campo, y aplicarlas en sus futuras tareas profesionales en diferentes grupos de población: docencia, salud, entrenamiento y rendimiento deportivo...
- Seleccionar y saber utilizar los recursos adecuados y herramientas necesarias para cada tipo de práctica de actividad física y/o deportiva que mejore la calidad de vida y salud poblacional.
- Comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y del deporte.
- Desarrollar hábitos de excelencia y calidad en el ejercicio profesional, actuando con respeto a los principios éticos necesarios.

3. Metodología.

3.1. Sujetos.

11 residentes en el Centro de Referencia Estatal (CRE) de Discapacidad y Dependencia de San Andrés del Rabanedo fueron informados de los objetivos y protocolo general de este estudio. De estos residentes, 10 estuvieron interesados y al final 9 son las personas con grave discapacidad que participaron en el estudio al cumplir los siguientes criterios de inclusión y exclusión (**Tabla 9**).

Tabla 9. Criterios de participación en el TFG para las personas con grave discapacidad del CRE de Discapacidad y Dependencia de San Andrés del Rabanedo

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Ser residente del CRE. • Presentar una discapacidad valorada mediante la escala de Barthel ≥ 80. • Incapacidad para deambular de forma autónoma distancias mayores de 50 metros. • Adultos (≥ 18 años de edad). • Sin problemas que afectaran al mantenimiento de una posición en sedestación. • Que fueran capaces de entender las instrucciones. • Que fueran capaces de realizar los ejercicios propuestos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de problemas pulmonares y/o cardíacos crónicos significativos. • Antecedentes de episodio agudo cardíaco o respiratorio en los 2 últimos meses. • Síndrome clínico o enfermedad que pueda interferir en la realización de alguna de las pruebas o el entrenamiento. • Enfermedad terminal. • No asistir a más del 80% de las sesiones programadas de entrenamiento. • No poder realizar las pruebas espirométricas.

Las 9 personas que reunieron los criterios para participar en el estudio, y que firmaron el correspondiente consentimiento informado el CRE con el compromiso de participación en esta actividad de investigación voluntaria realizada en el CRE tenían las siguientes graves discapacidades: traumatismo craneoencefálico (1), hemorragia subaracnoidea (1),

parálisis cerebral (3), Ataxia de Friedreich (2), displasia espondiloepifisaria congénita (1) y Parkinson (1).

3.2. Diseño experimental del programa de intervención.

Durante 12 semanas (meses de marzo, abril y mayo), el grupo participó en sesiones de entrenamiento de fortalecimiento de la musculatura del tronco y de la región lumbo-pélvica y en sesiones de aeróbic en la sala “Laboratorio” del CRE de Discapacidad y Dependencia de San Andrés del Rabanedo (León) en el horario establecido al respecto para estos residentes. Los ejercicios realizados fueron adaptados a las características de los participantes, pues presentan debilidad muscular en un hemicuerpo o el cuerpo entero, y falta de coordinación y equilibrio derivada de sus condiciones neuromusculares. Los ejercicios son realizados, por tanto, con la supervisión y ayuda de una especialista Licenciada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Todos los sujetos siguieron recibiendo la terapia rutinaria para la rehabilitación de sus condiciones (Fisioterapia, Terapia ocupacional, etc.) durante la realización del estudio.

3.2.1. Entrenamiento del core: Fortalecimiento de la musculatura del tronco y de la región lumbo-pélvica.

La rutina de fortalecimiento de la musculatura del tronco y de la región lumbo-pélvica (o “core”) tuvo una frecuencia de 4 sesiones semanales de 1 hora de duración (lunes, martes, miércoles y jueves). Las sesiones constaron de 10 minutos de calentamiento, en los que se realizaba la movilidad articular (giros de cuello, círculos con los brazos, flexo-extensión de tronco y flexo-extensión de piernas con extensión/flexión de rodilla) (Sandel, et al., 2005); 40 minutos de parte principal, donde se ejecutaban los ejercicios de core (De Vreede, Samson, Van Meeteren, Duursma, & Verhaar, 2005); y 10 minutos de vuelta a la calma, en los que se estiraban los músculos empleados (De Vreede, et al., 2005).

El protocolo empleado se ha basado en diversas pautas basadas en los trabajos de diferentes autores (Cabanas-Valdés, 2015; De Vreede, et al., 2005; McConnell, 2013; Vera-García, et al., 2015), teniendo en cuenta la importancia de emplear estímulos y movimientos que acentúen en un adecuado nivel de activación de la musculatura profunda del core y el mantenimiento de las curvaturas fisiológicas del raquis cuando se somete este a fuerzas internas o externas que ponen a prueba su estabilidad.



Figura 2. Ejercicios de *core* adaptados a las personas del CRE con grave discapacidad.

Hay que señalar que no existe un único ejercicio a través del cual se puedan trabajar todos los músculos del *core*, por lo que el protocolo que hemos realizado es un conjunto

o batería de ejercicios que activan los músculos flexores, extensores, inclinadores y rotadores del tronco (Vera-García, et al., 2015). Estas pruebas se han realizado en decúbito prono, cuadrupedia y decúbito lateral horizontal, siguiendo una progresión en dificultad y número de repeticiones a lo largo de las 12 semanas que duró el entrenamiento. Asimismo, se remarca la no utilización de plataformas o superficies inestables, ya que los sujetos no gozaban de una base muscular de estabilidad suficiente. El único objeto empleado fue una colchoneta por cada sujeto (**Figura 2**).

3.2.2. Entrenamiento de Aeróbic.

El entrenamiento de aeróbic fue diseñada para incrementar el equilibrio, la fuerza, la agilidad y coordinación (Shigematsu, et al., 2002). Se realizaba en sesiones de 1 hora de duración, con una frecuencia de 2 veces a la semana (martes y jueves). Las sesiones siempre comenzaban con un calentamiento de 10 minutos de duración, en el que se realizaba movilidad articular (giros de cuello, círculos con los brazos, flexo-extensión de tronco y flexo-extensión de piernas con extensión/flexión de rodilla) (Sandel, et al., 2005); seguido de una parte principal de 35 minutos, en la que se ejecutaban ejercicios de aeróbic con base musical; y terminaban con una vuelta a la calma de 10-15 minutos de duración, en la que se estiraban los músculos empleados (Shigematsu, et al., 2002).

Los movimientos ejecutados eran la marcha con las extremidades inferiores (con las rodillas flexionadas, realizar flexo-extensión de cadera marcando el ritmo con cada paso, aunque a veces se aumentaba la velocidad) y movimientos continuos de miembros superiores y el tronco, es decir, movimientos de flexo-extensión, aducción, abducción y rotaciones de brazos y tronco (Shigematsu, et al., 2002). Esto es debido a que una gran parte de los sujetos no podían mantenerse en bipedestación y realizaban la rutina en sedestación.

3.3. Material y Métodos.

Para la realización del estudio se dispuso de un espirómetro Spirobank II®, conectado a un ordenador portátil con el software WinspiroPRO® (MIR Medical International Research Inc. Waukesha, WI, Estados Unidos) y que permite realizar una exploración funcional respiratoria consistente en una espirometría forzada que permite obtener los siguientes valores: FVC, VC, FEV1, FEV1/VC o índice de Tiffeneau, PEF, FEF25-27% y TV. Para ello a la persona se le pide que realice una inspiración máxima dinámica, y tras una leve retención de la distensión pulmonar menor a 1 segundo de duración, se le solicita que realice una espiración forzada lo más rápido, fuerte y explosiva que pueda desde el primer instante hasta que haya espirado todo el aire. Tras un descanso de 1 ó 2 minutos

se le requiere de realice, además, una segunda exploración consistente en realizar el mayor número con la mayor profundidad respiratoria posible de respiraciones en 12 segundos, lo que permite determinar la ventilación máxima voluntaria (MVV). Este proceder espirométrico, con sus 2 exploraciones, se repite 3 veces, separados por 5 minutos para que haya una recuperación completa del trabajo respiratorio efectuado.

Al día siguiente, con el objeto de que la posible fatiga respiratoria no interfiriera en las mediciones, se procedió mediante un medidor de presiones respiratorias modelo MicroRPM (CareFusion, Basingstoke, Reino Unido) a la medición de las presiones respiratorias estáticas máximas (MIP y MEP). Al igual que en el procedimiento anterior, se procedía a realizar 3 mediciones separadas por 2 minutos.



Figura 3. Evaluación de los parámetros espirométricos y de las presiones respiratorias máximas.

Las evaluaciones espirométricas se realizaron antes (pre) y después (post) del entrenamiento de *core* y aeróbic. Todas ellas se realizaron con la persona con discapacidad sentado en su propia silla de ruedas, anclada para evitar la movilidad de la misma, y sin que ninguna faja o cinturón le impidiera la movilidad toraco-abdominal.

Todos fueron familiarizados en sesiones semanales anteriores con el procedimiento espirométrico para un aprendizaje de la técnica. A todos se les procedía a aplicar un pinza en la nariz en el momento de realizar la espirometría para anular la vía nasal respiratoria superior y todo el flujo de aire inspiratorio y espiratorio circule por la boquilla conectada al espirómetro. Cada sujeto utilizaba una boquilla individual y desechable tras cada proceder espirométrico. Dicha boquilla debía sujetarse y acoplarse perfectamente a la boca con los labios cerrados y fruncidos sobre ella, al tiempo que se sujetaba en el espirómetro. Aquellos que por su discapacidad no podían proceder a sujetarlo, se les auxiliaba al respecto por el evaluador (persona que realiza el TFG) (**Figura 3**).

3.4. Análisis estadístico.

Para introducir los resultados se creó una hoja de cálculo Excel v.2013 de Microsoft. Posteriormente los mismos fueron analizados en el programa de estadística SPSS® *Statistics v.24* (IBM, Chicago, USA). Los resultados se muestran como valor medio y desviación estándar (DE) para las variables cuantitativas del grupo y para las mediciones pre y post-entrenamiento, las cuales fueron analizadas mediante prueba de comparación de medias para muestras repetidas (considerándose un nivel de significación estadística de $p < 0,05$) una vez comprobado que cumplían las pruebas de normalidad y de Levene de homocedasticidad de la muestra. Además, en la hoja de cálculo de Lakens (2013) se analizan las variables que no tienen significación y se consideran de interés al permitir determinar las diferencias sin que influya el tamaño muestral, determinándose la g de Hedges (g_{av} cuando las comparaciones son intra-sujeto) y el tamaño del efecto (es decir, la probabilidad de que un cambio ocurra cuando se aplica el estudio). A tal efecto, se considera según Cohen (1988) el tamaño del efecto como inexistente si es $< 0,2$, pequeño de $0,2-0,5$, moderado de $0,5-0,8$, y grande si es $> 0,8$.

4. Resultados.

En la **Tabla 10** se muestra la edad y las características antropométricas de la población heterogénea con grave discapacidad que participa en el estudio.

En la **Tabla 11** se muestra que el Volumen Tidal (VT) y la Capacidad Vital (VC) mejoran un 15,85% y un 8,33% respectivamente consecuencia del programa del entrenamiento si bien de forma no significativa estadísticamente. En el Volumen Tidal (TV) el lenguaje común del tamaño del efecto indica que después de controlar para las diferencias

individuales, la probabilidad de que una persona puntúe más alto para la Media del Post que para la Media del Pre es del 64%. Y de acuerdo con lo propuesto por Cohen (1988), el tamaño del efecto se considera pequeño. Igualmente acontece para la capacidad vital (VC) en la que el lenguaje común del tamaño del efecto indica que después de controlar para las diferencias individuales, la probabilidad de que una persona puntúe más alto para la Media del Post que para la Media del Pre es del 79%. Y de acuerdo con lo propuesto por Cohen (1988), el tamaño del efecto se considera pequeño.

Tabla 10. Edad y antropometría de las personas con grave discapacidad participantes en el estudio

(n=9)	Media (DE)	Rango
Edad (años)	45 (10.23)	27-57
Peso (Kg)	72.78 (19.70)	51-120
Altura (cm)	166.4 (13.66)	144-189
Índice de Masa Corporal (Kg/m ²)	26.26 (5.65)	17.9-34.72

Valores medios y desviación estándar (DE) y Rango (valor mínimo - valor máximo). n = tamaño muestral

También en la **Tabla 11** se muestran los resultados de la espirometría forzada, observándose que la Capacidad Vital Forzada no cambia y que el tamaño del efecto se considera muy pequeño. Tampoco se observaron cambios (o incluso se redujeron algo) en el Flujo Ventilatorio Espirado en el 1º segundo (FEV1), ni en índice de Tiffenau (FEV1/VC), ni en el Flujo Espiratorio medio Forzado entre el 25-75% de la FVC (FEF25-75) en los que, de acuerdo con lo propuesto por Cohen (1988), el tamaño del efecto se considera muy pequeño (es decir, sin probabilidad de que ocurran cambios consecuencia del programa de entrenamiento seguido).

Tampoco el Pico de Flujo Espiratorio (PEF) mostró mejora y con un tamaño del efecto que se considera pequeño.

En la **Figura 4** se muestran los valores obtenidos en la Máxima Ventilación Voluntaria (MVV), que aunque mejora un 7,3% tampoco lo hace de forma estadísticamente significativa. El lenguaje común del tamaño del efecto indica que después de controlar para las diferencias individuales, de acuerdo con lo propuesto por Cohen (1988), el tamaño del efecto se considera pequeño.

En la **Tabla 12** y **Figura 5** se muestran las Presiones Máximas Inspiratorias (MIP) y Espiratorias (MEP) mejoran un 9,69% y 2,64% respectivamente, si bien no de forma estadísticamente significativas. Tanto para la MIP como para la MEP, el lenguaje común del tamaño del efecto indica que después de controlar para las diferencias individuales de acuerdo con lo propuesto por Cohen (1988), el tamaño del efecto se considera pequeño.

Tabla 11. Parámetros espirométricos antes y después del programa de entrenamiento respiratorio en personas con grave discapacidad

	Pretest M (DE)	Postest M (DE)	Cambio (%)	t	p	g_{av} de Hedge s	LC tamaño del efecto
FVC	3.07 (0.88)	3.09 (0.86)	0.65	0.27	0.80	0.02	0.53
VC	2.75 (0.72)	3.00 (0.86)	8.33	3.05	0.02	0.32	0.79
FEV1	2.69 (0.82)	2.67 (0.81)	-0.75	0.37	0.72	0.02	0.45
FEV1/VC	96.63 (17.52)	89.19 (17.16)	-8.34	1.61	0.15	0.38	0.30
PEF	6.46 (2.34)	6.30 (1.90)	-2.54	0.44	0.67	0.07	0.44
FEF2575	3.69 (1.77)	3.48 (1.53)	-6.03	1.55	0.16	0.11	0.30
MVV	90.41 (32.87)	97.53 (30.31)	7.30	1.49	0.17	0.20	0.69
TV	0.69 (0.25)	0.82 (0.52)	15.85	1.04	0.33	0.29	0.64

Nota: *M* = media; *DE* = desviación estándar; *t* = valor de prueba *t* para muestras relacionadas; *p* = prueba de significación, nivel de significación: $p < 0.05$; g_{av} de Hedges = tamaño del efecto; *LC* = lengua común. Considerándose $g_{av} = 0.20$, pequeña; $g_{av} = 0.50$, moderada; y $g_{av} = 0.80$, grande; según Cohen (1988).

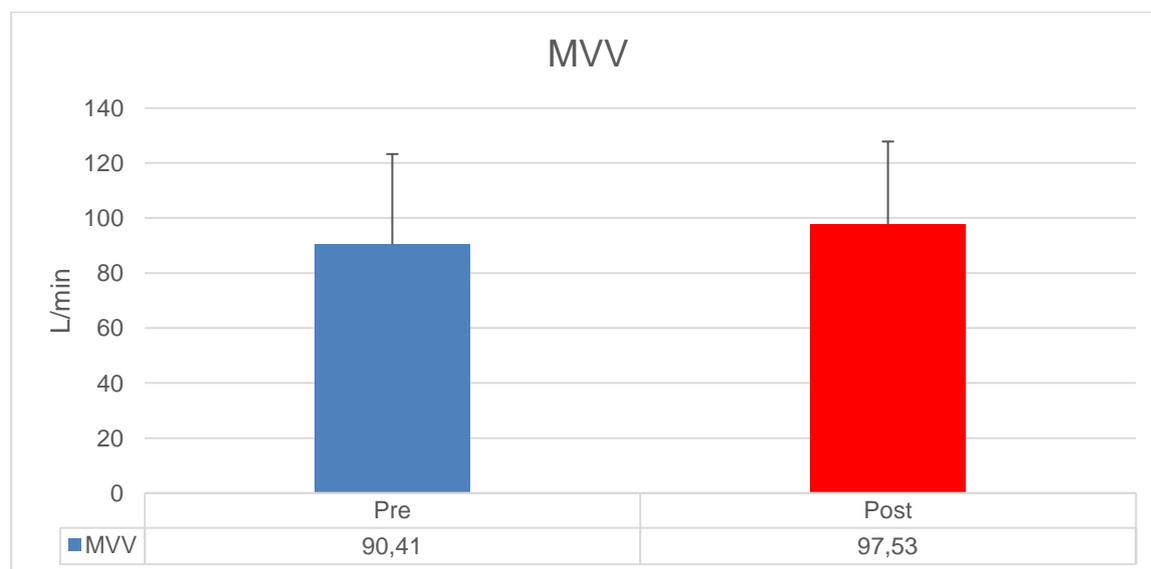


Figura 4. Máxima ventilación voluntaria (MVV) en antes y después del programa de entrenamiento respiratorio en personas con grave discapacidad.

Tabla 12. Presiones respiratorias máximas antes y después del programa de entrenamiento respiratorio en personas con grave discapacidad

	Pretest M (DE)	Postest M (DE)	Cambio (%)	t	p	g_{av} de Hedges
MIP	73.78 (34.63)	81.70 (36.67)	9.69	1.25	0.25	0.20
MEP	77.71 (27.85)	79.82 (26.91)	2.64	0.72	0.49	0.09

Nota: *M* = media; *DE* = desviación estándar; *t* = valor de prueba *t* para muestras relacionadas; *p* = prueba de significación, nivel de significación: $p < 0.05$; g_{av} de Hedges = tamaño del efecto. Considerándose $g_{av} = 0.20$, pequeña; $g_{av} = 0.50$, moderada; y $g_{av} = 0.80$, grande; según Cohen (1988).

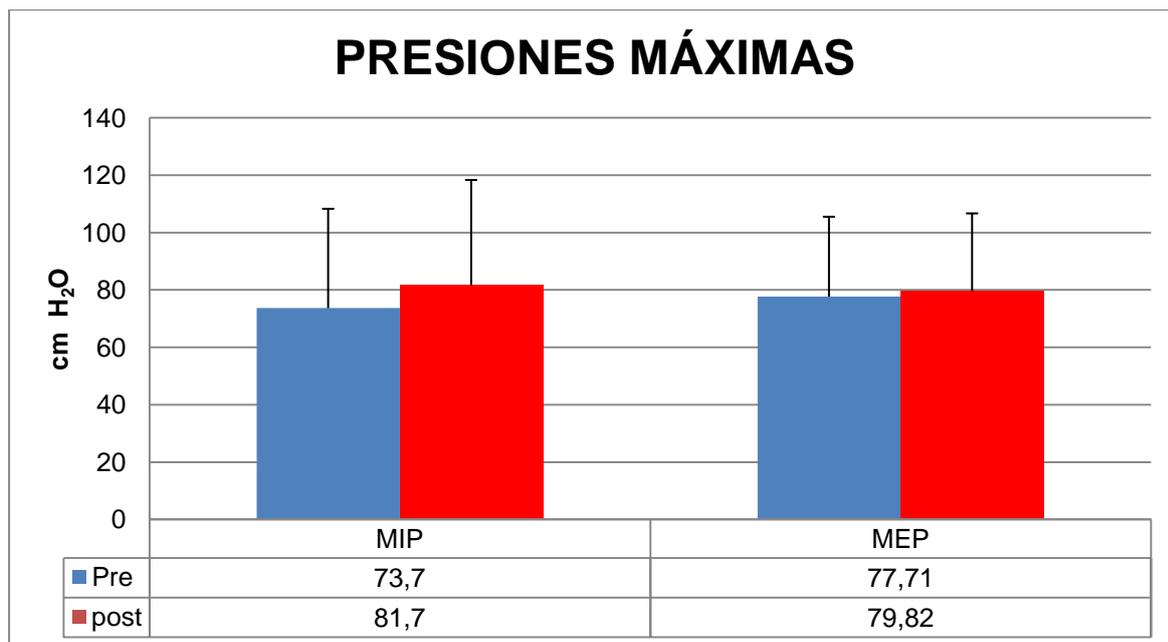


Figura 5. Presión máxima inspiratoria (MIP) y espiratoria (MEP) antes y después del programa de entrenamiento respiratorio en personas con grave discapacidad.

5. Discusión.

Los objetivos de este Trabajo de Fin de Grado fueron realizar una búsqueda bibliográfica sobre la afección respiratoria en personas con grave discapacidad y la posible influencia del entrenamiento respiratorio en ellas, además de determinar la influencia del entrenamiento (12 semanas) de los músculos respiratorios mediante un programa adaptado de *core* y aeróbic por medio de una evaluación con espirometrías antes y después del período de entrenamiento.

Los resultados de las espirometrías muestran que la Capacidad Vital Forzada (FVC), la Capacidad Vital (VC), la Máxima Ventilación Voluntaria (MVV), el Volumen Tidal (TV) y las presiones máximas inspiratoria (MIP) y espiratoria (MEP) fueron superiores en la medición tras realizar el período de entrenamiento. El TV fue el parámetro que mejor mejora obtuvo (15.85%), tras el que se encuentran MIP (9.69%), VC (8.33%), MVV (7.30), MEP (2.64%) y, por último, el FVC (0.65%). Estos resultados concuerdan con otros estudios, que también ratifican la hipótesis de que el MEP (Chiara, Martin, Davenport, & Bolser, 2006) y el MIP (Britto, et al., 2011) mejoran tras un entrenamiento de fortalecimiento de los músculos espiratorios (en personas con esclerosis múltiple) y de los músculos inspiratorios (en personas que sufrieron un accidente cerebrovascular), respectivamente.

Aunque en este trabajo no se comparte la mejora del Pico de Flujo Espiratorio (PEF), que sí obtuvieron en su estudio Chiara, et al. (2006). Además, en su estudio, mostraron que personas con esclerosis múltiple obtienen menores valores en la espirometría (MEP, FVC, FEV1 y PEF) que personas sanas. Es por ello que recomiendan que el entrenamiento de los músculos espiratorios se comience lo más pronto posible en el proceso de esta discapacidad, ya que es muy beneficioso para estas personas. Lo mismo afirman Britto, et al. (2011) en su estudio con personas discapacitadas por accidentes cerebrovasculares (ACVs) y el entrenamiento de los músculos inspiratorios, lo conveniente que es este tipo de entrenamiento para estas personas.

Además, también se ha de mencionar la importancia que tiene el entrenamiento de fuerza de los músculos respiratorios -y de las extremidades- en la tercera edad (Kim & Sapienza, 2005), ya que las personas con discapacidad al llegar a la vejez cuentan no sólo con los impedimentos que pueden afectar a su aparato respiratorio debido a su situación discapacitante, sino también con aquellos que son propios del envejecimiento. De esta manera, Sillanpää, et al. (2014) revelaron en su estudio que la disminución de la fuerza muscular se asocia con una reducción de las funciones pulmonares, por ejemplo, entre la fuerza de prensa manual y las funciones musculares FVC, FEV1 y FEF50.

6. Conclusión.

En este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se ha evaluado la influencia del entrenamiento de los músculos respiratorios en personas con grave discapacidad mediante un programa adaptado de *core* y aeróbic. Para valorar esta influencia, se realizaron espirometrías antes y después del período de entrenamiento, de las que se extrajeron unos resultados que muestran que mejoraron determinados parámetros espirométricos -capacidad vital forzada o FVC, capacidad vital o VC, máxima ventilación voluntaria o MVV y volumen tidal o TV- y las presiones respiratorias máximas -inspiratoria (MIP) y espiratoria (MEP)- tras un período de 12 semanas de entrenamiento. Por su parte, el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV1), el Índice de Tiffeneau (FEV1/VC), el Pico de Flujo Espiratorio (PEF) y el Flujo Espiratorio medio Forzado entre el 25-75% de la capacidad vital forzada (FEF2575) empeoraron.

Basándose en este TFG, podrían realizarse otros estudios posteriores con un mayor número de sujetos, comparar dos tipos diferentes de entrenamientos respiratorios para conocer cuál es más beneficioso en personas con discapacidad o ejecutar un entrenamiento respiratorio y observar cómo afecta a una discapacidad en concreto.

7. Reflexión personal.

Este TFG tiene su comienzo en el curso 2015-2016, período en el que realicé las prácticas externas en el Centro de Referencia Estatal (CRE) de Discapacidad y Dependencia de San Andrés del Rabanedo (León). La experiencia de trabajar y compartir momentos de práctica física con personas discapacitadas fue muy enriquecedora, por lo que decidí realizar mi TFG con varias de estas personas.

Este TFG ha sido un aprendizaje constante, desde la búsqueda bibliográfica hasta la realización de la parte experimental. A lo largo del proceso de elaboración del TFG he encontrado algunos problemas, como la escasa literatura científica sobre el entrenamiento de los músculos respiratorios mediante el core en personas con discapacidad o los “dolores” que tenían algunos de los sujetos que participaron en el estudio al comienzo del mismo, que no eran más que agujetas debido a la falta de ejercicio. También a la hora de realizar las espirometrías hubo alguna pequeña complicación con los aparatos de medida.

A pesar de estos y otros inconvenientes que surgían a medida que pasaba período de entrenamiento, todos se fueron solventando con la predisposición tanto de los participantes en el estudio como de los que los que lo llevábamos a cabo. Ha sido una experiencia muy enriquecedora que no habría sido posible sin la ayuda de María Rubiera (encargada del área de deporte del CRE), David Suárez (Becario FPU del Dpto. de Educación Física y Deportiva) y del Prof. Dr. J. Gerardo Villa (tutor de TFG) y sin la participación y predisposición de los usuarios del CRE.

La fase experimental llevada a cabo en este TFG -el entrenamiento de fortalecimiento del core y las sesiones de aeróbic- ha entrado a formar parte de las actividades ofertadas en el CRE Discapacidad y Dependencia de San Andrés del Rabanedo tras comprobarse su efecto beneficioso en personas con discapacidad.

8. Bibliografía.

- Alcántar-Molina, A., & Arce-García, I.E. (2014). Laringotraqueobroncomalacia severa: Reporte de caso. *Revista Médica MD*, 5(4), 258-262.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson, B., & Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 47(8), 571-576.
- Blomqvist, S., Olsson, J., Wallin, L., Wester, A., & Rehn, B. (2013). Adolescents with intellectual disability have reduced postural balance and muscle performance in trunk and lower limbs compared to peers without intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1), 198-206.
- Britto, R. R., Rezende, N. R., Marinho, K. C., Torres, J. L., Parreira, V. F., & Teixeira-Salmela, L. F. (2011). Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 92(2), 184-190.
- Cabanas-Valdés, R. M. (2015). Evaluación del efecto de los ejercicios de Core Stability para mejorar el equilibrio en sedestación y control de tronco en los pacientes que han sufrido un ictus. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10803/314582>
- Calderón Álvarez-Tostado, J.L., Bolaños-Jiménez, R., Carrillo-Ruiz, J. D., & Rivera-Silva, G. (2010). Interpretación neuroanatómica de los principales síntomas motores y no-motores de la enfermedad de Parkinson. *Rev Mex Neuroci*, 11(3), 218-225.
- Cardentey-Pereda, A. L., & Pérez-Falero, R. A. (2002). Hemorragia subaracnoidea. *Rev Neurol*, 34(10), 954-66.
- Chiara, T., Martin, A. D., Davenport, P. W., & Bolser, D. C. (2006). Expiratory muscle strength training in persons with multiple sclerosis having mild to moderate disability: effect on maximal expiratory pressure, pulmonary function, and maximal voluntary cough. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87(4), 468-473.
- Cid-Ruzafa, J., & Damián-Moreno, J. (1997). Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Revista española de salud pública*, 71(2), 127-137.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Cortés, S. L., Barroso, N. C., & Bover, C. R. (2008). Exploración funcional respiratoria. *Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neumología*.
- De Vreede, P. L., Samson, M. M., Van Meeteren, N. L., Duursma, S. A., & Verhaar, H. J. (2005). Functional-task exercise versus resistance strength exercise to improve daily

function in older women: a randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(1), 2-10.

García, A. F., & Albán, M. F. (2003). Traumatismo craneoencefálico en el niño. *Revista Electrónica de Biomedicina*, 1(1), 12-24.

García, P. L. R., & García, D. R. (2011). Hemorragia subaracnoidea: epidemiología, etiología, fisiopatología y diagnóstico. *Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía*, 1(1), 59-73.

Granacher, U., Gollhofer, A., Hortobágyi, T., Kressig, R. W., & Muehlbauer, T. (2013). The importance of trunk muscle strength for balance, functional performance, and fall prevention in seniors: a systematic review. *Sports medicine*, 43(7), 627.

Heyrman, L., Feys, H., Molenaers, G., Jaspers, E., Monari, D., Nieuwenhuys, A., & Desloovere, K. (2014). Altered trunk movements during gait in children with spastic diplegia: compensatory or underlying trunk control deficit? *Research in developmental disabilities*, 35(9), 2044-2052.

Hsieh, C. L., Sheu, C. F., Hsueh, I. P., & Wang, C. H. (2002). Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*, 33(11), 2626-2630.

Kapandji, A.I. (2012). *Fisiología articular: Tronco y raquis* (6ª ed.). Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Karthikbabu, S., Chakrapani, M., Ganeshan, S., Rakshith, K. C., Nafeez, S., & Prem, V. (2012). A review on assessment and treatment of the trunk in stroke: a need or luxury. *Neural regeneration research*, 7(25), 1974.

Kasser, S. L., Jacobs, J. V., Ford, M., & Tourville, T. W. (2015). Effects of balance-specific exercises on balance, physical activity and quality of life in adults with multiple sclerosis: a pilot investigation. *Disability and rehabilitation*, 37(24), 2238-2249.

Kim, J., & Sapienza, C. M. (2005). Implications of expiratory muscle strength training for rehabilitation of the elderly: Tutorial. *Journal of rehabilitation research and development*, 42(2), 211.

Krupp, L. B., LaRocca, N. G., Muir-Nash, J., & Steinberg, A. D. (1989). The fatigue severity scale: application to patients with multiple sclerosis and systemic lupus erythematosus. *Archives of neurology*, 46(10), 1121-1123.

Lista-Paz, A. (2016). Análisis comparativo de la función pulmonar en sujetos con y sin hemiplejía/hemiparesia crónica. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2183/16470>

Mahoney & Barthel (1965). Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland State Medical Journal*, 14, 56-61.

Mayo del Alamo, J. G. (2015). Evolución motora neurológica de hemiplejía y su relación con el incremento de la fuerza muscular del diafragma, en pacientes post ACV/TEC del departamento de medicina física del Hospital Nacional Hipólito Unanue. Recuperado de: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4156>

McConnell, A. (2013). *Respiratory Muscle Training E-Book: Theory and Practice*. Elsevier Health Sciences.

Mora-Romero, U. D. J., Gochicoa-Rangel, L., Guerrero-Zúñiga, S., Cid-Juárez, S., Silva-Cerón, M., Salas-Escamilla, I., & Torre-Bouscoulet, L. (2014). Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *Neumología y cirugía de tórax*, 73(4), 247-253.

Moore, G., Durstine, J. L., Painter, P., & American College of Sports Medicine. (2016). *ACSM's Exercise Management for Persons With Chronic Diseases and Disabilities, 4E*. Human Kinetics.

Mora-Romero, U. D. J., Gochicoa-Rangel, L., Guerrero-Zúñiga, S., Cid-Juárez, S., Silva-Cerón, M., Salas-Escamilla, I., & Torre-Bouscoulet, L. (2014). Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *Neumología y cirugía de tórax*, 73(4), 247-253.

Murphy, N. A., & Carbone, P. S. (2008). Promoting the participation of children with disabilities in sports, recreation, and physical activities. *Pediatrics*, 121(5), 1057-1061.

National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (s.f.). Ataxia de Friedreich. Recuperado de: https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/ataxia_de_friedreich.htm

Nijman, T. A. J. (2017). *Etiology, treatment and outcomes of threatened preterm birth* (Doctoral dissertation, Utrecht University).

Omkar, S. N., & Vishwas, S. (2009). Yoga techniques as a means of core stability training. *Journal of bodywork and movement therapies*, 13(1), 98-103.

Organización de las Naciones Unidas (2006). Convención de Naciones Unidas sobre los derechos de las Personas con Discapacidad.

Organización Mundial de la Salud (2001). Clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud. CIF: versión abreviada.

Organización Mundial de la Salud (2011). Informe mundial de la discapacidad.

Pauli, R.M. (2009). Displasia espondiloepifisaria congénita. Historia natural. *Midwest Regional Bone Dysplasia Clinics*.

Rivas, D. S., & Vaíllo, R. R. (2012). *Actividades físicas y deportes adaptados para personas con discapacidad*. Paidotribo.

Rodby-Bousquet, E., Czuba, T., Hägglund, G., & Westbom, L. (2013). Postural asymmetries in young adults with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(11), 1009-1015.

Sandel, S. L., Judge, J. O., Landry, N., Faria, L., Ouellette, R., & Majczak, M. (2005). Dance and movement program improves quality-of-life measures in breast cancer survivors. *Cancer nursing*, 28(4), 301-309.

Segarra, V., Heredia, J. R., Peña, G., Sampietro, M., Moyano, M., Mata, F. Isidro, F., Martín, F., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2014). Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 28(3), 521-529.

Shigematsu, R., Chang, M., Yabushita, N., Sakai, T., Nakagaichi, M., Nho, H., & Tanaka, K. (2002). Dance-based aerobic exercise may improve indices of falling risk in older women. *Age and ageing*, 31(4), 261-266.

Sillanpää, E., Stenroth, L., Bijlsma, A. Y., Rantanen, T., McPhee, J. S., Maden-Wilkinson, T. M., Jones, D.A., Narici, M.V., Gapeyeva, H., Pääsuke, M., Barnouin, Y., Hogrel, J.Y., Butler-Browne, G.S., Mesker, C.H.M., Maier, A.B., Törmäkangas, T., & Sipilä, S. (2014). Associations between muscle strength, spirometric pulmonary function and mobility in healthy older adults. *Age*, 36(4).

Simões, R. P., Castello, V., Auad, M. A., Dionísio, J., & Mazzone, M. (2009). Prevalence of reduced respiratory muscle strength in institutionalized elderly people. *Sao Paulo Medical Journal*, 127(2), 78-83.

Sorinola, I. O., Powis, I., & White, C. M. (2014). Does additional exercise improve trunk function recovery in stroke patients? A meta-analysis. *NeuroRehabilitation*, 35(2), 205-213.

Tortora, G.J., & Derrickson, B. H. (2011). *Principios de Anatomía y Fisiología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Vera-García, F. J., Barbado, D., Moreno-Pérez, V., Hernández-Sánchez, S., Juan-Recio, C., & Elvira, J. L. L. (2015). Core stability: evaluación y criterios para su entrenamiento. *Revista andaluza de medicina del deporte*, 8(3), 130-137.

Watsford, M. L., Murphy, A. J., Pine, M. J., & Coutts, A. J. (2005). The effect of habitual exercise on respiratory-muscle function in older adults. *Journal of aging and physical activity*, 13(1), 34-44.

Watsford, M., & Murphy, A. (2008). The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. *Journal of aging and physical activity*, 16(3), 245-260.

Zúñiga Cabrera, A., & Clemente, O. (2002). Genética de las sobrecargas férricas. In *Anales de Medicina Interna* (Vol. 19, No. 4, pp. 51-57). Arán Ediciones, SL.