



**UNIVERSIDAD DE TALCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA DE KINESIOLOGIA**

**“EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA  
MUSCULATURA INSPIRATORIA SOBRE LA  
CAPACIDAD DE REALIZAR EJERCICIO Y LA  
INDEPENDENCIA FUNCIONAL EN  
PACIENTES CON ACV ISQUÉMICO  
CRÓNICO”**

**Trabajo presentado para optar al Título Profesional de Kinesiólogo**

**AUTORES:** Camilo José Castro Ortiz  
Felipe Eduardo Díaz Hidalgo  
Felipe Andrés Jara Garrido  
Eduardo Jesús Soto Abarca

**PROFESOR GUÍA:** Carmen Gloria Zambrano Bravo

**TALCA – CHILE**

**2019**

## CONSTANCIA

La Dirección del Sistema de Bibliotecas a través de su unidad de procesos técnicos certifica que el autor del siguiente trabajo de titulación ha firmado su autorización para la reproducción en forma total o parcial e ilimitada del mismo.



Talca, 2023

## **DERECHOS DE AUTOR**

©2019, Camilo Castro Ortiz, Felipe Díaz Hidalgo, Felipe Jara Garrido, Eduardo Soto Abarca, Carmen Gloria Zambrano Bravo. Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres,  
Por su apoyo incondicional  
En todo el proceso  
A nuestros amigos y compañeros  
Que fueron parte en esta etapa que culmina

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a nuestra profesora guía, Kinesióloga Carmen Gloria Zambrano por su constante apoyo y soporte durante el trabajo de titulación. También agradecer al equipo de laboratorio cardiopulmonar y a los pacientes de neurorehabilitación de la clínica kinésica de la Universidad de Talca por su disposición y entrega en pro de la investigación científica.

## TABLA DE CONTENIDOS

Cap.	Título – subtítulo	Página
	Portada	i
	Derechos de autor	ii
	Dedicatoria	iii
	Agradecimientos	iv
	Índice de tablas	viii
	Índice de ilustraciones	ix
	Resumen	x
	Abstract	xi
I	Introducción	1
II	Pregunta de Investigación	3
III	Objetivos	4
	1. Objetivo general	4
	2. Objetivos específicos	4
IV	Revisión de la literatura	5
	1. Accidente cerebrovascular	5
	1.1. Definición	5
	1.2. Realidad Nacional e Internacional	5
	1.3. Consecuencias del ACV	6
	a) Consecuencias neurológicas	6
	b) Consecuencias músculo esqueléticas	6
	c) Consecuencias respiratorias	6
	d) Consecuencias funcionales	7
	Disminución de la función de los músculos respiratorios en sujetos ACV	8
	Entrenamiento de la musculatura inspiratoria en ACV	9
	Aumento de la fuerza y resistencia de la musculatura inspiratoria con EMI en pacientes con ACV	9
	Efecto del EMI en la capacidad o tolerancia al ejercicio	10
	Efecto del EMI en la independencia funcional	12
V	Metodología	14

	1. Método	14
	2. Variables	15
	3. Procedimiento	17
VI	Resultados	24
	1. Caracterización de la población	24
	2. Efectos del EMI sobre las variables de control	25
	2.1 Fuerza de la musculatura inspiratoria	25
	2.2 Resistencia a cargas incrementales de la musculatura inspiratoria	26
	2.3 Resistencia a cargas sub máximas de la musculatura inspiratoria	27
	3. Resultados del EMI sobre variables dependientes	28
	3.1. Escala FIM	28
	3.2. Test de carga incremental	30
	3.3. Interpretación de la disnea y sensación subjetiva de fatiga de miembros inferiores (SSF) en el TCI, pre y post entrenamiento de la musculatura respiratoria.	31
VII	Discusión	33
	Medidas de cuantificación de la Independencia Funcional	34
	Capacidad y Tolerancia al ejercicio en pacientes ACV	37
	Sensación de disnea en pacientes entrenados por EMI	38
VIII	Conclusión	39
IX	Limitaciones	40
X	Proyecciones	41
XI	Glosario	42
XII	Referencias bibliográficas	43
XIII	Anexos	51
	1. Antecedentes clínicos	51
	2. Minimental abreviado	52
	3. Consentimiento informado	53
	4. Protocolos para la evaluación de la musculatura respiratoria por ATS	63
	5. Escala de la medida de independencia funcional	66
	6. Test de carga incremental	72
	7. Escala de Borg modificada	73

	8. Normativa SEPAR	74
--	--------------------	----

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 5-1</b> Variables independientes del estudio	15
<b>Tabla 5-2</b> Variables de control del estudio	16
<b>Tabla 5-3</b> Variables dependientes del estudio	16
<b>Tabla 6-1:</b> Caracterización de la población	24
<b>Tabla 6-2:</b> Resultados de las variables de control.	28
<b>Tabla 6-3</b> Comparación FIM pre y post Intervención y Eficiencia	29
<b>Tabla 6-4:</b> Resultados por sujeto, de ítems de la escala de medida de independencia funcional.	30
<b>Tabla 6-5:</b> Cambio en el Test de Carga Incremental correspondiente a variable de capacidad de ejercicio (TCI) medido en kilopodios (Kp).	31
<b>Tabla 6-6:</b> Resultados de disnea y sensación subjetiva de fatiga medidos en valores de la Escala de Borg modificada.	32

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Figura 5-1:</b> Medidor de presión respiratoria digital, MicroRPM™ (CareFusion, Germany)	19
<b>Figura 5-2</b> Válvula umbral Threshold IMT (Philips Respironics, NewJersey, USA)	19
<b>Figura 5-3</b> Cicloergometro Monark Ergomedic 828 E.	20
<b>Figura 6-1:</b> Promedio de la Pimax de los sujetos sometidos a EMI, pre y post.	25
<b>Figura 6-2:</b> Promedio de la PIMS de los sujetos pre y post EMI	26
<b>Figura 6-3:</b> Promedio de valores de tiempo límite pre y post EMI	27

## RESUMEN

**Introducción:** El accidente cerebro vascular isquémico (ACV) presenta una alta prevalencia en Chile, genera discapacidad y consecuencias funcionales en toda la musculatura del lado afectado. Los músculos inspiratorios se ven comprometidos disminuyendo su fuerza y resistencia. El entrenamiento de la musculatura inspiratoria ha demostrado ser efectiva en este tipo de pacientes, aumentando la fuerza y resistencia de éstos. Sin embargo, aún no está claro si estas mejorías se traducen en mejoras funcionales y de capacidad de ejercicio.

**Objetivo:** Describir los efectos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) sobre la capacidad de realizar ejercicio y la independencia funcional en pacientes con accidente cerebrovascular isquémico crónico.

**Metodología:** diseño descriptivo aplicado a una muestra por conveniencia de 4 pacientes secuestrados de ACV isquémico crónico con terapia convencional, MMSE abreviado mayor a 14 puntos y que aceptase libremente en participar en el estudio. Se realizó una intervención de 4 semanas de un EMI con válvula Threshold® IMT al 30% de la presión inspiratoria máxima (PIMAX) 3 veces por semana. Se evaluó pre y post entrenamiento, Presión inspiratoria máxima (PIMAX), Presión inspiratoria máxima sostenida (Pims), Tiempo límite (TL), medida de independencia funcional (FIM) y capacidad de realizar ejercicio (TCI).

**Resultados:** el 75% de los pacientes aumentó la PIMAX, el 100% de los pacientes aumentó el puntaje de la independencia funcional FIM y un 75% aumentó los kilopodios sostenidos en el TCI.

**Conclusión:** EMI, utilizado en este estudio fue capaz de aumentar la independencia funcional y capacidad de realizar ejercicio en pacientes ACV isquémico crónico, participantes en éste estudio.

**Palabras claves:** Accidente cerebro vascular, entrenamiento músculos inspiratorios, independencia funcional, capacidad de ejercicio

## ABSTRACT

**Introduction:** Ischemic Stroke (CVA) has a high prevalence in Chile, generates disability and functional consequences in all the muscles of the affected side. Inspiratory muscles are compromised by decreasing their strength and endurance. The training of inspiratory muscles has proven effective in this type of patients, increases the strength and endurance of patients. However, it is still unclear whether these best practices translate into functional improvements and exercise capacity.

**Objective:** To describe the effects of inspiratory musculature training (IMT) on the ability to perform exercise and functional independence in patients with chronic ischemic stroke.

**Methodology:** descriptive design applied to a sample for the convenience of 4 sequenced patients with chronic ischemic stroke with conventional therapy, abbreviated MMSE greater than 14 points and freely accepted to participate in the study. A 4-week intervention of an EMI with Threshold® IMT valve at 30% of maximum inspiratory pressure (MIP) was performed 3 times per week. Before and after training, Maximum inspiratory pressure (MIP), Maximum sustained inspiratory pressure (MSIP), Time limit (TL), measurement of functional independence (FIM) and ability to exercise (IET) were evaluated.

**Results:** 75% of patients affected MIP, 100% of patients affected the FIM functional independence score and 75% of patients affected the kilopods sustained in the IET.

**Conclusion:** IMT, used in this study was able to increase the functional independence and ability to exercise in chronic ischemic stroke patients, participants in this study.

**Keywords:** Stroke, inspiratory muscle training, functional independence, exercise capacity

## I. INTRODUCCIÓN

Se define al Accidente Cerebrovascular (ACV) como un síndrome clínico caracterizado por el rápido desarrollo de signos neurológicos focales que persisten más de 24 horas sin otra causa aparente que el origen vascular (Isaula et al, 2011).

En Chile, según el Ministerio de Salud (MINSAL, 2012), el ACV, es una condición que genera un importante problema en salud pública, puesto que sus complicaciones generan una significativa carga de enfermedad, afectando directamente los años de vida saludable, provocando discapacidad y muerte por sus complicaciones.

El ACV presenta distintas complicaciones, las cuales se resumen en consecuencias neurológicas, musculo esqueléticas y respiratorias. Al existir un daño neurológico, esto genera una alteración sensorio motriz, en donde se afecta tanto el sistema sensorial (asociado a las percepciones) como el sistema motor (alteración de la marcha, parálisis musculares, espasticidad, cambios en el tono muscular). Esta afección motriz, impacta tanto a la musculatura apendicular como a la axial.

Dentro de la musculatura axial, se encuentran los músculos encargados de la respiración. La Guía Clínica del ACV (MINSAL, 2012) hace alusión a la alteración del comportamiento diafragmático y mecanismo de tos efectiva, en donde, un paciente con ACV, tendrá un sistema respiratorio más propenso a generar infecciones respiratorias.

Con respecto a las funciones respiratorias, en los pacientes con hemiplejía por un ACV, se ha demostrado que disminuyen, como consecuencia de una menor expansión del hemitórax comprometido, generando deterioro a los músculos respiratorios (Kim et al, 2014). Esto se traduce, desde el punto de vista funcional, en una reducción en la capacidad de transporte de oxígeno, que sumado al reposo prolongado, provocan una limitación en sus desempeños en las actividades de la vida diaria (Jung et al, 2014). Así mismo, se ha demostrado, que los pacientes con ACV, muestran una reducción en la presión inspiratoria máxima y la presión espiratoria máxima, en comparación a sujetos sanos de la

misma edad (Jo & Kim, 2017). Evidenciando así, que los músculos respiratorios, reducen su capacidad de generar tensión y resistencia, provocando un deterioro en la función ventilatoria y de limpieza bronquial. Como se mencionó anteriormente, la afección ventilatoria es secundaria a la parálisis de los músculos respiratorios por la incorrecta activación desde el sistema nervioso central. Estas alteraciones generan un cambio en el comportamiento diafragmático y mecanismo de tos efectiva, haciendo que sea un ambiente propenso a generar infecciones respiratorias, como la neumonía (MINSAL 2013).

Actualmente, existen diversos métodos de entrenamiento de la musculatura respiratoria, no solo en pacientes con ACV, si no que en otros tipos de lesiones neurológicas y respiratorias. Beaumont et al en el año 2018, en su revisión sistemática, concluyeron que un entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) mediante una válvula threshold IMT a pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), genera mejorías en la fuerza muscular inspiratoria, capacidad de realizar ejercicio y en la calidad de vida, además de una disminución en la sensación de disnea. Esto también se vio reflejado en otro estudio que se aplicó un protocolo de EMI en pacientes con distrofia muscular de Duchenne, donde concluyó que hubo un aumento de la resistencia de los músculos inspiratorios (Rodríguez, 2013). Así mismo, M.H. Huang et al 2019 en su estudio determinaron que un EMI aplicado a pacientes con esclerosis múltiple, genera un aumento significativo en la PIMAX. Así mismo Brito et al en el año 2011 concluyeron que el EMI genera cambios positivos con respecto a la fuerza y resistencia de los músculos inspiratorios de pacientes con ACV. Esto demuestra que estos tipos de entrenamientos específicos de la musculatura inspiratoria, en pacientes con distintas patologías ya sea respiratoria o neuromuscular, van a generar beneficios en la clínica, además de ser de bajo costo y fácil manejo (Huang et al, 2019). De los métodos utilizados, el Entrenamiento de la Musculatura Inspiratoria (EMI) con dispositivos de resistencia han demostrado ser efectivos para mejorar, de manera significativa, la fuerza y resistencia de los músculos inspiratorios y la función pulmonar en pacientes adultos con ACV crónico (Jung et al, 2014).

Si bien está demostrado que este tipo de entrenamiento genera una mejoría en las variables como fuerza y resistencia de la musculatura inspiratoria, acompañado de una mejoría en la función pulmonar, no se tiene claridad sobre la influencia que tiene el EMI en relación con ítems de funcionalidad y capacidad de realizar ejercicio en pacientes con ACV (Jung et al, 2017).

## **II. PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Cuál es el efecto del entrenamiento de la musculatura inspiratoria sobre la independencia funcional y la capacidad de realizar ejercicio en pacientes con accidente cerebrovascular crónico?

### **III. OBJETIVOS**

#### **1. Objetivo General**

Describir el efecto del entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) sobre la independencia funcional y la capacidad de realizar ejercicio en pacientes con accidente cerebrovascular crónico.

#### **2. Objetivos específicos**

- Describir el efecto del EMI, de 4 semanas de duración 3 veces por semana a una intensidad 30% de la presión inspiratoria máxima (PIMAX), sobre la fuerza y la resistencia de la musculatura inspiratoria en pacientes con ACV crónico.
- Describir el efecto del EMI, de 4 semanas de duración 3 veces por semana a una intensidad 30% de la PIMAX, sobre la independencia funcional, a través de la escala FIM en pacientes con ACV crónico.
- Describir el efecto del EMI, de 4 semanas de duración 3 veces por semana a una intensidad 30% de la PIMAX, sobre los parámetros de autocuidado, control de esfínteres, transferencias, locomoción, comunicación y conexión, a través de la escala FIM en pacientes con ACV crónico.
- Describir el efecto del EMI, de 4 semanas de duración 3 veces por semana a una intensidad 30% de la PIMAX, sobre la capacidad de hacer ejercicio a través del test de carga incremental en pacientes con ACV crónico.

## **IV. REVISION DE LA LITERATURA**

### **1. Accidente cerebro vascular**

#### **1.1. Definición**

El accidente cerebrovascular (ACV) se define como un síndrome clínico caracterizado por el rápido desarrollo de signos neurológicos focales que persisten por más de 24 horas sin otra causa aparente que el origen vascular (Isaula et al, 2011). Fisiopatológicamente, ocurren cuando el suministro de sangre se interrumpe repentinamente en alguna zona del cerebro, generando obstrucción de la luz arterial, el cual se clasificaría como isquémico, o bien, cuando un vaso sanguíneo se rompe, derramado sangre en el espacio que rodean a las células cerebrales, llamado hemorrágico. Finalmente, esto hace que el aporte de oxígeno baje considerablemente, dando muerte al territorio celular afectado (NINDS 2007). Posterior a una ACV, el paciente inicialmente podría presentar las siguientes secuelas: parálisis en el hemicuerpo afectado, déficit en la coordinación motora, déficit cognitivo, problemas al lenguaje, alteración de la percepción del dolor y trastornos sensitivos, alterando sus actividades de la vida diaria (NINDS 2007).

#### **1.2. Realidad nacional e internacional**

A nivel nacional, el ACV isquémico es un gran problema de salud pública, puesto que genera una importante carga de enfermedad por años de vida saludable perdidos por discapacidad y muerte prematura. Dentro de las enfermedades cardiovasculares (ACV y cardiopatías), el ACV isquémico corresponde aproximadamente un 65% de todos eventos cardiovasculares (MINSAL 2012). Se espera que, en Chile, con una población cercana a los 16 millones de habitantes, ocurran 14 mil infartos cerebrales al año. Esta cantidad debería aumentar progresivamente dado por el aumento del envejecimiento de la población (Illanes & Diaz 2008). Esta condición, por sus consecuencias, constituye la segunda causa de muerte general, formando parte del 9% de muertes en el país (Moyano 2010).

En el mundo, alrededor de 6 millones de personas mueren de un ataque cerebral, constituyéndose como la patología neurológica más común y la primera causa de discapacidad de la población adulta.

### 1.3. Consecuencias del ACV

Desde la Perspectiva de la rehabilitación, el ACV es un gran generador de discapacidad tanto física como cognitiva. De la población que sufre ACV, un 15-30% tienen deterioro funcional a largo plazo implicando un alto grado de dependencia de terceros además de ser la segunda causa de demencia nivel mundial (Moyano 2010).

El ACV va a generar distintos efectos en los sistemas del cuerpo humano.

- a) **Consecuencias neurológicas:** A nivel de la corteza cerebral, y dependiendo que vía se encuentre el daño, se van a generar disfagia, alteraciones visuales, alteración de la marcha, dificultad de realizar transferencias, dificultad en la comunicación, incontinencia urinaria y fecal, úlceras por presión, espasticidad y cambios del tono muscular (MINSAL 2013).
  
- b) **Consecuencias musculo esqueléticas:** Un paciente ACV va a presentar afección de un hemicuerpo, lo cual va a generar una alteración sensorio motriz, reflejándose en una alteración de la coordinación motora, alteración de la sensibilidad, tanto a nivel de musculatura axial como apendicular. La relevancia de las consecuencias músculo esqueléticas, es que este tipo de afección va a generar parálisis en el músculo principal de la respiración, el diafragma. En un estudio realizado por Jung et al del año 2017, indican que las lesiones neuronales hemiparéticas, son seguidas por diversos fenómenos de la respiración generando dismetría en la acción de los músculos respiratorios, causando así una disfunción diafragmática, resultando en un descenso de los volúmenes pulmonares, por la incorrecta activación.
  
- c) **Consecuencias respiratorias:** posterior a un ACV, como se mencionó anteriormente, la afección ventilatoria es secundaria a la parálisis de los músculos respiratorios por la incorrecta activación desde el sistema nervioso central. Estas alteraciones generan un cambio en el comportamiento diafragmático y mecanismo de tos efectiva, haciendo

que sea un ambiente propenso a generar infecciones respiratorias, como la neumonía (MINSAL 2013). La guía clínica indica que la letalidad por neumonía alcanza un 50% en la población afectada por ACV. Del mismo modo autores señalan que la debilidad de los músculos espiratorios abdominales y torácicos disminuyen la capacidad de tos y expulsión de esputo trayendo como consecuencia el acumulo de secreciones alterando la efectividad de la tos, lo que aumenta el riesgo de inhalación y aspiración de cuerpos extraños. Una de las mayores complicaciones en los eventos cardiovasculares como ya se ha mencionado anteriormente son las complicaciones respiratorias. Los pacientes con esta condición presentan de base un aumento de secreciones, y broncoespasmos es decir una contracción del musculo liso de las vías aéreas, recayendo todo en un deterioro general de la función pulmonar, lo que a su vez el proceso de rehabilitación y mantención de las funciones del sistema respiratorio se ve disminuida. (López, 2014) Años después un estudio hecho a sujetos con hemiparesia crónica, secundaria a un accidente cerebrovascular, describió la disminución de la función pulmonar, así como de las presiones máximas respiratorias y lo relacionó con el estado trófico del diafragma, como también con su desplazamiento en reposo y en una inspiración máxima, lo que mostró que todas las variables estaban disminuidas en relación a los valores teóricos marcados para el grupo de intervención y que había una correlación positiva entre las variables del grosor del diafragma con la CVF, como también entre esta última y el desplazamiento del diafragma en inspiración profunda. Es por esto por lo que se concluyó que la función pulmonar tras un accidente cerebrovascular se ve afectada, disminuyendo su capacidad de ventilación (Guerrero Gómez, 2016). Un año más tarde se dice que “los pacientes con accidente cerebrovascular muestran reducciones tanto de la presión inspiratoria máxima (PIM) como de la presión espiratoria máxima (PEM) en comparación con sujetos sanos de la misma edad” (Jo & Kim, 2017)

- d) **Consecuencias funcionales:** Como consecuencia del deterioro de los distintos sistemas, se encuentra un déficit de la funcionalidad de estos pacientes, es así como “la población que sufre ACV, un 15 a 30% resulta

con un deterioro funcional severo a largo plazo, lo que implica un alto grado de dependencia de terceros” (Moyano V, 2010). Gracias al desarrollo de nuevas terapias, la mortalidad por ACV ha disminuido notablemente en los últimos años, lo que deja un saldo cada vez más alto de sobrevivientes con mayor probabilidad de recurrencia. Si a esto se suma una población más longeva (por el aumento en la esperanza de vida), se genera un gran impacto sanitario: más población con déficit funcional, quienes tienen mayores probabilidades de presentar complicaciones asociadas y que éstas sean de mayor complejidad.

### **Disminución de la función de los músculos respiratorios en sujetos con ACV**

Menezes et al en el año 2016, mencionan valores medios de presión inspiratoria máxima (PIMAX) que varían de 17 a 57 cmH<sub>2</sub>O en sujetos luego de sufrir un accidente cerebrovascular, en comparación con aproximadamente 100 cmH<sub>2</sub>O en adultos sanos. Del mismo modo, Jo y Kim en el año 2017 y Cho et al en el mismo año, mostraron que los pacientes secuestrados de ACV presentan reducciones en la presión inspiratoria máxima y la presión espiratoria máxima en comparación con los sujetos sanos de la misma edad. Así mismo, Cho et al, además evidenciaron que los pacientes secuestrados de ACV presentaban una posición más alta del diafragma en la radiografía de tórax y que esto se asociaba a una menor excursión diafragmática si se comparaba con sujetos sanos de la misma edad. Concluyendo que esto produciría una disminución en la presión inspiratoria máxima (PIMAX) y la presión espiratoria máxima (PEMAX), mostrando además que la debilidad de los músculos respiratorios llevaría a cambios en la movilidad toracoabdominal, teniendo como consecuencia una disminución del volumen corriente y de la tolerancia al ejercicio.

Por otra parte, Dos Santos et al, el año 2019, demostraron que la función pulmonar también se ve afectada en los pacientes secuestrados de ACV. Evidenciando una reducción en los parámetros de capacidad vital forzada (CVF) en un 34% y volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en un 42%. Además, los autores señalan que la fuerza de los músculos inspiratorios y espiratorios se ve reducida en un 48% y 61% respectivamente.

## **Entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) en ACV**

El entrenamiento muscular se define como el proceso de adaptación del sujeto mediante el cual se conduce a la obtención de un rendimiento óptimo. (Sivori, & cols, 2004). Por otra parte, se define el EMI como una técnica que entrena los músculos involucrados en la inhalación para mejorar la función respiratoria. (Xiao et al, 2012)

Bravo et al en el año 2005 señalaron que la finalidad de los entrenamientos respiratorios es mejorar la capacidad funcional del individuo mediante cambios estructurales y funcionales en los músculos (mayor fuerza y resistencia). Al igual que mejora la respuesta cardiorrespiratoria a las necesidades de oxígeno.

### **Aumento de la fuerza y resistencia de la musculatura inspiratoria con EMI en pacientes con ACV.**

En el año 2010 Sutbeyaz et al, en un ensayo controlado aleatorizado que incluyó a 45 sujetos con ACV subagudo, concluyeron que un programa de entrenamiento de la musculatura inspiratoria tiene efectos significativos sobre la función de los músculos respiratorios, la capacidad de ejercicio y la calidad de vida, demostrando con ello la relevancia que tiene para estos pacientes el entrenamiento de la musculatura inspiratoria. Así mismo, Brito et al en el año 2011, en un estudio controlado aleatorizado doble ciego realizado en 21 sujetos con ACV crónico, demostraron que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria trae beneficios con respecto al rendimiento de los músculos respiratorios en relación a la fuerza, en donde el grupo experimental aumentó en  $34,4 \pm 27,1$ . CmH<sub>2</sub>O y la resistencia que tuvo un aumento de  $17.5 \pm 17.0$  CmH<sub>2</sub>O del mismo grupo.

Kulnik et al en el año 2015, realizaron un ensayo controlado aleatorizado en donde participaron 82 sujetos separados en 3 grupos, uno que realizaba EMI, otro que realizaba entrenamiento de la musculatura espiratoria y un grupo control, en donde evidenció que la fuerza muscular inspiratoria (PIMAX) del grupo que realizó EMI aumentó en 18 CmH<sub>2</sub>O, luego de 28 ( $\pm 2$ ) días de terminar el entrenamiento, alcanzando además un aumento de 21 CmH<sub>2</sub>O el día 90 ( $\pm 5$ ) posterior al EMI. Sin embargo, estos resultados no son significativos en comparación con los datos obtenidos del grupo control. Así mismo, Martin - Valero et al en su revisión sistemática en el mismo año, demostraron que existía debilidad de la musculatura inspiratoria en pacientes que habían sufrido un ACV isquémico y que esta debilidad se presentaba tanto en sujetos en etapa

aguda como crónica. Además, se evidenció que el entrenamiento muscular inspiratorio es capaz de aumentar la fuerza y resistencia muscular inspiratoria en este tipo de población y recomienda aplicar el EMI al tratamiento convencional de pacientes con ACV.

En un ensayo clínico aleatorizado, donde se incluyeron 109 pacientes con ACV isquémico, de los cuales 56 recibieron entrenamiento muscular respiratorio y 53 fueron parte del grupo control. Se demostró un porcentaje de cambio de un 19.0% en la PIMAX pre y post intervención en el grupo que recibió el entrenamiento de la musculatura respiratoria, en cambio el porcentaje de cambio del grupo control fue de un 8.8%. Con respecto a la PEMAX, se observó un cambio de un 12.8% en el grupo intervenido y un 5.5% en el grupo control, al comparar los resultados pre y post intervención de ambos grupos (Messaggi – Sartor et al, 2015). Por lo tanto, se concluyó que el EMI produce un cambio significativo en ambas variables (PIMAX y PEMAX). Así mismo, Menezes et al en el año 2016, publicaron cambios tanto en la presión inspiratoria máxima como la presión espiratoria máxima en pacientes con ACV crónico, que recibieron un entrenamiento muscular respiratorio, destacándose que en la primera se observa un aumento de 7 cmH<sub>2</sub>O y en la segunda de 13 cmH<sub>2</sub>O. Exponiendo también que el EMI mediante un proceso progresivo y no invasivo como lo es el entrenamiento con válvulas es efectivo y muy factible de realizar. Además, relata que la capacidad pulmonar de los pacientes se ve aumentada al igual que la capacidad inspiratoria, concluyendo al igual que Brito et al que el EMI produce un aumento de la fuerza muscular en pacientes que fueron entrenados durante 5 semanas, señalando además que si bien el entrenamiento se considera efectivo y cuantificable, no hay suficientes datos ni evidencia para determinar si estos cambios se pueden extrapolar a la actividad o participación desde un punto de vista funcional.

### **Efecto del EMI en la capacidad o tolerancia al ejercicio.**

Es conocido que la capacidad cardiorrespiratoria en pacientes sobrevivientes de ACV es baja, incluso se han reportado valores tan bajos de VO<sub>2</sub> Max como el 50-70% de lo que realizan individuos de la misma edad y de una condición sedentaria. El bajo fitness cardiorrespiratorio incrementa el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares y un nuevo evento cerebrovascular. (Pang et al, 2006) La literatura científica avala que el entrenamiento específico de los músculos inspiratorios mejora la fuerza y resistencia de éstos, mejorando además la función pulmonar en general. (Teixeira-Salmela et al, 2005) Con respecto al efecto que tiene el entrenamiento muscular inspiratorio sobre la capacidad de

ejercicio Sutbeyaz et al en el año 2010, estudiaron el efecto del entrenamiento muscular respiratorio sobre la función cardiopulmonar y la tolerancia al ejercicio en pacientes con ACV sub agudo, evidenciando un cambio significativo del grupo que realizó EMI con respecto a los valores de transporte máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.) aumentando desde 13,19 a 13,7 mL/kg/min y la máxima reserva ventilatoria durante el ejercicio ( $VE$  máx.) desde 40,22 a 43,28 L/min. Además de un aumento significativo de la máxima carga de ejercicio en el grupo que entrenó IMT. Concluyendo que el EMI fue capaz de aumentar la capacidad cardiorrespiratoria y la capacidad de ejercicio en este grupo de sujetos.

Así mismo, Kim et al en el año 2014 realizaron un estudio cuyo propósito fue determinar efecto de un entrenamiento muscular respiratorio sobre la función pulmonar y la capacidad de hacer ejercicio en los pacientes con ACV, los resultados de éste estudio señalan que un entrenamiento de rehabilitación dirigido a los músculos respiratorios mediante el entrenamiento con un dispositivo mejora en forma significativa la función pulmonar y la capacidad de ejercicio en individuos con accidente cerebrovascular.

Gomes Neto et al en una revisión sistemática publicada el año 2016, demostraron que un entrenamiento de la musculatura inspiratoria provoca cambios significativos en PIMAX, función pulmonar y la tolerancia al ejercicio. Concluyendo que el entrenamiento de la musculatura respiratoria debe ser considerado un método eficiente de mejora en la tolerancia al ejercicio en pacientes post ACV.

En cuanto a la capacidad de hacer ejercicio, el entrenamiento de la musculatura inspiratoria juega un papel importante, ya que en un estudio publicado el año 2017 Jung et al demostraron que el entrenamiento de esta musculatura influye de forma positiva en esta variable, esto fue medido en pacientes con ACV de 6 meses o más, en los que se aplicó el test de marcha de 6 minutos obteniendo un aumento de 36 metros post EMI. Del mismo modo, Jung et al en el mismo año, realizaron un ensayo piloto aleatorizado y controlado, cuyo propósito era investigar el efecto del entrenamiento inspiratorio en la capacidad respiratoria y capacidad de caminar a un total de 12 pacientes divididos en 2 grupos, uno control que recibió entrenamiento aeróbico y otro experimental que recibió entrenamiento inspiratorio. Demostrando que el grupo experimental tubo un cambio significativo en los metros recorridos medidos en el TM6M aumentando 68 metros post EMI. Estos resultados respaldan el efecto que tiene el EMI sobre la tolerancia y capacidad de hacer ejercicio tanto en sujetos con ACV subagudo como crónico

## **Efecto del EMI en la independencia funcional**

La evidencia científica ha mostrado que la funcionalidad de los sujetos posterior a un ACV disminuye significativamente. Al respecto, Azevedo et al, en un estudio descriptivo del año 2011 incluyeron a 40 sujetos post ACV e indicó que mientras más grave sea el nivel de severidad clínica de los pacientes con accidente cerebrovascular, peor es su independencia funcional; es decir, mayor es la dependencia de estos sujetos para realizar sus actividades de la vida diaria (AVD).

Así mismo, en una revisión sistemática realizada por Da Silva & Silva en el año 2016 que incluyó 15 artículos, encontró que en todos los estudios hay evidencia de cierto grado de dependencia funcional entre moderada y grave como las formas más comunes en individuos después de sufrir un accidente cerebrovascular.

Con respecto al efecto del EMI en parámetros de funcionalidad, se ha demostrado que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria mejora significativamente el índice de Barthel y las categorías de deambulación funcional (FAC) cuando se compara con un grupo control o que realizó una intervención de ejercicios respiratorios sin carga. (Sutbeyaz et al, 2010).

Por otra parte, en un estudio de 23 pacientes con ACV crónico, el grupo experimental bajo un entrenamiento de la musculatura inspiratoria presentó una mejoría en el equilibrio funcional, que fue medida con la escala de equilibrio de Berg, en la cual los pacientes del grupo experimental tuvieron un aumento significativo de 30.1 a 32.6 en el puntaje global obtenido, correspondiendo a un aumento de 2.5% posterior a este tipo de intervención (Oh et al, 2016).

Por su parte, Cho et al en el año 2017, indican que la debilidad muscular respiratoria relacionada con los cambios en el movimiento toracoabdominal podría estar asociada con pérdida de parámetros funcionales. Al respecto, el diafragma es conocido como el músculo principal de la respiración, pero también contribuye a la estabilización mecánica del tronco. La contracción del diafragma aumenta la presión intraabdominal, trabajando sinérgicamente con el piso pélvico y los músculos abdominales para aumentar la estabilidad del tronco. Esto indica que, ítems tales como la locomoción y transferencia de la Escala de la medida de la independencia funcional (FIM), pueden verse alterados ante debilidad del diafragma, fallando el control motor del tronco.

Yoo & Pyum, en el año 2018, en un ensayo controlado aleatorizado cuyo objetivo fue investigar la eficacia del entrenamiento muscular respiratorio en cama en la función pulmonar y discapacidades relacionadas con el ACV, demostraron que el grupo experimental aumentó su puntuación en el Índice de Barthel modificado de 28.5 a 53.5 al igual que la escala de balance de Berg que aumentó de 4,5 a 34,5 puntos luego de un entrenamiento de la musculatura respiratoria. Concluyendo que se debe incorporar el entrenamiento muscular respiratorio en pacientes con accidente cerebrovascular durante la hospitalización. Así mismo, y en el mismo año, Kang & Kim exponen que existen cambios significativos en escalas de equilibrio funcional (escala de Berg) y actividades de la vida diaria (K-Índice de Barthel) en pacientes secuestrados de ACV isquémico sometidos a un entrenamiento de la musculatura inspiratoria. Los datos demuestran un aumento significativo de la escala de Berg del equilibrio funcional ( $36,4 \pm 3,84$  a  $45,0 \pm 2,05$ ), y el K-Índice de Barthel ( $60 \pm 60$  a  $73,30 \pm 3,16$ ). Estos datos concluyen que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria mejora el balance y las actividades de la vida diaria, lo cual se relaciona íntimamente con la funcionalidad e independencia de este tipo de pacientes.

## V. METODOLOGIA

### 1. Método.

**Diseño de estudio:** Descriptivo

**Población:** Pacientes con ACV isquémico crónico

**Muestra y Tipo de muestreo:** Pacientes con ACV isquémico de más de 6 meses de evolución de la clínica neurológica de la universidad de Talca, que cumplan con los criterios de inclusión. Muestreo por conveniencia.

**Tamaño muestral:** Se seleccionó un total de 6 sujetos con ACV crónico (3 hombres y 3 mujeres) con edad entre 21 y 56 años, de ellos sólo 4 finalizaron el entrenamiento de la musculatura inspiratoria y 2 sujetos abandonaron el estudio de manera voluntaria en el período de evaluación pre- entrenamiento.

**Método de recolección de la muestra:** Abierta y voluntaria a pacientes que asistían a la clínica neurológica de la universidad de Talca.

#### **Criterios de selección:**

##### **a. Criterios de inclusión:**

- Diagnóstico de ACV isquémico (mayor a 6 meses de evolución).
- Sujeto hombre y/o mujer
- Paciente estable y controlado de forma médica.
- Minimental abreviado con puntaje igual o superior a 14 ptos.
- Paciente que acepte libre y voluntariamente participar de este estudio.
- Paciente capaz de utilizar pimómetro y equipamiento para entrenar.

## b. Criterios de exclusión:

- Incapaz de realizar marcha independiente y/o con ayuda técnica.
- Antecedentes de alguna patología musculoesquelética, respiratorio y cardiaca que impida la práctica regular de ejercicio.
- Presencia de enfermedad aguda o exacerbación de la patología de base.
- Pacientes que han realizado anteriormente entrenamiento de la musculatura respiratoria.

## 2. Variables

Las variables que se analizaron en este estudio serán las siguientes:

**Tabla 5-1** Variables independiente del estudio.

<b>Variable independiente</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
Entrenamiento de musculatura inspiratoria	Entrenamiento que se utiliza para optimizar la musculatura inspiratoria y parámetros como función pulmonar.	Se utilizó como carga de entrenamiento el 30 % de la PIMAX y se entrenó válvula umbral Threshold IMT (Phillips Respironics) y expresada en cmH2O

**Tabla 5-2** Variables de control del estudio.

<b>Variables de control</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
Presión Inspiratoria Máxima: PIMAX.	Presión desarrollada en el primer segundo de inspiración, representa la fuerza global de los músculos inspiratorios, y se mide cuando están en su máxima tensión luego de una inspiración máxima (Rodríguez Medina et al, 2016).	Su medición es mediante un pimómetro electrónico cuyos valores son expresados en cm <sup>2</sup> de H <sub>2</sub> O.
Presión Inspiratoria máxima sostenida: PIMS.	Presión inspiratoria máxima sostenida (PIMS) es el nivel máximo de presión inspiratoria que puede ser mantenida durante 2 minutos.	Medición mediante válvula umbral Threshold IMT (Phillips Respironics) y expresada en cmH <sub>2</sub> O
Tiempo límite	Corresponde al máximo tiempo que un sujeto puede mantener una carga submáxima (40% de la PIMAX	Para su medición se utilizó una válvula umbral Threshold IMT (Phillips Respironics) y los resultados son expresados en segundos.

**Tabla 5-3** Variables dependientes del estudio.

<b>Variables dependientes</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
Independencia funcional	La independencia funcional se define como “la capacidad de cumplir acciones requeridas en el diario vivir, para mantener el cuerpo y subsistir independientemente, cuando el cuerpo y la mente son capaces de llevar a cabo las actividades de la vida cotidiana se dice que la funcionalidad está indemne” (MINSAL, 2003)	Se midió mediante la aplicación de la escala de Medida de Independencia Funcional (FIM) y sus resultados son expresados en puntaje.

Capacidad de ejercicio	Capacidad de realizar ejercicio dinámico con los músculos grandes, de intensidad moderada a alta durante períodos prolongados. (Medicine, 2014)	Medida a través de un Test de Carga Incremental en cicloergómetro Monark 828, mediante kilopodios.
------------------------	---	--

### **3. Procedimiento.**

#### **Fase I. Aprobación.**

Se realiza aprobación del proyecto y Consentimiento Informado (CI) (**Anexo 3**) por parte de una comisión de docentes pertenecientes al módulo de instrumentación aplicada a la kinesiología de la Universidad de Talca.

#### **Fase II. Informativa y de reclutamiento. (Charla informativa, reunión de pacientes e información).**

Se invitó a participar a los pacientes con ACV que estaban asistiendo a rehabilitación neurológica en la clínica kinésica de la Universidad de Talca, se le entregó la información necesaria a cada participante por parte del equipo investigador, el cual no tenía ningún contacto previo con los pacientes. Se le citó a una charla en la Clínica de la Universidad de Talca, dando a conocer de qué trataba el proyecto de investigación, los beneficios que este traería, su procedimiento y los resultados esperados, para que ellos decidieran de forma autónoma y sin compromiso, si participar del estudio o no.

A cada individuo del estudio que aceptó participar, se le realizó una entrevista con el fin de recabar los aspectos clínicos y médicos, para corroborar si cumplían con los criterios de selección. Con los datos obtenidos se construyó una ficha clínica de cada uno de los sujetos para así tener un mejor acceso a esta información. (**Anexo 1**)

Se evaluó, como parte de criterio de inclusión, su estado cognitivo actual mediante el Mini mental abreviado (MMSE abreviado) (**Anexo 2**), el cual clasifica como la presencia de un deterioro cognitivo un puntaje menor o igual 13 puntos. Este criterio se utilizó en este estudio para excluir a los sujetos; ya que las pruebas que se aplicarían requieren un estado cognitivo normal.

Finalmente, a los participantes seleccionados, se les leyó y entregó el Consentimiento Informado.

### **Fase III. Evaluación**

Todos los protocolos se llevaron a cabo por los estudiantes de kinesiología de la Universidad de Talca, responsables de esta investigación. Estos fueron entrenados previamente y supervisados en todo momento por el profesor tutor, teniendo siempre en cuenta los debidos resguardos en pro de un adecuado manejo con los participantes del estudio.

Las pruebas de evaluación de músculos respiratorios se realizaron siguiendo el protocolo publicado por la American Thoracic Society (ATS) (**Anexo 4**) como se describe brevemente:

#### **Protocolo de toma de la PIMAX**

La medición de la fuerza de la musculatura inspiratoria se realizó mediante la evaluación de la presión inspiratoria máxima (PIMAX) a través de un medidor de presión respiratoria digital llamado MicroRPM™ (CareFusion, Germany) el cual consiste en un aparato digital que mide la cantidad de presión ejercida por la musculatura respiratoria, a través de una boquilla por donde atraviesa el flujo de aire, ya sea en su función de inspiración o espiración (Fig. 5-1), el procedimiento se ejecutó con el paciente en posición sedente, con una pinza nasal y la boquilla adosada a los labios. Posteriormente se pidió dos o tres ciclos respiratorios, luego se solicita que espire lento y completamente hasta obtener el volumen residual, desde este punto se solicita realizar una inspiración máxima y rápida. Aquí es importante la validez de cada toma, pues es necesario que los sujetos no compensen con musculatura facial, lo cual es asegurado ya que el instrumento posee un orificio de fuga de 2mm, según lo recomendado por la ATS.

Se obtuvo por lo menos tres intentos reproducibles, donde no existiese más de un 5% de diferencia entre cada valor. Además, entre cada intento existió un minuto de descanso.



**Figura 5-1:** Medidor de presión respiratoria digital, MicroRPM™ (CareFusion, Germany)

### **Protocolo de evaluación de la PIMS**

Se instaló una pinza nasal y el sujeto debió permanecer en posición sedente con la espada recta adosada al respaldo de una silla. Se utilizó la válvula umbral Threshold IMT (Philips Respironics, NewJersey, USA), la cual consiste en una válvula de flujo aéreo unidireccional, con resistencia modificable en cmH<sub>2</sub>O (Fig. 5-2). La prueba consistió en respirar durante 2 minutos, manteniendo una frecuencia respiratoria igual o menor a la de estado de reposo y/o sin actividad alguna, se comenzó con una carga de 9 cm de H<sub>2</sub>O y luego cada 2 minutos, la resistencia se incrementó 4 cm de H<sub>2</sub>O hasta alcanzar la máxima resistencia que el sujeto es capaz de sostener durante al menos 2 minutos. Cada vez que se aumentó la resistencia de la válvula umbral, se dispuso de un tiempo no mayor a 5 segundos para así evitar una eventual recuperación de la musculatura respiratoria. La prueba culminó cuando el sujeto no fue capaz de vencer la resistencia.



**Figura 5-2**Válvula umbral Threshold IMT (Philips Respironics, NewJersey, USA)

### **Protocolo tiempo límite**

Luego, ya con los valores obtenidos de la PIMAX de cada sujeto, se procedió a calcular el valor del 40% de ésta. La prueba consistió en que el sujeto debió soportar el mayor tiempo posible la carga calculada mediante ciclos respiratorios continuos con la válvula umbral Threshold IMT (Philips Respironics, New Jersey, USA) conectada a su boca. Mientras se realizó esta evaluación se tomó la frecuencia respiratoria y la saturación de oxígeno cada dos minutos por parte del evaluador. La prueba culminó cuando el sujeto no fue capaz de vencer la resistencia a la cual estaba respirando o el intento fallido de 3 ciclos respiratorios consecutivos.

### **Protocolo test de ejercicio incremental**

Para determinar la capacidad de ejercicio se utilizó un test de carga incremental, según el protocolo estandarizado publicado por la SEPAR el año 2001 (**Anexo 6**) mediante un Cicloergómetro Monark Ergomic 828 E (Fig. 5-3). Este test permite evaluar la respuesta integrada del organismo a un amplio espectro de intensidades de ejercicio durante un período relativamente corto de tiempo. Se efectúa de forma óptima mediante un incremento progresivo de carga hasta llegar al límite de la tolerancia determinado por los síntomas. La prueba de ejercicio de tipo incremental constituye la recomendada para evaluar tanto el perfil de la respuesta biológica durante el ejercicio submáximo como los valores de las variables de interés en el ejercicio máximo. (SEPAR, 2001) (**Anexo 8**)



**Figura 5-3** Cicloergómetro Monark Ergomic 828 E.

## **El protocolo consiste en:**

### a. Etapa 1: Reposo

Debe haber ausencia total de pedaleo, durante 3 minutos iniciada la prueba, tomando condición hemodinámica (Presión Arterial (PA), Saturación de Oxígeno (SpO<sub>2</sub>), escala BORG para disnea y fatiga al final de la etapa).

### b. Etapa 2: Calentamiento

El sujeto debe pedalear sin carga a 50 revoluciones por minuto (rpm), durante 3 minutos tomando la condición hemodinámica (Presión Arterial (PA), Saturación de Oxígeno (SpO<sub>2</sub>), BORG para disnea y fatiga al final de la etapa).

### c. Etapa 3: Incremental

Se inicia la prueba con incremento escalonado de la carga, cada 2 minutos se aumentó la carga 10 watts o 0,25 kilopodios. Controlando en cada nivel las condiciones hemodinámicas, saturación de oxígeno y sensación subjetiva de disnea y fatiga de miembros inferiores. La prueba culmina cuando el sujeto no es capaz de sostener la carga durante los 2 minutos.

### d. Etapa 4: Recuperación

Se le retira la resistencia del cicloergómetro al sujeto, permitiendo que se recupere y los signos vitales regresen de forma paulatina a niveles de reposo, al menos 5 minutos, registrando condición hemodinámica (Presión Arterial (PA), Saturación de Oxígeno (SpO<sub>2</sub>), BORG para disnea y fatiga al final de la etapa).

## **Protocolo de evaluación de la Disnea y Sensación subjetiva de fatiga de Miembros inferiores (SSF) en el test de carga incremental.**

Para la evaluación de la disnea, se utilizó la escala modificada de Borg (**Anexo 7**) la cual permite cuantificar el nivel de sensación de falta de aire del sujeto durante la ejecución de la prueba del TCI. La escala de Borg modificada tiene una puntuación que fluctúa de 0 puntos que corresponde a nada de sensación de disnea hasta 10, donde la sensación de disnea es casi máxima. La evaluación de la disnea constó en las 4 fases del TCI: disnea basal, disnea de calentamiento,

disnea incremental y disnea de recuperación final. Al paciente se le explicó que, para explicar la sensación de falta de aire, debía indicar el dibujo y la característica de la sensación de falta de aire, por ejemplo, si el paciente indicaba que se sentía con una disnea severa, la puntuación correspondía a 5 puntos en la escala de Borg. Por otro lado, se evaluó la sensación subjetiva de fatiga (SSF), por lo que también se utilizó la escala numérica de Borg, pero en este caso, aplicado a la SSF de las extremidades inferiores, con la misma puntuación indicada anteriormente.

### **Protocolo escala de independencia funcional (FIM)**

La FIM es un indicador de discapacidad, la cual se mide en términos de la intensidad de asistencia dada por una tercera persona al paciente discapacitado. Incluye 18 actividades de la vida diaria que son medidas en una escala de 7 niveles. El nivel 1 indica una dependencia completa (asistencia total) y el nivel 7 una completa independencia. Esta escala es aplicada por un evaluador.

Los ítems de FIM pueden ser sumados para crear la FIM total o FIM-18. Los valores obtenidos pueden ir de 18 a 126 puntos. También puede ser desagregado en un FIM-motor, que es la suma de los primeros 13 ítems y en un FIM-cognitivo, que representa los últimos 5. El FIM-motor va entre 13 y 91 puntos y el FIM-cognitivo entre 5 y 35 puntos.

Por último, la FIM total puede ser desagregada en seis dominios específicos: autocuidado, control esfinteriano, transferencias, locomoción, comunicación y cognición social. Mientras más alto el puntaje obtenido mayor es el grado de independencia funcional. (Paolinelli et al, 2001). (**Anexo 5**)

La FIM, Ha sido utilizada ampliamente en diferentes patologías y grupos etarios, demostrando ser un instrumento válido, sensible y confiable (Chau et al, 1994), (Granger et al, 1998)

### **Fase IV: Intervención. Entrenamiento músculos inspiratorios**

El entrenamiento se realizó mediante la válvula umbral flujo independiente IMT Threshold® (Philips Respironics, New Jersey, USA) (Fig. 5-2), con una carga del 30% de la PIMAX inicial de cada sujeto. El protocolo de entrenamiento fue de 6 series de 5 minutos cada una, con un tiempo de descanso de 2 minutos entre cada intervalo. Durante los 5 minutos de estímulo se controló la frecuencia respiratoria para que fuese igual o inferior a la del reposo, para así evitar la hiperpnea e hipocapnia. La duración total de este entrenamiento fue de 4

semanas, con 3 sesiones en cada una. Cada 15 días se reevaluó la PIMAX, y con esto se fue reajustando la carga de entrenamiento, siempre al 30%.

### **Fase de reevaluación.**

Todos los sujetos sometidos al estudio son reevaluados siguiendo los protocolos descritos anteriormente. Se reevaluó PIMAX, Pims, Tiempo límite, Test carga incremental y FIM, registrándose los datos finales para su posterior análisis.

### **Análisis estadístico:**

Los datos de cada variable fueron tabulados en el programa Microsoft Excel© y GraphPad© Prism 6.0. Para el análisis de las variables se utilizó estadística descriptiva, considerando para las variables cualitativas el análisis de porcentajes y frecuencias y para las variables numéricas promedios y desviación estándar. Los datos fueron organizados en tablas y gráficas.

## VI. RESULTADOS

### 1. Caracterización de la población:

La muestra fue conformada por un total de 4 sujetos adultos, correspondientes a un total de 3 hombres (75%) y 1 mujer (25%) de edad promedio  $44,5 \pm 16,3$  años. La descripción biomédica de los sujetos se muestra en la tabla 6-1.

**Tabla 6-1:** Caracterización de la población

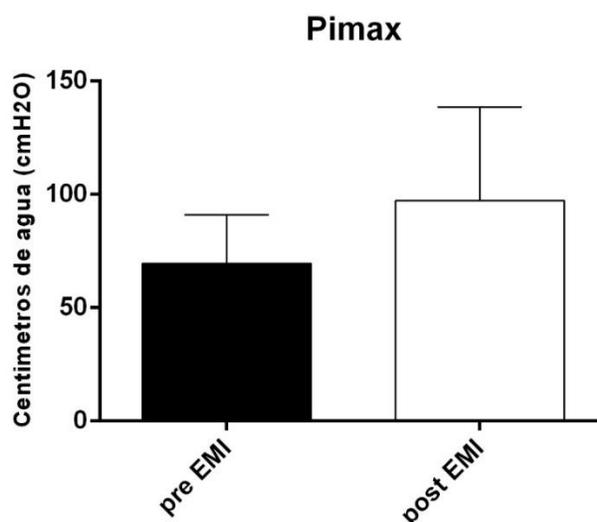
Sujeto	Edad (años)	Peso (Kg)	Talca (cm)	Tiempo de ACV	Secuelas del ACV	Comorbilidades	Medicamentos de uso habitual
1	56	73,1	163	5 años	Hemiplejia derecha	HTA e hipoacusia	Atorvastatina, Baclofeno, Enalapril y Aspirina
2	46	84,2	173	1 año y 6 meses	Hemiplejia izquierda	HTA, depresión	Baclofeno, Enalapril, Aspirina y Omeprazol
3	21	102	178	3 años	Hemiparesia derecha	Alteración visual derecha	Codopex
4	55	78	158	2 años y 3 meses	Afasia y apraxia	Hipotiroidismo, Dislipidemia y Epilepsia	Levotiroseptan, Atorvastatina y Aspirina

**ACV:** Accidente cerebrovascular; **HTA:** Hipertensión arterial.

## 2. Efectos del EMI sobre las variables de control.

### 2.1. Fuerza de la musculatura inspiratoria.

La fuerza de la musculatura inspiratoria pre y post intervención se midió a través de la PIMAX y fue expresada en cmH<sub>2</sub>O. El promedio de la PIMAX de los sujetos pre intervención es de  $69,5 \pm 21,44$  cmsH<sub>2</sub>O y post intervención fue de  $97,25 \pm 41,31$  cmH<sub>2</sub>O. (Figura 6-1)



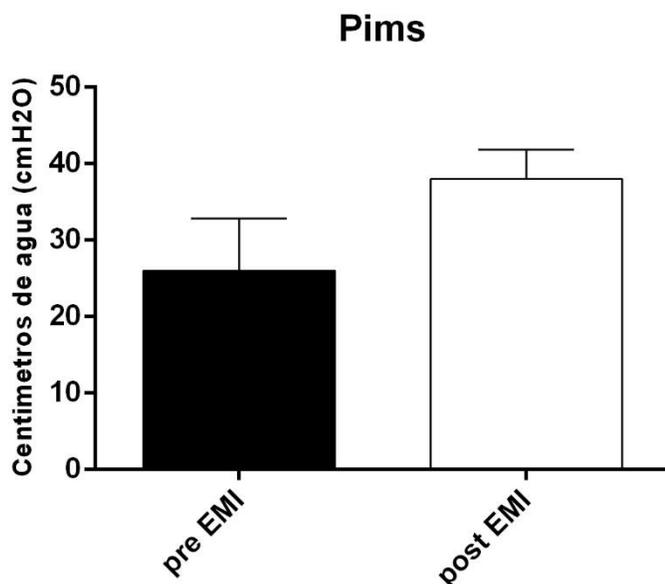
**Figura 6-1:** Promedio de la Pimax de los sujetos sometidos a EMI, pre y post. La barra negra señala el promedio pre EMI y su línea superior la desviación estándar. La barra blanca señala el promedio post EMI y la línea superior la desviación estándar. **PIMAX:** Presión inspiratoria máxima. **EMI:** Entrenamiento de músculos inspiratorios.

#### Descripción por sujeto:

Los resultados de cada sujeto se muestran en la tabla 6-2. Al respecto, El sujeto 1 pre entrenamiento obtuvo una PIMAX total de 86 cm H<sub>2</sub>O, post entrenamiento obtuvo 116 cmH<sub>2</sub>O resultando un 34,8 % de cambio a favor en relación al valor inicial. El sujeto 2 pre entrenamiento obtuvo una PIMAX total de 76 cmH<sub>2</sub>O, post entrenamiento obtuvo 71 cmH<sub>2</sub>O resultando un porcentaje de cambio de 6,57 % menor al valor inicial. El sujeto 3 pre entrenamiento obtuvo una PIMAX total de 78 cmH<sub>2</sub>O, post entrenamiento obtuvo 146 cmH<sub>2</sub>O resultando un porcentaje de cambio de 87,1 % a favor respecto al inicial. El sujeto 4 pre entrenamiento obtuvo una PIMAX total de 38 cmH<sub>2</sub>O, post entrenamiento obtuvo 56 cmH<sub>2</sub>O resultando un porcentaje de cambio de 47,36 % a favor respecto al inicial.

## 2.2. Resistencia a cargas incrementales de la musculatura inspiratoria

La resistencia de la musculatura inspiratoria pre y post intervención se midió a través de las Pims y fue expresada en cmH<sub>2</sub>O. El promedio de los sujetos fue de  $26 \pm 6,8$  cmH<sub>2</sub>O pre intervención y  $38 \pm 3,8$  cmH<sub>2</sub>O post intervención. (Figura 6-2)



**Figura 6-2:** Promedio de la PIMS de los sujetos pre y post EMI. La barra negra señala el promedio de la Pims pre EMI y su línea superior la desviación estándar. La barra blanca señala el promedio de la Pims post EMI y su línea superior la desviación estándar. **PIMS:** Presión inspiratoria máxima; **EMI:** Entrenamiento muscular inspiratorio.

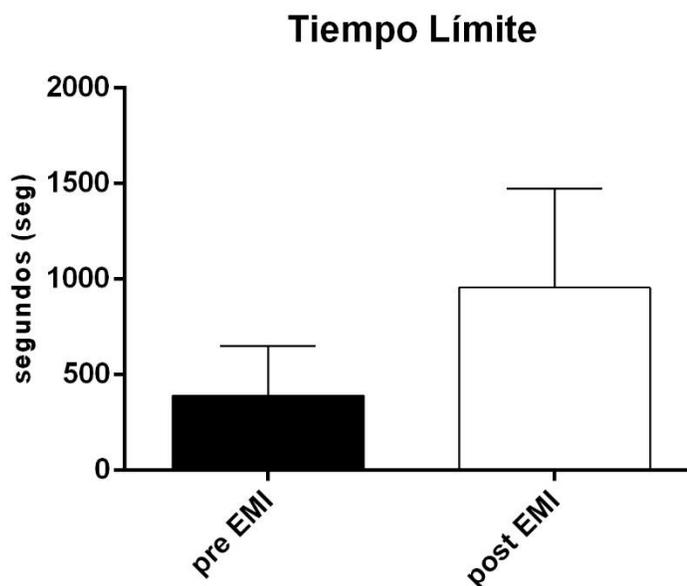
### Resultados por sujeto:

Los resultados de cada sujeto se muestran en la tabla 6-2. Al respecto, el sujeto 1 pre entrenamiento obtuvo una PIMS total de 29 cmH<sub>2</sub>O, post entrenamiento obtuvo una PIMS total de 41 cm de H<sub>2</sub>O, calculándose un porcentaje de cambio de 41,37 %. El sujeto 2 pre entrenamiento obtuvo una PIMS total de 33 cmH<sub>2</sub>O, post entrenamiento obtuvo un PIMS total de 41 cmH<sub>2</sub>O, calculándose un porcentaje de cambio de 24, 24 %. El sujeto 3 pre entrenamiento obtuvo una PIMS total de 25 cmH<sub>2</sub>O, post entrenamiento obtuvo una PIMS total de 37 cmH<sub>2</sub>O, calculando así un porcentaje de cambio a favor de un 48 %. El sujeto 4 preentrenamiento obtuvo una PIMS total de 17 cmH<sub>2</sub>O, post entrenamiento

obtuvo una PIMS total de 33 cmH<sub>2</sub>O, calculando así un porcentaje de cambio de un 94,11 % a favor del valor inicial.

### 2.3. Resistencia a cargas submaximas de la musculatura inspiratoria:

La resistencia de la musculatura inspiratoria a cargas sub máximas mantenida en el tiempo se midió a través del tiempo límite y fue expresada en segundos. El promedio del tiempo de los sujetos fue de  $390,0 \pm 258,8$  segundos pre intervención y  $956,3 \pm 516,5$  segundos. (Figura 6-3)



**Figura 6-3:** Promedio de valores de tiempo límite pre y post EMI. La barra negra señala el promedio pre EMI y la línea superior su desviación estándar y la barra blanca señala el promedio post EMI y la línea superior su desviación estándar. **EMI:** Entrenamiento muscular inspiratorio.

Los resultados de cada sujeto se muestran en la tabla 6-2. Al respecto, El sujeto 1 pre entrenamiento obtuvo un tiempo límite de 551 segundos efectivos, post entrenamiento obtuvo un tiempo de 737 segundos, calculando un porcentaje de cambio a favor de un 33,75 %. El sujeto 2 preentrenamiento obtuvo un tiempo límite de 255 segundos efectivos, post entrenamiento obtuvo un tiempo de 774 segundos, calculando un porcentaje de cambio de 203,52 %. El sujeto 3 preentrenamiento obtuvo un tiempo límite de 684 segundos efectivos, post

entrenamiento obtuvo un tiempo de 1722 segundos, calculando así un porcentaje de cambio de un 151,75 %. El sujeto 4 preentrenamiento obtuvo un tiempo límite de 106 segundos efectivos, post entrenamiento obtuvo un tiempo de 592 segundos, calculando así un porcentaje de cambio de un 458,49 %.

**Tabla 6-2:** Resultados de las variables de control.

Sujeto	PIMAX (cmH20)			PIMS (cmH20)			Tiempo límite (seg)		
	Pre Emi	Post Emi	%Cambio	Pre Emi	Post Emi	%Cambio	Pre Emi	Post Emi	%Cambio
1	86	116	34,8	29	41	41,37	551	737	33,75
2	76	71	-6,57	33	41	24,24	255	774	203,52
3	78	146	87,1	25	37	48	684	1722	151,75
4	38	56	47,36	17	33	94,11	106	592	458,49

**PIMAX:** Presión inspiratoria máxima.

**PIMS:** Presión inspiratoria máxima sostenida.

**EMI:** Entrenamiento muscular inspiratorio.

### 3. Resultados del EMI sobre variables dependientes

#### 3.1. Efectos del EMI sobre la medida de independencia funcional (FIM).

La medida de independencia funcional se midió a través de la FIM, "*Functional Independence Measure*". Al respecto, la FIM total pre intervención es en promedio  $116,8 \pm 10,53$  puntos; en el área motora  $86,75 \pm 4,7$  puntos y en el área cognitiva  $30,00 \pm 9,3$  puntos. El FIM total post intervención es de  $121,5 \pm 7,141$  puntos promedio; en el área motora  $89,75 \pm 1,5$  puntos y  $31,75 \pm 6,5$  puntos en el cognitivo. El nivel de eficiencia (Cambio del FIM según días de intervención) es de 0,39 puntos diarios. El nivel de cambio en cada una de las áreas se muestra en la Tabla 6-3.

**Tabla 6-3** Comparación FIM pre y post Intervención y Eficiencia

	Pre EMI	Post EMI	Cambio global	*Eficiencia
<b>Escala total (18-126)</b>	116,8	121,5	4,75	0,4
<b>Dominio motor (13-91)</b>	86,75	89,75	3,0	0,25
<b>Dominio cognitivo (5-35)</b>	30,00	31,75	1,750	0,15
<i>Sub-escalas</i>				
<b>Autocuidado</b>	39,50	40,75	1,25	
<b>Esfínter</b>	14,00	14,00	0	
<b>Transferencias</b>	20,25	21,00	0,75	
<b>Locomoción</b>	13,00	14,00	1	
<b>Comunicación</b>	12,00	12,00	0	
<b>Cognición</b>	18,00	19,75	1,75	

\*Cambio global/días de intervención

**EMI:** entrenamiento músculos inspiratorios

Los resultados por cada sujeto se muestran en la tabla 6-4. Al respecto, el sujeto 1, en el ítem de locomoción presenta un aumento del puntaje de 13 a 14 puntos (específicamente en el ítem de escalera de 6 independiente con adaptaciones a 7 independiente total). Estos resultados de cada ítem reflejan un aumento global de 125 puntos a 126 puntos.

En el sujeto 2, se aprecia un aumento del puntaje en los ítems de autocuidado (ítem de vestirse en mmii de 3 asistencia moderada a 7 independencia total), transferencias (transferencia a la ducha o bañera de 5 que requiere supervisión a 7 independencia total), locomoción (marcha o silla de ruedas y escaleras de 6 independiente con adaptaciones a 7 independencia total) y conexión (interacción social de 6 a 7 independiente total). Estos resultados de cada ítem reflejan un aumento global de 114 puntos a 123 puntos.

En el sujeto 3, se presenta un aumento del puntaje de locomoción (ítem de marcha, desde un 6 a un 7). Este ítem hizo que el paciente obtuviese de 125 puntos en un inicio a 126 puntos como final.

En el sujeto 4, presenta un aumento de los puntajes de funcionalidad en los ítems de autocuidado (ítem de alimentación de 4 mínima asistencia aporte del 75% del paciente a 5 que solo requiere supervisión sin asistencia del paciente), transferencias (transferencia de la silla a la cama de 6 a 7), conexión (interacción social de 3 a 7) y actividad (resolución de problemas de 5 a 7). Estos resultados reflejan un aumento global de 103 puntos en un inicio a 111 puntos.

Globalmente, posterior a un entrenamiento de la musculatura inspiratoria de 4 semanas de trabajo, generó un aumento de la puntuación de la medida de independencia funcional (FIM), en todos los pacientes. Aunque el aumento presentado, si bien no fue en los mismos ítems por paciente (fue independiente el resultado a cada paciente), de manera global se produjo un aumento de la puntuación de la escala. Cabe destacar que los pacientes son funcionales y pueden realizar sus AVD respecto a los ítems de la FIM, la aplicación de la escala corresponde a una estimación para verificar que el EMI genera un cambio de puntuación y aumento de la funcionalidad según la escala FIM.

**Tabla 6-4:** Resultados por sujeto, de ítems de la escala de medida de independencia funcional.

Pre/Post	Sujeto 1		Sujeto 2		Sujeto 3		Sujeto 4	
	Pre EMI	Post EMI						
Escala total (18-126)	125	126	114	123	125	126	103	111
Dominio motor (13-91)	90	91	80	88	90	91	87	89
Dominio cognitivo (5-35)	35	35	34	35	35	35	16	22
Autocuidado	42	42	35	39	42	42	39	40
Esfínter	14	14	14	14	14	14	14	14
Locomoción	13	14	12	14	21	21	20	21
Transferencias	21	21	19	21	13	14	14	14
Comunicación	14	14	14	14	14	14	6	6
Cognición	21	21	20	21	21	21	10	16

### 3.2. Efectos del EMI sobre la capacidad de ejercicio:

Con respecto a la capacidad de hacer ejercicio, se evaluó a través del test de carga incremental (TCI) y fue expresada en Kilopodios (Kp). Al respecto, el promedio de kilopodios alcanzados por los sujetos pre EMI fue de  $1,5 \pm 0,46$  y post EMI fue de  $2,0 \pm 0,29$  Kp. Los resultados de cada sujeto se muestran en la tabla 6-5. Al respecto el sujeto 1 alcanzó 2 kp preentrenamiento, post entrenamiento alcanzó 2,25 kp, con un porcentaje de cambio de 12,5 % a favor respecto al valor inicial. El sujeto 2 alcanzó 1,75 kp preentrenamiento y post entrenamiento se mantuvo en el mismo valor, por lo cual no obtuvo porcentaje de cambio. El sujeto 3 alcanzó 1 kp e hizo una respuesta hipertensiva frente al ejercicio, lo cual fue criterio de suspensión del test, post entrenamiento alcanzó 2,25 kp con un porcentaje de cambio de 125% a favor respecto al valor inicial. El sujeto 4 alcanzó 1,25 kp pre entrenamiento y post entrenamiento alcanzó 1,75 kp, con un porcentaje de cambio de 40 % a favor respecto al valor inicial.

**Tabla 6-5:** Cambio en el Test de Carga Incremental correspondiente a variable de capacidad de ejercicio (TCI) medido en kilopodios (Kp).

Sujeto	Pre intervención (Kp)	Post intervención (Kp)	% de cambio
1	2	2,25	12,5%
2	1,75	1,75	0%
3	1	2,25	125%
4	1,25	1,75	40%

**Kp:** Kilopodios

### **Interpretación de la disnea y sensación subjetiva de fatiga de miembros inferiores (SSF) en el TCI, pre y post entrenamiento de la musculatura respiratoria.**

La evaluación de la disnea y la SSF en el test de carga incremental, fue evaluada mediante la escala de Borg modificada y fue expresada en porcentaje y categoría. El promedio de disnea al finalizar el TCI pre intervención fue de  $4,5 \pm 4,8$  puntos y post intervención fue de  $3,0 \pm 2,16$  puntos. Con respecto a la SSF el promedio pre intervención fue de  $6,0 \pm 4,7$  puntos y post intervención fue de  $10,0 \pm 0,0$  puntos.

Los resultados obtenidos por cada sujeto se muestran en la tabla 6-6. Al respecto: el sujeto 1 varió de disnea 7 a disnea 5, lo cual da cuenta de una disminución del 28,75% post EMI. El sujeto 2, finalizó el TCI pre entrenamiento con 0 de disnea y post entrenamiento 0 respectivamente, lo que nos da una variabilidad del 0%. El sujeto 3 presentó un puntaje de disnea de 1 pre entrenamiento, y finalizó con disnea de 4 post entrenamiento, lo que entrega un aumento del 300% de la disnea. El sujeto 4 finalizó con 10 puntos pre entrenamiento y que post entrenamiento finalizó con una puntuación de 3, lo que muestra una disminución del 70%.

Con respecto a la SSF, se puede observar que en el sujeto 1 y 3, este síntoma no fue limitante en el test pre entrenamiento (1 y 3 puntos, respectivamente). Post intervención el 100% de los sujetos finalizaron el test con 10 puntos; es decir con categoría muy, muy severa. Siendo el síntoma limitante del Test.

**Tabla 6-6:** Resultados de disnea y sensación subjetiva de fatiga medidos en valores de la Escala de Borg modificada.

Sujeto	Disnea			SSF	
	Pre EMI Final	Post EMI Final	% Cambio Final	Pre EMI Final	Post EMI Final
1	7 (muy severa)	5 (Severa)	28,57	10 (Muy, muy severa)	10 (Muy, muy severa)
2	0 (sin disnea)	0 (Sin disnea)	0	10 (Muy, muy severa)	10( Muy, muy severa)
3	1 (Muy leve)	4 ( Algo severa)	300	1 (Muy leve)	10( Muy, muy severa)
4	10 (Muy, muy severa)	3 (Moderada)	70	3(Moderada)	10( Muy, muy severa)

**EMI:** Entrenamiento muscular inspiratorio.

## VII. DISCUSIÓN

La evidencia científica ha demostrado que los pacientes que han sufrido un ACV tienen como consecuencia una disminución de la función pulmonar principalmente en las variables de VEF1 y CVF. Del mismo modo, se presenta una disminución de fuerza y resistencia de la musculatura respiratoria, presentando una reducción de un 48% en la musculatura inspiratoria y en un 61% la espiratoria. (Dos Santos et al, 2019). Esta disminución también ha sido publicada, por otros autores, demostrando que en sujetos con ACV crónico presentan presiones inspiratorias máximas de 17 a 57 cmH<sub>2</sub>O en comparación con 100 CmH<sub>2</sub>O en sujetos sanos, de sus mismas características antropométricas y de condición sedentaria. Así se evidenció en nuestro estudio, donde el valor promedio de PIMAX fue de 69,5 CmH<sub>2</sub>O confirmando lo expresado anteriormente por los autores. Estas alteraciones sumadas a la afección en la excursión diafragmática (Cho et al, 2017) y alteración en el mecanismo de tos, pueden ser factores de riesgos importantes para la generación de infecciones respiratorias, tales como la neumonía, la cual presenta una letalidad de un 50% en la población afectada por ACV (MINSAL 2013).

Por otra parte, se ha evidenciado que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria genera efectos positivos en las variables mencionadas anteriormente. Así Gomes Neto et al en una revisión sistemática publicada el año 2016, donde se evaluó la PIMAX posterior a un programa de EMI, encontraron que el valor promedio de la PIMAX fue de 50,6 cmH<sub>2</sub>O pre intervención, la que luego aumentó a 70,4 cmH<sub>2</sub>O post intervención. En este mismo año, Guillén – Solá et al mostraron cambios de la PIMAX con un EMI que consistió en una carga del 30% de la PIMAX que fue aumentada semanalmente en 10 cmH<sub>2</sub>O, dos veces al día, 5 veces a la semana, por 3 semanas, la cual produjo un cambio de 21,1 cmH<sub>2</sub>O, después de recibir entrenamiento de musculatura inspiratoria. Del mismo modo, un estudio prospectivo randomizado ciego, el cual constó de 21 pacientes post ACV, que incluyó 11 pacientes en el grupo experimental y 10 del grupo control, aplicó un entrenamiento de la musculatura inspiratoria al 30% de la PIMAX. Este autor obtuvo como resultados un aumento de un 61% de la PIMAX en el grupo experimental, pudiendo concluir que este tipo de entrenamiento es efectivo para generar una mejoría en la fuerza muscular inspiratoria. (Chen et al, 2016). Así mismo, estas mejorías también han sido evidenciadas por otros autores, como

Kulnik et al en el año 2014, Messaggi Sartor et al el 2015 y Cho et al en el 2017, los que han utilizado distintas maneras de reajustar la carga, variando las series y la modalidad de entrenamiento, demostrando igualmente mejoría en la fuerza y resistencia de estos músculos. En nuestro estudio, se utilizó un entrenamiento de los músculos inspiratorios, durante 4 semanas, 3 veces a la semana, al 30% de la PIMAX, la cual fue reajustada cada 15 días, con 6 series de 5 minutos de duración, con 2 minutos de descanso entre ellas, obteniendo como resultado el aumento de la PIMAX de  $69,5 \pm 21,44$  cmsH<sub>2</sub>O, pre intervención a  $97,25 \pm 41,31$  cmH<sub>2</sub>O post intervención. Si bien se produjo un aumento promedio de la PIMAX en los sujetos participantes de este estudio, en el 75% de ellos existió un aumento de esta variable post EMI, uno de los sujetos presentó descenso de 6,57% de su PIMAX post intervención. Esto puede ser atribuido a la baja motivación, la cual se ha convertido en un síntoma común de la depresión (patología que presentaba este sujeto) y por ende podría influir en la participación de diversas actividades. Existen estudios que relacionan el accidente cerebro vascular, la depresión y la baja motivación respecto a su rehabilitación, movilizarse al trabajo e incluso en el aspecto social. (Kapoor et al 2019). Anteriormente Lai et al. el año 2006, mencionan que la depresión en pacientes ACV aumenta la discapacidad e influye en la rehabilitación. Se hace énfasis en que la población mayor que posee depresión disminuye su función física respecto a los pacientes sin dicha condición además se evidencia que las personas afectadas con depresión conllevan un estadio funcional más pobre y una peor calidad de vida.

### **Medidas de cuantificación de la Independencia Funcional**

En el presente estudio se utilizó la Medida de Independencia Funcional (FIM), la cual es una escala validada y objetiva que evalúa el estado funcional de las personas (Vadassery, Kong, Lorraine Ho, & Seneviratna, 2019), Se ha demostrado que esta evaluación es, válida, sensible y confiable en diversas poblaciones. (Bravo et al, 2018)

La FIM ha sido validada por diversos estudios en donde se evaluaron habilidades psicométricas y se comparó con otras herramientas de evaluación funcional. (Riberto et al, 2004)

En un estudio realizado el año 2009 por Cruz et al, cuyo objetivo fue evaluar la capacidad funcional de 44 personas adultas mayores con ACV evidenciaron que la FIM posee buena consistencia interna y que los pacientes que poseen un adecuado acceso a la salud presentaron valores superiores respecto al grupo de

de sujetos que no asistían o no tenían ingreso a esta misma. Se expone que el ACV en si causa pérdidas y alteraciones en la capacidad funcional de los pacientes secuestrados de ACV y que para los sujetos de edad avanzada el puntaje de la FIM es inversamente proporcional. Se recomienda invertir en estrategias de rehabilitación que integren el déficit funcional para su manejo. (Cruz & José, 2009)

Fernández et al en el año 2012 en un estudio transversal en donde participaron sujetos con ACV crónico evidenció que el ítem "subir y bajar escaleras" fue el que obtuvo el puntaje más bajo con promedio de 5.3 puntos.

En el año 2007 Riberto et al, compararon datos de la FIM en los ítems de transferencia y locomoción, de sujetos con ACV que se sometieron a tratamiento de rehabilitación, en donde evidenciaron un aumento general en la puntuación de los pacientes. Reduciendo las categorías 1, 2 y 3 en un 48.6% del ítem de locomoción y 60% el ítem de Transferencias.

En nuestro estudio se evidenció un porcentaje de mejora en los puntajes de los ítems de locomoción y/o transferencia correspondiente al área motora. Sólo el sujeto n°3 (de menor rango etario) presentó mejoras en ambos ítems, por su parte los otros 3 sujetos presentaron mejoras sólo en un ítem mientras que en el otro mantuvieron su puntaje. Por lo tanto, podríamos establecer la relación entre el EMI, la edad y el aumento o mejora de la independencia funcional ya que el sujeto más joven en este caso fue el que presentó mayor porcentaje de cambio y el único en mejorar ambos ítems. Esto es concordante con la revisión sistemática de Da Silva & Silva en el año 2016 en donde mencionan que una investigación realizada en diferentes países latinoamericanos y ciudades de China e India se encontró que a medida que la edad y el número de discapacidades físicas aumenta, mayor es el grado de dependencia o de la misma manera menor es el grado de independencia de los sujetos con ACV. Además estas autoras señala que en los estudios de pacientes con ACV en fase tanto aguda como crónica, se presenta una dependencia de nivel moderado a severo, provocando un mayor requerimiento de los servicios de rehabilitación.

En nuestro estudio, todos los sujetos presentaron mejoras en al menos uno de los dos ítems mencionados anteriormente y en el puntaje total de la FIM, de esto se puede concluir que todos los sujetos sometidos a EMI mejoraron en algún aspecto el grado de independencia funcional cuantificado en la escala FIM.

Por otra parte, Paolinelli G, et al. en el año 2001, publicaron un estudio donde se aplicó la FIM en 100 pacientes con ACV que ingresaron consecutivamente a

un programa de rehabilitación convencional, sin EMI. Estos pacientes ingresaban por primera vez a un programa de rehabilitación. Se aplicó la FIM al momento del ingreso y al momento del alta del paciente. La primera evaluación se realizó dentro de las primeras 48 h de hospitalización y luego una vez a la semana hasta el momento del alta hospitalaria. Se obtuvo la FIM de admisión, la FIM del alta, cambios de FIM (diferencia entre FIM de ingreso y de alta), y la eficiencia de la FIM (promedio de cambio de FIM diario, cambio de FIM total dividido por los días de hospitalización). La FIM total de ingreso fue de 47,2 puntos promedio; en el área motora 29,8 y de 17,4 en el área cognitiva. La FIM total de egreso es de 92 puntos; en el área motora 66 y 26 en el cognitivo. El nivel de eficiencia (Cambio de FIM según días de hospitalización) es fue 1,18 puntos diarios. Con estos resultados los autores demuestran que la FIM tiene la sensibilidad y confiabilidad necesaria para poder medir los resultados de una intervención en los pacientes post ACV. En nuestro estudio, la FIM de ingreso fue de 116,8 puntos promedio, lo que implica que los pacientes tenían independencia funcional y posterior al EMI fue de 121,5 puntos promedio con un cambio global de 4,75 puntos y una eficiencia de 0,4 puntos. En el área motora, el cambio global fue de 3 puntos y el cognitivo de 1,75. Cambios menores a los registrados por Paolinelli G, et al. En éste sentido, los pacientes intervenidos en éste estudio tenían una independencia funcional mayor y la intervención recibida fue sólo de músculos inspiratorios durante 4 semanas, esto produjo mayores cambios en la FIM motora que en la FIM cognitiva, aspecto que puede ser explicado por los procesos involucrados en la mejoría de las dimensiones cognitivas que son de mayor complejidad y de más larga evolución (neuroplasticidad) y que no dependen solamente de la adquisición de destrezas alternativas para el logro de los objetivos como lo es en el área motora. Con respecto a la eficiencia de la intervención es menor que la registrada en intervenciones convencionales, esto puede ser debido a que el EMI es capaz de generar un cambio en la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios, pero tal vez se requiere de un mayor tiempo en la adquisición cambios en las funciones evaluadas en la FIM, en éste caso sólo se contó con una intervención de 4 semanas 3 veces por semana que pudo ser insuficientes para generar una eficacia mayor.

## **Capacidad y Tolerancia al ejercicio en pacientes ACV.**

Con respecto a la capacidad de realizar ejercicio, esta variable fue medida a través del Test de Carga incremental (TCI). Al respecto, Sutbeyaz et al en el año 2010, utilizaron un test de tipo incremental en cicloergómetro para determinar la capacidad máxima de ejercicio en un grupo de 45 pacientes post ACV subagudo, de los cuales 15 recibieron un EMI. Como resultados de su estudio, el grupo de pacientes que recibió EMI, obtuvieron un aumento significativo de la capacidad máxima de ejercicio (power output), el cual aumento de 48,67 a 57,67 watts, lo cual se puede traducir en un aumento de 1,22 a 1,44 Kilopodio (Kp). Por lo tanto, el autor concluye que un EMI en pacientes con ACV sub agudo, generará una mejoría en la capacidad de ejercicio (power output). Esto se corrobora con nuestro estudio, en donde el sujeto 1, 3 y 4 aumentaron su capacidad de ejercicio medida en Kp a través del cicloergómetro Monark 828 E, no así el sujeto 2 el cual mantuvo su misma capacidad de ejercicio, el cual se puede atribuir, como se mencionó anteriormente, a su diagnóstico de depresión.

La capacidad de realizar ejercicio en un paciente con ACV de fase crónica se ve limitada, debido a la inactividad física que presentan posterior al evento. Sin embargo, un EMI es capaz de mejorar su capacidad midiéndose mediante un protocolo de test incremental en cicloergómetro. Así lo puede corroborar la revisión sistemática de Gomes-Neto et al en el año 2016, en cual fueron incluidos ensayos controlados aleatorizados en donde la medición de tolerancia al ejercicio era medida en ejercicios de máxima duración y/o máxima carga. Concluyendo que el EMI es un método efectivo para mejorar la función pulmonar, la fuerza de los músculos respiratorios y la tolerancia al ejercicio en pacientes post ACV. Un estudio en sujetos sanos reafirma que un entrenamiento de la musculatura inspiratoria, con cargas del 60 y 80% de la PIMAX individual, generaron una mejoría significativa en la capacidad de trabajo medido en watt, en cambio, en un tercer grupo, el cual trabajó al 40% de la PIMAX, no generó cambios significativos, en la variable anteriormente mencionada. (Enright et. al 2011). No obstante, en este estudio, en 3 de los 4 pacientes post ACV sometidos a este tipo de entrenamiento, con una carga del 30% de su PIMAX, si generó mejorías en la capacidad de realizar ejercicio, logrando superar la carga en kilopodios de un test de carga incremental.

## **Sensación de Disnea en pacientes entrenados por EMI**

El 50% de los sujetos que participaron en nuestro estudio obtuvieron mejoras en la sensación de disnea traduciéndose en una disminución de esta misma, lo cual se ve evidenciado en que el test de carga incremental no se finalizó por disnea, sino que lo hizo por sensación subjetiva de miembros inferiores. Menezes et al en el año 2018 exponen en su revisión sistemática que una función respiratoria anormal podría provocar disnea en alto esfuerzo y en bajas demandas de esfuerzo. Un entrenamiento de la musculatura inspiratoria que tenga cambios significativos a nivel pulmonar puede traducirse a su vez en una sensación de disnea reducida y una capacidad de caminar aumentada, teniendo el potencial de afectar directamente a los niveles de actividad física y participación comunitaria. Corroborando así lo referido por los participantes. Así lo demuestran Ramsook et al el 2017, en sujetos sanos, donde evalúa la respuesta al EMI sobre la sensación de disnea en un test de carga incremental en cicloergómetro pre y post intervención de los músculos inspiratorios, evidenciando una disminución de  $7.6 \pm 2.5$  vs  $6.8 \pm 2.9$  finalizado el entrenamiento en el grupo de intervención. Del mismo modo, esta respuesta al EMI se ha visto en otras poblaciones, como lo muestran Bavarsad et al el 2015, quienes evaluaron la respuesta del EMI sobre la sensación de disnea en pacientes EPOC, evidenciando una disminución significativa en esta de  $3.76 \pm 0.64$  pre a  $1.13 \pm 0.36$  post intervención, tomada en el Test de marcha de 6 minutos.

Del mismo modo, Parreiras de Menezes et al en el año 2018, evidenciaron que un entrenamiento respiratorio de alta intensidad es efectivo para aumentar la fuerza y resistencia de los músculos respiratorios, de la misma manera la disnea se ve reducida en personas con una debilidad muscular respiratoria post un accidente cerebrovascular.

## VIII. CONCLUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que un entrenamiento de la musculatura inspiratoria, de 4 semanas de duración, 3 veces por semana, con una intensidad del 30% de la PIMAX, de 6 series de 5 minutos, es capaz de generar:

- Un aumento de la fuerza de la musculatura inspiratoria en el 75% de los pacientes expresada a través de la PIMAX, y un aumento de la resistencia de la musculatura inspiratoria expresada en segundos a través del tiempo límite y en cmH<sub>2</sub>O a través de la presión inspiratoria máxima sostenida en el 100% de los pacientes ACV crónico.
- Un aumento del puntaje de la escala de Medida de Independencia Funcional en el 100% de todos los pacientes.
- Un aumento en la FIM motora de 3 puntos. Específicamente un aumento en los ítems de transferencia en el 50% de los pacientes (sujeto 2 y 4) y de locomoción en el 75% de los pacientes (sujeto 1, 2 y 3).
- Un aumento de la capacidad de realizar ejercicio en el 100% de los pacientes ACV crónico.
- Una disminución de la disnea de 1,5 puntos promedio pasando de una categoría de “algo severa” a “moderada”.

Por lo tanto, se puede concluir que este tipo de entrenamientos generó una mejoría en la independencia funcional y la capacidad de realizar ejercicio en los pacientes con ACV crónico que participaron en este estudio.

## **IX. LIMITACIONES**

En el presente estudio se pueden evidenciar mejorías en la independencia funcional y la capacidad de realizar ejercicio de los sujetos con ACV, mediante el entrenamiento de la musculatura inspiratoria, sin embargo el limitado número de participantes influyó finalmente en la representatividad de este, ya que si bien todos los sujetos recibieron el mismo estímulo al ser entrenados, las condiciones físicas y psicológicas de cada uno variaba incidiendo en el entrenamiento y a su vez en la evaluación final de estos mismos.

## **X. PROYECCIONES**

Actualmente en la salud pública de nuestro país no existen protocolos estandarizados para entrenar los músculos inspiratorios en pacientes secueledos de ACV debido a que no hay conciencia de la relevancia de este entrenamiento en este tipo de pacientes.

El ACV es una de las condiciones que generan mas discapacidad a nivel nacional, lo cual va a influir en la función respiratoria, traduciéndose en una disminución de la calidad de vida del paciente.

Se sugiere incorporar esta terapia dentro de las prestaciones que se le realizan a estos usuarios, ya que la introducción de este entrenamiento dentro del que hacer del profesional kinesiólogo podría ser una herramienta complementaria y efectiva en el tratamiento de estos usuarios, además de ser de baja complejidad, bajo costo y factible de realizar.

## XI. GLOSARIO

- **Accidente cerebro vascular (ACV):** Evento cardiovascular en alguna arteria del cerebro, de tipo isquémico o hemorrágico.
- **Actividades de la vida diaria (AVD):** Acciones que comúnmente realizan las personas en su diario vivir, como caminar, vestirse, etc.
- **Capacidad vital forzada (CVF):** Capacidad pulmonar compuesta por el VC (Volumen corriente) y el VRI (Volumen de reserva inspiratoria).
- **Functional independence measure (FIM)** (Medida de independencia funcional): Escala para medir la independencia funcional en actividades del cotidiano vivir.
- **Kilopodios (Kp):** Medida de carga en el ciclo ergómetro Monark 828E.
- **Mini-mental state examination (MMSE):** Escala para medir el estado cognitivo.
- **Presión espiratoria máxima (PEMAX):** Presión que ejercen los músculos que participan en la espiración.
- **Presión inspiratoria máxima sostenida (PIMS):** Mayor presión sostenida por 2 minutos en un dispositivo válvula umbral.
- **Presión inspiratoria máxima (PIMAX):** Presión que ejercen los músculos que participan en la inspiración.
- **Revoluciones por minuto (RPM):** Medida de frecuencia de pedaleo en ciclo ergómetro.
- **Sensación subjetiva de fatiga (RPM):** Sensación de agotamiento única de cada sujeto.
- **Test de carga incremental (TCI):** Test encargado de valorar la respuesta cardiopulmonar al ejercicio máximo.
- **Tiempo límite (TL):** Máximo de tiempo que se alcanza a una carga del 40% de la PIMAX.
- **Test de marcha en 6 minutos (TM6M):** Test para valorar la tolerancia al ejercicio submáximo.
- **VEF1:** Volumen espiratorio forzado en el primer segundo. (VEF1)
- **Saturación de oxígeno (SpO2):** Cantidad de oxígeno en sangre.

## **XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Alwan A. Global status report on noncommunicable diseases 2010. Geneva. World Health Organization 2011.

American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167(2):211-277.

Ana María Parra Morales, M. P. (2017). Mediciones de presión inspiratoria máxima y presión espiratoria. Caracterización de presión inspiratoria.

Arauz A, Ruiz-Franco A. Enfermedad vascular cerebral. Artículo de revisión. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*. 2012. Vol. 55.

Azevêdo, F., Araujo, D., & da Rocha, V. (2011). The neurological state and cognition of patients after a stroke. *Revista Da Escola de Enfermagem Da USP*, 1083-1088.

Beaumont, M., Forget, P., Couturaud, F., & Reyckler, G. (2018). Effects of inspiratory muscle training in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *The Clinical Respiratory Journal*, 2178-2188.

Barreiro, E. (2015). Normativa SEPAR sobre disfunción muscular de los pacientes. *ELSEVIER*, 1-12.

Bernardi, E., Pomidori, L., Bassal, F., Contoli, M., & Cogo, A. (2015). Respiratory muscle training with normocapnic hyperpnea improves ventilatory pattern and thoracoabdominal coordination, and reduces oxygen desaturation during endurance exercise testing in COPD patients. *International Journal of COPD*, 1899–1906.

Bellolio, M., Poblete, R., Cabrera, D., Stead, L., Alvizú, S., & Saldías, F. (2007). Evaluación y manejo del paciente con accidente isquémico transitorio. *Revista chilena de medicina intensiva*, 35-44.

Bravo Acosta, Tania, Alonso Díaz, Pablo Lino, del Valle Alonso, Orlando, Jané Lara, Alfredo, López Bueno, Yamilé, & Hernández Tápanes, Solangel. (2005). Entrenamiento de los músculos respiratorios. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 34.

Bravo, G., Richards, C. L., Corriveau, H., & Trottier, L. (2018). Converting Functional Autonomy Measurement System Scores of Patients Post-Stroke to FIM Scores. *Physiotherapy Canada*, 349–355.

Britto, R., Rezende, N., Marinho, K., Torres, J., Parreira, V., & Teixeira-Salmela, L. (2011). Inspiratory Muscular Training in Chronic Stroke Survivors: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*.

CDC/ Centros para el control y la prevención de enfermedades, e. i. (2007). guía de niosh sobre entrenamiento en espirometría. Virginia Occidental.

Chau N, Daler S, Andre JM, Patris A. Inter-rater agreement of two functional independence scales: the Functional Independence Measure (FIM) and a subjective uniform continuous scale. *Disability Rehabil* 1994; 16: 63-71

Chen PC, Liaw MY, Wang LY, et al. Inspiratory muscle training in stroke patients with congestive heart failure: a CONSORT-compliant prospective randomized single-blind controlled trial. *Medicine* 2016; 95:4856.

Cid-Juárez, Silvia, Miguel-Reyes, José Luis, Cortés-Télles, Arturo, Gochicoa-Rangel, Laura, Mora-Romero, Uri de Jesús, Silva-Cerón, Mónica, & Torre-Bouscoulet, Luis. (2015). Prueba cardiopulmonar de ejercicio: Recomendaciones y procedimiento. *Neumología y cirugía de tórax*, 74(3), 207-221.

Da Silva, I. D., & Silva, K. (2016). Nível de severidade e capacidade funcional de sujeitos pós-AVE e o acesso à reabilitação. *ConScientiae Saúde*, 135-142.

Dos SANTOS, R., Fontoura, S., Ibrahim, S., ROSSATO, D., & DIAS, A. (2019). Relationship between pulmonary function, functional independence and trunk control in patients with stroke. SANTOS, R. S. dos, DALL'ALBA, S. C. F., FORGIARINI, S. G. I., ROSSATO, D., DIAS, A. S., & FORGIARINI JUNIOR, L. A. (2019). Relationship between pulmonary funcArquivos de Neuro-Psiquiatria, 387-392.

Fernandes, M., Cabral, D., Pereira de Souza, R., Sekitani, H., Teixeira-Salmela, L., & Carneiro, G. (2012). Independência funcional de indivíduos hemiparéticos crônicos e sua relação com a fisioterapia. *Fisioterapia Em Movimento*, 333-341.

Gomes-Neto, M., Bernardone Saquetto, M., Magalhães Silva, C., Oliveira Carvalho, V., Ribeiro, N., & Sena Conceição, C. (2016). Effects of Respiratory Muscle Training on Respiratory Function, Respiratory Muscle Strength and Exercise Tolerance in Post-Stroke Patients: A Systematic Review with Meta-Analysis. *ARCHIVES OF PHYSICAL MEDICINE AND REHABILITATION*, 1-30.

Guillén-Solà, A., Messagi Sartor, M., Bofill Soler, N., Duarte, E., Barrera, M. C., & Marco, E. (2016). Respiratory muscle strength training and neuromuscular electrical stimulation in subacute dysphagic stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 31(6), 761–771.

Granger CV, Deutsch A, Linn RT. Rasch analysis of the Functional Independence Measure (FIM) Mastery Test. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79: 52-7

Hernández, F. (2011). Evento vascular isquémico en pacientes jóvenes. *Asociación mexicana de medicina de urgencias*, 67-78.

Illanes, S., & Díaz, V. (2008). Manejo inicial del accidente cerebrovascular (ACV) isquémico agudo. Los detalles hacen la diferencia. *Revista hospital clínico universidad de Chile*, 119-126.

Instituto de Sociologia, F. d. (2016). Propuesta de instrumento de evaluación de independencia. Santiago: Dirección de Estudios Sociales Instituto de Sociología y Centro Estudios de Vejez y Envejecimiento UC.

Cho, J.-E., Lee, H.-J., Kim, M.-K., & Lee, W.-H. (2017). The improvement in respiratory function by inspiratory muscle training is due to structural muscle changes in patients with stroke: a randomized controlled pilot trial. *Topics in Stroke Rehabilitation*.

Jo, M.-R., & Kim, N.-S. (2017). Combined respiratory muscle training facilitates expiratory muscle activity in stroke patients. *The Journal of Physical Therapy Science*.

Ju-hyeon Jung, N.-s. K. (2017). The correlation between diaphragm thickness, diaphragmatic excursion, and pulmonary function in patients with chronic stroke. *The Journal of Physical Therapy Science*.

Jung, J.-h., Shim, J.-m., Kwon, H.-y., Kim, H.-r., & Kim, B.-i. (2014). Effects of Abdominal Stimulation during Inspiratory Muscle Training on Respiratory Function of Chronic Stroke Patients. *Physical Therapy Science*, 73-76.

Jung, N.-J., Na, S.-S., & Kim, S.-K. (2017). The effect of the inspiratory muscle training. *The Journal of Physical Therapy Science*, 1954 –1956.

Jung, K.-M., & Bang, D.-H. (2017). Effect of inspiratory muscle training on respiratory capacity and walking ability with subacute stroke patients: a randomized controlled pilot trial. *The Journal of Physical Therapy Science*, 1-4.

Kamalesh, D., Gouranga, P., Ashoka, K., Bijoy, M., Bansi, B. (2007) Awareness of warning symptoms and risk factors of stroke in the general population and in survivors stroke. *Journal of Clinical Neuroscience*. 14: 12-16.

Kang, T.-W., & Kim, B.-R. (2018). Effects of Respiratory Muscle Training on the Respiratory Function, Balance, and Activities of Daily Living in Patients with Stroke. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 30(2):58-62.

Kapoor, A., Lanctot, K., Bayley, M., Herrmann, N., Murray, B., & Swartz, R. (2019). Screening for Post-Stroke Depression and Cognitive Impairment at Baseline Predicts Long-Term Patient-Centered Outcomes After Stroke. *Journal of Geriatric Psychiatry*.

Kim, J., Park, J. H., & Jim, J. (2014). Effects of Respiratory Muscle and Endurance Training using an Individualized Training Device on Pulmonary Function and Exercise Capacity in Stroke Patients. *Med Sci Monit*, 2543-2549.

Kulnik, S., Birring, S., Moxham, J., Rafferty, G., & Kalra, L. (2014). Does Respiratory Muscle Training Improve Cough Flow in Acute Stroke? Pilot Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Heart Association*, 447-453

Lai, S.-M., Studenski, S., Richards, L., Perera, S., Reker, D., Rigler, S., y otros. (2006). Therapeutic Exercise and Depressive Symptoms After Stroke. *Revista de la Sociedad Americana de Geriatria*.

López, R. E. (2014). Fisioterapia respiratoria en paciente con evento cerebrovascular en fase post aguda. *quetzaltenango*.

María Angélica Bazurto, M., Mauricio Durán, M., & Oscar Alberto Sáenz Morales, M. (2000). Consideraciones sobre fisiología pulmonar. *Revista Colombiana de Neumología*.

Martín-Valero, R., De La Casa Almeida, M., Casuso-Holgado, M. J., & Heredia-Madrado, A. (2015). Systematic Review of Inspiratory Muscle Training After Cerebrovascular Accident. *RESPIRATORY CARE*.

Menezes, K., Nascimento, L., Ada, L., Polese, J., Avelino, P., & Teixeira, L. (2016). Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 138-144.

Menezes, K. K., Nascimento, L., Alvarenga, M. T., Avelino, P., & Teixeira-Salmela, L. (2018). Prevalence of dyspnea after stroke: a telephone-based survey. *Brazilian Journal of Physical Therapy*.

Menezes, K., Nascimento, L., Avelino, P., Mota Alvarenga, M., & Teixeira-Salmela, L. (2018). Efficacy of Interventions to Improve Respiratory Function After Stroke. *RESPIRATORY CARE*.

Messaggi-Sartor, M., Guillen-Solà, A., Depolo, M., Duarte, E., Rodríguez, D., Barrera, M.-C., y otros. (2015). Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke. *American Academy of Neurology*.

MINSAL, Accidente Cerebrovascular Isquémico en personas de 15 años y más. Serie de guías clínicas GES 2013, Chile.

Moyano V, Á. (2010). El accidente cerebro vascular desde la mirada del rehabilitador. *Revista hospital clínico de la universidad de Chile.*, 348-355.

Myeong-Rae Jo, N.-S. K. (2017). Combined respiratory muscle training facilitates expiratory muscle activity in stroke patients. *The Journal of Physical Therapy Science*

National Institute of Neurological Disorders and Stroke (NINDS). 2007. Accidente cerebrovascular: Esperanza en la investigación. NIH 01-2222s.

Oh, D., Kim, G., Lee, W., & Sook, M. (2016). Effects of inspiratory muscle training on balance ability and abdominal muscle thickness in chronic stroke patients. *The Journal of Physical Therapy Science*, 107-111.

Pang, M. Y., J Eng, J., S Dawson, A., & Gylfadóttir, S. (2006). The use of aerobic exercise training in improving aerobic capacity in individuals with stroke: a meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 97-111.

Parreiras de Menezes, K. K., Rodrigues Nascimento, L., Ada, L., Avelino, P. R., Polese, J. C., Mota Alvarenga, M., y otros. (2018). High-Intensity Respiratory Muscle Training Improves Strength and Dyspnea Poststroke: A Double-Blind Randomized Trial. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 1-8.

Paolinelli G, Carlo, González H, Pilar, Doniez S, María Eugenia, Donoso D, Tatiana, & Salinas R, Viviana. (2001). Instrumento de evaluación funcional de la discapacidad en rehabilitación.: Estudio de confiabilidad y experiencia clínica con el uso del Functional Independence Measure. *Revista médica de Chile*, 129(1), 23-31.

Ramsook, A. H., Molgat-Seon, Y., Schaeffer, M. R., Wilkie, S. S., Camp, P. G., Reid, W. D., Guenette, J. A. (2017). Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle electromyography and dyspnea during exercise in healthy men. *Journal of Applied Physiology*, 1267–1275.

Riberto, M., Miyazaki, MH., Hamada, S., Lourenço, C., & Rizzo, L. (2007). Independência funcional em pessoas com lesões encefálicas adquiridas sob reabilitação ambulatorial. *Acta fisiátrica*, 87-94.

Riberto M, Miyazaki MH, Jucá SSH, Sakamoto H, Pinto PPN, Battistella LR. Validação da Versão Brasileira da Medida de Independência Funcional . *Acta Fisiátr.* 2004;11(2):72-76

Rodríguez, A. F. (2013). PICO FLUJO ESPIRATORIO MAXIMO. Sociedad española de alergología e inmunología clínica.

Rozo, A., & Jiménez, A. (2013). Medida de la independencia funcional con escala FIM en los pacientes con evento cerebro vascular del hospital militar central de Bogotá en el periodo octubre 2010- mayo 2011 . *Med*, 43-52.

Sivori, M., Benzo, R., Rhodius, E., Jolly, E., Boim, C., Saadia, M., . . . Azvalinsky, M. (2004). Consenso argentino de rehabilitación respiratoria, *Medicina*, 357-367.

Strong K, Mathers C, Bonita R. Preventing stroke: saving lives around the world. *Lancet Neurol.* 2007;6:182-87.

Sutbeyaz, S. T., Koseoglu, F., Inan, L., & Coskun, O. (2010). Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 24(3), 240–250

Teixeira-Salmela, L. F., Parreira, V. F., Britto, R. R., Brant, T. C., Inácio, É. P., Alcântara, T. O., & Carvalho, I. F. (2005). Respiratory Pressures and Thoracoabdominal Motion in Community-Dwelling Chronic Stroke Survivors. *Arch Phys Med Rehabil*, 1974-1978.

Xiao Y, Luo M, Wang J, Luo H. Inspiratory muscle training for the recovery of function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2012, Issue 5.

Vadassery, S., Kong, K., Lorraine Ho, W. M., & Seneviratna, A. (2019). Interview Functional Independence Measure score: self-reporting as a simpler alternative to multidisciplinary functional assessment. *Singapore Medical Journal*, 199-201.

Yoo, H.-J., & Pyun, S.-B. (2018). Efficacy of bedside respiratory muscle training in patients with stroke: A. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 1-28.

Ministerio de Salud/Instituto Nacional de Geriátría (2003). *Evaluación funcional de adulto mayor*. Proyecto FONDEF, Santiago de Chile.

Medicine, A. C. (2014). *Manual ACSM para la valoración del fitness relacionado con la salud*. Barcelona: Wolters Kluwer.

### XIII. ANEXOS

#### Anexo 1. Antecedentes clínicos.

## FICHA CLÍNICA

### *Datos personales*

Nombre:

Edad:                      Ocupación:

Previsión de salud:

Domicilio:

Con quién vive:

Escolaridad:

Básica                      Media                      Superior

Número de teléfono:

### *Anamnesis remota*

Antecedentes mórbidos:

HTA      DM      OBESIDAD      ARTROSIS      DEPRESIÓN      OSTEOPOROSIS

HIPOTIROIDISMO

EPOC      ASMA      ARTRITIS      ACV      INFARTO

PARKINSON      CA

HIPOACUSIA      ALTERACIÓN VISUAL

Otros:

Medicamentos de uso habitual:

Peso:                      Talla:

¿Tiene alguna alteración visual o auditiva?    Si                      No

Visual                      Uso de lentes: Si                      No

Auditiva                      Uso de audífonos: Si                      No

Antecedentes familiares:

Antecedentes Qx. O Tx.:

Hábitos:

OH      TABACO      EJERCICIO      ACTIVIDADES RECREATIVAS:

Especificaciones:

## Anexo 2. Minimental abreviado.

<b>EVALUACION COGNITIVA (MMSE ABREVIADO)</b>																										
<p><b>1. Por favor, dígame la fecha de hoy.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     Sondee el mes, el día del mes, el año y el día de la semana                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     Anote un punto por cada respuesta correcta                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">BIEN</td> <td style="text-align: center;">MAL</td> <td style="text-align: center;">N.S</td> <td style="text-align: center;">N.R</td> </tr> <tr> <td>Mes</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Día mes</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Año</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Día semana</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p>N.S = No sabe N.R = No responde</p> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		BIEN	MAL	N.S	N.R	Mes					Día mes					Año					Día semana				
	BIEN	MAL	N.S	N.R																						
Mes																										
Día mes																										
Año																										
Día semana																										
<p><b>2. Ahora le voy a nombrar tres objetos. Después que se los diga, le voy a pedir que repita en voz alta los que recuerde, en cualquier orden. Recuerde los objetos porque se los voy a preguntar más adelante. ¿Tiene alguna pregunta que hacerme?</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     Explique bien para que el entrevistado entienda la tarea. Lea los nombres de los objetos lentamente y a ritmo constante, aproximadamente una palabra cada dos segundos. Se anota un punto por cada objeto recordado en el primer intento.                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     Si para algún objeto, la respuesta no es correcta, repita todos los objetos hasta que el entrevistado se los aprenda (máximo 5 repeticiones). Registre el número de repeticiones que debió hacer.                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">CORRECTA</td> <td style="text-align: center;">NO SABE</td> </tr> <tr> <td>Arbol .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Mesa .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Avión .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p> <p>Número de repeticiones .....</p>		CORRECTA	NO SABE	Arbol .....			Mesa .....			Avión .....															
	CORRECTA	NO SABE																								
Arbol .....																										
Mesa .....																										
Avión .....																										
<p><b>3. Ahora voy a decirle unos números y quiero que me los repita al revés:</b></p> <p style="text-align: center;">1      3      5      7      9</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     Anote la respuesta (el número), en el espacio correspondiente.                 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     La puntuación es el número de dígitos en el orden correcto. Ej: 9 7 5 3 1 = 5 puntos                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right;">Respuesta Entrevistado</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">Respuesta Correcta</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">1</td> </tr> </table> <p>N° de dígitos en el orden correcto <span style="font-size: 2em;">↓</span></p> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	Respuesta Entrevistado						Respuesta Correcta	9	7	5	3	1													
Respuesta Entrevistado																										
Respuesta Correcta	9	7	5	3	1																					
<p><b>4. Le voy a dar un papel; tómelo con su mano derecha, dóblelo por la mitad con ambas manos y colóqueselo sobre las piernas:</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     Entréguele el papel y anote un punto por cada acción realizada correctamente.                 </div>	<p>Ninguna acción ..... 0</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Correcto</td> </tr> <tr> <td>Toma papel con la mano derecha .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Dobla por la mitad con ambas manos .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Coloca sobre las piernas .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		Correcto	Toma papel con la mano derecha .....		Dobla por la mitad con ambas manos .....		Coloca sobre las piernas .....																		
	Correcto																									
Toma papel con la mano derecha .....																										
Dobla por la mitad con ambas manos .....																										
Coloca sobre las piernas .....																										
<p><b>5. Hace un momento le leí una serie de 3 palabras y Ud., repitió las que recordó. Por favor, dígame ahora cuáles recuerda.</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;">                     Anote un punto por cada palabra que recuerde. No importa el orden.                 </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">CORRECTO</td> <td style="text-align: center;">INCORRECTO</td> <td style="text-align: center;">NR</td> </tr> <tr> <td>Arbol .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Mesa .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Avión .....</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>		CORRECTO	INCORRECTO	NR	Arbol .....				Mesa .....				Avión .....												
	CORRECTO	INCORRECTO	NR																							
Arbol .....																										
Mesa .....																										
Avión .....																										
<p><b>6. Por favor copie este dibujo:</b></p> <p>Muestre al entrevistado el dibujo con los círculos que se cruzan. La acción está correcta si los círculos no se cruzan más de la mitad. Contabilice un punto si el dibujo está correcto.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CORRECTO</td> <td style="text-align: center;">INCORRECTO</td> <td style="text-align: center;">NR</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	CORRECTO	INCORRECTO	NR																						
CORRECTO	INCORRECTO	NR																								
<p><b>Sume los puntos anotados en los totales de las preguntas 1 a 6</b></p>	<p style="text-align: right;">Suma total = <input style="width: 30px;" type="text"/></p> <p style="text-align: center;">El puntaje máximo obtenible es de 19 puntos. Normal = ≥14    Alterado = ≤13</p>																									

### Anexo 3. Consentimiento informado

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

**Título del Proyecto:** "efectos del Entrenamiento de la Musculatura Inspiratoria sobre la Capacidad de realizar ejercicio y la Independencia funcional en pacientes con ACV isquémico crónico"

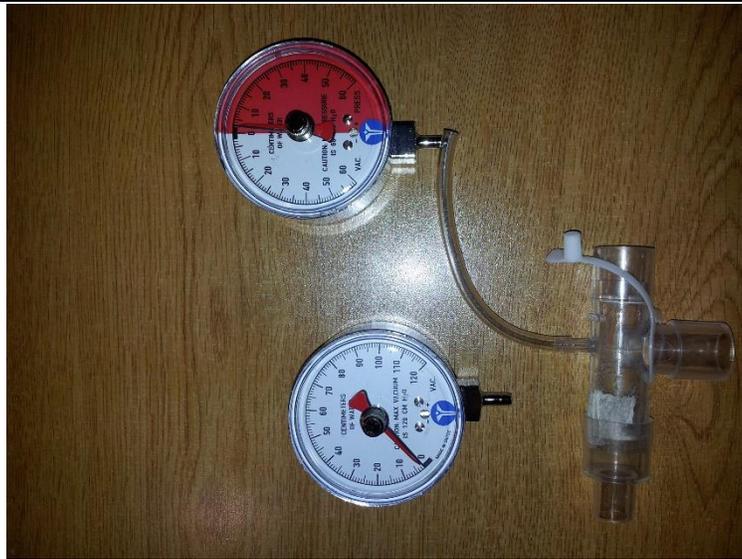
**Patrocinante:** Facultad de Ciencias De la Salud, Escuela de Kinesiología.

**Estimado Sr. (Sra., Srta.):** \_\_\_\_\_, el propósito de este documento es entregarle toda la información necesaria para que Ud. pueda decidir libremente si desea participar en la **INVESTIGACIÓN** que se le ha explicado verbalmente, y que a continuación se describe en forma resumida:

**Resumen del proyecto:** En esta sección debe indicar:

- **Objetivo:** Medir el impacto que tiene el entrenamiento de los músculos respiratorios en la capacidad de hacer ejercicio y la independencia funcional en pacientes que padecen accidente cerebrovascular (ACV)

- **Procedimientos:**
- La escuela de kinesiología de la universidad de Talca a través de un proyecto de pregrado, está invitando a participar a los sujetos de entre los 45 a 65 años con Accidente cerebrovascular (ACV) que tengan un tiempo mayor a 6 meses de evolución, el cual consiste en un entrenamiento para mejorar su capacidad de hacer ejercicio, tolerancia al ejercicio, calidad de vida y funcionalidad donde se elegirán 12 pacientes.
- Con respecto al procedimiento primero con el propósito de medir la fuerza de su musculatura respiratoria se le aplicará un test que consiste en respirar tranquilo durante 2 a 3 veces en un pimómetro (que se muestra en la foto de más abajo), luego eliminar lentamente todo el aire y desde ahí tomar aire lo más fuerte que pueda. Va a tener una pinza en la nariz y cuando tome aire bloquearemos la rama inspiratoria del instrumento para registrar cuánta presión hace al tomar aire. Esto dura 1 segundo. Se realizan 3 repeticiones y se registra el mayor valor obtenido. **Si usted obtiene menos del 70% de su fuerza de inspiración máxima, será candidato para participar del presente estudio.**



- Posteriormente usted responderá una encuesta con el objeto de medir su capacidad de comprender instrucciones para poder proceder con la realización de sus evaluaciones y el tratamiento en sí. Además usted responderá unas preguntas relacionadas con su salud con el fin de contextualizarlos en su actual estado de salud previo a la intervención que le realizaremos. Estas últimas evaluaciones, incluyendo la de fuerza de musculatura inspiratoria nos entregarán parámetros para definir si usted puede finalmente participar de este estudio.
- Usted será sometido a **evaluaciones de fuerza, resistencia y tiempo que tarda en fatigarse su musculatura inspiratoria** (evaluaciones de pimax, pims y tiempo límite). La **PIMAX** es la prueba que se realiza al comienzo con con el pimómetro (aparato de la foto) y que mide la fuerza de su musculatura inspiratoria (para tomar aire). La pims es la **presión inspiratoria máxima sostenida**, esto se refiere a cuánta carga sus músculos inspiratorios resisten mientras se le va aumentando la carga. Esto se hace con una válvula respiratoria (que se muestra más abajo), donde usted deberá respirar dentro, teniendo la pinza nasal puesta, y se le ejerce una presión de 9 centímetros de agua y esta va a ir aumentando cada 2 minutos para saber si su musculatura lo resiste. Finalmente, para evaluar cuanto tiempo tarda en que su musculatura respiratoria se canse, se hará la evaluación del **tiempo límite**, que se hace con la misma válvula, respirando de la misma forma, donde se le pone el 40% del valor que obtuvo en la **PIMAX**, como carga en la válvula y ver cuánto tiempo tarda en cansarse respirando con esta carga. Mediante los resultados obtenidos, se procederá a planificar un entrenamiento individualizado para cada paciente con una carga del **30% de su valor obtenido en evaluación de PIMAX**. Estas evaluaciones se realizarán antes y después de haber finalizado el entrenamiento, para comprobar que este se realizó y fue efectivo.



- Una vez que se han hecho estas evaluaciones, se procederá a evaluar las variables que pretendemos cambiar con este estudio. Estas evaluaciones son:
- Se le evaluará su grado de funcionalidad mediante la aplicación de una escala llamada **medida de independencia funcional**, el cual consta de 6 ítems que evalúan distintos grados de independencia basándose en la persona a la que se le aplican, obteniéndose un puntaje final que servirá para clasificar al sujeto en un nivel determinado de funcionalidad.
- Se le va a realizar un **Test de Carga Incremental** en cicloergómetro, prueba que consta de 3 minutos de calentamiento sin carga, tomando a los 3 minutos signos vitales (presión arterial, frecuencia cardiaca, Saturación, Falta de aire, Fatiga). Luego se irá aplicando carga cada 2 minutos, y se irá registrando los signos vitales cada 5 minutos. Esta prueba se dará por finalizada si algunos de los parámetros tanto hemodinámicos (PA, FC), como ventilatorios (falta de aire, Saturación, Fatiga) se vean alterados. Posterior a esto, se volverá a un estado sin carga, donde estas condiciones se estabilice y se finalizará la prueba.



- El entrenamiento consiste en respirar mediante una válvula durante 2 minutos, este será 6 series de 5 minutos, con 1 minuto de descanso.

Posteriormente, cada 15 días se realizará una nueva medición de evaluaciones de la misma forma previa al entrenamiento, para la obtención de nuevos resultados tomando como referencia el mismo 30% del valor obtenido, y modificar la carga del entrenamiento. La duración del entrenamiento será de un total de 8 semanas, 3 veces por semana dando un total de 24 sesiones.

- Cabe mencionar que todas las evaluaciones que se realizarán en este proyecto se realizarán pre y post entrenamiento de la musculatura respiratorio para poder evidenciar los resultados antes y después de que los sujetos realicen el EMI.

#### **Beneficios:**

En la evidencia científica propuesta en el estudio de Jung, en su estudio dice que el entrenamiento de la musculatura respiratoria:

La evidencia científica demuestra que un efectivo entrenamiento de la musculatura respiratoria aumenta la fuerza de esta misma como también la resistencia; lo que se traduce también en una mejora de la función pulmonar, todo esto conlleva en un mejor funcionamiento del aparato respiratorio y la disponibilidad de oxígeno que se tiene en el organismo, traduciéndose en generalmente en una menor sensación de cansancio e incluso en una mejora en la capacidad de toser, promoviendo una vías respiratorias más limpias y así evitando un eventual riesgo de infecciones.

#### **● Riesgos:**

Si bien ninguna medición involucra algún peligro para su integridad, en caso de que durante el transcurso del procedimiento se manifieste cierto malestar, ya sea, vómitos, mareos, sudoración excesiva, ahogo o no desee continuar, se suspenderá la evaluación o intervención y se prestará asistencia necesaria en caso de ser requerida. En caso de que sufras algún evento cardiovascular como por ejemplo un infarto agudo al miocardio, trombosis u otro, durante el transcurso de las sesiones de entrenamiento todos los investigadores cuentan con capacitación en Resucitación Cardiopulmonar, además el CESFAM Carlos Trupp cuenta con un flujograma de urgencia que se activa frente a cualquier evento de urgencia.

- **Este estudio será utilizado con fines académicos, terapéuticos y sociales, ya que se busca mejorar e implementar el tratamiento respiratorio de los pacientes con ACV en un futuro.**

- **Costos:** Esta investigación no tendrá un costo asociado para usted, y todos los materiales serán facilitados por la escuela de kinesiología de la universidad de Talca. **En caso de sufrir alguna**

**complicación durante el transcurso de la investigación y que sea causante directa por su participación en esta, significándole gastos extras, los investigadores asumirán la responsabilidad de dichos costos.**

- ***Confidencialidad:*** Los datos recopilados durante el proceso, se guardaran en un computador personal de uno de los encargados del proyecto. Sin embargo, si algún sujeto necesita información sobre sus propios datos, el grupo estará con la disposición de mostrárselos. Al finalizar el proyecto de intervención, estos datos serán publicados en un informe, en el cual solo irán los datos de las evaluaciones, y la evolución de cada paciente, siempre manteniendo el anonimato de los sujetos.
- los datos que serán recopilados en la investigación serán exclusivamente utilizados con fines científicos y en ningún momento se darán a conocer sus nombres y resultados a terceros. resguardando por completo su identidad. los resultados serán guardados en el computador personal pertenecientes al investigador principal por un plazo de dos años. al momento de la presentación de los resultados obtenidos en el estudio no se publicaran sus nombres. una vez terminado el estudio se le informará sobre sus resultados a través de un informe, siempre resguardando y cuidando su privacidad.

- Comunicación con el investigador: En caso de cualquier emergencia o duda el participante se puede comunicar con la investigadora Carmen Gloria Zambrano de Lunes a Viernes desde las 18:00 a 20:00 horas en la Universidad de Talca, a través del celular: +56982062920 o por el correo: [czambrano@utalca.cl](mailto:czambrano@utalca.cl) . Así como también las vías de comunicación con el comité de Bioética de la Facultad (Guillermo Ramírez Tobar, [gramirez@utalca.cl](mailto:gramirez@utalca.cl))

- A cada uno de los pacientes se les hará llegar un informe personalmente de sus resultados posteriores al entrenamiento, mediante una última sesión destinada a esto.

- **Estimado participante recuerde que la decisión de participar es absolutamente suya. Puede aceptar o rechazar la investigación, e incluso arrepentirse de su primera decisión.**

## Declaración

He recibido una explicación satisfactoria sobre el propósito de la investigación, así como de los beneficios sociales o comunitarios que se espera éstos produzcan.

He sido informado/a sobre las eventuales molestias, incomodidades y riesgos de mi participación en la investigación.

He sido también informado/a que los procedimientos que se realicen, no implican un costo que yo deba asumir. Mi participación en el procedimiento no involucra un costo económico alguno que yo deba solventar (hacerme cargo).

Estoy en pleno conocimiento que la información obtenida con la actividad en la cual participaré, será absolutamente confidencial, esto significa que sólo el equipo investigador tendrá acceso a mis datos y nadie más. En caso de que la información obtenida del estudio sea publicada ésta se mantendrá anónima, esto significa que no aparecerá ningún dato con el que puedan identificarme en libros, revistas y otros medios de publicidad derivadas de la investigación ya descrita.

***Sé que la decisión de participar en esta investigación, es absolutamente voluntaria. Si no deseo participar en ella, o una vez iniciada la investigación no deseo seguir colaborando, puedo hacerlo sin problemas y sin tener que dar ninguna explicación. Para esto último sólo debo presentarme en el Laboratorio de rehabilitación cardiopulmonar de la Universidad de Talca con la kinesióloga Carmen Gloria Zambrano para firmar la hoja de revocación.***

Adicionalmente, los investigadores responsables:

- Camilo Castro ; [ccastro14@alumnos.otalca.cl](mailto:ccastro14@alumnos.otalca.cl); +56967257278
- Felipe Díaz ; [fdiaz14@alumnos.otalca.cl](mailto:fdiaz14@alumnos.otalca.cl); +56961403911
- Felipe Jara ; [fjara15@alumnos.otalca.cl](mailto:fjara15@alumnos.otalca.cl); +56996186513
- Eduardo Soto ; [esoto13@alumnos.otalca.cl](mailto:esoto13@alumnos.otalca.cl); +56955118214
- **Profesor Guía:** Carmen G. Zambrano; [czambrano@otalca.cl](mailto:czambrano@otalca.cl); +56982062920

Han manifestado su voluntad de aclarar cualquier duda que me surja, antes, durante y después de mi participación en la actividad. Además si usted desea realizar sus consultas personalmente la ubicación para estos efectos es el laboratorio de rehabilitación cardiopulmonar de

kinesiología de la Universidad de Talca, con la investigadora klga. Carmen Gloria Zambrano, en la escuela de Kinesiología, +56982062920 , en el horario comprendido entre las 14:20 y las 15:30 hrs.

También puede contactarse con el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias de la Salud, a través del profesor Guillermo Ramírez Tobar, gramirez@utalca.cl

**ACEPTACIÓN:**

**He leído el documento, entiendo las declaraciones contenidas en él y la necesidad de hacer constar mi consentimiento, para lo cual lo firmo libre y voluntariamente, recibiendo en el acto copia de este documento ya firmado.**

Yo,

.....,  
Cédula de identidad o pasaporte N°.....de  
nacionalidad....., mayor de edad, con domicilio en

....., **Consiento** en participar en la investigación denominada: "Efectos Del Entrenamiento De La Musculatura Inspiratoria En La Independencia Funcional y La Capacidad De Realizar Ejercicio en Pacientes Con ACV Isquémico crónico" , y **autorizo** a la Srta. Carmen Gloria Zambrano, investigadora responsable del proyecto y/o a quienes éste designe como sus colaboradores directos y cuya identidad consta al pie del presente documento, para realizar el (los) procedimiento (s) requerido (s) por el proyecto de investigación descrito.

Fecha: ...../...../.....

Hora:

.....

Firma de la persona que consiente (agregar firma representante legal si corresponde):

.....

Investigador responsable: Carmen Gloria Zambrano	
Nombre	Firma
Co-investigador 1: Camilo Castro Ortiz	
Nombre	Firma
Co-investigador 2: Felipe Díaz Hidalgo	
Nombre	Firma
Co-investigador 3: Felipe Jara Garrido	
Nombre	Firma
Co-investigador 4: Eduardo Soto Abarca	
Nombre	Firma

**RECHAZO**

**He leído el documento, entiendo las declaraciones contenidas en él. Sin embargo, rechazo otorgar mi consentimiento, para lo cual firmo libre y voluntariamente el siguiente documento, recibiendo en el acto copia de éste ya firmado.**

Yo,

.....,  
 Cédula de identidad o pasaporte N°.....de  
 nacionalidad....., mayor de edad, con domicilio en  
 ....., **No Consiento** en  
 participar en la investigación denominada: "Efectos Del Entrenamiento De La Musculatura Inspiratoria En La independencia funcional y la Capacidad De Realizar Ejercicio en Pacientes Con ACV Isquémico crónico" , y **no autorizo** a la Srta. Carmen Gloria Zambrano, investigadora responsable del proyecto y/o a quienes éste designe como sus colaboradores directos y cuya identidad consta al pie del presente documento, para realizar el (los) procedimiento (s) requerido (s) por el proyecto de investigación descrito.

Fecha: ...../...../..... Hora: .....

.....

Firma de la persona que rechazo (agregar firma representante legal si corresponde):

.....

Investigador responsable: Carmen Gloria Zambrano		
	Nombre	Firma
Co-investigador 1: Camilo Castro Ortiz		
	Nombre	Firma
Co-investigador 2: Felipe Díaz Hidalgo		
	Nombre	Firma
Co-investigador 3: Felipe Jara Garrido		
	Nombre	Firma
Co-investigador 4: Eduardo Soto Abarca		
	Nombre	Firma

**REVOCACIÓN**

**Mediante la presente revoco lo anteriormente firmado, para lo cual firmo este nuevo documento libre y voluntariamente, recibiendo en el acto copia de este documento ya firmado.**

Yo, ..... Cédula de identidad o pasaporte N°.....de nacionalidad....., mayor de edad, con domicilio en ....., **Revocó** lo anteriormente firmado.

Fecha: ...../...../..... Hora: .....

Firma de la persona que consiente (agregar firma representante legal si corresponde):

.....

Investigador responsable: Carmen Gloria Zambrano	
Nombre	Firma
Co-investigador 1: Camilo Castro Ortiz	
Nombre	Firma
Co-investigador 2: Felipe Díaz Hidalgo	
Nombre	Firma
Co-investigador 3: Felipe Jara Garrido	
Nombre	Firma
Co-investigador 4: Eduardo Soto Abarca	
Nombre	Firma

## Anexo 4. Protocolos para evaluación de la musculatura respiratoria por ATS

<b>American Thoracic Society/European Respiratory Society</b>	
<b>ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing</b>	
THIS JOINT STATEMENT OF THE AMERICAN THORACIC SOCIETY (ATS), AND THE EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY (ERS) WAS ADOPTED BY THE ATS BOARD OF DIRECTORS, MARCH 2001 AND BY THE ERS EXECUTIVE COMMITTEE, JUNE 2001	
<b>Introduction</b> .....	520
<b>1. Tests of Overall Respiratory Function</b>	
G. John Gibson, William Whitelaw, Nikolaos Siafakas	
Static Lung Volumes .....	521
Dynamic Spirometry and Maximum Flow .....	521
Maximum Voluntary Ventilation .....	522
Arterial Blood Gases: Awake .....	522
Measurements during Sleep .....	523
Tests of Respiratory Control .....	524
Carbon Monoxide Transfer .....	525
Exercise Testing .....	526
Conclusion .....	526
<b>2. Tests of Respiratory Muscle Strength</b>	
Malcolm Green, Jeremy Road, Gary C. Sieck, Thomas Similowski	
Pressure Measurements .....	528
Devices for Measuring Pressures .....	528
Techniques for Pressure Measurement .....	530
Volitional Tests of Respiratory Muscle Strength .....	531
Pressures Obtained via Phrenic Nerve Stimulation .....	535
Abdominal Muscle Stimulation .....	542
Conclusion .....	542
<b>3. Electrophysiologic Techniques for the Assessment of Respiratory Muscle Function</b>	
Thomas K. Aldrich, Christer Sinderby, David K. McKenzie, Marc Estenne, Simon C. Gandevia	
Electromyography .....	548
Stimulation Tests .....	554
Conclusion .....	556
Summary .....	557
<b>4. Tests of Respiratory Muscle Endurance</b>	
Thomas Clanton, Peter M. Calverly, Bartolome R. Celli	
Measures of Respiratory Muscle Activity	
Used in Endurance Testing .....	559
Ventilatory Endurance Tests .....	562
Endurance to External Loads .....	564
Endurance of the Diaphragm .....	568
Conclusion .....	569
<b>5. Assessment of Respiratory Muscle Fatigue</b>	
Gerald S. Supinski, Jean Will Fitting, François Bellemare	
Types of Fatigue .....	571
Tests of Respiratory Muscle Fatigue .....	572
Conclusion .....	578
<b>6. Assessment of Chest Wall Function</b>	
Stephen H. Loring, Andre de Troyer, Alex E. Grassino	
Pressures in the Chest Wall .....	580
Assessment of the Properties of the Relaxed Human Chest Wall: Rahn Diagram .....	580
Assessment of the Function of the Active Chest Wall: Campbell Diagram .....	581
Estimation of Ventilation Based on Chest Wall Motion: Konno-Mead Diagram .....	582
Devices Used to Monitor Breathing: Pneumograph, Magnetometer, and Respiratory Inductive Plethysmograph .....	583
Optical Devices Used to Measure Chest Wall Motion .....	584
Inferring Respiratory Muscle Contribution to Breathing from Chest Wall Motion .....	584
Inferring Respiratory Muscle Contribution to Breathing from the Esophageal-Gastric Pressure Relationship: Macklem Diagram .....	585
Inferring Respiratory Muscle Contribution to Breathing from Pressure-Volume Relationships .....	585
Inferring Diaphragm Activation and Electromechanical Effectiveness from EMG .....	585
Conclusion .....	586
<b>7. Imaging Respiratory Muscle Function</b>	
Neil B. Pride, Joseph R. Rodarte	
Transmission Radiography .....	588
Ultrasound .....	589
Volumetric Imaging .....	591
Nuclear Medicine .....	591
Summary .....	591

Am J Respir Crit Care Med Vol 166, pp 518-624, 2002  
 DOI: 10.1164/rccm.166.4.518  
 Internet address: www.atsjournals.org

**Methodology.** Pmo is measured at the side port of a mouthpiece. It should be possible to occlude the mouthpiece at the distal end and a small leak should be incorporated to prevent glottic closure during inspiratory or expiratory maneuvers (26). The type of mouthpiece used can significantly influence the results (27). The issue of the lung volume at which Pmo should be measured during static efforts is addressed in the section on volitional tests (see subsequent section), and the various maneuvers that can be used to obtain useful Pmo data during phrenic nerve stimulation are described in the section on phrenic nerve stimulation (see subsequent section).

Pnas is measured with a polyethylene catheter held in one nostril by a soft, hand-fashioned occluding plug; respiratory maneuvers are performed through the contralateral nostril (23).

A standard mouthpiece for Pmo, or a nasal plug (custom made or commercially available) for Pnas, and one pressure transducer are required. Portable Pmo devices (28) are useful for screening and bedside studies.

**Advantages of mouth pressure and nasal sniff pressure.** The main advantage of Pmo and Pnas are their simplicity and ease of use, both for the operator and for the subject.

**Disadvantages of mouth pressure and nasal sniff pressure.** The measurement of Pmo does not allow the investigator to discriminate between weakness of the different respiratory muscles. When Pmo or Pnas is used as a substitute for Pes during dynamic maneuvers (sniff test, phrenic nerve stimulation), glottic closure or airway characteristics may prevent adequate equilibration.

#### VOLITIONAL TESTS OF RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH

The principal advantage of volitional tests is that they give an estimate of inspiratory or expiratory muscle strength, are simple to perform, and are well tolerated by patients. Passage of balloon catheter systems into the esophagus and/or stomach is not usually required. However, it can be difficult to ensure that the subject is making a truly maximal effort. Although normal subjects can potentially activate peripheral and respiratory muscles fully during voluntary efforts (29), even experienced physiologists cannot always do this reliably for respiratory efforts (30) and naive subjects have even greater difficulty (31). Thus, it is hard to be certain whether low mouth pressure measurements truly represent reduced strength, or merely reduced neural activation. Indeed, there may be some activation of agonist muscles simultaneously (32). However, in practice a normal result can be of value in precluding clinical weakness.

#### Maximal Static Inspiratory and Expiratory Pressure

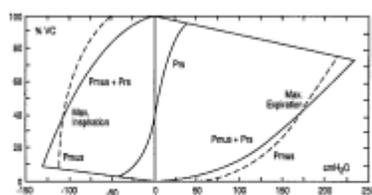
**Scientific basis.** Measurement of the maximum static inspiratory pressure that a subject can generate at the mouth (Pimax) or the maximum static expiratory pressure (P<sub>Emax</sub>) is a simple way to gauge inspiratory and expiratory muscle strength. The pressure measured during these maneuvers reflects the pressure developed by the respiratory muscles (Pmus), plus the passive elastic recoil pressure of the respiratory system including the lung and chest wall (Prs) (Figure 2 [33]). At FRC, Prs is zero so that Pmo represents Pmus. However, at residual volume (RV), where Pimax is usually measured, Prs may be as much as -30 cm H<sub>2</sub>O, and thus makes a significant contribution to Pimax of up to 30% (or more if Pmus is decreased). Similarly, P<sub>Emax</sub> is measured at total lung capacity (TLC), where Prs can be up to +40 cm H<sub>2</sub>O. Clinical measures and normal values of Pimax and P<sub>Emax</sub> do not conventionally subtract the respiratory system recoil.

The mouth pressures recorded during these maneuvers are assumed to reflect respiratory muscle strength (Pmus) if Prs is subtracted. However, maximum muscle strength in skeletal muscles is the force developed under isometric conditions with a muscle at its optimal length. In generating pressures during respiratory maneuvers, muscle shortening (or lengthening) may occur, with changes in force-velocity and force-length relationships (34-36). The relationship between the tension (force) generated by a respiratory muscle (strength) and the pressure produced in the thorax or mouth is complex. The diaphragm is both a curved structure and acts as a piston so that the pressure or force per unit area output is only indirectly related to muscle tension. In addition, the mechanical linkage of each individual respiratory muscle within the chest wall and with other inspiratory or expiratory muscles influences the net pressure produced. Thus, even though activation may be maximal, the pressure produced is derived from a complex set of interactions within and between muscles and the chest wall and its contents. Nevertheless, it is the pressure developed by the inspiratory muscles that drives ventilation and, in spite of the many assumptions, these measures can usefully reflect global respiratory muscle strength for clinical evaluation as well as physiological studies. Thus, when respiratory muscle weakness occurs, the Pimax can be more sensitive than the VC because the relationship between VC and Pimax is curvilinear (37), so that decreases in respiratory muscle strength occur before decreases in lung volume can be identified. On the other hand, between- and within-individual variation in muscle strength is considerably greater than that for vital capacity. Between-individual variability may reflect the large variations in strength in normal individuals.

Because of the force-length relationship and the varying contribution of Prs, Pimax and P<sub>Emax</sub> vary markedly with lung volume (38). Subjects find it easier to maximize their inspiratory efforts at low lung volumes and expiratory efforts at high volumes; therefore, by convention and to standardize measurement, Pimax is measured at or close to RV and P<sub>Emax</sub> at or close to TLC. In some laboratories Pimax and P<sub>Emax</sub> are measured at FRC, and this may be more accurate for certain research studies, but in this case the lung volume should be specifically stated (39). In patients with abnormally high lung volumes (e.g., patients with COPD), a low Pimax may partly reflect the shortened inspiratory muscle fiber length associated with increased lung volume at RV rather than reduced inspiratory muscle strength (Figure 3). Furthermore, hyperinflation is often associated with intrinsic positive end-expiratory pressure (PEEPi), so inspiratory efforts start from a negative airway pressure. Thus, if Pimax is measured as the maximal negative airway pressure, it will underestimate the actual pressure generated by the inspiratory muscles. Optimally, under such circumstances, Pimax should be measured as the total negative deflection of the occluded airway pressure during the inspiratory effort, including the effort required to draw down PEEPi.

**Methodology.** A number of authors have reported normal values for Pimax and P<sub>Emax</sub> (see Table 2 [26, 40-44]). The variation between these results presumably indicates differences between the groups studied and the way in which the tests were performed and measured. Here, we propose a standardized approach to test performance and measurement.

Flanged mouthpieces are readily available in pulmonary function laboratories and although they give values somewhat lower than those obtained with a rubber tube mouthpiece, the differences are not usually material in a clinical setting (27). These mouthpieces are also easier for patients to use, especially those with neuromuscular weakness. The flanged mouthpiece



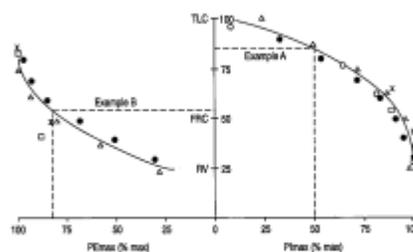
**Figure 2.** Relationship of muscle and respiratory pressures at different lung volumes. Vertical axis: lung volume as a percentage of vital capacity (%VC). Horizontal axis: alveolar pressure in cm H<sub>2</sub>O. The broken lines indicate the pressure contributed by the muscles. P<sub>max</sub> = pressure developed by the respiratory muscles; P<sub>rs</sub> = pressure of the respiratory system. Reprinted by permission from Reference 33.

can be attached to a short, rigid tube with a three-way tap or valve system to allow normal breathing followed by either a maximum inspiratory or expiratory maneuver (Figure 4). For research studies it may be preferable to use a rubber tube as mouthpiece (26). However, this has to be held tightly around the lips, to prevent leaks. This can be difficult for patients and naive subjects particularly at high pressures, leading to significant pressure losses. The system requires a small leak (approximately 2-mm internal diameter [id] and 20–30 mm in length) to prevent glottic closure during the P<sub>max</sub> maneuver and to reduce the use of buccal muscles during the P<sub>max</sub> maneuver. The inspiratory and expiratory pressure must be maintained, ideally for at least 1.5 seconds, so that the maximum pressure sustained for 1 second can be recorded. The peak pressure may be higher than the 1 second of sustained pressure but is believed to be less reproducible.

Historically, the aneroid manometer was used to measure the pressure but this is not recommended as the analog signal on the dial can be difficult to read accurately and pressure transients are difficult to eliminate. Mercury should be avoided for safety reasons. A recording system should be used to collect the pressure data and display it in analog form (strip chart recorder), or it can be digitized and displayed for measurement (28) or the 1-second average computed (Figure 5). The pressure transducers should be calibrated regularly against a fluid manometer with baseline pressure equal to atmospheric pressure.

The test should be performed by an experienced operator, who should strongly urge subjects to make maximum inspiratory (Mueller maneuver) and expiratory (Valsalva maneuver) efforts at or near RV and TLC, respectively. Subjects are normally seated and noseclips are not required. Because this is an unfamiliar maneuver, careful instruction and encouraged motivation are essential. Subjects often need coaching to prevent air leaks around the mouthpiece and to support the cheeks during the expiratory efforts, and this may be helped by having them pinch their lips around the mouthpiece. Once the operator is satisfied, the maximum value of three maneuvers that vary by less than 20% is recorded. Less variability may be necessary in a research setting, but even low variability may not guarantee that maximal efforts have been made (45).

**Advantages.** The pressures measured at the mouth during maximum inspiratory or expiratory maneuvers are widely used specific tests of respiratory muscle strength. Normal values are available for adults, children, and the elderly. The tests are not complicated to perform and are well tolerated by patients. The recent development of hand-held pressure meters means the technique may be easily used at the bedside (28).



**Figure 3.** Relationship between maximal static respiratory pressure (P<sub>max</sub>, P<sub>max</sub>) and lung volume. Pressures are expressed as a percentage of maximum and the lung volume is expressed as a percentage of TLC. Symbols are data from different studies (39). Example A represents a patient with emphysema whose RV is 85% TLC, at which lung volume his predicted P<sub>max</sub> is only 50% of that at normal RV. Conversely, Example B represents a patient with lung fibrosis with TLC of 55% predicted, at which volume her P<sub>max</sub> is 82% maximum. Reprinted by permission from Reference 39.

**Disadvantages.** These tests are volitional and require full cooperation. Accordingly, a low result may be due to lack of motivation and does not necessarily indicate reduced inspiratory or expiratory muscle strength.

**Normal values and applications.** The recorded values of P<sub>max</sub> and P<sub>max</sub> may be compared with published normal values (Table 2). The values that most closely reflect the protocol described here with a flanged mouthpiece, are those obtained by Wilson and coworkers (43). Normal values for the elderly (46–48) and children (43, 49–51) have been reported. The normal ranges are wide (Table 2), so that values in the lower quarter of the normal range are compatible both with normal strength and with mild or moderate weakness. However, a P<sub>max</sub> of  $-80$  cm H<sub>2</sub>O usually excludes clinically important inspiratory muscle weakness. Values less negative than this are difficult to interpret and in such circumstances it would be appropriate to undertake more detailed studies. A normal P<sub>max</sub> with a low P<sub>max</sub> suggests isolated diaphragmatic weakness.

**Regional measurements.** Static respiratory muscle pressures generated against a closed airway can be recorded from bal-

**TABLE 2. REFERENCE NORMAL RANGES FOR P<sub>max</sub> AND P<sub>max</sub>\***

No.	P <sub>max</sub>	P <sub>max</sub>	Source (Ref.)	Mouthpiece Design
<b>Male</b>				
106	23.4 ± 4.5	12.7 ± 3.1	40	Tube
60	22.8 ± 4.1	12.1 ± 2.1	26	Tube
80	21.2 ± 4.4	12.4 ± 2.7	41	Tube
325	15.1 ± 8.0	11.1 ± 3.5	42	Flanged
80	14.4 ± 3.3	10.4 ± 3.0	43	Flanged
46	13.7 ± 3.7	10.3 ± 2.5	44	Flanged
<b>Female</b>				
94	16.1 ± 2.9	9.6 ± 2.4	40	Tube
60	14.9 ± 2.6	8.5 ± 1.5	26	Tube
121	13.5 ± 6.7	8.9 ± 2.4	41	Tube
480	9.2 ± 3.2	7.0 ± 2.6	42	Flanged
87	9.1 ± 1.6	7.2 ± 2.1	43	Flanged
60	8.7 ± 2.3	6.9 ± 2.3	44	Flanged

Definition of abbreviations: P<sub>max</sub> = maximum static expiratory pressure; P<sub>max</sub> = maximum static inspiratory pressure.

\* Values represent kilopascals (1 kPa = 10.19 cm H<sub>2</sub>O), mean ± SD.

Reprinted by permission from Reference 27.

## Anexo 5. Escala de la Medida de Independencia funcional

Escala de Medida de Independencia Funcional (FIM)

Nombre y Apellido del beneficiario causante: .....

D.N.I: .....

FIM Total	Dominio	Categorías	Puntaje
126 puntos	Motor 91 puntos	<b>Autocuidado</b>	
		1. Alimentación	
		2. Arreglo personal	
		3. Baño	
		4. Vestido hemicuerpo superior	
		5. Vestido hemicuerpo inferior	
		6. Aseo perineal	
		<b>Control de esfínteres</b>	
		7. Control de vejiga	
		8. Control de intestino	
		<b>Movilidad</b>	
	9. Traslado de la cama a silla o silla de ruedas		
	10. Traslado al baño		
	11. Traslado en bañera o ducha		
	<b>Ambulación</b>		
	12. Caminar/desplazarse en silla de ruedas		
	13. Subir y bajar escaleras		
	Cognitivo 35 puntos	<b>Comunicación</b>	
14. Comprensión			
15. Expresión			
<b>Conocimiento social</b>			
16. Interacción social			
		17. Solución de problemas	
		18. Memoria	
<b>Total</b>			

Cada ítem será puntuado de 1 a 7 de la siguiente manera

Grado de dependencia	Nivel de funcionalidad
Sin ayuda	7. Independencia completa 6. Independencia modificada
Dependencia modificada	5. Supervisión 4. Asistencia mínima (mayor del 75% de independencia) 3. Asistencia moderada (mayor del 50% de independencia)
Dependencia completa	2. Asistencia máxima (mayor del 25% de independencia) 1. Asistencia total (menor del 25% de independencia)

**1- ALIMENTACION**

Implica uso de utensillos, masticar y tragar la comida. Especifique grado de supervisión o asistencia necesarias para la alimentación del paciente y que medidas se han tomado para superar la situación.

---

---

**2-ASEO PERSONAL**

Implica lavarse la cara y manos, peinarse, afeitarse o maquillarse, lavarse los dientes. Indique las características de esta asistencia. ¿Es necesaria la supervisión y / o preparación de los elementos de higiene?

---

---

**3-HIGIENE**

Implica aseo desde el cuello hacia abajo, en bañera, ducha o baño de esponja en la cama. Indique si el baño corporal requiere supervisión o asistencia, y el grado de participación del paciente.

---

---

**4-VESTIDO PARTE SUPERIOR**

Implica vestirse desde la cintura hacia arriba, así como colocar órtesis y prótesis. Características de la dependencia.

---

---

**5-VESTIDO PARTE INFERIOR**

Implica vestirse desde la cintura hacia abajo, incluye ponerse zapatos, abrocharse y colocárselos. Características de la dependencia.

---

---

**6-USO DEL BAÑO**

Implica mantener la higiene perineal y ajustar las ropas antes y después del uso del baño o chata.

---

---

**7-CONTROL DE INTESTINOS**

Implica el control completo e intencional de la evaluación intestinal, y el uso de equipo o agentes necesarios para la evaluación. Ejemplo catéteres o dispositivos de Ostomía. Frecuencia.

---

---

**8-CONTROL DE VEJIGA**

Implica el control completo e intencional de la evaluación vesical, y el uso de equipos o agentes necesarios para la evacuación, como sondas o dispositivos absorbentes. Frecuencia.

---

---

**9-TRANSFERENCIA A LA CAMA, SILLA, O SILLA DE RUEDAS**

Implica pasarse hacia la cama, silla, silla de ruedas, y volver a la posición inicial. Si camina lo debe hacer a pie. Grado de participación del paciente.

---

---

**10-TRANSFERENCIA AL BAÑO**

Implica sentarse y salir del inodoro. Grado de participación del paciente.

---

---

**11-TRANSFERENCIA A LA DUCHA O BAÑERA**  
Implica entrar y salir de la bañera o ducha.

---

---

**12.-MARCHA/ SILLA DE RUEDAS**  
Implica caminar sobre una superficie llana una vez que está en pie o propu Isar su silla de  
ruedas si no puede caminar.

---

---

**13-ESCALERAS**  
Implica subir y bajar escaleras.

---

---

**14-COMPRENSIÓN**  
Implica el entendimiento de la comunicación auditiva o visual. EJ.: Escritura, gestos, signos, etc. .

---

---

---

**15-EXPRESIÓN**

Implica la expresión clara del lenguaje verbal y no verbal.

---

---

**16-INTERACCION SOCIAL**

Implica habilidades relac. con hacerse entender; participar con otros en situaciones sociales, y respetar limites. Detalle las carac. conductuales del paciente estableciendo si existe alg. grado de participación en las dist. situaciones sociales y terapéuticass, describiendo el nivel de reacción conductual frente a las instancia que impliquen desadaptación, así como el grado de impacto sobre sí mismo y el entorno.

---

---

**17-RESOLUCIONES DE PROBLEMAS**

Implica resolver problemas cotidianos.

---

---

**18-MEMORIA**

Implica habilidad para el reconocimiento y memorización de actividades simples y / o rostros familiares.

---

---

## Anexo 6. Test de Carga incremental

### HOJA DE REGISTRO TEST DE CARGA INCREMENTAL EN CICLOERGÓMETRO

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Carga máxima alcanzada: \_\_\_\_\_

1.- Registre signos vitales:

FC Max teórica: \_\_\_\_\_

FC reserva: \_\_\_\_\_

FC basal: \_\_\_\_\_ FC final: \_\_\_\_\_ FC post 5 min: \_\_\_\_\_

FR basal: \_\_\_\_\_ FR final: \_\_\_\_\_ FR post 5 min: \_\_\_\_\_

Presión Arterial: \_\_\_\_\_ PA final: \_\_\_\_\_ PA post 5 min: \_\_\_\_\_

SaO2: \_\_\_\_\_ SaO2 final: \_\_\_\_\_ SaO2 post 5 min: \_\_\_\_\_

Disnea Basal (Borg): \_\_\_\_\_ Dis final: \_\_\_\_\_ DIS post 5 min: \_\_\_\_\_

SSF MMII basal (Borg): \_\_\_\_\_ SSF final: \_\_\_\_\_ SSF post 5 min: \_\_\_\_\_

Minutos	Carga	Disnea	SSF	SaO2	FC	PA
0 - 3	0					
3 - 5	0,25 kp					
5 - 7	0,5 kp					
7 - 9	0,75 kp					
9 - 11	1 kp					
11 - 13	1,25 kp					
13 - 15	1,5 kp					
15 - 17	1,75 kp					
17 - 19	2,0 kp					
19 - 21	2,25					
21-23	2,5					
23- 25	2,75					
25 - 27	3,0					
27 - 29	3,25					

## Anexo 7. Escala de Borg modificada

---



0 Sin disnea

0,5 Muy, muy leve. Apenas se nota



1 Muy leve

2 Leve

3 Moderada



4 Algo severa

5 Severa

6

7 Muy severa

8

9



10 Muy, muy severa (casi máximo)

• Máxima

---

## Anexo 8. Normativa SEPAR

Documento descargado de <http://www.archbronconeumol.org> el 02/11/2015. Copia para uso personal, se prohíbe la transmisión de este documento por cualquier medio o formato.



NORMATIVA SEPAR

### Pruebas de ejercicio cardiopulmonar

Grupo de Trabajo de la SEPAR\*

#### Introducción

Las pruebas de ejercicio cardiopulmonar (PECP) permiten el análisis integrado de la respuesta al ejercicio y evalúan la reserva funcional de los sistemas implicados en la misma. Asimismo, determinan el grado de limitación de la tolerancia al ejercicio. Las pruebas de ejercicio cardiopulmonar resultan especialmente adecuadas para la evaluación de aquellas situaciones en que la disnea no tiene un reflejo claro en las pruebas de función pulmonar efectuadas en condiciones de reposo. El interés actual por las pruebas de ejercicio cardiopulmonar viene determinado por la conjunción de factores de naturaleza diversa, como su aplicabilidad en el área clínica, la no invasividad y el hecho de que aportan información que no puede obtenerse a partir de otras pruebas. Todo ello les otorga un gran potencial de futuro. Durante los últimos años se ha alcanzado un cierto consenso, o al menos un menor grado de controversia, en la interpretación de aspectos básicos de la fisiología del ejercicio que, sin duda, determinaron un cierto bloqueo de la aplicación clínica de las PECP. Constituyen un buen ejemplo de ello las polémicas sobre el papel del transporte de O<sub>2</sub> en la limitación de la tolerancia del ejercicio o la interpretación de los mecanismos fisiológicos subyacentes en el fenómeno del umbral láctico (antes llamado umbral anaerobio). No menos importante ha sido el desarrollo tecnológico de los ordenadores, los analizadores de gases espirados, el desarrollo de polímeros absorbentes de humedad, etc., que, en conjunto, han determinado avances notables en la fiabilidad de las PECP y han facilitado enormemente la interpretación de los resultados. La idoneidad de las PECP para estable-

cer la indicación de trasplante cardíaco, o para estimar el pronóstico en determinadas enfermedades como la fibrosis quística, han aumentado las expectativas sobre el papel de estas pruebas en la clínica. Actualmente, las PECP pueden ser consideradas claves en el laboratorio de función pulmonar. Asimismo, las nuevas concepciones en lo que respecta a las PECP deberán facilitar una colaboración fructífera de los neumólogos con otros médicos especialistas.

Este documento pretende desarrollar una concepción moderna de las PECP teniendo como perspectiva su utilidad en el ámbito neumológico. Las indicaciones de las pruebas de ejercicio cardiopulmonar (tabla I) nos ofrecen una descripción de las áreas de utilización potencial de este tipo de pruebas en nuestra especialidad. El documento, que representa el consenso alcanzado por los miembros del grupo de trabajo, pretende ofrecer un ba-

TABLA I  
Indicaciones de las pruebas de ejercicio cardiopulmonar con referencia a la enfermedad pulmonar

- |  |
|--|
| I. Evaluación de la limitación a la tolerancia del ejercicio y potenciales factores limitantes                 |
| I.1. Identificación de la limitación a la tolerancia del ejercicio, discriminando entre las diferentes causas  |
| I.2. Diferenciación entre disnea de origen cardíaco y pulmonar   |
| I.3. Evaluación de la disnea no explicable por el grado de alteración de las pruebas funcionales respiratorias |
| II. Evaluación de las enfermedades pulmonares obstructivas   |
| II.1. Enfermedades pulmonares intersticiales   |
| II.2. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)   |
| II.2.1. Hipoxemia notable durante el ejercicio   |
| II.2.2. Enfermedad cardíaca oculta   |
| II.2.3. Patrón respiratorio ineficaz durante el ejercicio  |
| II.3. Oclusión vascular pulmonar crónica   |
| II.4. Fibrosis quística  |
| III. Evaluación preoperatoria  |
| III.1. Cirugía abdominal mayor, especialmente en pacientes de avanzada edad                                    |
| III.2. Cirugía del cáncer del pulmón   |
| III.3. Cirugía con reducción de volumen en el enfisema pulmonar  |
| IV. Diagnóstico de asma inducida por el ejercicio  |
| V. Programas de rehabilitación: evaluación del paciente y prescripción de ejercicio                            |
| VI. Evaluación de la disfunción-discapacidad   |
| VII. Trasplante de pulmón, pulmón-corazón  |

\*Coordinador: J. Roca Torrent (Hospital Clínic i Provincial, Barcelona).

Participantes: F. Burgos Rincón (Hospital Clínic i Provincial, Barcelona), P. Casan Clará (Hospital de la Santa Creu i Sant Pau, Barcelona), F. Ortega Ruiz (Hospital Virgen del Rocío, Sevilla), L. Puente-Maestu (Hospital Primero de Octubre, Madrid) y B. Toghiani Solivellas (Hospital de Son Dureta, Palma de Mallorca).

Correspondencia: Dr. J. Roca Torrent.  
Servei de Pneumologia, Hospital Clínic.  
Villarroel, 170. 08036 Barcelona.  
Correo electrónico: jroca@clinic.ub.es

Recibido: 15-1-01; aceptado para su publicación: 11-5-01.

(Arch Bronconeumol 2001; 37: 247-268)

### 2.6. Evaluación de disfunción-incapacidad

Las pruebas de función pulmonar en reposo son habitualmente usadas en la evaluación de una incapacidad laboral de origen respiratorio. En general, la grave incapacidad está presente cuando estas pruebas están notablemente alteradas. Por tanto, las PECP estarán indicadas en los casos de disociación entre la gravedad de la alteración y la poca magnitud de alteración de la función pulmonar en reposo.

El sujeto es considerado gravemente incapacitado si el  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$  es inferior a 15 ml/kg/min o si las demandas energéticas de su ocupación superan el 40% de su  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ . Otros autores prefieren considerar una invalidez grave si el  $\dot{V}O_2$  no alcanza el 60% de sus valores teóricos<sup>16</sup>. En cualquier caso, la realización de PECP parece ofrecer una valoración más objetiva de la capacidad para desarrollar un trabajo que las pruebas de función pulmonar en reposo (espirometría forzada y  $DL_{COsb}$ )<sup>17</sup>.

### 2.7. Trasplante pulmonar y cardiopulmonar

La PECP puede ser de utilidad en la valoración inicial de los candidatos a trasplante pulmonar o cardiopulmonar. Puede valorar la progresión de la enfermedad y estimar mejor el momento de la intervención. En el caso del trasplante cardíaco, los pacientes con  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$  superiores a 15 ml/kg/min son aceptados como candidatos en ausencia de contraindicación, mientras que en los pacientes con picos de  $\dot{V}O_2$  inferiores a 10 ml/kg/min el trasplante debe diferirse<sup>18</sup>. Una correlación similar es improbable que exista en los candidatos al trasplante pulmonar debido a la diversidad de las enfermedades y diferentes pronósticos de las mismas. No obstante, en la fibrosis quística existen datos que correlacionan los resultados de la PECP con la supervivencia<sup>10</sup>. En los receptores del trasplante, pese a la mejoría en la capacidad de esfuerzo, durante el primer año del postoperatorio el  $\dot{V}O_{2\text{máx}}$  permanece reducido entre el 40-60% de sus valores teóricos. Dicha alteración (descondicionamiento físico, citostáticos) es similar con los diferentes procedimientos quirúrgicos y, aunque puede ser debido a diferentes causas, los factores periféricos son probablemente los determinantes primarios de esta limitación al ejercicio<sup>19</sup>. La mayoría de los pacientes postrasplante reportan una considerable mejoría en su funcionalidad y con frecuencia con la reanudación de un estilo de vida normal. Los datos disponibles postrasplante demuestran que prácticamente todos los receptores presentan incapacidad al ejercicio, siendo atribuible a las disfunciones de los músculos esqueléticos. Por último, las PECP resultan fundamentales para el diseño de los programas de rehabilitación en los períodos pre y postoperatorio de estos pacientes.

### Sección 3 Protocolos

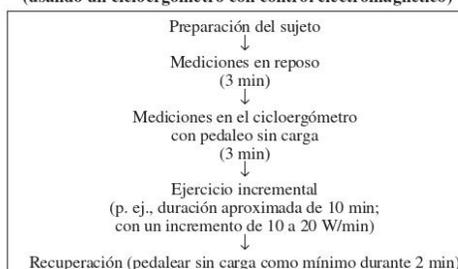
El objetivo de las PECP es provocar un incremento de los requerimientos energéticos mediante una carga de trabajo controlada para evaluar la reserva funcional

de los órganos y sistemas involucrados en la respuesta al ejercicio. Para ello, se aconseja ejercitar amplios grupos musculares, preferentemente de las extremidades inferiores. Un aspecto importante es que la intensidad del ejercicio debe ser cuantificable en términos de carga mecánica externa impuesta al organismo. Las pruebas de esfuerzo simples, tales como la distancia recorrida durante un período de tiempo determinado (prueba de marcha de 6 o 12 min)<sup>20</sup> pueden proporcionar una percepción de la tolerancia del ejercicio, pero no son tan útiles como las pruebas de ejercicio de tipo incremental por la imposibilidad de control de la carga externa y la implicación de factores como el aprendizaje y la motivación que incrementan la variabilidad de estas pruebas. En el presente documento, nos ceñiremos a la evaluación de protocolos de ejercicio recomendables para la clínica, de carácter no invasivo o mínimamente invasivo (obtención de muestra sanguínea arterial). Nos referiremos a dos tipos de protocolos de ejercicio: con incremento progresivo de carga y los que se efectúan a una carga constante.

### 3.1. Protocolos incrementales

La evaluación, de forma integrada, de la respuesta del organismo a un amplio espectro de intensidades de ejercicio durante un período relativamente corto de tiempo se efectúa de forma óptima mediante una prueba de ejercicio con incremento progresivo de carga hasta llegar al límite de la tolerancia determinado por los síntomas. Por tanto, la prueba de ejercicio de tipo incremental constituye la recomendada para evaluar tanto el perfil de la respuesta biológica durante el ejercicio submáximo como los valores de las variables de interés en el ejercicio pico (fig. 2). Una PECP de estas características comprende, tal como se describe en la tabla III, el análisis durante un período de aproximadamente 18-20 min desde el inicio al final de la prueba: *a*) una fase de reposo previo al ejercicio (aproximadamente 3 min); *b*) ejercicio sin carga (aproximadamente 3 min); *c*) incrementos progresivos de carga hasta el límite de tolerancia (aproximadamente 10 min), y *d*) durante la fase de recuperación (mínimo 2 min manteniendo el ejercicio sin carga). Se recomienda efectuar la prueba utilizando

TABLA III  
Protocolos de ejercicio incremental  
(usando un cicloergómetro con control electromagnético)



GRUPO DE TRABAJO DE LA SEPAR.- PRUEBAS DE EJERCICIO CARDIOPULMONAR

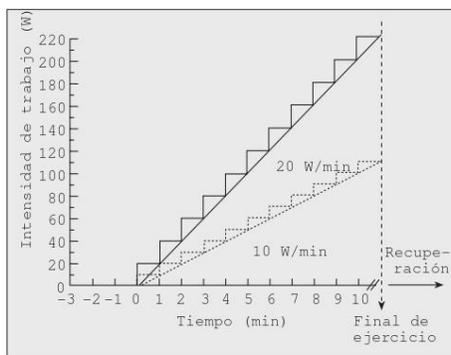


Fig. 2. Respuestas a rangos tolerables de intensidad de trabajo realizando una prueba de ejercicio incremental.

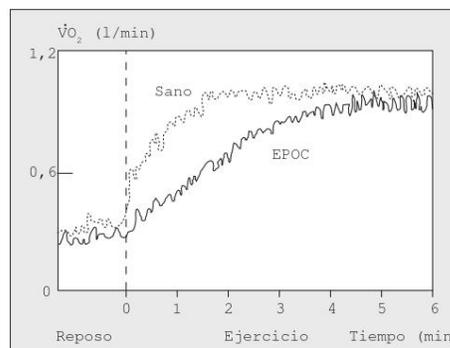


Fig. 3. Protocolo a carga constante. La línea vertical discontinua indica el inicio de la carga de trabajo. La respuesta del  $\dot{V}O_2$  en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) está enlentecida con respecto a sujetos sanos.

un cicloergómetro con control electromagnético empleando una frecuencia de pedaleo constante de aproximadamente 60 ciclos/min. Se obtienen resultados equivalentes tanto si la carga se incrementa de forma continua (prueba de rampa) o bien en forma de escalones fijos cada minuto (prueba escalonada) hasta que el paciente presenta limitación de la tolerancia por síntomas, de forma que no puede mantener la intensidad de trabajo a una frecuencia de pedaleo regular superior a 40 ciclos/min. La magnitud del incremento de la carga dependerá de las características del paciente, de forma que el estudio de pedaleo puede requerir incrementos inferiores de carga<sup>21-23</sup>. El diseño del protocolo y las mediciones a realizar dependerán básicamente de las características físicas del paciente y de los objetivos planteados al indicar la PECP. Asimismo, la duración del análisis durante el período de recuperación y el tipo de mediciones (con o sin boquilla) efectuadas dependerá de los objetivos de la PECP. En la sección 4 (equipamiento), se efectúa un análisis comparativo del cicloergómetro en relación al tapiz rodante. En caso de utilizar un tapiz rodante como ergómetro se aconseja, por su simplicidad, el protocolo de Balke<sup>24</sup>, consistente en el mantenimiento de una velocidad constante del tapiz (entre 3 y 5,3 km/h) y la programación de incrementos de pendiente (entre el 1 y el 2%/min) hasta alcanzar la limitación por síntomas.

La PECP estándar deben contemplar mediciones no invasivas efectuadas durante la respiración de aire ambiente ( $F_{iO_2}$  0,21), que incluyen: a) medición de  $O_2$  y  $CO_2$  en aire espirado ( $F_{E O_2}$  y  $F_{E CO_2}$ , respectivamente); b) carga de trabajo (W); c) ventilación por minuto ( $\dot{V}_E$ ) y sus componentes (frecuencia respiratoria [FR] y volumen corriente [VT]); d) frecuencia cardíaca (FC), y e) presión sanguínea sistémica. El ECG y la pulsioximetría deben monitorizarse de forma continua durante el

desarrollo de la PECP. Asimismo, es útil determinar la percepción de síntomas durante y al finalizar la PECP. Ello incluye la intensidad del ejercicio, la disnea, el malestar torácico y la fatiga muscular. La cuantificación de estos síntomas debe efectuarse utilizando procedimientos estandarizados (escala de Borg, escala analógica visual)<sup>25-27</sup>. Sin embargo, la interpretación de las PECP en pacientes con enfermedad pulmonar a menudo requiere la evaluación del intercambio pulmonar de gases. En estos casos, el muestreo de sangre mediante canulación arterial (preferentemente radial o humeral) es necesaria para efectuar mediciones de presiones parciales de gases respiratorios ( $PaO_2$ ,  $PaCO_2$  y  $AaPO_2$ )<sup>28</sup>. Ello permite también obtener información sobre el equilibrio ácido-base (pH,  $PaCO_2$  y exceso de base), así como la monitorización continua de la presión arterial durante la prueba. Debe señalarse que la punción arterial postejercicio, la utilización de muestras de sangre "arterializada", la estimación de la  $PaO_2$  y la  $PaCO_2$  a partir de los perfiles de  $O_2$  y  $CO_2$  de gases espirados y el empleo de pulsioximetría no son adecuados para evaluar el intercambio pulmonar de gases<sup>29</sup>.

#### Protocolos a carga constante

Cuando un sujeto efectúa ejercicio a una carga constante de intensidad moderada, inferior al umbral láctico, suele alcanzar un  $\dot{V}O_2$  estable (estado estacionario) (fig. 3) y puede prolongar la duración del ejercicio. Por el contrario, cuando la carga de trabajo tiene una intensidad elevada, superior al umbral láctico, la respuesta temporal de la mayoría de variables de interés suele presentar una pendiente positiva y el estado estacionario no se alcanza. Una primera utilidad de este tipo de protocolos con carga constante es la de evaluar si el sujeto es capaz de sostener un determinado nivel de ejercicio submáximo durante un período relativamente prolongado de tiempo. Asimismo, pueden ser útiles para la evaluación de las necesidades de oxigenoterapia durante el