



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado Ciencias de la Salud

Efectos de un programa de entrenamiento muscular
inspiratorio en pacientes tras un ictus en fase aguda
y subaguda. Un ensayo clínico controlado
aleatorizado

Autor:

Dña. Alicia Tovar Alcaraz

Directoras:

Dra. D^a. Silvana Loana De Oliveira Sousa

Dra.D^a. Martha Cecilia León Garzón

Murcia, Abril de 2021



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado Ciencias de la Salud

Efectos de un programa de entrenamiento muscular
inspiratorio en pacientes tras un ictus en fase aguda
y subaguda. Un ensayo clínico controlado
aleatorizado

Autor:

Dña. Alicia Tovar Alcaraz

Directoras:

Dra. D^a. Silvana Loana De Oliveira Sousa

Dra.D^a. Martha Cecilia León Garzón

Murcia, Abril de 2021



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

La Dra. D^a. Silvana Loana de Oliveira Sousa y la Dra.D^a Martha Cecilia León Garzón como Directoras de la Tesis Doctoral titulada “Efectos de un programa de entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes tras un ictus en fase aguda y subaguda. Un ensayo clínico controlado aleatorizado” realizada por D^{ña}. Alicia Tovar Alcaraz en el Departamento de Fisioterapia, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento a los Reales Decretos 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 27 de Abril de 2021.

Dra. D^a. Silvana Loana De Oliveira Sousa

Dra. D^a. Martha Cecilia León Garzón

AGRADECIMIENTOS

A mis directoras, la Dr^a Silvana Loana de Oliveira Sousa y la Dr^a Martha Cecilia León Garzón, por haber estado durante estos años guiándome y ayudándome en todo momento, motivándome a dar lo mejor y a superarme durante todo el proceso que ha requerido la realización de esta tesis.

A mis compañeros/as de trabajo fisioterapeutas en el Hospital Virgen de la Arrixaca. A María José González, a Juan Antonio López, a Flori Guillén, a Aurora Fenoll, a Toñi Lucas, y a la terapeuta ocupacional Alicia de Francisco. Sin su colaboración desinteresada este proyecto no hubiera sido posible. A las Doctoras María Monteagudo, Beatriz Yusá y Rocío Sánchez, por haberme ayudado a resolver las dudas que en el transcurso del estudio iban apareciendo. A Juan, Miguel Angel, y el resto de profesionales del servicio rehabilitación del hospital, que han estado siempre dispuestos a colaborar y han sido imprescindibles para este proyecto.

A todos los pacientes que participaron en esta investigación, sin su colaboración y buena predisposición este estudio no hubiera sido posible.

A los Doctores que me han aconsejado pacientemente, por su ánimo y por su desinteresada ayuda. Al Dr. Felipe León, por su amabilidad y disponibilidad durante el largo proceso del Doctorado.

A mis padres, Pepe y Juani. Con su ejemplo, paciencia, tiempo y dedicación, han logrado que haya llegado hasta aquí, motivándome siempre a seguir, y a no renunciar a mis proyectos, por imposibles que parecieran. En ellos está el ejemplo de quien soy hoy.

A mis hermanos Jose y Juan Carlos. Su confianza continua en mí me hace crecer día a día. A Arancha y a Raquel, que han demostrado con su paciencia cuanto me aprecian, y han traído al mundo a mis dos adorables sobrinos, Sara y Martín.

A Rodrigo, por haber estado a mi lado y haberme animado día tras día. Eres la calma que me inspira a ser mejor. Gracias por tu continuo apoyo y por ser como eres.

A toda mi familia, a los que están, y a los que se fueron, siempre seréis un referente. A mis amigos, que me han ayudado tanto en lo personal como en lo profesional, y que cuando parecía que esta tesis no tendría fin, han estado siempre disponibles para colaborar.

Y a ti, Luna, por haberme acompañado y hecho tan feliz todos estos años.

GRACIAS A TODOS VOSOTROS DE CORAZÓN, SIN VUESTRO ÁNIMO, PACIENCIA Y APOYO ESTA TESIS NO HUBIERA SIDO POSIBLE.

DECLARACIÓN DE INTERESES

Esta tesis no contiene material que haya sido presentado para la obtención de ningún título o diploma en ninguna otra universidad o tercera institución y, hasta donde llega el conocimiento del autor, no contiene material previamente publicado y escrito por otras personas excepto en aquellas partes expresamente citadas.

Alicia Tovar Alcaraz

Murcia, abril de 2021

Efectos de un programa de entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes tras un ictus en fase aguda y subaguda. Un ensayo clínico controlado aleatorizado.

RESUMEN

Introducción y Justificación

Tras un ictus, van a aparecer una combinación de déficits sensitivos, motores, cognitivos y/o emocionales, de los que la hemiparesia y la hemiplejia son los déficits sensitivo-motores más frecuentes. La asimetría del tono y sensibilidad que ambas conllevan, dificultan capacidades funcionales tales como el control del tronco, el control de la postura, el equilibrio y la marcha independiente del individuo, capacidades imprescindibles para la recuperación de su autonomía y su reinserción social y laboral. De la misma manera, diversas investigaciones sostienen que se asocia una alteración de la función pulmonar, y una disminución de la fuerza muscular inspiratoria.

El entrenamiento muscular inspiratorio es un método seguro y eficaz para mejorar la fuerza y la resistencia muscular inspiratoria. Estudios recientes que han evaluado este entrenamiento en estos pacientes sostienen que éste provoca otros efectos como la mejora la función pulmonar, la tolerancia al ejercicio, disminuye la disnea y reduce las complicaciones respiratorias tras un ictus.

Además, esta mejora de la fuerza muscular inspiratoria podría tener un efecto sobre el control de tronco y el equilibrio. Las investigaciones sostienen que el diafragma, además de su función respiratoria, es un músculo que actúa, junto con la musculatura abdominal, en la estabilización del tronco y en el equilibrio. Las investigaciones que han valorado los efectos del entrenamiento respiratorio sobre el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha en fases tempranas de recuperación en estos pacientes son escasas.

Dada la importancia de estas capacidades funcionales para la recuperación motora tras un ictus, se plantea la necesidad de aportar evidencia sobre los efectos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria, además de sobre la función

pulmonar y la fuerza muscular respiratoria, sobre el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha en estos pacientes.

Objetivos

- Describir y relacionar las características antropométricas, sociodemográficas, clínicas, las variables respiratorias (función pulmonar y fuerza muscular inspiratoria), las variables musculoesqueléticas (control de tronco, control postural, equilibrio y marcha), en una muestra de pacientes que han sufrido un ictus e inician un tratamiento de fisioterapia en fase aguda y subaguda.
- Analizar los efectos de un programa de entrenamiento muscular inspiratorio de ocho semanas sobre las variables de función pulmonar y de fuerza muscular inspiratoria en la muestra de estudio dividida por subgrupos, un grupo experimental y un grupo placebo.
- Evaluar si el nivel de fuerza muscular inspiratoria inicial de todos los pacientes de la muestra de estudio se correlaciona con el porcentaje de cambio en dicha fuerza al final de las ocho semanas del programa de entrenamiento.
- Determinar los efectos del programa de entrenamiento muscular inspiratorio sobre variables musculoesqueléticas, que son el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha en la muestra de estudio dividida por subgrupos, experimental y placebo.
- Valorar si los cambios producidos en las variables musculoesqueléticas que se incrementen de forma significativa tras el programa de entrenamiento se correlacionan con los cambios producidos en la fuerza muscular inspiratoria en la muestra total de pacientes.

Material y métodos.

Se ha realizado un ensayo clínico controlado aleatorizado a doble ciego en los pacientes que, tras sufrir un ictus, iniciaron un tratamiento de fisioterapia en el Hospital Virgen de la Arrixaca de Murcia, durante un período de 18 meses. Los pacientes se distribuyeron de manera aleatoria en dos grupos. Ambos grupos realizaron un entrenamiento de la musculatura inspiratoria, cinco días a la semana, durante ocho semanas. Este entrenamiento se realizó con el dispositivo Threshold® y el Powerbreathe®. El grupo experimental entrenó con un protocolo de intensidad

creciente hasta alcanzar el 60% de la presión inspiratoria máxima. El grupo placebo entrenó con una intensidad de 7 cmH₂O durante toda la intervención.

En un primer lugar se valoraron y describieron las variables sociodemográficas, antropométricas, clínicas, variables respiratorias y variables musculoesqueléticas. A continuación, se evaluó la relación entre las variables antropométricas, sociodemográficas, clínicas, respiratorias y musculoesqueléticas entre sí. Posteriormente se evaluaron pre y post-intervención las variables respiratorias y musculoesqueléticas.

El registro y análisis de los datos se realizó con el programa IBM SPSS Statistics 24®. Para la descripción de las variables antropométricas, sociodemográficas, de estilos de vida, antecedentes clínicos y características del ictus, se realizó un análisis descriptivo mediante el uso de frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas, y la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas. Para comparar la homogeneidad de los grupos en la línea base utilizamos tablas de contingencias, con el test de chi-cuadrado para las variables categóricas, y la comparación de medias para muestras independientes con t-student para las variables continuas. Para la comparación de variables entre sí, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (para variables cuantitativas), el coeficiente de correlación de Spearman (para variables cuantitativas y ordinales), y la comparación de medias para muestras independientes con t-Student (para variables cuantitativas y dicotómicas).

Un análisis de varianza de 2 factores para medidas repetidas fue utilizado para observar diferencias entre los grupos experimental y placebo, y entre el mismo grupo en tiempos distintos (pre-intervención *vs* post-intervención) para cada una de las variables de resultados. Además, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la relación entre la PImax basal y el porcentaje de cambio (Δ PImax) obtenido con el tratamiento, así como entre el porcentaje de cambio de PImax (Δ PImax) y porcentaje de cambio de PASS (Δ PASS) de todos los pacientes.

El tamaño del efecto fue calculado usando la eta-cuadrado parcial e interpretado como pequeño (>0.02), medio (>0.05) o grande (>0.08). La significación estadística se fijó con un valor de $p < 0.05$.

Resultados

Tanto grupo experimental como grupo placebo estuvieron compuestos por ocho pacientes (n=16). Ambos grupos fueron homogéneos en la línea base, no habiendo diferencias significativas para ninguna variable, salvo los antecedentes de patología respiratoria. El tipo de ictus más frecuente fue el isquémico (68,75%), más de la mitad de los pacientes presentaron hemiparesia (56,25%) y el lado derecho fue el más afecto (56,25%). La media del tiempo transcurrido desde el ictus a la evaluación fue de $86,7 \pm 37,2$ días. Los valores respiratorios medios fueron: FVC $2,80 \pm 0,97$ (l), FEV₁ $2,39 \pm 0,81$ (l), PEF $4,82 \pm 1,82$ (l), VVM $71,68 \pm 37,55$ (l/m), PImax $-56,19 \pm 24,75$ (cmH₂O). Los valores musculoesqueléticos medios fueron: TCT $71,31 \pm 24,56$, PASS-TC $13,44 \pm 2,63$, PASS $28,50 \pm 6,30$, BBS $13,44 \pm 2,63$, FAC $2,91 \pm 1,38$ y FACHS $2,69 \pm 1,43$. La fuerza muscular inspiratoria mostró correlaciones positivas con la función pulmonar ($p < 0,05$), el valor predictivo de la ventilación máxima voluntaria con las variables musculoesqueléticas ($p < 0,05$), la edad estuvo correlacionada inversamente con la función pulmonar ($p < 0,01$), excepto para el PEF. El déficit motor demostró relación con el control postural y el equilibrio y la marcha ($p < 0,05$), y ésta última estuvo relacionada también con el tipo de ictus y el lado más afecto ($p < 0,05$).

Tras el entrenamiento, la ventilación máxima predictiva experimentó un incremento de su valor absoluto de forma significativa en el grupo experimental, pasando de $61,6 \pm 42,6$ a $76,5 \pm 44,7$ (l/m) ($p = 0,012$), e incrementó su valor predictivo en el grupo placebo, pasando de $66,88 \pm 23,36$ a $77,38 \pm 24,36$ (%) ($p = 0,046$). No hubo diferencias significativas en la FVC, FEV₁ ni PEF respecto a los valores pre-intervención en ninguno de los grupos.

Ambos grupos presentaron un incremento significativo en la PImax post-intervención, de manera que el grupo experimental pasó de $-61,5 \pm 31,5$ a $-80,5 \pm 35,1$ (cmH₂O) ($p = 0,001$), y el grupo placebo de $-50,8 \pm 15,9$ a $-90,3 \pm 17,1$ (cmH₂O) ($p = 0,001$). La diferencia entre grupos fue significativa ($p = 0,023$). Los cambios significativos ocurrieron entre el inicio y la 4ª semana de entrenamiento, para el grupo placebo (de $-50,8 \pm 15,9$ a $-72,3 \pm 24,9$ (cmH₂O) ($p = 0,014$)) y entre la 4ª y 8ª semana para el grupo experimental (de $-69,0 \pm 38,3$ a $-80,5 \pm 35,1$ (cmH₂O) ($p = 0,026$)). Se observó una moderada correlación entre el valor inicial de PImax (pre-intervención) y el porcentaje de cambio tras finalizar el entrenamiento (Δ PImax) ($r = -0,572$; $p = 0,021$).

El control postural medido con el PASS tuvo un incremento significativo tras el entrenamiento en ambos grupos. En el grupo experimental pasó de un valor pre-

intervención $27,6 \pm 8,1$ a un valor post-intervención de $31,8 \pm 4,5$, con un valor de ($p=0,048$). El grupo placebo pasó de $29,3 \pm 4,2$ a $32,5 \pm 2,3$ ($p=0,009$). La diferencia entre ambos grupos no fue significativa ($p=0,580$). El resto de variables musculoesqueléticas de control de tronco, equilibrio y marcha (TCT, PASS-TC, BBS, FAC y FACHS) mostraron valores mayores post-intervención en ambos grupos, pero sin diferencias significativas pre y post intervención. El análisis para averiguar la relación entre el porcentaje de cambio producido en la PASS (Δ PASS) y los cambios en la Pimax (Δ PImax) revelaron que no hubo asociación entre ellos ($r=-.046$; $p=0,865$).

Conclusiones

- Los pacientes presentaron un ictus mayoritariamente de origen isquémico, y mostraron valores de la función pulmonar y de fuerza muscular inspiratoria por debajo del predictivo de normalidad. Además, los pacientes presentaron una alteración en el control de tronco, en el control postural, en el equilibrio y en la marcha. La función pulmonar se correlacionó positivamente con la fuerza muscular inspiratoria e inversamente con la edad (excepto el PEF). La ventilación máxima predictiva se correlacionó positivamente con el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha. El control postural, el equilibrio y la marcha estuvieron más afectados en los pacientes hemipléjicos, y la marcha estuvo más afectada en los pacientes con ictus hemorrágicos y en los más afectados del lado derecho.
- Tras el programa de entrenamiento muscular inspiratorio de ocho semanas, tanto el grupo experimental como el grupo placebo experimentaron una mejoría significativa en la fuerza muscular inspiratoria, siendo esta más acentuada en el grupo placebo. Sin embargo, no se han obtenido diferencias en los valores de la función pulmonar (FVC, FEV₁, y PEF), excepto para la ventilación máxima voluntaria, observándose incrementos en los valores absolutos (l/m) en el grupo experimental y en valores predictivos en el grupo placebo.
- Se demostró una correlación positiva y significativa entre el valor inicial de la fuerza muscular inspiratoria y el porcentaje de cambio tras la finalización del programa de entrenamiento. Por lo tanto, aquellos pacientes que iniciaron el entrenamiento muscular inspiratorio con valores más bajos de

fuerza muscular inspiratoria presentaron mayores cambios tras el entrenamiento.

- Tras el programa de entrenamiento ambos grupos mejoraron el control postural, sin diferencias entre ellos. Además, el grupo placebo mejoró la marcha, aunque sin diferencia respecto al experimental. No hubo mejorías en el control de tronco ni en el equilibrio en ninguno de los dos.
- No se encontraron correlaciones significativas entre el porcentaje de cambio observado en el control postural y los cambios producidos en la fuerza muscular inspiratoria. Por lo tanto, no podemos atribuir la mejoría en el control postural exclusivamente al programa de entrenamiento muscular inspiratorio.

Palabras clave: entrenamiento muscular inspiratorio, función respiratoria, control postural, equilibrio postural, ictus, hemiplejia, hemiparesia.

Effects of an inspiratory muscle training program in patients after acute and subacute stroke. A randomized controlled clinical trial.

ABSTRACT

Introduction and Justification

After a stroke, a combination of sensory, motor, cognitive and/or emotional deficits will appear, of which hemiparesis and hemiplegia are the most frequent sensorimotor deficits. The asymmetry of the tone and sensitivity observed cause alterations of the functional capacities such as trunk control, posture control, balance and independent walking of the individual, essential capacities for the recovery of their autonomy and their social and labor reintegration. Similarly, various investigations reported that an alteration in lung function is associated, and a decrease in inspiratory muscle strength. Inspiratory muscle training is a safe and effective method to improve inspiratory muscle strength and endurance. Recent studies that have evaluated this training in these patients reported that it causes other effects such as improved lung function, exercise tolerance, decreases dyspnea and reduces respiratory complications after a stroke.

In addition, this improvement in inspiratory muscle strength could influence trunk control and balance. Researchers affirm that the diaphragm, in addition to its respiratory function, is a muscle that acts, together with the abdominal muscles, in stabilizing the trunk and also body balance. Research that has evaluated the effects of respiratory training on trunk control, postural control, balance and gait in early recovery phases in these patients is scarce. Given the importance of these functional capacities for motor recovery after a stroke, there is a need to provide evidence on the effects of inspiratory muscle training, as well as on lung function and respiratory muscle strength, on trunk control, postural control, balance and gait in these patients.

Objectives

- To describe and to relate the anthropometric, sociodemographic and clinical characteristics, the respiratory variables (pulmonary function and

inspiratory muscle strength), the musculoskeletal variables (trunk control, postural control, balance and gait), in a sample of patients who have suffered a stroke and they begin a physiotherapy treatment in the acute and subacute phase.

- To analyze the effects of an eight-week inspiratory muscle training program on the variables of pulmonary function and inspiratory muscle strength in the study sample divided by subgroups, an experimental group and a placebo group.
- To assess whether the initial inspiratory muscle strength of all patients in the study sample correlates with the percentage change at the end of the eight weeks of the training program.
- To determine the effects of the inspiratory muscle training program on musculoskeletal variables, which are trunk control, postural control, balance and gait in the study sample divided by subgroups, experimental and placebo
- To analyze if the changes produced in the musculoskeletal variables that increase significantly after the training program are correlated with the changes produced in inspiratory muscle strength in the total sample of patients.

Material and methods

A double-blind randomized controlled clinical trial has been carried out in patients who, after suffering a stroke, began a physiotherapy treatment at the Virgen de la Arrixaca Hospital in Murcia, for a period of 18 months. The patients were randomized into two groups. Both groups did inspiratory muscle training five days a week for eight weeks. This training was done with the Threshold® and Powerbreathe® devices. The experimental group trained with a protocol of increasing intensity until reaching 60% of the maximum inspiratory pressure. The placebo group trained with an intensity of 7 cmH₂O throughout the intervention.

First, the sociodemographic, anthropometric, clinical, respiratory variables and musculoskeletal variables were assessed and described. Next, the relationship between the anthropometric, sociodemographic, clinical, respiratory and musculoskeletal variables among themselves was evaluated. Subsequently, the respiratory and musculoskeletal variables were evaluated pre and post-intervention.

Data recording and analysis was performed with the IBM SPSS Statistics 24® program. For the description of the anthropometric, sociodemographic, lifestyle, clinical history and stroke characteristics variables, a descriptive analysis was performed using absolute and relative frequencies for categorical variables, and the mean and standard deviation for the quantitative variables. In order to compare the homogeneity of the groups at the baseline we used contingency tables, with the chi-square test for categorical variables, and the comparison of means for independent samples with t- student for continuous variables. Pearson's correlation coefficient (for quantitative variables), Spearman's correlation coefficient (for quantitative and ordinal variables), and comparison of means for independent samples with Student's t-test (for variables quantitative and dichotomous).

A 2-factor analysis of variance for repeated measures was used for observing differences between the experimental and placebo groups, and between the same group at different times (pre-intervention vs post-intervention) for each of the outcome variables. In addition, the Pearson correlation coefficient was used to analyze the relationship between the baseline PImax and the percentage of change (Δ PImax) obtained with the treatment, as well as between the percentage of change in PImax (Δ PImax) and the percentage of change in PASS (Δ PASS) of all patients. The effect size was calculated using the partial eta-squared and interpreted as small (> 0.02), medium (> 0.05), or large (> 0.08). Statistical significance was set with a value of $p < 0.05$.

Results

Both the experimental group and the placebo group consisted of eight patients ($n = 16$). Both groups were homogeneous at baseline, with no significant differences for any variable, except for the history of respiratory disease. The most frequent type of stroke was ischemic (68.75%), more than half of the patients had hemiparesis (56.25%) and the right side was the most affected (56.25%). The mean time between from the stroke to the evaluation was 86.7 ± 37.2 days. The mean respiratory values were: FVC 2.80 ± 0.97 (l), FEV₁ 2.39 ± 0.81 (l), PEF 4.82 ± 1.82 (l), VVM 71.68 ± 37.55 (l/m), PImax -56.19 ± 24.75 (cmH₂O). The mean musculoskeletal values were: TCT 71.31 ± 24.56 , PASS-TC 13.44 ± 2.63 , PASS 28.50 ± 6.30 , BBS 13.44 ± 2.63 , FAC $2.91 \pm 1, 38$ and FACHS 2.69 ± 1.43 . Inspiratory muscle strength showed positive correlations with lung function ($p < 0.05$), the predictive value of maximum

voluntary ventilation with musculoskeletal variables ($p < 0.05$), age was inversely correlated with lung function ($p < 0.01$), except for the PEF. The motor deficit showed a relationship with postural control and balance and gait ($p < 0.05$), and the latter was also related to the type of stroke and the most affected side ($p < 0.05$). After training, the predictive maximum ventilation experienced a significant increase in its absolute value in the experimental group, going from 61.6 ± 42.6 to 76.5 ± 44.7 (l/m) ($p = 0.012$), and its predictive value increased in the placebo group, from 66.88 ± 23.36 to 77.38 ± 24.36 (%) ($p = 0.046$). There were no significant differences in the FVC, FEV₁ or PEF with respect to the pre-intervention values in any of the groups.

Both groups presented a significant increase in the post-intervention PImax, the experimental group increased from -61.5 ± -31.5 to -80.5 ± -35.1 (cmH₂O) ($p = 0.001$), and the placebo group from -50.8 ± -15.9 to -90.3 ± -17.1 (cmH₂O) ($p = 0.001$). The difference between groups was significant ($p = 0.023$). The significant changes occurred between the beginning and the 4th week of training, for the placebo group from -50.8 ± -15.9 to -72.3 ± -24.9 (cmH₂O) ($p = 0.014$) and between the 4th and 8th week for the experimental group (-69.0 ± -38.3 to -80.5 ± -35.1 (cmH₂O) ($p = 0.026$). A moderate correlation was observed between the initial value of PImax (pre-intervention) and the percentage of change after finishing the training (Δ PImax) ($r = -0.572$; $p = 0.021$). Postural control measured with the PASS had a significant increase after training in both groups. In the experimental group, increased from a pre-intervention value of 27.6 ± 8.1 to a post-intervention value of 31.8 ± 4.5 ($p = 0.048$). The placebo group increased from 29.3 ± 4.2 to 32.5 ± 2.3 ($p = 0.009$). The difference between both groups was not significant ($p = 0.580$). The rest of the musculoskeletal variables of trunk control, balance and gait (TCT, PASS-TC, BBS, FAC and FACHS) showed higher values post-intervention in both groups, but without significant differences before and after intervention. The analysis to find out the relationship between the percentage of change produced in the PASS (Δ PASS) and the changes in the Pimax (Δ PImax) revealed that there was no significant correlation ($r = -.046$; $p = 0.865$).

Conclusions

- The patients presented a stroke mainly of ischemic origin and showed values of pulmonary function and inspiratory muscle strength below the predictive of normality. In addition, the patients presented an alteration in trunk control, postural control, balance and gait. Lung function was positively correlated with inspiratory muscle strength and inversely with

age (except PEF). Predictive maximal ventilation was positively correlated with trunk control, postural control, balance, and gait. Postural control, balance and gait were more affected in hemiplegic patients, and gait was more affected in patients with hemorrhagic strokes and in those most affected on the right side.

- After the eight-week inspiratory muscle training program, both the experimental group and the placebo group experienced a significant improvement in inspiratory muscle strength, this being more marked in the placebo group. However, no differences have been obtained in lung function values (FVC, FEV₁, and PEF), except for maximum voluntary ventilation, observing increases in absolute values (l/m) in the experimental group and in predictive values in the placebo group.
- A positive and significant correlation was demonstrated between the initial value of inspiratory muscle strength and the percentage of change after the completion of the training program. Therefore, those patients who started inspiratory muscle training with lower inspiratory muscle strength values showed greater changes after training.
- After the training program, both groups improved postural control, with no differences between them. In addition, the placebo group improved gait, although with no difference with respect to the experimental group. There were no improvements in trunk control or balance in either of the two groups.
- No significant correlations were found between the percentage of change observed in postural control and the changes produced in inspiratory muscle strength. Therefore, we cannot attribute the improvement in postural control exclusively to the inspiratory muscle training program.

Key words: respiratory muscle training, respiratory function, postural control, postural balance, stroke, hemiplegia, hemiparesis.

“Cada día sabemos más y entendemos menos”.

ALBERT EINSTEIN

TABLA DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR	
AGRADECIMIENTOS	
DECLARACIÓN DE INTERESES	
RESUMEN	
ABSTRACT	
ÍNDICE GENERAL	25
SIGLAS Y ABREVIATURAS	31
ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS.....	35
INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	45
ANTECEDENTES DEL TEMA.....	45
JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS	46
INTRODUCCIÓN	47
1.EL ICTUS	49
1.1. CONCEPTO Y EPIDEMIOLOGÍA	49
1.2. CLASIFICACIONES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ICTUS	51
1.2.1. Clasificación según su naturaleza	51
1.2.2. Clasificación etiológica del ictus.	52
1.2.3 Clasificación topográfica.	57
1.3. DIAGNÓSTICO Y CUADROS CLÍNICOS DEL ICTUS	57
2. LA HEMIPLEJIA Y LA HEMIPARESIA	60
2.1. LAS DISFUNCIONES MOTORAS TRAS EL ICTUS	60
2.2. LAS ALTERACIONES DE LA FUNCIÓN PULMONAR Y LA MUSCULATURA RESPIRATORIA EN LA HEMIPLEJIA Y LA HEMIPARESIA.	61
2.2.1. Alteración de la función pulmonar.....	61

2.2.2. Alteración de la fuerza muscular respiratoria y del diafragma.....	62
2.3. ALTERACIONES DE LAS CAPACIDADES FUNCIONALES EN LA HEMIPLEJIA Y EN LA HEMIPARESIA	65
2.3.1. El control de tronco y su disfunción en la hemiparesia y hemiplejia.	66
2.3.2. El control postural, el equilibrio erguido, y su disfunción en la hemiparesia y hemiplejia.....	68
2.3.3. La marcha y su disfunción en la hemiparesia y hemiplejía.	72
3.LA REHABILITACIÓN INTERDISCIPLINAR TRAS EL ICTUS.....	75
3.1. LA REHABILITACIÓN INTERDISCIPLINAR.....	75
3.2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL	77
3.2.1. Escalas de actividad.....	78
3.2.2. Escalas de participación	79
3.2.3. Escalas de discapacidad	80
4.LA FISIOTERAPIA TRAS EL ICTUS. FISIOTERAPIA EN LA HEMIPARESIA Y EN LA HEMIPLEJIA.....	81
4.1. INTENSIDAD, PRECOCIDAD Y DURACIÓN DEL TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO.....	83
4.2 TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA PARA LA RECUPERACIÓN FUNCIONAL TRAS EL ICTUS	84
4.2.1. Métodos y técnicas de neurodesarrollo. Concepto Bobath, FNP, movilidad activa.....	85
4.2.2. Aprendizaje motor orientado a las tareas.....	87
4.2.3. Terapia de movimiento inducido por restricción.....	88
4.2.4. Empleo del Biofeedback y Realidad Virtual.....	90
4.2.5. Entrenamiento cardiorrespiratorio y entrenamiento de resistencia.....	92
4.2.5.1. Entrenamiento cardiorrespiratorio y entrenamiento de resistencia.92	
4.2.5.2 . Entrenamiento de resistencia.	93
4.2.6. El entrenamiento muscular inspiratorio (EMI).	94
OBJETIVOS DEL ESTUDIO	99
OBJETIVOS	99

DISEÑO Y METODOLOGÍA	103
6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	103
6.2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	105
6.2.1.Ámbito y periodo del estudio.	105
6.2.2. Participantes.	106
6.2.3. Aleatorización de los participantes.	108
6.2.4. Recogida de datos.	108
6.2.4.1. Variables antropométricas, sociodemográficas y estilos de vida... 109	
6.2.4.2. Variables de antecedentes clínicos y características del ictus.	109
6.2.4.3. Variables de resultados.....	109
6.2.5. Instrumentos de medición.	109
6.2.5.1. Variables antropométricas, sociodemográficas y estilos de vida... 110	
6.2.5.2. Variables de antecedentes clínicos y características del ictus.	110
6.2.5.3. Variables de resultado.....	110
6.2.6. Protocolo de valoración.....	111
6.2.6.1. Protocolo de valoración pre-intervención	111
6.2.6.2. Protocolo de valoración intermedia	115
6.2.6.3. Protocolo de valoración post-intervención	115
6.2.7. Intervención clínica. Entrenamiento muscular inspiratorio (EMI).....	115
6.2.8. Análisis de los datos	117
RESULTADOS	121
7.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO.....	121
7.2. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS, ANTROPOMÉTRICOS, DE ESTILO DE VIDA, ANTECEDENTES CLÍNICOS Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DEL ICTUS.....	123
7.2.1. Datos sociodemográficos y antropométricos.	123
7.2.2. Datos de estilos de vida.....	124
7.2.3. Características clínicas: Antecedentes clínicos y características del ictus 125	
7.3. RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE LAS VARIABLES DE FUNCIÓN PULMONAR, DE FUERZA MUSCULAR INSPIRATORIA, DE CONTROL POSTURAL, CONTROL DE TRONCO, EQUILIBRIO Y MARCHA.	128

7.3.1. Resultados de la valoración pre-intervención de las variables de función pulmonar y de fuerza muscular inspiratoria.	128
7.3.2. Resultados de la valoración pre-intervención de las variables de control postural, control de tronco, equilibrio y marcha.	131
7.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES PRE-INTERVENCIÓN.....	132
7.4.1. Resultado del análisis de la relación entre las variables de función pulmonar, las características sociodemográficas, antropométricas, las características clínicas del ictus y las variables musculoesqueléticas pre-intervención.	132
7.4.2. Resultados del análisis de la relación entre la P _I max y datos sociodemográficos, antropométricos, las características clínicas del ictus, función pulmonar, control de tronco, control postural, equilibrio y marcha pre-intervención.	136
7.4.3. Resultados de correlación entre las variables musculoesqueléticas, datos antropométricos, sociodemográficos y las características clínicas del ictus pre-intervención.....	139
7.4.4. Resultados de la comparación entre los datos sociodemográficos, antropométricos y las características clínicas del ictus.....	143
7.5. RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN CLÍNICA. ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA, LA FUERZA MUSCULAR INSPIRATORIA, EL CONTROL POSTURAL, CONTROL DE TRONCO, EQUILIBRIO, Y MARCHA POST-INTERVENCIÓN. ANÁLISIS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.	145
7.5.1. Resultados de la función pulmonar post-intervención.....	145
7.5.2. Resultados de la fuerza muscular inspiratoria post-intervención.....	147
7.5.3. Resultados del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha post-intervención.	150
DISCUSIÓN	156
8.1. DISCUSIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA PRE-INTERVENCIÓN.....	155

8.1.1	Discusión de las características antropométricas, sociodemográficas, antecedentes clínicos, estilos de vida y características clínicas pre-intervención.	156
8.1.2.	Discusión de la Función pulmonar y fuerza muscular inspiratoria pre-intervención.	157
8.1.2.1.	Función pulmonar pre-intervención.	157
8.1.2.2.	Fuerza muscular inspiratoria pre-intervención.	160
8.1.3.	Discusión de las características de control postural, control de tronco, equilibrio y marcha.	162
8.1.3.1.	Control postural pre-intervención.	162
8.1.3.2.	Control de tronco pre-intervención.	162
8.1.3.3.	El equilibrio pre-intervención.	163
8.1.3.4.	Marcha pre-intervención.	164
8.2.	DISCUSIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DEL ESTUDIO	165
8.3.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN CLÍNICA	166
8.3.1.	Discusión de los resultados de la intervención sobre la función pulmonar y la fuerza muscular inspiratoria.	166
8.3.1.1.	Discusión de los resultados de la intervención sobre la función pulmonar	166
8.3.1.2.	Discusión de los resultados sobre la fuerza muscular inspiratoria	167
8.3.2.	Discusión de los resultados de las variables musculoesqueléticas de control de tronco, control postural, equilibrio y marcha.	169
8.3.2.1.	Discusión de los resultados sobre el control postural.	169
8.3.2.2.	Discusión de los resultados sobre el control de tronco	170
8.3.2.3.	Discusión de los resultados en el equilibrio medido con el BBS. ...	171
8.3.2.4.	Discusión de los resultados en la marcha medida con la FAC y FACHS.	171
	CONSIDERACIONES FINALES.....	176
9.1.	LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	176
9.2.	PROPUESTAS PARA FUTUROS ESTUDIOS	177
	CONCLUSIONES	181

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS183
ANEXOS221

SIGLAS Y ABREVIATURAS

ACA. Arteria cerebral anterior.

ACM. Arteria cerebral media.

ACV. Accidente cerebrovascular.

AHA. American heart Association.

AIT. Accidente isquémico transitorio.

AVD. Actividades de la vida diaria.

BBS. Escala de equilibrio de Berg.

BDI. Becks depression inventory.

CCS. Causative classification system.

CDT. Clock drawing test.

CEIC. Comité de ética de la investigación científica.

CISS. Chinese ischemic Stroke.

CO₂. Dióxido de carbono.

COM. Centro de masa.

COP. Centro de presiones.

COPM. Canadian occupational performance measure.

CV. Capacidad vital.

DLM. Dislipemia.

DM. Diabetes mellitus.

EDAD. Encuesta de discapacidad y autonomía personal y situación de dependencia.

EMI. Entrenamiento muscular respiratorio.

FAC. Functional ambulatory categories.

FACHS. Functional ambulatory classification of the Hospital de Sagunto.

FACT. Functional assessment for stroke patients.

FAI. Frenchay activity index.

FAST. Frenchay afasia screening test.

FEEN. Federación española de enfermedades neurológicas.

FEV₁. Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.

FIM. Functional independence measure.

FNP. Facilitación neuromuscular propioceptiva.

FRC. Capacidad residual funcional.

FVC. Capacidad vital forzada.

GEECV-SEN. Grupo de estudio de enfermedades cerebrovasculares de la Sociedad española de neurología.

HTA. Hipertensión arterial.

IB. Índice de Barthel.

IMC. Índice de masa corporal.

INE. Instituto Nacional de estadística.

LACI. Infartos lacunares.

MMSS. Miembros superiores.

MOCA. Montreal cognitive assessment.

MRS. Modified ranking scale.

NIHSS. National Institute of health stroke scale.

- NHP.** Nottingham health profile.
- OMS.** Organización mundial de la salud.
- PASS.** Postural assessment scale for stroke patients.
- PEF.** Flujo espiratorio máximo.
- PGA.** Presión gástrica.
- PICH.** Hemorragia intracerebral.
- PIMAX.** Presión inspiratoria máxima.
- PEMAX.** Presión espiratoria máxima.
- POCI.** Infartos de la circulación posterior.
- RHB.** Rehabilitación.
- RM.** Resonancia magnética.
- RM-C.** Resonancia magnética craneal.
- RMI.** Rivermed movility index.
- SAH.** Hemorragia subaracnoidea.
- SF-36.** Cuestionario de salud SF-36.
- SIS.** Stroke impact scale.
- SNS.** Sistema nacional de salud.
- SSS-TOAST.** Stop stroke study TOAST.
- TACI.** Infartos de la circulación total anterior.
- TCT.** Test de control de tronco.
- TIS.** Trunk impairment scale.

TOAST. Trial of org 10172 in acute stroke treatment.

TUG. Timed up and go.

VI. Volumen inspiratorio.

VVM. Ventilación máxima voluntaria.

2MWT. Test de marcha de dos minutos.

6MWT. Test de seis minutos marcha.

10MWT. Test de 10 metros marcha.

ÍNDICE DE FIGURAS, TABLAS Y ANEXOS**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura N.1. Fases del estudio.....	104
Figura N.2. Proceso de selección y aleatorización de los pacientes	122
Figura N.3. Media±DE de PImax (cmH ₂ O) para grupo experimental y placebo en pre-intervención, a las 4 semanas y post-intervención	149
Figura N.4. Correlación de Pearson entre el valor de PImax (cmH ₂ O) pre-intervención y el porcentaje de cambio tras finalizar el entrenamiento (Δ PImax)	150

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N.1. Variables musculoesqueléticas y sus escalas o test.....	111
Tabla N.2. Datos sociodemográficos y antropométricos del total de la muestra pre-intervención.	123
Tabla N.3. Datos sociodemográficos y antropométricos de cada uno de los grupos en la línea base.	124
Tabla N.4. Antecedentes clínicos del total de pacientes pre-intervención.	125
Tabla N.5: Antecedentes clínicos de cada uno de los grupos en la línea base (GE y GP).	125
Tabla N.6. Características clínicas del ictus del total de la muestra pre-intervención.	126
Tabla N.7. Características clínicas del ictus de cada uno de los grupos en la línea base (GE y GP).	126
Tabla N.8. Topografía de la lesión cerebral en cada uno de los grupos (GE y GP).	127
Tabla N.9. Resultados de la función pulmonar en el total de pacientes pre-intervención.....	129
Tabla N.10. Resultados de la función pulmonar en cada uno de los grupos en la línea base (GE y GP).	129
Tabla N.11. Resultados de la fuerza muscular inspiratoria del total de pacientes pre-intervención.	130
Tabla N.12. Resultados de la fuerza muscular inspiratoria en la línea base (GE y GP).	130
Tabla N.13. Resultados del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha del total de la muestra en la línea base.	131

Tabla N.14. Resultados del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha, de cada uno de los grupos pre-intervención (GE y GP).....	132
Tabla N.15. Resultados de la relación entre la función pulmonar y las características sociodemográficas, antropométricas y tiempo desde el ictus.	133
Tabla N.16. Resultados de la comparación entre la función pulmonar y el déficit motor pre-intervención.....	134
Tabla N.17. Resultados de la comparación de la función pulmonar y el tipo de ictus pre-intervención.	134
Tabla N.18. Resultados de la comparación de la función pulmonar y el lado más afecto pre-intervención.....	135
Tabla N.19. Resultados de correlación entre la función pulmonar y las variables musculoesqueléticas.	136
Tabla N.20. Resultados de correlación entre PImax y características sociodemográficas, antropométricas y tiempo desde el ictus pre-intervención. .	137
Tabla N.21. Resultados de correlación entre la PImax y la función pulmonar pre-intervención	138
Tabla N.22. Resultados de correlación entre la PImax y el control de tronco, control postural, equilibrio y marcha pre-intervención.	139
Tabla N.23. Resultados de la correlación entre los datos sociodemográficos, musculoesqueléticos y las características clínicas del ictus.....	140
Tabla N.24. Resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el déficit motor pre-intervención.	141
Tabla N.25. Resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el tipo de ictus pre-intervención.....	142
Tabla N.26. Resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el lado más afecto pre-intervención.....	143
Tabla N.27. Resultados de la comparación entre el déficit motor, datos sociodemográficos y datos antropométricos.	144

Tabla N.28. Resultados de la comparación entre el tipo de ictus, datos sociodemográficos y antropométricos.....	144
Tabla N.29. Resultados de la comparación entre el lado más afecto, datos sociodemográficos y datos antropométricos.....	145
Tabla N.30. Resultados post-intervención en la función pulmonar en el grupo experimental (GE).....	146
Tabla N.31. Resultados post-intervención en la función pulmonar en el grupo placebo (GP).....	147
Tabla N.32. Resultados post-intervención de la fuerza muscular inspiratoria en el grupo experimental (GE).	148
Tabla N.33. Resultados post-intervención sobre la fuerza muscular inspiratoria en el grupo placebo (GP) y diferencias intergrupo.	148
Tabla N.34. Resultados post-intervención en el control de tronco, control postural, equilibrio y marcha en el grupo experimental (GE).....	151
Tabla N.35. Resultados post-intervención en el control de tronco, control postural, equilibrio y marcha en el grupo placebo (GP) y diferencias intergrupo.....	151

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I. Autorización comité de ética	221
ANEXO II. Consentimiento informado.....	222
ANEXO III. Planilla de recogida de datos	223
ANEXO IV. Postural assessment scale for stroke patients.....	225
ANEXO V. Test de control de tronco	228
ANEXO VI. Escala de equilibrio de Berg.....	229
ANEXO VII. Escala FAC y FACHS	233

*INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE
LA TESIS*

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS

1. ANTECEDENTES DEL TEMA.

Las enfermedades cerebrovasculares, entre las que se encuentra el ictus, son la segunda causa de mortalidad, y tercera causa de discapacidad en el adulto en el mundo (González-Gómez *et al*, 2016). Las lesiones cerebrales secundarias a la alteración de la circulación cerebral conllevan una combinación de déficits motores, sensitivos, cognitivos y emocionales (Geurts *et al*, 2005).

Aproximadamente el 50% de las personas que sufran un ictus presentarán hemiparesia o hemiplejia, con una alteración de la sensibilidad y debilidad muscular de un lado del cuerpo. Esta asimetría del tono muscular conlleva una disminución en la capacidad de control de tronco, del control postural y del equilibrio (Rosamond *et al*, 2008; Dickstein *et al*, 2004), capacidades funcionales necesarias para la realización de las actividades de la vida diaria, para la reinserción laboral y social, y para lograr la marcha autónoma (Geurts *et al*, 2005).

A su vez, como consecuencia de la asimetría y debilidad del tronco, van a presentar una afectación de la función respiratoria (Annoni *et al*, 1990), una disminución de la fuerza de la musculatura inspiratoria y espiratoria (De Troyer *et al*, 1981; Luvizutto *et al*, 2017), una disminución de los volúmenes pulmonares (Pollock *et al*, 2013), y una tos ineficaz con aumento de la retención de secreciones (Ward *et al*, 2010; Sezer *et al.*, 2004), aumentando la morbilidad y mortalidad por problemas respiratorios (Wu *et al*, 2020; Zhang *et al*, 2020).

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) es un método terapéutico, seguro y eficaz, para la mejora de la función de la musculatura inspiratoria, y existe evidencia que además de aumentar la fuerza y la resistencia muscular (Zhang *et al*, 2020; Parreiras de Menezes *et al*, 2019), tiene otros efectos positivos como la disminución de la disnea (Song *et al*, 2015; Martín-Valero *et al*, 2015), la mejoría de la función pulmonar (Oh *et al*, 2016; Song *et al*, 2015; Martín-Valero *et al*, 2015), el aumento de la tolerancia al ejercicio (Song *et al*, 2015) y la reducción de las complicaciones pulmonares (Zhang *et al*, 2020; Wu *et al*, 2020).

2. JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS.

Las investigaciones se han centrado fundamentalmente en los beneficios del entrenamiento muscular inspiratorio sobre el sistema cardiorrespiratorio, pero la mejora de la fuerza muscular respiratoria también podría tener un efecto sobre el control postural y el equilibrio en estos pacientes (Oh *et al*, 2016). Hodges y Gandevia, (2010) afirman que el diafragma tiene una función estabilizadora de tronco, actuando en esta estabilización tanto indirectamente, aumentando la presión intraabdominal y apoyando la columna vertebral, como directamente, mediante la co-contracción continua que contribuye a la estabilización postural.

El hecho de que exista en los pacientes con hemiparesia y hemiplejia en fase aguda y subaguda una disminución en la fuerza de la musculatura inspiratoria, así como una disminución de los volúmenes pulmonares, hace del entrenamiento muscular inspiratorio una terapia a contemplar dentro del tratamiento de estos pacientes. Sin embargo, pocos estudios han valorad

o los efectos del entrenamiento muscular inspiratorio en el control de tronco, el control postural y el equilibrio en pacientes supervivientes al ictus, especialmente en fases tempranas (Yoo y Pyun, 2018).

Basándonos en la asunción previa de que el diafragma tiene una función estabilizadora del tronco (Hodges y Gandevia, 2010), en este estudio pretendemos valorar, además de los efectos de un programa de entrenamiento muscular inspiratorio en supervivientes al ictus en fase aguda y subaguda sobre la fuerza muscular inspiratoria y la función pulmonar, los efectos de éste sobre el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha, capacidades funcionales necesarias para la recuperación de la independencia en las actividades de la vida diaria, las actividades laborales y la participación social. A su vez analizaremos y relacionaremos las características de estos pacientes.

INTRODUCCIÓN

1. EL ICTUS

1.1. CONCEPTO Y EPIDEMIOLOGÍA

Las enfermedades cerebrovasculares son la segunda causa de mortalidad, y tercera causa de discapacidad en el adulto en el mundo (González-Gómez et al, 2016). En España suponen la primera causa de muerte en mujeres, y son la segunda causa de demencia. Dentro de las enfermedades cerebrovasculares, el ictus agudo es la principal manifestación clínica (Diez-Tejedor et al, 2001).

Con el término ictus nos referimos a las alteraciones bruscas del flujo sanguíneo que se presentan de un modo súbito, y que, de algún modo, dañarán el encéfalo. Etimológicamente, la palabra “ictus” procede del latín, y su significado es “golpe y/o golpeo rítmico con el que se miden los versos” (Lacruz et al, 2000). El empleo de este término viene motivado, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), por la analogía de como el ictus con su aparición brusca va a “golpear” la vida de la persona, de sus familiares y de la sociedad (Mackay y Mensah, 2004).

En la época de Hipócrates se denominó apoplejía (Pound et al, 1997), posteriormente se empleó el término accidente cerebrovascular (ACV) y actualmente se recomienda el uso del término ictus. Este, que ya fue propuesto en el año 1689 por William Cole (Sacco et al, 2013), es el que recomienda actualmente como término oficial el Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología (GEECV-SEN) (Diaz Tejedor, 2006).

Actualmente es aceptada la definición que se dió a principios de los años setenta por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En esta se define al ictus como “la rápida aparición de signos clínicos de alteración local o global de la función cerebral, que dura más de 24 horas o conduce a la muerte, sin otra causa aparente que la de origen vascular” (Aho et al, 1980), y que, posteriormente en 1975, eliminó el criterio temporal “que dura más de 24 horas”, y lo sustituyó por “que dura menos de 24 horas”, incluyendo en la definición a los accidentes isquémicos transitorios (AIT) (Millikan

et al, 1975). En los últimos años, la “*American Stroke Association*” modificó la definición de accidente isquémico transitorio, eliminando el carácter temporal, y lo definió como una “*disfunción neurológica reversible causada por isquemia focal, cerebral o retiniana, con síntomas que típicamente duran menos de una hora, y sin la evidencia de infarto agudo*” (Coupland *et al*, 2017).

En España, según se recoge en el estudio IBERICTUS, se estima que cada año se producen 187 nuevos casos por cada 100.000 habitantes, con una incidencia mayor en los hombres, y que alcanza el pico máximo a los 85 años (Diez-Guzmán *et al*, 2012).

Los últimos datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2020), recogidos en 2018, situaban el total de muertes por enfermedades cerebrovasculares en 26.420 de un total de 427.721. Esta misma fuente recoge que la tasa de morbilidad hospitalaria se situaba en 229 nuevos casos por cada 100.000 habitantes. Si se mantienen las cifras actuales de incidencia y mortalidad, dada la esperanza de vida prevista para este país, se estima que en 2030 habría 742.500 casos, y esta cantidad ascendería a 1.129.000 en 2050 (Sánchez, 2006).

Los costes directos de las enfermedades cerebrovasculares suponen un 3% del gasto sanitario nacional, siendo esta cifra similar a la de otros países europeos (Brea *et al*, 2013). El impacto sociosanitario de la enfermedad cerebrovascular en España en 2006, según el “*Informe de la Federación Española de Enfermedades Neurológicas (FEEN)*”, estimaba en 1526 millones de euros el coste en España, y si consideraban los costes perdidos laborales indirectos, y otros costes directos no sanitarios, esta cantidad ascendía hasta 6000 millones de euros (Sánchez, 2006). En el cálculo de costes, hay que considerar por su relevancia, la carga generada por el ictus en años vividos en discapacidad, coste que debería ser añadido, pero que aún no cuenta con todo el peso que tiene a la hora de la asignación de fondos para la investigación (Mar *et al.*, 2013).

1.2. CLASIFICACIONES DE LOS DISTINTOS TIPOS DE ICTUS.

El ictus se clasifica según su naturaleza, según su etiología, o según su localización.

1.2.1. Clasificación según su naturaleza.

En la clasificación según su naturaleza, el ictus se divide en dos grandes grupos: el ictus isquémico y el ictus hemorrágico.

El *ictus isquémico* se va a producir por una disminución del aporte sanguíneo cerebral provocado por un trombo (trombótico), o por un émbolo (embólico). Esta disminución del aporte sanguíneo puede ser total, provocando una isquemia global, o una disminución parcial, provocando una isquemia focal. El infarto cerebral puede afectar a los hemisferios, con compromiso o no del tronco encefálico y/o cerebelo. La isquemia global se dará como resultados de una disminución del flujo sanguíneo en todo el encéfalo a la vez. (Diez-Tejedor *et al*,2001).

La isquemia focal se clasifica según su duración. Tradicionalmente si el proceso isquémico focal provocaba un déficit por un tiempo mayor a 24 horas, se consideraba infarto cerebral. Si el proceso isquémico era transitorio, y se corregía antes de 24 horas, se hablaba de ataque isquémico transitorio (AIT) (Diez-Tejedor, 2006). Esta disfunción temporal suele durar de dos a quince minutos, y aunque antes era relevante el criterio temporal, pudiendo este alargarse hasta las 24 horas, actualmente con las técnicas de neuroimagen debe observarse la ausencia de infarto agudo para considerarse AIT (Coupland *et al*, 2017).

El *ictus hemorrágico* sucede cuando la sangre se extravasa en el interior del cerebro. La hemorragia cerebral incluye la hemorragia intracerebral (parenquimatosa o ventricular) y la hemorragia subaracnoidea. Según su localización se habla de *hemorragia cerebral* si la presencia de sangre es en el parénquima, o en el interior de los ventrículos cerebrales, y de *hemorragia subaracnoidea* cuando la presencia de sangre se da directamente en el espacio subaracnoideo (Diez-Tejedor *et al*, 2001). La hemorragia subaracnoidea es la más frecuente en personas menores de 40 años, de causa traumática o por presencia de

un aneurisma previo (Martínez-Vila *et al*, 2011). Según algunos autores, se cifra en un 90% de las veces el aneurisma cerebral como causa. La hemorragia parenquimatosa tiene a la hipertensión arterial como causa más frecuente (Ustrell-Roig y Serena-Leal, 2007).

Las hemorragias intracerebrales se van a dividir según la topografía de la lesión, clasificándose estas en *hemorragia profunda*, si afecta a ganglios basales y el tálamo de manera frecuente, *hemorragia lobar*, cuando la afectación es cortical o subcortical en cualquier parte de los hemisferios, *hemorragia cerebelosa*, cuando el sangrado es cerebeloso, *hemorragia del tronco cerebral*, cuando afecta al tronco, sobre todo a la protuberancia, y en *hemorragia intraventricular*, cuando exclusivamente el sangrado en el interior de los ventrículos cerebrales (Martínez-Vila *et al*, 2011).

1.2.2. Clasificación etiológica del ictus.

La clasificación etiológica del ictus ha sido modificada a lo largo de los años. La gravedad y la frecuencia de estos episodios creó la necesidad de una clasificación certera que permitiera, en conjunción con el buen conocimiento de los factores de riesgo, el inicio precoz de la prevención secundaria (Sacco *et al*, 2013).

La primera descripción de los subgrupos etiológicos del ictus isquémico data del año 1958. Este año el “*National institute for neurological disorders and blindness resort on cerebrovascular diseases*” los clasificó basándose fundamentalmente en los signos clínicos y en los estudios forenses en la siguiente clasificación: “trombosis con arteriosclerosis”, “embolismo cerebral”, “infarto cerebral de causa desconocida” y “otras causas” (Radu *et al*, 2017).

Posteriormente, en los años 60-70, la aparición de la tomografía axial computerizada, la angiografía por catéter, la descripción de los “*síndromes lacunares*” por el Doctor Miller Fischer, los embolismos cerebrales procedentes de placas ulcerosas de las arterias carótideas (Mohr *et al*, 1978), junto con otras clasificaciones (Radu *et al*, 2017), llevaron a la creación por parte de nueve neurólogos del “*Harvard Cooperative stroke registry*”, un registro sobre 695 pacientes, con una recolección prospectiva de datos anatómicos, clínicos y de laboratorio de pacientes ingresados con ictus agudos. Este registro concluyó con una clasificación

de los ictus en cinco subtipos: “*gran trombosis arterial*”, “*infartos lacunares*”, “*embolismo*”, “*hematoma intracerebral*” y “*hemorragia subaracnoidea*” (Mohr *et al*, 1978).

A principio de los años 80, se creó un nuevo registro, el “*Stroke data bank*”. Basado en un estudio observacional prospectivo, en el que se clasificaron a 40 pacientes en los siguientes subtipos: *hemorragia parenquimatosa*, *hemorragia subaracnoidea*, *infarto debido a aterosclerosis de gran arteria*, *lacunar*, *embolismo de origen cardioembólico*, *infarto con patología arterial en tándem*, incluyendo embolia de una fuente carotídea, *infarto de causa indeterminada* o con angiografía normal y *accidente cerebrovascular por otra causa*. En este estudio, un 40% de los pacientes quedaron encuadrados dentro del subtipo “*causa indeterminada*”, por no poder probar el mecanismo a pesar de las diferentes pruebas de laboratorio (Sacco *et al*, 1989).

Entre 1981 y 1986, Bamford *et al*, (1990), llevaron a cabo el “*Oxfordshire Community Stroke project*”, un estudio prospectivo basado en criterios diagnósticos de tomografía computerizada, escáner, necropsia y punción lumbar, sobre 657 pacientes donde clasificaron al ictus agudo en “*infarto cerebral*”, definitivo o probable, “*hemorragia intracerebral (PICH)*” probable o definitiva, “*Hemorragia subaracnoidea (SAH)*”, probable o definitiva, y “*tipos inciertos*” (Bedford *et al.*, 1990).

Como los estudios de Sacco *et al*, (1989) dejaban este 40% de pacientes como “*causa indeterminada*”, Bamford *et al*, (1991) propusieron una clasificación más rápida y práctica en los ictus agudos, así como una manera de homogeneizar de cara a futuros tratamientos, y crearon una clasificación topográfica de los infartos cerebrales en “*infartos de la circulación total anterior (TACI)*”, “*infartos de la circulación parcial anterior (PACI)*”, “*infartos de la circulación posterior (POCI)*” e “*infartos lacunares*” (LACI).

En 1993, Adams *et al*, (1993) propusieron una clasificación alternativa debido a que las clasificaciones propuestas hasta el momento estaban basadas en pruebas de imagen, ecocardiograma, arteriografías, y pruebas de laboratorio para su diagnóstico, con su consecuente coste económico y demora, proponiendo una subclasificación más rápida según los autores, y con una gran fiabilidad interobservador. Lo denominaron la “*Subclasificación TOAST*”, acrónimo del estudio que denominaron “*Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment*”.

La subclasificación TOAST es una subclasificación de los ictus isquémicos, para los cuales establecieron cinco subtipos causativos: “*aterosclerosis de gran arteria*”, “*cardioembólico*”, “*oclusión de pequeño vaso*”, “*ictus de otra etiología*”, “*ictus de etiología indeterminada*”.

Goldstein *et al*, (2001), años después, observaron que, en los estudios posteriores a esta subclasificación, la fiabilidad interevaluador de la subclasificación TOAST era moderada, y llevaron a cabo un estudio sobre 14 pacientes donde combinaron dicha subclasificación y un sistema algorítmico informático. Observaron que con la primera subclasificación, la coincidencia entre ellos era de 29%, mientras que con la segunda esta coincidencia era entre el 50% y el 71%. Esta variabilidad en la clasificación parecía estar debida según los autores a la interpretación de las técnicas de imagen y de las pruebas cardíacas. Propusieron entonces una combinación de la subclasificación TOAST y del sistema algorítmico, para mejorar la fiabilidad en la subclasificación de los ictus agudos isquémicos.

Motivados por esta misma baja fiabilidad interevaluador que conllevaba el sistema TOAST, en la que se sobreclasificaban los ictus en la categoría “*ictus de etiología indeterminada*”, por la aparición de nuevos diagnósticos con el uso de la ecocardiografía de pacientes de causa cardioembólica, así como pacientes con aterosclerosis ipsilateral de arterias grandes que provocaban infartos lacunares, Ay *et al*, (2005) crearon un algoritmo que pretendiera subsanar este error, y lo denominaron el “*SSS-TOAST*”(*Stop Stroke study-TOAST*).

Este sistema de subclasificación mantenía los cinco subtipos del sistema TOAST, el cual era subclasificado a su vez en “evidente”, “probable” y “posible”, y en la categoría de “causa indeterminada”, en “desconocido” e “inclasificable”, en función de los criterios extraídos según pruebas diagnósticas, sintomatología, antecedentes, patología asociada o intervenciones quirúrgicas.

Este algoritmo identificaba los mecanismos causales del ictus, pero seguía ignorando la interacción de varios mecanismos causales en su aparición, de manera que posteriormente los autores del SSS-TOAST, junto con otros autores, crearon un nuevo algoritmo de clasificación basado en la evidencia, que identificaba el mecanismo causal, incluso cuando la etiología era múltiple, creando el “*Causative*

Classification System (CCS)", una versión automatizada del anterior. Este sistema de clasificación emplea datos, tanto epidemiológicos, como clínicos, para clasificar del mismo modo en cinco categorías mayores de la clasificación TOAST (Ay *et al*, 2007).

Amarengo *et al*, (2009) buscaron nuevos sistemas de clasificación, debido, por un lado, a la heterogeneidad de la causalidad del ictus, que rondaba 150 causas según los autores, y por otro lado por el alto número que para este equipo suponía también el número de ictus clasificados como criptogénicos (entre el 25% y el 39%). Para estos autores, la clasificación TOAST presentaba errores en la categorización de "pequeño vaso", las fuentes cardíacas de embolismo se clasificaban solo como riesgo medio o alto riesgo, y "causa indeterminada" incluía un grupo muy heterogéneo. A su vez, la clasificación Stroke Data Bank también la consideraban inadecuada, ya que daba una definición muy restrictiva del "ictus aterotrombótico", con una subestimación de la patología aterotrombótica. Existía una amplia definición de ictus lacunar, y también la sobreestimación del grupo clasificado como "etiología indefinida".

Por lo tanto, crearon las bases para una nueva clasificación de los subtipos de ictus. Cualquier subclasificación debía distinguir entre ictus isquémico y hemorrágico, hemorragia subaracnoidea, trombosis venosa cerebral e ictus de médula espinal. En la clasificación de los ictus isquémicos, los pacientes se evalúan según estos autores dentro de cuatro fenotipos determinados con cuatro iniciales: "A", para los ictus clasificados como aterosclerosis, "S", la enfermedad de pequeño vaso, "C", para enfermedad cardíaca y "O" para otras causas. A su vez esta clasificación considera tres grados posibles dentro de cada grupo, "grado uno", "grado dos" y "grado tres", según si la causa es *probable, posible o improbable* respectivamente, "grado cero" si no existe patología y "grado nueve" a los pacientes que no se les puede graduar debido a que no se les ha realizado ningún test. A su vez incluye tres niveles, nivel A, nivel B y nivel C, según si la evidencia es Gold-standard, indirecta o débil, respectivamente (Amarengo *et al*, 2009).

Gao *et al*, (2011), años después, observaron que la clasificación fenotípica ASCO descuidaba la enfermedad de la rama ateromatosa intracraneal que afecta a las arterias penetrantes. Esta patología de arterias penetrantes según estos autores daría una sintomatología de deficiencia hemodinámica o de perfusión. A su vez

observaron que ningún estudio anterior investigaba los mecanismos que hay detrás de los ictus causados por aterosclerosis de gran arteria, por lo que crearon la subclasificación *CISS (Chinese Isquemic Stroke Subclassification)* para incluir estos hallazgos.

Tras la experiencia con la clasificación fenotípica ASCO, sus creadores observaron que la disección era una causa frecuente de ictus isquémico en pacientes jóvenes, y decidieron incluir también la letra “D” de disección a la clasificación ASCO, creando la clasificación “ASCOD”. En esta clasificación posterior se detallaron más los test diagnósticos para determinar el grado de causalidad, se modificó el corte para el diagnóstico de estenosis carotídea e intracraneal significativa, aceptando el 50% de estenosis en lugar del 70% aceptado anteriormente, y se incluyeron nuevos requisitos diagnósticos y técnicos (Amarenco *et al*, 2013).

Con el objetivo de reducir el número de pacientes clasificados como “causa indeterminada”, y proceder al mejor tratamiento y prevención de recaídas, Bogiatzi *et al*, (2014) realizaron una adaptación del algoritmo del CCS que denominaron SPARKLE, donde incluyeron la medida de carga de la placa aterosclerótica dentro de la categoría de “aterosclerosis de gran arteria”, a través de la medición del área total de la placa mediante el uso diagnóstico de ultrasonidos. De esta manera, clasificaban correctamente en la categoría de aterosclerosis de gran arteria a pacientes que, con las anteriores clasificaciones, quedaban clasificados en causa indeterminada (Bogiatzi *et al.*, 2014).

La Sociedad Española de Neurología estableció a su vez una clasificación causal que la denominó GEECV/SEN. En esta subclasificación se distinguen cinco categorías etiológicas: el “ictus aterotrombótico”, el “ictus cardioembólico”, el “ictus por afectación de pequeño vaso”, el “ictus de etiología infrecuente”, y el “ictus de etiología indeterminada”, el cual incluye los ictus desconocidos tras un estudio completo, de causa indeterminada por estudio completo, e ictus de causa indeterminada por coexistencia de dos o más causas (Sobrino *et al*, 2012).

1.2.3 Clasificación topográfica.

La clasificación topográfica se basa exclusivamente en la localización del infarto cerebral. Se emplea la clasificación “*Oxfordshire Community Stroke Project-1981-06*”, publicada por Bamford *et al*, (1990). Según esta clasificación, hablamos de un infarto total de la circulación anterior, de causa embólica frecuentemente, que se denomina TACI (*Total Anterior Cerebral Infarction*). Cuando el infarto es parcial de la circulación anterior se denomina PACI (*Partial anterior cerebral infarction*), cuya causa suele ser el cardioembolismo y la aterosclerosis en proporción similar. El LACI es el infarto lacunar (*Lacunar Infarction*), provocado con mayor frecuencia por la lipohialinosis asociada a la hipertensión arterial, como microateromas, y el POCI, es el infarto de la circulación posterior (*Posterior Circulation Infarction*), cuya principal causa es la aterosclerosis. (Bamford *et al*, 1990; Díez-Tejedor, 2001).

1.3. DIAGNÓSTICO Y CUADROS CLÍNICOS EN EL ICTUS.

Los cuadros clínicos que vamos a encontrar tras un ictus van a variar según la localización de la lesión, la extensión, el tipo de ictus (isquémico o hemorrágico), y la evolución del mismo (duración de síntomas de más o menos de 24 horas). Será determinante la capacidad, o no, de la circulación contralateral, de suplir la falta de irrigación de la zona dañada.

En el ictus isquémico, el momento de aparición de los síntomas suele consistir, de manera general, en la aparición de debilidad focal y la alteración del habla. Esta debilidad se manifiesta con la aparición brusca de debilidad del brazo, pierna o facial de manera subjetiva u objetiva, la sensación de alteración en el habla, la parestesia en el brazo o pierna, dolor de cabeza o inestabilidad en bipedestación, que son síntomas de paresia del brazo y/o de la pierna, disfasia o disartria, marcha hemiparética o atáxica, paresia facial, anormalidad de los movimientos oculares o defecto en el campo visual (Yew y Cheng, 2009).

En la hemorragia subaracnoidea, no suelen aparecer signos focales, a no ser que el sangrado se extienda a una localización focal, por lo que suele debutar con

un dolor de cabeza extremadamente fuerte e inusitado, junto con vómitos, convulsiones, signos meníngeos y disminución del nivel de conciencia (Yew y Cheng, 2009).

El diagnóstico médico se basará en la historia clínica, que podrá incluir la realización de una exploración neurológica, analítica, electrocardiograma, radiografía de tórax, tomografía computerizada craneal, un estudio dúplex/Doppler de troncos supraaórticos y transcraneal, en todos los pacientes que han experimentado un ictus isquémico, así como una resonancia magnética craneal (RM-C) y angio-RM, o con arteriografía por sustracción digital. La RM-C en las secuencias de difusión muestran el tejido infartado en la fase aguda, y mediante secuencias de perfusión se podrá cuantificar la extensión del tejido hipoperfundido. La diferencia entre ambas zonas identificará el tejido en penumbra o mismatch, y potencialmente recuperable (Ustrell-Roig y Serena-Leal, 2007). Una vez confirmado el diagnóstico, se llevará a cabo el tratamiento médico o quirúrgico.

Se incluirá la identificación para la prevención primaria y secundaria de los factores de riesgo modificables o parcialmente modificables, como son la hipertensión arterial, la diabetes mellitus, la fibrilación auricular, los lípidos plasmáticos e hipolipemiantes, el consumo de tabaco y alcohol, la inactividad física o la dieta desequilibrada, entre otros (Boehme *et al*, 2017).

Según los estudios de Yew y Cheng, (2008) y Diez-Tejedor, (2006), los cuadros clínicos serán los siguientes:

En la *arteria cerebral media*, que es el territorio más frecuente de lesión (ya que el territorio de la arteria cerebral anterior suele compensarse a través de la arteria comunicante anterior), cuando no es capaz de compensar la circulación colateral, desembocará en una hemiplejía, hemi-hipoestesia, hemianopsia homónima, paresia de la mirada contralateral, y afasia cuando la lesión es del hemisferio dominante.

En la *arteria carótida interna* puede ocurrir, desde lesiones mínimas por existir un flujo contralateral, hasta que este flujo contralateral no sea posible y se pueda producir un gran infarto del hemisferio ipsilateral.

La *arteria cerebral anterior* presenta un cuadro de peor pronóstico cuando la obstrucción es distal, con debilidad del miembro inferior opuesto (más distal que proximal), y a veces asociada a paresia proximal en el miembro superior con afectación sensitiva. Puede en estos casos coexistir apraxia, apatía, desviación oculocefálica, trastorno del comportamiento, paratonía contralateral, reflejos de liberación frontal e incontinencia urinaria.

En la afectación del *sistema vertebrobasilar*, si la oclusión implica a la arteria vertebral, puede ir desde una afectación asintomática, hasta un infarto del tronco del encéfalo, y cuando la oclusión ocurre en la *arteria basilar*, puede producir un infarto del tronco del encéfalo, un AIT, o, sin embargo, no producir síntomas. Puede provocar signos de deterioro troncoencefálico bilateral, o de un solo lado. Cuando la oclusión es en la parte distal de esta arteria, produce un cuadro muy grave por infarto de todos los hemisferios distales y trombosis de la basilar, por lo que puede desarrollarse de forma progresiva y es de mal pronóstico.

La *arteria cerebral posterior* suele producir un déficit visual homolateral, generalmente hemianópsico, cuadrantoanópsico, o bien palinopsia, poliopía, metamorfopsia, visión telescópica o prosopagnosia. El *infarto talámico* puede dar síndrome talámico, con ceguera cortical y alteración del comportamiento.

En el caso de las *hemorragias cerebrales*, la clínica va a depender de la localización, así como del tamaño y extensión de la hemorragia. Diferenciar ante la aparición de síntomas a los ictus hemorrágicos de los isquémicos es difícil, aunque en estos últimos suele darse la aparición de la cefalea intensa y la aparición de la pérdida de conciencia de carácter grave. En las *hemorragias subaracnoideas*, cuando la causa es un aneurisma suele aparecer en el origen y en las bifurcaciones del polígono de Willis. Lo más frecuente es en las uniones de la arteria comunicante posterior con la arteria cerebral anterior, y el nacimiento de la cerebral media desde la carótida interna. Su aparición es así mismo súbita y con cefaleas muy intensas, pérdida de conciencia y vómitos (Diez Tejedor, 2006).

2. LA HEMIPLEJIA Y LA HEMIPARESIA

2.1. LAS DISFUNCIONES MOTORAS TRAS EL ICTUS.

Tras un ictus las disfunciones motoras van a ser, junto con los problemas cognitivos y conductuales, los daños más frecuentes para la inclusión de los pacientes en los servicios de rehabilitación (Noe-Sebastian *et al*, 2017).

La lesión vascular con frecuencia va a afectar a las vías nerviosas descendentes, a la corteza motora, a los ganglios basales y al cerebelo, provocando en estos casos un hemisíndrome con déficits motores y sensitivos, donde estarán afectados el miembro superior, el miembro inferior y la cara de un lado del cuerpo (Hosp y Luft, 2011).

La *hemiplejia*, también llamada síndrome hemipléjico, es un conjunto de signos y síntomas que aparecen tras la lesión de las vías nerviosas. Éstas se manifiestan con una pérdida del movimiento voluntario, se asocian trastornos de afectación del tono postural con parálisis muscular, afectación de la sensibilidad y desfase sensitivo-motor de un lado del cuerpo, y se puede asociar alteración del esquema corporal, del habla y del lenguaje, problemas cognitivos y problemas emocionales (Martín-Piñero *et al*, 2013). Cuando existe una debilidad de la musculatura de un lado del cuerpo, con más o menos afectación sensitiva, pero sin perder el movimiento voluntario, hablamos de *hemiparesia*.

La hemiplejia y la hemiparesia son, entre las distintas secuelas motoras, la que más preocupa a los familiares y a los pacientes, y sobre la que más expectativas de recuperación se generan (Florez-García *et al*, 2000).

En ambos hemisíndromes motores, que afectan al hemicuerpo contralateral al del hemisferio donde se produce el daño vascular, la sintomatología no sólo se limita a ese lado, sino que toda la corteza se va a ver en mayor o menor medida comprometida por la lesión, por lo que se van a asociar diversas alteraciones, aunque de menor intensidad, en el hemicuerpo menos afecto, y se va a extender a

su vez a varias áreas cerebrales. La función motora se verá por lo tanto afectada a nivel global, siendo afectado el equilibrio, la coordinación, la percepción sensorial y la orientación espacial, entre otras, y esto repercutirá en la ejecución de los movimientos y en la vida diaria (Endres *et al*, 2003).

2.2. LAS ALTERACIONES DE LA FUNCIÓN PULMONAR Y LA MUSCULATURA RESPIRATORIA EN LA HEMIPLEJIA Y LA HEMIPARESIA.

El daño cerebral tras el ictus, además de las secuelas motoras, también va a afectar al control central de la respiración, produciendo varias alteraciones respiratorias. Se verá afectada tanto la función pulmonar, como la fuerza muscular respiratoria.

2.2.1. Alteración de la función pulmonar.

En sujetos sanos, la regulación de la respiración por el sistema nervioso pone en juego a las vías bulboespinales cuando esta es automática, y a las vías corticoespinales cuando se realiza de manera voluntaria. El córtex cerebral no va a participar en la respiración en reposo, siendo la principal función cortical la inhibitoria (Lanini *et al*, 2003).

La hemiparesia y la hemiplejia conllevan un cambio en la cinemática de la caja torácica. El estudio de esta cinemática en ambos casos ha evidenciado que la lesión hemisférica va a provocar una disfunción contralateral de los músculos ventilatorios, con una disminución de la ventilación voluntaria del lado más afecto durante la hiperventilación voluntaria (Lanini *et al*, 2003). Al solicitar una respiración profunda, el lado más afecto no se expande de manera similar al menos afecto, lo que conlleva una reducción de la caja torácica en el lado de la parálisis, una ventilación asimétrica, un aumento de la sensibilidad al CO₂ y una disminución de la ventilación de ese lado (Fluck, 1966).

Estudios que incluyen valoraciones funcionales del sistema respiratorio han observado, en hemipléjicos y hemiparésicos crónicos, que la función ventilatoria en general, y en especial el esfuerzo espiratorio se ven afectados, siendo ésta más marcada en la hemiplejia. Fugl-Meyer *et al*, 1983 observaron que la capacidad inspiratoria disminuye, así como la fuerza muscular inspiratoria y espiratoria en ambos casos. Estos estudios sugieren que la disfunción espiratoria es de origen muscular, y que la restricción inspiratoria se inicia con la debilidad respiratoria y se incrementa con el tiempo por la contractura de la caja torácica. Respecto a la *capacidad vital (CV)*, ésta parece mantenerse normal en hemiparéticos, pero está reducida en hemipléjicos, y esta capacidad inspiratoria parece disminuir con el tiempo.

La reducción de la *capacidad residual funcional (FRC)* y del *volumen inspiratorio (VI)* también se observa en los pacientes agudos, y a su vez parece estar relacionado con un pobre pico de tos voluntario y con un menor volumen de aire inspirado previo a la tos, que se observa en hemipléjicos respecto a sanos (Ward *et al*, 2010).

Aparece por tanto un patrón restrictivo, con una debilidad de la musculatura, una disminución de la tolerancia al ejercicio y de la dinámica costal, debido el aumento de la espasticidad durante el esfuerzo (Anoni *et al*, 1990). En la espirometría se observa además menor *capacidad vital forzada (FCV)*, menor *volumen espirado en el primer segundo (FEV₁)*, menor *capacidad vital (VC)*, menor *flujo espiratorio máximo (PEF)* y menor *ventilación máxima voluntaria (VVM)*, con menor pico de consumo de oxígeno, y saturación, ante el esfuerzo aeróbico, pero sin diferencias significativa en estos últimos con los sujetos sanos (Sezer *et al*, 2004).

2.2.2. Alteración de la fuerza muscular respiratoria y del diafragma.

Las investigaciones indican que, junto con esta disminución de la FVC, el FEV₁ y el PEF, va a ir aparejada una disminución de la *presión máxima inspiratoria (P_Imax)* y de la *presión máxima espiratoria (P_Emax)*. Se remarca una baja participación de la musculatura abdominal. Además, se ha demostrado que esta musculatura tiene un papel importante en la fijación del tronco, y con ello va a permitir al

diafragma actuar en una posición correcta de estiramiento-tensión (Teixeira Salmela *et al*, 2005; Voyvoda *et al*, 2012).

En la dinámica respiratoria, se necesita de un movimiento sincrónico y simétrico de la musculatura respiratoria, que permita la entrada y salida de aire desde los pulmones.

En el ictus, los cambios estructurales y funcionales que desencadenan una asimetría del tono y la fuerza muscular van a causar, además de la existencia de una modificación del patrón ventilatorio y de la función pulmonar, una disminución de la resistencia y la fuerza de la musculatura respiratoria, tanto inspiratoria como espiratoria. Durante el mecanismo de la tos, el hemitórax más afecto no se expande de forma adecuada durante la inspiración, pero tampoco vuelve a su posición inicial tras la maniobra espiratoria. Este hecho, junto a la debilidad del suelo pélvico, y de la musculatura abdominal, va a reducir el esfuerzo espiratorio (Fugl-Meyer y Grimby, 1984).

En la evaluación electromiográfica de la musculatura respiratoria tras el ictus, se observa una reducción llamativa de la actividad de los músculos intercostales del lado más afecto en todos los pacientes, y del músculo diafragma en gran mayoría de casos al aumentar el esfuerzo ventilatorio voluntario (De Troyer *et al*, 1988).

El diafragma es el principal músculo inspiratorio, y tiene una relación directa entre el acortamiento de sus fibras y la expansión pulmonar. Sus motoneuronas se descargan a tasas más altas cuando el flujo o volumen inspiratorio aumenta de manera voluntaria, o cuando hay un mayor impulso químico al respirar (Gandevia *et al*, 2002). Cada lado del diafragma tiene una representación cortical unilateral contralateral. Parece no existir una representación bilateral del mismo, y los tiempos de conducción electromiográficos son más lentos en el lado más afecto en la hemiplejia capsular, mientras que en la no capsular se comportaron de manera simétrica (Similowski *et al*, 1996). La afectación que ocurre a nivel central del diafragma puede contribuir a la hipoxia e hipocapnia. Se ha observado una disminución del nivel de bicarbonato tras una gasometría en pacientes con hemiplejia aguda (Khedr *et al*, 2000).

En los estudios ultrasonográficos en pacientes hemipléjicos, se observa que existe una menor excursión del diafragma en el lado más afecto, pero en estudios radiográficos de tórax esto no se traduce en una elevación del hemidiafragma. Se postula que los problemas respiratorios puedan aparecer cuando la excursión del diafragma “sano” es el doble que en el del lado más afecto (Cohen *et al*, 1994). En las ultrasonografías, se advierte que el diafragma es menos grueso en el lado más afecto, y que por lo tanto es más débil a este nivel, debido a la correlación que existe entre volumen muscular y fuerza (Lee *et al*, 2018).

Sin embargo, otros autores como Korkzyn *et al*, (1969), sí que han observado en estudios radiográficas una elevación del hemidiafragma afecto, en comparación con el menos afecto.

Las investigaciones señalan que ésta disminución de la fuerza muscular respiratoria de manera significativa podría estar relacionada con la aparición de infecciones respiratorias (Pollok *et al*, 2013), y estos cambios funcionales y musculares han llevado a algunos autores a intentar relacionar esta debilidad muscular con un pico de flujo de tos ineficaz, la retención de secreciones y la aparición de infecciones respiratorias. Recientes metaanálisis sostienen la menor incidencia de infecciones respiratorias tras el entrenamiento muscular inspiratorio (Wu *et al*, 2020; Zhang *et al*, 2020).

Parece existir una correlación positiva entre la debilidad respiratoria y la severidad del ictus (Sartor *et al*, 2020), y entre la P_Imax y la capacidad al ejercicio y los niveles funcionales. Los pacientes con presiones inspiratorias menores tras el ictus tienden a ser personas menos deambuladoras, y a menor P_Imax menor nivel funcional (Pinheiro *et al*, 2014). Aparece como respuesta al ejercicio un aumento de la fracción de espacio muerto, lo que indica una disminución de la ventilación alveolar, y una alteración del intercambio gaseoso (Sezer *et al*, 2004).

Similowski *et al*, (1996) sugiere que en estos cambios estructurales y funcionales pueda existir una lesión “central” del diafragma, ya que en los casos de hemiplejia capsular la respuesta electromiográfica del diafragma en el lado más afecto está o abolida, o disminuída de manera marcada, pero sin embargo esto no ocurre en lesiones no capsulares.

Pero el diafragma no va a limitar su función únicamente a la función respiratoria. Éste va a tener una función estabilizadora, y realiza una contracción durante las tareas posturales. Los estudios de Gandevia *et al*, (2002), observaron que el diafragma se contrae durante el movimiento bilateral de hombros y codos, y en conjunción con los músculos abdominales y pélvicos, aumentan la presión intraabdominal. Es por lo tanto un músculo que juega un papel importante para el control postural, pudiéndose considerar un músculo “core”.

Hodges y Gandevia, (2000) afirmaron que el diafragma se activa ante la demanda postural para elevar la presión gástrica (PGA), realiza un control y estabilización de tronco, y sus motoneuronas reciben dos impulsos, uno relacionado con la inspiración y otro con el movimiento. Estos autores observaron que cuando el diafragma se ve solicitado por esta doble demanda de respiración y estabilización de la postura, aumenta y modela la presión pleural y gástrica. Por lo que, cuando las demandas respiratorias en estos pacientes aumentan, la estabilidad puede verse comprometida.

Por esta doble función respiración-estabilidad de la musculatura respiratoria, varios autores han investigado la correlación entre ambas en pacientes con ictus (Lee *et al*, 2018; Jandt *et al*, 2011).

2.3. ALTERACIONES DE LAS CAPACIDADES FUNCIONALES EN LA HEMIPLEJIA Y EN LA HEMIPARESIA.

Diversas funciones motoras se ven comprometidas tras la lesión de la corteza motora, y esto conlleva unas deficiencias motoras que deben ser abordadas por el tratamiento de fisioterapia.

Entre estas deficiencias funcionales nos encontramos la alteración del control de tronco, del control postural, la afectación del equilibrio, y la alteración de la marcha.

2.3.1. El control de tronco y su disfunción en la hemiparesia y hemiplejia.

El correcto funcionamiento de la musculatura del tronco, de manera sincrónica y eficaz, es fundamental para la realización de la mayoría de las actividades fundamentales para la supervivencia y de la vida diaria, tales como son la alimentación, la deglución, la respiración eficiente, y para la articulación del lenguaje. Este normal funcionamiento de la musculatura estabilizadora del tronco se va a ver comprometido tras el daño cerebral.

Para el adecuado control del tronco se necesita de un ajuste postural anticipatorio. Este ocurre en la musculatura profunda postural, la cual se activa previa a la perturbación postural. Estos movimientos de ajuste son tan rápidos que parecen *feedforwards* de origen cortical. En sujetos sanos, las investigaciones han observado que los ajustes anticipatorios tienen una contribución cortical, con una disminución de la inhibición intracortical, y ningún cambio en la excitabilidad previo al movimiento (Chiou *et al*, 2018).

En los estudios electromiográficos llevados a cabo en sujetos sanos, el sistema nervioso central estabiliza el tronco ante la demanda de actividades del miembro inferior, mediante la contracción de la musculatura abdominal, y multifida. Esta reacción involucra la contracción de transverso del abdomen, y musculatura abdominal oblicua, estabilizando el tronco, siendo esta estabilización previa al movimiento del miembro, que se inicia en la cadera (Hodges y Richardson, 1997).

Un proceso similar ocurre en el movimiento de miembros superiores, en los que se va a producir la contracción del transverso del abdomen previo a los movimientos de los mismos, contrayéndose independientemente del control específico del centro de gravedad sobre la base de sustentación, e independientemente de la dirección del movimiento (Hodges y Richardson, 1997).

En sujetos sanos, los estudios de la excitabilidad corticoespinal de los movimientos llevados a cabo por los erectores de tronco, durante actividades como la extensión de tronco o la contención de la espiración forzada, muestran que los potenciales evocados pueden producirse en ausencia de activación voluntaria, y estos músculos muestran un patrón facilitador durante estos dos movimientos (Nowicky *et al*, 2001). Esta excitabilidad corticoespinal también aumenta durante la

actividad voluntaria de la musculatura proximal y distal del miembro superior, durante movimientos de la mano, como la abducción del pulgar, y del índice (Chiou *et al*, 2018).

La musculatura abdominal y de tronco no serán las únicas encargadas de la estabilidad del tronco. El diafragma, junto con ellos, va a contribuir en la estabilización del tronco durante tareas que requieren movimientos repetitivos. El diafragma no es capaz de mover por él mismo el raquis, pero si influye en el control del tronco por medio del aumento de la presión intraabdominal (Kocjan *et al*, 2017).

La afectación sensitiva y motora contralateral al lado de la lesión en la hemiplejia y hemiparesia, va a conllevar una alteración de este control de tronco, con una asimetría del tronco y de la pelvis, una disminución de la estabilidad dinámica, de la habilidad de transferencia de peso, y una afectación del paso de sedestación a bipedestación (Lee *et al*, 2019).

Se ha observado que existe una diferencia significativa en el control de tronco en pacientes tras el ictus y en sujetos sanos. Factores como la juventud, el sexo (mejor en mujeres), y la actividad que desempeña la persona a diario, repercuten en un mejor o peor control de tronco. En la valoración de la fuerza isométrica e isocinética del control de tronco tras el ictus, se observa una debilidad de la fuerza flexora y extensora de la musculatura del tronco, y esta debilidad puede interferir en el equilibrio, la estabilidad y en su capacidad funcional (Karatas *et al*, 2004).

Este déficit de control de tronco guarda correlación con la discapacidad final (Duarte *et al*, 2009) y es un predictor, junto con el equilibrio en sedestación, del resultado funcional del paciente, y del tiempo de estancia en el hospital tras el ictus (Van Crieckinge *et al*, 2019).

Por lo tanto, el fortalecimiento de la musculatura implicada en el control de tronco parece ser efectivo en la restauración de la simetría de la debilidad muscular del transverso del abdomen, mejora la actividad muscular del oblicuo interno, y puede explicar el aumento en estos pacientes de la estabilidad (Van Crieckinge *et al*, 2019), por lo que este entrenamiento ha suscitado un creciente interés en los últimos años, por su capacidad de mejorar secundariamente el equilibrio en sedestación (Kharnhinkbabu *et al*, 2018), el equilibrio en bipedestación estático y

dinámico, la recuperación de las actividades de la vida diaria (AVD), la marcha (Cabanas Valdes *et al*, 2015; Karthikbabu *et al*, 2018; Saeys *et al*, 2011), la movilidad y la reintegración en la comunidad (Karthikbabu *et al*, 2018).

Para evaluar el control de tronco se dispone de sistemas clínicos y biomecánicos. Las escalas y tests empleados en investigación y clínica que miden el control de tronco evalúan en ocasiones a su vez el equilibrio en sedestación. Entre las escalas para medir el control de tronco estaría el *Trunk Control Test* (TCT) (Duarte *et al*, 2002), el *Postural Assessment Scale for Stroke Patients-Trunk control* (PASS-TC) (Hsieh *et al.*, 2002), el *Functional Assessment for Stroke Patients* (FACT) (Sato *et al*, 2021), el *Trunk Impairment Scale* (TIS) (Verheyden *et al*, 2006), y el análisis del centro de presiones en sedestación (Lee *et al*, 2019).

2.3.2. El control postural, el equilibrio erguido, y su disfunción en la hemiparesia y hemiplejia.

El *control postural* es la habilidad del ser humano para controlar la postura, y así mantener, lograr o restaurar la posición erguida durante las actividades físicas y funcionales de la vida diaria. La persona debe ser capaz de compensar las demandas y situaciones, tanto internas como externas, que alteren su equilibrio postural, para así mantenerlo durante la posición estática y el movimiento, y de esta forma evitar las caídas (Tassel Ponche *et al*, 2015; Low *et al*, 2017).

Esta tarea es compleja y requiere de una implicación armoniosa del sistema somatosensorial, vestibular y visual, así como de los modelos internos cerebrales, que imitan el comportamiento natural en un determinado movimiento, se verá afectada tras el daño cerebral (Kawato y Wolper, 1998).

Las dos metas fundamentales del control postural son la orientación postural y el equilibrio postural. La orientación postural se considera a la alineación del tronco y la cabeza con respecto a la gravedad, a las superficies de apoyo, a la orientación visual y a las referencias internas, y el equilibrio postural es la coordinación de las estrategias de movimiento con el objetivo de estabilizar el centro de la masa corporal durante las alteraciones de la estabilidad por demandas internas y externas (Horak *et al*, 2006).

Este control postural va a depender de varios factores como son la edad del individuo, la visión, el sistema vestibular y el somatosensorial, por lo que va a estar afectado en situaciones en las que exista una disfunción de cualquiera de estos sistemas, y donde el sistema visual jugará un papel determinante (Choy *et al*, 2003). Sin embargo, el sistema somatosensorial y el vestibular van a regular la orientación de los segmentos del cuerpo, permitiendo la ejecución de las tareas funcionales incluso en ausencia de visión, lo que requiere de una integración dinámica entre ellos para el equilibrio de fuerzas (Wolpert *et al*, 1995).

De los diversos daños funcionales que aparecerán tras el ictus, la alteración en el control postural va a ser la que más va a impactar en la independencia en la ejecución de las actividades de la vida diaria, así como en la marcha futura (Geurts *et al*, 2015). Los mecanismos causales que desencadenarán la alteración del control postural tras el ictus van a ser diversos, pudiendo ser debidos a la debilidad muscular asimétrica, a el tono muscular asimétrico, a la pérdida sensitiva, y a los déficits perceptivos y/o a las alteraciones cognitivas, que afectarán la orientación espacial y/o la alteración del esquema corporal, ya que las tareas complejas requieren de un mayor procesamiento cognitivo (Horak, 2006).

El *equilibrio postural* es la capacidad del individuo de mantener el centro de gravedad dentro de la base de sustentación. Esto le va a permitir mantener la posición bípeda y evitar las caídas. El mecanismo para mantener el equilibrio se puede llevar a cabo mediante dos estrategias, que son el ajuste anticipatorio, y el ajuste compensatorio (Chiou *et al*, 2018).

El ajuste anticipatorio minimiza el cambio postural previo a la perturbación postural (Chiou *et al*, 2018), y debe involucrar las reacciones anticipatorias predictivas, para mantener el equilibrio a través de ajustes posturales anticipatorios, los cuales sirven para compensar las fuerzas que desestabilizan la postura ante el movimiento de un miembro (Horak, 2006). El ajuste compensatorio va a rectificar la postura tras la perturbación corporal una vez producida ésta (Chiou *et al*, 2018).

En el sujeto sano, las estructuras encargadas de la respuesta ante un desequilibrio van a ser diferentes si este desequilibrio es esperado o inesperado. En el desequilibrio esperado se requiere este ajuste postural anticipatorio, inicialmente

mediado por un proceso predictivo de corteza motora, ganglios basales y cerebelo, así como de la planificación motora (Barton *et al*, 2016; Ramos y Stark 1990.). Las respuestas al desequilibrio inesperado son activadas por los *inputs* sensoriales y la respuesta inicial es generada en el tronco encefálico y en la médula espinal, y posteriormente modulada por los procesos encefálicos superiores (Amblard *et al*, 1985; Diener *et al*, 1988).

Tras el ictus, existe la posibilidad de crear estrategias compensatorias. Esta será una compensación sensorial más que una compensación anticipatoria (Tassel-Ponche *et al*, 2015), ya que la anticipación es una tarea que requiere de estructuras más complejas corticales (área motora suplementaria y área premotora), subcorticales (núcleos grises centrales y tálamo) y subtentoriales (núcleo vestibular y cerebelo) (Cruz *et al*, 2009). Por lo que el individuo desarrollará estrategias compensatorias en las que la topografía de la lesión va a determinar el grado y extensión de esta compensación (Geurts *et al*, 2015).

En el control del equilibrio, al igual que ocurre en el control postural, los ganglios basales y el tronco cerebral actuarían como centros reguladores de ajustes posturales de forma anticipada, y en el *feedback*, y la corteza actuaría como representación corporal y en la elaboración de la respuesta motora (Pompeiano, 1994). El cerebelo regula el movimiento sinérgico muscular. También entran en juego las aferencias vestibulares, las aferencias visuales, las aferencias sensitivas, las aferencias cutáneas y las aferencias musculares (Martin-Nogueras, 2004).

Diversas enfermedades pueden comprometer el equilibrio, que, sumado a la edad, la cual conlleva el inicio del deterioro progresivo sensoriomotor y musculoesquelético, aumentan el riesgo de caídas con consecuencias lesionales (Barton *et al*, 2016).

La estabilidad de los músculos del tronco (core), y el control de la misma, tendrán un papel determinante en un control postural adecuado. Esta estabilidad va a depender de los grupos musculares superficiales y profundos, fundamentalmente estos últimos. Este sistema muscular estaría compuesto por el transversal del abdomen, la musculatura del suelo pélvico y también el diafragma (Wang *et al*, 2020).

La alteración precoz del equilibrio tras el ictus se correlaciona con la funcionalidad futura, y con la recuperación del paciente postictus. La capacidad de mantener el equilibrio en sedestación es un predictor de la independencia en las AVD (Hama *et al*, 2007). Un pobre equilibrio es un fuerte predictor de caídas (Lamb *et al*, 2003), y junto con la depresión postictal, la hemiplejía izquierda, la pobre movilidad y la negligencia visual se correlaciona inversamente con la actividad futura (Kunkel *et al*, 2013). Esto sitúa a la recuperación del equilibrio tras un ictus en un objetivo primario necesario para lograr la independencia en las AVD, para lograr la marcha (Van de Port *et al*, 2008), y para disminuir el riesgo de caídas (Geurts *et al*, 2005).

En la hemiplejía y hemiparesia el equilibrio erguido se va a ver comprometido por la inestabilidad que va a provocar el déficit en el control motor, por la debilidad motora y el tono muscular asimétrico, por los déficits somatosensoriales, los déficits visuales y las alteraciones cognitivas espaciales con referencia al esquema corporal postural (Chen *et al*, 2016; Genthon *et al*, 2008).

En la evaluación llevada a cabo en plataformas de fuerza, se ha observado que se va a producir un área de balanceo mayor que en sujetos sanos, con un balanceo lateral hacia el lado más afecto del centro de presiones (Rode *et al*, 1997), así como una asimetría en la carga de peso, con una mayor carga hacia el lado menos afecto (Sackley, 1990). Es relevante el papel que va a jugar la negligencia espacial en el trastorno postural, la incapacidad de la extremidad parética de controlar la postura erguida, y la incapacidad de la no parética de compensar totalmente esta insuficiencia (Genthon *et al*, 2008).

El hemisferio cerebral donde se produzca la lesión vascular va a repercutir en esta estabilidad, siendo menor la capacidad de desplazamiento de carga sobre la pierna no afectada y un mayor balanceo y más lateral hacia el lado más afecto del centro de presiones en la hemiplejía izquierda (Isshi *et al*, 2010; Rode *et al*, 1997).

Este equilibrio va a tener gran dependencia de los *inputs* visuales (Bonan *et al*, 2004), y va a empeorar ante la no existencia de *input* visual, o ante la solicitud de una actividad cognitiva simultánea (Lee *et al*, 2020).

Para la evaluación del control postural y el equilibrio del paciente postictus, en la literatura se dispone de tests y escalas usados frecuentemente en la actividad clínica, como son el test *Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS)*, que mide el control postural estático y en movimiento (Cabanas-Valdés *et al*, 2016), o el *Balance Performance Monitor*, que mide la simetría y la transferencia de peso (Sackley *et al*, 2005). En ocasiones ambos se evalúan dentro de Tests que hacen una evaluación más global del déficit motor, como el *Fugl Meyer Motor Scale* (Gladstone *et al*, 2002).

Otros test son evaluadores del equilibrio unitarea, como el *Timed up and go (TUG)*, o multitarea, denominados así porque evalúan el equilibrio en distintas posiciones corporales, como son el *Berg Balance Scale (BBS)*, o el *Dynamic Gait Index* (Alghadir *et al*, 2018).

Es posible la evaluación del control postural y del equilibrio a través de las plataformas de fuerza. Aunque aún no hay consenso sobre el protocolo de evaluación más adecuado para este sistema, con ellas se puede valorar la aceleración del centro de masa (COM), la medición del área de balanceo y longitud del balanceo, y la velocidad de paso anteroposterior o mediolateral del centro de presiones (COP) (Low *et al*, 2018), así como la transferencia de peso y el balanceo de esta (Geurts *et al*, 2005).

2.3.3. La marcha y su disfunción en la hemiparesia y hemiplejía.

Se calcula que aproximadamente dos de cada tres pacientes que sufren un ictus van a presentar una alteración de la marcha (Titus *et al*, 2018). Para una marcha funcional se requiere de unas capacidades motrices, entre las que se encuentran, una simetría entre los dos hemicuerpos, y un movimiento sincrónico del tronco. La marcha en la hemiparesia y en la hemiplejía se alterará dando una mezcla de movimientos compensatorios y desviaciones dominadas por las funciones residuales (Balaban *et al*, 2014), con una marcada pérdida de la simetría (Baker *et al*, 2016).

Estudios de la marcha en pacientes postictus describen un aumento en la amplitud del desplazamiento pélvico lateral (Dodd *et al*, 2003). Las evaluaciones

tridimensionales en la marcha hemiparética muestran que existe un movimiento mínimo del tronco en el plano sagital durante el ciclo completo de la marcha (Tyson, 1999).

Durante la marcha va a aparecer un desplazamiento lateral grande y un desplazamiento vertical pequeño, mostrando una asimetría que favorece al lado más afecto o el movimiento hacia este. El tronco se mantiene anteriorizado y neutral, en gran medida en el lado más afecto y menos afecto. En el plano coronal, se mantiene bastante centrado en todo el ciclo de la marcha, con tendencia a descender del lado más afecto (Titus *et al*, 2018). En este patrón de marcha se tiende a utilizar más rangos de movimientos torácicos que rangos de movimientos transversos pélvicos, en comparación con sujetos sanos (Hacmon *et al*, 2012).

La pérdida de la simetría se acompaña de una tendencia al aumento de la fase de apoyo del lado menos afecto. El movimiento recíproco de miembros superiores se encuentra disminuido, o ausente, en el lado más afecto, y este puede permanecer o flácido, o en posición de aducción y flexión (Baker *et al*, 2016). Existe una correlación positiva entre la simetría del tronco y la velocidad de marcha (Dodd *et al*, 2003) y entre el movimiento de este con la habilidad durante la misma específicamente con los movimientos laterales, pero no se da esta correlación en los movimientos verticales (Tyson, 1999).

El miembro inferior más afecto, en la hemiplejia, aparece con más frecuencia rígido, con un patrón sinérgico en extensión, aducción y rotación interna de cadera, extensión de rodilla y flexión plantar, con inversión de tobillo-pie. Esto dificulta la fase de balanceo, provocando el movimiento compensatorio lateral de tronco y la circunducción frecuente en el miembro más afecto (Baker *et al*, 2016).

La cadencia de pasos en la marcha hemiparésica y hemipléjica va a ser menor (Titus *et al*, 2018), y se enlentece para hacerse más confortable, realizándose pasos más cortos, y mayores, en comparación con los sujetos sanos. La disminución de la velocidad de la marcha está relacionada con los cambios en los factores temporales, y de distancia de marcha, resistencia y equilibrio (Hacmon *et al*, 2012).

Las ayudas técnicas usadas para la marcha (uso de bastones o muletas) van a ser un sistema de ayuda para mantener el equilibrio y reducir el riesgo de caídas,

pero no se ha evidenciado que influyan en la cantidad de apoyo del paciente, o en la mejora de la habilidad de la marcha (Tyson, 1998).

Para la valoración de la marcha en la hemiparesia y hemiplejia existen distintos métodos. Entre ellos los análisis de la marcha en tres dimensiones son los que proporcionan una información más completa del comportamiento de los distintos segmentos del cuerpo, incluyendo una evaluación espaciotemporal (Titus *et al*, 2018). Estos análisis son la mejor manera de identificar la disfunción compleja multifactorial que se va a producir (Balaban y Tok, 2014). Van a ser una herramienta para la evaluación cuantitativa de las distintas anomalías, y para un diagnóstico funcional, evaluar el tratamiento y monitorizar el progreso de la enfermedad (Baker *et al*, 2016).

El uso de escalas y test para la valoración de la marcha empleado en clínica e investigación. El *Test de Tinetti* (Canbek *et al*, 2013), el *Functional Gait Assessment (FGA)* (Van Bloemendaal, 2019), el *Test de marcha de seis minutos (6MWT)* (Rose *et al*, 2017), el *Test de marcha dos minutos (2MWT)* (Hiengkaew *et al*, 2012), el *Test de 10 metros marcha (10MWT)* (Rose *et al*, 2017), el *Timed up and go (TUG)* (Hiengkaew *et al*, 2012), el *Functional ambulation categories (FAC)* (Mehrholz *et al*, 2007), o el *Functional ambulation categories hospital de Sagunto (FACHS)* (Viosca *et al*, 2005), así como evaluación cuantitativa de la velocidad de marcha, la cadencia o distancia recorrida a velocidad confortable.

3.LA REHABILITACIÓN INTERDISCIPLINAR TRAS EL ICTUS

3.1. LA REHABILITACIÓN INTERDISCIPLINAR.

El 40% de los pacientes que han sufrido un ictus son subsidiarios de algún tipo de tratamiento rehabilitador (Murie-Fernandez, 2010), y con frecuencia tendrán necesidades de cuidados y asistencia altas en las actividades de la vida diaria en el futuro.

Según la Encuesta de Discapacidad, autonomía personal y situaciones de dependencia (EDAD), de las 420.064 personas que residían en 2017 en España con daño cerebral adquirido, el 78% había sido originado por un accidente cerebrovascular (Quezada *et al*, 2017). De los déficits que aparecen tras un ictus, el 86% son problemas de movilidad, el 39% problemas de comunicación, y el 34% de aprendizaje, y todas ellos serán subsidiarias de un tratamiento rehabilitador multidisciplinar (Noe-Sebastian *et al*, 2017).

La OMS va a describir al proceso de rehabilitación en el ictus como *“el conjunto de intervenciones necesarias a llevar a cabo cuando las personas experimentan una limitación de las actividades de su vida cotidiana, como consecuencia del envejecimiento o de una alteración de su estado de salud, como puede ser en el caso de una enfermedad, lesión, traumatismo o patología crónica. Estas alteraciones pueden pertenecer a la esfera cognitiva, visual, de lenguaje o comunicación, motora, sensitiva o emocional”* (Organización mundial de la salud, 2020).

En nuestro país, los objetivos de los servicios de rehabilitación (RHB) se encuentran reflejados en *“La Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud”*, publicados por el Ministerio de Sanidad y Política Social en 2009. Según esta guía, entre los objetivos se encuentra el disponer de un plan de RHB precoz, desde el inicio del proceso, en el cual se diagnostique la discapacidad o el déficit, comenzar con el tratamiento adecuado, y hacer una previsión de los recursos futuros, recibir una evaluación funcional cuando sea alta del proceso completo, como apoyo a la

futura integración en la esfera social y laboral. El paciente y su familia, debe recibir una adecuada información y formación sobre el tratamiento, y los cuidados, durante todo el tiempo que dure el proceso rehabilitador (Matias-Guiu ,2009).

La *American Heart Association*, establece es su *Guía para la Práctica clínica*, (Duncan *et al*, 2005) los principios que deben guiar la rehabilitación en los pacientes adultos que han sufrido un ictus, entre los que se encuentran la prevención de complicaciones , la minimización de la discapacidad y maximización de la funcionalidad, la prevención secundaria, la evaluación y la intervención temprana, las evaluaciones estandarizadas y validadas, las intervenciones basadas en la evidencia clínica y orientadas a una meta, el acceso del paciente a un equipo multidisciplinar, la esencialidad de la participación de los pacientes y sus familiares, y el mantenimiento de los logros adquiridos en el domicilio.

Es un proceso que necesita estar guiado por objetivos y metas claras, que busquen obtener la máxima independencia en su vida diaria, familiar y social, y donde el equipo multidisciplinar juega un papel fundamental, en una necesaria colaboración continua del paciente y su familia (Duarte *et al*, 2009). Esta colaboración equipo-paciente-familia, con una comunicación bidireccional, fluida y continua, está enfatizada tanto por la OMS, el Ministerio de sanidad y la AHA.

Los estudios señalan la importancia tanto de un equipo interdisciplinar, que es aquel en el que los distintos profesionales forman un equipo (Florez, 2000), como por un equipo multidisciplinar, en los que los profesionales se involucran entre ellos y la comunicación es regular. Ambos están compuestos por las figuras del rehabilitador, el terapeuta ocupacional, el fisioterapeuta, el logopeda, el neuropsicólogo, el trabajador social y en ocasiones enfermería. En este sentido la familia y el paciente se consideran parte del equipo.

La máxima recuperación funcional, la reintegración del paciente en la sociedad, y la vuelta al trabajo, son los principios fundamentales que deben guiar a este equipo. Existe una evidencia fuerte en que el tratamiento por el equipo reduce la mortalidad, la posibilidad de ser institucionalizado y la discapacidad a largo plazo, además de dotar al paciente de un mejor manejo de las AVD (Kalra *et al*, 2007). Además, va a ser un factor determinante en la prevención de la aparición

de complicaciones, de las cuales las más frecuentes son el embolismo pulmonar, la trombosis venosa profunda, las alteraciones de la integridad de la piel, la espasticidad, la broncoaspiración, malnutrición, la apnea del sueño severa, las caídas y la aparición de convulsiones (Winstien *et al*, 2017).

El *Plan Europeo de Acción en Ictus*, elaborado por la *Organización Europea de Ictus (European Stroke Organization)*, fija para el período 2018-2030 los objetivos en prevención, manejo del ictus agudo, prevención secundaria, rehabilitación, evaluación de los resultados clínicos y calidad y vida postictus, marcándose como objetivos reducir el número total de ictus en un 10%, asegurar el acceso al hospitales de primer nivel en un 90%, la elaboración de planes nacionales que incluya toda la cadena de cuidados, e implementar completamente estrategias que involucren a todo el multiseCTOR público (Norrving *et al*, 2018).

3.2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL.

Según la definición de la OMS, en su clasificación internacional de función, discapacidad y salud, se entiende como *función* a todas las funciones del cuerpo, actividades y participación. Con el término *discapacidad* se hace referencia a impedimentos, limitaciones de actividad o restricciones de participación (WHO, 2001).

Con el objetivo de la valoración de la capacidad funcional, en la literatura se dispone de escalas y test para la evaluación de los distintos sistemas funcionales que se pueden ver afectados tras el ictus.

Según esta clasificación de la OMS, estas escalas van a ser clasificadas en escalas que valoran la participación, las que valoran la actividad, y las que valoran la discapacidad (Taylor-Rowan *et al*, 2018).

3.2.1. Escalas de actividad.

Son escalas que valoran la actividad de distintos sistemas, que llevan a cabo una evaluación más global, o que pueden valorar una actividad en particular. Entre estas escalas se encuentran:

-*IB*: El *Índice de Barthel* y el *Índice de Barthel Modificado*. Ambas son un instrumento que mide la capacidad de la persona para la ejecución de las actividades de la vida diaria. Permiten obtener una estimación cuantitativa de su nivel de dependencia (Cid-Ruzafa y Damián-Moreno, 1997).

-*RMI*: El *Rivermead Mobility Index*, y el *Modified Rivermead Mobility Index*. Estos test constan de 8 ítems y están recomendados para valorar la movilidad postictus, valora ítems de movimiento como el paso de tumbado a sentado, la capacidad de marcha o la destreza en escaleras (Park y Kim, 2016).

-*FAI*: El *Frenchay activity index*, es una escala de 15 ítems, que valora actividades complejas domésticas, trabajo y ocio en el exterior, siendo predictor de la discapacidad en el ictus (Monteiro *et al*, 2017).

-*TUG*: El test *Timed Up & Go*, es un test que valora capacidades de movimiento básicas en pacientes que son capaces de deambular (Hafsteinsdóttir *et al.*, 2014). El tiempo valorado durante este test está correlacionado fuertemente con el nivel de movilidad funcional. Valora el equilibrio durante multitarea, y es un indicador de los problemas de este y el riesgo de caída en adultos mayores (Bonyaud, 2014).

-*FIM*: El test *Functional Independence Measure* permite clasificar a los pacientes con ictus según sus necesidades de rehabilitación. La valoración inicial del paciente con esta escala es un predictor de resultado de la discapacidad y derivación del paciente al alta (Oczkowski *et al*, 1993).

-*BBS*: la *Escala de Equilibrio de Berg* es una escala, válida y fidedigna, que consta de 14 ítems usada con frecuencia en clínica para valorar el equilibrio del paciente mediante la realización de actividades de complejidad creciente (Alghadir *et al.*, 2018; Berg *et al*, 1995).

3.2.1. Escalas de participación

Estas escalas valoran la participación, y en medida también la calidad de vida de las personas que han sufrido un ictus. La participación es un concepto multidimensional que, aunque se puede valorar mediante diferentes escalas, aún no se ha diseñado una que sea considerada Gold-standard (Park y Choy, 2014).

Para valorar la participación en supervivientes de ictus se dispone entre otras de las siguientes escalas:

-*MRS*: El *Modified Rankin Scale*, valora la discapacidad global y los resultados de la recuperación funcional mediante seis ítems. Tiene un grado aceptable de fiabilidad (Sulter *et al*, 1999) y está relacionada con indicadores fisiológicos como el tipo de ictus, zona lesional o afectación neurológica (Banks y Marotta 2007).

-*SIS*: La *Stroke Impact Scale*, fue desarrollada para medir la perspectiva del paciente en el efecto del ictus, mediante la valoración del cambio en las emociones, la comunicación, memoria, pensamiento, o rol social. Hay varias versiones con distinto número de ítems (Kasner ,2006).

-*SF-36*: El *Cuestionario de salud SF-36*, valora la calidad de vida relacionada con la salud del paciente (Cabral *et al*, 2012). Esta evaluación es útil en la planificación de las intervenciones terapéuticas, ya que valora el cambio en la calidad de vida percibida antes y después del tratamiento, tanto fisiológica como psicológica (Cheng *et al*, 2012).

-*LHS*: El *London Handicap Scale*, es una escala que mide el estado de salud en pacientes con afectación crónica, múltiple o progresiva. Es una escala autoadministrada de 6 ítems, que valora el impacto de la enfermedad en orientación, independencia física, movilidad, ocupación, interacción social y autosuficiencia económica (Park y Choi ,2014).

-*COPM*: El *Canadian Occupational Performance Measure*, en su diseño mide resultados conforme a tres niveles ocupacionales (autocuidado, productividad y ocio), y valora la intensidad de las dificultades en estos niveles, así como los cambios percibidos por el paciente (Yang *et al*, 2017).

-NHP: El *Nottingham Health Profile*, es útil para valorar la calidad de vida relacionada con la salud (Cabral *et al*, 2012) respecto a energía, sueño, emociones, dolor, movilidad y aislamiento social, así como la frecuencia de problemas correspondientes a la gestión de pagos, trabajo, actividades domésticas, ocio, vida familiar, social, sexo y vacaciones (Wiklund, 1990).

3.2.3. Escalas de discapacidad.

Tras el daño cerebral estas escalas permiten valorar la afectación de distintos sistemas, como el habla, la depresión o la afectación cognitiva. Entre ellas se encuentran:

-NIHSS: La *National Institute of Health Stroke Scale (NIHSS)*, es una escala de 15 ítems, que proporciona una medida de los componentes clave de un examen neurológico estándar, valorando la gravedad del ictus mediante la valoración del nivel de conciencia, disimetría, movimientos oculares, campo visual, función de la musculatura facial, función sensibilidad, lenguaje, habla y negligencia. Se recomienda como escala inicial (Kasner, 2006).

-BDI: El *Becks Depression Inventory* es un inventario autoadministrado que cuantifica los síntomas de la depresión en diversas situaciones clínicas (Vázquez y Sanz, 1999).

-MOCA: El *Montreal Cognitive Assessment* es un instrumento capaz de distinguir a pacientes con una afectación cognitiva leve de la población general (Kang *et al*, 2018).

-CLT: El *Clock Drawing Test* es capaz de discriminar a personas con demencia precoz por su afectación en la percepción visual, y es muy utilizado en la demencia vascular tras el ictus para el diagnóstico y tratamiento precoz (Yoo *et al*, 2014).

-FAST: El *Frenchay Aphasia Screening* es un elemento de cribado que evalúa exhaustivamente las habilidades del lenguaje con alta especificidad en el diagnóstico del lenguaje en pacientes con daño cerebral post ictus (Paplikar *et al*, 2020).

4. LA FISIOTERAPIA TRAS EL ICTUS. FISIOTERAPIA EN LA HEMIPARESIA Y EN LA HEMIPLEJIA

La *World Commission for Physical Therapy* dejó plasmado en su 17 sesión la definición del concepto de fisioterapia y sus competencias según sigue: “*La Fisioterapia se ocupa de identificar y maximizar el potencial de calidad de vida y el movimiento dentro de las esferas de la promoción, prevención, tratamiento, habilitación y rehabilitación. Esto abarca el bienestar físico, psicológico, emocional y social, e involucra la interacción entre el fisioterapeuta, el paciente / usuario, otros profesionales de salud, las familias, los cuidadores y las comunidades, en un proceso en el que se evalúa el potencial de movimiento y las metas acordadas, utilizando los conocimientos y habilidades únicas de los fisioterapeutas*” (WCPT, 2019).

En la *Declaración de Helsingborg* en Suecia en el año 1995, se recoge la trascendencia de una fisioterapia precoz a los supervivientes de ictus que permita la máxima recuperación del paciente, que se inicie desde el primer momento lesional, y que continúe hasta la recuperación máxima alcanzable, y se enfatiza la necesidad de potenciar la fisioterapia y la rehabilitación (Adams, 1996).

Posteriormente, en la *Declaración de Helsingborg de la Estrategia Europea para el ictus*, se enfatizó en la necesidad de que la rehabilitación y la fisioterapia contase con la mayor evidencia científica disponible (Veerbeek, 2014).

La fisioterapia va a responder a los mismos principios generales que el resto de disciplinas que componen la rehabilitación, y junto con estas, es la terapia por excelencia para mejorar la discapacidad física. Va a ser la encargada de la recuperación parcial, o completa, de las funciones motoras y sensitivas del paciente.

El patrón de recuperación de la funcionalidad tras el daño cerebral va a depender de la gravedad del mismo. La recuperación completa máxima de la funcionalidad que se puede lograr se va a dar en el 95% de los casos alrededor de

los cuatro meses (13 semanas) tras el daño cerebral, pero viene condicionada por esta gravedad. La máxima recuperación de la función alcanzable en las actividades de la vida diaria se logra en el promedio de ocho semanas y media (dos meses), siendo esta de tres meses (trece semanas) en el caso de ictus leves, 17 semanas en los ictus graves, y veinte semanas en los casos muy graves (Matias-Giui, 2009).

El entrenamiento motor en sus distintas variantes, mediante la repetición de actividades funcionales que incluyan la movilización de los miembros afectados, ayuda a la recuperación de distintas vías eferentes dañadas. Esta recuperación será más eficiente en el período subagudo, momento en que la red cerebral es más sensible a las intervenciones terapéuticas (Hosp y Luft, 2011).

Los distintos procesos de recuperación cerebral que sirven de base para la fisioterapia están basados en los principios de neuroplasticidad neuronal. Al contrario del pensamiento predominante del siglo pasado, en el que se consideró tanto a la neurona como a sus sinapsis inmutables, de las que solo cabía esperar desde su nacimiento su desaparición, pero no su regeneración, en las últimas décadas el concepto de neuroplasticidad ha sido el que ha guiado los principios de recuperación del daño cerebral adquirido, y es el responsable de la recuperación de las funciones cerebrales perdidas (Bergado-Rosado JA y Almaguer-Melian, 2000).

Esta neuroplasticidad es un proceso de regeneración, formación de colaterales axónicas, y creación de nuevas sinapsis en la zona dañada, una colateralización donde se da un crecimiento a expensas de axones sanos no afectados, donde se generan nuevas sinapsis que reemplazan las dañadas. Esta creación de nuevas sinapsis y creación de colaterales axónicas son la base de la recuperación de las funciones perdidas (Burgado-Rosado JA y Almaguer-Melian, 2000).

Una revisión de estudios longitudinales de recuperación del control motor, y de las capacidades funcionales de miembro superior y miembro inferior, muestra que, la recuperación es más un resultado de estrategias de compensación de los déficits, que como resultado de un proceso de recuperación o restitución del movimiento (Kwakkel *et al*, 2006).

4.1. INTENSIDAD, PRECOCIDAD Y DURACIÓN DEL TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO.

Intensidad, precocidad y continuidad son los tres factores determinantes en la recuperación tras el daño cerebral. Una intensidad alta y duración larga, al inicio del tratamiento, va unida a una mayor recuperación, y una mejor obtención de resultados funcionales. En un metaanálisis, en el que se valoran la intensidad y la duración del entrenamiento en cinta rodante en estos pacientes, observan que la baja intensidad unida a una larga duración, y la alta intensidad con alta duración, eran la que mejores resultados funcionales obtenían. Los estudios llevados a cabo con alta o baja intensidad y baja duración solo podían demostrar mejorías en comparación con la ausencia de tratamiento (Abbasian *et al*, 2018).

Un inicio precoz y un programa de rehabilitación de alta intensidad pueden estar asociados a una mejoría mayor en las capacidades funcionales. Los mejores resultados funcionales parecen obtenerse en aquellos estudios que se centran en la recuperación de las AVD, en los que parece existir una relación directa entre mayor intensidad mejores resultados. Esta mayor intensidad sería más beneficiosa en los seis primeros meses que en los pacientes crónicos (Kwakkel *et al*, 2006).

En los estudios llevados a cabo en ratas con el objetivo de cuantificar esta intensidad, donde se valoran los efectos de distintos entrenamientos en cinta rodante de distintas intensidades, donde se analizan los niveles de factor neurotrófico derivado del cerebro y los niveles de corticosterona para ver si el estrés generado por la alta intensidad del ejercicio tiene un efecto negativo sobre la neuroplasticidad cerebral se observa que el entrenamiento en cinta con aumento progresivo y gradual de la intensidad puede producir mejores resultados que los entrenamientos a alta o baja intensidad en estos animales (Sun *et al*, 2014).

Sin embargo, y también en estudios en ratas y cinta rodante, otros autores han observado que la rehabilitación precoz, y de baja intensidad, mejora la recuperación del cerebro dañado y los resultados funcionales, mejorando la angiogénesis alrededor de la zona infartada (Matsuda *et al*, 2011).

En la Estrategia del sistema nacional de salud (SNS) viene reflejado que la rehabilitación de debe iniciar desde el primer momento desde el ingreso en la unidad de ictus, entre las primeras 24h a 72h, una vez que el paciente se encuentre clínicamente estable (Matias-Guiu, 2009). Estudios sólidos recomiendan por sus beneficios un comienzo de la rehabilitación tan pronto como el paciente sea capaz de tolerarlo (Miller *et al*, 2010).

Tras un metaanálisis que valora cual es la ventana terapéutica ideal, y ante el interrogante de si el entrenamiento precoz puede exacerbar la lesión isquémica, se concluye que en los estudios disponibles tanto en cinta rodante, movimiento inducido por restricción, y los tratamientos de miembro superior o inferior, llevado a cabo en animales, los resultados confirman lo expuesto anteriormente, y demuestran que el entrenamiento no solo no empeora la lesión isquémica, sino que reduce el volumen infartado y mejora los resultados funcionales en animales. El entrenamiento forzado y el entrenamiento de habilidades parecen ser las técnicas más eficaces, y los estudios que realizaron de metarregresión indicaron que el tratamiento es especialmente útil cuando se inicia entre el primer y el quinto día (Schmidt *et al*, 2014).

4.2 TÉCNICAS DE FISIOTERAPIA PARA LA RECUPERACIÓN FUNCIONAL TRAS EL ICTUS

Las técnicas y métodos de fisioterapia tienen como objetivo la recuperación, la mejoría, o la sustitución del movimiento y de la funcionalidad, en los pacientes con secuelas motoras tras el daño cerebral. En la actualidad, se han diseñado ensayos clínicos de calidad que muestran los efectos positivos de estas técnicas en la mejoría de diversas capacidades motoras. Entre las técnicas más investigadas y usadas en clínica se encuentran:

4.2.1. Métodos y técnicas de neurodesarrollo. Concepto Bobath, facilitación neuromuscular propioceptiva, movilidad activa.

El Método o Concepto Bobath es probablemente el método de neurodesarrollo más popular dentro del campo de la neurorrehabilitación. Las bases del concepto Bobath están redefinidas en la actualidad sobre las nuevas bases neurocientíficas. El concepto Bobath se define actualmente como un método que evalúa la alteración funcional, y el control postural, analizando el desempeño de la tarea, la habilidad de realizar movimiento de una manera selectiva, la habilidad para producir movimientos coordinados y patrones de movimiento adecuados para alcanzar una meta, y el rol de los *inputs* sensoriales en el comportamiento motor y aprendizaje. Este método realiza un tratamiento enfocado a la resolución de problemas, mediante un razonamiento clínico, más que utilizando un conjunto de técnicas. El objetivo final es obtener secuencias de movimientos de la manera más eficiente (Graham *et al*, 2009).

Aunque sigue siendo un método muy estudiado en el campo del daño cerebral, y se dispone de literatura que demuestra su eficacia, revisiones sistemáticas actuales que han valorado la efectividad del concepto Bobath en la recuperación de los pacientes tras el ictus, no han encontrado en los resultados hasta la fecha evidencia de la superioridad de este método respecto a otros utilizados en la recuperación funcional en resultados de control sensoriomotor de miembro superior y miembro inferior, la destreza, la movilidad, mejora en la AVD, calidad de vida relacionada con la salud o coste-efectividad. Solo encuentran limitada evidencia en el equilibrio, si bien es verdad que existía mucha heterogeneidad metodológica (Kollen *et al*, 2009; Mudie *et al*, 2002).

Tampoco se han observado superioridad en las mejoras de la función de MMSS, tono muscular, o sensibilidad (Van Vliet *et al*, 2005). Ensayos clínicos que comparan este método con la práctica orientada a las tareas sobre la capacidad de marcha, valorando la capacidad de marcha estable en distintos ambientes, resistencia, velocidad y equilibrio solo observan mejorías significativas con este método en la velocidad de la marcha (Brock *et al*, 2011).

Otros estudios, en comparación con un programa terapéutico normal solo encontraron diferencias significativas en la velocidad de la marcha, las medidas de la marcha y las habilidades motoras fueron similares (Gelber *et al*, 1995). Tampoco parece que exista una superioridad de este método sobre otros métodos en control sensoriomotor, de miembro superior e inferior, destreza, movilidad, actividades de la vida diaria o calidad de vida relacionada con la salud (Kollen *et al*, 2009).

Revisiones sistemáticas han observado que si es más eficaz en el reentrenamiento de la simetría de los alcances en sedestación (Mudie *et al*, 2002).

La FNP, o *facilitación neuromuscular propioceptiva*, es una técnica procedente de los años treinta, creada por Kabat y Knott, que utiliza técnicas propioceptivas en las que estimula el sistema propioceptivo para facilitar o inhibir la contracción muscular, y así lograr un mayor nivel funcional (Guiu-Tula *et al*, 2017).

El objetivo del tratamiento con FNP es aumentar las interacciones entre los dos hemisferios, así como inducir la contracción muscular en áreas fijas y del lado más afecto, usando técnicas como la irradiación de energía (Kim *et al*, 2011).

Las técnicas de estabilización rítmica e inversión-estabilización, para obtener la estabilización del tronco, y para mejorar el apoyo de miembros inferiores durante el alcance, realizada sobre pacientes con deambulación posible, y sin marcada espasticidad, obtienen diferencias significativas intragrupo en comparación con fisioterapia convencional, con mejora en la actividad electromiográfica del sóleo afecto, y reducción en el menos afecto, y en isquiosurales y en cuádriceps del lado más afecto, con mejora del equilibrio (Kim *et al*, 2011).

Otras técnicas convencionales, también logran objetivos funcionales. Las movilizaciones activas, o el ejercicio activo por parte del paciente, logra mejoras en la espasticidad, tanto en miembro superior como en inferior (Chen *et al*, 2010). La bipedestación mantenida mejora el equilibrio medido con el BBS (Allison *et al*, 2007). Los programas de movilidad activa que implican tareas de movilidad de miembro superior mejoran la habilidad locomotriz (Blenner-Hasset *et al*, 2004).

Los programas domiciliarios supervisados en pacientes en fase aguda y subaguda que incluyera actividades de equilibrio, fuerza y resistencia, mejoraban

la función motora, el equilibrio y la marcha con resultados más positivos sobre el MMII (Duncan *et al*, 1998).

Los programas combinados que realizaban un entrenamiento de fuerza en pacientes subagudos supervisados en casa, pero que lo combinaban con flexibilidad, equilibrio, resistencia y función de miembros superiores (MMSS), incluyendo ejercicios con theraband®, escaleras, elevación de silla, ejercicios en pared, marcha, o golpeo de pelota, y entrenamiento interválico, obtienen mejoras en la fuerza, el equilibrio, el control motor de miembro superior e inferior, velocidad de marcha y función de MMSS (Duncan *et al*, 2003).

4.2.2. Aprendizaje motor orientado a las tareas.

Después del daño cerebral generado por el ictus, se va a producir una reducción de la excitabilidad de la corteza motora y de la excitabilidad de la representación cortical de los músculos afectados (Flórez-García, 2000).

En los años ochenta, nació un nuevo enfoque para el tratamiento del ictus, en el que las autoras Carr y Sepherd, enfocaron el tratamiento en la enseñanza a los pacientes de estrategias para conseguir un movimiento que fuera útil desde el punto de vista funcional, basándose en un reaprendizaje o entrenamiento de la función motora buscada, mediante la práctica y la repetición (Flórez-García, 2000).

La práctica del movimiento orientado a las tareas incluye la evaluación de las distintas estrategias utilizadas por el paciente para la ejecución de una tarea, la identificación a su vez de los déficits específicos en las funciones neurológicas y neuromusculares. Esos déficits incluirían en control motor postural y ejecutivo, funciones sensoriales y perceptuales, cognitivas, organización motora y problemas musculoesqueléticos como la debilidad muscular. Según Brock *et al*, (2015), el objetivo final es la restauración, al menos en algún grado, de las funciones neurológicas y neuromusculares que subyacen a la función motora.

Este aprendizaje motor se divide en cinemático y dinámico, con una recuperación verdadera, y de la compensación, y ambas mejoran con la práctica (Krakauer *et al*, 2006).

Después de un tratamiento basado en la repetición de actividades orientadas a las tareas, y en las de movimiento inducido por restricción, se ha observado que se produce una reorganización del córtex motor que se mantiene en el tiempo más allá de los seis meses, y se mantiene al menos hasta los dos años (Liepert *et al*, 2000).

Programas de movimiento activo repetitivo, como pueden ser los alcances en sedestación con apoyo de miembro inferior, mejoran el equilibrio en sedestación, actividad crítica para luego lograr la independencia funcional, así como la carga en miembro inferior más afecto, y la velocidad del alcance en pacientes crónicos (Dean *et al*, 1997).

Este aprendizaje produce cambios corticales en los pacientes incluso en fase crónica, y se basan en una reorganización cortical, donde se producen cambios con una disminución de la actividad en el lado menos afecto, y un aumento de la actividad del córtex sensoriomotor primario del más afecto (Jang *et al*, 2009).

Los programas de entrenamiento de control de tronco, equilibrio y marcha mediante la combinación de actividades de equilibrio, golpeo de pelota, paso de sedestación a bipedestación, obstáculos, cinta rodante, marcha lenta y rápida, marcha retrógrada y escaleras mejoran el equilibrio dinámico medido con escalas de equilibrio y la coordinación y obtienen diferencias significativas en la distancia de marcha (Kim *et al*, 2012). Los circuitos de marcha para mejorar la resistencia durante la marcha, obtienen mejorías en la resistencia, aunque esta parece ser de corta duración (inferior a tres meses) (Mudje *et al*, 2009).

Combinado con el aprendizaje orientado las tareas, se encuentran las técnicas de movimiento inducido por restricción.

4.2.3. Terapia de movimiento inducido por restricción.

A finales de los años noventa, Taub *et al*, (1999), describieron un nuevo grupo de técnicas que denominaron terapia de movimiento inducido por restricción, en las que se buscaban efectos de mejoría sobre los miembros. Se basaban en sus inicios en la limitación del movimiento del lado menos afecto, mediante la fijación con una cinta el 90% del tiempo que el paciente estaba despierto. A su vez se acompañaba de una terapia intensiva de actividades orientadas a las tareas durante

unas dos semanas. En ellas se restringe una parte del cuerpo, generalmente el miembro superior sano o el tronco, para de esta manera intentar conseguir una mayor activación del lado más afecto, así como una mejora en la ejecución de los movimientos, al ser el lado más afecto el único que puede actuar.

Estos mismos autores mostraron con las técnicas de neuroimagen y estimulación magnética transcraneal que se producía una reorganización cortical con un aumento del área de la corteza encargada de la inervación del lado más afecto.

Entre las ventajas de estas técnicas, están la menor duración del tratamiento, y la mayor transferencia de los resultados obtenidos a la realización de las actividades en casa. Se estima que esos efectos duran dos años, y sus efectos se dan también en la fase crónica de la enfermedad (Taub y Uswatte, 2003).

Los estudios de Diaz-Arriba *et al*, (2020) otorgan una superioridad en el uso forzado del miembro superior afecto, junto con el movimiento inducido por restricción, para la recuperación del miembro superior (MMSS). Para la recuperación de la función del MMSS, los tratamientos que realizan sucesivas repeticiones, llevando al MMSS a un sobreuso con alta intensidad, con o sin ayudas robóticas, son los que muestran mayor efectividad. Estudios posteriores parecen mostrar que también se pueden obtener mejorías funcionales incluso con períodos de tiempo de limitación del movimiento menores.

Además de la restricción del miembro superior, también se ha evaluado y comparado los efectos de la restricción de otras partes del cuerpo, como es el tronco, en los movimientos del brazo más afecto. Wuddbury *et al*, (2008) observan que, con la realización de actividades con fijación del tronco, se aumenta la flexión de hombro y de extensión de codo, con una mejoría de los rangos de movimiento voluntarios. Además, Michaelsen *et al*, (2006), destacan que, al restringir el movimiento del tronco, se evitan los movimientos compensatorios, y se mejora el patrón de movimiento que combina la flexión de hombro con la extensión del codo, tanto en pacientes agudos, como crónicos.

4.2.4. Empleo del Biofeedback y Realidad Virtual

El entrenamiento con Biofeedback ha obtenido resultados positivos en la mejora del equilibrio y de la marcha. En hemipléjicos izquierdos, se ha observado tras la terapia mediante Biofeedback como mejora el equilibrio anticipatorio cuando el paciente realiza un entrenamiento en placa de fuerza (Heller *et al*, 2005).

La realidad virtual (RV) se ha postulado como una de las nuevas técnicas prometedoras de estimulación sensoriomotora, gracias a los avances en el mundo de las telecomunicaciones. Mediante la aproximación del usuario y un sistema informático, se va a producir una simulación en tiempo real de un entorno, de una situación, o de una actividad, para la interacción del usuario con esta realidad a través de diversos canales sensoriales (Adamovich *et al*, 2009). Su empleo abarca la recuperación de capacidades funcionales, tales como son la función del miembro superior, la marcha o el equilibrio, y podría considerarse una modalidad del aprendizaje motor orientado a las tareas, permitiendo por sus características dosis muy altas de repetición.

Esta “inmersión virtual” puede ser una modalidad no inmersiva, cuando la imagen se proporciona en dos dimensiones, interactuando el paciente con un joystick o ratón, semi-inmersiva, o totalmente inmersiva, cuando es una realidad en tres dimensiones con el uso de herramientas como sensores, cámaras o sistemas táctiles, que permiten una total incursión en la tarea virtual (Bevilacqua *et al*, 2009).

Estas técnicas han permitido la realización actividades en un ambiente virtual que permite la realización de una tarea de manera repetida mediante la simulación. Estas actividades simuladas pueden ser desde cognitivas, manuales, instrumentales, de marcha, deportivas, y son en ocasiones más demandadas por los usuarios, por sus características lúdicas, que las actividades tradicionales (Van Schaik *et al*, 2008). Además, va a permitir al fisioterapeuta o terapeuta ocupacional la práctica de actividades en escenarios virtuales que de otra manera serían peligrosos, como las prácticas en la conducción, o actividades diarias como puede ser subir a un autobús o cruzar una calle (Laver *et al*, 2017).

Otra ventaja es el poder ser realizada por el paciente en su domicilio, dejando una puerta abierta a la telerehabilitación. Es una técnica que no requiere mucho

tiempo de ejecución, los estudios parecen coincidir en que con un entrenamiento de treinta minutos es suficiente para poder obtener resultados (Jang *et al*, 2005).

Existen diversos sistemas de RV y los más usados en investigación son tanto consolas de uso doméstico como equipos más especializados específicos de rehabilitación, como son la Nintendo, Wii Fit®, Lokomat®, Playstation Eye Toy, Microsoft Kinect, Gesture Tek Irex®, Armeo®, y CAREN System® (Laver *et al*, 2017).

Algunos estudios han demostrado que la RV provoca cambios positivos en la organización neural en pacientes crónicos, de más de un año de evolución, cuya recuperación ya está en fase de meseta (You *et al*, 2005) induciendo cambios neuroplásticos a nivel cerebral (Jang *et al*, 2005), en una fase donde la obtención de mejoras funcionales es mucho menor.

Aunque no se ha podido demostrar que la RV sin ir acompañada de un tratamiento de fisioterapia complementario sea más efectiva que la terapia convencional por estudios que gocen de calidad metodológica, sí es una terapia de elección en combinación con otras, estando especialmente su indicación en pacientes en la fase crónica de la enfermedad (Laver *et al*, 2017).

La realidad virtual se emplea para la recuperación del miembro superior, para la recuperación de las AVD, las instrumentales y las ocupacionales, para la mejora de la funcionalidad, en la recuperación del equilibrio, tanto estático, como dinámico (Bower *et al*, 2015; Barcala *et al*, 2013; Lee *et al*, 2013; Kim *et al*, 2009; Lee *et al*, 2009), y en la recuperación de la marcha (Laver *et al*, 2017).

Los distintos parámetros de la marcha mejoran con la RV, en fase aguda y crónica, más en esta última. El único requisito necesario de la técnica es un buen estado del sistema visual del paciente. Los distintos programas combinan los Biofeedback visuales con la cinta sin fin, marcha en distintos terrenos, práctica virtual de actividades deportivas o videojuegos, y obtienen mejoras en la velocidad, aumento de carga sobre el lado más afecto, longitud de zancada, longitud de marcha, y resistencia (Jaffe *et al*, 2004; Song y Park ,2015; Yang *et al*, 2008; Givon *et al*, 2016).

Respecto a la viabilidad de la RV, destaca la ausencia de efectos adversos, aunque en ocasiones aparecen sucesos dolorosos, y cuenta con gran aceptabilidad, disfrute y adherencia por parte de estos pacientes. Entre los inconvenientes está la alta demanda de atención y concentración que requiere, cuya ejecución se ve dificultada en los pacientes con afectación cognitiva (Bower *et al*, 2015).

4.2.5. Entrenamiento cardiorrespiratorio y entrenamiento de resistencia.

La pérdida de movilidad, de fuerza muscular y de funcionalidad presente en la hemiparesia y en la hemiplejia va a tener un efecto directo en la capacidad y la respuesta al ejercicio. Las capacidades cardiorrespiratorias previas al ictus pueden estar reducidas, debido a ser una enfermedad que, entre otros factores de riesgo modificables, se encuentran la inactividad y el sedentarismo. La baja capacidad cardiorrespiratoria, medida a través del consumo máximo de oxígeno, está asociada a un mayor riesgo de ictus de cualquier naturaleza, y en especial, de ictus isquémico, y el consumo máximo de oxígeno es un fuerte predictor del riesgo de ictus (Kurl *et al*, 2003).

La evaluación de la actividad diaria en las personas que sufrieron un ictus, mediante estudios observacionales, llevados a cabo al año, dos años y tres años tras el ictus, muestra que, durante el tiempo de hospitalización, el 94% del tiempo el paciente se encuentra sentado o tumbado, y solo el 2% lo emplea en andar. Con el paso de los días, el tiempo empleado en bipedestación y marcha aumenta, pero al tercer año solo el 18% del tiempo del día se pasa en bipedestación, y el 9% andando (Kunkel *et al*, 2013).

4.2.5.1. El entrenamiento cardiorrespiratorio.

El entrenamiento cardiorrespiratorio, además de conseguir una recuperación cardiorrespiratoria, va a actuar sobre la reducción de los factores de riesgo, y reducir la probabilidad de un nuevo accidente vascular.

Esta actividad para evitar las posibles complicaciones debe ser planificada, estructurada y repetitiva. Su objetivo principal es mejorar la capacidad cardiorrespiratoria en el transporte y uso del oxígeno, con el objetivo de poder

realizar una actividad física por un prolongado período de tiempo, retrasando la aparición de la fatiga (Saunders *et al*, 2016).

Los protocolos de entrenamiento son adaptados a los déficits del paciente, y mediante modalidades, o bien están centrados en actividades de tipo cardiovascular, como son la marcha en cinta sin fin (con o sin suspensión) el entrenamiento en el agua, circuitos de ejercicios, cicloergómetro (Motomed®, Pedalier), y la marcha comunitaria, o se centran en la mejora de la resistencia mediante el uso de isocinéticos, circuitos cerrados de ejercicios o circuitos de máquinas y pesas (Saunders *et al*, 2016).

Las intensidades de entrenamiento dependerán de los objetivos.

Los beneficios van a ser múltiples, y actuarán sobre varias esferas. Se va a producir una mejora de la capacidad respiratoria y la capacidad de marcha (Bang y Son, 2016), en la velocidad de marcha (Bateman *et al*, 2001), en el consumo pico de oxígeno y en el mantenimiento de la contracción muscular submáxima (Ivey *et al*, 2016).

También se han observado mejorías en el control de la glucosa, y en el total de triglicéridos (Wang *et al*, 2014), con un mejor control del colesterol HDL, una reducción de la tensión arterial, una mejoría en la función física a corto plazo, (Moore *et al*, 2014), una mejora en la fuerza de la musculatura de miembros inferiores (Saunders *et al*, 2016), y mejorías en los efectos secundarios a la obesidad (Petridou *et al*, 2018).

4.2.5.2. Entrenamiento de resistencia.

En cuanto a las actividades terapéuticas dirigidas a la mejora de la resistencia, se han observado mejoras en la fuerza muscular máxima de miembros inferiores que incluye cuádriceps, dorsiflexores y plantiflexores (Oullette *et al*, 2015), en la fuerza máxima de miembros superiores y de la calidad de vida (Aidar *et al*, 2016), en la hipertrofia muscular tras el fortalecimiento con excéntricos, y mejora en el consumo pico de oxígeno (Fernandez-Gonzalo *et al*, 2016).

Cuando estos ejercicios se desarrollan en grupo, además van a mejorar aspectos psicosociales como la calidad de vida autopercebida, y la motivación

(Carin-Levy *et al*, 2009), y se van a obtener mejoras cognitivas en personas con afectación cognitiva (Heyn *et al*, 2004). Pequeños aumentos del tiempo en bipedestación al día, aunque sean de pocos minutos, puede tener un gran impacto en la recuperación funcional a largo plazo (Norvang *et al*, 2018).

Todas estas mejorías parecen ser cortoplacistas, y no sea podido probar su efecto más allá del sexto mes (Church *et al*, 2019).

4.2.6. El entrenamiento muscular inspiratorio (EMI).

La musculatura inspiratoria está constituida por el diafragma y los intercostales paraesternales como musculatura principal, y por el esternocleidomastoideo, los escalenos y el triangular del esternón como accesorios. El mecanismo de la espiración se lleva a cabo sin gasto muscular, pero durante la espiración forzada la musculatura abdominal actuaría como musculatura espiratoria.

La respiración está mediada por la acción de esta musculatura en la caja torácica, que modifica la presión intratorácica, que modifica el volumen pulmonar, y produce que el aire entre y salga de los pulmones. Las propiedades básicas estructurales y funcionales de la musculatura, tanto inspiratoria como espiratoria, es similar a otra musculatura estriada del organismo. Por lo que el diafragma, como el resto de musculatura respiratoria, responde al entrenamiento de su fuerza y su resistencia con las adaptaciones fisiológicas como lo hace el resto de musculatura estriada del organismo (Sieck *et al*, 2013).

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria por tanto mejora la función de los músculos inspiratorios. Las técnicas para llevar a cabo este entrenamiento son diversas. Se distingue el entrenamiento con carga resistiva, la carga umbral, y la hiperpnea normocápnic (Göhl *et al*, 2016). Los tres métodos disponen de sus dispositivos de entrenamiento específicos. En estudios electromiográficos se ha observado que para el entrenamiento del diafragma el uso de carga umbral es la que obtiene mayor activación de las tres. La carga resistiva, y la hiperpnea normocápnic, provocan una activación mayor de la musculatura accesoria. (Walterspacher *et al*, 2018).

Los cambios en la eficiencia ventilatoria, en la entrega de oxígeno, la liberación de citoquinas, los patrones de reclutamiento motor y la resistencia a la fatiga muscular respiratoria son los factores mecánicos que vinculan el entrenamiento muscular inspiratorio con una mejora en el rendimiento en sujetos sanos. Los efectos fisiológicos que explicarían estos cambios sería la hipertrofia del diafragma, la mejora neural o la adaptación de la fibra muscular, entre otros (Shei, 2020).

El entrenamiento muscular respiratorio, que incluye tanto a la musculatura inspiratoria como espiratoria es una medida eficaz y segura para el aumento de la fuerza muscular, en los pacientes que han sufrido un ictus (Menezes *et al*, 2016). Al ser una población desentrenada, no es necesario hacer entrenamientos a intensidades altas para obtener mejorías (Marsden *et al*, 2016).

Las diversas investigaciones que han valorado el efecto del entrenamiento muscular respiratorio en pacientes con ictus, tanto en fase aguda como en fase crónica, muestran que los efectos de este van más allá del aumento de la fuerza resistencia muscular (Lista-Paz *et al*, 2019). Tras un entrenamiento muscular respiratorio, en pacientes subagudos se observan una mejoría en los valores de la función pulmonar (FVC, FEV₁, y VVM), del Índice de Barthel, de la marcha y de la disnea de esfuerzo (Sutbeyaz *et al*, 2010). En pacientes crónicos se ha obtenido mejora en el FVC y FEV₁, mejora de la calidad de la voz, y del índice de Barthel (Liaw *et al*, 2020), así como mejoras en el equilibrio (Liaw *et al*, 2020; Gomes-Neto *et al*, 2016). Esta mejora de la función pulmonar se traduce en una mejora de la tolerancia al ejercicio.

Cuando el entrenamiento es específico de la musculatura inspiratoria, en diversos ensayos clínicos se han observado mejoras en la velocidad del lenguaje (Britto *et al*, 2011), aumento de la FCV y FEV₁ (Chen *et al*, 2016; Jung *et al*, 2017), mejoras en el test de marcha de 6 minutos (Jung *et al*, 2017), en el índice de Barthel (Chen *et al*, 2016), y la activación electromiográfica del diafragma (Kim *et al*, 2015).

Este entrenamiento muscular inspiratorio es una técnica segura, que no conlleva reacciones hemodinámicas, ni síntomas electrocardiográficos adversos, incluso en personas de edad avanzada (Ramos y Stark, 1990)

OBJETIVOS

OBJETIVOS

1. Describir y relacionar las características antropométricas, sociodemográficas, clínicas, las variables respiratorias (función pulmonar y fuerza muscular inspiratoria), las variables musculoesqueléticas (control de tronco, control postural, equilibrio y marcha), en una muestra de pacientes que han sufrido un ictus e inician un tratamiento de fisioterapia en fase aguda y subaguda.
2. Analizar los efectos de un programa de entrenamiento muscular inspiratorio de ocho semanas sobre las variables de función pulmonar y de fuerza muscular inspiratoria en la muestra de estudio dividida por subgrupos, un grupo experimental y un grupo placebo.
3. Evaluar si el nivel de fuerza muscular inspiratoria inicial de todos los pacientes de la muestra de estudio se correlaciona con el porcentaje de cambio en dicha fuerza al final de las ocho semanas del programa de entrenamiento.
4. Determinar los efectos del programa de entrenamiento muscular inspiratorio sobre variables musculoesqueléticas, que son el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha en la muestra de estudio dividida por subgrupos, experimental y placebo.
5. Valorar si los cambios producidos en las variables musculoesqueléticas que se incrementen de forma significativa tras el programa de entrenamiento se correlacionan con los cambios producidos en la fuerza muscular inspiratoria en la muestra total de pacientes.

DISEÑO Y METODOLOGÍA

DISEÑO Y METODOLOGÍA

6.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Para el desarrollo de este estudio se llevó a cabo un ensayo clínico controlado aleatorizado a doble ciego.

1. En una primera fase se realizó una evaluación de las características antropométricas, datos sociodemográficos, estilos de vida, antecedentes clínicos, características clínicas del ictus, de la función pulmonar, de la fuerza muscular inspiratoria, del control de tronco, del control postural, del equilibrio y de la marcha en pacientes supervivientes a un ictus en fase aguda y subaguda, al inicio del tratamiento de fisioterapia.

2. En una segunda fase se llevó a cabo un entrenamiento de la musculatura inspiratoria (EMI) en estos pacientes, divididos en dos grupos de manera aleatoria, uno el grupo experimental, y el otro el grupo placebo, durante un período de ocho semanas.

3. En una tercera fase se procedió a una reevaluación tras las ocho semanas de la función pulmonar, de la fuerza muscular inspiratoria, del control de tronco, del control de postural, del equilibrio y de la marcha de ambos grupos.

Las fases están reflejadas en la Figura N.1.

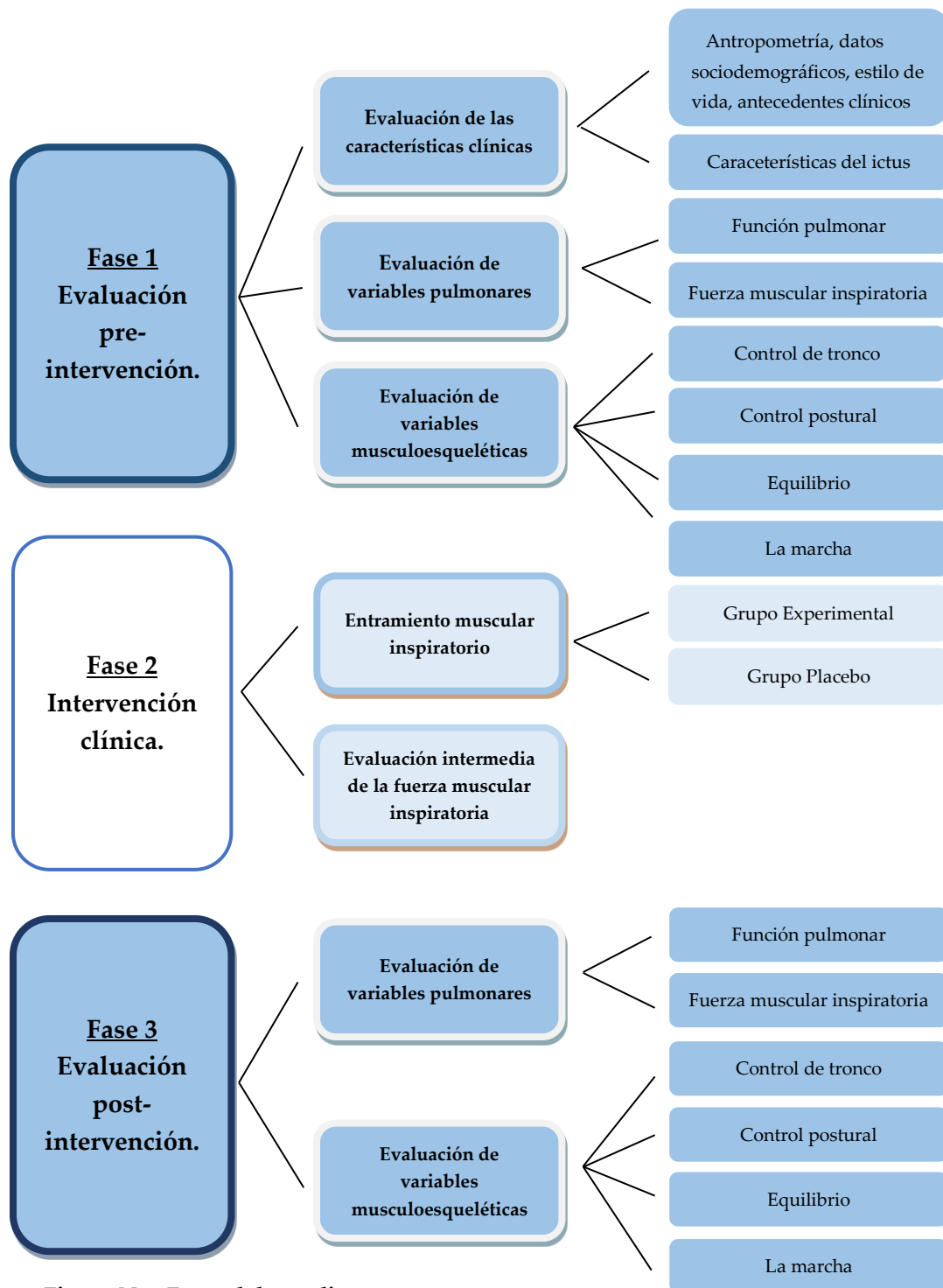


Figura N.1. Fases del estudio.

6.2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

6.2.1. **Ámbito y periodo del estudio.**

El estudio se llevó a cabo en la Unidad de Fisioterapia del Servicio de Rehabilitación del Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia (España), durante un período de tiempo de 18 meses.

Este estudio fue realizado respetando el código ético de la OMS (Declaración de Helsinki) sobre experimentos con humanos, asegurando la privacidad, confidencialidad y voluntariedad de los participantes, y contó con la autorización del “Comité Ético de Investigación Clínica” (CEIC) del Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca desde enero de 2018, siendo el código de registro 2017-10-4-HCUVA. (Disponible en Anexo I).

A su vez, se registró la metodología y protocolo del ensayo en la base de datos internacional de ensayos clínicos “*ClinicalTrials.Gov*”, con el código de registro NCT03899485.

El Hospital Virgen de la Arrixaca cuenta con una Unidad de Ictus creada en 2008 como resultado del “*Plan regional de atención al ictus de la Región de Murcia*”. El Servicio de Rehabilitación del hospital tiene una plantilla compuesta por médicos especialistas en medicina física y rehabilitación, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, logopedas, psicólogos, administrativos, auxiliares de clínica, auxiliares administrativos y celadores.

En la unidad de fisioterapia trabajan 25 fisioterapeutas, y se da cobertura a una amplia población. La sección encargada del tratamiento del daño cerebral adquirido presta atención, entre otros, a los pacientes derivados desde la unidad de ictus, con un equipo multidisciplinar formado por tres rehabilitadoras, tres fisioterapeutas, dos logopedas, dos terapeutas ocupacionales y una neuropsicóloga, así como auxiliares de clínica y celadores.

Todos los pacientes que participaron en el estudio eran remitidos al servicio de Rehabilitación desde el Servicio de Neurología. El tratamiento de neurofisioterapia se realizaba en la sala de Fisioterapia Neurológica. Todas las

mediciones del estudio se realizaron en la sala de Fisioterapia Respiratoria de la unidad, al ser ésta una sala aislada que cuenta con el material adecuado.

La intervención clínica se realizó en la sala de Fisioterapia Neurológica, junto con el tratamiento de neurofisioterapia.

6.2.2. Participantes.

Para poder participar en el estudio los pacientes debían haber sido diagnosticados de ictus por el Servicio de Neurología, tanto de tipo hemorrágico como de tipo isquémico, y haber sido remitidos a tratamiento de neurofisioterapia por los especialistas en Rehabilitación.

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión que garantizaran la seguridad de la intervención, y se excluyeron aquellas patologías asociadas que pudieran confundir los datos en los resultados.

Los criterios de inclusión y exclusión fueron los siguientes:

Criterios de inclusión:

- ✓ Ser mayor de 18 años.
- ✓ Haber sufrido un ictus dentro de los seis meses anteriores al estudio.
- ✓ Ser capaz de entender órdenes verbales sencillas que les permitieran realizar las pruebas funcionales y escalas.
- ✓ Presentar afectación motora unilateral, de miembro superior y miembro inferior, con el diagnóstico de hemiplejia o hemiparesia.

Criterios de exclusión:

- ✓ EPOC.
- ✓ Asma severo.
- ✓ Bronquiectasia.
- ✓ Embolia Pulmonar.
- ✓ Patología neurológica asociada, independiente del ictus, que conlleve una debilidad de la musculatura o una alteración del equilibrio.
- ✓ Presencia de cánula de traqueostomía.

- ✓ Hipertensión intracraneal.
- ✓ Desprendimiento agudo de retina. Cirugía ocular reciente.
- ✓ No poder realizar oclusión labial (parálisis facial).
- ✓ Enfermedad cardíaca inestable. Angina inestable. Aneurisma aórtico.
- ✓ Cirugía torácica o abdominal reciente (últimos seis meses).
- ✓ Hipertensión arterial no controlada.
- ✓ Afectación osteoarticular del miembro inferior que impida la movilidad completa articular (prótesis de rodilla, flexum de rodilla mayor a 10°).

El reclutamiento de los participantes fue realizado por la investigadora principal. Los pacientes que acudían a la unidad para iniciar el tratamiento de fisioterapia, y cumplían los criterios de inclusión, eran invitados a participar y se les informaba, al igual que a sus familiares y/o cuidadores (para asegurar la comprensión del documento), tanto de las características, como de la duración del estudio.

Tras esta información se les entregaba el documento para el consentimiento informado (disponible en Anexo II), donde venía recogida la información de las características del estudio, así como la posibilidad del abandono del estudio de manera voluntaria en cualquier momento si lo consideraban conveniente. Este documento debía ser leído y firmado por ambos (paciente y familiar), y se les garantizó la confidencialidad de los datos e imágenes, según la ley orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal.

La evaluación inicial de los pacientes se llevó a cabo por la investigadora principal, antes del inicio del tratamiento de neurofisioterapia.

Todos los pacientes recibían de manera habitual su tratamiento de neurofisioterapia. Las técnicas se llevaban a cabo en decúbito supino, en decúbito lateral, en sedestación y en bipedestación. El tratamiento buscaba normalizar el tono, recuperar las habilidades motoras, facilitar el control de tronco y los cambios posturales, con el objetivo final de un buen control postural y equilibrio para lograr la marcha independiente. Estas técnicas consistían en estiramientos, técnicas de

fortalecimiento, técnicas de recuperación de las habilidades motoras, técnicas orientadas a las tareas o técnicas de transferencia de peso.

El tiempo aproximado que el paciente recibía tratamiento de neurofisioterapia era de 60 a 90 minutos.

6.2.3. Aleatorización de los participantes.

Los pacientes que cumplieron los criterios de inclusión, y decidieron participar, fueron asignados al azar, o bien al grupo experimental, o al grupo placebo.

La aleatorización la realizó una fisioterapeuta independiente, que ni realizaba la intervención ni evaluaba a los pacientes. Esta aleatorización se llevó a cabo mediante un sistema de bolas numeradas, que los pacientes extraían de una bolsa opaca, y a los cuales no se les permitía visualizar una vez extraída. Ningún otro fisioterapeuta conocía esta asignación. Tras este proceso de aleatorización los pacientes fueron incluidos, o bien en el grupo experimental, o bien en el grupo placebo. Para su registro y manejo de datos, se les asignó un código numérico que sólo los investigadores conocían, y así asegurar su confidencialidad.

6.2.4. Recogida de datos.

Se recogieron datos sobre las variables antropométricas, sociodemográficas, estilos de vida, antecedentes clínicos, características del ictus, función pulmonar, fuerza muscular inspiratoria, control de tronco, control postural, equilibrio y marcha. Las variables antropométricas, sociodemográficas, estilos de vida, antecedentes clínicos y características del ictus se recogieron al inicio de la intervención. Las variables de función pulmonar, control de tronco, control postural, equilibrio y marcha se recogieron al inicio y al final de la intervención. Únicamente la fuerza muscular inspiratoria fue medida al inicio, a las cuatro semanas, y al final de la intervención. Los datos fueron registrados en una planilla de elaboración propia (Anexo III). Estos se agruparon en tres grupos:

6.2.4.1. Variables antropométricas, sociodemográficas y estilos de vida.

Se registró la edad de los pacientes, su género, altura y peso. Se recogieron las siguientes variables sociodemográficas: el estado civil, nivel de estudios y la situación laboral previa al ictus. Respecto a los estilos de vida, se recabaron datos del hábito tabáquico, así como el posible abandono del mismo, y la práctica, o no, de algún tipo de actividad física en el año anterior al ictus.

6.2.4.2. Variables de antecedentes clínicos y características del ictus.

Se registraron los datos referentes a los antecedentes clínicos previos al ictus. Se anotó el diagnóstico, o no, de hipertensión arterial, diabetes mellitus (tanto tipo 1, como tipo 2) y de dislipidemias. También se recogió si presentaban patologías asociadas actuales diferentes a las consideradas como criterios de exclusión.

Se reunieron los datos referentes a la fecha del diagnóstico del ictus, el tipo de ictus, la zona cerebral afectada y el tipo de déficit motor.

6.2.4.3. Variables de resultados.

Las variables de resultados fueron variables de valoración de función pulmonar obtenidas mediante la espirometría forzada. Estas fueron la *capacidad vital forzada (FVC)*, el *volumen espirado en el primer segundo (FEV₁)*, el *flujo espiratorio máximo (PEF)* y la *ventilación voluntaria máxima (VVM)*.

La *presión inspiratoria máxima (PI_{max})* se escogió como variable de resultado de la fuerza muscular inspiratoria.

Las variables de resultado musculoesquelético fueron los resultados de las escalas de: control de tronco, control postural, equilibrio y la marcha.

6.2.5. Instrumentos de medición.

La medición de las distintas variables, tanto pre-intervención como post-intervención, fueron realizadas por la investigadora principal. Previo al inicio de la intervención, fue entrenada en la realización de las pruebas pulmonares, de fuerza muscular inspiratoria, así como en la ejecución de las escalas y tests.

La investigadora principal era a su vez era la persona que realizaba la intervención en los pacientes.

Los instrumentos de medición para las distintas variables se exponen a continuación:

6.2.5.1. Variables antropométricas, sociodemográficas y estilos de vida.

Se diseñó una planilla propia para la recogida de estos datos (Anexo III). El peso se midió con una báscula de precisión y la altura fue medida con un estadímetro. El índice de masa corporal fue calculado dividiendo el peso por la altura al cuadrado. Los datos sociodemográficos y de estilos de vida eran proporcionados por el propio paciente o familiar.

6.2.5.2. Variables de antecedentes clínicos y características del ictus.

Los antecedentes clínicos y las características del ictus se extrajeron del “Informe de Alta” del servicio de neurología disponible en la historia clínica del paciente, y se registraron en la misma planilla que el resto de variables.

6.2.5.3. Variables de resultado.

La evaluación de estas variables consistía, por un lado, en la valoración de las variables respiratorias, y por otro, de las variables musculoesqueléticas.

En la valoración de las variables respiratorias se evaluó la función pulmonar mediante la realización de una espirometría forzada, la resistencia respiratoria mediante la medición de la ventilación voluntaria máxima, y la fuerza muscular inspiratoria, mediante la medición de la presión inspiratoria máxima en boca.

Para las variables musculoesqueléticas se utilizaron escalas y tests con adecuada fiabilidad y validez. Los distintos tests y escalas empleadas para la medición del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha se recogen en la Tabla N.1.

Tabla N.1. Variables musculoesqueléticas y sus escalas o test.

Variable	Escala o Test
Control de tronco	<ul style="list-style-type: none"> • Test de control de tronco (TCT) (Duarte <i>et al</i>, 2009). • Postural Assessment Scale for Stroke Patients-Trunk Control (PASS-TC) (Hsieh <i>et al</i>, 2002)
Control postural	<ul style="list-style-type: none"> • Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) (Cabanas-Valdés <i>et al</i>, 2015).
Equilibrio	<ul style="list-style-type: none"> • Escala de equilibrio de Berg (BBS) (Berg <i>et al</i>, 1995).
Marcha	<ul style="list-style-type: none"> • Functional Ambulatory Category (FAC) (Melrholz <i>et al</i>, 2007). • Functional Ambulation Classification of the Hospital de Sagunto (FACHS) (Viosca <i>et al</i>, 2005).

6.2.6. Protocolo de valoración.

El protocolo de medición se realizó en tres fases. La primera fase se llevó a cabo previa al inicio de la intervención, la intermedia a las cuatro semanas, y la segunda fase una vez concluida esta.

6.2.6.1. Protocolo de valoración pre-intervención.

La primera fase se inició con la selección de los pacientes. Una vez seleccionados, se leía y se firmaba el documento del consentimiento informado por parte del paciente y familiar. Una vez firmado, se recogían todos los datos relativos a la historia clínica, y se realizaba la exploración física y funcional. La medición de las variables se realizó durante la primera semana de inclusión del paciente en el servicio de fisioterapia. Tras la medición se inició la intervención.

El primer día tras la firma del consentimiento informado se realizaba la espirometría forzada, la medición de la ventilación voluntaria máxima (VVM), seguida de la escala de control postural “*Postural Assessment Scale for Stroke Patients*

(PASS)" y el control de tronco con el "Test de control de tronco (TCT)" y el "Postural Assessment Scale for Stroke Patients-Tunk Control (PASS-TC)". El segundo día se valoraba el equilibrio con la "Escala de equilibrio de Berg (BBS)" y la marcha con la escala "Functional Ambulatory Categories (FAC)" y "Functional ambulation classification of the Hospital de Sagunto (FACHS)". El tercer día se realizaba la medición de la fuerza muscular inspiratoria.

La medición de la *función pulmonar* se llevó a cabo mediante la realización de una espirometría forzada con el espirómetro *Spiroanalyzer ST-95 (Fukuda Sangyo 1999)*, siguiendo las recomendaciones de la *American Thoracic Society (Miller et al, 2005)*. Esta maniobra se llevó a cabo partiendo del volumen de reserva espiratorio, tras el cual se realiza una inspiración máxima hasta volumen de reserva inspiratorio, seguida de una apnea y una espiración rápida y enérgica durante unos segundos. Se llevaron a cabo tres maniobras consecutivas, con un minuto de descanso entre ellas, en las que quedaron registradas la capacidad vital forzada (FVC), el flujo de aire espirado en el primer segundo (FEV₁), y el pico espiratorio forzado (PEF).

Se seleccionó para su registro la espirometría debidamente realizada que mostraba el valor más alto de la FVC.

Una vez finalizada la espirometría, se procedía a la medición de la ventilación máxima voluntaria (VVM), utilizando el mismo espirómetro que en la prueba anterior. La VVM es una medida de la máxima cantidad de aire que el individuo es capaz de inhalar y exhalar mediante un esfuerzo voluntario, proporcionando de manera indirecta información de la resistencia de la musculatura respiratoria (Neufeld *et al*, 2018). Esta prueba consistía en la realización de inspiraciones y espiraciones máximas a máximo volumen, y lo más rápidamente posibles, durante un período de 12 segundos. Se realizaban dos maniobras consecutivas, con un minuto de descanso entre ellas, y se escogía la de mayor valor.

Se calcularon los porcentajes predictivos de todos estos valores en función de edad y sexo del paciente según los descritos por Morales *et al*, (1997).

Ambas maniobras se realizaron con la asistencia manual del evaluador durante la maniobra, para asegurar la oclusión labial, y con el uso de la pinza nasal, para evitar la fuga de aire.

La *fuerza muscular inspiratoria* se valoró mediante la medición de la presión máxima inspiratoria (PI_{max}) en boca con el *Datospir easy touch (Silbemed)*®. Se siguió el procedimiento según Mora-Romero *et al*, (2014). En esta maniobra se solicitaba una inspiración máxima desde volumen de reserva espiratorio. Se llevaron a cabo tantas maniobras como fueran necesarias (máximo de ocho en el mismo día), realizadas con un minuto de descanso entre ellas, hasta conseguir tres valores, cuya diferencia máxima entre ellos fuera del 5%, medido en centímetros de agua (cmH₂O).

Las maniobras que fueran necesarias se realizaban seguidas dentro del mismo día, y se escogía la de mayor valor de las tres. Se usó una pieza bucal tipo buzo, que es la que se recomienda para evitar la fuga de aire y la pinza nasal. El evaluador además que dirigía la prueba ayudaba con sus manos a la oclusión bucal del paciente.

El *control postural* de los pacientes se valoró mediante la escala *Postural assessment scale for stroke patients (PASS)* en su versión española (Cabanas-Valdés *et al*, 2015). Esta escala ha demostrado su validez y fiabilidad para valorar el control postural y el equilibrio en pacientes postictus, incluso cuando el control postural está muy deteriorado (Cabanas-Valdés *et al*, 2015).

Consta de 12 ítems que va de 0 a 3 cada ítem, con una puntuación total de 36, donde 0 es el mínimo valor de control postural y 36 el máximo valor. Tiene dos partes, una donde se valora la movilidad, con una puntuación mínima de 0 puntos y máxima de 21 puntos, y otra donde se valora el equilibrio, con una puntuación que oscila de 0 a 15 puntos. La duración del test es de aproximadamente 10 minutos. Los distintos ítems se exponen en el Anexo IV.

El *control de tronco* se valoró de dos maneras. En primer lugar, con el *Test de control de tronco (TCT)* que consta de 4 ítems, donde cada ítem puntúa 25 puntos. Sus valores van de 0 a 100 puntos, donde 0 es ausencia de control de tronco y 100 la máxima puntuación en control de tronco. Este test tiene un alto valor predictivo

de la recuperación del paciente con ictus, así como de su pronóstico de marcha (Duarte *et al.*, 2009). Tiene buena sensibilidad al cambio en la evaluación de los pacientes con ictus, y homogeneidad y validez de constructo (Franchignoni *et al.*, 1997), y es un test utilizado en período agudo y subagudo postictus. Los ítems se presentan en el Anexo V.

En segundo lugar, la escala utilizada fue el Postural assessment scale for stroke patients-trunk control (PASS-TC), una adaptación del PASS realizada por Hsieh *et al.*, (2002), en el que se extraen los ítems 1,2,3,4, y 8 del mismo, que valoran el control de tronco. Sus valores van de 0 a 15 puntos, donde 0 es el valor más bajo y 15 el máximo valor. Tiene alta consistencia interna, y buena validez convergente (Hsieh *et al.*, 2002). Los ítems de esta escala se pueden ver en el Anexo IV.

El *equilibrio* se valoró con la *Escala de equilibrio de Berg (BBS)*, cuyos valores van de 0 a 56 puntos, siendo 0 el mínimo valor y 56 el máximo equilibrio alcanzable. Consta de 14 ítems, cada ítem puntúa de 0 a 4 puntos, siendo 0 la incapacidad total de realizar el movimiento, y 4 la capacidad de realizar el movimiento con máxima independencia, con actividades de dificultad crecientes, que van desde pasar de sedestación a bipedestación, hasta ser capaz de hacer apoyo monopodal. La duración del test es de 20 minutos, y de material requiere el uso de un cronómetro, un escalón, una regla y una silla con apoyabrazos. Tiene fuertes propiedades psicométricas para la evaluación del equilibrio en pacientes con ictus y alta fiabilidad inter e intraobservador (Blum *et al.*, 2008). Esta escala se muestra en el anexo VI.

La *marcha* se valoró con dos escalas. La primera fue la Functional Ambulation Category (FAC), una escala que distingue seis niveles de capacidad de marcha en función de la cantidad de soporte físico recibido, que va desde el nivel 0, que es la incapacidad de caminar o ayuda de dos personas, a el nivel 5, que es marcha independiente en todos los terrenos. Se correlaciona positivamente con los cambios de la velocidad, la distancia del paso y la distancia deambulada en el Test de marcha de seis minutos (Melrholz *et al.*, 2007).

La segunda fue la *Functional ambulation classification of the hospital de Sagunto (FACHS)*. Esta evalúa la habilidad de la marcha, con 6 niveles de 0 a 5 puntos, desde la marcha imposible incluso con ayuda externa a la marcha normal, con capacidad de marcha en tándem, y sin alteración de la simetría a la evaluación ocular (Viosca *et al*, 2005). Ambas escalas están disponibles en el Anexo VII.

Todas las evaluaciones, tanto espirometrías, como escalas, se realizaron antes del inicio de la intervención.

6.2.6.2. *Protocolo de valoración intermedia.*

Tras cuatro semanas del inicio de la intervención se procedió a la medición de la presión inspiratoria máxima en boca, siguiendo el mismo procedimiento que el descrito anteriormente.

6.2.6.3. *Protocolo de valoración post-intervención.*

Una vez finalizadas las ocho semanas contadas desde el inicio de la intervención, se volvieron a valorar todas las variables de función pulmonar, fuerza muscular inspiratoria, ventilación máxima voluntaria, control de tronco, control postural y equilibrio, siguiendo el mismo protocolo que en la pre-intervención (misma evaluación en el mismo orden). También fueron llevadas a cabo por la misma evaluadora.

Una vez finalizado esta evaluación post-intervención, el paciente continuó con su tratamiento de neurofisioterapia hasta el alta médica.

6.2.7. Intervención clínica. Entrenamiento muscular inspiratorio (EMI).

Para la intervención clínica se establecieron dos grupos de entrenamiento, el grupo experimental (GE), el cual realizaba el entrenamiento muscular inspiratorio creciente a alta intensidad, y el grupo placebo (GP), que recibía un entrenamiento a baja intensidad.

Ambos grupos realizaron el entrenamiento durante un periodo de ocho semanas, a razón de cinco días a la semana, junto con su tratamiento de neurofisioterapia.

El entrenamiento se llevó a cabo en ambos grupos mediante el uso de un dispositivo de carga umbral, específicamente el *ThresholdIMT® de Philips Respironics*. Este dispositivo permite entrenar la musculatura inspiratoria con un sistema que consta de una resistencia ejercida mediante una válvula unida a un resorte metálico, permitiendo ajustar esta resistencia de un mínimo de 7cmH₂O a un máximo de 41 cmH₂O. En casos excepcionales en los que la P_Imax alcanzaba un valor superior a -68 cmH₂O, se usó el dispositivo *Powerbreathe®*, dispositivo de carga resistiva, cuya carga oscila de los 10 cmH₂O a 90 cmH₂O.

Ambos grupos realizaban el entrenamiento muscular inspiratorio en la misma posición que describiremos a continuación: En una camilla, en decúbito supino, con una elevación de tronco aproximada de 30°, una almohada bajo la cabeza y con una cuña debajo de las rodillas para mantener estas en ligera flexión. Se le colocaba la pinza nasal, y el fisioterapeuta se sentaba a su lado, con la mano caudal sobre el abdomen daba un *input* sensorial que ayudaba a la respiración diafragmática. La otra mano sujetaba el dispositivo colocado en la boca del paciente.

Ambos grupos siguieron un protocolo de ejercicio de tres series de quince repeticiones (3×15), con un minuto de descanso entre cada serie. El primer día previo al inicio, se realizaban 10 respiraciones diafragmáticas en esta posición para instruir al paciente de la manera más eficaz de realizar el entrenamiento.

El *grupo experimental (GE)* siguió el entrenamiento propuesto en el protocolo de Inzelberg *et al*, (2005). Este protocolo se inicia a un 15% de la P_Imax, y la carga se va incrementando desde un 15% de la P_Imax inicial, de manera progresiva, de 5 a 10% de resistencia cada dos días, hasta alcanzar un 60% a las cuatro semanas de entrenamiento. A continuación, se vuelve a medir la P_Imax con el mismo procedimiento que el llevado en la primera evaluación, y se entrena al 60% de la nueva P_Imax durante otras cuatro semanas.

El *grupo placebo (GP)* entrenó con una carga mínima de 7 cmH₂O durante las ocho semanas. También se evaluaron a las cuatro semanas para asegurar el cegamiento. Sin embargo, la carga no fue modificada, y se mantuvo la misma las ocho semanas.

Para el cegamiento del fisioterapeuta y del paciente, se colocó un fieltro opaco alrededor del dispositivo cubriendo el cuerpo del dispositivo donde viene la escala de intensidad, de manera que no dejaba ver la resistencia seleccionada, ni por el paciente, ni por el fisioterapeuta que realizaba la intervención. El entrenamiento se llevó a cabo cinco días a la semana durante ocho semanas, y fue realizado en todo momento por un mismo fisioterapeuta, el cual desconocía a que grupo pertenecía el paciente.

Los pacientes de ambos grupos realizaban a la vez el tratamiento de neurofisioterapia.

6.2.8. Análisis de los datos.

Para el registro y el análisis de los datos se creó una base de datos en el programa IBM SPSS Statistics 24®.

Para la descripción de las variables antropométricas, sociodemográficas, de estilos de vida, antecedentes clínicos y características del ictus, se realizó un análisis descriptivo mediante el uso de frecuencias absolutas y relativas para las variables categóricas, y la media y la desviación estándar para las variables cuantitativas.

Para evaluar la normalidad de la distribución de las variables se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk. Para comparar la homogeneidad de los grupos en la línea base utilizamos tablas de contingencias, con el test de chi-cuadrado para las variables categóricas, y la comparación de medias para muestras independientes t-student para las variables continuas. Para el análisis de la relación entre las variables antropométricas, características del ictus, respiratorias y musculoesqueléticas, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson (para variables cuantitativas), el coeficiente de Spearman (para variables cuantitativas y

ordinal), y la comparación de medias para muestras independientes con t-Student (para variables cuantitativas y dicotómicas).

Un análisis de varianza de 2 factores para medidas repetidas fue utilizado para observar diferencias entre los grupos experimental y placebo, y entre el mismo grupo en tiempos distintos (pre-intervención *vs* post-intervención) para cada una de las variables de resultados. Además, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para analizar la relación entre la PImax basal y el porcentaje de cambio (Δ PImax) obtenido con el tratamiento, así como entre el porcentaje de cambio de PImax (Δ PImax) y porcentaje de cambio de PASS (Δ PASS) de todos los pacientes.

El tamaño del efecto fue calculado usando la eta-cuadrado parcial e interpretado como pequeño (>0.02), medio (>0.05) o grande (>0.08) (Cohen, 1988). La significación estadística se fijó con un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

RESULTADOS

7.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS PACIENTES QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO.

Un total de 43 pacientes diagnosticados de ictus con indicación para realizar tratamiento de fisioterapia fueron remitidos a la Unidad de Fisioterapia durante el período que duró el estudio. El estudio se inició en marzo de 2018 y finalizó en septiembre de 2019. De este total de 43 pacientes, 20 cumplieron los criterios de inclusión y fueron seleccionados. Todos ellos aceptaron participar de manera voluntaria.

De los 20 pacientes que iniciaron el estudio, 16 finalizaron la intervención, y cuatro no lograron terminar. Los motivos de abandono de cada uno de ellos fueron los siguientes: por alta médica de tratamiento de rehabilitación durante el estudio en dos de ellos, un ingreso hospitalario ajeno al sistema respiratorio, y un traslado a un centro de cuidados medios. Dos pertenecían al grupo experimental, y dos al grupo placebo, quedando por lo tanto la muestra compuesta por ocho pacientes en el grupo experimental (GE=8) y ocho en el grupo placebo (GP=8).

El proceso de selección, las causas de exclusión y aleatorización se reflejan en el flujograma de la Figura N.2.

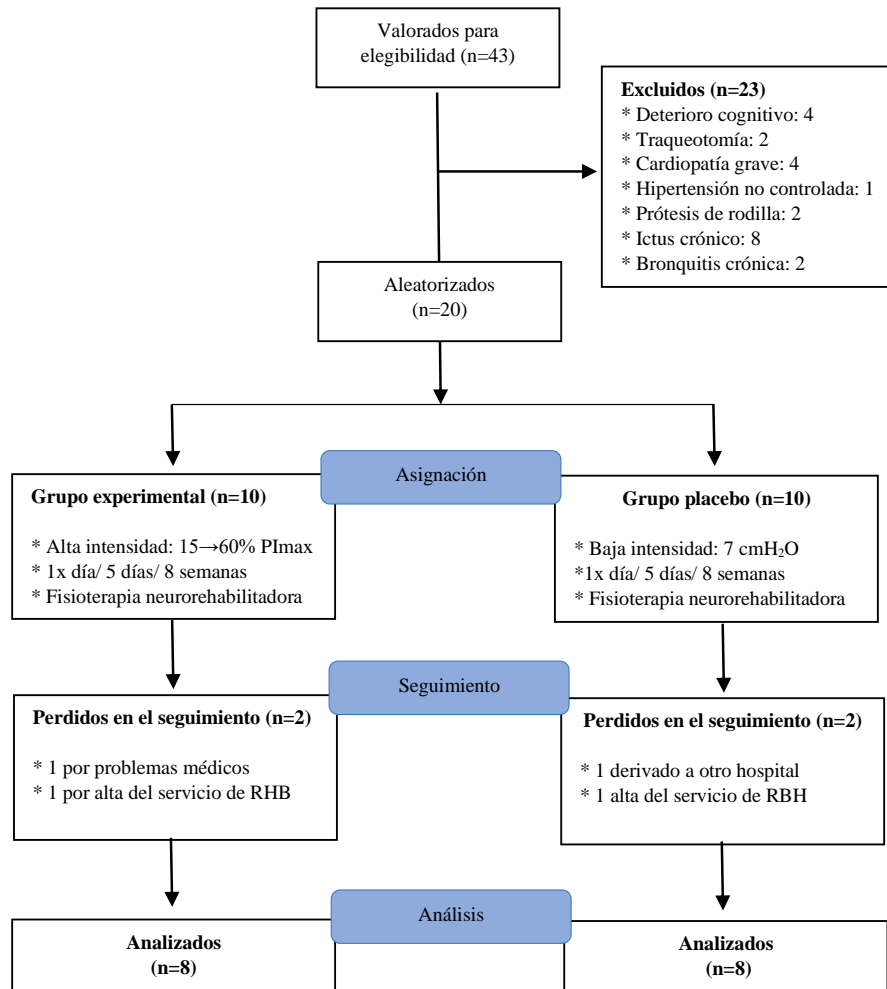


Figura N.2. Proceso de selección y aleatorización de los pacientes.

7.2. DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS, ANTROPOMÉTRICOS, DE ESTILO DE VIDA, ANTECEDENTES CLÍNICOS Y CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DEL ICTUS.

Los resultados obtenidos se mostrarán para el total de pacientes, y para cada uno de los grupos (GE y GP), para analizar la homogeneidad de los grupos.

7.2.1. Datos sociodemográficos y antropométricos.

En la muestra fueron más prevalentes los hombres, con una frecuencia del 75%. La edad fue de media inferior a 60 años en ambos grupos. En la Tabla N.2. y en la Tabla N.3. se exponen los resultados de los datos sociodemográficos y antropométricos del total de pacientes, y de cada uno de los grupos respectivamente (GE y GP). Los grupos eran homogéneos en la línea base.

Tabla N.2. Datos sociodemográficos y antropométricos del total de la muestra pre-intervención.

<i>Variable</i>	Total (n=16)
<i>Género (hombres/mujeres)</i>	12/4
<i>Edad (años, media±DE)</i>	57±10,9
<i>Peso (kg, media±DE)</i>	79,2±9,4
<i>Altura (cm, media±DE)</i>	165,2±8,3
<i>IMC (Kg/m², media±DE)</i>	29,14±3,9

DE (desviación estándar), IMC (índice de masa corporal).

Tabla N.3. Datos sociodemográficos y antropométricos de cada uno de los grupos en la línea base.

<i>Variable</i>	Grupo experimental (n=8)	Grupo placebo (n=8)	Diferencia <i>t(p)</i>
<i>Género (hombres/mujeres)</i>	6/2	6/2	0,000 (1,000)
<i>Edad (años, media±DE)</i>	58±12,9	56±9,2	-0,356(0,727)
<i>Peso (kg, media±DE)</i>	76,5±10	81,8±7,3	1,160 (0,266)
<i>Altura (cm, media±DE)</i>	163±8,7	167,5±7,6	1,094 (0,293)
<i>IMC (Kg/m², media±DE)</i>	28,92±4,38	29,36±3,65	0,220 (0,829)

DE (desviación estándar), IMC (índice de masa corporal).

7.2.2. Datos de estilos de vida.

En el total de la población, el nivel de estudios más frecuente fueron los estudios primarios, en un 43,8%, y un 31,3% había realizado el extinto bachiller. Un 6,3 tenía estudios universitarios. El 68,8% estaba casado/a y vivía con el/la cónyuge, un 12,5% estaba soltero/a, y un 12,5% separado/a. Un 6,3% eran viudos/as. El 43,5% de la muestra estaba en activo en el momento del estudio, y un 25% había accedido a la jubilación. Un 18,8% estaba desempleado/a, y un 12,5% refería estar estudiando, aunque sin actividad retribuida.

En el grupo experimental, el 50% había realizado estudios primarios, un 25% bachillerato, un 12,5% bachiller y 12,5% estudios universitarios. El 62,5% estaba casado/a, el 50% seguía laboralmente en activo en el momento del ictus, y un 25% estaba jubilado/a. El 62,5% era exfumador/a, y el 25% había realizado actividad física el año anterior.

En el grupo placebo, el 37,5% tenía estudios primarios, el 37,5% bachillerato y el 25% estudios de secundaria, un 75% estaba casado/a, un 35,5% seguía en activo, un 25% estaba parado/a, un 12,5% realizaba estudios en el momento del ictus y un 25% estaba jubilado/a. El 50% era exfumador/a, y un 12,5% continuaba con el hábito tabáquico. Un 25% había realizado actividad física el año anterior al ictus.

7.2.3. Características clínicas: Antecedentes clínicos y características del ictus.

El antecedente clínico más prevalente fue la dislipemia (68,75%), seguida de la hipertensión arterial (50%) y la diabetes mellitus (31,25%). En la Tabla N.4 se muestran los antecedentes clínicos del total de la muestra.

Ambos grupos fueron homogéneos en todas las variables salvo en la patología respiratoria, que fue más prevalente en el grupo experimental. En la Tabla N.5 se muestran los valores para cada uno de los grupos (GE y GP).

Tabla N.4. Antecedentes clínicos del total de pacientes pre-intervención.

<i>Variable</i>	Total (n=16)
<i>HTA (sí/no)</i>	8/8
<i>DM (sí/no)</i>	5/11
<i>DLP (sí/no)</i>	11/5
<i>Patología cardíaca (sí/no)</i>	6/10
<i>Patología respiratoria (sí/no)</i>	4/12
<i>Patología neurológica (sí/no)</i>	0
<i>Patología osteoarticular (sí/no)</i>	4/12

HTA (hipertensión arterial), DM (Diabetes mellitus), DLP (Dislipemia)

Tabla N.5: Antecedentes clínicos de cada uno de los grupos en la línea base (GE y GP).

<i>Variable</i>	Grupo experimental (n=8)	Grupo placebo (n=8)	Diferencia $\chi^2(p)$
<i>HTA (sí/no)</i>	5/3	3/5	1,000 (0,317)
<i>DM (sí/no)</i>	3/5	2/6	1,091 (0,580)
<i>Dislipemia (sí/no)</i>	6/2	5/3	0,291 (0,590)
<i>Patología cardíaca (sí/no)</i>	4/4	0/8	1,067 (0,302)
<i>Patología respiratoria (sí/no)</i>	4/4	0/8	5,333 (0,021)*
<i>Patología neurológica (sí/no)</i>	0/8	0/8	0 (1)
<i>Patología osteoarticular (sí/no)</i>	2/6	2/6	0 (1)

HTA (hipertensión arterial), DM (Diabetes mellitus), DLP (Dislipemia), *(p<0,05)

El tiempo desde el ictus al inicio de la intervención fue de media menor a 90 días. El ictus isquémico fue el más prevalente (68,75%), así como la hemiparesia (56,25%) y la afectación del lado derecho (56,25%). En la Tabla N.6 se muestran las características clínicas del ictus en toda la muestra.

El ictus isquémico fue especialmente prevalente en el grupo experimental. La hemiplejía fue más prevalente en el grupo placebo, y en el experimental la hemiparesia. En la Tabla N.7 se muestran las características clínicas del ictus de cada uno de los grupos. Ambos grupos fueron homogéneos en todas las variables.

Tabla N.6. Características clínicas del ictus del total de la muestra pre-intervención.

<i>Variable</i>	Total (n=16)
<i>Tiempo desde el ictus (días, media±DE)</i>	86,7±37,2
<i>Tipo de ictus (isquémico, hemorrágico)</i>	11/5
<i>Lado más afecto (derecho, izquierdo)</i>	9/7
<i>Déficit motor (HPJ/HPS)</i>	7/9

DE (desviación estándar), HPJ (hemiplejía), HPS (hemiparesia).

Tabla N.7. Características clínicas del ictus de cada uno de los grupos en la línea base (GE y GP).

<i>Variable</i>	Grupo experimental (n=8)	Grupo placebo (n=8)	Diferencia (p)
<i>Tiempo desde el ictus (días), media (DE)</i>	84,2 (46,9)	89,2 (27,4)	0,260 (0,798) ^a
<i>Tipo de ictus (isquémico/hemorrágico)</i>	7/1	4/4	2,61 (0,106) ^b
<i>Lado más afecto (derecho/izquierdo)</i>	4/4	5/3	0,254 (0,614) ^b
<i>Déficit motor (HPJ/HPS)</i>	2/6	5/3	2,286 (0,131) ^b

^a(t), ^b(X₂).

DE (desviación estándar), HPJ (hemiplejía), HPS (hemiparesia), DE (desviación estándar).

En relación a la topografía de la lesión, en los ictus hemorrágicos se localizó fundamentalmente en los ganglios basales, y en los ictus isquémicos la localización fue más heterogénea, localizándose en zonas de la arteria cerebral anterior, de la arteria cerebral media o protuberancial. Las distintas localizaciones lesionales están representadas en la Tabla N.8.

Tabla N.8. Topografía de la lesión cerebral en cada uno de los grupos (GE y GP).

Grupo Experimental (n=8)	Grupo Placebo (n=8)
<i>Ictus isquémico mesencéfalo-protuberancial izquierdo. Disección arteria basilar</i>	<i>Hemorragia subaracnoidea y hematoma intraparenquimatoso temporal derecho</i>
<i>Ictus isquémico hemisférico derecho en territorio de frontera interno</i>	<i>Hemorragia intraparenquimatoso ganglios basales izquierdos</i>
<i>Ictus isquémico de ACM derecha</i>	<i>Ictus isquémico de territorio de ACA derecha por migración</i>
<i>Ictus isquémico de localización indeterminada</i>	<i>Ictus isquémico talámico derecho</i>
<i>Ictus isquémico en hemisferio cerebeloso izquierdo, tálamo, putamen y coronas radiadas</i>	<i>Ictus isquémico</i>
<i>Hemorragia ganglios basales izquierdos</i>	<i>Ictus cápsulo-lenticular izquierdo</i>
<i>Ictus isquémico en territorio superficial de la desviación posterior de ACM derecha</i>	<i>Hematoma intraparenquimatoso ganglios basales izquierdos</i>
<i>Ictus isquémico</i>	<i>Hematoma intraparenquimatoso ganglios basales izquierdos</i>

ACM: Arteria cerebral medida; ACA: Arteria cerebral anterior

7.3. RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE LAS VARIABLES DE FUNCIÓN PULMONAR, DE FUERZA MUSCULAR INSPIRATORIA, DE CONTROL POSTURAL, CONTROL DE TRONCO, EQUILIBRIO Y MARCHA.

7.3.1. Resultados de la valoración pre-intervención de las variables de función pulmonar y de fuerza muscular inspiratoria.

Tanto en la valoración de la función pulmonar mediante espirometría forzada, como en la valoración de la fuerza muscular inspiratoria, ningún paciente mostró ninguna complicación durante ambas pruebas.

Los valores predictivos medios de FVC, FEV₁, y VVM fueron inferiores al 80%, y los valores predictivos medios de PEF medios fueron inferiores al 60%.

Los valores predictivos medios fueron mayores en el grupo placebo respecto al experimental para todas las variables salvo para el PEF, que fue inferior en este grupo, sin diferencias significativas entre ellos ($p>0,05$).

La Tabla N.9 muestra los valores de la función pulmonar (absolutos y predictivos) para el total de la muestra. La Tabla N.10 muestra los resultados para cada uno de los grupos respectivamente (GE y GP). Ambos grupos fueron homogéneos en todas las variables.

Tabla N.9. Resultados de la función pulmonar en el total de pacientes pre-intervención.

<i>Variable</i>	Total (n=16)
<i>Función pulmonar</i>	<i>Media±DE</i>
<i>FVC (l)</i>	2,80±0,97
<i>FVC (%Predictivo)</i>	67,80±21,49
<i>FEV₁ (l)</i>	2,39±0,81
<i>FEV₁ (%Predictivo)</i>	74,40±19,54
<i>PEF (l/s)</i>	4,82±1,82
<i>PEF (%Predictivo)</i>	59,50±17,27
<i>VVM (l/m)</i>	71,68±37,55
<i>VVM (%Predictivo)</i>	60,98±28,33

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen de aire espirado en el primer segundo), PEF (flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria).

Tabla N.10. Resultados de la función pulmonar en cada uno de los grupos en la línea base (GE y GP).

<i>Variable</i>	Grupo experimental (n=8)	Grupo placebo (n=8)	Diferencia
<i>Función pulmonar</i>	<i>Media±DE</i>	<i>Media±DE</i>	<i>t(p)</i>
<i>FVC (l)</i>	2,8±1,2	2,8±0,6	-0,007 (0,994)
<i>FVC (%Predictivo)</i>	67,7±22,6	68±21,7	0,022 (0,982)
<i>FEV₁(l)</i>	2,3±1,0	2,4±0,5	0,292 (0,775)
<i>FEV₁(%Predictivo)</i>	73,3±21,9	75,5±18,3	0,210 (0,836)
<i>PEF (l/s)</i>	5,2±2,3	4,4±1,1	-0,826 (0,423)
<i>PEF (%Predictivo)</i>	65,0±21,2	54,0±10,8	-1,303 (0,214)
<i>VVM (l/m)</i>	61,6±42,6	81,7±31,1	0,078 (0,299)
<i>VVM (%Predictivo)</i>	55,09±33,09	66,88±23,63	0,823(0,424)

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen de aire espirado en el primer segundo), PEF (flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria).

El resultado del cálculo del valor predictivo de la P_{Imax} del total de la muestra fue de media inferior al 50%.

La P_{Imax} media fue mayor en el grupo experimental que en el grupo placebo, pero sin diferencias significativas entre ellos ($p>0,05$).

En la Tabla N.12 se muestran los resultados para cada uno de los grupos respectivamente (GE y GP). Ambos grupos fueron homogéneos en ambas variables.

Tabla N.11. Resultados de la fuerza muscular inspiratoria del total de pacientes pre-intervención.

<i>Variable</i>	Total (n=16)
<i>Fuerza muscular inspiratoria</i>	<i>Media±DE</i>
<i>P_{Imax} (-cmH₂O)</i>	56,19±24,75
<i>P_{Imax} (%Predictivo)</i>	49,06±17,45

P_{Imax} (presión inspiratoria máxima), cmH₂O (centímetros de agua).

Tabla N.12. Resultados de la fuerza muscular inspiratoria en la línea base (GE y GP).

<i>Variable</i>	Grupo experimental (n=8)	Grupo placebo (n=8)	<i>Diferencia</i>
<i>Fuerza muscular inspiratoria</i>	<i>Media±DE</i>	<i>Media±DE</i>	<i>t(p)</i>
<i>P_{Imax} (-cmH₂O)</i>	61,5±31,5	50,8±15,9	-0,851 (0,409)
<i>P_{Imax} (%Predictivo)</i>	53,8±21,3	44,2±11,9	-1,111 (0,285)

P_{Imax} (presión inspiratoria máxima), cmH₂O (centímetros de agua), P (predictivo).

7.3.2. Resultados de la valoración pre-intervención de las variables de control postural, control de tronco, equilibrio y marcha.

Los valores resultantes de la valoración pre-intervención del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha para el total de la muestra se muestra en la Tabla N.13.

Los valores del TCT, PASS-TC, PASS y BBS medios fueron mayores en el grupo placebo, y los valores medios de FAC y FACHS lo fueron en el grupo experimental, pero sin diferencias significativas entre ellos ($p>0,05$).

La Tabla N.14 muestra los valores para cada uno de los grupos (GE y GP). Ambos grupos fueron homogéneos en todas las variables en la línea base.

Tabla N.13. Resultados del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha del total de la muestra en la línea base.

<i>Variable</i>	Total (n=16)
<i>Control de tronco, control postural, equilibrio y marcha</i>	
<i>TCT</i>	71,31±24,56
<i>PASS-TC</i>	13,44±2,63
<i>PASS</i>	28,50±6,30
<i>BBS</i>	13,44±2,63
<i>FAC</i>	2,91±1,38
<i>FACHS</i>	2,69±1,43

DE (desviación estándar), PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (postural assessment scale for stroke patients), TCT (test de control de tronco), FAC (functional ambulatory category), FACHS (Functional ambulation classification hospital de Sagunto).

Tabla N.14. Resultados del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha, de cada uno de los grupos pre-intervención (GE y GP).

<i>Variable</i>	Grupo experimental	Grupo placebo	<i>Diferencia</i>
	(n=8)	(n=8)	
	<i>Media±DE</i>	<i>Media±DE</i>	<i>t(p)</i>
<i>Control de tronco, control postural, equilibrio y marcha</i>			
<i>PASS-TC,</i>	13±3,	13,88±1,45	0,652 (0,525)
<i>TCT,</i>	68,3±31,5	74,2±16,6	0,466 (0,651)
<i>PASS ,</i>	27,6±8,1	29,3±4,2	0,542 (0,596)
<i>BBS,</i>	38,0±18,7	41,6±10,9	0,473 (0,644)
<i>FAC,</i>	3±1,51	2,88±1,35	-0,174 (0,864)
<i>FACH,</i>	2,75±1,28	2,63±1,06	-0,213 (0,835)

DE (desviación estándar), PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (postural assessment scale for stroke patients), TCT (test de control de tronco), FAC (functional ambulatory category), FACHS (Functional ambulation classification hospital de Sagunto).

7.4. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES PRE-INTERVENCIÓN.

7.4.1. Resultados del análisis de la relación entre las variables de función pulmonar, las características sociodemográficas, antropométricas, las características clínicas del ictus y las variables musculoesqueléticas pre-intervención.

Los resultados del análisis de correlación entre la función pulmonar y las características sociodemográficas, antropométricas y clínicas del ictus mostraron una correlación inversa significativa entre la edad y el FVC, FEV₁, y el VVM ($p < 0.05$).

La función pulmonar no mostró diferencias significativas con el tiempo desde el ictus y el IMC ($p > 0.05$).

Los resultados se exponen en la Tabla N.15.

Tabla N.15. Resultados de la relación entre la función pulmonar y las características sociodemográficas, antropométricas y tiempo desde el ictus.

<i>Total de la muestra (n=16)</i>				
<i>Variable</i>	<i>FVC(l) (r)</i>	<i>FEV₁(l) (r)</i>	<i>PEF(l/s) (r)</i>	<i>VVM(l/m) (r)</i>
<i>Edad (años)</i>	-0,712 (p=0,002)**	-0,762 (p=0,001)***	-0,496 (p=0,051)	-0,684 (p=0,003)**
<i>IMC(kg/m²)</i>	-0,114 (p=0,673)	-0,094 (p=0,729)	-0,144 (p=0,595)	-0,274 (p=0,304)
<i>Tiempo desde ictus(días)</i>	0,06 (p=0,983)	-0,050 (p=0,853)	-0,248 (p=0,354)	0,234 (p=0,384)

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen espirado en el primer segundo), PEF (Flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria), *(p<0,05), **(p<0,01), ***(p≤0,001).

La comparación de medias entre la función pulmonar en la hemiplejía y en la hemiparesia no mostró diferencia significativa. Tampoco hubo diferencia significativa entre la función pulmonar y los ictus isquémicos y hemorrágicos, ni entre función pulmonar y el lado derecho o izquierdo más afecto ($p>0,05$).

La Tabla N.16. muestra la comparación entre la función pulmonar y el déficit motor, la Tabla N.17 entre la función pulmonar y el tipo de ictus, y la Tabla N.18 entre la función pulmonar y el lado más afecto.

Tabla N.16. Resultados de la comparación entre la función pulmonar y el déficit motor pre-intervención.

Variable	Total, de la muestra (n=16)		Diferencia t(p)
	Hemiplejia Media ±DE	Hemiparesia Media±DE	
FVC (l)	2,85±0,39	2,76±1,29	0,216(0,833)
FEV ₁ (l)	2,49±0,43	2,31±1,09	0,428(0,675)
PEF (l/s)	4,87±1,35	4,78±2,19	0,092(0,928)
VVM (l/m)	69,9±33,10	73,06±42,64	-0,162(0,874)

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen espirado en el primer segundo), PEF (Flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria).

Tabla N.17. Resultados de la comparación de la función pulmonar y el tipo de ictus pre-intervención.

Variable	Total de la muestra (n=16)		Diferencia t(p)
	Ictus isquémico Media ±DE	Ictus hemorrágico Media ±DE	
FVC (l)	2,68±1,16	3,07±0,16	-1,09(0,298)
FEV ₁ (l)	2,26±0,94	2,68±0,94	-0,954(0,356)
PEF (l/s)	4,76±1,99	4,96±1,56	-0,201(0,844)
VVM (l/m)	69,26±39,30	77,00±37,36	-0,371(0,716)

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen espirado en el primer segundo), PEF (Flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria).

Tabla N.18. Resultados de la comparación de la función pulmonar y el lado más afecto pre-intervención.

Variable	Total de la muestra (n=16)		Diferencia <i>t(p)</i>
	Lado derecho <i>Media±DE</i>	Lado izquierdo <i>Media±DE</i>	
FVC (l)	2,85±1,13	2,73±0,80	0,236(0,817)
FEV ₁ (l)	2,48±0,98	2,27±0,57	0,482(0,637)
PEF (l/s)	4,92±2,33	4,69±0,98	0,246(0,810)
VVM (l/m)	82,72±39,87	57,48±31,44	1,372(0,192)

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen espirado en el primer segundo), PEF (Flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria).

Los resultados del análisis de correlación entre la función pulmonar y las variables musculoesqueléticas mostraron correlaciones significativas positivas entre la VVM predictiva y el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha medida con la FAC ($p < 0,05$).

El análisis de correlación entre las variables musculoesqueléticas y el resto de variables de función pulmonar no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$). Los resultados se exponen en la Tabla N.19.

Tabla N.19. Resultados de correlación entre la función pulmonar y las variables musculoesqueléticas.

Variable	Total de la muestra (n=16)					
	TCT (r)	PASS-TC (r)	PASS (r)	BBS (r)	FAC (r)	FACHS (r)
FVC (l)	0,267 (p=0,317)	0,085 (p=0,754)	0,152 (p=0,574)	0,135 (p=0,618)	0,351 (p=0,183)	-0,076 (p=0,824)
FEV ₁ (l)	0,244 (p=0,363)	0,159 (p=0,557)	0,240 (p=0,370)	0,189 (p=0,484)	0,363 (p=0,273)	-0,095 (p=0,781)
PEF (l/s)	0,188 (p=0,485)	0,056 (p=0,836)	0,029 (p=0,916)	-0,035 (p=0,897)	0,135 (p=0,691)	0,153 (p=0,653)
VVM (l/m)	0,485 (p=0,057)	0,350 (p=0,183)	0,350 (p=0,183)	0,449 (p=0,081)	0,591 (p=0,055)	0,138 (p=0,687)
VVM P(%)	0,617 (p=0,011)*	0,484 (p=0,057)	0,535 (p=0,033)*	0,535 (p=0,033)*	0,800 (p=0,003)*	0,193 (p=0,571)

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen espirado en el primer segundo), PEF (flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria), P (predictivo), PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), BBS (escala de equilibrio de Berg), TCT (test de control de tronco), FAC (functional ambulation category), FACHS (functional ambulation classification hospital de sagunto), *(p<0,05), **(p<0,01).

7.4.2. Resultado del análisis de la relación entre la P_{Imax} y datos sociodemográficos, antropométricos, las características clínicas del ictus, función pulmonar, control de tronco, control postural, equilibrio y marcha pre-intervención.

En el análisis de correlación entre la P_{Imax} y los datos sociodemográficos y antropométricos (edad e IMC), como entre la P_{Imax} y el tiempo desde el ictus no mostró diferencias significativas ($p>0.05$). Los resultados se exponen en la Tabla N.20.

Tabla N.20. Resultados de correlación entre la PImax y las características sociodemográficas, antropométricas y tiempo desde el ictus pre-intervención.

<i>Variable</i>	<i>Total (n=16)</i>
<i>Variable</i>	<i>PImax (cmH₂O) (r)</i>
<i>Edad (años)</i>	-0,452 (<i>p</i> =0,079)
<i>IMC (kg/m²)</i>	-0,064 (<i>p</i> =0,814)
<i>Tiempo desde el ictus (días)</i>	-0,352 (<i>p</i> =0,181)

PImax (Presión máxima inspiratoria), IMC (Índice de masa corporal).

En la comparación de medias entre la PImax y las características clínicas del ictus, la PImax mostró valores medios de mayores en los pacientes con hemiparesia que los pacientes con hemiplejía (57,33±26,71 (cmH₂O) vs 54,71±23,98 (cmH₂O)), pero estas diferencias no fueron significativas (*t*=0,203, *p*=0,482).

Los pacientes que habían sufrido un ictus isquémico obtuvieron valores medios de PImax de 57,82±24,90 (cmH₂O), y los pacientes que habían sufrido un ictus hemorrágico de 54,80±27,25 (cmH₂O), sin diferencias significativas entre ellos (*t*=0,146, *p*=0,886).

Los pacientes más afectados del lado derecho mostraron valores de PImax mayores que los pacientes afectados de lado izquierdo (59,56±30,88 (cmH₂O) vs 51,86±14,86 (cmH₂O)), sin diferencias significativas entre ellos (*t*=0,604, *p*=0,556).

El análisis de correlación de la PImax y la función pulmonar mostró diferencias significativas para la FVC, FEV₁, PEF y VVM, siendo esta correlación positiva y fuerte entre la PImax y la PEF. Los resultados se muestran en la Tabla N.21.

Tabla N.21. Resultados de correlación entre la P_Imax y la función pulmonar pre-intervención.

<i>Variable</i>	<i>Total (n=16) (r)</i>
<i>P_Imax (-cmH₂O) + FVC (l)</i>	0,552 (p=0,026)*
<i>P_Imax (-cmH₂O) + FEV₁ (l)</i>	0,632 (p=0,009)**
<i>P_Imax (-cmH₂O) + PEF (l/s)</i>	0,830 (p=0,000)***
<i>P_Imax (-cmH₂O) + VVM (l/m)</i>	0,600 (P=0,014)*

P_Imax (presión máxima inspiratoria), FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen espirado en el primer segundo), PEF (Flujo espiratorio máximo), VVM (ventilación máxima voluntaria), *(p<0,05), **(p<0,01), ***(p≤0,001).

El análisis de la correlación entre la P_Imax y las variables musculoesqueléticas de control de tronco, equilibrio y control postural (PASS, PASS-TC, TCT) no mostró diferencias significativas para ninguna de ellas ($p>0,05$).

La correlación entre la P_Imax y la marcha (FAC y FACHS) tampoco mostró diferencias significativas ($p>0,05$). Los resultados se exponen en la Tabla N.22.

Tabla N.22. Resultados de correlación entre la PImax y el control de tronco, control postural, equilibrio y marcha pre-intervención.

<i>Variable</i>	<i>Total (n=16) (r)</i>
<i>PImax (-cmH₂O) + TCT</i>	<i>0,195 (p=0,469)</i>
<i>PImax (-cmH₂O) + PASS-TC</i>	<i>0,260 (p=0,332)</i>
<i>PImax (-cmH₂O) + PASS</i>	<i>0,232 (p=0,388)</i>
<i>PImax (-cmH₂O) + BBS</i>	<i>0,148 (p=0,584)</i>
<i>PImax (-cmH₂O) + FAC</i>	<i>0,172 (p=0,525)</i>
<i>PImax (-cmH₂O) + FACHS</i>	<i>0,044 (p=0,870)</i>

PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), TCT (test de control de tronco), BBS (Escala de equilibrio de Berg), FAC (functional ambulation category), FACHS (functional ambulation classification hospital de Sagunto).

7.4.3. Resultados de correlación entre las variables musculoesqueléticas, datos antropométricos, sociodemográficos y las características clínicas del ictus pre-intervención.

El análisis de correlación entre la edad, el IMC y el tiempo desde el ictus, y las variables musculoesqueléticas, mostró que el PASS tenía una tendencia a la significación, pero sin ser significativa. El resto de correlaciones entre variables no fue significativa ($p > 0,05$).

El análisis de correlación entre los datos musculoesqueléticos y las características clínicas del ictus, edad e IMC se muestran en la Tabla N.23.

Tabla N.23. Resultados de la correlación entre los datos sociodemográficos, musculoesqueléticos y las características clínicas del ictus.

Variable	Total de la muestra (n=16)					
	TCT (r)	PASS-TC (r)	PASS (r)	BBS (r)	FAC (r)	FACHS (r)
Edad (años)	-0,362 (p=0,168)	-0,162 (p=0,548)	-0,295 (p=0,267)	-0,265 (p=0,322)	-0,312 (p=0,240)	0,122 (p=0,654)
IMC (kg/m ²)	0,198 (p=0,461)	0,249 (p=0,352)	0,506 (p=0,179)	0,072 (p=0,791)	0,198 (p=0,461)	-0,037 (p=0,893)
Tiempo desde el ictus (días)	-0,422 (p=0,104)	-0,284 (p=0,286)	-0,495 (p=0,051)	-0,308 (p=0,246)	-0,043 (p=0,873)	0,176 (p=0,515)

PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), TCT (test de control de tronco), BBS (Escala de equilibrio de Berg), FAC (functional ambulation category), FACHS (functional ambulation classification hospital de sagunto).

La comparación de medias mostró una diferencia significativa en los valores del PASS, el BBS y el FAC entre los pacientes con hemiplejía y hemiparesia ($p < 0,05$), siendo mayores en estos últimos.

Los resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el déficit motor se exponen en la Tabla N.24.

Tabla N.24. Resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el déficit motor pre-intervención.

Variable	Total de la muestra (n=16)		Diferencia <i>t(p)</i>
	Hemiplejia <i>Media ±DE</i>	Hemiparesia <i>Media ±DE</i>	
TCT	58,14±19,88	81,56±23,77	-2,09(0,055)
PASS-TC	12,29±3,49	14,33±1,32	-1,62(0,126)
PASS	24,29±7,36	31,78±2,48	-2,57(0,036)*
BBS	28,86±15,48	48,33±7,15	3,36(0,005)**
FAC	1,81±1,21	3,78±0,83	-3,75(0,002)**
FACHS	2,14±1,06	3,11±1,05	-1,81(0,092)

PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), TCT (test de control de tronco), BBS (Escala de equilibrio de Berg), FAC (functional ambulation category), FACHS (functional ambulation classification hospital de sagunto), * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

Hubo una diferencia significativa en la marcha valorada con la FAC y con la FACHS entre pacientes con ictus isquémicos e ictus hemorrágico ($p < 0,05$), siendo menor los valores de ambas en este último.

El TCT, PASS, PASS-TC y BBS no mostró diferencias significativas entre los ictus isquémicos y hemorrágicos. Los resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el tipo de ictus se muestran en la Tabla N.25.

Tabla N.25. Resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el tipo de ictus pre-intervención.

Variable	Total de la muestra (n=16)		Diferencia t(p)
	Ictus isquémico Media ±DE	Ictus hemorrágico Media ±DE	
TCT	73,45±28,38	66,60±14,43	0,639 (0,533)
PASS-TC	13,36±3,04	13,60±1,67	-0,161(0,874)
PASS	29,73±6,34	25,80±5,93	1,169(0,262)
BBS	44,36±11,87	29,80±17,34	1,976(0,068)
FAC	3,45±1,12	1,80±1,30	2,597(0,021)*
FACHS	3,18±0,98	1,60±0,54	-3,333(0,005)**

PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), TCT (test de control de tronco), BBS (Escala de equilibrio de Berg), FAC (functional ambulation category), FACHS (functional ambulation classification hospital de sagunto),*(p<0,05), **(p<0,01).

Hubo diferencia significativa en los valores del FACHS entre los pacientes con el lado derecho más afecto y los del lado izquierdo ($p<0,05$), siendo mayores en estos últimos.

Los resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el lado más afecto se muestran en la Tabla N.26.

Tabla N.26. Resultados de la comparación entre las variables musculoesqueléticas y el lado más afecto pre-intervención.

Variable	Total de la muestra (n=16)		Diferencia <i>t(p)</i>
	Lado derecho <i>Media ±DE</i>	Lado izquierdo <i>Media ±DE</i>	
TCT	66,45±23,45	78,14±26,04	-0,979(0,344)
PASS-TC	13,11±3,29	13,86±1,57	-0,549(0,592)
PASS	27,22±7,67	30,14±3,89	-0,914(0,376)
BBS	37,11±17,98	43,29±10,02	-0,811(0,431)
FAC	2,56±1,42	3,43±1,27	-1,273(0,224)
FACHS	2,11±0,78	3,43±1,13	-2,755(0,015)*

DE (desviación estándar), PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), TCT (test de control de tronco), BBS (Escala de equilibrio de Berg), FAC (functional ambulation category), FACHS (functional ambulation classification hospital de sagunto),*(p<0,05),**(p<0,01).

7.4.4. Resultados de la comparación entre los datos sociodemográficos, antropométricos y las características clínicas del ictus.

No hubo diferencias significativas en la edad entre los pacientes con hemiparesia y hemiplejía, ni entre ésta y el lado más afecto (derecho e izquierdo) o el tipo de ictus (isquémico o hemorrágico) ($p>0,05$).

El IMC no mostró diferencias significativas entre los pacientes con hemiparesia ni hemiplejía, ni entre éste y el tipo de ictus o lado más afecto.

Los resultados se muestran en las Tabla N.27, Tabla N.28 y Tabla N.29.

Tabla N.27. Resultados de la comparación entre el déficit motor, los datos sociodemográficos y los datos antropométricos.

<i>Total de la muestra (n=16)</i>			
<i>Variable</i>	<i>Hemiplejia</i>	<i>Hemiparesia</i>	<i>Diferencia</i>
	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>t(p)</i>
<i>Edad (años)</i>	56,5745±23,45	57,33±12,58	-0,134(0,895)
<i>IMC (kg/m²)</i>	28,07±3,53	29,97±4,18	-0,964(0,351)

DE (desviación estándar), IMC (índice de masa corporal).

Tabla N.28. Resultados de la comparación entre el tipo de ictus, los datos sociodemográficos y los datos antropométricos.

<i>Total de la muestra (n=16)</i>			
<i>Variable</i>	<i>Isquémico</i>	<i>Hemorragico</i>	<i>Diferencia</i>
	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>t(p)</i>
<i>Edad (años)</i>	58,55±11,57	53,60±9,55	0,831(0,420)
<i>IMC (kg/m²)</i>	28,84±4,52	29,81±2,28	-0,450(0,660)

DE (desviación estándar), IMC (índice de masa corporal).

Tabla N.29. Resultados de la comparación entre el lado más afecto, datos sociodemográficos y datos antropométricos.

Variable	Total de la muestra (n=16)		Diferencia t(p)
	Derecho Media ±DE	Izquierdo Media ±DE	
Edad (años)	55,22±12,82	59,29±8,24	-0,727(0,479)
IMC (kg/m ²)	28,37±3,94	30,14±3,91	-0,893(0,387)

DE (desviación estándar), IMC (índice de masa corporal)

7.5. RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN CLÍNICA. ANÁLISIS DE LA FUNCIÓN RESPIRATORIA, LA FUERZA MUSCULAR INSPIRATORIA, EL CONTROL POSTURAL, CONTROL DE TRONCO, EQUILIBRIO Y MARCHA POST-INTERVENCIÓN. ANÁLISIS INTRAGRUPPO E INTERGRUPPO.

7.5.1. Resultados de la función pulmonar post-intervención.

En el grupo experimental, la ventilación máxima voluntaria (VVM) mostró un incremento significativo tras la intervención ($p < 0,05$), con un tamaño del efecto medio. El FVC, el FEV₁ y el PEF mostraron un ligero descenso post-intervención, pero estas diferencias no fueron significativas.

En la Tabla N.30 se exponen los resultados de la función pulmonar post-intervención para el grupo experimental (GE). Se muestran las diferencias intragrupo pre y post-intervención, y el tamaño del efecto.

Tabla N.30. Resultados post-intervención en la función pulmonar en el grupo experimental (GE).

Grupo experimental (n=8)				
	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia intragrupo	Tamaño del efecto
<i>Variable</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>p</i>	<i>η</i>
FVC (l)	2,8±1,2	2,6±1,0	0,436	0,089
FVC (%P)	67,7±22,6	65,3±17,6	0,445	0,086
FEV ₁ (l)	2,3±1,0	2,1±0,8	0,389	0,108
FEV ₁ (%P)	73,3±21,9	67,8±17,1	0,362	0,120
PEF (l/s)	5,2±2,3	4,5±1,8	0,311	0,146
PEF (%P)	65±21,2	57,8±20,0	0,387	0,108
VVM (l/m)	61,6±42,6	76,5±44,7	0,012*	0,617
VVM (%P)	55,09±33,09	63,63±26,64	0,184	0,236

FVC (capacidad vital forzada), FEV₁ (volumen espirado en el primer segundo), PEF (flujo espiratorio máximo), VVM (Ventilación voluntaria máxima), P (predictivo). *(p<0,05)

En el grupo placebo hubo un incremento significativo en el valor predictivo de la ventilación máxima (VVM%), con un tamaño del efecto pequeño. Los valores de FVC, FEV₁ y PEF mostraron un leve incremento medio, pero esta diferencia no fue significativa ($p>0,05$).

En la Tabla N.31 se muestran los resultados de la función pulmonar pre y post-intervención en el grupo placebo, se muestra la diferencia intragrupo y el tamaño del efecto.

Tabla N.31. Resultados post-intervención en la función pulmonar en el grupo placebo (GP).

Grupo placebo (n=8)				
	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia intragrupo	Tamaño del efecto
<i>Variable</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>p</i>	<i>η</i>
FVC (l)	2,8±0,6	3,0±0,7	0,155	0,266
FVC (%P)	68±21,8	72,6±18,0	0,341	0,130
FEV ₁ (l)	2,4±0,5	2,4±0,6	0,860	0,005
FEV ₁ (%P)	75,5±18,3	75,1±15,1	0,946	0,001
PEF (l/s)	4,4±1,1	4,5±1,7	0,826	0,007
PEF (%P)	54±10,8	53,3±13,1	0,927	0,001
VVM (l/m)	81,7±31,1	94,5±30,	0,061	0,415
VVM (%P)	66,88±23,36	77,38±24,36	0,046*	0,457

FVC (capacidad vital forzada), P (predictivo), FEV₁(volumen espirado en el primer segundo), PEF (flujo espiratorio máximo), VVM (Ventilación voluntaria máxima), *(p<0,05).

La diferencia intergrupo no fue significativa para ninguna de las variables de la función pulmonar: FVC ($p=0,100$), FCV predictivo ($p=0,215$), FEV₁ ($p=0,428$), FEV₁ predictivo ($p=0,521$), PEF ($p=0,335$), PEF predictivo ($p=0,533$), VVM ($p=0,774$), VVM predictivo ($p=0,790$).

7.5.2. Resultados de la fuerza muscular inspiratoria post-intervención.

En el grupo experimental la fuerza muscular inspiratoria tuvo un incremento significativo tras la intervención, tanto en valores absolutos como predictivos, con un tamaño del efecto grande.

En la Tabla N.32 se exponen los resultados de la fuerza muscular inspiratoria post-intervención en el grupo experimental (GE). Se muestran la diferencia intragrupo y el tamaño del efecto.

Tabla N.32. Resultados post-intervención de la fuerza muscular inspiratoria en el grupo experimental (GE).

Grupo Experimental (n=8)				
	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia intragrupo	Tamaño del efecto
<i>Variable</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>p</i>	<i>η</i>
<i>PI_{max} (-cmH₂O)</i>	61,5±31,5	80,5±35,1	0,001***	0,804
<i>PI_{max} (%P)</i>	53,8±21,3	70±21,1	0,001***	0,827

PI_{max} (presión inspiratoria máxima), cmH₂O (centímetros de agua), P (predictivo), DE (desviación estándar), *** (p≤0,001).

En el grupo placebo hubo un incremento significativo en la fuerza muscular inspiratoria, tanto en valores absolutos, con un tamaño del efecto grande, como en valores predictivos, con un tamaño del efecto medio.

En la Tabla N.33 se muestran los resultados post-intervención de la PI_{max} en el grupo placebo, la diferencia intragrupo, el tamaño del efecto.

Tabla N.33. Resultados post-intervención sobre la fuerza muscular inspiratoria en el grupo placebo (GP) y diferencias intergrupo.

Grupo placebo (n=8)				
	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia intragrupo	Tamaño del efecto
<i>Variable</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>p</i>	<i>η</i>
<i>PI_{max} (cmH₂O)</i>	50,8±15,9	90,3±17,1	0,001***	0,812
<i>PI_{max}(%P)</i>	44,2±11,9	80,7±17,9	0,003**	0,750

PI_{max} (presión inspiratoria máxima), cmH₂O (centímetros de agua), P (predictivo), DE (desviación estándar), * (p<0,05), ** (p<0,01), *** (p≤0,001).

El análisis intergrupo mostró diferencias significativas en la P_Imax ($p=0,023$), y en los valores predictivos de P_Imax ($p=0,030$).

En la figura N.3 se puede observar la evolución en los valores de la P_Imax, incluidos los valores de la medición intermediaria a las 4 semanas, que fue utilizada para reajuste de la carga de entrenamiento. Los cambios significativos ocurrieron entre el inicio y la 4^a semana de entrenamiento, para el grupo placebo (de $50,8 \pm 15,9$ a $72,3 \pm 24,9$ (-cmH₂O) ($p=0,014$)) y entre la 4^a y 8^a semana para el grupo experimental ($69,0 \pm 38,3$ a $80,5 \pm 35,1$ (-cmH₂O) ($p=0,026$)).

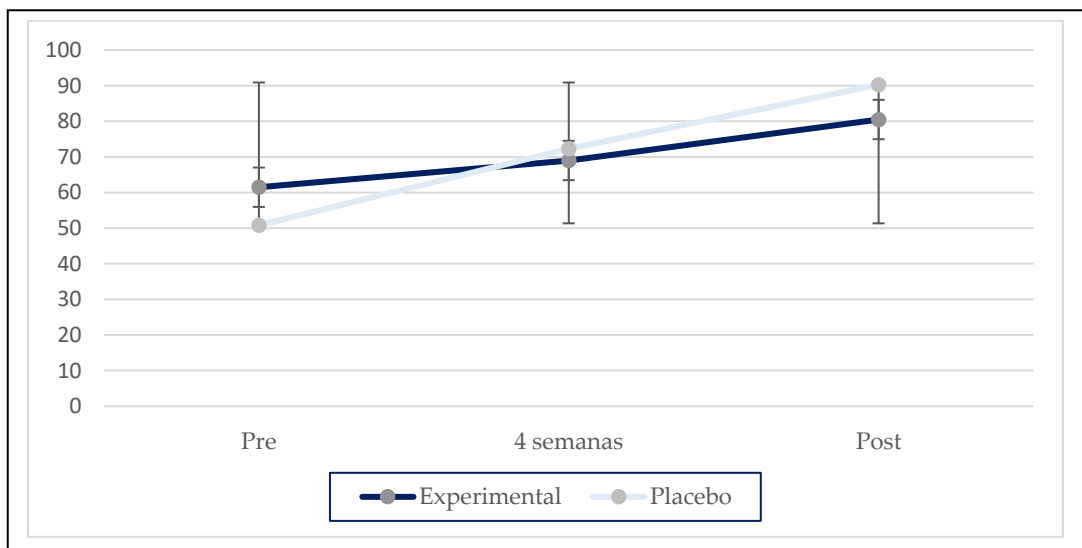


Figura N.3. Media \pm DE de P_Imax (cmH₂O) para grupo experimental y placebo en pre-intervención, a las 4 semanas y post-intervención.

Los resultados del análisis de todos los pacientes ($n=16$) sobre la relación entre el valor inicial de la P_Imax y los cambios post-tratamiento demostró moderada correlación entre el valor inicial de P_Imax (pre-intervención) y el porcentaje de cambio tras finalizar el entrenamiento (Δ P_Imax) ($r=-0,572$; $p=0,021$), indicando que los pacientes que iniciaron el EMI con valores más bajos de P_Imax obtuvieron mayores incrementos que aquellos que iniciaron con valores más altos (Figura N.4).

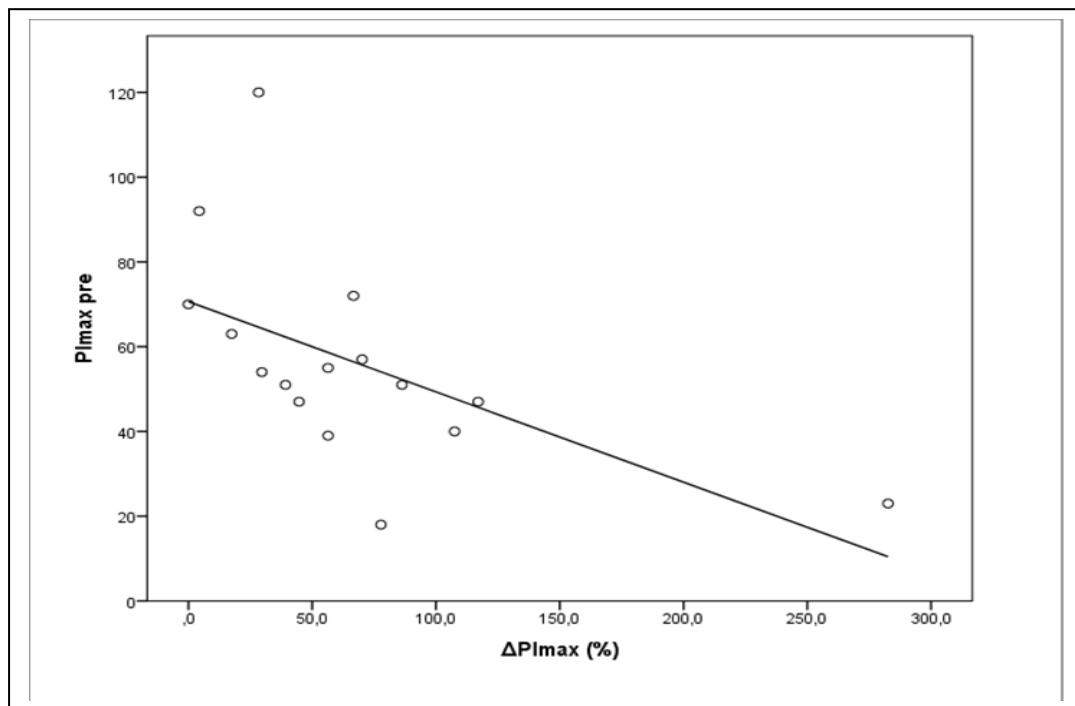


Figura N.4. Correlación de Pearson entre el valor de PImax (cmH₂O) pre-intervención y el porcentaje de cambio tras finalizar el entrenamiento (Δ PImax).

7.5.3. Resultados del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha post-intervención.

En el grupo experimental, se incrementaron todos los valores medios (PASS-TC, TCT, BBS, FAC y FACHS) tras la intervención, pero solo el PASS mostró diferencias significativas ($p < 0,05$), con un tamaño del efecto medio.

La Tabla N.34 muestra los resultados post-intervención del control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha en el grupo experimental, así como el tamaño del efecto.

Tabla N.34. Resultados post-intervención en el control de tronco, control postural, equilibrio y marcha en el grupo experimental (GE).

Grupo experimental (n=8)				
	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia intragrupo	Tamaño del efecto
<i>Variable</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>p</i>	<i>η</i>
PASS CT	13,00±3,50	13,88±2,23	0,111	0,322
TCT	68,3±31,5	77,5±32,7	0,252	0,182
PASS	27,6±8,1	31,8±4,5	0,048*	0,449
BBS	38,0±18,7	47,8±9,0	0,113	0,319
FAC	3,00±1,12	3,50±1,41	0,170	0,250
FACHS	2,75±1,28	3,63±1,18	0,087	0,360

PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), TCT (test de control de tronco), BBS (Escala de equilibrio de Berg), FAC (functional ambulation category), FACHS (functional ambulation classification hospital de sagunto), *($p < 0,05$)

El grupo placebo experimentó un incremento los valores de todas las variables, pero solo fueron éstas diferencias significativas en el PASS ($p < 0,01$) y en el FAC ($p < 0,05$), ambos con un tamaño del efecto medio.

En la Tabla N.35 se muestran los resultados post-intervención del control de tronco, control postural, equilibrio y marcha en el grupo placebo y el tamaño del efecto.

Tabla N.35. Resultados post-intervención en el control de tronco, control postural, equilibrio y marcha en el grupo placebo (GP).

Grupo placebo (n=8)				
	Pre-intervención	Post-intervención	Diferencia intragrupo	Tamaño del efecto
<i>Variable</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>Media ±DE</i>	<i>p</i>	<i>η</i>

PASS TC	13,88±1,45	14,63±0,74	0,111	0,321
TCT	74,2±16,7	84,2±12,6	0,075	0,386
PASS	29,3±4,2	32,5±2,3	0,009**	0,646
BBS	41,6±10,9	48,2±5,6	0,058	0,423
FAC	2,88±1,35	4,13±1,12	0,028*	0,521
FACHS	2,63±1,06	3,50±0,92	0,064	0,408

PASS (postural assessment scale for stroke patients), PASS-TC (Postural assessment scale for stroke patients-control de tronco), TCT (test de control de tronco), FAC (functional ambulatory category), FACHS (functional ambulation classification hospital de sagunto), *($p<0,05$), **($p<0,01$).

El análisis intergrupo no mostró diferencias significativas para ninguna variable musculoesquelética: PASS-TC ($p=0,846$), TCT ($p=0,384$), PASS ($p=0,580$), BBS ($p=0,608$), FAC ($p=0,201$), FACHS ($p=1,000$).

Finalmente, el análisis para averiguar la relación entre el porcentaje de cambio producido en la PASS (Δ PASS) y los cambios en la Pimax (Δ PImax) revelaron que no hubo asociación entre ellos ($r=-.046$; $p=0,865$).

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

El principal objetivo de este estudio fue, además de valorar los efectos de un programa de entrenamiento muscular inspiratorio sobre la función pulmonar y la fuerza muscular inspiratoria, valorar sus efectos sobre el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha tras un ictus en la fase aguda y subaguda.

Hemos observado, tras ocho semanas de entrenamiento, mejorías en la fuerza muscular inspiratoria, en la ventilación máxima voluntaria y en el control de tronco medido con el PASS, pero solo hemos encontrado diferencias significativas intergrupo en la fuerza muscular inspiratoria.

La fuerza muscular inspiratoria mostró asociaciones positivas con la función pulmonar, y el valor predictivo de la ventilación máxima voluntaria con las variables musculoesqueléticas. La edad estuvo asociada inversamente con la función pulmonar.

El déficit motor guardaba relación con el control postural, el equilibrio y la marcha. Ésta además estuvo relacionada con el tipo de ictus y el lado más afecto.

8.1. DISCUSIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA PRE-INTERVENCIÓN.

Del total de pacientes con ictus que iniciaron tratamiento durante los 18 meses, 20 fueron elegibles. El inicio de nuevos pacientes con afectación motora, e indicación de tratamiento, fue menor si lo comparamos con otras patologías del aparato locomotor. Estudios de similares características, llevados a cabo de igual modo en fase subaguda, cuentan con muestras de tamaño similar (21 sujetos Chen *et al*, (2016), 21 en el ensayo de Liaw *et al*, (2020) y 12 participantes en el de Jung *et al*, (2017)). El número bajo de nuevos pacientes puede tener su explicación en el número de sesiones necesarias, que se extienden durante varios meses, y ofrece pocas posibilidades de rotación.

Este estudio contó con una elegibilidad del 46,51%, y una participación del 100%. Dicha participación es alta comparada con otros estudios en los que cuentan

con mayor número de participantes (Kulnik *et al*, 2014). En ningún momento se observó ningún efecto adverso, y los abandonos que se produjeron durante el ensayo fueron ajenos a la intervención en sí misma.

8.1.1 Discusión de las características antropométricas, sociodemográficas, antecedentes clínicos, estilos de vida y características clínicas pre-intervención.

La muestra de nuestro estudio estuvo compuesta en mayor número por hombres, de forma similar a los estudios de Kulnik *et al*, (2014) y Messaggi-Sartor *et al*, (2015), pero contradice otros estudios que cuentan con mayoría de mujeres (Chen *et al*, 2016; Yoo y Pyun 2018; Kim *et al*, 2015). La prevalencia del ictus en nuestro país es mayor en hombres que en mujeres, y puede ser el motivo de un mayor número de hombres en la muestra. Sin embargo, debido a nuestro pequeño número de participantes, estos datos no son extrapolables a otros estudios.

La edad fue similar a los estudios del mismo campo (Kulnik *et al*, 2014; Messaggi-Sartor *et al*, 2015; Yoo y Pyun, (2014)). Aunque la edad conlleva la posibilidad de coexistir con más factores de riesgo del ictus, no encontramos correlación entre ésta y el tipo de ictus, el déficit motor o el lado más afecto.

El índice de masa corporal mostró valores superiores a los obtenidos en estudios de similares características (Polese *et al*, 2013; Chen *et al*, 2016; Britto *et al*, 2011; Pinheiro *et al*, 2014; Messaggi-Sartor *et al*, 2015; Kim *et al*, 2015). Esta diferencia puede deberse a la mayor incidencia del sobrepeso en la zona sur de nuestro país. No encontramos asociación entre el IMC y el tipo de ictus, el lado afecto o el déficit motor.

El tiempo comprendido desde que sufrieron el ictus, hasta el inicio de la intervención, fue de media inferior a 90 días, al igual que en otros estudios llevados a cabo en fase subaguda (Kulnik *et al*, 2014; Chen *et al*, 2016, Liaw *et al*, 2020; Messaggi-Sartor *et al*, 2015; Jung *et al*, 2017). Este tiempo, en nuestro caso, se debió a criterios organizativos y estructurales, propios de la asistencia sanitaria pública, ajenos a nuestra voluntad. Aunque era coincidente con el resto de estudios, el inicio de la intervención, y en nuestro caso también del tratamiento, consideramos que debería haber sido más temprana.

Los ictus fueron mayoritariamente de naturaleza isquémica, y hubo un mayor número de pacientes con afectación del hemicuerpo derecho. Esto es coincidente con la mayoría de los estudios de similares características, debido a que la prevalencia del ictus isquémico es mucho mayor que el ictus hemorrágico.

8.1.2. Discusión de la función pulmonar y fuerza muscular inspiratoria pre-intervención.

8.1.2.1. Función pulmonar pre-intervención.

La valoración de la función pulmonar mediante espirometría forzada mostró que los valores espirométricos de la FVC, el FEV₁ y PEF previos a la intervención fueron inferiores a los predictivos por edad y sexo. Ambos grupos presentaron valores de FVC, FEV₁, PEF y VVM predictivos bajos (<80% del valor predictivo).

Estos resultados son consistentes con los obtenidos en estudios previos realizados en pacientes post ictus (Sezer *et al*, 2004; Martin-Valero *et al*, 2015; Guillen-Solá *et al*, 2017). La posibilidad de una mala función pulmonar previa al ictus, en parte causada por los factores de riesgo y comorbilidades, junto con el déficit motor secundario al ictus, la debilidad muscular y la asimetría del tono que determinan una menor actividad secundaria, podrían estar entre los causantes de esta función pulmonar alterada.

Esta limitación de la función pulmonar es relevante desde el punto de vista clínico, tanto por la implicación respiratoria, como por la asociación de la reducción de los valores de FVC, FEV₁ o PEF, con un aumento de la morbilidad y mortalidad cardiovascular (Van der Palen *et al*, 2004). En los pacientes con ictus se ha observado una alta prevalencia de patologías cardíacas, de hecho, en nuestra muestra observamos patologías cardiovasculares asociadas, como la fibrilación auricular o antecedentes de infarto agudo de miocardio (de más de seis meses).

Los valores que obtuvimos son consistentes con los obtenidos en estudios de valoración de la función pulmonar llevados a cabo en etapas tempranas post ictus, como son la etapa aguda y subaguda (Kulnik *et al*, 2014; Chen *et al*, 2016; Liaw *et al*, 2020; Kim *et al*, 2015). En los estudios llevados a cabo en pacientes crónicos, estos

valores absolutos de FVC y FEV₁ tienden a ser mayores (Pinheiro *et al*, 2014) que en la fase subaguda.

Estos datos podrían llevar a pensar que existiera una asociación entre el tiempo desde el ictus y la función pulmonar, sin embargo, no hemos podido demostrar esa asociación entre estas dos variables, por lo que ésta peor función pulmonar en fases más agudas podría estar relacionada con otros factores como la menor movilidad o los efectos que el tiempo de hospitalización ha podido producir en el paciente.

Hemos podido demostrar que existe una asociación inversa fuerte entre la función pulmonar y la edad de los sujetos, que indicaría que cuanto mayores son éstos, peor es su función pulmonar. Estos datos son concordantes con los estudios de Kim (2018) realizados en pacientes crónicos. Los cambios propios del envejecimiento sobre la parrilla costal, columna vertebral y musculatura actuarían igual que sucede en los sujetos sanos, y se sumarían a los secundarios provocados por el ictus, empeorando la función pulmonar.

No hemos obtenido asociación significativa entre la FVC, el FEV₁, el PEF, la VVM y las características clínicas del ictus, no pudiendo afirmar que el déficit motor, el tipo de ictus, el tiempo desde el ictus o el lado más afecto se asocie con la función pulmonar. En los estudios de Fugl-Meyer *et al*, (1983) sí observaron que la capacidad inspiratoria disminuye con el tiempo en hemipléjicos, pero no en hemiparéticos. La introducción del tratamiento trombolítico existente hoy en día en las unidades de ictus, y su rapidez, puede influir en que las secuelas motoras a día de hoy sean menores, y no sea tan diferente la función pulmonar entre ambos déficits motores.

No hemos obtenido correlación significativa entre la FVC, el FEV₁, el PEF y el control postural, el control de tronco o el equilibrio. Estos resultados son consistentes en el equilibrio con los hallados por Jeong *et al*, (2020). Para estos autores, sí estaría correlacionado el equilibrio con el pico de flujo de tos, pero no la FVC y el FEV₁. Sin embargo, sí encontraron correlación significativa en 52 pacientes entre la FVC y el FEV₁ y el control de tronco medido con el trunk impairment scale.

En el presente estudio se encontró correlación con tendencia positiva entre el control de tronco medido con el TCT y el FVC y FEV₁, pero ésta no fue significativa.

De igual manera, la VVM mostró valores predictivos bajos. Estos valores bajos coinciden con los hallados en los estudios de Sutbeyaz *et al*, (2010) en pacientes crónicos, aunque con valores menores. Los valores absolutos se desvían mucho de los obtenidos en sujetos sanos, mostrando valores similares a los pacientes con patologías respiratorias, como el caso del EPOC grado I de Gold (Otto Yañez *et al*, 2020), la fibrosis quística (Stein *et al*, 2003), o en situaciones de limitación temporal como ocurre en los últimos meses en mujeres embarazadas (Tell *et al*, 2014).

El presente estudio ha mostrado correlaciones positivas entre la VVM predictiva y las variables musculoesqueléticas (PASS, TCT, BBS, FAC y FACHS), lo que sugiere que cambios en la resistencia muscular respiratoria podrían afectar a la musculatura del tronco, al control postural, el equilibrio y marcha, y viceversa. La musculatura respiratoria incluye a la musculatura diafragmática y abdominal, que explicaría que la mejoría en la fuerza de la musculatura respiratoria esté relacionada con el control de tronco. Con un mejor control de tronco se puede favorecer la realización de la prueba espirométrica para medir la VVM, y consecuentemente obtener valores más altos en ambos.

Aunque la medición de la VVM es útil para evaluar la capacidad de trabajo de los músculos respiratorios (Milic-Emili y Orzalesi, 1998), algunos autores indican que ésta puede no ser un indicador sensible de la fuerza muscular respiratoria (Lavietes *et al*, 1979). Sin embargo, sí objetivamos una correlación entre los valores de la P_{Imax} y la VVM, que indicarían una asociación entre ambas variables.

La VVM mostró una correlación inversa con la edad, pero no se obtuvieron diferencias significativas con el déficit motor, el tiempo desde el ictus, el lado afecto o el tipo de ictus que sufrió el paciente, por lo que no podemos afirmar que sea diferente en hemipléjicos y hemiparésicos, en ictus isquémicos y hemorrágicos.

8.1.2.2. Fuerza muscular inspiratoria pre-intervención.

La evaluación de la P_Imax mostró valores menores que los niveles predictivos por edad y sexo, siendo los del grupo placebo llamativamente bajos (44,2%). Valores de la P_Imax por debajo del 60% deben ser considerados patológicos (Hautmann *et al*, 2000). Los niveles bajos de P_Imax indican poca fuerza inspiratoria, es un factor de riesgo independiente para la mortalidad cardiovascular, y es un indicador de un mayor riesgo de ictus (Van der Palen *et al*, 2004). Nuestros resultados confirman que los pacientes exhiben debilidad muscular inspiratoria de forma temprana, y que la medición de la fuerza muscular respiratoria debería ser realizada de forma sistemática.

Estos valores de P_Imax coinciden con los resultados obtenidos en los estudios realizados en fase subaguda (Chen *et al*, 2006), y son mayores que los observados en estudios realizados en fase más aguda de la enfermedad, como los llevados a cabo a las dos semanas desde el ictus (Kulnik *et al*, 2014; Messaggi-Sartor *et al*, 2015). La correlación entre la P_Imax y el tiempo desde el ictus mostraba una tendencia inversa, pero no significativa. En la fase aguda, esta menor fuerza podría deberse a la reducción de la actividad cortical, que contribuiría a la reducción del control motor y la debilidad muscular (Luvizutto *et al*, 2017).

Aunque estudios en fase crónica (>6 meses) muestran valores predictivos mayores que en la fase aguda (Pinheiro *et al*, 2014), estos siguen siendo valores inferiores a lo esperado por edad y sexo en la P_Imax. Los estudios parecen indicar que, aunque dicha debilidad de la musculatura inspiratoria parece mejorar con el tiempo, tiende a mantenerse estable en ausencia de tratamiento específico (Pinheiro *et al*, 2014).

La asociación entre la edad de los sujetos y la P_Imax, fue inversa y consistente, pero no significativa. Luvizutto *et al*, (2017) observaron de igual manera esta correlación inversa entre ambas variables. Los procesos propios del envejecimiento llevarían a una menor fuerza respiratoria con los años, previo al ictus, incluso en sujetos sanos (Watsford *et al*, 2020).

No se observó ninguna relación significativa entre la P_Imax y las características clínicas del ictus. No hemos obtenido asociación entre la P_Imax y el

lado más afecto, el déficit motor, el tipo de ictus y el IMC. Luvizutto *et al*, (2017) sí obtuvieron una correlación positiva con el IMC, pero su evaluación se limitó exclusivamente a pacientes con ictus isquémicos, y en el presente estudio también se incluyó a los ictus hemorrágicos, lo que ha podido modificar los valores de PImax.

Hemos observado la correlación positiva de la PImax con la función pulmonar. Esto podría deberse a que la mayor fuerza del diafragma podría mejorar la capacidad del esfuerzo inspiratorio, y obtener un mejor resultado en la espirometría, introduciendo un mayor volumen de aire en la inspiración y un mayor FEV₁ secundario. Esta asociación es especialmente fuerte con el PEF, y podría sugerir que el PEF estaría también relacionado con el esfuerzo y el volumen a espirar por la musculatura espiratoria.

No se objetivó una correlación significativa entre la PImax y ninguna de las variables musculoesqueléticas, por lo que no podemos afirmar que, aunque existen cambios en el tono y la fuerza de la musculatura del tronco tras el ictus, los cambios en la presión máxima inspiratoria y del diafragma se asocien a éstos. Estos resultados están en sintonía con los estudios de Jandt *et al*, (2010), sin embargo, otros autores sí han observado una correlación entre la PImax y el control de tronco medido con el trunk impairment scale (Santos *et al*, 2019; Lee *et al*, 2018), pero esta correlación no ha sido fuerte. Lee *et al*, (2018) observaron una asociación entre la PImax y el control de tronco medido a través del centro de presiones, pero en este estudio se evaluaron pacientes crónicos, y el uso del centro de presiones puede ser una herramienta más sensible de medición y detectar una correlación tras la fase subaguda.

No se ha hallado correlación significativa entre la fuerza muscular inspiratoria y la capacidad de marcha, al igual que en los estudios de Polese *et al*, (2013). Aunque se podría pensar que a mayor PImax mayor fuerza del diafragma, mayor tolerancia al esfuerzo, y mayor longitud de marcha, otros factores como la asimetría del paso, la dificultad en la transferencia de carga y del centro de gravedad, la necesidad de ayudas auxiliares o las alteraciones visoespaciales

podrían tener más peso en la capacidad de responder a la marcha que la fuerza inspiratoria en sí.

8.1.3. Discusión de las características de control postural, control de tronco, equilibrio y marcha.

8.1.3.1. Control postural pre-intervención.

El control postural medido con la PASS presentaba valores medios en ambos grupos de $28,50 \pm 6,30$. Estos valores confirman que existía al iniciar el estudio una alteración del control postural, ya que en sujetos sanos tienden a rondar el valor de 35.7 de media, con un rango de 32 a 36 (Benaim *et al*, 1999).

Hemos observado que el PASS es diferente entre los pacientes con hemiparesia y con hemiplejia, y este es mayor, como cabría de esperar, en pacientes con hemiparesia, es decir, tienen mejor control postural que los hemipléjicos. La afectación muscular y sensitiva de estos últimos, junto con la presencia de la espasticidad de manera frecuente, justificaría esta mayor dificultad en el control de la postura.

Se observó una asociación con tendencia inversa entre el PASS y el tiempo desde el ictus, que indica que a mayor tiempo desde el ictus peor control postural, pero ésta no fue significativa. En el presente estudio no se obtuvo relación con el lado más afecto, con el tipo de ictus o la edad del paciente, por lo que no podemos afirmar que este control sea diferente entre ictus isquémicos o hemorrágicos, o entre pacientes con el lado derecho más afecto o el izquierdo.

8.1.3.2. Control de tronco pre-intervención.

El PASS-TC, que incluye los ítems de control de tronco del PASS, obtuvo un valor medio de $13,44 \pm 2,63$. Estos valores son mayores que los obtenidos en estudios que han evaluado el ictus en fase más aguda, a los 14 días (Hsieh *et al*, 2002), debido, probablemente, a la mejoría espontánea que sucede durante los meses posteriores al ictus.

En este estudio no hemos obtenido correlación significativa entre el PASS-TC y el tiempo desde el ictus, aunque sí mostraban una tendencia inversa, pero no podemos afirmar que este mejore o empeore con el tiempo, por lo que estos menores valores en fases más agudas podrían responder a la afectación cortical mayor en fase aguda y a la debilidad muscular consecuente. No hubo correlación con la edad. Tampoco obtuvimos diferencias significativas entre el PASS-TC y el déficit motor, el tipo de ictus o el lado más afecto. No podemos afirmar que éste sea diferente en hemipléjicos y hemiparésicos, ictus isquémicos o hemorrágicos o en personas más mayores.

Al igual ocurre con el control de tronco medido con el TCT. Nuestros pacientes presentaron valores de media de $71,31 \pm 24,56$, valor por debajo del esperado en sujetos sanos (100 puntos). Por lo tanto, esto indicaría una alteración del control de tronco en la muestra. Estos valores medios son similares a los recogidos por otros estudios del mismo campo (Duarte *et al*, 2002), y mayores que estudios realizados en fase muy temprana del ictus (Franchignoni *et al*, 1997), al igual que ocurre con el PASS-TC.

Hubo una diferencia con tendencia a la significación en los valores del TCT entre pacientes hemipléjicos y hemiparésicos, pero no fue significativa, que indicaría que hay una tendencia a mejor control de tronco en hemiparésicos que en hemipléjicos, motivado por la menor debilidad motora y afectación sensitiva que tienen estos primeros. No hemos podido demostrar que el control de tronco esté asociado significativamente con el tiempo desde el ictus a la primera evaluación, con el lado más afecto, el tipo de ictus, y la edad.

8.1.3.3. *El equilibrio pre-intervención.*

Los valores de equilibrio obtenidos con la escala BBS, mostraron que existía una disfunción del equilibrio al inicio de la intervención. Se obtuvieron valores de $38,0 \pm 18,7$ y $41,6 \pm 10,9$, en el grupo experimental y placebo, respectivamente. En sujetos sanos se ha obtenido con este test valores de $54,3 \pm 3,2$ de media y desviación estándar (Simpson *et al*, 2011), lo que indicaría una alteración del equilibrio en nuestra muestra. Esta alteración del equilibrio vendría justificada por el

hemisíndrome sensitivo-motor que presentaban los pacientes, que conlleva la debilidad muscular, asimetría del tono y de la carga en miembros inferiores. Los valores en la escala de Berg que muestran una puntuación de 0 a 20 en el test muestran una afectación del equilibrio, puntuaciones de 21 a 40 es un equilibrio aceptable, y un equilibrio bueno de 41 a 56 (Blum y Korner-Bitensky, 2008).

Estos valores más bajos en la escala de equilibrio son similares a los obtenidos en la valoración en ictus crónicos (Oh *et al*, 2016; Simpson *et al*, 2011), y son mayores que los observados en fase muy aguda (Yoo HJ, Pyun SB, 2018). El equilibrio, al igual que el control postural y el control de tronco, mostraría valores más bajos en los primeros días por la afectación cortical.

Hemos obtenido una diferencia significativa en la puntuación de la escala de Berg respecto a el déficit motor del paciente, que indica un mejor equilibrio en hemiparésicos que en hemipléjicos, debido a la menor afectación motora y menor espasticidad de estos primeros.

No hemos obtenido asociación significativa entre el equilibrio y el tipo de ictus o el lado afecto. Laufer *et al*, (2003), tampoco encontraron diferencias en el control del equilibrio entre hemipléjicos derechos e izquierdos al mes post-ictus, aunque sí lo encontraron a los dos meses, con mejor equilibrio en hemipléjicos derechos. El presente estudio incluye también pacientes hemiparésicos, lo que pudiera hacer que estas diferencias del equilibrio sean menores.

8.1.3.4. Marcha pre-intervención.

Nuestros pacientes obtuvieron en la valoración de la capacidad de marcha medida con la escala FAC un valor medio de $2,94 \pm 1,38$. Ningún paciente obtuvo el valor de 0, lo que significa que ninguno tenía marcha nula o necesitaba ayuda física de dos personas. La marcha medida según la FAC se podrá alcanzar en el 100% de los sujetos que puntúan en el nivel 2 a los 45 días, y ésta será independiente a los 90 días. Los que puntúan en el nivel 1 la lograrán a los 120 días (Gatti *et al*, 2015). Un porcentaje importante en nuestra muestra (43,8%) era capaz de andar en terreno llano, pero no en escalera (datos no expuestos). Los valores obtenidos en estudios en una fase más crónica tienden a ser mayores (Sutbeyaz *et al*, 2010), ya que la

recuperación motora sería mayor, aunque en este estudio no hemos obtenido correlación significativa entre la marcha y el tiempo desde el ictus. Se ha obtenido diferencia significativa entre los pacientes hemipléjicos y hemiparésicos, que indica una mayor capacidad de marcha en los pacientes hemiparésicos, lo que es esperable ya que estos tienen menor afectación motora.

Sí hemos observado diferencias significativas entre la FAC y el tipo de ictus, siendo peor las puntuaciones alcanzadas en caso de ictus hemorrágicos. Esto podría tener su explicación en el mayor tiempo de hospitalización que suelen requerir este tipo de ictus, al ser frecuentemente subsidiarios de intervenciones quirúrgicas complejas que requieren de ingresos en unidades de cuidados intensivos, y posteriormente estancia más duradera en planta de hospitalización.

Los valores del FACHS fueron de $2,69 \pm 1,38$. Observamos una relación entre la FACHS y el tipo de ictus y el lado afecto, siendo como en el caso de la FAC menor en los ictus hemorrágicos, y mayor en los pacientes más afectados del lado izquierdo.

No hemos observado correlación significativa entre la FAC, la FACHS, la edad del paciente, ni el tiempo desde el ictus lo que quiere decir que la marcha no estaría asociada a éstas.

8.2. DISCUSIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DEL ESTUDIO.

Para el entrenamiento muscular inspiratorio se escogieron los dispositivos Threshold IMT Respironics® de Phillips y Powerbreathe®. El Threshold® se escogió por dos motivos. Primero, por ser el dispositivo más utilizado en el sector clínico, y segundo, por tener buenas respuestas en estudios de similares características (Chen *et al*, 2016; Sutbeyaz *et al*, 2010; Jung y Bang, 2017; Kulnik *et al*, 2015).

El estudio se diseñó a doble ciego. La ocultación rodeando el dispositivo Threshold IMT® con fieltro opaco, y la protección plástica del Powerbreathe®, fueron eficaces para ocultar el nivel de intensidad al que estaba fijado.

El entrenamiento inspiratorio pudo incorporarse dentro del tratamiento de neurofisioterapia que recibía el paciente.

El llevar a cabo el entrenamiento inspiratorio por parte del fisioterapeuta de manera diaria aseguró el cumplimiento del programa, siendo una ventaja sobre los estudios que cuentan en su diseño con un entrenamiento autoadministrado en domicilio por parte del paciente, el cual es más difícil de controlar su ejecución en tiempo y forma. Sin embargo, cabe resaltar que ha supuesto un esfuerzo por parte del fisioterapeuta que ha requerido tiempo extra para la ejecución del programa.

El protocolo utilizado fue de aumento progresivo de carga, con cargas iniciales muy bajas (15% P_Imax), permitiendo un período de acomodación a aquellos pacientes con mayor debilidad y dificultad para realizar los ejercicios. Este tipo de protocolo ha sido utilizado con éxito en otras poblaciones de pacientes neurológicos, tales como pacientes con Parkinson (Inzelberg *et al*, 2015).

El programa de entrenamiento fue aceptado y tolerado de manera positiva por todos los pacientes, y ninguno presentó efectos adversos, demostrando que es una estrategia terapéutica segura en esta población de pacientes.

8.3. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INTERVENCIÓN CLÍNICA

8.3.1. **Discusión de los resultados de la intervención sobre la función pulmonar y la fuerza muscular inspiratoria.**

8.3.1.1. *Discusión de los resultados de la intervención sobre la función pulmonar.*

Tras la finalización del programa de entrenamiento inspiratorio de ocho semanas, hemos obtenido diferencias significativas en la ventilación máxima voluntaria (VVM) en el grupo experimental, y de la VVM predictiva en el grupo placebo. Estas mejoras en la VVM en el grupo placebo, también han sido

observadas por otros autores, pero con incrementos de menor valor (Sutbeyaz *et al*, 2010).

Dichos incrementos en la VVM en ambos grupos sugieren que ambos programas de entrenamiento de la fuerza muscular inspiratoria, tanto de alta como de baja intensidad, serían susceptibles de mejorar la resistencia muscular respiratoria.

Tras la intervención, se ha determinado que no hay diferencias significativas en relación a las variables de la función pulmonar (FVC, FEV₁ y PEF) en ambos grupos. Esta ausencia de efectos del entrenamiento respiratorio en la función pulmonar es coincidente con estudios llevados a cabo en fase subaguda y subaguda-crónica (Liaw *et al*, 2020; Kulnik *et al*, 2014), pero contradice a las últimas revisiones sistemáticas y meta-análisis que apuntan resultados positivos sobre la FVC y FEV₁ (Parreiras *et al*, 2019; Gomez-Neto *et al*, 2016; Zhang *et al*, 2020). Las mejorías significativas obtenidas en estudios para la FVC y FEV₁ en el grupo de entrenamiento, pueden tener su explicación en la mayor duración del protocolo de entrenamiento que estos estudios manejaron (dos sesiones de 15 minutos, o una de 30 minutos). Este mayor tiempo de entrenamiento puede haber sido suficiente para generar *per se* una respuesta de mejora de las capacidades funcionales pulmonares (Sutbeyaz *et al*, 2010; Jung *et al*, 2017).

Otros autores, con un protocolo de entrenamiento de duración similar al de nuestro estudio (tres repeticiones una vez al día), han obtenido incrementos en los valores predictivos de FVC y FEV₁, pero utilizando para el entrenamiento respiratorio la espirometría incentivada con un espirómetro de flujo, con respiraciones máximas, y apneas inspiratorias de 3-4 segundos (Kim *et al*, 2015), o con el uso de hiperinsuflaciones con ambú® y apneas (air-stacking) (Choi *et al*, 2020). Esta combinación de respiraciones con apneas, y los efectos probados de esta última en el reclutamiento alveolar, puede haber desempeñado un papel crucial en este incremento de la FCV y del FEV₁.

8.3.1.2. *Discusión de los resultados sobre la fuerza muscular inspiratoria.*

Hemos observado que, tras ocho semanas de entrenamiento muscular inspiratorio, se da un incremento significativo en los valores de fuerza muscular

inspiratoria en los pacientes que han sufrido un ictus y se encuentran en fase aguda y subaguda.

Las diferencias fueron significativas intragrupo e intergrupo. Tanto el grupo experimental, que entrenó a alta intensidad, como el grupo placebo, que entrenó a baja intensidad, obtuvieron una mejora significativa en la P_Imax. Estudios previos, donde se ha comparado el EMI con ejercicios diafragmáticos (Sutbeyaz *et al*, 2010), o con grupo control (carga=10cmH₂O) (Messaggi-Sartor *et al*, 2015), y que, a su vez, recibieron un tratamiento de fisioterapia, también encontraron incrementos significativos de la P_Imax en ambos grupos.

Esto pudo deberse a que el entrenamiento muscular inspiratorio tiene efectos sobre la P_Imax incluso a dosis bajas, y que, otros factores, como el tratamiento de neurofisioterapia que recibían, pueda tener efectos sobre la fuerza muscular inspiratoria.

Sin embargo, y de forma inesperada, el grupo placebo alcanzó valores más altos respecto al grupo experimental, un 36,5%, frente a un 16,1%, del valor predictivo, respectivamente. Estos valores resultan sorprendentes, ya que en el grupo experimental se llevó a cabo un entrenamiento de carga progresivamente creciente, y siendo el aumento de la carga una condición *sine qua non* para el aumento de la fuerza muscular (Menezes *et al*, 2016), era de esperar un valor más alto de fuerza muscular inspiratoria tras la intervención para este grupo.

Aunque en otras poblaciones se ha observado que una carga de hasta 15% no produce incrementos significativos en la fuerza muscular inspiratoria (Volianitis *et al*, 2001), hemos podido comprobar que en pacientes con ictus en fase aguda y subaguda sí. De hecho, los principales cambios en el valor de P_Imax del grupo placebo ocurrieron desde el inicio a la 4^a semana, probablemente porque presentaban importante debilidad muscular inspiratoria. Además, el análisis bivariante reveló que aquellos pacientes con mayor debilidad en la línea de base expresaron mejor respuesta al EMI, es decir, experimentaron mayores incrementos en la fuerza muscular inspiratoria. La presencia de patologías respiratorias asociadas en el grupo experimental, y la ausencia de las mismas en el grupo placebo, pudo también haber influido en los mejores resultados de estos últimos.

Por lo tanto, nuestro estudio confirma que aquellos pacientes con ictus agudo-subagudo con marcada debilidad muscular inspiratoria ($<60\text{cmH}_2\text{O}$) responden satisfactoriamente al EMI, incluso con bajas cargas de entrenamiento. Por lo tanto, sería interesante, y es recomendable, que este tipo de intervención fuera implementado en los servicios de rehabilitación junto con el tratamiento de neurofisioterapia.

La existencia de un tercer grupo, que funcionara como control, y que no hubiera recibido entrenamiento muscular inspiratorio alguno, hubiera ayudado a poder analizar mejor el efecto en el grupo experimental, pero, por la debilidad marcada de la musculatura inspiratoria que se registraba en los estudios, no considerábamos ético privarles de esta intervención.

8.3.2. Discusión de los resultados de las variables musculoesqueléticas de control de tronco, control postural, equilibrio y marcha.

Este estudio es, a nuestro parecer, de los primeros junto con los de Yoo y Pyun, (2018) que valoran el efecto del entrenamiento muscular inspiratorio sobre variables musculoesqueléticas como son el control de tronco y el control postural en la fase subaguda.

8.3.2.1. Discusión de los resultados sobre el control postural.

Los valores obtenidos con la escala PASS mejoraron de manera significativa, tanto en grupo experimental como en el grupo placebo, pero sin diferencia significativa entre ellos. El PASS es un instrumento adecuado para la valoración, tanto del control postural, como del equilibrio (Benaim *et al*, 1999; Yu *et al*, 2012). En el análisis bivariado para comparar los cambios producidos en la PImax, con los cambios en la PASS, no mostró correlación significativa, sugiriendo que la mejora en el control de postural no puede ser explicada únicamente por la mejora en la PImax. Estas mejorías en ambos grupos, pueden venir explicados porque recibían

simultáneamente un tratamiento de neurofisioterapia, consistente en actividades dirigidas, entre otros objetivos, al incremento del control postural y del equilibrio.

8.3.2.2. *Discusión de los resultados sobre el control de tronco.*

Un buen control de tronco es requisito indispensable para llevar a cabo la mayoría de las actividades de la vida diaria, así como para el control postural y para la marcha.

El control de tronco medido con el Test de control de tronco (TCT) no obtuvo diferencias significativas tras las ocho semanas de intervención en ninguno de los grupos. Aunque ambos grupos mostraron valores mayores post-intervención, que indicaba mejor control de tronco tras el entrenamiento, éstas diferencias no fueron significativas. Estos cambios estarían justificados por las mejorías provocadas por el tratamiento de neurofisioterapia, y la recuperación espontánea postictus en los primeros meses del paciente.

El PASS-TC, tras ocho semanas de entrenamiento inspiratorio no obtuvo mejorías significativas intragrupo ni intergrupo. Este test, que fue diseñado para poder evaluar de una manera rápida el control de tronco, partía de valores medios elevados en ambos grupos, que no permitía mucho margen de mejoría.

Lee *et al*, (2019) sí encontraron mejorías en la estabilidad de tronco en pacientes crónicos en el grupo de entrenamiento respiratorio respecto al grupo de comparación, pero este estudio difiere en algunos aspectos muy importantes. En primer lugar, el entrenamiento muscular respiratorio es aplicado tanto a la musculatura inspiratoria como espiratoria. Parte de los músculos espiratorios se encuentran en el abdomen y son parte de la musculatura estabilizadora del tronco. Además, realizaban a su vez un entrenamiento de la musculatura abdominal. En segundo lugar, la estabilidad de tronco fue medida con una plataforma de fuerzas que detecta pequeñas variaciones en el centro de presiones (CoP). Estas herramientas son más sensibles a los cambios que los test de campo.

8.3.2.3. *Discusión de los resultados en el equilibrio medido con el BBS.*

En nuestro estudio el equilibrio medido con el BBS no obtuvo diferencias significativas, ni intragrupo, ni intergrupo, tras el entrenamiento inspiratorio.

Estos resultados son coincidentes con otros estudios como los obtenidos por Aydoğan-Arslan *et al*, (2021). Aunque los estudios llevados a cabo en fases más agudas, donde los valores iniciales de BBS son menores (Yoo y Pyun, 2018) sí encontraron diferencias significativas pre y post intervención, estos incrementos en los valores se dieron tanto en el grupo experimental, como en el control (que no recibió tratamiento respiratorio), por lo que no fue atribuible al EMI. Nuestro estudio partía de unos valores de BBS mayores a los de dicho estudio, ya que el tiempo medio desde el ictus hasta la evaluación del equilibrio también fue mucho mayor. La evaluación el equilibrio con el BBS en fases más tempranas puede tener un mayor margen de mejora que la que se obtienen en fase subaguda.

8.3.2.4. *Discusión de los resultados en la marcha medida con la FAC y FACHS.*

La marcha medida con la escala FAC no obtuvo diferencias significativas tras la intervención de ocho semanas ni intragrupo, ni intergrupo. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Sutbeyaz *et al*, (2010), en el que, tras un entrenamiento inspiratorio de similar carga, versus no tratamiento, tampoco encontraron diferencias en la FAC.

Después de ocho semanas ambos grupos puntuaron a partir del nivel 2 (marcha con ligero contacto físico de una persona) lo que indicó una mejoría en la marcha, aunque no fue significativa.

La marcha independiente es uno de los objetivos principales a lograr en la recuperación de los pacientes con ictus. La escala FAC valora la necesidad o no de asistencia durante la marcha.

Ambos grupos mejoraron en esta escala, aunque sin diferencia significativa entre ellas. Choi *et al*, (2020) sí obtuvieron diferencias en la FAC post-intervención, en grupo experimental y en el grupo control, pero no eran atribuibles al EMI. El presente estudio se llevó a cabo en etapas más tardías, con 90 días de media post-

ictus, donde la capacidad de mejora es menor al estar más cerca de la fase de meseta.

La escala FACHS no obtuvo diferencias significativas intergrupo ni intragrupo. Ningún paciente puntuó cero en la escala, que refleja la imposibilidad total para la marcha, al inicio del estudio. Ambos grupos eran capaces de bipedestar y dar pasos con apoyo. Tras las ocho semanas ambos grupos puntuaron con un 2 (marcha en el domicilio o de interior), o más.

Los efectos del entrenamiento inspiratorio sobre la marcha son controvertidos. En el estudio de Jung y Bang, (2017), se han obtenido diferencias significativas en el test de marcha de seis minutos tras un entrenamiento inspiratorio de 30 minutos de duración en pacientes subagudos, pero sin diferencias en la velocidad medida con el test de 10 metros marcha. Por otro lado, el estudio de Kim *et al*, (2014), lleva a cabo un entrenamiento respiratorio (inspiratorio y espiratorio) en pacientes subagudos deambuladores, sin observar diferencias significativas en el test de marcha de seis minutos. Nosotros partíamos de la asunción previa que un aumento de la fuerza muscular inspiratoria puede mejorar la calidad o distancia de marcha, pero no hemos podido constatarlo. Los beneficios en la marcha pudieron deberse al tratamiento de neurofisioterapia recibido. La elección para este estudio fueron las escalas FAC y FACHS, ya que el test de marcha de seis minutos o el de diez metros marcha exigen que el paciente sea inicialmente capaz de deambular, y en la fase aguda y subaguda algunos pacientes aún son incapaces de lograrlo.

Finalmente, nuestro principal objetivo era averiguar si el fortalecimiento de la musculatura inspiratoria tendría algún efecto sobre el control postural, el equilibrio y la marcha, basándonos en la asunción previa de que el diafragma participa en el control postural. Sin embargo, con los resultados logrados y observados en nuestro ensayo clínico, no podemos afirmar que el entrenamiento inspiratorio tenga un beneficio claro sobre estas variables.

A pesar de que algunos estudios han mostrado la relación entre la fuerza muscular inspiratoria y el equilibrio/control postural (Jandt *et al*, 2012; Lee *et al*, 2019), pocos ensayos clínicos han valorado los beneficios del EMI sin el

entrenamiento simultáneo de la fuerza muscular espiratoria sobre estas variables en pacientes supervivientes de ictus (Aydogan Arslan *et al*, 2021). Diversos estudios que sí han valorado estas variables han combinado entrenamiento inspiratorio y espiratorio (Lee *et al*, 2019; Oh *et al*, 2016, Yoo y Pyun, 2028). Con un entrenamiento inspiratorio únicamente no hemos podido demostrar beneficios en el control de tronco, el control postural o el equilibrio.

Aunque existe un interés creciente sobre el papel del EMI en el control postural y el equilibrio, la mayoría de los mecanismos subyacentes que explican esta relación permanecen inciertos. La mejora en la fuerza muscular inspiratoria (PI_{max}) parece no explicar un mejor control postural. El incremento en la PI_{max} puede afectar a otras variables, lo que a su vez puede alterar el control postural.

Por ejemplo, la mejora en la fuerza diafragmática puede afectar a la funcionalidad del *core* en su conjunto (diafragma, abdominales profundos, paraespinales y suelo pélvico), que a su vez mejora la estabilidad del tronco y el equilibrio. Hodges y Gandevia, (2000), afirman que, cuando se requiere estabilidad del tronco, hay cambios funcionales en los músculos respiratorios, especialmente del diafragma y el transverso del abdomen, y se requiere una combinación de actividades tónicas y fásicas de estos músculos, que promueven una respuesta del sistema nervioso central de coordinación entre las vías respiratorias y acción postural. Esta capacidad de armonización probablemente juegue un papel fundamental, y pueda verse afectada en pacientes con ictus, ya que estos pacientes experimentan frecuentemente otros problemas, tales como deficiencias sensoriales, visuoespaciales y cognitivas (Saunders, 2004).

CONSIDERACIONES FINALES

9.1. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

A pesar de haberse seguido una metodología rigurosa para el desarrollo de este estudio, existieron limitaciones que merecen ser mencionadas.

En primer lugar, creemos que el tamaño muestral fue pequeño, debido a la poca rotación de pacientes por las características propias del tratamiento, que requiere de largos periodos de recuperación, y que la ausencia de un grupo control pueden haber afectado los resultados.

Por otra parte, el procedimiento de medición de la fuerza muscular inspiratoria mediante la medición de la presión inspiratoria máxima en boca es un acto dependiente de la posibilidad de esfuerzo voluntario en ese momento del paciente, que puede variar en función de factores de difícil control, como la actividad previa a la prueba, o el estado general previo a la misma.

Finalmente, el uso de dos dispositivos de entrenamiento. Se seleccionó el ThresholdIMT®, por ser el dispositivo más usado en las investigaciones en el mismo campo, pero este dispositivo tiene una intensidad máxima de 41 cmH₂O, lo que obligó en ocasiones a usar otro dispositivo de entrenamiento, en este caso el Powerbreathe®.

9.2. PROPUESTAS PARA FUTUROS ESTUDIOS.

En base a los resultados observados en este estudio, sugerimos para futuras investigaciones los siguientes puntos:

- a) Reclutar una muestra más grande mediante un estudio multicéntrico.
- b) Realizar una valoración del equilibrio, del control de tronco y del control postural mediante el uso de sistemas que gozan de mayor sensibilidad, como son las plataformas de fuerza en sedestación o la posturografía.
- c) Llevar a cabo un seguimiento de los pacientes a los seis meses y al año, para conocer la evolución de los valores de la fuerza muscular inspiratoria.
- d) Incluir técnicas acompañadas de apneas inspiratorias para observar sus efectos en la función pulmonar.
- e) El uso de un único dispositivo con un amplio rango de valores, que sea útil tanto para pacientes con muy baja fuerza muscular inspiratoria como aquellos con valores más altos. Además, sería interesante que el mismo dispositivo permitiera el entrenamiento de la musculatura inspiratoria y espiratoria.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Los pacientes presentaron un ictus mayoritariamente de origen isquémico y mostraron valores de la función pulmonar y de fuerza muscular inspiratoria por debajo del predictivo de normalidad. Además, los pacientes presentaron una alteración en el control de tronco, en el control postural, en el equilibrio y en la marcha. La función pulmonar se correlacionó positivamente con la fuerza muscular inspiratoria e inversamente con la edad (excepto el PEF). La ventilación máxima voluntaria predictiva se correlacionó positivamente con el control de tronco, el control postural, el equilibrio y la marcha. El control postural, el equilibrio y la marcha estuvieron más afectados en los pacientes hemipléjicos, y la marcha estuvo más afectada en los pacientes con ictus hemorrágicos y en los más afectados del lado derecho.
2. Tras el programa de entrenamiento muscular inspiratorio de ocho semanas, tanto el grupo experimental como el grupo placebo experimentaron una mejoría significativa en la fuerza muscular inspiratoria, siendo esta más acentuada en el grupo placebo. Sin embargo, no se han obtenido diferencias en los valores de la función pulmonar (FVC, FEV₁, y PEF), excepto para la ventilación máxima voluntaria, observándose incrementos en los valores absolutos (l/m) en el grupo experimental y en valores predictivos en el grupo placebo.
3. Se demostró una correlación positiva y significativa entre el valor inicial de la fuerza muscular inspiratoria y el porcentaje de cambio tras la finalización del programa de entrenamiento. Por lo tanto, aquellos pacientes que iniciaron el entrenamiento muscular inspiratorio con valores más bajos de fuerza muscular inspiratoria presentaron mayores cambios tras el entrenamiento.

4. Para ambos grupos, experimental y placebo, se observaron incrementos en el control postural tras el programa de entrenamiento muscular inspiratorio, pero sin diferencias entre ellos. Además, el grupo placebo demostró una mejoría en la marcha, aunque sin diferencia significativa respecto al grupo experimental. No se observaron cambios significativos en las demás variables musculoesqueléticas.

5. No se encontraron correlaciones significativas entre el porcentaje de cambio observado en el control postural y los cambios producidos en la fuerza muscular inspiratoria. Por lo tanto, no podemos atribuir la mejoría en el control postural exclusivamente al programa de entrenamiento muscular inspiratorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abbasian S, Rastegar Mm M. Is the Intensity or Duration of Treadmill Training Important for Stroke Patients? A Meta-Analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2018 Jan;27(1):32-43. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.09.061.

Aboderin I, Venables G. Stroke management in Europe. Pan European Consensus Meeting on Stroke Management. *J Intern Med.* 1996;240(4):173-180. doi:10.1046/j.1365-2796.1996.39861000.x

Adamovich SV, Fluet GG, Tunik E, Merians AS. Sensorimotor training in virtual reality: a review. *NeuroRehabilitation.* 2009;25(1):29-44. doi: 10.3233/NRE-2009-0497.

Adams HP, Bendixen BH, Kappelle LJ, Biller J, Love BB, Gordon DL et al. Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke.* 1993 Jan;24(1):35-41. doi: 10.1161/01.str.24.1.35.

Adams HP Jr. The importance of the Helsingborg declaration on stroke management in Europe. *J Intern Med.* 1996 Oct;240(4):169-71. doi: 10.1046/j.1365-2796.1996.38858000.x..

Ad Oc Committee. A classification and outline of cerebrovascular diseases. II. (1975). *Stroke.* 1975;6(5):564–616. doi: 10.1161/01.str.6.5.564

Aho K, Harmsen P, Hatano S, Marquardsen J, Smirnov VE, Strasser T. Cerebrovascular disease in the community: results of a WHO collaborative study. *Bull World Health Organ.* 1980;58(1):113-30.

Aidar FJ, de Oliveira RJ, de Matos DG, Mazini Filho ML, Moreira OC, de Oliveira CE, et al. A Randomized Trial Investigating the Influence of Strength Training on Quality of Life in Ischemic Stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2016 Apr;23(2):84-9. doi: 10.1080/10749357.2015.1110307.

Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, Sarkar B. Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke. *BMC Neurol*. 2018 Sep 13;18(1):141. doi: 10.1186/s12883-018-1146-9.

Allison R, Dennett R. Pilot randomized controlled trial to assess the impact of additional supported standing practice on functional ability post stroke. *Clin Rehabil*. 2007 Jul;21(7):614-9. doi: 10.1177/0269215507077364.

Álvarez Sabín J, Alonso de Leciñana M, Gállego J, Gil Peralta A, Casado I, Castillo J et al. *Grupo de Estudio de las Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología*. Plan de atención sanitaria al ictus. *Neurología*. 2006:717-726.

Amarenco P, Bogousslavsky J, Caplan LR, Donnan GA, Hennerici MG. New approach to stroke subtyping: the A-S-C-O (phenotypic) classification of stroke. *Cerebrovasc Dis*. 2009;27(5):502-8. doi: 10.1159/000210433.

Amblard B, Crémieux J, Marchand AR, Carblanc A. Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic visual cues. *Exp Brain Res*. 1985;61(1):21-37. doi: 10.1007/BF00235617.

Andersson AG, Kamwendo K, Seiger A, Appelros P. How to identify potential fallers in a stroke unit: validity indexes of 4 test methods. *J Rehabil Med*. 2006 May;38(3):186-91. doi: 10.1080/16501970500478023. PMID: 16702086. *ocular diseases (Basel, Switzerland)*, 36(1), 1–5. doi: 10.1159/000352050

Annoni JM, Ackermann D, Kesselring J. Respiratory function in chronic hemiplegia. *Int Disabil Stud*. 1990 Apr-Jun;12(2):78-80. doi: 10.3109/03790799009166256.

Ay H, Benner T, Arsava EM, Furie KL, Singhal AB, Jensen MB. A computerized algorithm for etiologic classification of ischemic stroke: the Causative Classification of Stroke System. *Stroke*. 2007 Nov;38(11):2979-84. doi: 10.1161/STROKEAHA.107.490896.

Ay H, Furie KL, Singhal A, Smith WS, Sorensen AG, Koroshetz WJ. An evidence-based causative classification system for acute ischemic stroke. *Ann Neurol*. 2005 Nov;58(5):688-97. doi: 10.1002/ana.20617.

Aydoğan Arslan S, Uğurlu K, Sakizli Erdal E, Keskin ED, Demirgüç A. Effects of Inspiratory Muscle Training on Respiratory Muscle Strength, Trunk Control, Balance and Functional Capacity in Stroke Patients: A single-blinded randomized controlled study. *Top Stroke Rehabil.* 2021 Jan 7:1-9. doi: 10.1080/10749357.2020.1871282.

Baetens T, De Kegel A, Palmans T, Oostra K, Vanderstraeten G, Cambier D. Gait analysis with cognitive-motor dual tasks to distinguish fallers from nonfallers among rehabilitating stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013 Apr;94(4):680-6. doi: 10.1016/j.apmr.2012.11.023.

Baker R, Esquenazi A, Benedetti MG, Desloovere K. Gait analysis: clinical facts. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016 Aug;52(4):560-74.

Balaban B, Tok F. Gait disturbances in patients with stroke. *PM R.* 2014 Jul;6(7):635-42. doi: 10.1016/j.pmrj.2013.12.017.

Bamford J, Sandercock P, Dennis M, Burn J, Warlow C. Classification and natural history of clinically identifiable subtypes of cerebral infarction. *Lancet.* 1991 Jun 22;337(8756):1521-6. doi: 10.1016/0140-6736(91)93206-o.

Bamford J, Sandercock P, Dennis M, Warlow C, Jones L, McPherson K et al. A prospective study of acute cerebrovascular disease in the community: the Oxfordshire Community Stroke Project 1981-86. 1. Methodology, demography and incident cases of first-ever stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1988 Nov;51(11):1373-80. doi: 10.1136/jnnp.51.11.1373.

Bang DH, Son YL. Effect of intensive aerobic exercise on respiratory capacity and walking ability with chronic stroke patients: a randomized controlled pilot trial. *J Phys Ther Sci.* 2016 Aug;28(8):2381-4. doi: 10.1589/jpts.28.2381.

Banks JL, Marotta CA. Outcomes validity and reliability of the modified Rankin scale: implications for stroke clinical trials: a literature review and synthesis. *Stroke.* 2007 Mar;38(3):1091-6. doi: 10.1161/01.STR.0000258355.23810.c6.

Barcala L, Grecco LA, Colella F, Lucareli PR, Salgado AS, Oliveira CS. Visual biofeedback balance training using wii fit after stroke: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci.* 2013 Aug;25(8):1027-32. doi: 10.1589/jpts.25.1027.

Barton JE, Roy A, Sorkin JD, Rogers MW, Macko R. An Engineering Model of Human Balance Control-Part I: Biomechanical Model. *J Biomech Eng.* 2016 Jan;138(1):0145021–01450211. doi: 10.1115/1.4031486.

Bateman A, Culpan FJ, Pickering AD, Powell JH, Scott OM, Greenwood RJ. The effect of aerobic training on rehabilitation outcomes after recent severe brain injury: a randomized controlled evaluation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001 Feb;82(2):174-82. doi: 10.1053/apmr.2001.19744.

Benaim C, Pérennou DA, Villy J, Rousseaux M, Pelissier JY. Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). *Stroke.* 1999 Sep;30(9):1862-8. doi: 10.1161/01.str.30.9.1862.

Berg KO, Maki BE, Williams JI, Holliday PJ, Wood-Dauphinee SL. Clinical and laboratory measures of postural balance in an elderly population. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992 Nov;73(11):1073-80.

Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995 Mar;27(1):27-36.

Bergado-Rosado JA, Almaguer-Melian W. Mecanismos celulares de la neuroplasticidad [Cellular mechanisms of neuroplasticity]. *Rev Neurol.* 2000 Dec 1-15;31(11):1074-95. Spanish.

Bevilacqua R, Maranesi E, Riccardi GR, Donna VD, Pelliccioni P, Luzi R, Lattanzio F, Pelliccioni G. Non-Immersive Virtual Reality for Rehabilitation of the Older People: A Systematic Review into Efficacy and Effectiveness. *J Clin Med.* 2019 Nov 5;8(11):1882. doi: 10.3390/jcm8111882.

Blennerhassett J, Dite W. Additional task-related practice improves mobility and upper limb function early after stroke: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother.* 2004;50(4):219-24. doi: 10.1016/s0004-9514(14)60111-2.

Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther.* 2008 May;88(5):559-66. doi: 10.2522/ptj.20070205.

Boehme AK, Ezenwa C, Elkind MS. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention. *Circ Res*. 2017 Feb 3;120(3):472-495. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.116.308398.

Bogiatzi, C., Wannarong, T., McLeod, A. I., Heisel, M., Hackam, D., & Spence, J. D. (2014). SPARKLE (Subtypes of Ischaemic Stroke Classification System), incorporating measurement of carotid plaque burden: a new validated tool for the classification of ischemic stroke subtypes. *Neuroepidemiology*, 42(4), 243–251. doi:10.1159/000362417

Bohannon RW, Cassidy D, Walsh S. Trunk muscle strength is impaired multidirectionally after stroke. *Clinical Rehabilitation*. 1995;9(1):47-51. doi:10.1177/026921559500900107

Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, Vicaut E, Eisenfisz M, Tran Ba Huy P et al. Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004 Feb;85(2):268-73. doi: 10.1016/j.apmr.2003.06.017.

Bonnyaud C, Pradon D, Vaugier I, Vuillerme N, Bensmail D, Roche N. Timed Up and Go test: Comparison of kinematics between patients with chronic stroke and healthy subjects. *Gait Posture*. 2016 Sep;49:258-263. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.06.023.

Bower KJ, Louie J, Landesrocha Y, Seedy P, Gorelik A, Bernhardt J. Clinical feasibility of interactive motion-controlled games for stroke rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*. 2015 Aug 2;12:63. doi: 10.1186/s12984-015-0057-x.

Brea A, Laclaustra M, Martorell E, Pedragosa A. Epidemiología de la enfermedad vascular cerebral en España [Epidemiology of cerebrovascular disease in Spain]. *Clin Investig Arterioscler*. 2013 Nov-Dec;25(5):211-7. Spanish. doi: 10.1016/j.arteri.2013.10.006.

Britto RR, Rezende NR, Marinho KC, Torres JL, Parreira VF, Teixeira-Salmela LF. Inspiratory muscular training in chronic stroke survivors: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2011 Feb;92(2):184-90. doi: 10.1016/j.apmr.2010.09.029.

Brock K, Haase G, Rothacher G, Cotton S. Does physiotherapy based on the Bobath concept, in conjunction with a task practice, achieve greater improvement in walking ability in people with stroke compared to physiotherapy focused on structured task practice alone?: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011 Oct;25(10):903-12. doi: 10.1177/0269215511406557.

Brock K, Haase G, Rothacher G, Cotton S. Does physiotherapy based on the Bobath concept, in conjunction with a task practice, achieve greater improvement in walking ability in people with stroke compared to physiotherapy focused on structured task practice alone?: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2011 Oct;25(10):903-12. doi: 10.1177/0269215511406557.

Busingye D, Kilkenny MF, Purvis T, Kim J, Middleton S, Campbell B. Is length of time in a stroke unit associated with better outcomes for patients with stroke in Australia? An observational study. *BMJ Open.* 2018;8(11):e022536. Published 2018 Nov 12. doi:10.1136/bmjopen-2018-022536.

Cabanas-Valdés R, Bagur-Calafat C, Girabent-Farrés M, Caballero-Gómez FM, Hernández-Valiño M, Urrútia Cuchí G. The effect of additional core stability exercises on improving dynamic sitting balance and trunk control for subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016 Oct;30(10):1024-1033. doi: 10.1177/0269215515609414.

Cabral DL, Laurentino GE, Damascena CG, Faria CD, Melo PG, Teixeira-Salmela LF. Comparisons of the Nottingham Health Profile and the SF-36 health survey for the assessment of quality of life in individuals with chronic stroke. *Rev Bras Fisioter.* 2012 Jul-Aug;16(4):301-8. doi: 10.1590/s1413-35552012005000029.

Canbek J, Fulk G, Nof L, Echternach J. Test-retest reliability and construct validity of the tinetti performance-oriented mobility assessment in people with stroke. *J Neurol Phys Ther.* 2013 Mar;37(1):14-9. doi: 10.1097/NPT.0b013e318283ffcc.

Carin-Levy G, Kendall M, Young A, Mead G. The psychosocial effects of exercise and relaxation classes for persons surviving a stroke. *Can J Occup Ther.* 2009 Apr;76(2):73-80. doi: 10.1177/000841740907600204.

Chen L, Lo WL, Mao YR, Ding MH, Lin Q, Li H et al. Effect of Virtual Reality on Postural and Balance Control in Patients with Stroke: A Systematic Literature Review. *Biomed Res Int.* 2016;2016:7309272. doi: 10.1155/2016/7309272.

Chen PC, Liaw MY, Wang LY, Tsai YC, Hsin YJ, Chen YC, et al. Inspiratory muscle training in stroke patients with congestive heart failure: A CONSORT-compliant prospective

randomized single-blind controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2016 Sep;95(37):e4856. doi: 10.1097/MD.0000000000004856.

Chen Q, Cao C, Gong L, Zhang Y. Health related quality of life in stroke patients and risk factors associated with patients for return to work. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Apr;98(16):e15130. doi: 10.1097/MD.00000000000015130.

Chen Q, Li L. Observation on curative effect of rehabilitation exercise therapy to treat patients with post-stroke hemiplegia and muscles spasm. *Zhongguo Huli Zazhi* 2010;24(1A):14-6.

Chiou SY, Hurry M, Reed T, Quek JX, Strutton PH. Cortical contributions to anticipatory postural adjustments in the trunk. *J Physiol*. 2018 Apr 1;596(7):1295-1306. doi: 10.1113/JP275312.

Cho KH, Lee WH. Virtual walking training program using a real-world video recording for patients with chronic stroke: a pilot study. *Am J Phys Med Rehabil*. 2013 May;92(5):371-80; quiz 380-2, 458. doi: 10.1097/PHM.0b013e31828cd5d3.

Choi HE, Jo GY, Do HK, On CW. Comprehensive Respiratory Muscle Training Improves Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength in Acute Stroke Patients. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2020 Oct 5. doi: 10.1097/HCR.0000000000000526.

Choy NL, Brauer S, Nitz J. Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003 Jun;58(6):525-30. doi: 10.1093/gerona/58.6.m525.

Church G, Parker J, Powell L, Mawson S. The effectiveness of group exercise for improving activity and participation in adult stroke survivors: a systematic review. *Physiotherapy*. 2019 Dec;105(4):399-411. doi: 10.1016/j.physio.2019.01.005.

Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel [Disability evaluation: Barthel's index]. *Rev Esp Salud Publica*. 1997 Mar-Apr;71(2):127-37. Spanish. Erratum in: *Rev Esp Salud Publica* 1997 Jul-Aug;71(4):411. PMID: 9546856.

Cobos-Carbó A; CONSORT group. Ensayos clínicos aleatorizados (CONSORT) [Randomized clinical trials (CONSORT)]. *Med Clin (Barc)*. 2005 Dec 1;125 Suppl 1:21-7. Spanish. doi: 10.1016/s0025-7753(05)72205-3. PMID: 16464423.

Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates;1988.

Cohen E, Mier A, Heywood P, Murphy K, Boulton J, Guz A. Diaphragmatic movement in hemiplegic patients measured by ultrasonography. *Thorax*. 1994 Sep;49(9):890-5. doi: 10.1136/thx.49.9.890.

Collin C, Wade D. Assessing motor impairment after stroke: a pilot reliability study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1990 Jul;53(7):576-9. doi: 10.1136/jnnp.53.7.576.

Coupland AP, Thapar A, Qureshi MI, Jenkins H, Davies AH. The definition of stroke. *J R Soc Med*. 2017 Jan;110(1):9-12. doi: 10.1177/0141076816680121.

Cruz TH, Lewek MD, Dhaher YY. Biomechanical impairments and gait adaptations post-stroke: multi-factorial associations. *J Biomech*. 2009 Aug 7;42(11):1673-7. doi: 10.1016/j.jbiomech.2009.04.015.

Davey NJ, Lisle RM, Loxton-Edwards B, Nowicky AV, McGregor AH. Activation of back muscles during voluntary abduction of the contralateral arm in humans. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Jun 15;27(12):1355-60. doi: 10.1097/00007632-200206150-00019.

De Troyer A, Estenne M. Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clin Chest Med*. 1988 Jun;9(2):175-93.

De Troyer A, Zegers De Beyl D, Thirion M. Function of the respiratory muscles in acute hemiplegia. *Am Rev Respir Dis*.1981;123(6):631-2. doi:10.1164/arrd.1981.123.6.631

Dean CM, Shepherd RB. Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial. *Stroke*. 1997 Apr;28(4):722-8. doi: 10.1161/01.str.28.4.722.

Diccionario Latin-Español. 19ª ed. Barcelona: Vox Editorial Biblograf; 1990.

Díaz-Arribas MJ, Martín-Casas P, Cano-de-la-Cuerda R, Plaza-Manzano G. Effectiveness of the Bobath concept in the treatment of stroke: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2020 Jun;42(12):1636-1649. doi: 10.1080/09638288.2019.1590865.

Díaz-Guzmán, J., Egido, J. A., Gabriel-Sánchez, R., Barberá-Comes, G., Fuentes-Gimeno, B., Fernández-Pérez, C. Stroke and transient ischemic attack incidence rate in Spain: the IBERICTUS study. *Cerebrovasc Dis.* 2012;34(4):272-81. doi: 10.1159/000342652.

Dickstein R, Shefi S, Marcovitz E, Villa Y. Electromyographic activity of voluntarily activated trunk flexor and extensor muscles in post-stroke hemiparetic subjects. *Clin Neurophysiol* 2004;115:790-796. doi:10.1016/j.clinph.2003.11.018

Diener HC , Dichgans J. Posture & Gate: Development, Adaptation & Modulation, B.En: Amblard, A. Berthoz, and F. Clarac. Pathophysiology of Posture. Excerpta Medica; 1988. 229-235.

Díez-Tejedor E (ed.). Guía para el diagnóstico y tratamiento del ictus. Guías oficiales de la Sociedad Española de Neurología. Barcelona: Prous Science, 2006.

Díez-Tejedor E, del Brutto O, Alvarez Sabín J, Muñoz M, Abiusi G; Sociedad Iberoamericana de Enfermedades Cerebrovasculares. Clasificación de las enfermedades cerebrovasculares. *Rev Neurol.* 2001 Sep 1-15;33(5):455-64.

Dodd KJ, Morris ME. Lateral pelvic displacement during gait: abnormalities after stroke and changes during the first month of rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003 Aug;84(8):1200-5. doi: 10.1016/s0003-9993(03)00142-4.

Duarte E, Alonso B, Fernández MJ, Fernández JM, Flórez M, García-Montes I, et al. Rehabilitación del ictus: modelo asistencial. Recomendaciones de la Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física. *Rehabilitación.* Enero de 2010;44(1):60-8.

Duarte E, Marco E, Muniesa JM, Belmonte R, Diaz P, Tejero M et al. Trunk control test as a functional predictor in stroke patients. *J Rehabil Med.* 2002 Nov;34(6):267-72. doi: 10.1080/165019702760390356.

Duncan P, Studenski S, Richards L, Gollub S, Lai SM, Reker D, et al. Randomized clinical trial of therapeutic exercise in subacute stroke. *Stroke*. 2003 Sep; 34(9):2173-80. doi: 10.1161/01.STR.0000083699.95351.F2.

Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, Choi JY, Glasberg JJ, Graham GD, Katz RC, Lamberty K, Reker D. Management of Adult Stroke Rehabilitation Care: a clinical practice guideline. *Stroke*. 2005 Sep;36(9):e100-43. doi: 10.1161/01.STR.0000180861.54180.FF.

Endres M, Gertz K, Lindauer U, Katchanov J, Schultze J, Schröck H. Mechanisms of stroke protection by physical activity. *Ann Neurol*. 2003 Nov;54(5):582-90. doi: 10.1002/ana.10722.

Fang Y, Chen X, Li H, Lin J, Huang R, Zeng J. A study on additional early physiotherapy after stroke and factors affecting functional recovery. *Clin Rehabil*. 2003 Sep;17(6):608-17. doi: 10.1191/0269215503cr655oa.

Fernandez-Gonzalo R, Fernandez-Gonzalo S, Turon M, Prieto C, Tesch PA, García-Carreira MdelC. Muscle, functional and cognitive adaptations after flywheel resistance training in stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2016 Apr 6;13:37. doi: 10.1186/s12984-016-0144-7.

Flórez García MT. Intervenciones para mejorar la función motora en el paciente con ictus. *Rehabilitación* 2000;34(6):423-437

Fluck DC. Chest movements in hemiplegia. *Clin Sci*. 1966 Dec;31(3):383-8.

Franchignoni F. Psychometric properties and practical attributes of the trunk control test in stroke patients. *J Rehabil Med*. 2003 May;35(3):150; author reply 150-1. doi: 10.1080/16501970310010510.

Franchignoni FP, Tesio L, Ricupero C, Martino MT. Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome. *Stroke*. 1997 Jul;28(7):1382-5. doi: 10.1161/01.str.28.7.1382.

Fugl-Meyer AR, Linderholm H, Wilson AF. Restrictive ventilatory dysfunction in stroke: its relation to locomotor function. *Scand J Rehabil Med Suppl*. 1983;9:118-24.

Fugl-Meyer AR, Grimby G. Respiration in tetraplegia and in hemiplegia: a review. *Int Rehabil Med.* 1984;6(4):186-90. doi: 10.3109/03790798409165962.

Gandevia SC, Butler JE, Hodges PW, Taylor JL. Balancing acts: respiratory sensations, motor control and human posture. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2002 Jan-Feb;29(1-2):118-21. doi: 10.1046/j.1440-1681.2002.03611.x.

Gao, S., Wang, Y. J., Xu, A. D., Li, Y. S., & Wang, D. Z. (2011). Chinese ischemic stroke subclassification. *Frontiers in neurology*, 2, 6. doi: 10.3389/fneur.2011.00006

Gatti MA, Portela M, Gianella M, Freixes O, Fernández SA, Rivas ME et al. Walking ability after stroke in patients from Argentina: predictive values of two tests in subjects with subacute hemiplegia. *J Phys Ther Sci.* 2015 Sep;27(9):2977-80. doi: 10.1589/jpts.27.2977. Epub 2015 Sep 30.

Gelber DA, Josefczyk B, Herrman D, Good DC, Verhulst SJ. Comparison of Two Therapy Approaches in the Rehabilitation of the Pure Motor Hemiparetic Stroke Patient. *Journal of Neurologic Rehabilitation.* 1995;9(4):191-196. doi:10.1177/154596839500900401

Genthon N, Rougier P, Gissot AS, Froger J, Péliissier J, Pérennou D. Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. *Stroke.* 2008 Jun;39(6):1793-9. doi: 10.1161/STROKEAHA.107.497701.

Geurts AC, De Haart M, Van Nes IJ, Duysens J. A review of standing balance recovery from stroke. *Gait Posture.* 2005 Nov;22(3):267-81. doi: 10.1016/j.gaitpost.2004.10.002.

Givon N, Zeilig G, Weingarden H, Rand D. Video-games used in a group setting is feasible and effective to improve indicators of physical activity in individuals with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2016 Apr;30(4):383-92. doi: 10.1177/0269215515584382.

Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The fugl-meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabil Neural Repair.* 2002 Sep;16(3):232-40. doi: 10.1177/154596802401105171.

Göhl O, Walker DJ, Waltersbacher S, Langer D, Spengler CM, Wanke T. Atemmuskultraining: State-of-the-Art [Respiratory Muscle Training: State of the Art]. *Pneumologie*. 2016 Jan;70(1):37-48. German. doi: 10.1055/s-0041-109312.

Goldstein LB, Jones MR, Matchar DB, Edwards LJ, Hoff J, Chilukuri V, Armstrong SB, Horner RD. Improving the reliability of stroke subgroup classification using the Trial of ORG 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST) criteria. *Stroke*. 2001 May;32(5):1091-8. doi: 10.1161/01.str.32.5.1091.

Gomes-Neto M, Saquetto MB, Silva CM, Carvalho VO, Ribeiro N, Conceição CS. Effects of Respiratory Muscle Training on Respiratory Function, Respiratory Muscle Strength, and Exercise Tolerance in Patients Poststroke: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016 Nov;97(11):1994-2001. doi: 10.1016/j.apmr.2016.04.018.

González-Gómez FJ, Pérez-Torre P, DeFelipe A, Vera R, Matute C, Cruz-Culebras A, et al. Stroke in young adults: Incidence rate, risk factors, treatment and prognosis. *Rev Clin Esp*. 2016 Oct;216(7):345-51. doi:10.1016/j.rce.2016.05.008

Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E, Irwin-Carruthers S. The Bobath concept in contemporary clinical practice. *Top Stroke Rehabil*. 2009 Jan-Feb;16(1):57-68. doi: 10.1310/tsr1601-57.

Guillén-Solà A, Messagi Sartor M, Bofill Soler N, Duarte E, Barrera MC, Marco E. Respiratory muscle strength training and neuromuscular electrical stimulation in subacute dysphagic stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2017 Jun;31(6):761-771. doi: 10.1177/0269215516652446.

Hacmon RR, Krasovsky T, Lamontagne A, Levin MF. Deficits in intersegmental trunk coordination during walking are related to clinical balance and gait function in chronic stroke. *J Neurol Phys Ther*. 2012 Dec;36(4):173-81. doi: 10.1097/NPT.0b013e31827374c1.

Hafsteinsdóttir TB, Rensink M, Schuurmans M. Clinimetric properties of the Timed Up and Go Test for patients with stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil*. 2014 May-Jun;21(3):197-210. doi: 10.1310/tsr2103-197.

Hall RE, Tee A, Khan F, McCormack D, Levi J, Verrilli S, et al. Ontario Stroke Evaluation Report 2018: Stroke Care and Outcomes in Complex Continuing Care and Long-Term Care. Toronto, ON: Institute for Clinical Evaluative Sciences/CorHealth Ontario; 2018.

Harris JE, Eng JJ, Marigold DS, Tokuno CD, Louis CL. Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Phys Ther.* 2005 Feb;85(2):150-8.

Hautmann H, Hefele S, Schotten K, Huber RM. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects--what is the lower limit of normal? *Respir Med.* 2000 Jul;94(7):689-93. doi: 10.1053/rmed.2000.0802.

Heyn P, Abreu BC, Ottenbacher KJ. The effects of exercise training on elderly persons with cognitive impairment and dementia: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 Oct;85(10):1694-704. doi: 10.1016/j.apmr.2004.03.019.

Heller F, Beuret-Blanquart F, Weber J. Barbiofeedback et rééducation de la marche de l'hémiplégique [Postural biofeedback and locomotion reeducation in stroke patients]. *Ann Readapt Med Phys.* 2005 May;48(4):187-95. French. doi: 10.1016/j.annrmp.2005.02.002.

Hervás A. Factores de riesgo de ictus. Estudio caso-control en una población de la Comunidad Foral de Navarra [Stroke risk factors. Population case-control study in the Foral Community of Navarre]. *An Sist Sanit Navar.* 2005 Sep-Dec;28(3):325-34. Spanish.

Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P. Minimal detectable changes of the Berg Balance Scale, Fugl-Meyer Assessment Scale, Timed "Up & Go" Test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012 Jul;93(7):1201-8. doi: 10.1016/j.apmr.2012.01.014.

Hodges PW, Gandevia SC. Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *J Appl Physiol (1985).* 2000 Sep;89(3):967-76. doi: 10.1152/jappl.2000.89.3.967.

Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther.* 1997 Feb;77(2):132-42; discussion 142-4. doi: 10.1093/ptj/77.2.132.

Hodges PW, Richardson CA. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res*. 1997 Apr;114(2):362-70. doi: 10.1007/pl00005644.

Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age Ageing*. 2006;35 Suppl 2:ii7-ii11. doi:10.1093/ageing/afl077

Hosp JA, Luft AR. Cortical plasticity during motor learning and recovery after ischemic stroke. *Neural Plast*. 2011;2011:871296. doi:10.1155/2011/871296

Hsieh CL, Sheu CF, Hsueh IP, Wang CH. Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*. 2002 Nov;33(11):2626-30. doi: 10.1161/01.str.0000033930.05931.93.

Hung JW, Chou CX, Hsieh YW, Wu WC, Yu MY, Chen PC. Randomized comparison trial of balance training by using exergaming and conventional weight-shift therapy in patients with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2014 Sep;95(9):1629-37. doi: 10.1016/j.apmr.2014.04.029.

Imsero. Base estatal de personas con valoración del grado de discapacidad. Informe a 31/12/2018. Madrid: Imsero, Secretaría de Estado de Servicios Sociales e Igualdad.Subdirección general de planificación, ordenación y evaluación; Madrid; 12 nov 2020.

INE: Instituto Nacional de Estadística [Internet]. Madrid; Ministerio de asuntos económicos y transformación digital. [2018]; 10 Enero 2021. Disponible en: <https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=7947#!tabs-tabla>

Inzelberg R, Peleg N, Nisipeanu P, Magadle R, Carasso RL, Weiner P. Inspiratory Muscle Training and the Perception of Dyspnea in Parkinson's Disease. *Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques*. Cambridge University Press; 2005;32(2):213-7.

Ishii F, Matsukawa N, Horiba M, Yamanaka T, Hattori M, Wada I et al. Impaired ability to shift weight onto the non-paretic leg in right-cortical brain-damaged patients. *Clin Neurol Neurosurg.* 2010 Jun;112(5):406-12. doi: 10.1016/j.clineuro.2010.02.006.

Ivey FM, Prior SJ, Hafer-Macko CE, Katzel LI, Macko RF, Ryan AS. Strength Training for Skeletal Muscle Endurance after Stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2017 Apr;26(4):787-794. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.10.018. Epub 2016 Nov 16.

Jaffe DL, Brown DA, Pierson-Carey CD, Buckley EL, Lew HL. Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia. *J Rehabil Res Dev.* 2004 May;41(3A):283-92. doi: 10.1682/jrrd.2004.03.0283.

Jandt SR, Caballero RM, Junior LA, Dias AS. Correlation between trunk control, respiratory muscle strength and spirometry in patients with stroke: an observational study. *Physiother Res Int.* 2011 Dec;16(4):218-24. doi: 10.1002/pri.495.

Jang SH, Kim YH, Cho SH, Lee JH, Park JW, Kwon YH. Cortical reorganization induced by task-oriented training in chronic hemiplegic stroke patients. *Neuroreport.* 2003 Jan 20;14(1):137-41. doi: 10.1097/00001756-200301200-00025.

Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park CM, Cho SH et al. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005 Nov;86(11):2218-23. doi: 10.1016/j.apmr.2005.04.015.

Jeong YJ, Kim GS, Jeong YG, Moon HI. Can Pulmonary Function Testing Predict the Functional Outcomes of Poststroke Patients?: An Observational Study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020 Dec;99(12):1145-1149. doi: 10.1097/PHM.0000000000001507

Jung KM, Bang DH. Effect of inspiratory muscle training on respiratory capacity and walking ability with subacute stroke patients: a randomized controlled pilot trial. *J Phys Ther Sci.* 2017 Feb;29(2):336-339. doi: 10.1589/jpts.29.336.

Kalra L, Langhorne P. Facilitating recovery: evidence for organized stroke care. *J Rehabil Med.* 2007 Mar;39(2):97-102. doi: 10.2340/16501977-0043.

Karatas M, Cetin N, Bayramoglu M, Dilek A. Trunk muscle strength in relation to balance and functional disability in unihemispheric stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004 Feb;83(2):81-7. doi: 10.1097/01.PHM.0000107486.99756.C7.

Karthikbabu S, Chakrapani M, Ganesan S, Ellajosyula R, Solomon JM. Efficacy of Trunk Regimes on Balance, Mobility, Physical Function, and Community Reintegration in Chronic Stroke: A Parallel-Group Randomized Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2018 Apr;27(4):1003-1011. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.11.003.

Kasner SE. Clinical interpretation and use of stroke scales. *Lancet Neurol.* 2006 Jul;5(7):603-12. doi: 10.1016/S1474-4422(06)70495-1.

Kawato M, Wolpert D. Internal models for motor control. *Novartis Found Symp.* 1998;218:291-304; discussion 304-7. doi: 10.1002/9780470515563.ch16.

Khedr EM, El Shinawy O, Khedr T, Abdel aziz ali Y, Awad EM. Assessment of corticodiaphragmatic pathway and pulmonary function in acute ischemic stroke patients. *Eur J Neurol.* 2000 Sep;7(5):509-16. doi: 10.1046/j.1468-1331.2000.00104.x.

Kim CY, Lee JS, Kim HD, Kim IS. Effects of the combination of respiratory muscle training and abdominal drawing-in maneuver on respiratory muscle activity in patients with post-stroke hemiplegia: a pilot randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil.* 2015 Aug;22(4):262-70. doi: 10.1179/1074935714Z.0000000020

Kim NS. Correlation between grip strength and pulmonary function and respiratory muscle strength in stroke patients over 50 years of age. *J Exerc Rehabil.* 2018 Dec 27;14(6):1017-1023. doi: 10.12965/jer.1836444.222.

Kim JH, Jang SH, Kim CS, Jung JH, You JH. Use of virtual reality to enhance balance and ambulation in chronic stroke: a double-blind, randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2009 Sep;88(9):693-701. doi: 10.1097/PHM.0b013e3181b33350.

Kim J, Park JH, Yim J. Effects of respiratory muscle and endurance training using an individualized training device on the pulmonary function and exercise capacity in stroke patients. *Med Sci Monit.* 2014 Dec 5;20:2543-9. doi: 10.12659/MSM.891112.

Kim, Y, Kim, E, Gong, W. The effects of trunk stability exercise using PNF on the functional reach test and muscle activities of stroke patients. *J Phys Therap Sci* 2011; 23: 699–702.

Kim YM, Chun MH, Yun GJ, Song YJ, Young HE. The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients. *Ann Rehabil Med*. 2011 Jun;35(3):309-15. doi: 10.5535/arm.2011.35.3.309.

Kocjan J, Adamek M, Gzik-Zroska B, Czyżewski D, Rydel M. Network of breathing. Multifunctional role of the diaphragm: a review. *Adv Respir Med*. 2017;85(4):224-232. doi: 10.5603/ARM.2017.0037.

Kollen BJ, Lennon S, Lyons B, Wheatley-Smith L, Scheper M, Buurke JH et al. The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence? *Stroke*. 2009 Apr;40(4):e89-97. doi: 10.1161/STROKEAHA.108.533828.

Korczyń AD, Hermann G, Don R. Diaphragmatic involvement in hemiplegia and hemiparesis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1969 Dec;32(6):588-90. doi: 10.1136/jnnp.32.6.588.

Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol*. 2006 Feb;19(1):84-90. doi: 10.1097/01.wco.0000200544.29915.cc.

Kulnik ST, Birring SS, Moxham J, Rafferty GF, Kalra L. Does respiratory muscle training improve cough flow in acute stroke? Pilot randomized controlled trial. *Stroke*. 2015 Feb;46(2):447-53. doi: 10.1161/STROKEAHA.114.007110.

Kunkel D, Fitton C, Burnett M, Ashburn A. Physical inactivity post-stroke: a 3-year longitudinal study. *Disabil Rehabil*. 2015;37(4):304-10. doi: 10.3109/09638288.2014.918190.

Kurl S, Laukkanen JA, Rauramaa R, Lakka TA, Sivenius J, Salonen JT. Cardiorespiratory fitness and the risk for stroke in men. *Arch Intern Med*. 2003 Jul 28;163(14):1682-8. doi: 10.1001/archinte.163.14.1682.

Kwakkel G. Impact of intensity of practice after stroke: issues for consideration. *Disabil Rehabil*. 2006 Jul 15-30;28(13-14):823-30. doi: 10.1080/09638280500534861.

Lacruz F, Herrera M, Bujanda M, Erro E, Gállego J. Clasificación del ictus. ANALES Sis San Navarra. 2000;23(Supl 3):59-65.

Lamb SE, Ferrucci L, Volapto S, Fried LP, Guralnik JM; Women's Health and Aging Study. Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke: the Women's Health and Aging Study. Stroke. 2003 Feb;34(2):494-501.

Lanini B, Bianchi R, Romagnoli I, Coli C, Binazzi B, Gigliotti F et al. Chest wall kinematics in patients with hemiplegia. Am J Respir Crit Care Med. 2003 Jul 1;168(1):109-13. doi: 10.1164/rccm.200207-745OC.

Langhorne P, Williams BO, Gilchrist W, Howie K. Do stroke units save lives?. Lancet. 1993;342(8868):395-398. doi:10.1016/0140-6736(93)92813-9

Laufer Y, Sivan D, Schwarzmann R, Sprecher E. Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. Neurorehabil Neural Repair. 2003 Dec;17(4):207-13. doi: 10.1177/0888439003259169.

Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. Cochrane Database Syst Rev. 2017 Nov 20;11(11):CD008349. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.

Lavietes MH, Clifford E, Silverstein D, Stier F, Reichman LB. Relationship of static respiratory muscle pressure and maximum voluntary ventilation in normal subjects. Respiration. 1979;38(3):121-6. doi: 10.1159/000194068.

Lee SW, Shin DC, Song CH. The effects of visual feedback training on sitting balance ability and visual perception of patients with chronic stroke. J Phys Ther Sci. 2013 May;25(5):635-9. doi: 10.1589/jpts.25.635.

Lee K, Cho JE, Hwang DY, Lee W. Decreased Respiratory Muscle Function Is Associated with Impaired Trunk Balance among Chronic Stroke Patients: A Cross-sectional Study. Tohoku J Exp Med. 2018 Jun;245(2):79-88. doi: 10.1620/tjem.245.79.

Lee K, Park D, Lee G. Progressive Respiratory Muscle Training for Improving Trunk Stability in Chronic Stroke Survivors: A Pilot Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019 May;28(5):1200-1211. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.01.008.

Lee Y, Curuk E, Aruin AS. Effect of Light Finger Touch, a Cognitive Task, and Vision on Standing Balance in Stroke. *J Mot Behav.* 2020 Apr 13:1-9. doi: 10.1080/00222895.2020.1742082.

Liaw MY, Hsu CH, Leong CP, Liao CY, Wang LY, Lu CH, Lin MC. Respiratory muscle training in stroke patients with respiratory muscle weakness, dysphagia, and dysarthria - a prospective randomized trial. *Medicine (Baltimore).* 2020 Mar;99(10):e19337. doi: 10.1097/MD.00000000000019337.

Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, Miltner WH, Taub E, Weiller C. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke.* 2000 Jun;31(6):1210-6. doi: 10.1161/01.str.31.6.1210. PMID: 10835434.

Lista-Paz A, Torres-Castro R, Fregonezi G, González Doniz L. Respiratory Muscle Training in Patients With Stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2019 Jul;98(7):e75-e76. doi: 10.1097/PHM.0000000000001088.

Low DC, Walsh GS, Arkesteijn M. Effectiveness of Exercise Interventions to Improve Postural Control in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analyses of Centre of Pressure Measurements. *Sports Med.* 2017 Jan;47(1):101-112. doi: 10.1007/s40279-016-0559-0.

Lubetzky-Vilnai A, Kartin D. The effect of balance training on balance performance in individuals poststroke: a systematic review. *J Neurol Phys Ther.* 2010 Sep;34(3):127-37. doi: 10.1097/NPT.0b013e3181ef764d.

Luvizutto GJ, Dos Santos MRL, Sartor LCA, da Silva Rodrigues JC, da Costa RDM, Braga GP, et al. Evaluation of Respiratory Muscle Strength in the Acute Phase of Stroke: The Role of Aging and Anthropometric Variables. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2017 Oct;26(10):2300-5. doi:10.1164/rccm.200207-745OC.

Mackay J, Mensah GA (2004) The atlas of heart disease and Stroke [Internet]. Genova: WHO; Acceso el 27 de octubre. Disponible en : http://www.who.int/cardiovascular_diseases/resources/atlas/en/.

Mao HF, Hsueh IP, Tang PF, Sheu CF, Hsieh CL. Analysis and comparison of the psychometric properties of three balance measures for stroke patients. *Stroke*. 2002 Apr;33(4):1022-7. doi: 10.1161/01.str.0000012516.63191.c5.

Mar J, Álvarez-Sabín J, Oliva J, Becerra V, Casado MÁ, Yébenes M et al. The costs of stroke in Spain by aetiology: the CONOCES study protocol. *Neurologia*. 2013 Jul-Aug;28(6):332-9. English, Spanish. doi: 10.1016/j.nrl.2012.07.004.

Marsden DL, Dunn A, Callister R, McElduff P, Levi CR, Spratt NJ. A Home- and Community-Based Physical Activity Program Can Improve the Cardiorespiratory Fitness and Walking Capacity of Stroke Survivors. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2016 Oct;25(10):2386-98. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.06.007

Martin Nogueras, A.M. Bases neurofisiológicas del equilibrio postural. [Tesis]. Salamanca: Universidad de salamanca. España; 2004.

Martín Piñero B, Álvarez Vargas JM, Rivas Salcedo M, Triana Guerra I, Argota Claro R. Tratamiento postural en el síndrome hemipléjico agudo. *CCM*. 2013 [citado 5 ene 2021];17(3):320-330. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812013000300009&lng=es

Martín-Valero R, De La Casa Almeida M, Casuso-Holgado MJ, Heredia-Madrado A. Systematic Review of Inspiratory Muscle Training After Cerebrovascular Accident. *Respir Care*. 2015 Nov;60(11):1652-9. doi: 10.4187/respcare.03981.

Martinez-Vila, E, Fernandez, M, Pagola, I, Irimia. P. Enfermedades cerebrovasculares. *Medicine*. 2011;10(72):4871-81.

Masjuan, J., Alvarez-Sabín, J., Arenillas, J., Calleja, S., Castillo, J., Dávalos, A. Plan de asistencia sanitaria al ICTUS II. 2010 [Stroke health care plan (ICTUS II. 2010)]. *Neurologia*. 2011;26(7):383-396. doi:10.1016/j.nrl.2010.05.008.

Matías-Guiu, J. Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud. Social MdSyP (Ed.), Estrategia en Ictus del Sistema Nacional de Salud, Ministerio de Sanidad y Política Social; 2009.76-78.

Matsuda F, Sakakima H, Yoshida Y. The effects of early exercise on brain damage and recovery after focal cerebral infarction in rats. *Acta Physiol (Oxf)*. 2011 Feb;201(2):275-87. doi: 10.1111/j.1748-1708.2010.02174.x.

McDonnell MN, Hillier SL, Miles TS, Thompson PD, Ridding MC. Influence of combined afferent stimulation and task-specific training following stroke: a pilot randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007 Sep-Oct;21(5):435-43. doi: 10.1177/1545968307300437.

Mehrholz J, Wagner K, Rutte K, Meissner D, Pohl M. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007 Oct;88(10):1314-9. doi: 10.1016/j.apmr.2007.06.764.

Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, Polese JC, Avelino PR, Teixeira-Salmela LF. Respiratory muscle training increases respiratory muscle strength and reduces respiratory complications after stroke: a systematic review. *J Physiother*. 2016 Jul;62(3):138-44. doi: 10.1016/j.jphys.2016.05.014.

Messaggi-Sartor M, Guillen-Solà A, Depolo M, Duarte E, Rodríguez DA, Barrera MC et al. Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: A randomized clinical trial. *Neurology*. 2015 Aug 18;85(7):564-72. doi: 10.1212/WNL.0000000000001827.

Michaelsen SM, Dannenbaum R, Levin MF. Task-specific training with trunk restraint on arm recovery in stroke: randomized control trial. *Stroke*. 2006 Jan;37(1):186-92. doi: 10.1161/01.STR.0000196940.20446.c9.

Milic-Emili J, Orzalesi MM. Mechanical work of breathing during maximal voluntary ventilation. *J Appl Physiol (1985)*. 1998 Jul;85(1):254-8. doi: 10.1152/jappl.1998.85.1.254

Miller EL, Murray L, Richards L, Zorowitz RD, Bakas T, Clark P, et al; American Heart Association Council on Cardiovascular Nursing and the Stroke Council. Comprehensive overview of nursing and interdisciplinary rehabilitation care of the stroke patient: a

scientific statement from the American Heart Association. *Stroke*. 2010 Oct;41(10):2402-48. doi: 10.1161/STR.0b013e3181e7512b.

Millikan CH, Bauer RB, Goldschmidt J, Goldstein M, Heyman A, Meyer JS et al. A classification and outline of cerebrovascular diseases II. *Stroke*. 1975;6: 564-616.

Mohr JP, Caplan LR, Melski JW, Goldstein RJ, Duncan GW, Kistler JP et al. The Harvard Cooperative Stroke Registry: a prospective registry. *Neurology*. 1978 Aug;28(8):754-62. doi: 10.1212/wnl.28.8.754.

Monteiro M, Maso I, Sasaki AC, Barreto N Neto, Oliveira J Filho, Pinto EB. Validation of the Frenchay activity index on stroke victims. *Arq Neuropsiquiatr*. 2017 Mar;75(3):167-171. doi: 10.1590/0004-282X20170014.

Moore SA, Hallsworth K, Jakovljevic DG, Blamire AM, He J, Ford GA et al. Effects of Community Exercise Therapy on Metabolic, Brain, Physical, and Cognitive Function Following Stroke: A Randomized Controlled Pilot Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015 Aug;29(7):623-35. doi: 10.1177/1545968314562116.

Mora-Romero U de J, Gochicoa-Rangel L, Guerrero-Zúñiga S, Cid-Juárez S, SilvaCerón M, Salas-Escamilla I, et al. Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *Rev del Inst Nac Enfermedades Respir*.2014;73(4):247-53.

Morales P, Sanchis J, Cordero PJ, Díez JL. Presiones respiratorias estáticas máximas en adultos. Valores de referencia de una población caucasiana mediterránea [Maximum static respiratory pressures in adults. The reference values for a Mediterranean Caucasian population]. *Arch Bronconeumol*. 1997 May;33(5):213-9. doi:10.1016/s0300-2896(15)30609-8.

Morioka S, Yagi F. Effects of perceptual learning exercises on standing balance using a hardness discrimination task in hemiplegic patients following stroke: a randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil*. 2003 Sep;17(6):600-7. doi: 10.1191/0269215503cr654oa.

Mudie MH, Winzeler-Mercay U, Radwan S, Lee L. Training symmetry of weight distribution after stroke: a randomized controlled pilot study comparing task-related reach, Bobath and feedback training approaches. *Clin Rehabil*. 2002 Sep;16(6):582-92. doi: 10.1191/0269215502cr527oa.

Mudge S, Barber PA, Stott NS. Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009 Dec;90(12):1989-96. doi: 10.1016/j.apmr.2009.07.015.

Murie-Fernández M, Irimia P, Martínez-Vila E, John Meyer M, Teasell R. Neurorehabilitación tras el ictus. *Neurología.* 2010;25(3):189-196. Doi: 10.1016/S0213-4853(10)70008-6

Neufeld EV, Dolezal BA, Speier W, Cooper CB. Effect of altering breathing frequency on maximum voluntary ventilation in healthy adults. *BMC Pulm Med.* 2018 May 24;18(1):89. doi: 10.1186/s12890-018-0650-4.

Noé-Sebastián E, Balasch-Bernat M, Colomer-Font C, Moliner-Muñoz B, Rodríguez Sánchez-Leiva C, Ugart P et al. Ictus y discapacidad: estudio longitudinal en pacientes con discapacidad moderada-grave tras un ictus incluidos en un programa de rehabilitación multidisciplinar. *Rev Neurol.* 2017; 64(9):385-392. doi: 10.33588/rn.6409.2016527.

Norrving B, Barrick J, Davalos A, Dichgans M, Cordonnier C, Guekht et al. Action Plan for Stroke in Europe 2018-2030. *Eur Stroke J.* 2018 Dec;3(4):309-336. doi: 10.1177/2396987318808719.

Norvang OP, Hokstad A, Taraldsen K, Tan X, Lydersen S, Indredavik B et al. Time spent lying, sitting, and upright during hospitalization after stroke: a prospective observation study. *BMC Neurol.* 2018 Sep 4;18(1):138. doi: 10.1186/s12883-018-1134-0. Erratum in: *BMC Neurol.* 2019 Jan 11;19(1):8.

Nowicky AV, McGregor AH, Davey NJ. Corticospinal control of human erector spinae muscles. *Motor Control.* 2001 Jul;5(3):270-80. doi: 10.1123/mcj.5.3.270.

Oczkowski WJ, Barreca S. The functional independence measure: its use to identify rehabilitation needs in stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 1993 Dec;74(12):1291-4. doi: 10.1016/0003-9993(93)90081-k.

O'Donnell MJ, Xavier D, Liu L, Zhang H, Chin SL, Rao-Melacini P, Rangarajan S et al;INTERSTROKE investigators. Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic

stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study): a case-control study. *Lancet*. 2010 Jul 10;376(9735):112-23. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60834-3.

Oh D, Kim G, Lee W, Shin MM. Effects of inspiratory muscle training on balance ability and abdominal muscle thickness in chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2016 Jan;28(1):107-11. doi: 10.1589/jpts.28.107.

Organización Mundial de la Salud (OMS)[Internet]. Ginebra: Organización mundial de la salud; 2021 [citado el 5 de mar. de 2020]. Disponible en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation>.

Otto-Yáñez M, Sarmiento da Nóbrega AJ, Torres-Castro R, Araújo PRS, Carvalho de Farias CA, Dornelas De Andrade AF et al. Maximal Voluntary Ventilation Should Not Be Estimated From the Forced Expiratory Volume in the First Second in Healthy People and COPD Patients. *Front Physiol*. 2020 Jun 9;11:537. doi: 10.3389/fphys.2020.00537.

Ouellette MM, LeBrasseur NK, Bean JF, Phillips E, Stein J, Frontera WR, Fielding RA. High-intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors. *Stroke*. 2004 Jun;35(6):1404-9. doi: 10.1161/01.STR.0000127785.73065.34.

Park EY, Choi YI. Rasch analysis of the London Handicap Scale in stroke patients: a cross-sectional study. *J Neuroeng Rehabil*. 2014 Jul 31;11:114. doi: 10.1186/1743-0003-11-114.

Park GT, Kim M. Correlation between mobility assessed by the Modified Rivermead Mobility Index and physical function in stroke patients. *J Phys Ther Sci*. 2016 Aug;28(8):2389-92. doi: 10.1589/jpts.28.2389.

Parreiras de Menezes KK, Nascimento LR, Ada L, Polese JC, Mota Alvarenga MT, Barbosa MH et al. High-Intensity Respiratory Muscle Training Improves Strength and Dyspnea Poststroke: A Double-Blind Randomized Trial *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Aug;100(2):205-212. Doi: 10.1016/j.apmr.2018.09.115

Patterson KK, Inness E, McIlroy WE, Mansfield A. A Retrospective Analysis of Post-Stroke Berg Balance Scale Scores: How Should Normal and At-Risk Scores Be Interpreted? *Physiother Can*. 2017;69(2):142-149. doi: 10.3138/ptc.2015-73.

- Petridou A, Siopi A, Mougios V. Exercise in the management of obesity. *Metabolism*. 2019 Mar;92:163-169. doi: 10.1016/j.metabol.2018.10.009.
- Pinheiro MB, Polese JC, Faria CD, Machado GC, Parreira VF, Britto RR et al. Inspiratory muscular weakness is most evident in chronic stroke survivors with lower walking speeds. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2014 Jun;50(3):301-7.
- Polese JC, Pinheiro MB, Faria CD, Britto RR, Parreira VF, Teixeira-Salmela LF. Strength of the respiratory and lower limb muscles and functional capacity in chronic stroke survivors with different physical activity levels. *Braz J Phys Ther*. 2013 Sep-Oct;17(5):487-93. doi: 10.1590/S1413-35552012005000114.
- Pollock RD, Rafferty GF, Moxham J, Kalra L. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review. *Int J Stroke*. 2013 Feb;8(2):124-30. doi: 10.1111/j.1747-4949.2012.00811.x.
- Pompeiano O. Neural mechanisms of postural Control. En: Taguchi K, Igarashi M, Mori S. *Vestibular and neural front*. Amsterdam: Elsevier; 1994. p: 423-436.
- Pound P, Bury M, Ebrahim S. From apoplexy to stroke. *Age Ageing*. 1997 Sep;26(5):331-7. doi: 10.1093/ageing/26.5.331.
- Queiroz AG , da Silva DD , Amorim R,Lira C, Bassini SR,Uematsu ED. Treino Muscular Respiratório Associado à Eletroestimulação Diafragmática em Hemiparéticos. *Rev Neurocienc*. 2014;22:294 - 299
- Quezada Garcia, Huete García, Bascones serrano. Las Personas con daño cerebral adquirido en España [Internet]. Estudio realizado por FEDACE con la asistencia técnica de Intersocial. Ministerio de sanidad, servicios sociales e igualdad; 2017. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11181/5720>.
- Radu RA, Terecoasă EO, Băjenaru OA, Tiu C. Etiologic classification of ischemic stroke: Where do we stand? *Clin Neurol Neurosurg*. 2017 Aug;159:93-106. doi: 10.1016/j.clineuro.2017.05.019.

Ramos CF, Stark LW. Postural maintenance during fast forward bending: a model simulation experiment determines the "reduced trajectory". *Exp Brain Res.* 1990;82(3):651-7. doi: 10.1007/BF00228807.

Rode G, Tiliket C, Boisson D. Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. *Scand J Rehabil Med.* 1997 Mar;29(1):11-6.

Rosamond W, Flegal K, Furie K, Go A, Greenlund K, Haase N, et al. Heart disease and stroke statistics--2008 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation.* 2008 Jan; 117(4):e25-146. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.107>

Rose DK, Nadeau SE, Wu SS, Tilson JK, Dobkin BH, Pei Q. Locomotor Training and Strength and Balance Exercises for Walking Recovery After Stroke: Response to Number of Training Sessions. *Phys Ther.* 2017 Nov 1;97(11):1066-1074. doi: 10.1093/ptj/pzx079.

Sacco RL, Foulkes MA, Mohr JP, Wolf PA, Hier DB, Price TR. Determinants of early recurrence of cerebral infarction. The Stroke Data Bank. *Stroke.* 1989 Aug;20(8):983-9. doi: 10.1161/01.str.20.8.983.

Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2013 Jul;44(7):2064-89. doi: 10.1161/STR.0b013e318296aeca.

Sackley CM. The relationships between weight-bearing asymmetry after stroke, motor function and activities of daily living. *Physiotherapy Theory Pract,* 1990;6:179-185

Sackley CM, Hill HJ, Pound K, Foxall A. The intra-rater reliability of the balance performance monitor when measuring sitting symmetry and weight-shift activity after stroke in a community setting. *Clin Rehabil.* 2005 Oct;19(7):746-50. doi: 10.1191/0269215505cr863oa.

Saeys W, Vereeck L, Truijen S, Lafosse C, Wuyts FP, Heyning PV. Randomized controlled trial of truncal exercises early after stroke to improve balance and mobility. *Neurorehabil Neural Repair.* 2012 Mar-Apr;26(3):231-8. doi: 10.1177/1545968311416822.

Santos RSD, Dall'alba SCF, Forgiarini SGI, Rossato D, Dias AS, Forgiarini Junior LA. Relationship between pulmonary function, functional independence, and trunk control in patients with stroke. *Arq Neuropsiquiatr*. 2019 Jul 15;77(6):387-392. doi: 10.1590/0004-282X20190048.

Sartor LCA, Luvizutto GJ, de Souza JT, Silva Dalle Molle ER, Modolo GP, da Silva TR et al. Respiratory Function and Grip Strength in the Acute Phase of Stroke Are Associated with Stroke Severity and Disability at Hospital Discharge. *Rehabil Res Pract*. 2020 Feb 3;2020:1636540. doi: 10.1155/2020/1636540.

Santos RSD, Dall'alba SCF, Forgiarini SGI, Rossato D, Dias AS, Forgiarini Junior LA. Relationship between pulmonary function, functional independence, and trunk control in patients with stroke. *Arq Neuropsiquiatr*. 2019 Jul 15;77(6):387-392. doi: 10.1590/0004-282X20190048.

Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Kilrane M, Greig CA, Brazzelli M, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Mar 24;3(3):CD003316. doi: 10.1002/14651858.CD003316.pub6.

Saunders SW, Rath D, Hodges PW. Postural and respiratory activation of the trunk muscles changes with mode and speed of locomotion. *Gait Posture*. 2004 Dec;20(3):280-90. doi: 10.1016/j.gaitpost.2003.10.003.

Schmidt A, Wellmann J, Schilling M, Strecker JK, Sommer C, Schäbitz WR, Diederich K, Minnerup J. Meta-analysis of the efficacy of different training strategies in animal models of ischemic stroke. *Stroke*. 2014 Jan;45(1):239-47. doi: 10.1161/STROKEAHA.113.002048.

Sezer N, Ordu NK, Sutbeyaz ST, Koseoglu BF. Cardiopulmonary and metabolic responses to maximum exercise and aerobic capacity in hemiplegic patients. *Funct Neurol*. 2004 Oct-Dec;19(4):233-8.

Shei RJ. Training Load Influences the Response to Inspiratory Muscle Training. *J Sports Sci Med*. 2020 Nov 19;19(4):772-773.

Sieck GC, Ferreira LF, Reid MB, Mantilla CB. Mechanical properties of respiratory muscles. *Compr Physiol*. 2013 Oct;3(4):1553-67. doi: 10.1002/cphy.c130003.

Similowski T, Catala M, Rancurel G, Derenne JP. Impairment of central motor conduction to the diaphragm in stroke. *Am J Respir Crit Care Med*. 1996 Aug;154(2 Pt 1):436-41. doi: 10.1164/ajrccm.154.2.8756819.

Simpson LA, Miller WC, Eng JJ. Effect of stroke on fall rate, location and predictors: a prospective comparison of older adults with and without stroke. *PLoS One*. 2011 Apr 29;6(4):e19431. doi: 10.1371/journal.pone.0019431.

Sobrino García P, García Pastor A, García Arratibel A, Vicente Peracho G, Rodriguez Cruz PM, Pérez Sánchez JR et al. Clasificación etiológica del ictus isquémico: comparación entre la nueva clasificación A-S-C-O y la clasificación del Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología. *Neurología*. 2013 Sep;28(7):417-24. doi: 10.1016/j.nrl.2012.07.005.

Song GB, Park EC. Effects of chest resistance exercise and chest expansion exercise on stroke patients' respiratory function and trunk control ability. *J Phys Ther Sci*. 2015 Jun;27(6):1655-8. doi: 10.1589/jpts.27.1655.

Song GB, Park EC. Effect of virtual reality games on stroke patients' balance, gait, depression, and interpersonal relationships. *J Phys Ther Sci*. 2015 Jul;27(7):2057-60. doi: 10.1589/jpts.27.2057.

Stein R, Selvadurai H, Coates A, Wilkes DL, Schneiderman-Walker J, Corey M. Determination of maximal voluntary ventilation in children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2003 Jun;35(6):467-71. doi: 10.1002/ppul.10298.

Sulter G, Steen C, De Keyser J. Use of the Barthel index and modified Rankin scale in acute stroke trials. *Stroke*. 1999 Aug;30(8):1538-41. doi: 10.1161/01.str.30.8.1538.

Sun J, Ke Z, Yip SP, Hu XL, Zheng XX, Tong KY. Gradually increased training intensity benefits rehabilitation outcome after stroke by BDNF upregulation and stress suppression. *Biomed Res Int*. 2014;2014:925762. doi: 10.1155/2014/925762.

Sutbeyaz ST, Koseoglu F, Inan L, Coskun O. Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a

randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010 Mar;24(3):240-50. doi: 10.1177/0269215509358932.

Tally Z, Boetefuer L, Kauk C, Perez G, Schrand L, Hoder J. The efficacy of treadmill training on balance dysfunction in individuals with chronic stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil.* 2017 Oct;24(7):539-546. doi: 10.1080/10749357.2017.1345445.

Tasseel-Ponche S, Yelnik AP, Bonan IV. Motor strategies of postural control after hemispheric stroke. *Neurophysiol Clin.* 2015 Nov;45(4-5):327-33. doi: 10.1016/j.neucli.2015.09.003.

Taub E, Uswatte G. Constraint-induced movement therapy: bridging from the primate laboratory to the stroke rehabilitation laboratory. *J Rehabil Med.* 2003 May;(41 Suppl):34-40. doi: 10.1080/16501960310010124.

Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-Induced Movement Therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation--a clinical review. *J Rehabil Res Dev.* 1999 Jul;36(3):237-51.

Taylor-Rowan M, Wilson A, Dawson J, Quinn TJ. Functional Assessment for Acute Stroke Trials: Properties, Analysis, and Application. *Front Neurol.* 2018 Mar 26;9:191. doi: 10.3389/fneur.2018.00191.

Teixeira-Salmela LF, Parreira VF, Britto RR, Brant TC, Inácio EP, Alcântara TO et al. Respiratory pressures and thoracoabdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005 Oct;86(10):1974-8. doi: 10.1016/j.apmr.2005.03.035.

Tell A, Bagali S, Aithala M, Khodnapur J, Dhanakshirur GB. Alterations in minute ventilation, maximum voluntary ventilation and dyspneic index in different trimesters of pregnancy. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2014 Jan-Mar;58(1):96-9. PMID: 25464685.

Titus AW, Hillier S, Louw QA, Inglis-Jassiem G. An analysis of trunk kinematics and gait parameters in people with stroke. *Afr J Disabil.* 2018 Mar 29;7:310. doi: 10.4102/ajod.v7i0.310.

Tyson SF. Trunk kinematics in hemiplegic gait and the effect of walking aids. *Clin Rehabil.* 1999 Aug;13(4):295-300. doi: 10.1191/026921599666307333.

Ustrell-Roig X, Serena-Leal J. Ictus. Diagnóstico y tratamiento de las enfermedades cerebrovasculares. *Rev Esp Cardiol.* 2007 Jul;60(7):753-69. doi.org: 10.1157/13108281

Van Bloemendaal M, Bout W, Bus SA, Nollet F, Geurts AC, Beelen A. Validity and reproducibility of the Functional Gait Assessment in persons after stroke. *Clin Rehabil.* 2019 Jan;33(1):94-103. doi: 10.1177/0269215518791000.

Van Criekinge T, Truijten S, Verbruggen C, Van de Venis L, Saeys W. The effect of trunk training on muscle thickness and muscle activity: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2019 Jul;41(15):1751-1759. doi: 10.1080/09638288.2018.1445785.

Van Criekinge T, Truijten S, Schröder J, Maebe Z, Blanckaert K, van der Waal C et al. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2019 Jun;33(6):992-1002. doi: 10.1177/0269215519830159.

Van de Port IG, Kwakkels G, Lindeman E. Community ambulation in patients with chronic stroke: how is it related to gait speed? *J Rehabil Med.* 2008 Jan;40(1):23-7. doi: 10.2340/16501977-0114.

Van der Palen J, Rea TD, Manolio TA, Lumley T, Newman AB, Tracy RP, Enright PL, Psaty BM. Respiratory muscle strength and the risk of incident cardiovascular events. *Thorax.* 2004 Dec;59(12):1063-7. doi: 10.1136/thx.2004.021915.

Van Schaik P, Blake J, Pernet F, Spears I, Fencott C. Virtual augmented exercise gaming for older adults. *Cyberpsychol Behav.* 2008 Feb;11(1):103-6. doi: 10.1089/cpb.2007.9925.

Van Vliet PM, Lincoln NB, Foxall A. Comparison of Bobath based and movement science based treatment for stroke: a randomised controlled trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2005 Apr;76(4):503-8. doi: 10.1136/jnnp.2004.040436.

Veerbeek JM, Van Wegen E, Van Peppen R, Van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014 Feb 4;9(2):e87987. doi: 10.1371/journal.pone.0087987.

Verheyden G, Vereeck L, Truijen S, Troch M, Herregodts I, Lafosse C et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil*. 2006 May;20(5):451-8. doi: 10.1191/0269215505cr955oa.

Viosca E, Martínez JL, Almagro PL, Gracia A, González C. Proposal and validation of a new functional ambulation classification scale for clinical use. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005 Jun;86(6):1234-8. doi: 10.1016/j.apmr.2004.11.016.

Volianitis, S, McConnell, AK, Koutedakis, Y, McNaughton, L, Backx, K, Jones, DA. Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 May; 33(5): 803–809. doi:10.1097/00005768-200105000-00020

Voyvoda N, Yücel C, Karatas G, Oguzülgen I, Oktar S. An evaluation of diaphragmatic movements in hemiplegic patients. *Br J Radiol*. 2012 Apr;85(1012):411-4. doi: 10.1259/bjr/71968119.

Walterspacher S, Pietsch F, Walker DJ, Röcker K, Kabitz HJ. Activation of respiratory muscles during respiratory muscle training. *Respir Physiol Neurobiol*. 2018 Jan;247:126-132. doi: 10.1016/j.resp.2017.10.004.

Wang C, Yu L, Yang J, Wang RW, Zheng YN, Zhang Y. Effectiveness of LiuZiJue Qigong versus traditional core stability training for poststroke patients complicated with abnormal trunk postural control: study protocol for a single-center randomized controlled trial. *Trials*. 2020 Mar 12;21(1):254. doi: 10.1186/s13063-020-4117-6.

Wang CH, Hsueh IP, Sheu CF, Hsieh CL. Discriminative, predictive, and evaluative properties of a trunk control measure in patients with stroke. *Phys Ther*. 2005 Sep;85(9):887-94.

Wang Z, Wang L, Fan H, Lu X, Wang T. Effect of low-intensity ergometer aerobic training on glucose tolerance in severely impaired nondiabetic stroke patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2014 Mar;23(3):e187-93. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.09.021.

Ward K, Seymour J, Steier J, Jolley CJ, Polkey MI, Kalra L. Acute ischaemic hemispheric stroke is associated with impairment of reflex in addition to voluntary cough. *Eur Respir J*. 2010 Dec;36(6):1383-90. doi: 10.1183/09031936.00010510.

Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ. The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *J Sci Med Sport*. 2007 Feb;10(1):36-44. doi: 10.1016/j.jsams.2006.05.002.

Westerlind EK, Lernfelt B, Hansson PO, Persson CU. Drug Treatment, Postural Control, and Falls: An Observational Cohort Study of 504 Patients With Acute Stroke, the Fall Study of Gothenburg. *Arch Phys Med Rehabil*. 2019 Jul;100(7):1267-1273. doi: 10.1016/j.apmr.2018.12.018.

World Confederation for Physical Therapy (WCPT) [Internet]. Londres:World Physiotherapy;2019 [Citado el 20 de junio de 2020]. Disponible en: PS-2019-Description-of-physical-therapy.pdf (world.physio)

World Health Organization (WHO). World Health Organization: International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Ginebra, Suiza: WHO; 2001.

Wiklund I. The Nottingham Health Profile--a measure of health-related quality of life. *Scand J Prim Health Care Suppl*. 1990;1:15-8.

Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. 2016 Jun;47(6):e98-e169. doi: 10.1161/STR.0000000000000098.

Wolpert DM, Ghahramani Z, Jordan MI. An internal model for sensorimotor integration. *Science*. 1995 Sep 29;269(5232):1880-2. doi: 10.1126/science.7569931.

Woodbury ML, Howland DR, McGuirk TE, Davis SB, Senesac CR, Kautz S. Effects of trunk restraint combined with intensive task practice on poststroke upper extremity reach and function: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009 Jan;23(1):78-91. doi: 10.1177/1545968308318836.

Wu F, Liu Y, Ye G, Zhang Y. Respiratory Muscle Training Improves Strength and Decreases the Risk of Respiratory Complications in Stroke Survivors: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101(11):1991-2001. doi:10.1016/j.apmr.2020.04.017

Yang SY, Lin CY, Lee YC, Chang JH. The Canadian occupational performance measure for patients with stroke: a systematic review. *J Phys Ther Sci.* 2017 Mar;29(3):548-555. doi: 10.1589/jpts.29.548.

Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, Sung WH, Wang RY. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2008 Aug;28(2):201-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.11.007.

Yew KS, Cheng E. Diagnosis of acute stroke. *Am Fam Physician.* 2015 Apr 15;91(8):528-36.

Yoo HJ, Pyun SB. Efficacy of Bedside Respiratory Muscle Training in Patients With Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018 Oct;97(10):691-697. doi: 10.1097/PHM.0000000000000933.

You SH, Jang SH, Kim YH, Hallett M, Ahn SH, Kwon YH. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke.* 2005 Jun;36(6):1166-71. doi: 10.1161/01.STR.0000162715.43417.91.

Yu WH, Hsueh IP, Hou WH, Wang YH, Hsieh CL. A comparison of responsiveness and predictive validity of two balance measures in patients with stroke. *J Rehabil Med.* 2012 Feb;44(2):176-80. doi: 10.2340/16501977-0903.

Zhang X, Zheng Y, Dang Y, Wang L, Cheng Y, Zhang X. Can inspiratory muscle training benefit patients after stroke? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil.* 2020 Jul;34(7):866-876. doi: 10.1177/026921552092622722124796

ANEXOS

ANEXO I. AUTORIZACIÓN COMITÉ DE ÉTICA.



Arrixaca
Hospital Universitario
"Virgen de la Arrixaca"

Ctra. Madrid - Cartagena • Tel. 968 36 95 00
30120 El Palmar (Murcia)

Dr. Luis García-Marcos Álvarez
Vicepresidente del CEIC Hospital Virgen de la Arrixaca

CERTIFICA

Que el CEIC Hospital Virgen de la Arrixaca en su reunión del día 29/01/2018, acta 01/2018 ha evaluado la propuesta de la investigadora **Alicia Tovar Alcaraz** referida al estudio:

Título: Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la función pulmonar (IMT), la fuerza muscular inspiratoria y el equilibrio en los pacientes tras el ictus durante la fase subaguda

Código Interno: 2017-10-4-HCUVA


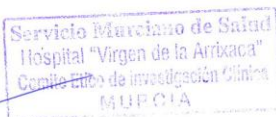
1º. Considera que

- Se respetan los principios éticos básicos y su realización es pertinente.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- Se cumplen los requisitos de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- La capacidad de la investigadora **Alicia Tovar Alcaraz** y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

2º. Por lo que este CEIC emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

Lo que firmo en Murcia, a 29 de enero de 2018

Fdo:

Dr. Luis García-Marcos Álvarez
Vicepresidente del CEIC Hospital Virgen de la Arrixaca

ANEXO II. CONSENTIMIENTO INFORMADO.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El/La.....informa el paciente o representante legal
(familiar de referencia o tutor) Sr./
Sra.....
..... de la existencia de un proyecto de investigación sobre el ictus y pide su participación.

Este proyecto tiene por objeto valorar los efectos de un programa de entrenamiento específico de la musculatura inspiratoria sobre la función pulmonar, la fuerza inspiratoria y el equilibrio de pacientes que han sufrido un Ictus, en el ámbito de los pacientes que acuden a tratamiento de fisioterapia en el Servicio de Rehabilitación del Hospital Virgen de la Arrixaca.

El estudio no supone ningún riesgo conocido para los participantes en el mismo.

El beneficio del estudio estará en profundizar sobre los efectos de tratamiento del sistema respiratorio en los pacientes con ictus. A corto plazo se prevé que los resultados obtenidos puedan beneficiar a la persona participante.

Los responsables del estudio son fisioterapeutas del centro, docentes e investigadores de la Universidad Católica de San Antonio de Murcia, así como de la Universidad Miguel Hernández. El equipo investigador garantiza la confidencialidad respecto a la identidad del participante y los resultados derivados de la investigación serán utilizados para los fines descritos y no otros.

He sido informado de la naturaleza del estudio que se resume en esta hoja, he podido hacer preguntas que aclaran mis dudas y finalmente he tomado la decisión de participar, sabiendo que la decisión no afecta a la atención médica y de fisioterapia en el centro y que me puedo retirar del estudio en cualquier momento.

	Nombre y Apellidos	Fecha	Firma
Paciente			
Familiar o tutor			
Informante			

ANEXO III. PLANILLA RECOGIDA DE DATOS.

“Estudio de investigación: Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la función pulmonar, la fuerza muscular inspiratoria y el equilibrio en pacientes con ictus en fase aguda-subaguda”. IMT/ICTUS: _____

Fecha inicio estudio: _____ Fecha fin estudio: _____

1. Datos personales:

Fecha de nacimiento:

Género: M F Edad:.....años.

Nivel de estudios: Primaria Secundaria Bachillerato Universitaria

Estado civil: Soltero Casado/Pareja Divorciado/separado Viudo

Ocupación: Estudia Estudia/Trabaja Parado Jubilado

Población:

2. Antecedentes

Fecha del ictus:

Tipo de ictus:

.....

Localización:

(Marcar con una X lo que corresponda):

HTA: Si No

DM: Si No TIPO: 1: 2:

Dislipidemias: Si No

Fumador habitual: Si No Exfumador: Si No

Actividad física en el último año previo ICTUS: Si No

3. Patologías actuales asociadasCardiacas: Si Cuál?:..... No Respiratorias: Si Cuál?:..... No Neurológicas: Si Cuál?:..... No Osteoarticulares: Si Cuál?:..... No **4. Datos espirométricos y presiones respiratorias máximas:**

Peso:	Altura:
--------------	----------------

	Pre	Post		Pre	2ª Eval	Post
FVC			PiMax:			
FEV₁			VVM		XXXXX	
PEF						

5. Equilibrio, control de tronco, movilidad y marcha (puntuar conforme proceda):

	PRE	POST
Test de control de tronco (TCT)		
Postural assessment scale (PASS)		
Berg balance scale (BBS)		
Escala de valoración de la capacidad de marcha (FAC)		
Categorías de la marcha funcional del hospital de Sagunto (FACHS)		

ANEXO IV. POSTURAL ASSESSMENT SCALE FOR STROKE PATIENTS

Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS), versión española.

Movilidad

Señalar con una (X) la opción que proceda:

Ítem 1. En decúbito supino, girarse por el lado afecto

- No puede realizar la actividad (0 puntos)
- Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto)
- Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos)
- Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)

Ítem 2. En decúbito supino, girarse por el lado no afecto

- No puede realizar la actividad (0 puntos)
- Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto)
- Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos)
- Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)

Ítem 3. De supino a sentado al borde de la cama o camilla

- No puede realizar la actividad (0 puntos)
- Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto)
- Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos)
- Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)

Ítem 4. Sentado sobre la camilla o cama, pasar a decúbito supino

- No puede realizar la actividad (0 puntos)
- Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto)
- Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos)
- Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)

Ítem 5. Sentado sobre la camilla o cama, levantarse

- No puede realizar la actividad (0 puntos)
- Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto)
- Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos)
- Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)

Ítem 6. De pie, pasar a sentado

- No puede realizar la actividad (0 puntos)

- Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto)
- Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos)
- Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)

Ítem 7. De pie, poder coger un objeto del suelo

- No puede realizar la actividad (0 puntos)
- Puede realizar la actividad con ayuda importante (1 punto)
- Puede realizar la actividad con ayuda moderada (2 puntos)
- Puede realizar la actividad sin ayuda (3 puntos)

TOTAL movilidad (21 puntos) ____ puntos.

Equilibrio

Ítem 8. Sentado sin apoyo al borde de la cama o camilla, los pies tocan al suelo

- Imposible (0 puntos)
- Necesita un apoyo moderado de una mano (1 punto)
- Se mantiene sentado más de 10 segundos sin ayuda (2 puntos)
- Se mantiene sentado más de 5 minutos sin ayuda (3 puntos)

Ítem 9. De pie con apoyo

- Imposible (0 puntos)
- Necesita dos personas (1 punto)
- Ayuda moderada de una persona (2 puntos)
- Necesita solo la ayuda de una mano del paciente (3 puntos)

Ítem 10. De pie sin apoyo

- Imposible (0 puntos)
- Puede mantenerse de pie al menos 10 segundos sin ayuda (probablemente de manera muy asimétrica) (1 punto)
- Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda (2 puntos)
- Puede mantenerse de pie al menos un minuto sin ayuda y además puede hacer movimientos amplios del (los) miembro(s) superior(es) por encima del hombro (3 puntos)

Ítem 11. Apoyo monopodal del lado afecto sin ningún tipo de ayuda

- Imposible (0 puntos)
- Sólo unos segundos ≤ 5 (1 punto)
- Más de 5 segundos ≤ 10 (2 puntos)
- Más de 10 segundos (3 puntos)

Ítem 12. Apoyo monopodal del lado sano sin ningún tipo de ayuda

Imposible (0 puntos)

Sólo unos segundos ≤ 5 (1 punto)

Más de 5 segundos ≤ 10 (2 puntos)

Más de 10 segundos (3 puntos)

TOTAL equilibrio (15 puntos) ____puntos

TOTAL escala PASS (36 puntos) _____puntos

ANEXO V. TEST DE CONTROL DE TRONCO.

Test de control de tronco:

Pedir al paciente tumbado en la camilla los siguientes movimientos, puntuar conforme proceda:

T1: En decúbito supino volteo hacia el lado pléjico.	_____
T2: En decúbito supino volteo hacia el lado sano.	_____
T3: Transferencia de decúbito supino a sedestación en la cama.	_____
T4: Sentarse en la cama con los pies colgando en una posición equilibrada durante 30 segundos.	_____
Puntuación total: T1+T2+T3+T4.	_____

ANEXO VI. ESCALA DE EQUILIBRIO DE BERG

Escala de equilibrio de Berg (Berg balance scale)

Hacer una demostración de cada función. Al puntuar recoger la respuesta más baja aplicada a cada ítem.

El equipamiento requerido para la realización del test consiste en un cronómetro o reloj con segundero, una regla u otro indicador de 5, 12 y 25 cm. Las sillas utilizadas deben tener una altura razonable. Para la realización del ítem 12, se precisa un escalón o un taburete (de altura similar a un escalón).

1. DE SEDESTACIÓN A BIPEDESTACIÓN

INSTRUCCIONES: Por favor, levántese. Intente no ayudarse de las manos.

- () 4 capaz de levantarse sin usar las manos y de estabilizarse independientemente
- () 3 capaz de levantarse independientemente usando las manos
- () 2 capaz de levantarse usando las manos y tras varios intentos
- () 1 necesita una mínima ayuda para levantarse o estabilizarse
- () 0 necesita una asistencia de moderada a máxima para levantarse

2. BIPEDESTACIÓN SIN AYUDA

INSTRUCCIONES: Por favor, permanezca de pie durante dos minutos sin agarrarse.

- () 4 capaz de estar de pie durante 2 minutos de manera segura
- () 3 capaz de estar de pie durante 2 minutos con supervisión
- () 2 capaz de estar de pie durante 30 segundos sin agarrarse
- () 1 necesita varios intentos para permanecer de pie durante 30 segundos sin agarrarse
- () 0 incapaz de estar de pie durante 30 segundos sin asistencia

3. SEDESTACIÓN SIN APOYAR LA ESPALDA, PERO CON LOS PIES SOBRE EL SUELO O SOBRE UN TABURETE O ESCALÓN

INSTRUCCIONES: Por favor, siéntese con los brazos junto al cuerpo durante 2 min.

- () 4 capaz de permanecer sentado de manera segura durante 2 minutos
- () 3 capaz de permanecer sentado durante 2 minutos bajo supervisión
- () 2 capaz de permanecer sentado durante 30 segundos
- () 1 capaz de permanecer sentado durante 10 segundos
- () 0 incapaz de permanecer sentado sin ayuda durante 10 segundos

4. DE BIPEDESTACIÓN A SEDESTACIÓN

INSTRUCCIONES: Por favor, siéntese.

- 4 se sienta de manera segura con un mínimo uso de las manos
- 3 controla el descenso mediante el uso de las manos
- 2 usa la parte posterior de los muslos contra la silla para controlar el descenso
- 1 se sienta independientemente, pero no controla el descenso
- 0 necesita ayuda para sentarse

5. TRANSFERENCIAS

INSTRUCCIONES: Prepare las sillas para una transferencia en pivot. Pida al paciente de pasar primero a un asiento con apoyabrazos y a continuación a otro asiento sin apoyabrazos. Se pueden usar dos sillas (una con y otra sin apoyabrazos) o una cama y una silla.

- 4 capaz de transferir de manera segura con un mínimo uso de las manos
- 3 capaz de transferir de manera segura con ayuda de las manos
- 2 capaz de transferir con indicaciones verbales y/o supervisión
- 1 necesita una persona que le asista
- 0 necesita dos personas que le asistan o supervisen la transferencia para que sea segura.

6. BIPEDESTACIÓN SIN AYUDA CON OJOS CERRADOS

INSTRUCCIONES: Por favor, cierre los ojos y permanezca de pie durante 10 seg.

- 4 capaz de permanecer de pie durante 10 segundos de manera segura
- 3 capaz de permanecer de pie durante 10 segundos con supervisión
- 2 capaz de permanecer de pie durante 3 segundos
- 1 incapaz de mantener los ojos cerrados durante 3 segundos pero capaz de permanecer firme
- 0 necesita ayuda para no caerse

7. PERMANECER DE PIE SIN AGARRARSE CON LOS PIES JUNTOS

INSTRUCCIONES: Por favor, junte los pies y permanezca de pie sin agarrarse.

- 4 capaz de permanecer de pie con los pies juntos de manera segura e independiente durante 1 minuto
- 3 capaz de permanecer de pie con los pies juntos independientemente durante 1 minuto con supervisión
- 2 capaz de permanecer de pie con los pies juntos independientemente, pero incapaz de mantener la posición durante 30 segundos
- 1 necesita ayuda para lograr la postura, pero es capaz de permanecer de pie

durante 15 segundos con los pies juntos

() 0 necesita ayuda para lograr la postura y es incapaz de mantenerla durante 15 seg

8. LLEVAR EL BRAZO EXTENDIDO HACIA DELANTE EN BIPEDESTACIÓN

INSTRUCCIONES: Levante el brazo a 90°. Estire los dedos y llévelo hacia delante todo lo que pueda. El examinador coloca una regla al final de los dedos cuando el brazo está a 90°. Los dedos no deben tocar la regla mientras llevan el brazo hacia delante. Se mide la distancia que el dedo alcanza mientras el sujeto está lo más inclinado hacia adelante. Cuando es posible, se pide al paciente que use los dos brazos para evitar la rotación del tronco

- () 4 puede inclinarse hacia delante de manera cómoda >25 cm
- () 3 puede inclinarse hacia delante de manera segura >12 cm
- () 2 can inclinarse hacia delante de manera segura >5 cm
- () 1 se inclina hacia delante pero requiere supervisión
- () 0 pierde el equilibrio mientras intenta inclinarse hacia delante o requiere ayuda

9. EN BIPEDESTACIÓN, RECOGER UN OBJETO DEL SUELO

INSTRUCCIONES: Recoger el objeto (zapato/zapatilla) situado delante de los pies

- () 4 capaz de recoger el objeto de manera cómoda y segura
- () 3 capaz de recoger el objeto pero requiere supervisión
- () 2 incapaz de coger el objeto pero llega de 2 a 5cm (1-2 pulgadas) del objeto y mantiene el equilibrio de manera independiente
- () 1 incapaz de recoger el objeto y necesita supervisión al intentarlo
- () 0 incapaz de intentarlo o necesita asistencia para no perder el equilibrio o caer

10. EN BIPEDESTACIÓN, GIRARSE PARA MIRAR ATRÁS

INSTRUCCIONES: Gire para mirar atrás a la izquierda. Repita lo mismo a la derecha
El examinador puede sostener un objeto por detrás del paciente al que puede mirar para favorecer un mejor giro.

- () 4 mira hacia atrás hacia ambos lados y desplaza bien el peso
- () 3 mira hacia atrás desde un solo lado, en el otro lado presenta un menor desplazamiento del peso del cuerpo
- () 2 gira hacia un solo lado pero mantiene el equilibrio
- () 1 necesita supervisión al girar
- () 0 necesita asistencia para no perder el equilibrio o caer

11. GIRAR 360 GRADOS

INSTRUCCIONES: Dar una vuelta completa de 360 grados. Pausa. A continuación, repetir lo mismo hacia el otro lado.

- () 4 capaz de girar 360 grados de una manera segura en 4 segundos o menos
- () 3 capaz de girar 360 grados de una manera segura sólo hacia un lado en 4 segundos o menos
- () 2 capaz de girar 360 grados de una manera segura, pero lentamente
- () 1 necesita supervisión cercana o indicaciones verbales
- () 0 necesita asistencia al girar

12. SUBIR ALTERNANTE LOS PIES A UN ESCALÓN O TABURETE EN BIPEDESTACIÓN SIN AGARRARSE

INSTRUCCIONES: Sitúe cada pie alternativamente sobre un escalón/taburete. Repetir la operación 4 veces para cada pie.

- () 4 capaz de permanecer de pie de manera segura e independiente y completar 8 escalones en 20 segundos
- () 3 capaz de permanecer de pie de manera independiente y completar 8 escalones en más de 20 segundos
- () 2 capaz de completar 4 escalones sin ayuda o con supervisión
- () 1 capaz de completar más de 2 escalones necesitando una mínima asistencia
- () 0 necesita asistencia para no caer o es incapaz de intentarlo

13. BIPEDESTACIÓN CON LOS PIES EN TANDEM

INSTRUCCIONES: Demostrar al paciente. Sitúe un pie delante del otro. Si piensa que no va a poder colocarlo justo delante, intente dar un paso hacia delante de manera que el talón del pie se sitúe por delante del zapato del otro pie (para puntuar 3 puntos, la longitud del paso debería ser mayor que la longitud del otro pie y la base de sustentación debería aproximarse a la anchura del paso normal del sujeto).

- () 4 capaz de colocar el pie en tándem independientemente y sostenerlo durante 30 seg
- () 3 capaz de colocar el pie por delante del otro de manera independiente y sostenerlo durante 30 segundos
- () 2 capaz de dar un pequeño paso de manera independiente y sostenerlo durante 30 segundos
- () 1 necesita ayuda para dar el paso, pero puede mantenerlo durante 15 segundos
- () 0 pierde el equilibrio al dar el paso o al estar de pie.

14. BIPEDESTACIÓN SOBRE UN PIE

INSTRUCCIONES: Apoyo sobre un pie sin agarrarse() 4 capaz de levantar la pierna independientemente y sostenerla durante >10 seg.

- () 3 capaz de levantar la pierna independientemente y sostenerla entre 5-10 seg.
- () 2 capaz de levantar la pierna independientemente y sostenerla durante 3 ó más segundos
- () 1 intenta levantar la pierna, incapaz de sostenerla 3 segundos, pero permanece de pie de manera independiente
- () 0 incapaz de intentarlo o necesita ayuda para prevenir una caída

Puntuacion total (Máximo= 56): _____ puntos.

ANEXO VII. ESCALA FAC Y FACHS

Escala de Evaluación para la Capacidad de marcha, según Funcional Ambulatory Classifier (FAC). Señalar el nivel que proceda con una (X)

- Nivel 0: Marcha nula o con ayuda física de 2 persona
- Nivel 1: Marcha con gran ayuda física de una persona
- Nivel 2: Marcha con un ligero contacto físico con una persona
- Nivel 3: Marcha sólo, pero necesita supervisión de una persona
- Nivel 4: Marcha independiente en terreno llano, pero no en escalera
- Nivel 5: Marcha en terrenos irregulares

5. Clasificación funcional de la marcha del Hospital de Sagunto(FACHS). Señalar el nivel que proceda con una (X). Marcar lo que el paciente sea capaz en el momento del test.

- Nivel 5: Normal
Normal en distancia y apariencia, sin limitación en distancia ni cojera o anomalía estética. Puede andar de puntillas, talones y en tándem
- Nivel 4: Independiente por la comunidad pero anormal
Puede andar en todo tipo de superficie irregular. Puede subir escaleras o rampas. Tienen una considerable distancia de marcha, puede incluso ir a por comida o realizar tareas básicas. Sin embargo, no se consideran deambuladores normales porque tienen anomalías estéticas como cojera obvia.
- Nivel 3: Por el barrio o alrededor de casa
Posibilidad de andar en interiores y exteriores en superficies desiguales, y con posibilidad ocasional de subir un escalón. Por lo tanto, el paciente es capaz de andar en la calle, aunque dentro de una distancia de marcha restringida.
- Nivel 2: En el domicilio o de interior
Deambulación únicamente en interiores, en casa, superficies lisas, en un área controlada y conocida, con la del hogar.
- Nivel 1: No funcional
Marcha dependiente, que requiere la ayuda permanente de otros. El paciente debe ser ayudado firmemente por 1 ó 2 personas, andar solamente es posible dentro de la sesión de fisioterapia en casa o en el hospital en paralelas.
- Nivel 0: Imposible Incluso con ayuda externa

