

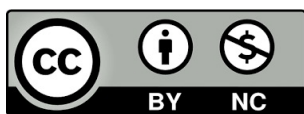
Maria Teresa Zarralanga Lasobras

Efecto de un Programa de
Ejercicio Físico Multicomponente
que Incluye Entrenamiento de la
Musculatura Inspiratoria y
Educación para la Salud, en la
Prevención de la Discapacidad
Funcional

Director/es

Serra Rexach, José Antonio
Mayordomo Cava, Jennifer
Gascón Catalán, Ana María

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>



Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

EFFECTO DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO
FÍSICO MULTICOMPONENTE QUE INCLUYE
ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA
INSPIRATORIA Y EDUCACIÓN PARA LA SALUD,
EN LA PREVENCIÓN DE LA DISCAPACIDAD
FUNCIONAL
ASOCIADA A LA HOSPITALIZACIÓN EN MAYORES

Autor

Maria Teresa Zarralanga Lasobras

Director/es

Serra Rexach, José Antonio
Mayordomo Cava, Jennifer
Gascón Catalán, Ana María

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y del Deporte

2024



**Universidad
Zaragoza**

Tesis Doctoral

Efecto de un Programa de Ejercicio Físico Multicomponente que Incluye Entrenamiento de la Musculatura Inspiratoria y Educación para la Salud, en la Prevención de la Discapacidad Funcional Asociada a la Hospitalización en Mayores de 74 años



Autora

Teresa Zarralanga Lasobras

Directores

José Antonio Serra Rexach

Jennifer Mayordomo Cava

Ana Gascón Catalán

Facultad de Ciencias de la Salud

2023

Dr. Don José Antonio Serra Rexach, Jefe del Servicio de Geriátría. Hospital General Universitario Gregorio Marañón y Profesor Titular de Universidad. Facultad de Medicina. Universidad Complutense

Dra. Doña Jennifer Mayordomo Cava, Profesora Acreditada de Ciencias Biomédicas. Universidad Camilo José Cela

Dra. Doña Ana Gascón Catalán, Profesora Titular de Universidad. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza.

CERTIFICAN

Que la presente memoria titulada *“Efecto de un programa de ejercicio multicomponente que Incluye Entrenamiento de la Musculatura Inspiratoria y Educación para la Salud, en la prevención de la Discapacidad Asociada a la Hospitalización en mayores de 74 años”*, corresponde al trabajo realizado bajo su dirección por Dña. Teresa Zarralanga Lasobras para su presentación como Tesis Doctoral en el Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud y el Deporte de la Universidad de Zaragoza.

Y para que conste, firman el presente certificado en Zaragoza, a

Dr. José Antonio Serra Rexach Dra. Jennifer Mayordomo Cava Dr. Ana Gascón Catalán

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar, a mis directores. Al Dr. Serra Rexach y Dra. Mayordomo Cava la oportunidad de realizar esta tesis doctoral, por abrirme las puertas a un proyecto tan bonito y por guiarme en el camino, por el apoyo y por la confianza. A la Dra. Gascón Catalán por su apoyo y ayuda a lo largo de todo el proceso.

Gracias a todas las personas del Servicio de Geriátrica, las que han trabajado directamente en el estudio y todas aquellas que trabajan a diario en la atención de los pacientes. No quiero olvidar a nadie, así que los incluyo a todos, porque todos ellos desde su puesto de trabajo, me han ayudado en algún momento durante el desarrollo de la fase de intervención. Se han implicado y han hecho que el proyecto AGEAR Plus, sea un proyecto de toda la planta.

Gracias a todos los pacientes que decidieron participar y a sus familias, por la confianza que han depositado en el proyecto, por el apoyo y la fuerza que han brindado a sus familiares a lo largo de todo el proceso y a mí en concreto durante toda la intervención y especialmente en las llamadas de seguimiento.

Y, por último, gracias a mi familia, a la pequeña y a la grande. Esto se ha alargado más de lo que pensaba, ya he perdido la cuenta de los fines de semana, vacaciones y celebraciones que os debo. Toño, ya sabes que esta tesis no la hubiera hecho sin tí y tooooda tu ayuda. Para la próxima, espero haber aprendido a usar los programas

1.ÍNDICE

1.	ÍNDICE	4
2.	ÍNDICE DE TABLAS	7
3.	INDICE DE FIGURAS.....	9
4.	ABREVIATURAS	11
5.	RESUMEN	12
6.	REVISION DEL TEMA	2
6.1.	Envejecimiento de la población	3
6.2.	Importancia de la función	4
6.3.	Utilización de los servicios sanitarios por los mayores	4
6.4.	Deterioro funcional asociado a la hospitalización	4
6.5.	Sistema respiratorio del mayor	6
6.5.1.	Sistema respiratorio y envejecimiento	6
6.5.2.	Sistema respiratorio, hospitalización y encamamiento	6
6.6.	Ejercicio físico.....	8
6.6.1.	Ejercicio respiratorio: evaluación de la función pulmonar y entrenamiento de la musculatura respiratoria	11
▪	Evaluación de la función pulmonar	11
▪	Fisioterapia Respiratoria y entrenamiento de la musculatura inspiratoria	11
6.7.	Educación para la salud	15
6.8.	Recomendaciones internacionales sobre desagregación datos por sexo en estudios clínicos.	15
7.	JUSTIFICACIÓN.....	17
8.	HIPÓTESIS.....	19
9.	OBJETIVOS.....	21
10.	MÉTODOS.....	23
10.1.	Diseño	23
10.2.	Inclusión en el estudio.....	23
10.3.	Participantes	23
10.3.1.	Criterios de inclusión	23
10.3.2.	Criterios de exclusión	23
10.4.	Aleatorización	24
10.5.	Intervención	24
10.6.	Programa de ejercicio físico multicomponente	24
10.6.1.	Calentamiento	25
10.6.2.	Potenciación muscular de miembros superiores e inferiores	25
10.6.3.	Equilibrio.....	25
10.6.4.	Estimulación de la marcha	25
10.6.5.	Entrenamiento de la musculatura inspiratoria	26
10.6.6.	Vuelta a la calma.....	26
10.7.	Educación para la salud	26
10.8.	Programa domiciliario post hospitalización	27
10.9.	Variables del estudio	27
10.10.	Evaluación de los pacientes y recogida de datos	29
10.11.	Cálculo del tamaño muestral	30
10.12.	Análisis Estadístico	30
11.	RESULTADOS	32
11.1.	Características de la muestra.....	33
11.2.	Análisis de la muestra segregada por sexo.....	37
11.3.	Programa de ejercicio físico multicomponente	40
11.3.1.	Entrenamiento durante la hospitalización	40
11.3.2.	Entrenamiento tras el alta hospitalaria	43

11.4. Resultados Objetivo 1: Efecto del programa de ejercicio físico multicomponente realizado durante la hospitalización y educación para la salud	45
Resultados Objetivo 1.1	45
Resultados Objetivo 1.2	46
▪ Índice de Katz.....	47
▪ Escala de deambulaci3n FAC	48
Resultados Objetivo 1.3:	50
Resultados Objetivo 1.4:	53
11.5. Resultado Objetivo 2: Capacidad inspiratoria al ingreso hospitalario y eficacia del programa de entrenamiento de la musculatura inspiratoria durante la hospitalizaci3n sobre la funci3n inspiratoria.	55
12. DISCUSI3N	59
13. CONCLUSIONES.....	69
14. BIBLIOGRAFÍA.....	71
15. ANEXOS.....	82
15.1. Aprobaci3n del comit3 Ético del Instituto de Investigaci3n Gregorio Marañ3n	83
15.2. Consentimiento informado.....	84
15.3. Cuaderno de recogida de datos del programa de ejercicio y educaci3n para la salud	87
15.4. Programa de Ejercicio domicilio.....	88
15.5. Calendario.....	89
15.6. Comunicaciones a congresos:	90
15.7. ArtÍCulo 1:	91
15.8. ArtÍCulo 2:	104
15.9. VÍdeo Programa de ejercicio:.....	110

2.ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios IMT y medición PIM en mayores hospitalizados	6-14
Tabla 2. Escalas, momento temporal de medición.....	29
Tabla 3. Motivos de exclusión	34
Tabla 4. Descripción de la muestra.....	35
Tabla 5. Capacidad funcional, puntuación y categorizada	36
Tabla 6. Capacidad funcional, puntuación y categorizada	37
Tabla 7. Características generales de la muestra segregadas por sexo.....	38
Tabla 8. Capacidad funcional, puntuación y categorizada, segregada por sexo	39
Tabla 9. Capacidad funcional, puntuación y categorizada, segregado por sexo	40
Tabla 10.- Adherencia al programa de ejercicio	40
Tabla 11.- Adherencia al programa de ejercicio segregado por sexo.....	41
Tabla 12.- Ejecución del programa de ejercicio multicomponente	42
Tabla 13.- Adherencia al programa de ejercicio a los 3 meses del alta hospitalaria	43
Tabla 14.- Adherencia al programa de ejercicio a los 3 meses del alta hospitalaria segregado por sexo	44
Tabla 15.- PIM y PIM esperada al ingreso y al alta	56
Tabla 16.- Porcentaje de IMW al ingreso y al alta	57

3. INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Población de 65 y más años. España, 1908-2035.	3
Figura 2. Protocolo del estudio	24
Figura 3. Diagrama de flujo. PIM, presión inspiratoria máxima (cmmH ₂ O)	33
Figura 4. Porcentaje de pacientes con o sin DAH	45
Figura 5. Grado del cambio funcional de IB	46
Figura 6. Porcentaje de mujeres con o sin DAH	47
Figura 7. Grado de cambio funcional Katz.....	48
Figura 8. Porcentaje de mujeres con o sin DAH	49
Figura 9. Grado de cambio funcional FAC	50
Figura 10. Evolución de la capacidad funcional a lo largo de la intervención medido con la escala IB.....	51
Figura 11. Evolución de la capacidad funcional a lo largo de la intervención medido con la escala Katz.....	52
Figura 12. Evolución de la capacidad funcional a lo largo de la intervención medido con la escala FAC.	53
Figura 13. Evolución de la capacidad funcional del ingreso a la alta medida con el test de Alusti.	54
Figura 14. Evolución de la capacidad funcional del ingreso al alta, medida con SPPB.....	54
Figura 15. Análisis del MIP.	58

4. ABREVIATURAS

ABVD: actividades básicas de la vida diaria

ANOVA: Analysis of variance

ATS/ERS: American Thoracic Society/European Respiratory

AVD: actividades de la vida diaria

CI: consentimiento informado

CO₂: dióxido de carbono

CV: capacidad vital

DAH: discapacidad asociada a la hospitalización

DT: desviación estándar

EF: ejercicio físico

EMT: expiratory muscle training (entrenamiento muscular espiratorio)

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

FAC: Functional Assessment Clasification (Clasificación funcional de la marcha)

FC: frecuencia cardíaca

FCV: capacidad vital forzada

FEV₁: volúmen espiratorio forzado en el primer segundo

FR: fisioterapia respiratoria

GC: grupo control

GI: grupo intervención

HGUGM: Hospital General Universitario Gregorio Marañón

ÍB: índice de Barthel

IC: intervalo de confianza

IMC: índice de masa corporal

IMT: inspiratory muscle training (entrenamiento muscular inspiratorio)

IMW: inspiratory muscle weakness (debilidad muscular inspiratoria)

INE: Instituto nacional de estadística

IQR: Inter cuartil

MET: Metabolic Equivalent of Task (Equivalente Metabólico de Tarea)

Min: minutos

MMII: miembro inferior

MMSS: miembro superior

MNA: Mini Nutritional Assessment (mini evaluación nutricional)

MR: musculatura respiratoria

OMS: Organización mundial de la salud

PaO₂: presión parcial de oxígeno

PEM: presión espiratoria máxima

PIB: producto nacional bruto

PIM: presión inspiratoria máxima

Q1: cuartil 1

Q3: cuartil 3

RC: rehabilitación cardíaca

RR: rehabilitación respiratoria

Sg: segundos

SNC: Sistema nervioso central

SPPB: Short Physical Performance Battery (Batería corta de rendimiento físico)

VE: ventilación pulmonar en el ejercicio

VO₂max: consumo máximo de oxígeno

5. RESUMEN

Introducción: el impacto negativo que la hospitalización por enfermedad aguda tiene en la funcionalidad de los mayores, es hoy incuestionable. Del 35% al 50% de los mayores hospitalizados tienen un mayor riesgo de tener discapacidad asociada a la hospitalización (DAH). El beneficio del ejercicio físico en la población mayor está sobradamente demostrado. No obstante, la implantación de programas de ejercicio físico como prevención de la DAH, es muy escasa, y no existe consenso sobre el tipo de intervención más eficaz (tipo de ejercicios, intensidad, dosis, duración, progresión), técnicas para aumentar la adherencia al programa, los objetivos a conseguir y la manera de medirlos.

Objetivos: el objetivo principal de este estudio es evaluar el efecto de la intervención de un programa de ejercicio físico multicomponente, entrenamiento de la musculatura inspiratoria y educación para la salud sobre la capacidad funcional del paciente mayor de 74 años hospitalizado por enfermedad aguda. De forma específica, como objetivo secundario se pretende evaluar la capacidad inspiratoria basal y la eficacia del programa de entrenamiento personalizado de la musculatura inspiratoria durante la hospitalización. Buscamos conseguir beneficios durante la hospitalización y una mayor duración de estos tras el alta hospitalaria. Para ello, hemos añadido al programa de ejercicio, un programa de educación para la salud para conseguir que el paciente mantenga las rutinas del ejercicio tras el alta hospitalaria. Además, hemos prolongado el seguimiento hasta tres meses post alta, en el que hemos vuelto a evaluar la capacidad funcional. Por último, queremos analizar qué herramientas son las más apropiadas para evaluar el efecto de las intervenciones de este tipo, por lo que utilizamos diferentes escalas de evaluación funcional y de rendimiento físico objetivo.

Métodos: se ha llevado a cabo un ensayo clínico aleatorizado (NTC:036046409) de pacientes mayores de 74 años hospitalizados en la Unidad de Agudos del Servicio de Geriátrica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón en el periodo de mayo de 2018 a abril de 2022. Diseñamos un programa de ejercicio físico multicomponente (ejercicios de potenciación muscular de miembros superiores e inferiores, equilibrio, marcha) más entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT) y educación para la salud. Se programaron dos sesiones supervisadas por día, de 45 minutos de duración, cinco días por semana, durante la hospitalización. La variable principal ha sido la discapacidad asociada a la hospitalización (DAH), que es la pérdida de autonomía o capacidad en el funcionamiento que ocurre durante la estancia hospitalaria. Se consideró como una variable dicotómica que atendía a si el paciente había perdido o no la capacidad de realizar una o más AVD de forma independiente, y se evaluó al alta hospitalaria y 3 meses después, siempre comparando con su estado basal (15 días antes del ingreso). La magnitud del cambio significativo (es decir, clínicamente significativo) fue de 1 punto para el SPPB y de 5 puntos para el Índice de Barthel. Las imágenes obtenidas para este trabajo cuenta con el permiso de reproducción otorgado por los pacientes.

Resultados: La muestra de este estudio la han formado pacientes muy mayores, con elevada comorbilidad y un alto porcentaje de pacientes frágiles. La proporción de pacientes sin DAH al alta hospitalaria y a los tres meses post hospitalización, es significativamente mayor en el grupo intervención que en el grupo control, medido con el Índice de Barthel (IB). El análisis de la función inspiratoria reveló que la prevalencia de pacientes con debilidad muscular inspiratoria es muy alta y que el entrenamiento resultó positivo incluso siendo la intervención tan corta.

Conclusión: Esta tesis ha demostrado que es posible prevenir DAH en mayores de 74 años hospitalizados a través de un programa de ejercicio físico multicomponente que incluye IMT y educación para la salud, y mantener e incluso mejorar el resultado a los tres meses tras el alta hospitalaria.

Palabras clave: discapacidad asociada a la hospitalización (DAH); ejercicio físico multicomponente; entrenamiento de la musculatura inspiratoria



6. REVISION DEL TEMA

6.1. Envejecimiento de la población

Según datos de la OMS, del año 2000 al 2050, la población de más de 65 años se duplicará del 11% al 22% y en cifras absolutas, pasará de 605 a 2000 millones. En la franja de 80 años y más, la cifra se multiplicará casi por 4 resultando en un total de 395 millones. Así mismo, la cifra de mayores que no podrán valerse por sí mismos debido a baja movilidad, fragilidad y otros problemas físicos y/o mentales, también se multiplicará por 4. Este aumento será más intenso en países de ingresos bajos y medios ([Chan, 2015](#))

En España, según datos estadísticos de Padrón Continuo del Instituto Nacional de Estadística (INE) a 1 de enero de 2021 (datos definitivos del 17/01/2022), la población de personas de más de 65 años es del 19,65 % y el segmento de población que más crece es el de los mayores de 80 años que representa actualmente el 6,1 % de la población total ([Figura 1](#)). En esta fecha, hay empadronados 18.020 centenarios. En la proyección que hace el INE (2022 a 2035), se espera que haya más de 12,8 millones de mayores de 65 años que representarían el 26,5% de la población total ([Pérez Díaz, 2022](#)).

Figura 1. Población de 65 y más años. España, 1908-2035.

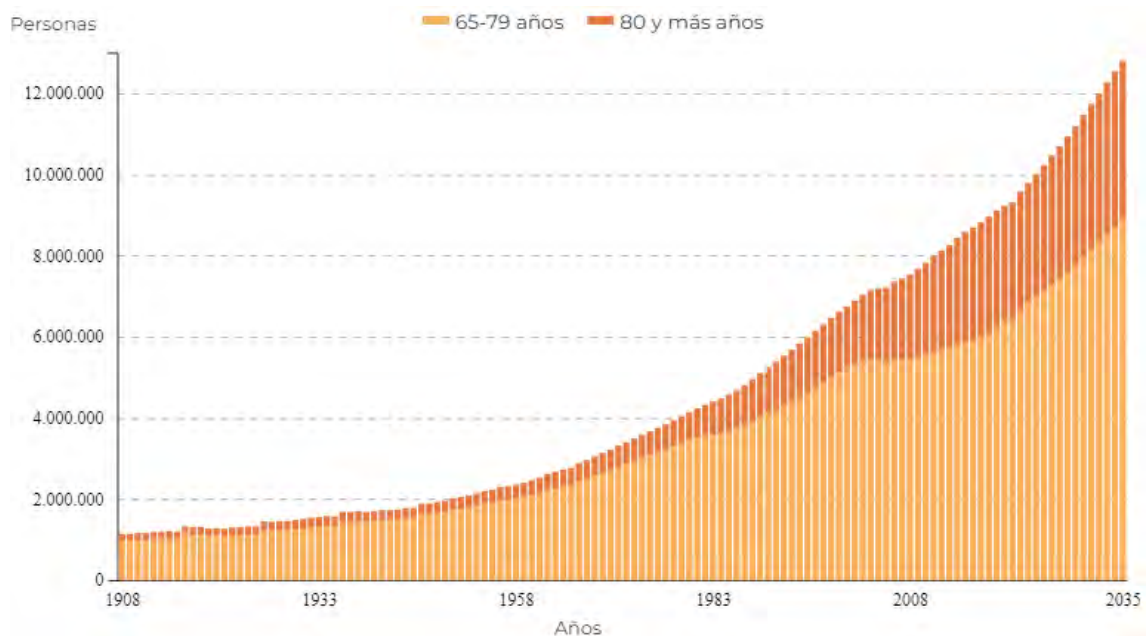


Imagen tomada del informe "Un perfil de las personas mayores en España, 2022".

Existe así mismo un fenómeno de feminización de la vejez, superando éstas a los hombres en un 30,9%, porcentaje que aumenta según aumenta la edad. En España, como uno de los países con mayor esperanza de vida ([Foreman et al., 2018](#)), las mujeres alcanzan los 85,6 años frente a los 79,5 años de los hombres, 82,3 para ambos sexos. Dato que debido a la pandemia por COVID-19 ha disminuido 1,25 años ([Pérez Díaz, 2022](#)).

La esperanza de vida saludable, concepto que habla de calidad de vida y no solo de cantidad, se construye en base a datos generales de morbilidad crónica y salud auto percibida. Si medimos el porcentaje de tiempo que se vive en buena salud, es menor en las mujeres siendo del 51,5%, el tiempo por vivir saludablemente, frente al 62,7% en los hombres ([Pérez Díaz, 2022](#)).

Uno de los factores que más influyen en que el envejecimiento se alcance de una manera satisfactoria y saludable es la independencia funcional, entendida como la capacidad de realizar independientemente las actividades de la vida diaria (AVD) ([Fried et al., 2001](#)).

6.2. Importancia de la función

La función, definida como la capacidad personal de adaptarse a los problemas que plantea la vida diaria, es el mejor marcador de salud en las personas mayores. Es un excelente predictor tanto de muerte como de otros efectos adversos (institucionalización, desarrollo de dependencia, ingresos hospitalarios, agudización de patología crónica, caídas o fracturas, costes de la hospitalización y sanitarios) ([Wojtek Chodsko-Zajko et al., 2020](#)). Marca su calidad de vida, bienestar, ubicación y necesidad de apoyo social. En este contexto, la salud de los mayores debe medirse en términos de función y no de enfermedad. Por esta razón, en la atención sanitaria a este grupo de pacientes, el mantenimiento de la función o la independencia en las actividades de la vida diaria es el objetivo central de todo el proceso asistencial ([Soler and Ruano, 2020](#)).

El deterioro funcional acompaña muy frecuentemente al proceso inevitable de envejecimiento el cual no podemos parar, pero sí reducir la duración y la morbilidad que acompañan a este proceso, disminuyendo el efecto negativo que tienen sobre la función. En este sentido, mantener un nivel alto de actividad física evitando el sedentarismo es el mayor determinante de salud en las personas mayores, siendo la forma más eficaz de retrasar el inicio del deterioro funcional, a través de la promoción de la independencia, procurando un buen nivel de calidad de vida y aumentando la expectativa de vida ([Wojtek Chodsko-Zajko et al., 2020](#)). La actividad física regular retrasa el desarrollo de enfermedades, los cambios biológicos asociados al envejecimiento y preserva la capacidad funcional.

La valoración funcional ha de hacerse utilizando instrumentos validados que mejoren la sensibilidad diagnóstica, que detecten problemas leves, que sean objetivos, fiables y reproducibles en la medición para que faciliten la transmisión de la información, su comparación y evolución entre los profesionales. Existen múltiples escalas de valoración funcional. Es necesario adecuar estos instrumentos al marco conceptual teórico de lo que queremos medir, al tipo de paciente o al dispositivo asistencial en que se encuentra, a la condición o enfermedad, al objetivo buscado, al patrón de referencia conocido, al tiempo y a los recursos de los que se dispone y al conocimiento de las herramientas ([Soler and Ruano, 2020](#)).

6.3. Utilización de los servicios sanitarios por los mayores

En términos de hospitalizaciones, las personas mayores de 65 años constituyen el 45,9% del total de las altas hospitalarias y tienen las estancias hospitalarias más largas con una media de 7,47 días. Siendo las enfermedades circulatorias las más prevalentes (19,8%), seguidas de las respiratorias (17,2%), digestivas (12,1%) y neoplásicas (10,9%), constituyendo las causas más frecuentes de hospitalización ([Pérez Díaz et al., 2020](#)).

En el grupo de edad objetivo de esta tesis, <74 años, las tasas de morbilidad hospitalaria superan en 30,000 por 100,000 habitantes y aumentan progresivamente en todas las décadas hasta 95+ hasta superar los 50,000 por 100,000 habitantes ([Pérez Díaz et al., 2020](#)).

España destina a gasto sanitario 68.483 millones de euros, 62,1% a atención especializada, lo que supone un 5,9% del PIB y 1.472 euros per cápita. Se estima en 4.201 euros el coste medio de un proceso médico en un Hospital de agudos en el Sistema Nacional de Salud y de 6.940 euros por un procedimiento quirúrgico. Siendo el coste medio de un día de hospitalización de 800 euros ([Ministerio de Sanidad, 2019](#)).

6.4. Deterioro funcional asociado a la hospitalización

La hospitalización en unidades de cuidados agudos supone un riesgo significativo para la independencia funcional de los pacientes mayores, especialmente la de los más frágiles y este riesgo no cambia incluso si la estancia es corta ([Loyd et al., 2020](#)). Siendo cierto que cuanto más larga es la estancia, más alta es la probabilidad de deterioro funcional ([Loyd et al., 2020](#)). Numerosos estudios

han demostrado la pérdida de capacidad para realizar con independencia las actividades básicas de la vida diaria (ABVD), que se produce durante el ingreso hospitalario por enfermedad aguda. Las cifras de incidencia oscilan entre el 35 y el 50% de los ancianos, correspondiendo las cifras más altas a los ingresados en servicios quirúrgicos ([Hirsch et al., 1990](#); [Sager et al., 1996](#)).

La discapacidad funcional, se define como la limitación en la ejecución independiente de las tareas cotidianas de autocuidado (bañarse, vestirse, ir al baño y comer) y la movilidad (trasladarse de la cama o una silla, caminar por la habitación) ([Loyd et al., 2020](#)), y a su vez, la discapacidad asociada a la hospitalización (DAH) como la pérdida de autonomía o capacidad en el funcionamiento que ocurre a consecuencia de la estancia hospitalaria ([Vidan Astiz et al., 2008](#)). Ésta se debe a múltiples barreras a la movilidad durante la hospitalización relacionadas con el paciente (enfermedad, comorbilidades), con el tratamiento (reposo, procedimientos, medicaciones), con la institución (disponibilidad de personal, equipos de ayuda) y con las actitudes del paciente y personal ([Brown et al., 2007](#)). Todo ello tiene consecuencias a corto y largo plazo en la capacidad funcional de los mayores tales como el riesgo de sufrir una nueva discapacidad o el empeoramiento de la misma, de ingresar en una residencia o de muerte ([Fortinsky et al., 1999](#); [Brown et al., 2004](#); [Gill et al., 2004](#); [Gill et al., 2010](#)).

Más allá de los factores de riesgo individuales, uno de los factores principales asociados a la DAH es la escasa movilidad durante la hospitalización ([Zisberg et al., 2015](#)). El mayor hospitalizado pasa gran parte del tiempo encamado, tan solo el 5% de su tiempo permanece de pie o caminando ([Pedersen et al., 2013](#); [Villumsen et al., 2015](#)). Esto supone una situación de desuso muscular en la que, incluso estancias hospitalarias muy cortas, se asocian a resultados funcionales negativos ([Zisberg et al., 2011](#); [Valenzuela et al., 2018](#)). Tan solo cinco días de reposo encamado producen pérdida de masa muscular, disminución de la capacidad funcional y de la velocidad de la marcha ([Valenzuela et al., 2018](#)). Diez días de encamamiento provocan una significativa pérdida de la masa magra total y de la fuerza en las extremidades inferiores ([Kortebein et al., 2007](#); [Coker et al., 2015](#)). La pérdida de masa muscular puede ser de hasta un 5% por día, por lo que diez días de ingreso hospitalario puede generar una pérdida de masa de hasta un 50% ([Zisberg et al., 2011](#)). Además las consecuencias de la inactividad son mayores en los ancianos comparados con los más jóvenes ([Hvid et al., 2014](#)), si tenemos en cuenta que los ancianos de 80 años han podido perder hasta un 50% de masa muscular ([Tavoian et al., 2020](#)).

A su vez, pacientes con DAH presentan un mayor riesgo de institucionalización y muerte al alta y a los treinta días posteriores a la misma ([Brown et al., 2004](#); [Zisberg et al., 2011](#); [Gallego-Gonzalez et al., 2022](#)). Esta relación entre bajo nivel de movilidad y peor pronóstico sigue siendo significativa después de ajustar por múltiples variables y cofactores como la severidad de la enfermedad ([Brown et al., 2004](#)). Por el contrario, los pacientes con niveles más altos de actividad física durante la hospitalización presentan menos DAH que aquellos con reposo en cama o niveles bajos de actividad física de cualquier tipo ([Brown et al., 2004](#); [Zisberg et al., 2011](#)). Prevenir la inactividad y la pérdida de masa y fuerza muscular durante la hospitalización es la mejor forma de prevenir la DAH.

Los beneficios que aporta un programa de ejercicio se manifiestan al alta e incluso un año más tarde en variables de capacidad funcional, así como en los costes ([Casas-Herrero et al., 2019](#)). La implementación de un programa de ejercicio para mayores hospitalizados produce beneficios a nivel funcional al alta e incluso un año más tarde ([Martinez-Velilla et al., 2016](#)). El ejercicio y la rehabilitación precoz son los mejores instrumentos para prevenir la DAH ([Martinez-Velilla et al., 2020](#); [Martinez-Velilla et al., 2021](#); [Saez de Asteasu et al., 2021](#)).

A la vista de todos estos datos es evidente que existe una necesidad continua de aumentar la concienciación sobre la DAH en los mayores hospitalizados por enfermedad aguda, mejorar y estandarizar la evaluación sistemática del deterioro funcional asociado a la hospitalización y poner en práctica acciones eficaces de prevención y tratamiento de la DAH como los programas hospitalarios centrados en mantener la independencia funcional ([Loyd et al., 2020](#)).

6.5. Sistema respiratorio del mayor

Con el envejecimiento, el sistema respiratorio y la función pulmonar sufren numerosos cambios físicos. No obstante, estos cambios contribuyen en menor grado al progresivo declive funcional respiratorio que otros factores como el hábito tabáquico, la contaminación ambiental, las infecciones respiratorias recurrentes y las respuestas inmunitarias alteradas ([Rodríguez et al., 1991](#)).

Las circunstancias que dan lugar en la vejez a una mayor prevalencia y gravedad de las enfermedades infecciosas respiratorias, se deben a las alteraciones existentes en los mecanismos de defensa del aparato respiratorio, secundarios al propio proceso de envejecimiento y a las enfermedades concomitantes, que con frecuencia se asocian en la persona mayor (insuficiencia renal, accidentes vasculares cerebrales, desnutrición, diabetes, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neoplasias) ([Rodríguez et al., 1991](#)), así como a alteraciones cerebrales y al aumento de marcadores de inflamación que pueden acelerar la aparición de enfermedades cardiovasculares. De hecho, las evidencias sugieren un papel de la inflamación crónica en el desarrollo de enfermedad pulmonar en el anciano. Así, se ha detectado una reducción de factores de respuesta al estrés oxidativo de la inflamación en personas mayores ([Frutos et al., 2020](#)).

En España, según muestra el estudio RECALAR ([Inmaculada Alfageme, 2018](#)), las enfermedades respiratorias constituyen la segunda causa de hospitalización en adultos (3.509 por 100.000 habitantes de 65 o más años) y el 19,6% de los fallecidos ([Ministerio de Sanidad, 2012](#)). Debe remarcarse el gran impacto de neumonías y EPOC en adultos, con el 16,1 y 14,2% respectivamente de las altas hospitalarias, así como el 30,6% de las altas dadas por neumología o cirugía torácica diferentes del área de respiratorio ([Inmaculada Alfageme, 2018](#)).

6.5.1. Sistema respiratorio y envejecimiento

Producto del envejecimiento normal, se producen una serie de cambios tanto estructurales: a nivel del tejido traqueal, del parénquima pulmonar, caja torácica y musculatura respiratoria; como a nivel funcional: descenso en la presión transpulmonar, la capacidad pulmonar total, el volumen máximo espiratorio, el volumen espirado forzado en el primer segundo, la superficie alvéolo/capilar, junto con un aumento del volumen residual y la capacidad residual funcional ([Rodríguez et al., 1991](#)).

Se produce una disminución de los elementos elásticos del tejido pulmonar, los conductos alveolares y los bronquiolos se dilatan, la distensibilidad de la pared torácica y la superficie de intercambio gaseoso disminuyen. La masa y la fuerza de los músculos respiratorios, al igual que todos los músculos, sufren deterioro debido al envejecimiento, la enfermedad o la falta de entrenamiento ([Ibarra Cornejo et al., 2017](#)), haciendo más difícil mantener un buen nivel de actividad física, reduciendo la capacidad física ([Aoyagi et al., 2010](#)).

Así mismo, con el envejecimiento se producen alteraciones en los mecanismos de defensa disminuyendo la respuesta inmunológica que predisponen a los ancianos a la inflamación pulmonar. Estos cambios alteran la función pulmonar, dificultando el intercambio gaseoso. En consecuencia, se produce un aumento adaptativo en la frecuencia respiratoria, en compensación al descenso en el volumen corriente, para mantener una ventilación adecuada. ([Rodríguez et al., 1991](#)).

6.5.2. Sistema respiratorio, hospitalización y encamamiento

El ser humano ha evolucionado para que sus funciones trabajen óptimamente en posición de bipedestación y en movimiento alrededor de dieciséis horas al día. Permanecer en decúbito supino más de 9 horas o menos de 8 diarias tiene un impacto negativo en las funciones fisiológicas, psicológicas y cognitivas en el cuerpo humano ([Knight J., 2009](#)).

La inmovilidad, el reposo prolongado en cama y la disminución de la actividad física representan un factor predisponente al desarrollo o al agravamiento de ciertas condiciones patológicas relacionadas con el sistema respiratorio del anciano. Los cambios y disfunciones aumentan y provocan la hospitalización, la aparición de complicaciones y el aumento del uso de recursos sanitarios ([Lalley, 2013](#)).

Cuando el paciente se encuentra en decúbito supino por un tiempo prolongado se observa una disminución de la capacidad vital, (normalmente de alrededor de 500 ml) por un patrón restrictivo por compromiso de la musculatura intercostal e hipo-movilidad en articulaciones costo esternales, lo que supone una disminución del 32% del intercambio de aire ([Knight J., 2009](#)).

El volumen corriente también disminuye, cuando una persona está en posición vertical el 78% del volumen corriente se debe al movimiento de la caja torácica, pero en posición supina, la restricción del movimiento de la caja torácica ya reducido, producto del deterioro normal de músculos y articulaciones con el envejecimiento, reduce este valor a alrededor del 32%. Durante el reposo en cama prolongado, los pacientes pueden desarrollar anquilosamiento articular, debido a la baja movilidad de las articulaciones costovertebrales, reduciendo aún más el volumen corriente y potencialmente conduciendo a una enfermedad pulmonar restrictiva permanente ([Knight J., 2009](#)).

Con el reposo en cama se lleva al paciente al mantenimiento de posiciones en decúbito, lo que altera y modifica las zonas dependientes y no dependientes a nivel pulmonar y se producen incrementos del espacio muerto lo que se traduce en incremento de zonas que no realizan intercambio, alterando concomitantemente la relación ventilación/perfusión, por lo que existirá caída de las presiones arteriales de oxígeno, esto se complicaría aún más si se tiene en cuenta que los niveles de hemoglobina circulante también entran en depleción con el reposo ([Alcoforado et al., 2011](#)).

Normalmente, las vías respiratorias inferiores están recubiertas uniformemente con una fina capa de moco, lo que mantiene las vías respiratorias húmedas y atrapa partículas que han sido inhaladas. El moco contaminado es continuamente arrastrado hacia arriba por golpes rítmicos de cilios en el revestimiento del tracto respiratorio (la escalera ciliar) y cuando llega a la faringe, es transportado al estómago. Cuando un paciente está en reposo prolongado en cama, el moco se acumula bajo la influencia de la gravedad y menor movilidad ciliar. Estas secreciones acumuladas pueden inundar la parte inferior de la escalera ciliar, reduciendo su función. Estos efectos se combinan a menudo con la deshidratación, llevando a que el moco agrupado se vuelva espeso y difícil de expectorar ([Torres-Castro et al., 2014](#)).

La tos, junto al sistema mucociliar, es uno de los mecanismos de defensa naturales del pulmón para eliminar el moco, los elementos extraños que hayan entrado en la vía aérea o el exceso de secreciones debido a diferentes procesos patológicos. Con el encamamiento, el mecanismo de tos se ve disminuido por la posición de reposo del paciente. La literatura describe que el volumen movilizado en el acto de toser debe ser al menos de $2,3 \pm 0,5$ L con un flujo comprendido entre 6 y $20 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$. Por lo tanto, para poder obtener una tos eficaz, es necesario realizar una inspiración inicial mayor a 85-90% de la capacidad de insuflación máxima y una presión torácico abdominal superior a $100 \text{ cmH}_2\text{O}$. Cuando el paciente está en reposo prolongado, los valores de flujo espiratorio obtenidos son menores a $160 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$, lo que se considera ineficaz para la eliminación de secreciones. A esto se suma, la debilidad y aplanamiento diafragmático que disminuye la eficacia de la tos ([Torres-Castro et al., 2014](#)).

Existe una correlación entre el pico flujo de tos y parámetros de función pulmonar evaluados con espirometría y ventilometría. Los factores que más influyen en la eficacia de la tos son la capacidad vital (CV), la capacidad de insuflación máxima y la presión inspiratoria máxima (PIM) ([Torres-Castro et al., 2014](#)).

Existe una secuencia de fases, inspiratoria, compresiva y espiratoria, que son imprescindibles en la maniobra de tos para que sea efectiva y eficaz y el paciente debe ser competente a nivel muscular para llevarlas a cabo. La fase más importante de la tos, y la que determina en gran parte su eficacia, es la fase inspiratoria ([Torres-Castro et al., 2014](#)). La eficacia de la tos puede verse alterada cuando existe alguna limitación en la fuerza de los músculos respiratorios, bien por deterioro, por envejecimiento o por enfermedad. En consecuencia, en el paciente geriátrico, la eficacia de la tos estará relacionada con la fuerza o debilidad que presente en su musculatura respiratoria, es decir, presentará tanta más ineficacia cuanto más debilidad muscular respiratoria tenga ([Martí-Romeu JD, 2013](#)).

Las complicaciones respiratorias representan el 40% de todas las complicaciones quirúrgicas, y se presentan en el 20% de los fallecimientos relacionados con la cirugía. Los mayores son especialmente

vulnerables a las complicaciones respiratorias debido a la disminución de la función pulmonar que acompaña al envejecimiento como se ha explicado anteriormente. Los efectos resultantes de estas modificaciones son la disminución de la CV, del volumen corriente y de la reserva pulmonar; junto con el incremento del volumen residual; la hipoxemia; produciendo un aumento del riesgo de insuficiencia respiratoria tras la anestesia; la aspiración, y las infecciones pulmonares ([Dunn, 2004](#)).

Brower señala el riesgo de aparición de atelectasias, en un estudio donde pacientes encamados, presentaban atelectasias del lóbulo inferior izquierdo a las 48 horas del reposo en cama. Este autor señala que puede ser causado por el desplazamiento cefálico del diafragma en posición supina, combinado con el desplazamiento dorsal del corazón por la fuerza de la gravedad ([Brower, 2009](#)). ([Gunnarsson et al., 1991](#)). En un estudio de pacientes de 26 a 69 años sometidos a anestesia general por cirugía abdominal, encuentra que el 86% desarrollaron atelectasia y shunt, lo cual varió un 20% la presión parcial de oxígeno (PaO₂). La atelectasia puede predisponer a la neumonía, y aumenta la resistencia vascular pulmonar, además de provocar un shunt intrapulmonar, aumentando los requerimientos de oxígeno suplementario. Esto puede aumentar el riesgo de toxicidad por oxígeno, especialmente en pacientes con lesión pulmonar aguda o limitadores crónicos del flujo aéreo ([Brower, 2009](#)).

Myint y colaboradores describen en su estudio cómo el paciente hospitalizado con diagnóstico de neumonía aumenta el riesgo de mortalidad, no sólo por causa respiratoria sino también por causa cardiovascular en un 10% tanto a 30 días como a 1 año del alta ([PK, 2016](#)). Por otro lado, Yende y colaboradores encuentran que los pacientes hospitalizados por neumonía, mantienen al alta un incremento de citoquinas pro-inflamatorias que provocan una respuesta de inflamación crónica que acelera el proceso de enfermedad cardiovascular y aumenta el riesgo de muerte a medio plazo ([Yende et al., 2008](#)).

Todo lo expuesto, justificaría la necesidad de promover la actividad física y la rehabilitación precoz con programas que incluyan ejercicio físico y entrenamiento de la musculatura respiratoria. El objetivo es mejorar la función respiratoria, aumentar la movilidad diafragmática y costal. Esta mejora facilitará la eliminación de secreciones y mejorará la fuerza y la resistencia. Además de disminuir la disnea e incrementar la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida y la prevención de complicaciones respiratorias.

6.6. Ejercicio físico

El ejercicio físico se presenta como una herramienta eficaz en el mantenimiento y mejora de la condición física y está recomendado para todos los grupos de edad para inducir estilos de vida saludables que prevengan enfermedades ([Tavoian et al., 2020](#)). Tanto el ejercicio de resistencia como el ejercicio de fuerza mantienen la masa muscular, previenen o revierten la sarcopenia, y la pérdida de independencia. Además favorece la remodelación ósea, reducen la presión arterial y el riesgo de caídas y sus consecuencias ([Tavoian et al., 2020](#)). Tiene un rol principal en la rehabilitación respiratoria por su papel en la mejora de la fuerza y la resistencia, el aumento del consumo máximo de oxígeno (VO₂max), así como la disminución de disnea y mejora de la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida ([Tavoian et al., 2020](#)).

El ejercicio físico en las personas mayores está asociado al aumento de la fuerza del diafragma, tanto el ejercicio aeróbico como el ejercicio con cargas y específico respiratorio, muestran beneficios en el paciente con enfermedad respiratoria ([Lareau et al.](#)). Un buen nivel de actividad física y de ejercicio general es beneficioso para mantener la masa muscular y la fuerza del diafragma en mayores ([Summerhill et al., 2007](#)). El ejercicio físico aparece, así mismo, como una de las medidas más efectiva en la prevención del deterioro funcional asociado a periodos de restricción de la movilidad como la hospitalización ([Valenzuela et al., 2018](#)).

De forma general la respuesta al ejercicio difiere entre hombres y mujeres en diversos ámbitos como:

- **La fuerza:** Las mujeres presentan una menor fuerza que los hombres debido a la menor masa muscular, ya que para la misma cantidad de músculo no hay diferencias. Se llevó a cabo una revisión donde se planteó el propósito de determinar si hay diferentes respuestas al ejercicio físico (EF) para la fuerza o la hipertrofia en hombres y mujeres jóvenes y de mediana edad. Se descubrió que los hombres y las mujeres se adaptaron al entrenamiento de la fuerza con tamaños de efecto similares para la hipertrofia y la fuerza de la parte inferior del cuerpo, pero las mujeres tuvieron un efecto mayor para la fuerza relativa de la parte superior del cuerpo. No está claro si las diferencias se deben al aprendizaje neuronal, muscular o motor ([Roberts et al., 2020](#)).
- **La función respiratoria:** a una misma intensidad absoluta la frecuencia respiratoria de las mujeres es mayor que la de los varones, posiblemente porque la mujer este trabajando a un mayor porcentaje de volumen máximo de oxígeno VO_{2max} . La VE (ventilación pulmonar en el ejercicio) y el volumen corriente son menores en las mujeres tanto en intensidades relativas como absolutas y en niveles máximos, relacionados con las dimensiones corporales).
- **La función cardiovascular:** la respuesta de la frecuencia cardíaca (FC) a una intensidad determinada es mayor en las mujeres que en los hombres en todas las intensidades sub máximas. Sin embargo, las mujeres presentan una FC máxima similar a los hombres. El gasto cardíaco es similar en ambos sexos ante un esfuerzo a una misma intensidad. El volumen sistólico de las mujeres será menor, debido a menores tamaños cardíacos, (ventrículos izquierdos más pequeños debido a su menor tamaño corporal y menores concentraciones de testosterona) y menor volumen sanguíneo de las mujeres en relación con el tamaño. Las mujeres presentan además una menor concentración de hemoglobina y una menor diferencia arterio-venosa de oxígeno además de una menor capacidad de incrementarla ([J. and A., 2006](#)). En la práctica, por ejemplo, en un estudio con pacientes cardíacos, a pesar de que los niveles basales de forma física son inferiores, las mujeres en rehabilitación cardíaca (RC) no suelen mejorar la capacidad máxima de ejercicio aeróbico (definida como consumo máximo de oxígeno [VO_{2max}]) en comparación con los hombres en RC, es decir, no tienen la misma respuesta a la intervención de ejercicio ([Khadanga et al., 2022](#)).
- **La función metabólica:** existen diferencias en la respuesta metabólica y neuro-endocrina al ejercicio en hombres y mujeres. En los primeros predominan las respuestas simpáticas, que en las mujeres son compensadas con una mayor lipólisis (niveles de volumen máximo de oxígeno (VO_{2max}), capacidad termorreguladora o diferencias en el rendimiento debido a la menstruación en mujeres jóvenes) ([J. and A., 2006](#)).

Actualmente no hay una revisión que reúna las principales diferencias entre sexos a nivel neuromuscular, muscular y hormonal en el contexto del EF y debido a que hay una escasez de estudios que comparen múltiples programas de EF entre sexos, por tanto es difícil saber si la prescripción de ejercicio debe ser diferente para cada sexo ([Roberts et al., 2020](#)).

El diseño de programas de ejercicio multicomponente debe hacerse en función del objetivo, la condición del paciente y el entorno en que se desarrolle. Estas intervenciones incluirán trabajo de resistencia (aeróbico), potenciación muscular, equilibrio y coordinación ([Izquierdo, 2019](#)).

El estudio previo AGECAR (NCT01374893) ([Ortiz-Alonso et al., 2019](#)), se realizó en la misma unidad de hospitalización de agudos del servicio de Geriátrica del Hospital Universitario Gregorio Marañón (HGUGM), donde se ha llevado a cabo el presente estudio. Trabajó con 268 mayores de 88 años de edad media, elevada tasa de frágiles y comorbilidades hospitalizados, con un programa de ejercicio físico simple supervisado (marcha y sentadillas con una duración de 20 minutos por día, de lunes a viernes), más el tratamiento habitual de prevención del deterioro funcional y del delirio ([Vidán Astiz, 2009](#)). Se midió la capacidad funcional con el índice de KATZ y la incidencia de DAH, basalmente, al ingreso, al alta y a los tres meses, como variable principal. Así mismo se midió el rendimiento físico

objetivo mediante la escala SPPB al alta y la capacidad ambulatoria, el número de caídas reingresos y mortalidad a los tres meses post hospitalización, como variables secundarias.

Los resultados mostraron que el grupo de intervención tenía significativamente menos riesgo de sufrir DAH (70%) al alta comparado con el estado funcional basal y al ingreso que, sin embargo, no se mantuvo a los tres meses. Y, por otro lado, una tendencia no significativa de mejorar la capacidad funcional.

Tipos de ejercicio:

- **Ejercicio de resistencia (aeróbico):** es el ejercicio por excelencia en la fisioterapia respiratoria, habitualmente se lleva a cabo dentro de los programas de fisioterapia para aumentar el $VO_2\text{max}$, que disminuye con el envejecimiento y se agrava con el encamamiento ([Cadore and Izquierdo, 2013](#)). Previene el deterioro cardio-respiratorio ([Watenpaugh et al., 2000](#)), e incrementa la fuerza muscular un 30% ([Burtin et al., 2009](#)). Todas las estrategias que atenúen esta pérdida deberían formar parte de la rutina diaria de ejercicio ([Valenzuela et al., 2018](#)). Están clasificadas como actividades aeróbicas, correr, senderismo, caminar a paso ligero, bailar, nadar, clases de aeróbic en suelo o en agua, montar en bicicleta o a caballo e incluso trabajo de jardinería, ([Services., 2018](#)). Pueden diseñarse programas de corta duración, 5-10 min al día a una intensidad relativa a la frecuencia cardíaca máxima de en torno al 40-50% las primeras semanas que se irán incrementando progresivamente el volumen hasta los 15-30 min al día y alcanzar intensidades cercanas al 80 % de la frecuencia cardíaca máxima durante las siguientes semanas hasta el fin del programa. Para ello, pueden utilizarse diferentes modalidades de entrenamiento como el uso de bicicleta estática, cinta de andar o la deambulación por los pasillos si están hospitalizados, subir escaleras o ejercicio de miembros superiores e inferiores con pedalier ([Izquierdo et al., 2004](#)). O bien, 30 min de ejercicio aeróbico dentro de la sesión diaria de fisioterapia respiratoria a intensidad 12-14 puntos de la escala Borg ([Valenzuela et al., 2018](#)).
- **Entrenamiento de fuerza:** es la principal estrategia para mejorar la función física y prevenir la sarcopenia en ancianos, ya que ralentiza la pérdida de masa muscular (3.4-7.5%), aumenta la fuerza muscular (6.6-37%), previene las caídas (4.7-58%) y tiene un efecto protector contra los cambios moleculares relacionados con la pérdida de masa muscular ([Valenzuela et al., 2018](#)). El entrenamiento de fuerza ha de ser cuidadosamente programado y sistematizado para no provocar sobrecargas cardíacas ni aumento de la tensión arterial. Lo más adecuado sería el entrenamiento de la fuerza resistencia a niveles submáximos. El trabajo físico con ancianos no debe limitarse a sesiones con una mínima exigencia física, sino que los autores citados han propuesto unas cargas de entrenamiento para las personas mayores con unos niveles considerables (50-85% $VO_2\text{max}$) y trabajos con sobrecargas a niveles considerables. En función del tipo de carga utilizada, pueden distinguirse diferentes modalidades de entrenamiento de fuerza como el basado en máquinas guiadas, ejercicios con el peso corporal o el uso de bandas elásticas de distintas resistencias. Los programas deberían ser de, al menos, 3 sesiones a la semana, 3 series de 8-10 repeticiones a 30-40% de frecuencia máxima cardíaca al comienzo para incrementar hasta 80% ([Cadore and Izquierdo, 2013](#); [Cadore et al., 2014](#); [de Asteasu et al., 2017](#)).
- **Co-contracción voluntaria de grupos musculares antagonistas o isométricos:** Los ejercicios isométricos son una buena estrategia para la prevención de la atrofia, la pérdida de masa y fuerza muscular durante el encamamiento, inmovilización o pacientes de cuidados intensivos y es de muy fácil aplicación en cualquier contexto. Una rutina de 12 semanas, 1 sesión/día, 5 series/10 repeticiones de 4 segundos de contracción producen un aumento del 4% de la masa muscular y de la contracción máxima voluntaria en los músculos flexores y extensores del codo (15% y 46% respectivamente) ([Maeo et al., 2014](#)).

- **Ejercicio en mayores hospitalizados:** Valenzuela y colaboradores, muestran en su revisión la eficacia y seguridad de los programas de ejercicio implementados en entornos hospitalarios para mejorar o atenuar el deterioro funcional y el rendimiento físico provocados por el desuso. Confirmando la necesidad de ser incluido de manera rutinaria en este segmento de población en riesgo como son las personas muy mayores hospitalizadas ([Valenzuela et al., 2018](#); [Valenzuela et al., 2020a](#))

6.6.1. Ejercicio respiratorio: evaluación de la función pulmonar y entrenamiento de la musculatura respiratoria

▪ Evaluación de la función pulmonar

La evaluación de la función pulmonar es muy importante en el diagnóstico y seguimiento de las enfermedades y de la capacidad respiratoria. Los exámenes permiten evaluar la limitación funcional de los pacientes, medir el riesgo operatorio y ayudan a hacer pronóstico de la enfermedad ([Figuerola, 2015](#)).

Existen numerosas pruebas para evaluar la capacidad respiratoria y la función pulmonar como la espirometría, pruebas de volumen pulmonar, medición de gases en sangre, test de metacolina, difusión pulmonar de monóxido de carbono, test de marcha, test cardiopulmonar, medición de presiones inspiratoria y espiratoria máximas (PIM y PEM, respectivamente).

La medición de las presiones máximas respiratorias (Presión Inspiratoria Máxima o PIM y Presión Espiratoria Máxima o PEM), es una prueba sencilla y no invasiva usada comúnmente para medir la fuerza de la musculatura respiratoria. Consiste en que el paciente debe generar la máxima presión inspiratoria (a partir de volumen residual) y espiratoria (a partir de capacidad pulmonar total) contra una vía o equipo ocluido. Requiere la colaboración adecuada del sujeto a evaluar, contar con equipos que cumplan con los estándares internacionales y ejecutarla de forma estandarizada y con adecuado control de calidad ([Neder et al., 1999a](#); [Mora-Romero, 2014](#))

Para medir con éxito la presión inspiratoria se requiere la colaboración del paciente, por ese motivo se han diseñado otras pruebas. Por ejemplo, existe una alta correlación entre la presión máxima transdiafragmática y la fuerza muscular del diafragma en la zona de oposición del diafragma contra la parrilla costal, medida con ultrasonido bidimensional ([Cohn et al., 1997](#)). Esta prueba es también no invasiva y no requiere la colaboración activa del sujeto por lo que puede ayudar a superar esta barrera técnica a la hora de evaluar la fuerza diafragmática ([Summerhill et al., 2007](#)).

▪ Fisioterapia Respiratoria y entrenamiento de la musculatura inspiratoria

La Fisioterapia Respiratoria (FR), componente de los programas de Rehabilitación Respiratoria (RR), es una herramienta terapéutica que se sirve de medios físicos, basada en el conocimiento de la fisiopatología respiratoria para prevenir, curar o estabilizar alteraciones del sistema respiratorio. Tiene como objetivos mejorar la función pulmonar y prevenir complicaciones, mejorar la función inspiratoria y espiratoria, aumentando la movilidad diafragmática y de los músculos respiratorios, modificar y reeducar el patrón respiratorio para facilitar la eliminación de secreciones y mejorar la fuerza y la resistencia, así como la disminución de la disnea y mejorar la tolerancia al ejercicio y la calidad de vida ([Guell Rous et al., 2008](#)).

Un programa de FR puede aplicarse como tratamiento de base y reeducador para enfermos de patología respiratoria crónica en fase estable, o durante las exacerbaciones (EPOC, asma), como preventivo de complicaciones peri-quirúrgicas o como tratamiento intra-hospitalario para pacientes agudos para prevenir la discapacidad funcional. Siempre son aplicados por fisioterapeutas y preferiblemente derivados a la Unidad de Fisioterapia Respiratoria cuando se realiza en el ámbito hospitalario. Generalmente la población diana son pacientes con patología crónica y/o pacientes candidatos a cirugía abdominal o torácica.

Entre los medios utilizados que componen la FR se encuentran los programas de ejercicio físico, terapias específicas de fisioterapia (reeducación respiratoria, permeabilización de la vía aérea y

relajación), entrenamiento de la musculatura respiratoria, inspiratoria (IMT) y espiratoria (EMT, por sus siglas en inglés), educación para la salud y apoyo sociopsicológico ([Guell Rous et al., 2008](#); [Rysø et al., 2018](#)).

Como en cualquier músculo esquelético, la musculatura respiratoria (MR), inspiratoria y espiratoria, puede entrenarse mediante los principios de sobrecarga y especificidad para producir adaptaciones que permitan mejorar la fuerza y la resistencia. El entrenamiento de la MR puede hacerse asistiendo al paciente manualmente ejerciendo resistencia contra la musculatura respiratoria en la inspiración y la espiración ([Kim et al., 2015](#)), o bien, utilizando diferentes dispositivos en los que se pueden aplicar cargas de trabajo precisas sobre los músculos respiratorios en función de la PIM y PEM. Existen tres tipos de dispositivos para IMT, de umbral, de carga resistiva y de hiperpnea isocápnica. Los dos primeros se utilizan más habitualmente por su fácil manejo y eficacia demostrada. Destaca, por su extendido uso, el dispositivo “Powerbreathe” (*POWERbreathe Technologies Ltd, Birmingham, Reino Unido*). El tercero precisa de un circuito isocápnico, es decir, que mantenga los niveles estables de CO₂, por lo que, si bien ha demostrado ser eficaz, se han hecho muy pocos estudios ([González-Montesinos et al., 2012](#)).

Para el EMT existen dispositivos de umbral de presión calibrada basados en el flujo, de oscilación de alta frecuencia y el incentivador volumétrico que ofrece menos precisión y no se le pueden aplicar cargas de trabajo ([González-Montesinos et al., 2012](#)).

El entrenamiento de la MR se realiza tanto en jóvenes como ancianos ([Nepomuceno et al., 2017](#)), en personas sanas para mejorar el rendimiento físico ([González-Montesinos et al., 2012](#)), como en pacientes de diversas patologías, hospitalizados o no y ancianos institucionalizados.

Se han hecho estudios con entrenamiento de la MR de ancianos en muestras muy variadas de población como patología respiratoria crónica, neumonía adquirida, preventivo de complicaciones hospitalarias y peri-quirúrgicas de fractura de cadera, pulmonar o abdominal alta y en la estancia hospitalaria. Hay que destacar el hecho de que existen muchos más estudios con IMT que con EMT que avalen la eficacia del entrenamiento y muy pocos hechos con mayores de 80 años hospitalizados. En la [Tabla 1](#) se describen algunas de las principales características de estos estudios. Seixas y colaboradores realizaron una revisión sistemática sobre el efecto de IMT en ancianos (64-88 años), hallando un incremento de la PIM, una mejora significativa de la musculatura inspiratoria y del grosor de diafragma, de la capacidad funcional, de la tolerancia al ejercicio y del control autónomo del corazón y la función pulmonar. Pese a la evidencia de sus beneficios, no existen protocolos claros para la prescripción de IMT y EMT en personas mayores. Por el contrario, existe una gran variedad en las metodologías de entrenamiento utilizadas en la literatura científica. Principalmente están basados en series de repeticiones, con una intensidad moderada-alta (30%-80% PIM), con una pauta de 5-7 días por semana y, al menos, 4 semanas de entrenamiento ([Seixas et al., 2020](#)).

En un estudio comparativo del efecto entre IMT y EMT con EPOC, podemos ver una mejora de la fuerza de la MR, (25% PIM y PEM), de las variables de la función pulmonar (capacidad vital forzada (FCV) y (FEV₁) y de la capacidad funcional expresada en el test 6MWT, que mide los metros recorridos en 6 minutos, la cual tiene una fuerte correlación con la mejora de la PIM (r=0.8) sin diferencias significativas entre los dos grupos ([Mehani, 2017](#)).

El entrenamiento de la musculatura respiratoria, contribuye notablemente a mejorar la condición física de ancianas con una musculatura respiratoria más débil antes del entrenamiento (Incremento de la PIM 22% y de la PEM 30%), en la prueba física en cinta de andar (12%) y una disminución del ritmo cardíaco submáximo (5%) ([Watsford and Murphy, 2008](#)).

Según el estudio de Kendall y colaboradores, la fisioterapia respiratoria con IMT previene las complicaciones pulmonares postoperatorias y reduce la estancia hospitalaria y debería comenzar antes de la intervención. Beneficia a pacientes de cualquier edad y nivel de riesgo, pero los más ancianos y de mayor riesgo son los más beneficiados. Es más eficaz cuando es supervisado, el programa debería durar al menos 2 semanas con sesiones de más de 15 minutos, se deberían aplicar mayores cargas progresivamente, así como otro tipo de ejercicios ([Kendall et al., 2018](#)).

REVISIÓN DEL TEMA

El aumento, tanto de la PIM como de la PEM, está asociado con la capacidad para deambular y la independencia en las actividades de la vida diaria (AVDs), a la disminución de disnea, la disminución de la estancia hospitalaria y menor número de complicaciones médicas ([Cebrià i Iranzo et al., 2013](#); [Karlsson et al., 2018](#)), complicaciones respiratorias ([Hulzebos et al., 2006](#); [Stolbrink et al., 2014](#); [Chang et al., 2018](#)), a la mejora de la MR, de los valores gasométricos, de la respiración en el habla ([Darling-White and Huber, 2017](#); [Mehani, 2017](#)), la tolerancia al ejercicio tras sufrir un ictus ([Messaggi-Sartor et al., 2015](#)) y en pacientes con cardiopatías ([Padula et al., 2009](#)).

Tabla 1. Estudios IMT y medición PIM en mayores hospitalizados

ESTUDIO	OBJETIVO	EDAD	INTERVENCIÓN	VARIABLES	CONCLUSIÓN	LIMITACIONES	TIPO ESTUDIO
Tatsuma Okazaki et al., 2021	Pacientes ingresados por neumonía, determinar si debilidad muscular es factor de riesgo de neumonía comparado con pacientes no-neumonía	85	medida de fuerza de músculos respiratorios y de deglución masa muscular y malnutrición	PIM, PEM, fuerza muscular depresor de la lengua y tronco, masa muscular y grasa	la debilidad de músculos respiratorios, menor masa muscular de tronco y desnutrición son factores de riesgo para aparición de neumonía	Bajo número de participantes; no distinguen entre neumonías de primera aparición y recidivas	Estudio longitudinal
Shih-Chien Chang et al., 2018	Programa de RP en ancianos hospitalizados para reducir la incidencia de neumonía y estancia hospitalaria tras fractura de cadera	81	Rehabilitación pulmonar (ejercicios de respiración profunda, espirometría incentivada percusión torácica y técnicas de espiración forzada) el primer día tras cirugía y hasta el día de alta	complicaciones pulmonares; estancia hospitalaria	El cuidado multidisciplinar incluyendo un equipo de rehabilitación pulmonar, puede disminuir la estancia hospitalaria y la incidencia de neumonía	Muestra relativamente pequeña, no aleatorizado, no hay medidas respiratorias fisiológicas	No aleatorizado, cuasi experimental
Lin-Yu Liao et al., 2015	Eficacia de la rehabilitación respiratoria más ejercicio físico en pacientes ancianos hospitalizados por exacerbación EPOC	70	4 días; 2 sesiones 10-30min/día de entrenamiento de ejercicio respiratorio y rehabilitación pulmonar	disnea; tos; tolerancia al ejercicio; eliminación esputo	Pack de rehabilitación respiratoria más ejercicio físico reduce los síntomas y mejora la eficacia del cuidado de ancianos hospitalizados con exacerbación de EPOC	Muestra pequeña; tiempo intervención limitado	Aleatorizado
Hulzebos et al., 2006	Efecto IMT pacientes cirugía cardíaca con alto riesgo complicaciones pulmonares	67	2 semanas; IMT 20min/día; 7 sesiones /semana; 30% PIM e incremento 5%; educación espirometría incentivada; técnicas de ciclos de respiración activa; técnicas de espiración forzada	Complicaciones hospitalarias; estancia hospitalaria; neumonía; atelectasia	Disminución de complicaciones y estancia hospitalaria y disminución de tasa de neumonía y atelectasia	Edad	Aleatorizado
Nepomuceno B et al., 2017	Efecto IMT en pacientes larga estancia hospitalaria con alto riesgo complicaciones hospitalarias	18-60	4 semanas; 2 sesiones /día; 50% PIM; fisioterapia respiratoria habitual	Debilidad muscular; entubación endotraqueal; complicación hospitalaria; muerte intrahospitalaria	IMT precoz más fisioterapia reduce la estancia hospitalaria, las complicaciones y la mortalidad intrahospitalaria	Edad	Aleatorizado, doble ciego

IMT: entrenamiento musculatura inspiratoria; PIM: presión inspiratoria máxima; EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

6.7. Educación para la salud

La educación para la salud se entiende como una práctica para la transformación de los modos de vida individuales y colectivos y, en consecuencia, la promoción de la calidad de vida y la salud ([García, 2022](#)). La educación se considera un componente central de la rehabilitación, a través de la educación se transmiten conocimientos, valores costumbres y formas de actuar. El concepto de salud ha pasado de considerarse como la ausencia de salud a otro más positivo que engloba el bienestar físico, psíquico y social por lo que las acciones sanitarias se enfocan en fomentar estilos de vida saludables ([García, 2022](#)), como abandonar el tabaquismo, seguir una dieta apropiada, hábitos de sueño reparador y realizar ejercicio físico regular.

Las actividades de educación para la salud dirigidas a las personas mayores necesitan metodologías que atiendan a la complejidad del proceso de envejecimiento que tengan en cuenta los factores que rodean al individuo, como creencias, valores, normas y formas de vida implementando programas basados en los principios de la educación para la salud acordes con las necesidades de las personas mayores para poder conseguir los resultados deseados ([García, 2022](#)). Dentro de la prevención terciaria, las intervenciones de rehabilitación y soporte van dirigidas a disminuir al máximo el impacto de la enfermedad y otros problemas de salud, para evitar complicaciones y discapacidad, y maximizar así la calidad de vida del paciente ([Sánchez et al., 2022](#)), se hace necesaria la actuación dentro del ámbito hospitalario.

Es mucha la evidencia acumulada del éxito de los programas de promoción de la salud y prevención de enfermedades en las personas mayores aunque la contribución específica de la educación no se conoce con exactitud, diversos estudios muestran una tendencia a la reducción de los días de hospitalización y a un menor uso de los recursos sanitarios ([Coll-Fernández et al., 2011](#)). No obstante, es preciso generar el suficiente interés y una necesaria adecuación de los procesos para que estos resultados se generalicen en las organizaciones de salud. Los avances que se logren para atender las necesidades de las personas mayores conseguirán mejorar la promoción y la prevención en la población general ([Sánchez et al., 2022](#)).

Los programas educativos pueden mejorar la percepción de la salud y la vitalidad de las personas mayores, pero el número de comorbilidades puede interferir con los efectos de los programas de educación y ejercicio ([Tamari et al., 2012](#)). Hay que destacar la importancia de implementar estos durante la hospitalización, siendo necesario adecuarlo a cada paciente explicando su uso y sus contraindicaciones en función de las características del paciente. Se necesita así mismo la participación del paciente de modo que tome protagonismo, así como la implicación de familiares y cuidadores, ya que son pocos los estudios que destacan la participación de la familia en las actividades educativas. El paciente debe tener claro qué implica la indicación, en este estudio en particular, de hacer ejercicio así como voluntad y motivación para insertarla en su vida, además de recursos para generar y sostener el cambio ([García, 2022](#)).

6.8. Recomendaciones internacionales sobre desagregación datos por sexo en estudios clínicos.

El número de estudios y ensayos clínicos que segregan los resultados según el sexo es muy bajo. Tal como señala Brady E. y colaboradores en su artículo, solo en 8 de 45 ensayos se informa del impacto del sexo o el género ([Brady et al., 2021](#)). Diversos estudios encuentran disparidades sexuales y de género en las respuestas diagnósticas y terapéuticas. Las disparidades se observan en epidemiología, fisiopatología, manifestaciones clínicas, progresión de la enfermedad y respuesta al tratamiento. Las causas genéticas, epigenéticas y hormonales condicionan la enfermedad según el sexo biológico, mientras que las construcciones sociales del género condicionan la interacción entre médicos y pacientes y la salud comunitaria ([Mauvais-Jarvis et al., 2020](#)). Es importante, por tanto, desagregar los

REVISIÓN DEL TEMA

datos por sexo a la hora de recoger la información al cumplimentar las bases de datos, en el análisis de los datos y en la presentación de los resultados.

En nuestro estudio se han utilizado escalas de rendimiento físico objetivo (escala objetiva de rendimiento físico SPPB y test de Alusti) para medir capacidad funcional y física al ingreso. Otros autores han mostrado diferencias entre sexos en sus resultados. Xabier Rio y colaboradores determinan los valores de referencia del SPPB en personas mayores de 60 años en población española, y muestran que los hombres consiguieron mejores puntuaciones que las mujeres en la mayoría de los rangos de edad ([Rio et al., 2021](#)). Así mismo, Calvo-Aguirre analiza los resultados obtenidos al ingreso por las mujeres frente a los hombres utilizando tres pruebas (Barthel, Alusti completo y Alusti abreviado), y muestra diferencias significativas entre hombres y mujeres ([Calvo-Aguirre et al., 2019](#)). Por tanto, en esta tesis hemos seguido las recomendaciones del Instituto de Salud Carlos III e instituciones internacionales y presentamos los datos y observaciones segregadas por sexo ([Heidari et al., 2019](#)).



7. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, pese a que el beneficio del ejercicio físico en la prevención del DAH en pacientes mayores es incontestable ([Valenzuela et al., 2018](#); [Valenzuela et al., 2020a](#); [Hartley et al., 2022](#)), no existe consenso sobre aspectos como el tipo de intervención (ejercicios, intensidad, dosis, duración progresión), técnicas para aumentar la adherencia al programa, los objetivos a conseguir y la manera de medirlos.

En el estudio previo AGECAAR ([Ortiz-Alonso et al., 2019](#)), realizado en la Unidad de Agudos Geriátrica del HGUGM, demostramos una eficacia “discreta” en la prevención de la DAH, que desaparecía a los tres meses del alta. En el presente trabajo hemos introducido algunas modificaciones para mejorar aquellos resultados:

- Pretendemos que la eficacia de la intervención sea mayor, para lo que realizamos más sesiones de entrenamiento (una sesión más al día en sesión de tarde) e incluimos en la intervención un programa de entrenamiento de la musculatura inspiratoria.
- Buscamos una mayor duración de los beneficios obtenidos durante la hospitalización, para lo que añadimos a la intervención un programa de educación para la salud para conseguir que el paciente mantenga las rutinas del ejercicio tras el alta hospitalaria.
- Queremos valorar qué herramientas son las más apropiadas para valorar el efecto de las intervenciones de este tipo, por lo que utilizamos diferentes escalas de función y de rendimiento físico.
- Estudiamos de forma específica la función inspiratoria en estos pacientes y la eficacia del programa de entrenamiento de musculatura inspiratoria.

Otros aspectos del estudio aportan también especial relevancia:

- Por un lado, las características de la población incluida (hospitalizada, muy mayor, con muchas comorbilidades, polifarmacia, diferentes grados de discapacidad), hacen que sea un programa realizado en “población real” no seleccionada, el tipo de población más complicado de tratar con ejercicio físico.
- Y por último el diseño del estudio es muy ambicioso desde el punto de vista de objetivos a conseguir. Pretendemos, entre otros, que este programa aumente el porcentaje de pacientes que, a los tres meses del alta hospitalaria, recuperan la situación funcional (medida con el índice de Barthel) que tenían antes de la enfermedad aguda.

Todos estos aspectos hacen que este estudio sea muy pertinente y que nos permita profundizar en el conocimiento de la DAH, su prevención y tratamiento y la manera de medir los beneficios en una población muy mayor hospitalizada por enfermedad aguda. Al tiempo que incorpora una serie de elementos que lo hacen muy interesante: un grupo de riesgo moderado/severo definido por la escala de Barthel, medición de la función premórbida, asignación aleatoria a la intervención de ejercicio, análisis por intención de tratar, medida de la función después del alta, identificación de subgrupos de interés, medición de la fidelidad y adherencia de la intervención y número adecuado de participantes que garantiza un poder estadístico apropiado para determinar la eficacia de la intervención.

8. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS

Un programa de ejercicio físico multicomponente que incluye el entrenamiento de la musculatura inspiratoria y educación para la salud podría prevenir la discapacidad asociada a la hospitalización al alta y a los tres meses y el declive de la musculatura inspiratoria al alta en pacientes mayores de 74 años hospitalizados en la Unidad de Agudos de Geriatria del HGUGM.

9. OBJETIVOS

OBJETIVOS

9.1 OBJETIVO PRINCIPAL 1: Investigar el efecto de un programa de ejercicio físico multicomponente realizado durante la hospitalización, y educación para la salud, sobre:

- **Objetivo 1.1:** La prevención de la DAH, medida por la proporción de pacientes que recuperan el índice de Barthel basal (previo a la enfermedad aguda), al alta y a los 3 meses de la hospitalización.
- **Objetivo 1.2:** La prevención de la DAH, medido por la proporción de pacientes que recuperan los índices basales medidos con otras escalas de función física (Índice de Katz), y deambulación (escala de valoración funcional de la marcha FAC) al alta y a los 3 meses de la hospitalización.
- **Objetivo 1.3:** Analizar el efecto de la intervención en la evolución funcional con las escalas Barthel, Katz y FAC a lo largo de la intervención (Basal, ingreso, alta, 3 meses).
- **Objetivo 1.4:** Analizar el efecto de la intervención en la evolución funcional al alta medido mediante escalas objetivas del rendimiento físico (SPPB y test de Alusti)

9.2 OBJETIVO SECUNDARIO 2: Realizar un sub estudio sobre la capacidad inspiratoria del paciente mayor hospitalizado y el efecto de un programa de ejercicio multicomponente intrahospitalario sobre la misma:

- **Objetivo 2.1:** evaluar la función inspiratoria: la capacidad inspiratoria máxima y el porcentaje de pacientes con debilidad inspiratoria máxima (IMW) al ingreso hospitalario.
- **Objetivo 2.2:** evaluar el efecto del programa ejercicio multicomponente sobre la función inspiratoria al alta hospitalaria.



10. MÉTODOS

10.1. Diseño

El programa AGECAR Plus de intervención de ejercicio físico en combinación con el entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT) y educación para la salud se ha llevado a cabo en la Unidad de Agudos del Servicio de Geriátría del HGUGM.

El presente estudio es un ensayo clínico aleatorizado ([NTC03604640](#)), diseñado acorde a las recomendaciones del Consolidated Standards of Reporting Trial statement (CONSORT) ([Altman et al., 2001](#)) y ha sido financiado por el Instituto Nacional de Salud Carlos III (PI 17/02021). Todos los procedimientos se llevaron a cabo de acuerdo con las normas éticas establecidas en la declaración de Helsinki de 1964 y su posterior modificación. El comité Ético del Instituto de Investigación Gregorio Marañón aprobó el protocolo ([ANEXO 1](#)) y se obtuvo el consentimiento informado (CI) por escrito de todos los participantes (ANEXO 2).

10.2. Inclusión en el estudio

Los pacientes ingresados en la unidad de geriatría susceptibles de ser participantes del estudio han sido seleccionados por los médicos responsables del reclutamiento basándose en los criterios de inclusión y exclusión. Una vez explicado a los pacientes y familiares y/o cuidadores en qué consiste el estudio y las implicaciones de su participación, aquellos que aceptaron participar firmaron el consentimiento informado y fueron registrados y asignados aleatoriamente al grupo de intervención (GI) o al grupo control (GC).

Durante los periodos vacacionales no se ha realizado inclusión de pacientes, así como durante el periodo de confinamiento y meses posteriores debido a la pandemia por COVID 19 (9 de marzo 2020 - 17 de febrero 2021).

10.3. Participantes

Los participantes en el estudio han sido pacientes ingresados en la Unidad de Agudos del Servicio de Geriátría del HGUGM. En las primeras 72h del ingreso, se ha realizado el cribado inicial.

10.3.1. Criterios de inclusión

- Edad mayor de 74 años
- Capacidad de caminar (con o sin ayuda) antes del ingreso
- Capacidad de comunicarse, de comprender y firmar el CI.

10.3.2. Criterios de exclusión

- Situación médica inestable
- Duración de la hospitalización menor de 72 horas
- Situación terminal
- Dependencia total (Barthel < 20)
- incapacidad para la deambulaci3n (FAC < 2)
- No entender 3rdenes ni capaz de comunicarse
- Demencia severa que impida la colaboraci3n en el programa
- Reingreso
- Ingreso programado
- Traslado de otro servicio
- No firmar el consentimiento

10.4. Aleatorización

Se ha aleatorizado a los participantes en intervalos aproximados de 4 semanas para evitar que coincidan en el tiempo participantes de ambos grupos. Los pacientes ingresados a lo largo de cuatro semanas han sido asignados a un único grupo (GI o GC). Se dejó un periodo de una semana sin inclusión, para dar de alta a los pacientes incluidos en las semanas previas y posteriormente se inició otro bloque de 4 semanas para asignar al siguiente grupo. Una vez ubicados en el grupo correspondiente, todos los participantes han sido evaluados al ingreso, al alta y a los 3 meses del alta hospitalaria. Durante la hospitalización el GC recibió el cuidado habitual y el GI el cuidado habitual más el programa de ejercicio multicomponente, IMT y educación para la salud ([Figura 2](#)).

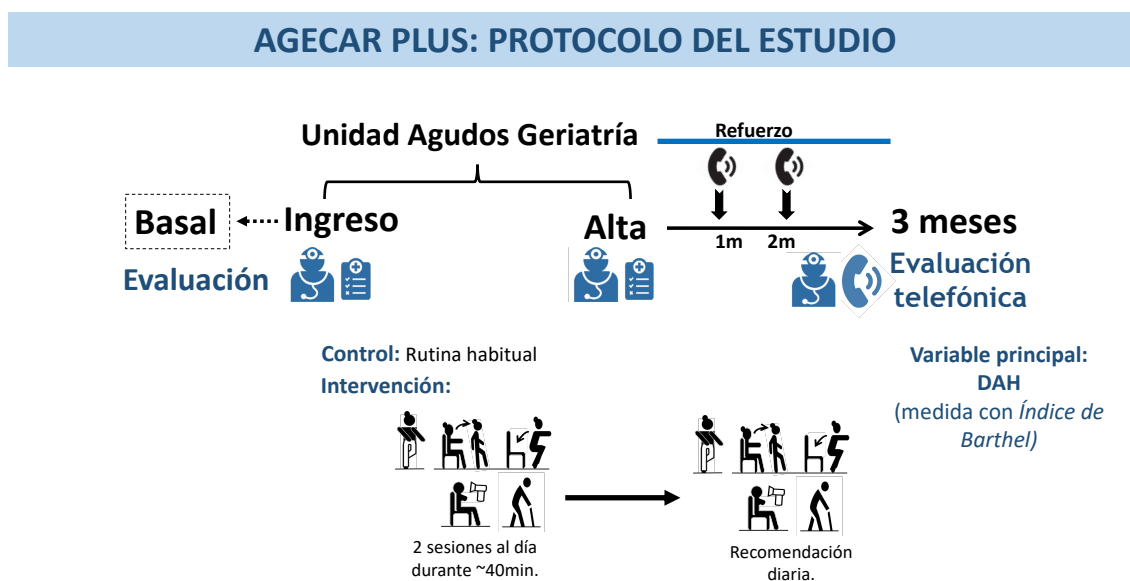


Figura 2. Protocolo del estudio

10.5. Intervención

El grupo control (GC) ha recibido el cuidado hospitalario habitual (eliminación de barreras físicas, farmacológicas y estimulación de la marcha) ([Vidán Astiz, 2009](#)). El grupo intervención (GI) ha recibido el cuidado hospitalario habitual en combinación con el programa de ejercicio multicomponente, incluyendo el entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT) y educación para la salud con una pauta de dos sesiones diarias durante 45 minutos, de lunes a viernes durante la hospitalización.

Cada sesión ha sido registrada en el cuaderno de recogida de datos correspondiente que incluye adherencia, motivo en caso de no realización, duración de la sesión, desarrollo de cada ejercicio y adaptaciones utilizadas (sondas, soporte de oxígeno, ayudas técnicas, material de protección, etc.). (ANEXO 3)

Tras el alta hospitalaria, los pacientes del GI recibieron un programa de ejercicio (ANEXO 4) para ser realizado en el domicilio de manera independiente con seguimiento y apoyo telefónico mensual durante los tres meses posteriores al alta.

10.6. Programa de ejercicio físico multicomponente

El programa de ejercicio físico (EF) consiste en ejercicios de potenciación muscular, equilibrio, estimulación de la marcha y entrenamiento de la musculatura inspiratoria. La duración y la intensidad se ajustarán a la situación clínica y a la disponibilidad de los pacientes. Siempre que ha sido posible, se

han efectuado dos sesiones de entrenamiento diarias (una por la mañana y otra por la tarde), con una duración promedio de 30-45 minutos cada una de ellas, de lunes a viernes ([ver vídeo](#)).

10.6.1. Calentamiento

Cada sesión comienza y termina con un periodo de calentamiento y vuelta a la calma de baja intensidad, de unos 5 minutos en ambos casos, en los que se realizan, ejercicios de movilidad articular y de estiramiento de los principales grupos musculares.

10.6.2. Potenciación muscular de miembros superiores e inferiores

- **Miembro superior con bandas elásticas:** rutina de ejercicios del tren superior en posición de sedestación, realizados con bandas elásticas de tres resistencias diferentes, se utiliza la más adecuada a la condición física del paciente empezando por la resistencia más suave y progresando al nivel superior de resistencia cuando el paciente complete 3 series de 15 repeticiones (1-3 series de 1-15 repeticiones, con un descanso de 1 minuto entre series. Alrededor de 10 minutos). Desde esa posición se hace el ejercicio de remo (sujetando el terapeuta la banda elástica delante del sujeto). Posteriormente se hace el ejercicio de jalón (sujetando el terapeuta la banda elástica por encima de la cabeza del sujeto) y por último se realiza el ejercicio de pectoral (sujetando el terapeuta la banda elástica por detrás del sujeto).
- **Sentadillas:** (ejercicios de tren inferior), partiendo de la posición anteriormente descrita, los participantes tienen que levantarse del asiento y volverse a sentar (1-3 series de 3-10 repeticiones, con un descanso de 1 minuto entre series. Alrededor de 10 minutos).

Niveles de dificultad y progresión:

1. Con asistencia, con apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de los dos pies.
2. Con asistencia, sin apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de los dos pies.
3. Sin asistencia, sin apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de los dos pies.
4. Sin asistencia, sin apoyo de brazos, con carga adicional y con apoyo de los dos pies (se pasará al siguiente nivel de dificultad cuando se llegue a la carga máxima que permitan los chalecos lastrados).
5. Sin asistencia, sin apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de un solo pie.
6. Sin asistencia, sin apoyo de brazos, con carga adicional y con apoyo de un solo pie.

10.6.3. Equilibrio

En bipedestación, el paciente tiene que elevar una rodilla durante un tiempo determinado, progresando desde 3 hasta 5 segundos, Se realizan hasta 3 repeticiones con cada pierna de manera alterna. Posteriormente, deben mantener el equilibrio haciendo el mismo ejercicio con los ojos cerrados y con idéntica progresión de tiempo. Alrededor de 5 minutos. Para estabilizar al paciente y darle seguridad, el paciente puede agarrarse a una barandilla o podemos sujetarle por las manos, aunque intentando prestar solamente la ayuda imprescindible. El ejercicio progresará eliminando los apoyos hasta realizarlo completamente solo.

10.6.4. Estimulación de la marcha

Los pacientes que puedan caminar con o sin asistencia, realizan un ejercicio de estimulación de la marcha, que consiste en caminar tanto como sea posible hasta 10 minutos. El ejercicio siempre es supervisado, acompañando al participante durante todo el trayecto. Los participantes tienen que ser capaces de mantener una conversación sin dificultad para respirar mientras caminan. Se registra el tiempo (hasta un máximo de 10 minutos) y la distancia recorrida (según marcas colocadas en el pasillo). Cuando logra caminar durante 10 minutos seguidos, se progresa incrementando la velocidad de desplazamiento.

10.6.5. Entrenamiento de la musculatura inspiratoria

Previo el entrenamiento hay que medir la presión inspiratoria máxima (PIM cm H₂O) con el objeto de establecer la PIM y la carga de trabajo.

La prueba se ha realizado con el sujeto sentado, en una silla sin ruedas y con apoyabrazos, en posición erguida y los pies bien apoyados en el suelo. Con el dispositivo aplicado en la boca, a través de una boquilla desechable rígida y la nariz tapada con una pinza. Se pide al paciente que exhale suave, pero completamente, con el fin de llegar a volumen residual, y que luego inhale tan fuerte y rápido como le sea posible. La duración de la presión máxima alcanzada debe ser idealmente de 1,5 segundos para poder obtener el promedio de medición durante un segundo. Esta maniobra se repite tres veces con un descanso de 60 segundos entre medidas. Se selecciona el valor más alto de las tres medidas. El valor seleccionado es la PIM de ingreso ([Neder et al., 1999a](#); [Mora-Romero, 2014](#)).

En la interpretación deben tenerse en cuenta los porcentajes de los valores medidos con relación a las ecuaciones de referencia, considerándose normal las medidas >80% del valor predicho o que se encuentren por arriba del límite inferior de la normalidad.

Otra propuesta de interpretación es considerar puntos de corte en valores absolutos, un valor de PIM igual o mayor a 75 cmH₂O para hombres y 50 cmH₂O para mujeres es considerado como «normal» ([Enright et al., 1995](#); [Neder et al., 1999b](#); [Evans and Whitelaw, 2009](#)).

Pauta de entrenamiento: el objetivo es hacer dos sesiones diarias de 30 inspiraciones, en series de 10 con un descanso entre series de 1 minuto, contra un 40% de la PIM. Realizado con un dispositivo de entrenamiento, (*PowerBreathe® Classic Medium Resistance*, Micro RPM Care Fusión, San Diego, California, EE. UU).

Como período de habituación se comienza con 3 series de 5 inspiraciones y se incrementa 1 por serie en cada sesión hasta llegar a las 3 series de 10. En la sesión número 7, habitualmente al tercer día de ingreso, se reevalúa la PIM para ajustar la carga de trabajo y se hace así sucesivamente cada 6 sesiones, así como en el momento del alta. El paciente trabaja con esta pauta y carga de trabajo en su casa (2 sesiones/día de 30 inspiraciones contra 40% de la PIM obtenida al alta).

10.6.6. Vuelta a la calma

Se efectúan estiramientos de los principales grupos musculares, siempre adaptados a las características individuales de los participantes.

10.7. Educación para la salud

Al término de cada sesión se enseña al paciente y al cuidador (en caso de que lo hubiera) cómo realizar los ejercicios para asegurar el máximo entendimiento de estos, así mismo se les anima a tomar notas o grabar vídeos de la ejecución de los ejercicios para facilitar el trabajo en domicilio. En el día 1 se explica el uso del calendario que se le entrega, en el que el paciente debe marcar después de cada sesión realizada durante la hospitalización y en los tres meses posteriores de seguimiento con el objeto de promover la adherencia y facilitar el seguimiento (ANEXO 5).

Previo al alta se dedica la sesión entera a repasar el programa completo. Básicamente, se repasan el tipo, la frecuencia y la progresión de los ejercicios a realizar; se les explica cómo realizarlos en el domicilio y se les entregan unas instrucciones escritas personalizadas con ilustraciones sobre los ejercicios, junto con el calendario entregado el primer día. Además, al mes y a los dos meses del alta, la fisioterapeuta encargada de la supervisión del programa de ejercicio les telefonea para hacer seguimiento e insistir en la realización del programa, animar a hacerlo si no lo están haciendo o para aclarar dudas si las hubiera. La última llamada la realizan los profesionales médicos encargados de la evaluación física y funcional.

10.8. Programa domiciliario post hospitalización

Tras el alta hospitalaria, los pacientes recibieron un programa de ejercicio para realizar en sus domicilios dos veces al día los tres meses siguientes. Se les entrega instrucciones personalizadas de todos los ejercicios, el dispositivo para realizar el IMT y un calendario en el que registrar las sesiones realizadas. El programa consistía en los siguientes ejercicios (ANEXO 4):

- 3 series de 10 repeticiones de sentadillas
- Ejercicios de equilibrio (igual al realizado en el hospital)
- 10 minutos de marcha
- IMT (3 series de 10 repeticiones, 40% PIM al alta)

10.9. Variables del estudio

- Variable principal: discapacidad asociada a la hospitalización (DAH), es la pérdida de autonomía o capacidad en el funcionamiento que ocurre durante la estancia hospitalaria ([MT, 2008](#)). Se consideró como una variable dicotómica que atendía a si el paciente había perdido o no la capacidad de realizar una o más AVD de forma independiente, y se evaluó al alta y 3 meses después ([Covinsky KE, 2011](#); [Ortiz-Alonso et al., 2019](#)). La magnitud del cambio significativo (es decir, clínicamente significativo) fue de 1 punto para el SPPB y de 5 puntos para el Índice de Barthel ([van Bennekom et al., 1996](#)).
- Datos demográficos: edad, sexo, ubicación.
- Comorbilidad: Índice de Charlson: es la medida de comorbilidad más utilizada por la facilidad en su empleo (puntúa con una variable continua): consta de 19 elementos correspondientes a afecciones médicas, que se ponderan para proporcionar una puntuación total de la suma de las diferentes patologías. Se considera 0-1 puntos ausencia de comorbilidad, 2 puntos es comorbilidad baja y ≥ 3 puntos comorbilidad alta. Medido al ingreso ([Charlson et al., 1994](#)).
- Síndromes geriátricos:
 - Presencia de fragilidad (utilizando los criterios de Fried. Tiene en cuenta la presencia de 5 criterios: pérdida de peso ($\geq 4,5$ kg en el último año), estado de ánimo decaído (agotamiento), baja velocidad habitual de la marcha ($\leq 0,76$ m·s⁻¹), baja actividad física (≤ 383 kcal y ≤ 270 kcal a la semana para hombres y mujeres, respectivamente) y debilidad muscular (ver fuerza de prensión manual). Si hay 1 o 2 criterios, estamos ante un paciente pre-frágil y si hay 3-5 criterios, es un paciente frágil. Medido al ingreso ([Fried et al., 2001](#)).
 - Fuerza de prensión manual. (fuerza muscular): La fuerza máxima de prensión manual se evaluó mediante un dinamómetro manual (JAMAR hydraulic hand dynamometer, Nottinghamshire, UK). Con el paciente en sedestación, se ordenó que realizaran una contracción voluntaria máxima de los músculos prensores de la mano dominante agarrando el dinamómetro con la muñeca en posición neutra y el brazo pegado al tronco con el codo en 90° de flexión (180° extensión completa). Se registró el mejor de tres intentos válidos, intercalados por un minuto de descanso. La fuerza prensil es uno de los 5 criterios del índice de Fried para la detección de fragilidad, considerándose que el paciente presenta “debilidad muscular” cuando obtiene un resultado situado en el quintil inferior de personas con su mismo sexo e IMC: 29 kg para un IMC de <24 kg·m⁻² en hombres y 17 kg para un IMC de <23 kg·m⁻² en mujeres. Correlaciona así mismo bien con la fuerza de otros compartimentos musculares. Medido al ingreso ([Dodds et al., 2014](#)).
 - Velocidad de la marcha (metros por segundo): consiste en medir el tiempo que se tarda en recorrer 4,6 metros que están delimitados por dos marcas en el suelo. Se realizan 2 intentos y se escoge el mejor tiempo. ($<4,82$ s: 4 puntos; 4,82-6,20 s: 3 puntos; 6,21-8,70: 2 puntos; $> 8,70$ s: 1 punto; 0 s: incapaz). Medido al ingreso
 - Depresión: Escala de Yesavage (escala de depresión geriátrica): se trata de un cuestionario utilizado para el cribado de depresión en mayores de 65 años. Consta de 15 ítems, hay

MÉTODOS

respuestas afirmativas y negativas. Cada respuesta errónea suma 1 punto. ≥ 5 puntos indica sospecha de depresión, 6-10 depresión moderada y ≥ 10 depresión severa. Medido al ingreso ([Yesavage et al., 1982](#)).

- Demencia: Cuestionario de Pfeiffer (cuestionario abreviado del estado mental): Cuestionario de utilidad para la detección de deterioro cognitivo, así como para el seguimiento de la situación cognitiva a lo largo del tiempo en los pacientes con cuestionario normal. Consta de 10 ítems, cada error suma 1 punto. ≥ 2 (≥ 3 en analfabetos) sugiere la existencia de un deterioro cognitivo. Medido al ingreso ([Folstein et al., 1975](#))
- Caídas previas: caídas en el último año
- Úlceras por presión: al ingreso
- Polifarmacia: ≥ 7 principios activos
- Dolor crónico > 6 meses
- Nutrición
 - Estado nutricional utilizando el índice MNA-SF (del inglés Mini Nutritional Assessment Short Form): Valora 6 ítems, alimentación, pérdida de peso, movilidad, enfermedad aguda en últimos 3 meses problemas neuropsicológicos e índice de masa corporal. La puntuación puede variar de 0 a 14. 12-14 puntos indica estado nutricional normal, 8-12 riesgo de malnutrición y 0-7 malnutrición. Medido al ingreso ([Guigoz et al., 1996](#)).
 - Índice de masa corporal (IMC), peso en kilos dividido por la talla en metros al cuadrado.
- Capacidad funcional
 - Índice de Barthel (IB): El IB es una medida genérica que valora el nivel de independencia del paciente con respecto a la realización de algunas actividades básicas de la vida diaria (ABVD), mediante la cual se asignan diferentes puntuaciones y ponderaciones según la capacidad del sujeto examinado para llevar a cabo estas actividades. Las ABVD incluidas en el índice original son diez: comer, trasladarse entre la silla y la cama, aseo personal, uso del retrete, bañarse/ ducharse, desplazarse (andar en superficie lisa o en silla de ruedas), subir/bajar escaleras, vestirse/desvestirse, control de heces y control de orina. Las actividades se valoran de forma diferente, pudiéndose asignar 0, 5, 10 o 15 puntos de acuerdo con el nivel de asistencia requerido para realizar la actividad. El rango global puede variar entre 0 y 100 puntos (0-20 dependencia total, 21-60 dependencia severa, 61-90 dependencia moderada, 91-99 independencia escasa, 100 independiente). Medido, basal, al ingreso, al alta y a los tres meses. Se ha considerado que una puntuación < 20 es dependencia total y ≥ 60 dependencia leve ([Mahoney and Barthel, 1965](#)).
 - Clasificación funcional de la marcha FAC (del inglés Functional Assessment Classification): clasifica a los pacientes en 5 categorías en función del nivel de dependencia durante la marcha (0 marcha nula o con ayuda de dos personas, 1 marcha con gran ayuda física de una persona, 2 marcha con ligero contacto físico de una persona, 3 marcha solo pero con supervisión de una persona, 4 marcha independiente en superficie llana pero no puede salvar escaleras y 5 deambulación independiente en llano y escaleras). Medido basal, al ingreso, al alta y a los 3 meses ([Holden et al., 1984](#)).
 - Índice de Katz: valora ABVD. Incluye 6 ítems (bañarse, vestirse, uso del WC, levantarse, continencia y comer). Cada una puntúa 0 o 1 dependiendo si es capaz de realizar la actividad con o sin ayuda, sumando todos los ítems, tenemos una puntuación de 0 a 6 (0-3 dependencia severa, 4-5 dependencia moderada, 6 independencia). Medido basal, al ingreso, al alta y a los tres meses ([Katz et al., 1963](#)).
 - Batería corta de rendimiento físico SPPB (del inglés Short Physical Performance Battery): mide objetivamente el rendimiento físico en tres pruebas diferentes: la bipedestación repetida, el tiempo en recorrer 4 metros 2 veces y el equilibrio en bipedestación. Cada prueba puntúa de 0 a 4 y de 0 a 12 combinando las tres. Una puntuación < 10 indica fragilidad con elevado riesgo de discapacidad y caídas, (0-3 limitaciones severas, 4-6 limitaciones moderadas, 7-9 limitaciones ligeras, 10-12 limitaciones mínimas). Medido al ingreso y al alta ([Guralnik and Winograd, 1994](#)).

MÉTODOS

- Test de Alusti (Escala de valoración de rendimiento físico para población geriátrica): Permite la evaluación en la totalidad de la población geriátrica. Hay dos versiones, completa y abreviada. La versión completa mide 10 variables (movilidad articular pasiva, movilidad muscular activa, transferencia decúbito supino-sedestación, tronco en sedestación, transferencia sedestación- bipedestación, bipedestación, marcha, radio de acción de la marcha, tándem ojos cerrados y apoyo mono podal ojos cerrados). Permite abarcar desde una situación de completa colaboración del paciente hasta una insuficiente e incluso nula colaboración. Puntúa de 0 a 100; (0-15 dependencia total, 37-50 movilidad conservada, 91-100 movilidad excelente). En este estudio se ha utilizado la versión completa. Medido al ingreso y al alta ([Calvo Aguirre et al., 2018](#))
- Función inspiratoria
 - Presión máxima inspiratoria (PIM): Medida con un equipo adecuado y de acuerdo con las recomendaciones de la ATS/ERS (American Thoracic Society/European Respiratory, 2002). En este estudio se ha utilizado el equipo Micro RPM Care Fusión, San Diego, California, EE. UU. Medida al ingreso y al alta ([Neder et al., 1999a](#); [Mora-Romero, 2014](#)).
 - Debilidad muscular inspiratoria (IMW, Inspiratory Muscle Weakness): IMW por sus siglas en inglés. Hemos calculado la prevalencia de IMW tomando como referencia los datos de Rodrigues y colaboradores, los cuales consideran un valor absoluto de PIM asociada a una mayor probabilidad de IMW por sexo y edad. Para >80 años, 42 cm H₂O para hombres y 38 cm H₂O para mujeres ([Rodrigues et al., 2017](#)).
- Diagnóstico principal al alta: patología principal que ha causado el ingreso, esto es lo que definimos como diagnóstico principal al alta (SNC, respiratorio, circulatorio, digestivo, musculoesquelético, endocrino, renal, sangre (mieloproliferativo), infeccioso, consumo de alcohol y/o drogas, neoplasia).
- Estancia hospitalaria: medida en días.

10.10. Evaluación de los pacientes y recogida de datos

Los datos se obtendrán por medio de entrevistas, revisión de la historia médica y realización presencial de las escalas de rendimiento físico objetivo. De forma general los participantes de este estudio fueron evaluados en cuatro momentos temporales: I) situación basal (la que presentaba el paciente 15 días antes del ingreso hospitalario) con entrevista retrospectiva, II) al ingreso, III) al alta presencialmente, y IV) a los tres meses del alta con entrevista telefónica. Todos los test se han realizado de la misma manera, y por los mismos evaluadores no implicados en la intervención. Todos los resultados han sido recogidos en el correspondiente cuaderno de recogida de datos (ANEXO 5). Resumen de escalas y medición temporal en [Tabla 2](#)

Tabla 2. Escalas, momento temporal de medición

ESCALAS	BASAL ^a	INGRESO	ALTA	3 MESES TRAS ALTA
Índice de Barthel	X	X	X	X
Índice de Katz	X	X	X	X
FAC	X	X	X	X
SPPB		X	X	
Test de Alusti		X	X	
PIM (presión inspiratoria máxima)		X	X	
Presión manual		X		
MNA (nutricional)		X		
Índice de Charlson		X		
Yesavage (Depresión)		X		
Pfeiffer (demencia)		X		
Variables socio demográficas		X		

Variables principales y secundarias y momento de medición. ^aBasal: 15 días antes del ingreso

10.11. Cálculo del tamaño muestral

Nuestro anterior estudio AGECAR ([Ortiz-Alonso et al., 2019](#)) mostró que el 40% de los pacientes de control ingresados en nuestra unidad de agudos de geriatría recuperaron sus AVD basales desde el ingreso hasta 3 meses después del alta. Como esperábamos aumentar esta tasa en un 20% con la intervención (hasta el 60%), estimamos una muestra de 188 o más pacientes para detectar un efecto significativo de la intervención (potencia = 80%, $\alpha = 0,05$). Teniendo en cuenta que la tasa de mortalidad hospitalaria en nuestra unidad es de aproximadamente el 12% y que asumimos una tasa de pérdidas de seguimiento del 20%, calculamos una muestra de 252 pacientes, 126 en el grupo de intervención y 126 en el grupo de control.

10.12. Análisis Estadístico

Las características basales de los pacientes se presentan como medias \pm desviación estándar o mediana intercuartil, atendiendo a la normalidad de los datos, para las variables cuantitativas, y porcentajes y número de pacientes por grupo para las variables categóricas. Las posibles diferencias en las características al ingreso y basales entre el grupo control y el de intervención se analizaron con la prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney o la prueba de chi-cuadrado, cuando procedía.

Análisis del efecto de la intervención sobre la discapacidad asociada a la hospitalización: La presencia, o no, de DAH se determinó comparando el índice de Barthel, Katz y/o FAC al alta y a los tres meses con la situación basal. Aquellos casos donde disminuye la puntuación se consideran con DAH. Se analizaron las posibles diferencias en el porcentaje de pacientes con y sin DAH en cada momento temporal entre el grupo control e intervención por la prueba de chi cuadrado de Pearson.

Además, se calculó el “grado de cambio funcional” para cada una de las variables. En el caso del índice de Barthel, este se ha definido de la siguiente forma: Grado de cambio funcional al alta= Índice de Barthel alta- Índice de Barthel basal, clasificado como ([Martínez-Velilla et al., 2019](#))

- Mucho mejor, 10 puntos más al alta que basal
- Mejor, de 1 a 10 puntos más al alta que basal
- Sin cambios, misma puntuación al alta que basal
- Peor, de 1 a 10 puntos menos al alta que basal
- mucho peor: pérdida de más de 10 puntos al alta con respecto al basal

El grado de cambio funcional para la variable Katz y FAC se definió del modo siguiente, en función de la diferencia de puntos que obtienen respecto al basal: (mejor ($<+1$); peor (-1); sin cambios (igual). De igual forma se ha calculado para los tres meses. Posteriormente se ha representado el porcentaje de pacientes tanto en el grupo de intervención como control en cada grupo y se realizó la prueba de la χ^2 para la tendencia lineal. También denominada asociación lineal por lineal. Es la prueba más apropiada para analizar situaciones en las que una variable de exposición ordenada tiene tres o más categorías.

Análisis del efecto de la intervención sobre la evolución temporal de la funcionalidad basal hasta los tres meses, medida a través de los índices de Barthel, Katz y FAC: Se realizó un ANOVA mixto con medidas repetidas para comparar los cambios las variables a lo largo del tiempo en respuesta a la intervención (el grupo como factor entre sujetos, y el tiempo (basal, ingreso, alta, 3 meses) como factor entre sujetos). El modelo se ajustó por las variables diferentemente significativas en las condiciones basales. Se realizaron pruebas de comparaciones múltiples pos-hoc para comparar los distintos niveles.

Análisis del efecto de la intervención sobre la capacidad funcional al alta, medida mediante escalas objetivas del rendimiento físico: SPPB y test de Alusti: Se realizó una comparación mediante el test t de student para muestras pareadas para evaluar las diferencias pre-post intervención (ingreso vs alta) en los grupos control e intervención.

MÉTODOS

Subanálisis de la capacidad inspiratoria: Se comparó la capacidad inspiratoria máxima medida en los pacientes con respecto a la predicha en población de edad y sexo similar. Para ello, se realizaron comparaciones mediante una prueba t de muestras pareadas o la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, cuando procedía. Se utilizó la prueba de McNemar para analizar el efecto de la intervención sobre el porcentaje de pacientes con o sin debilidad muscular inspiratoria antes y después de la intervención.

Los efectos de la intervención sobre la capacidad inspiratoria máxima se analizaron con una ANOVA mixta de con medidas repetidas para comparar los cambios en la PIM en respuesta a la intervención (el grupo como factor entre sujetos, y el tiempo (pre [PIM basal] post [PIM al alta]) como factor entre sujetos). ([Rodrigues et al., 2017](#)).

Se evaluó la asociación entre el PIM basal y al alta de cada paciente mediante el coeficiente de correlación de Pearson y el análisis de regresión. A continuación, se calculó el índice de mejora de la PIM al alta en relación con el ingreso como: PIM al alta/PIM basal de cada paciente. Se evaluó la asociación entre la PIM basal y el índice de mejoría mediante el coeficiente de correlación de Pearson y el análisis de regresión. Se realizó un subanálisis similar considerando individuos con o sin IMW ([Rodrigues et al., 2017](#)). El análisis de asociación se realizó con GraphPad Prism 9.3.1 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EE.UU.).

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete de software SPSS (SPSS 25.0, IBM, NY, EE.UU.) y el nivel de significación fue un valor $P < 0,05$, sin imputación de datos.



11. RESULTADOS

11.1. Características de la muestra

En el periodo de mayo de 2018 a marzo de 2022, ingresaron 1.293 pacientes potencialmente elegibles para el estudio en la Unidad de agudos del Servicio de Geriátría del HGUGM, de los cuales el 80% (1.029) fueron excluidos ya que no cumplían criterios de inclusión y el 20% (260) fueron incluidos. Finalmente, 130 fueron ubicados en el grupo control (GC) y recibieron el cuidado habitual y 130 en el grupo de intervención (GI) y recibieron el cuidado habitual más el programa de ejercicio físico multicomponente y educación para la salud. Como se explica en el apartado de inclusión de pacientes en la sección de Métodos, no se realizó inclusión de pacientes durante los periodos vacacionales, así como durante el confinamiento y meses posteriores debido a la pandemia por COVID 19.

En el seguimiento hasta el alta, en GC hubo 12 pérdidas por diversas causas (2 exitus intrahospitalarios, 3 abandonos y 7 no evaluados al alta), siendo analizados al alta 118 pacientes. En el GI hubo 5 pérdidas por diversas causas (1 exitus intrahospitalario y 4 abandonos), siendo analizados al alta 125 pacientes.

En el análisis a los tres meses después del alta, en el GC hubo 20 pérdidas (11 exitus y 9 no localizados) siendo analizados los datos de 98 pacientes. En el GI hubo 15 pérdidas (13 exitus y 2 no localizados) siendo analizados los datos de 108 pacientes ([Figura 3](#)).

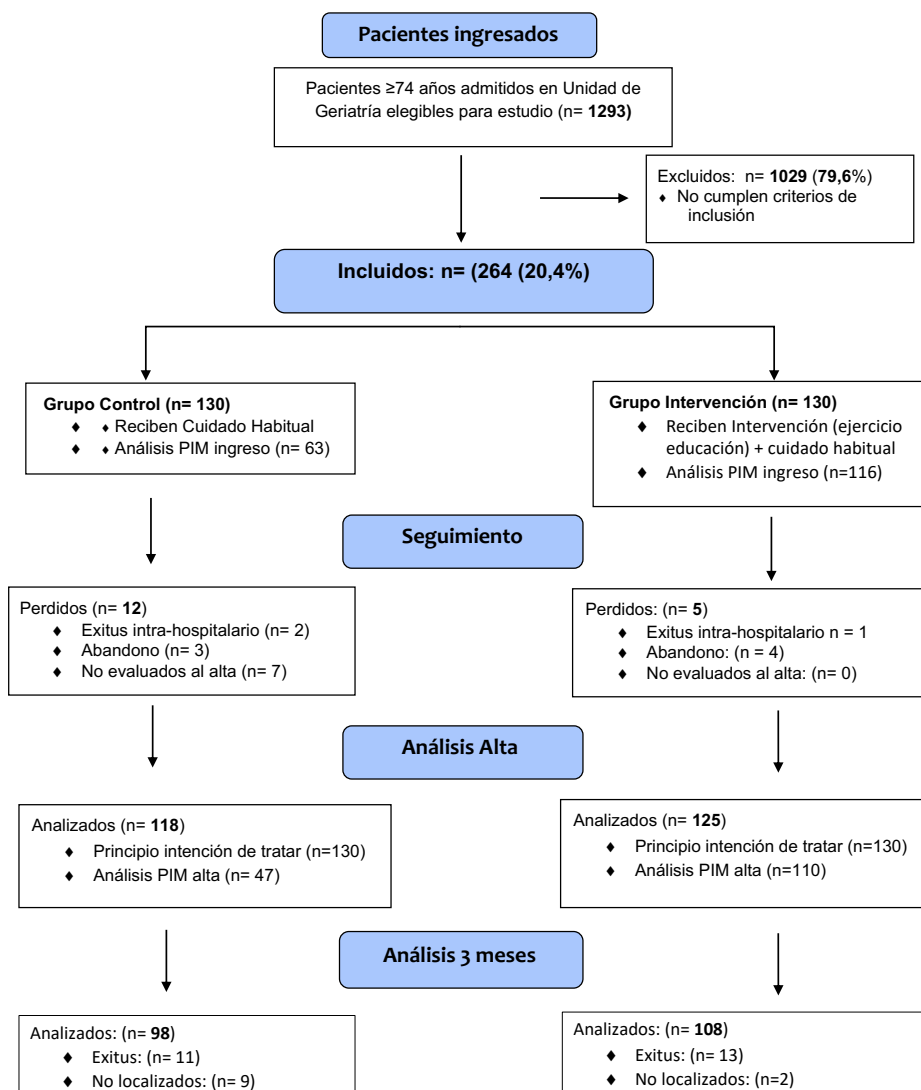


Figura 3. Diagrama de flujo. PIM, presión inspiratoria máxima (cmmH₂O)

RESULTADOS

Motivos de exclusión

En la [Tabla 3](#) pueden verse los motivos de exclusión (número y porcentaje), siendo los más prevalentes la situación médica inestable (14%), no caminar solo (11%), demencia severa (11%) y el ingreso no superior a 48 horas (10%).

Tabla 3. Motivos de exclusión

Motivos de exclusión	N	%
1. Situación médica inestable	182	14
2. No camina solo (FAC <2) ^a	142	11
3. Demencia severa	138	11
4. Ingreso Inferior 72 horas	126	10
5. Traslado de otro servicio	89	7
6. No entiende órdenes, no comunica	78	6
7. No firma el consentimiento	77	6
8. Dependencia total (Barthel <20) ^b	68	5
9. Ya registrado en el estudio	39	3
10. Situación terminal	27	2
11. Ingreso programado	20	2
12. Otros (Perdidos)	14	1

^aEscala funcional de la marcha FAC: >4 deambulación independiente.

^bÍndice de Barthel: <20 dependencia total.

La muestra del estudio fue formada por 260 participantes asignados aleatoriamente en dos grupos, GC y GI a razón de 1:1. Son pacientes muy mayores (74-105 años), con una elevada morbilidad y un elevado consumo de fármacos (más del 70% polifarmacia), cumpliendo más de la mitad de ellos criterios de fragilidad. La mayoría viven en el domicilio. Pese a la aleatorización, existen algunas diferencias significativas entre ambos grupos. Así hay un mayor porcentaje de mujeres en el GC, mayor velocidad de la marcha en el GI y mayor porcentaje de desnutridos en el GC. Las patologías más prevalentes causantes del ingreso fueron la enfermedad circulatoria, la enfermedad infecciosa y patología digestiva ([Tabla 4](#)).

En la [Tabla 5](#) vemos las puntuaciones obtenidas en las variables de capacidad funcional analizadas con diferentes escalas (Barthel, Katz y FAC) basales y al ingreso. Como puede observarse en todas las escalas las puntuaciones al ingreso son más bajas que en el momento basal, lo que indica que los pacientes han sufrido una pérdida de capacidad funcional en el momento de ingreso. Se observan, así mismo, diferencias significativas entre grupos en los índices de Barthel y Katz al ingreso.

Esta pérdida de capacidad se muestra así mismo en las variables categorizadas según niveles de dependencia-independencia, donde vemos que el IB y el índice Katz muestran que más de la mitad de los pacientes tienen dependencia severa al ingreso. De nuevo se observa la diferencia significativa entre grupos para estas dos escalas.

RESULTADOS

Tabla 4. Descripción de la muestra

Variables	n total	GC (n=130)		GI (n=130)		p-valor
Edad, años \pm DE	260	87	± 5	87	± 5	0,830
Mujeres % (n)		60	(76)	45	(58)	0,026
Ubicación	258					
Vive en domicilio % (n)		95	(123)	95	(123)	0,666
Comorbilidades	257					
Índice de Charlson \pm DE		2,92	$\pm 2,06$	3,54	$\pm 2,74$	0,175
Comorbilidad alta ^a % (n)		56	(72)	59	(75)	0,652
Insuficiencia cardíaca % (n)		50	(65)	53	(68)	0,661
Diabetes mellitus % (n)		33	(43)	37	(47)	0,569
Insuficiencia renal crónica % (n)		28	(36)	31	(39)	0,651
Insuficiencia respiratoria crónica % (n)		25	(32)	34	(43)	0,121
Accidente cerebrovascular agudo % (n)		19	(25)	19	(24)	0,898
Cardiopatía Isquémica % (n)		18	(23)	20	(25)	0,726
Demencia % (n)		16	(20)	13	(17)	0,612
Síndromes geriátricos						
Índice de Fried \pm DE	252	2,94	$\pm 1,06$	2,72	$\pm 1,2$	0,130
Fragilidad ^b % (n)	252	64	(80)	57	(72)	0,236
Fuerza prensión manual (Kg) \pm DE	257	17	± 8	20	± 9	0,005
Fuerza prensión manual baja ^c % (n)		83	(105)	83	(106)	0,997
Velocidad marcha (m/ s) \pm DE	242	0,46	$\pm 0,2$	0,52	$\pm 0,2$	0,048
Velocidad de la marcha (media, tiempo medio en recorrer 4,6 m.)	244	12,8	$\pm 8,7$	11,2	$\pm 7,5$	0,051
Depresión ^d % (n)	253	20	(25)	23	(29)	0,518
Caídas previas ^e % (n)	257	34	(44)	30	(38)	0,447
Úlceras por presión al ingreso % (n)	255	2	(3)	2	(3)	0,992
Polifarmacia ^f % (n)	255	73	(94)	78	(99)	0,401
Dolor crónico > 6 meses	255	37	(47)	31	(40)	0,332
Nutrición						
Índice MNA ingreso \pm DE	243	8,7	$\pm 2,7$	9,7	$\pm 2,6$	0,001
Malnutrición ^g % (n)		35	(42)	21	(26)	0,016
IMC ingreso ^h \pm DE	247	20,4	$\pm 3,4$	21,2	$\pm 3,2$	0,028
Diagnóstico principal al alta % (n)	260					0,649
Circulatorio		30	(37)	23	(13)	
Infecciosas		19	(24)	20	(25)	
Digestivo		11	(14)	16	(20)	
Respiratorio		6	(8)	13	(16)	
Hematológico		10	(12)	10	(12)	
Estancia, días media \pmDE	247	6,5	$\pm 4,5$	7,0	± 6	0,298

^aComorbilidad alta: índice de Charlson ≥ 3 . ^bFragilidad: frágil ≥ 3 criterios de Fried. ^cFuerza de prensión manual: baja <27 Kg mujeres, <16 Kg hombres. ^dDepresión: escala de Yesavage sospecha si ≥ 2 . ^eCaídas previas, ≥ 1 en el último año. ^fPolifarmacia ≥ 7 principios activos. MNA (Mini Nutritional Assessment): 12-14=normal, 8-11=riesgo malnutrición, 0-7=malnutrición. ^hIMC (peso en Kg/estatura en m²). Las posibles diferencias en las características al ingreso y basales entre el grupo control y el de intervención se analizaron con la prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney o la prueba de chi-cuadrado, cuando procedía.

RESULTADOS

Tabla 5. Capacidad funcional, puntuación y categorizada

Variables		Total	P valor
	GC	GI	
ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA			
Índice Barthel ^b basal ^a ±DE	81 ± 17	82 ± 20	0,381
Barthel categorizado basal ^a % (n)	(n = 128)	(n = 126)	0,587
Dependencia severa (21-60)	20 (26)	17 (22)	
Dependencia moderada (61-90)	45 (58)	40 (50)	
Independencia escasa (91-99)	13 (17)	17 (21)	
Independencia total (100)	21 (27)	26 (33)	
Índice Barthel ^b ingreso ±DE	61 ± 22	67 ± 25	0,034
Barthel categorizado Ingreso % (n)	(n = 128)	(n = 126)	0,033
Dependencia total	2 (3)	2 (3)	
Dependencia severa (21-60)	54 (69)	39 (48)	
Dependencia moderada (61-90)	37 (47)	39 (48)	
Independencia escasa (91-99)	3 (4)	8 (10)	
Independencia total (100)	4 (5)	11 (14)	
Índice Katz basal ^a ±DE	4,3 ± 1,7	4,5 ± 1,7	0,447
KATZ ^c categorizado basal % (n)	(n = 128)	(n = 128)	0,447
Dependencia severa (0-3)	27 (34)	25 (32)	
Dependencia moderada (4-5)	44 (56)	38 (49)	
Independencia total (6)	30 (38)	37 (47)	
Índice Katz ^c ingreso ±DE	2,8 ± 2	3,1 ± 2	0,289
Katz ^c categorizado ingreso % (n)	(n = 126)	(n = 123)	0,039
Dependencia severa (0-3)	61 (77)	60 (74)	
Dependencia moderada (4-5)	30 (38)	21 (26)	
Independencia total (6)	9 (11)	19 (23)	
Capacidad marcha (FAC ^d basal ^a) ±DE	3,6 ± 0,7	3,6 ± 0,7	0,639
FAC ^d basal % (n)	(n = 130)	(n = 128)	0,185
Ayuda física una persona	0 (0)	2 (2)	
Ligera ayuda	10 (13)	10 (13)	
marcha solo con supervisión	22 (29)	14 (18)	
Independiente en llano	68 (88)	74 (95)	
Capacidad marcha (FAC ^d ingreso) ±DE	2,9 ± 1,1	3,1 ± 1	0,274
FAC ^d ingreso % (n)	(n = 125)	(n = 124)	0,504
Ayuda dos personas	2 (2)	2 (2)	
Ayuda física una persona	12 (15)	6 (7)	
Ligera ayuda	22 (27)	23 (29)	
marcha solo con supervisión	25 (31)	24 (30)	
Independiente en llano	40 (50)	45 (56)	

^aDatos basales a 2 semanas antes del ingreso: ^bÍndice de Barthel: <20 dependencia total, ≥60 severa, 61-90 dependencia moderada, 91-99 independencia escasa, 100 independiente. ^cEscala Índice de Katz: dependencia severa 0-3; moderada 4-5; independencia 6. ^dEscala funcional de la marcha FAC: 0 no puede caminar, 1 deambulación dependiente con gran ayuda de una persona, 2 con ayuda mínima de una persona, 3 marcha solo pero precisa supervisión, 4 marcha independiente en superficie llana pero no puede salvar escaleras y 5 deambulación independiente en llano y escaleras. Las posibles diferencias en las características al ingreso y basales entre el grupo control y el de intervención se analizaron con la prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney o la prueba de chi-cuadrado, cuando procedía.

En la [Tabla 6](#) se muestran tanto las puntuaciones obtenidas al ingreso como la categorización según niveles de dependencia-independencia de la escala de rendimiento físico SPPB y el test de Alusti (estas se miden presencialmente por lo que no se dispone de datos basales). La SPPB muestra una puntuación que es indicativa de la fragilidad de la muestra (<10 indica fragilidad con elevado riesgo de discapacidad y caídas), lo que podemos ver en el número elevado de pacientes con dependencia severa. Una vez más y pese a la aleatorización, se observa una diferencia significativa entre grupos. Por el contrario, el

RESULTADOS

test de Alusti muestra una puntuación obtenida por los pacientes que se corresponde con un nivel de dependencia leve-capacidad funcional buena.

Tabla 6. Capacidad funcional, puntuación y categorizada

Variables		Total	
	GC	GI	P valor
CAPACIDAD FUNCIONAL AL INGRESO			
SPPB ingreso \pm DE	3,9 \pm 2,6	4,5 \pm 2,8	0,039
SPPB ingreso % (n)	(n = 122)	(n = 122)	0,151
Limitaciones severas (0-3)	57 (69)	44 (54)	
Limitaciones moderadas (4-6)	28 (34)	30 (36)	
Limitaciones ligeras (7-9)	12 (15)	20 (24)	
Limitaciones mínimas (10-12)	3 (4)	7 (8)	
Alusti \pmDE	61 \pm 14	62 \pm 14	0,824
Alusti ingreso % (n)	(n = 121)	(n = 118)	0,267
Dependencia total (<30)	2 (2)	1 (1)	
Dependencia severa (31-40)	3 (4)	6 (7)	
Dependencia moderada (41-50)	19 (23)	14 (16)	
Dependencia leve (51-60)	21 (25)	30 (35)	
Capacidad funcional buena (61-75)	40 (48)	32 (38)	
Capacidad funcional muy buena (76-90)	14 (17)	18 (21)	
Capacidad funcional excelente (>90)	2 (2)	0 (0)	

^aBatería SPPB: 0 a 12, <10 fragilidad. ^bTest Alusti de rendimiento físico para geriatría: de 0 a 100, <30 dependencia total, 31-60 dependencia leve, 61-100 capacidad funcional buena-excelente. Las posibles diferencias en las características al ingreso y basales entre el grupo control y el de intervención se analizaron con la prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney o la prueba de chi-cuadrado, cuando procedía.

11.2. Análisis de la muestra segregada por sexo

El análisis de la capacidad funcional muestra diferencias significativas entre GC y GI. Esto es así a pesar de que la asignación de pacientes ha sido aleatoria. Esta diferencia podría condicionar la interpretación de los resultados y el efecto de la intervención. Así mismo, en la [Tabla 4](#) se observa que la proporción de mujeres del GC es significativamente mayor que en GI. Por tanto, en primer lugar, evaluamos si las diferencias funcionales entre grupos eran consecuencia de la diferente proporción de mujeres.

En la [Tabla 7](#) podemos ver el análisis de las variables segregando los datos por sexo. El GI presenta más mujeres con insuficiencia respiratoria crónica y menor velocidad de la marcha, por el contrario, hay menos mujeres desnutridas y con un IMC mayor en el GI. En estas variables se observan diferencias significativas entre grupos. En los hombres, el GI presenta mayor porcentaje de pacientes con comorbilidad alta y con insuficiencia renal, encontrando también diferencias significativas entre grupos ([Tabla 7](#)).

RESULTADOS

Tabla 7. Características generales de la muestra segregadas por sexo

Variables	Mujeres			Hombres		
	GC (n=76)	GI (n=58)	P valor	GC (n=54)	GI (n=72)	P valor
Edad, años \pm DE	88 \pm 5	87 \pm 6	0,092	86 \pm 5	88 \pm 4	0,181
Vive en domicilio % (n)	93 (70)	95 (53)	0,552	98 (53)	97 (69)	0,437
Comorbilidad						
Índice de Charlson \pm DE	2,86 \pm 1,9	2,39 \pm 2,05	0,089	3,02 \pm 2,3	4,43 \pm 2,8	0,004
Comorbilidad alta ^a % (n)	57 (43)	41 (23)	0,078	55 (29)	72 (52)	0,043
Insuficiencia cardíaca % (n)	54 (41)	50 (28)	0,654	45 (24)	56 (40)	0,256
Diabetes mellitus % (n)	26 (20)	37 (21)	0,17	43 (23)	36 (26)	0,41
Insuficiencia renal crónica % (n)	33 (25)	20 (11)	0,091	21 (11)	39 (28)	0,031
Insuficiencia respiratoria crónica % (n)	13 (10)	27 (15)	0,048	41 (22)	39 (28)	0,768
Accidente cerebrovascular agudo % (n)	20 (15)	9 (5)	0,087	19 (10)	26 (19)	0,325
Cardiopatía isquémica % (n)	12 (9)	5 (3)	0,2	26 (14)	31 (22)	0,613
Demencia % (n)	20 (15)	14 (8)	0,414	9 (5)	12 (9)	0,591
Síndromes geriátricos						
Índice de Fried \pm DE	3 \pm 1	2,8 \pm 1,1	0,393	2,8 \pm 1	2,58 \pm 1,2	0,337
Fragilidad ^b (% , n)	66 (49)	63 (3)	0,661	61 (31)	52 (37)	0,342
Fuerza prensión manual Kg \pm DE	14 \pm 5	15 \pm 5	0,293	21 \pm 9	24 \pm 9	0,411
Fuerza prensión manual baja ^c % (n)	83 (62)	82 (46)	0,938	83 (43)	83 (60)	0,925
Velocidad de la marcha (m/s) \pm DE	0,41 \pm 0,2	0,48 \pm 0,2	0,058	0,53 \pm 0,2	0,56 \pm 0,2	0,71
Velocidad marcha (tiempo medio recorrer 4,6 m.)	14,5 \pm 10	11,5 \pm 5,6	0,041	10,5 \pm 6	11,1 \pm 8,7	0,855
Depresión ^d % (n)	20 (15)	29 (16)	0,246	19 (10)	18 (13)	0,937
Caídas previas ^e % (n)	32 (24)	38 (21)	0,512	37 (20)	24 (17)	0,102
Úlceras por presión al ingreso (% , n)	(0) 0	(4) 2	0,101	(6) 3	(1) 1	0,18
Polifarmacia ^f % (n)	69 (52)	75 (41)	0,515	79 (42)	81 (68)	0,856
Dolor crónico > 6 meses (% , n)	45 (33)	34 (19)	0,219	26 (14)	29 (21)	0,735
Nutrición						
Índice MNA ingreso \pm DE	8,37 \pm 2,6	9,69 \pm 2,6	0,002	9,2 \pm 2,8	9,8 \pm 2,6	0,199
Malnutrición ^g (% , n)	37 (26)	18 (10)	0,027	33 (16)	23 (16)	0,254
IMC Ingreso ^h \pm DE	19,8 \pm 3,6	21,3 \pm 3,7	0,03	21,2 \pm 3	21,1 \pm 2,9	0,655
Función inspiratoria ingreso						
Presión máx. inspiratoria (cm H ₂ O) \pm DE	25 \pm 16	33 \pm 21	0,106	36 \pm 17	38 \pm 20	0,713
Debilidad muscular inspiratoria ^o (% , n)	82 (37)	72 (36)	0,238	70 (19)	62 (42)	0,43
Diagnostico principal al alta % (n)						
			0,706			0,757
Circulatorio	31 (23)	30 (16)		28 (14)	17 (13)	
Infeciosas	19 (14)	18 (10)		20 (10)	21 (15)	
Digestivo	12 (9)	18 (10)		10 (5)	14 (10)	
Respiratorio	4 (3)	11 (6)		10 (5)	14 (10)	
Hematológico	11 (8)	11 (6)		8 (4)	9 (6)	
Estancia, días media \pm DE	6,5 \pm 4	6 \pm 4	0,717	6,2 \pm 5	8 \pm 7	0,081

^aComorbilidad alta: índice de Charlson ≥ 3 . ^bFragilidad: frágil ≥ 3 criterios de Fried. ^cFuerza de prensión manual: baja <27 Kg mujeres, <16 Kg hombres. ^dDepresión: escala de Yesavage sospecha si ≥ 2 . ^eCaídas previas, ≥ 1 en el último año. ^fPolifarmacia ≥ 7 principios activos. MNA (Mini Nutritional Assessment): 12-14=normal, 8-11=riesgo malnutrición, ≤ 7 =malnutrición. ^hIMC (peso en Kg/estatura en m²). ^oDebilidad muscular inspiratoria (IMW): mujeres (PIM inferior a 38 cmH₂O) y hombres (PIM inferior a 42 cmH₂O). Las posibles diferencias en las características al ingreso y basales entre el grupo control y el de intervención se analizaron con la prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney o la prueba de chi-cuadrado, cuando procedía.

La [Tabla 8](#) refleja las puntuaciones obtenidas en las variables de capacidad funcional analizadas con diferentes escalas (Barthel, Katz y FAC) basales y al ingreso y las variables categorizadas según niveles de dependencia-independencia segregado por sexo. Podemos observar, que en todas las escalas desaparecen las diferencias entre grupos observadas en la [Tabla 5](#). Por lo tanto, es necesario realizar el análisis del efecto de la intervención segregando los datos por sexo. Por otra parte, de este modo seguimos las recomendaciones de desagregar los datos por sexo a la hora de recoger la información al cumplimentar las bases de datos, en el análisis de los datos y en la presentación de los resultados ([1999; Heidari et al., 2019; Mauvais-Jarvis et al., 2020](#))

RESULTADOS

Tabla 8. Capacidad funcional, puntuación y categorizada, segregada por sexo

Variables	Mujeres			Hombres		
	GC	GI	P valor	GC	GI	P valor
Actividades de la vida diaria						
Índice Barthel^b basal^a ±DE	78 ±17	79 ± 19	0,297	80 ± 16	85 ±19	0,873
Barthel categorizado basal^a % (n)	(n = 76)	(n = 55)	0,367	(n = 52)	(n = 71)	0,96
Dependencia severa (21-60)	26 (20)	24 (13)		11 (6)	1) (9)	
Dependencia moderada (61-90)	53 (40)	42 (23)		35 (18)	38 (27)	
Independencia escasa (91-99)	7 (5)	13 (7)		23 (12)	20 (14)	
Independencia total (100)	14 (11)	22 (12)		31 (16)	30 (21)	
Índice Barthel^b ingreso ±DE	57 ± 20	60 ± 22	0,403	67 ± 24	72 ± 25	0,923
Barthel categorizado Ingreso % (n)	(n=75)	(n=54)	0,864	(n=53)	(n=69)	0,149
Dependencia total	1 (1)	2 (1)		4 (2)	3 (2)	
Dependencia severa (21-60)	65 (49)	57 (31)		38 (20)	25 (17)	
Dependencia moderada (61-90)	28 (21)	31 (17)		49 (26)	45 (31)	
Independencia escasa (91-99)	3 (2)	4 (2)		4 (2)	12 (8)	
Independencia total (100)	3 (2)	6 (3)		6 (3)	16 (11)	
Índice Katz^c basal^a ±DE	4,1 ±1,7	4,4 ± 1,6	0,534	4,7 ± 1,6	4,5 ± 1,7	0,905
KATZ^c categorizado basal % (n)	(n = 74)	(n = 56)	0,503	(n = 54)	(n = 72)	0,993
Dependencia severa (0-3)	30 (22)	29 (16)		22 (12)	22 (16)	
Dependencia moderada (4-5)	49 (36)	41 (23)		37 (20)	36 (26)	
Independencia total (6)	22 (16)	30 (17)		41 (23)	42 (30)	
Índice Katz^c ingreso ±DE	2,3 ± 1,7	2,7 ± 1,7	0,677	3,3 ± 2	3,5 ± 2	0,617
KATZ^c categorizado ingreso % (n)	(n=75)	(n = 53)	0,287	(n=51)	(n = 70)	0,212
Dependencia severa (0-3)	71 (53)	74 (39)		47 (24)	50 (35)	
Dependencia moderada (4-5)	25 (19)	17 (9)		37 (19)	24 (17)	
Independencia total (6)	4 (3)	9 (5)		16 (8)	26 (18)	
Capacidad marcha (FAC^d basal^a) ±DE	3,5 ± 0,7	3,5 ± 0,7	0,671	4 ± 0,5	4 ± 06	0,826
FAC^d basal % (n)	(n = 76)	(n = 56)	0,544	(n=54)	(n = 72)	0,515
Ayuda física una persona	0 (0)	2 (1)		0 (0)	1 (1)	
Ligera ayuda	13 (10)	12 (7)		6 (3)	8 (69)	
marcha solo con supervisión	26 (20)	20 (1)		17 (9)	10 (7)	
Independiente en llano	60 (46)	66 (37)		78 (42)	81 (58)	
Capacidad marcha (FAC^d ingreso) ±DE	2,6 ± 1,1	3 ± 1	0,141	3,2 ± 1	3,1 ± 1	0,689
FAC^d ingreso % (n)	(n = 71)	(n = 74)	0,313	(n= 54)	(n = 70)	0,883
Ayuda dos personas	1 (1)	0 (0)		2 (1)	3 (2)	
Ayuda física una persona	17 (12)	6 (3)		6 (3)	6 (4)	
Ligera ayuda	28 (20)	30 (16)		13 (7)	19 (13)	
marcha solo con supervisión	25 (18)	31 (17)		24 (13)	19 (13)	
Independiente en llano	28 (20)	33 (18)		56 (30)	54 (38)	

^aDatos basales a 2 semanas antes del ingreso: ^bÍndice de Barthel: <20 dependencia total, ≥60 severa, 61-90 dependencia moderada, 91-99 independencia escasa, 100 independiente. ^cEscala KATZ: dependencia severa 0-3; moderada 4-5; independencia 6. ^dEscala funcional de la marcha FAC: 0 no puede caminar, 1 deambulación dependiente con gran ayuda de una persona, 2 con ayuda mínima de una persona, 3 marcha solo pero precisa supervisión, 4 marcha independiente en superficie llana pero no puede salvar escaleras y 5 deambulación independiente en llano y escaleras. Las posibles diferencias en las características al ingreso y basales entre el grupo control y el de intervención se analizaron con la prueba t de Student, la prueba U de Mann-Whitney o la prueba de chi-cuadrado, cuando procedía.

La [Tabla 9](#) refleja las puntuaciones obtenidas en las variables de capacidad funcional analizadas con escalas SPPB y Alusti, basales y al ingreso y las variables categorizadas según niveles de dependencia-independencia segregado por sexo. Podemos observar que, en todas las escalas, al igual que en la tabla anterior, desaparecen las diferencias entre grupos observadas en la [Tabla 5](#).

RESULTADOS

Tabla 9. Capacidad funcional, puntuación y categorizada, segregado por sexo

Variables	Mujeres			Hombres		
	GC	GI	P valor	GC	GI	P valor
Capacidad funcional ingreso SPPB \pmDE	3,3 \pm 2,3	4 \pm 2,5	0,11	4,3 \pm 2,8	4,9 \pm 2,9	0,402
SPPB ingreso % (n)	(n =73)	(n =55)	0,223	(n =49)	(n= 67)	0,585
Limitaciones severas (0-3)	36 (46)	22 (28)		22 (26)	39 (26)	
Limitaciones moderadas (4-6)	16 (20)	12 (16)		17(20)	30 (20)	
Limitaciones ligeras (7-9)	4 (5)	8 (10)		12 (14)	21 (14)	
Limitaciones mínimas (10-12)	2 (2)	1 (1)		6 (7)	10 (7)	
Capacidad funcional ingreso Alusti \pmDE	58 \pm 13	59 \pm 13	0,67	69 \pm 14	65 \pm 15	0,384
Alusti ingreso % (n)	(n = 69)	(n = 53)	0,065	(n= 52)	(n = 65)	0,628
Dependencia total (<30)	2 (2)	0 (0)		0 (0)	1 (1)	
Dependencia severa (31-40)	2 (3)	4 (5)		1 (1)	2 (2)	
Dependencia moderada (41-50)	14(17)	5 (6)		5 (6)	8 (10)	
Dependencia leve (51-60)	14 (17)	20 (24)		7 (8)	9 (11)	
Capacidad funcional buena (61-75)	20(24)	11 (13)		20 (24)	21 (25)	
Capacidad funcional muy buena (76-90)	5 (6)	4 (5)		9 (11)	14 (16)	
Capacidad funcional excelente (>90)	0 (0)	0 (0)		2 (2)	0 (0)	

^aBatería SPPB: 0 a 12, <10 fragilidad. ^bTest Alusti de rendimiento físico para geriatría: de 0 a 100, <30 dependencia total, 31-60 dependencia leve, 61-100 capacidad funcional buena-excelente.

11.3. Programa de ejercicio físico multicomponente

11.3.1. Entrenamiento durante la hospitalización

En el análisis de los datos de adherencia al programa de ejercicio físico durante la hospitalización, vemos que los pacientes del GI han realizado un total de mediana 5 (Inter cuartil 4), 3 por la mañana y 2 por la tarde), con una duración promedio de las sesiones de 34:10 minutos por la mañana y de 27:43 minutos por la tarde ([ver vídeo](#)). La adherencia media total a las sesiones intrahospitalarias planificadas fue del 50%. Fue más alta por la mañana (64%) que por la tarde (38%) ([Tabla 10](#)).

Tabla 10.- Adherencia al programa de ejercicio

		Nº sesiones de ejercicio		% sesiones de ejercicio respecto al total programado			
		Mediana	IQR	% ^b	DT ^a	Mediana	IQR ^c
Sesiones	Mañana	3	2	64	19	67	18
	Tarde	2	2	38	20	33	28
	Total	5	4	51	17	50	17
Duración		Mediana	IQR				
Sesiones	Mañana	34'10"	7'5"				
	Tarde	27'43"	6'37"				

^aDT: desviación típica. ^b%; número de sesiones realizadas con respecto a las programadas, expresado en porcentaje. ^cIQR: inter-cuartil.

En el análisis de adherencia al programa de ejercicio físico durante la hospitalización, segregado por sexo, no encontramos ninguna diferencia entre grupos. Tanto la mediana de las sesiones realizadas por mujeres y hombres, como la duración media de las mismas fue similar ([Tabla 11](#)).

RESULTADOS

Tabla 11.- Adherencia al programa de ejercicio segregado por sexo

		Nº sesiones de ejercicio					% sesiones de ejercicio respecto al total programado						
		Mujeres		Hombres		p-valor	Mujeres			Hombres			p-valor
		Mediana	IQR ^a	Mediana	IQR ^a		% ^c	Mediana	IQR ^a	%	Mediana	IQR ^a	
Días hábiles		5	2	5	4	0,71							
Sesiones	Mañana	3	2	3	3	0,236	66	6	15	66	6	15	0,219
	Tarde	2	2	2	3	0,189	33	28	9	38	24	1	0,127
	Total	5	3	5	5	0,138	50	23	4	50	13	6	0,051
Duración		minutos	DT ^b	minutos	DT ^b	0,114							
Sesiones	Mañana	32'53"	6'34"	35'00"	5'20"								
	Tarde	20'00"	5'47"	28'55"	7'23"								
	Total	34'22"	5'53"	28'15"	6'43"								

^aIQR: intercuartil. ^bDT: desviación típica. ^c%; número de sesiones realizadas con respecto a las programadas, expresado en porcentaje

En relación con el entrenamiento de la fuerza ([Tabla 12](#)) los hombres realizan significativamente más repeticiones de todos los ejercicios de potenciación muscular de miembro superior y con mayor intensidad. No es así para el ejercicio de sentadillas donde hay diferencia significativa en el número de repeticiones, pero no en la intensidad. Tanto hombres como mujeres han hecho un número de repeticiones cercano a 30, objetivo programado.

En el entrenamiento de equilibrio, tanto mujeres como hombres han alcanzado un nivel cercano al propuesto (progresión de 3-5 segundos con apoyo mono podal) de forma similar. La duración media de la marcha fue similar para ambos (7,57min vs 7,32min). En cambio, las mujeres caminaron a una velocidad significativamente menor ([Tabla 12](#)).

RESULTADOS

Tabla 12.- Ejecución del programa de ejercicio multicomponente

	Ejecución					Nivel de dificultad						
	Mujeres		Hombres		P-valor	Mujeres			Hombres			p-valor
Entrenamiento de fuerza y equilibrio	Media	DT ^b	Media	DT ^b		1	2	3	1	2	3	
Sentadillas, repeticiones ^a	25	6,2	27	6,4	0,038		X ^c			X ^c		0,341
Remo horizontal, repeticiones ^a	28	4,8	31	6,4	0,013	X ^d				X ^e		0,001
Jalón, repeticiones ^a	27	5,2	31	6,5	0,005	X ^d				X ^e		0,001
Empuje horizontal (pectoral), repeticiones ^a	27	5,1	31	6,5	0,005	X ^d				X		0,001
Equilibrio (ojos abiertos), sg ^f	4,7	0,4	4,8	0,4	0,698							
Equilibrio (ojos cerrados), sg ^f	4,6	0,6	4,7	0,5	0,222							
Entrenamiento de marcha												
Duración, min ^g	7,57	2	7,32	2	0,347							
Velocidad de marcha, m/sg ^h	0,38	0,18	0,41	0,11	0,044							
Entrenamiento musculatura inspiratoria						Mediana	Q1	Q3	Mediana	Q1	Q3	p-valor
Inspiraciones máximas, repeticiones	13,3	7,7	15,2	7,5	0,183	12	7	19	15	8	20	0.398

1. ^aRepeticiones: repeticiones ejercicio/sesión. ^bDT: desviación típica. ^cNivel dificultad 2: Con asistencia, sin apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de los dos pies. ^dNivel dificultad 1: banda color amarillo, menor resistencia. ^eNivel dificultad 2: banda color rojo resistencia moderada. ^fSg: segundos. ^gMin: minutos. ^hm/sg: metros por segundo.

11.3.2. Entrenamiento tras el alta hospitalaria

Tras el alta hospitalaria, se realizó un seguimiento que consistía en tres llamadas mensuales. Durante la llamada telefónica se solicitaba a los pacientes que consultaran el calendario que se les había proporcionado y que facilitaba responder a las preguntas descritas en el apartado de material y métodos.

En la [Tabla 13](#) vemos que a lo largo de los 3 meses la adherencia se mantuvo por encima del 80%, aumentando el número de pacientes que sí hacen el tercer mes. Entre los pacientes que no han hecho ejercicio, un pequeño porcentaje han declarado no hacer ejercicio ningún día al mes, aduciendo “no poder” o “no querer”. Los pacientes han aumentado el número de días de ejercicio lo largo de los tres meses, con un porcentaje elevado de pacientes que declara hacer de 15 a 30 días el tercer mes. Por este orden hicieron más ejercicios de marcha, IMT, sentadillas y equilibrio.

Tabla 13.- Adherencia al programa de ejercicio a los 3 meses del alta hospitalaria

Variables/Llamadas	1ª llamada (n= 83)	2ª llamada (n= 79)	3ª llamada (n= 105)
Declara hacer ejercicio			
Sí n, (%)	72 (87)	71(90)	89 (85)
No n, (%)	11 (13)	8 ()	16 (15)
Motivos No ejercicio			
Suspensión médica n, (%)		1 (14)	2 (15)
No quiere n, (%)	3 (23)		4 (31)
No puede n, (%)	7 (53)	4 (58)	
Rehúsa participar n, (%)	1(8)	2 (29)	5 (38)
Días que recuerda hacer el ejercicio			
Ningún día n, (%)	7 (8)	6 (8)	10 (10)
7 días al mes n, (%)	16 (19)	7 (9)	12 (12)
15 días al mes n, (%)	9 (11)	4 (5)	14 (35)
20 días al mes n, (%)	22 (26)	30 (39)	38 (37)
Todos los días n, (%)	29 (35)	30 (39)	29 (28)
Ejercicios realizados			
Sentadillas n, (%)	49 (60)	57 (75)	59 (60)
Equilibrio n, (%)	49 (60)	52 (68)	55 (56)
Marcha n, (%)	65 (82)	67 (87)	83 (85)
IMT n, (%)	64 (79)	58 (77)	68 (70)
Caídas n, (%)	0	0	0

En la [Tabla 14](#), en el análisis del seguimiento tras el alta segregado por sexo, vemos que mujeres y hombres mantienen niveles de adherencia que oscilan entre 83% y 91%. Los pacientes que no han hecho ejercicio en general refieren más a menudo “no poder” o suspensión médica que “no querer”. Las mujeres han mantenido el número de días de ejercicio lo largo de los tres meses, con un porcentaje de más de 80% que declara hacer de 15 a 30 días al mes. Mientras que los hombres mantienen niveles un poco más bajos el primer y tercer mes. Ambos han realizado todos los ejercicios en proporciones variables (55-89%). Por este orden, hicieron más ejercicio de marcha, IMT, sentadillas y equilibrio ([Tabla 14](#)).

RESULTADOS

Tabla 14.- Adherencia al programa de ejercicio a los 3 meses del alta hospitalaria segregado por sexo

	Mujeres			Hombres		
Variables / Llamadas	1ª (n= 35)	2ª (n= 33)	3ª (n=49)	1ª (n= 48)	2ª (n= 46)	3ª (n=56)
Declara hacer ejercicio						
Sí n, (%)	32 (91)	29 (88)	42 (86)	40 (83)	42 (91)	47 (84)
No n, (%)	3 (5)	4 (12)	7 (14)	8 (17)	4 (8)	9 (16)
Motivos No ejercicio						
Suspensión médica n, (%)			2 (29)		1 (25)	
No quiere n, (%)	2 (66)			1 (10)		4 (66)
No puede n, (%)	1 (33)	2 (67)	2 (29)	6 (60)	2 (3)	
Rechusa participar n, (%)		1 (33)	3 (43)		2 (25)	2 (33)
Días que recuerda hacer el ejercicio						
Ningún día n, (%)	2 (6)	3 (9)	4 (8)	5 (10)	3 (7)	6 (11)
7 días al mes n, (%)	4 (11)	3 (9)	4 (8)	12 (25)	4 (9)	8 (14)
15 días al mes n, (%)	5 (14)	3 (9)	9 (19)	4 (8)	1 (2)	5 (9)
20 días al mes n, (%)	10 (29)	12 (36)	18 (37)	12 (25)	18 (41)	20 (36)
Todos los días n, (%)	14 (40)	12 (36)	13 (27)	15 (31)	18 (41)	16 (29)
Ejercicios realizados						
Sentadillas n, (%)	26 (79)	24 (75)	30 (65)	33 (46)	33 (75)	29 (55)
Equilibrio n, (%)	25 (78)	25 (78)	28 (61)	26 (55)	27 (61)	27 (52)
Marcha n, (%)	28 (87)	28 (87)	41 (89)	36 (78)	39 (87)	42 (81)
IMT n, (%)	26 (76)	22 (71)	29 (63)	38 (81)	36 (81)	39 (76)
Caídas n, (%)	0	0	0	0	0	0

11.4. Resultados Objetivo 1: Efecto del programa de ejercicio físico multicomponente realizado durante la hospitalización y educación para la salud

Resultados Objetivo 1.1: Efecto de la intervención sobre la prevención de la DAH, medida por la proporción de pacientes con deterioro medido con el índice de Barthel, al alta y a los 3 meses de la hospitalización respecto a la medición basal.

Cuando analizamos el efecto de la intervención para toda la muestra vemos que tanto al alta como a los tres meses en el GI hay un porcentaje significativamente menor de pacientes con DAH que en GC. Estos datos indican el efecto beneficioso de la intervención en la prevención de la DAH (Figura 4A). No obstante, al segregar los datos por sexo para analizar si se mantienen las diferencias encontramos que el porcentaje de pacientes de ambos sexos sin DAH sigue siendo más alto en GI que en GC, pero en las mujeres pierde significación al alta y en los hombres a los 3 meses. Estas variaciones probablemente son debidas a que al separar los grupos en hombres y mujeres disminuye la n de cada grupo (Figura 4B-C).

Además, como el análisis se realiza comparando la pérdida de puntuación de cada individuo, probablemente el valor global está indicando una prevención real de la DAH. Las mujeres tendrían una recuperación más lenta por lo que la diferencia aparece a los tres meses mientras que los hombres se recuperan más rápidamente al alta perdiendo esa capacidad a los 3 meses, lo que iría en concordancia con los resultados de mayor adherencia al ejercicio post hospitalario de las mujeres (Tabla 14).

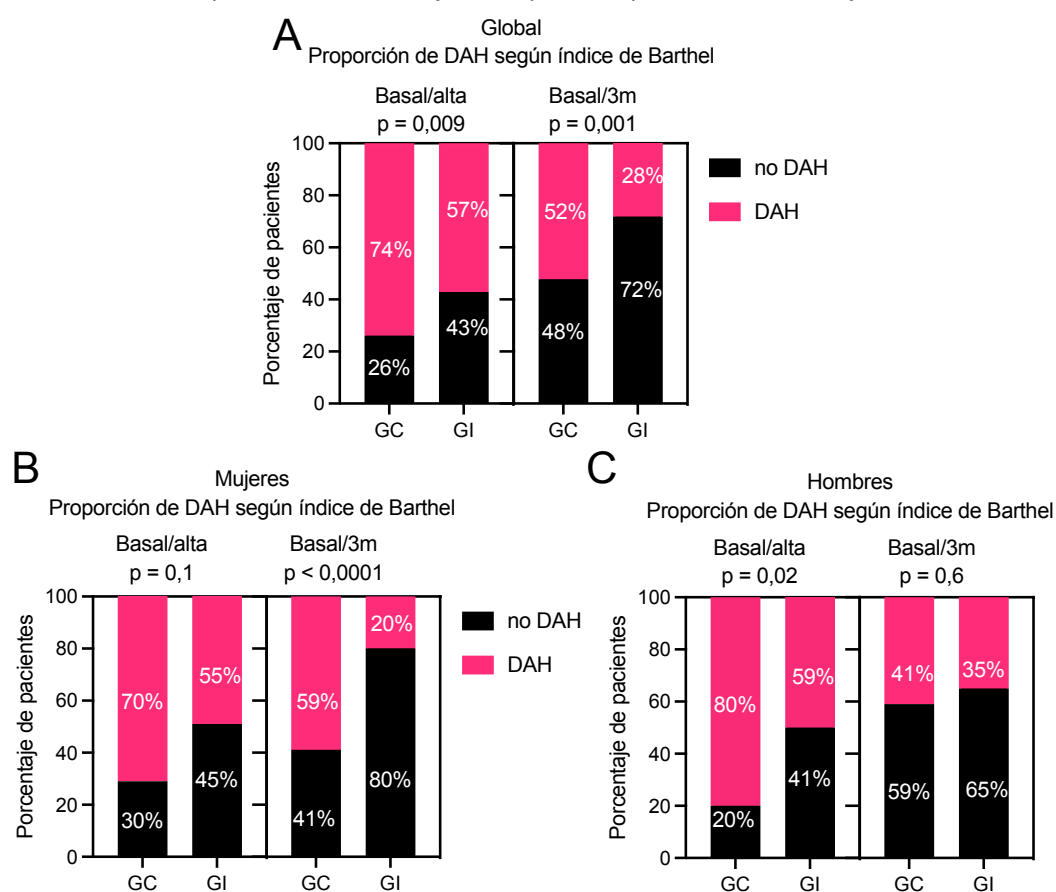


Figura 4. Porcentaje de pacientes con o sin DAH

Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). La DAH es la pérdida funcional que ocurre durante la hospitalización, en este caso se ha considerado que hay DAH cuando hay una pérdida en el IB de 5 puntos al alta y a los 3 meses respecto del basal. Las diferencias entre grupos se evaluaron mediante el chi cuadrado de Pearson y se indica la significación asintótica bilateral para cada caso. (A): $p=0,100$; (B): $p=0,001$.

RESULTADOS

En el análisis del grado de cambio funcional (Figura 5) se puede observar que los resultados de porcentajes de pacientes con o sin DAH se refleja de forma similar cuando categorizamos el resultado (Figura 5). Es de destacar que al alta hay el doble de mujeres mucho mejor en el GI que en le GC y se reduce el porcentaje de mujeres que están mucho peor en el GI frente al GC. No hay diferencia significativa entre grupos que, sin embargo, aparece a los tres meses, donde más del doble de mujeres del GI están mucho mejor y disminuye hasta el 10% de mujeres que están mucho peor en GI frente a casi el 40% del GC ($p=0,002$). Los hombres del GI que están mejor es más alto que en GC y el alto porcentaje de hombres del GC que están peor que los del GI, aparece una tendencia en la relación lineal entre ambos grupos que no alcanza significación ($p=0,064$). A los tres meses, sin embargo, hay más hombres del GI que están mejor que en el GC si bien no alcanza relación lineal significativa entre grupos

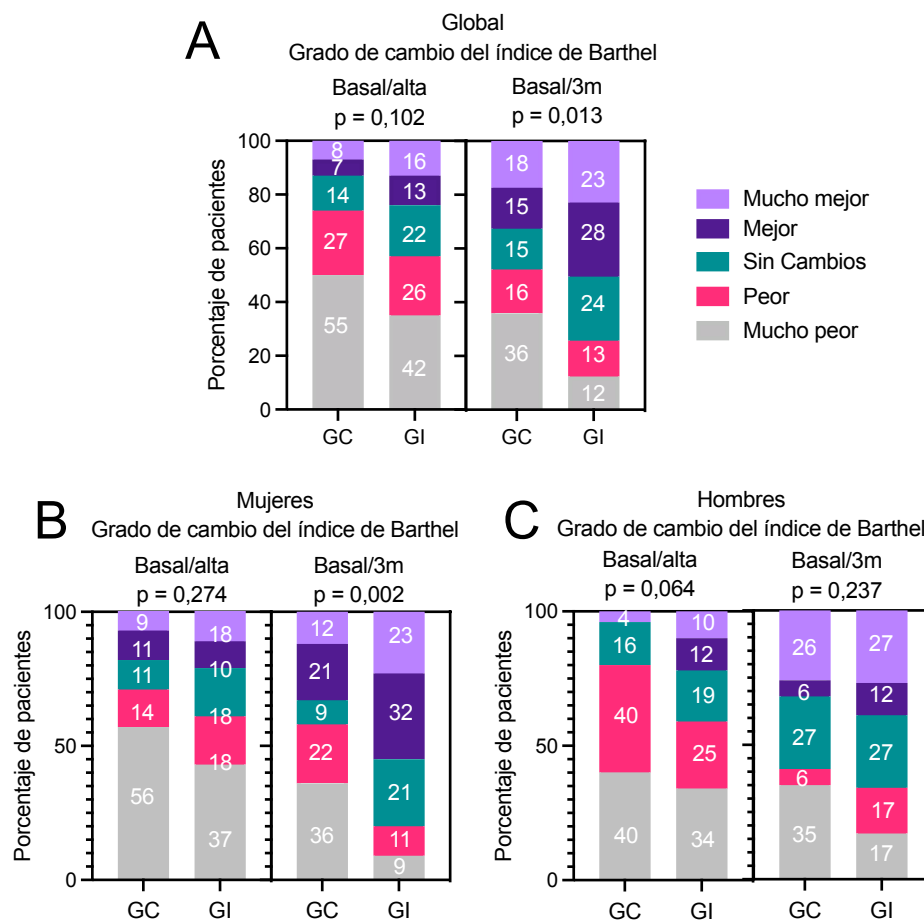


Figura 5. Grado del cambio funcional de IB

Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). Categorizado en función de los puntos obtenidos al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta respecto al basal de la siguiente forma: (mucho peor (10 puntos); peor (-1 a -10 puntos); sin cambios (misma puntuación); mejor (0-10 puntos) mucho mejor (10 puntos más). Alta GC: $n=66$; GI: $n=51$; · meses: GC: $n=58$; GI: $n=44$). La distribución de los cambios de puntuación entre grupos se evaluó mediante el test de chi cuadrado.

Resultados Objetivo 1.2: Efecto de la intervención sobre la prevención de la DAH, medido por la proporción de pacientes con deterioro medidos con otras escalas de función física (Índice de KATZ), y deambulación (FAC) al alta y a los 3 meses de la hospitalización.

Con el fin de valorar más en profundidad la intervención, se analizó su eficacia utilizando otras escalas de función física ampliamente utilizadas en geriatría. Igual que en el objetivo 1.1, analizamos la prevención de la DAH medida por la proporción de pacientes con deterioro medido con el índice de Katz y FAC (deambulación), al alta y a los 3 meses de la hospitalización respecto a la medición basal.

RESULTADOS

▪ Índice de Katz

En el análisis de toda la muestra ([Figura 6](#)) vemos que tanto al alta como a los tres meses en el GI hay un menor porcentaje de pacientes con DAH que en GC y esta diferencia se mantiene al segregar los datos por sexo ([Figura 6 BC](#)), aunque en ningún caso se alcanza diferencia significativa. Por lo que podemos observar que el índice de Katz no ha sido lo suficientemente sensible para detectar estos cambios.

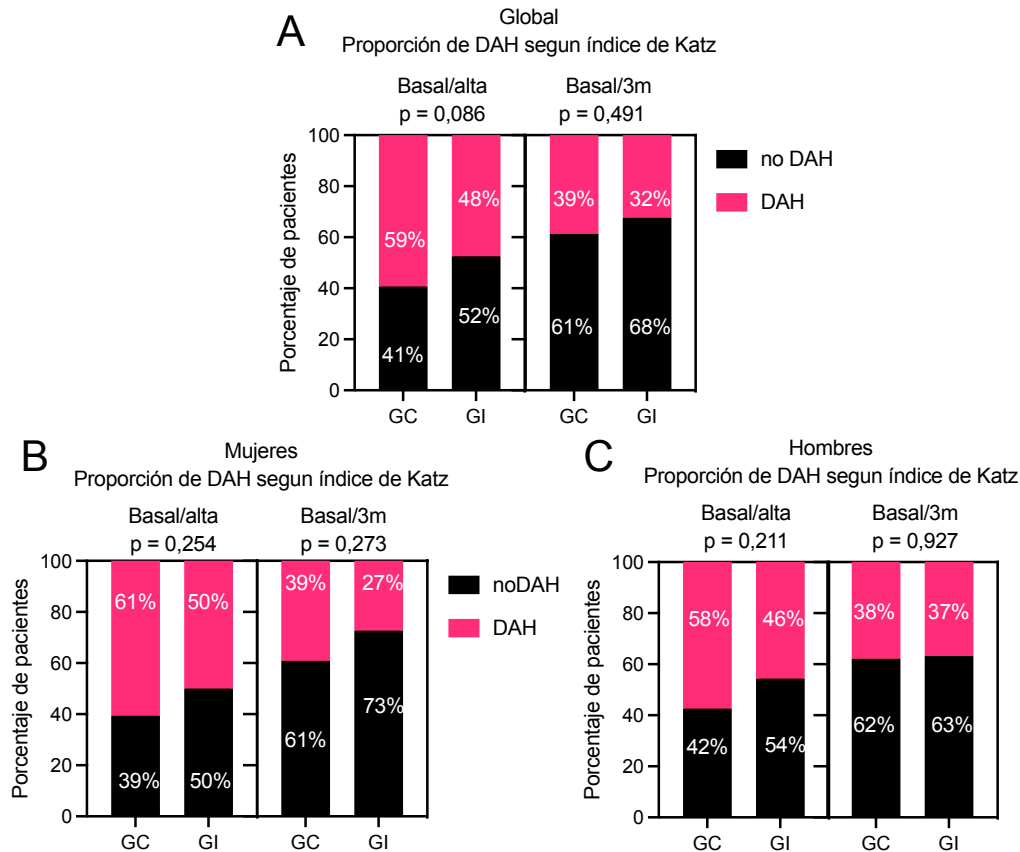


Figura 6. Porcentaje de mujeres con o sin DAH

Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C) La DAH es la pérdida funcional que ocurre durante la hospitalización, en este caso se ha considerado que hay DAH cuando hay una pérdida en el índice de Katz de 1 punto al alta y a los 3 meses respecto del basal. Las diferencias entre grupos se evaluaron mediante el chi cuadrado de Pearson y se indica la significación asintótica bilateral para cada caso. (A): $p=0,254$; (B): $p=0,273$.

Del mismo modo que con el IB, en el análisis del grado de cambio funcional se reflejan de forma similar los resultados del análisis de porcentaje de pacientes con o sin DAH. En los tres análisis se ven los cambios en hombres y mujeres, así como en toda la muestra sin alcanzar diferencia significativa en la asociación lineal ni al alta ni a los tres meses ([Figura 7](#)).

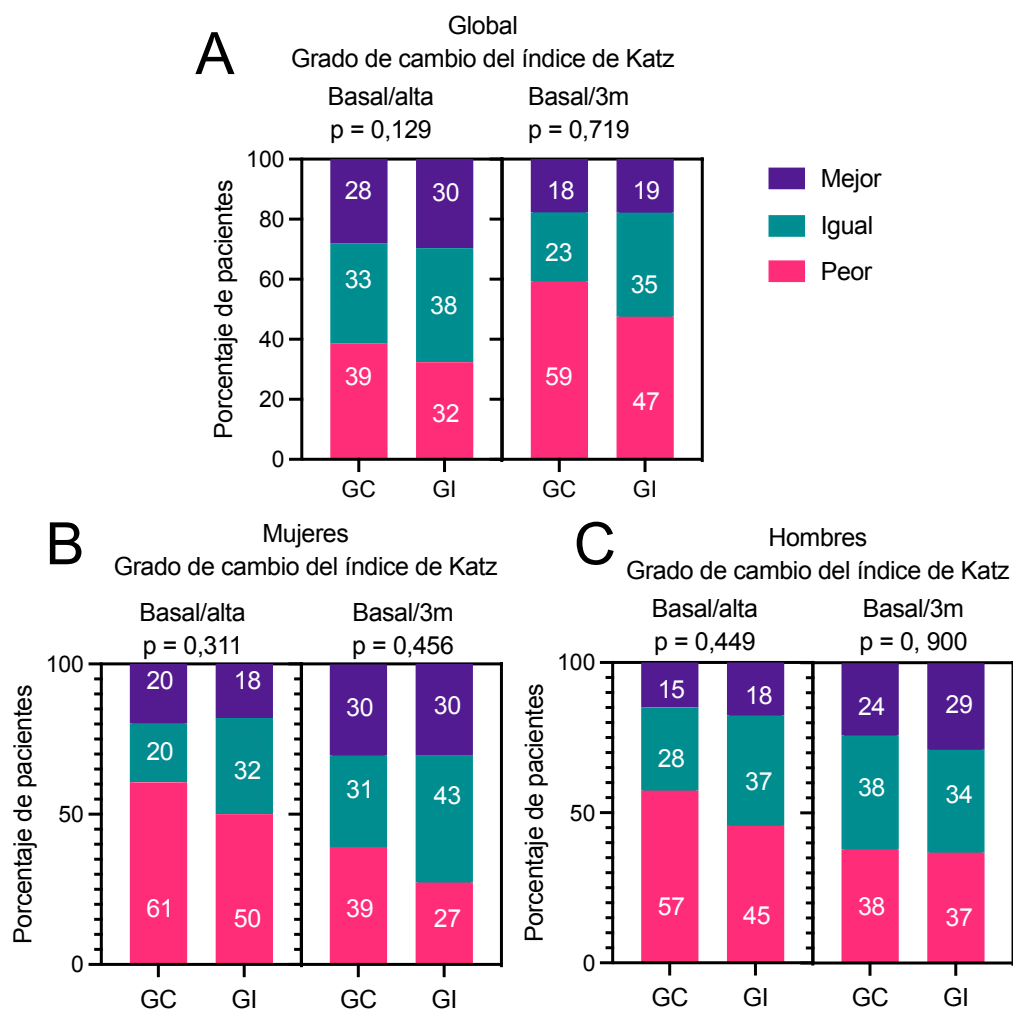


Figura 7. Grado de cambio funcional Katz

Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). Categorizado en función de los puntos obtenidos al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta respecto al basal de la siguiente forma: mejor (<+1 punto); peor (-1 punto); sin cambios (misma puntuación). Alta GC: $n=66$; GI: $n=50$; 3 meses: GC: $n=46$; GI: $n=33$. La distribución de los cambios de puntuación entre grupos se evaluó mediante el test de chi cuadrado.

▪ Escala de deambulaci3n FAC

En el efecto de la intervenci3n sobre la deambulaci3n utilizando la escala FAC, vemos que al igual que con el índice de Katz, esta escala no ha sido lo suficientemente sensible para detectar los cambios de manera significativa, excepto en el análisis para toda la muestra al alta (Figura 8A). Las mujeres, mejoran al alta hospitalaria y a los tres meses y la proporci3n de mujeres con DAH es menor en GI que en GC, aunque esta diferencia no alcanza significaci3n estadística (Figura 8B).

En los hombres al alta, al igual que las mujeres, la proporci3n de hombres con DAH es menor que en GC, aunque esta diferencia no llega a ser significativa entre grupos. A los tres meses, sin embargo, la proporci3n de hombres con DAH en GI es menor que en GC, pero han empeorado respecto a su estado al alta (Figura 8C).

RESULTADOS

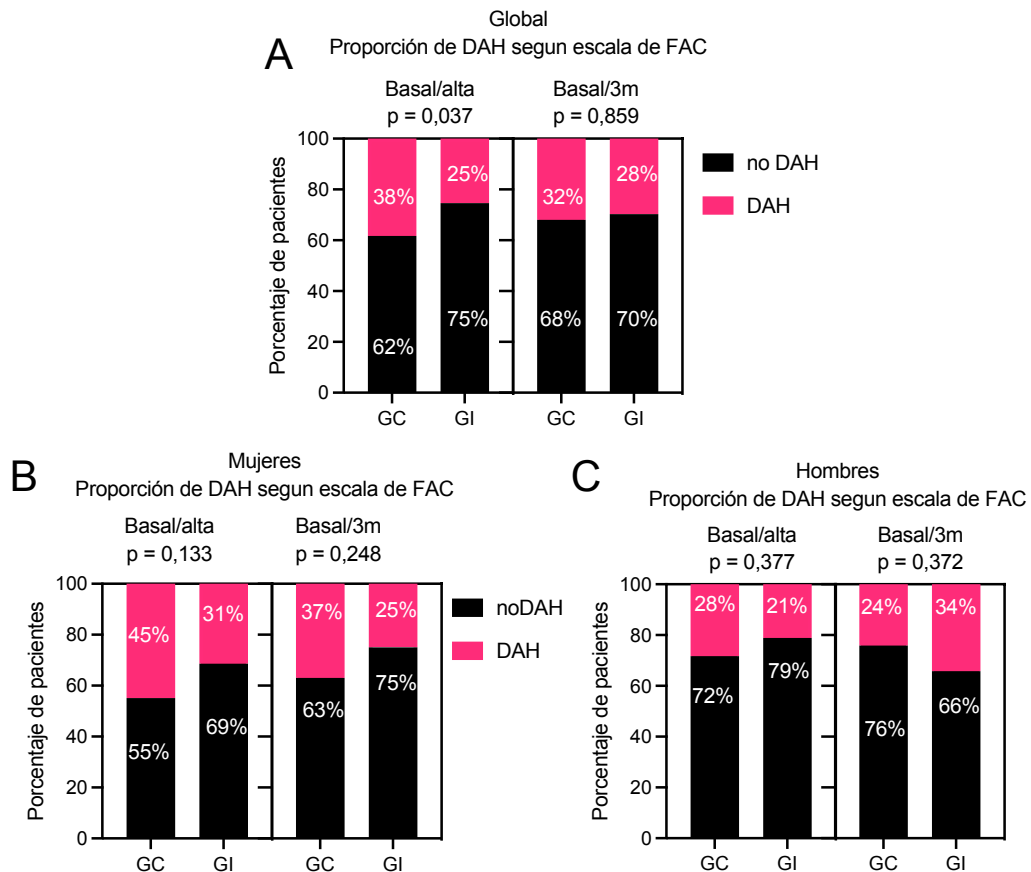


Figura 8. Porcentaje de mujeres con o sin DAH

Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). La DAH es la pérdida funcional que ocurre durante la hospitalización, en este caso se ha considerado que hay DAH cuando hay una pérdida en la escala de deambulaci3n FAC de 1 punto al alta y a los 3 meses respecto del basal. Las diferencias entre grupos se evaluaron mediante el chi cuadrado de Pearson y se indica la significaci3n asint3tica bilateral para cada caso. (A): $p=0,133$; (B): $p=0,248$.

Del mismo modo que con el IB y de Katz, en el an3lisis del grado de cambio funcional se reflejan de forma similar los resultados del an3lisis de porcentaje de pacientes con o sin DAH. En los tres an3lisis se ven los cambios en hombres y mujeres, as3 como en toda la muestra sin alcanzar diferencia significativa en la asociaci3n lineal ni al alta ni a los tres meses ([Figura 9](#)).

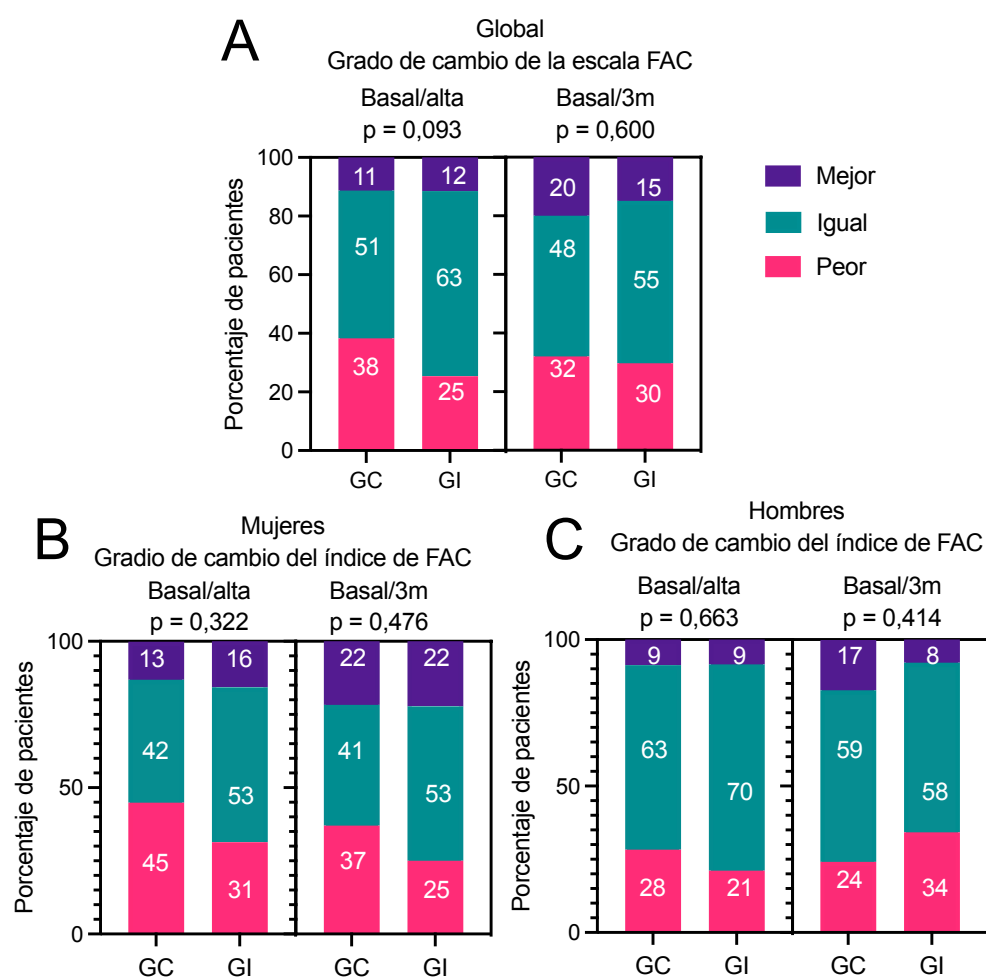


Figura 9. Grado de cambio funcional FAC

Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). Categorizado en función de los puntos obtenidos al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta respecto al basal de la siguiente forma: mejor (<+1 punto); peor (-1 punto); sin cambios (misma puntuación). Alta GC: n=69; GI: n= 51); 3 meses: GC: n= 46; GI: n= 36). La distribución de los cambios de puntuación dentro del grupo se evaluó mediante el chi cuadrado estimando la asociación lineal por lineal. La distribución de los cambios de puntuación entre grupos se evaluó mediante el test de chi cuadrado.

Resultados Objetivo 1.3: Analizar el efecto en la evolución funcional con las escalas Barthel, Katz y FAC a lo largo de la intervención (Basal, ingreso, alta, 3 meses).

Cuando analizamos la evolución de la capacidad funcional con el índice de Barthel para toda la muestra ([Figura 10A](#)) lo primero que llama la atención es que aparecen diferencias significativas entre grupos en los cuatro momentos de medición. Probablemente esto es debido al diferente número de mujeres y hombres en cada grupo. Se observa, así mismo, que hay diferencia significativa de un momento de medición a otro a lo largo de toda la intervención en ambos grupos. El GC puntúa sistemáticamente más bajo que el GI. Ambos grupos disminuyen significativamente la capacidad funcional al ingreso comparado con su estado basal y progresivamente mejoran su capacidad manteniendo las diferencias entre grupos. Al segregar los datos por sexo ([Figura 10 BC](#)) observamos que desaparece la diferencia significativa entre grupos tanto al basal como al ingreso antes de la intervención. Las mujeres tienen una pérdida funcional mayor al ingreso y en cambio, mejoran más que los hombres permitiendo a las mujeres del GI recuperar los niveles basales, incluso sobrepasarlos, aumentando la diferencia con el GC. Los hombres, por el contrario, tienen menor pérdida funcional al

RESULTADOS

ingreso y mejoran menos que las mujeres al alta y a los tres meses respecto a su estado al ingreso, sin recuperan su estado basal.

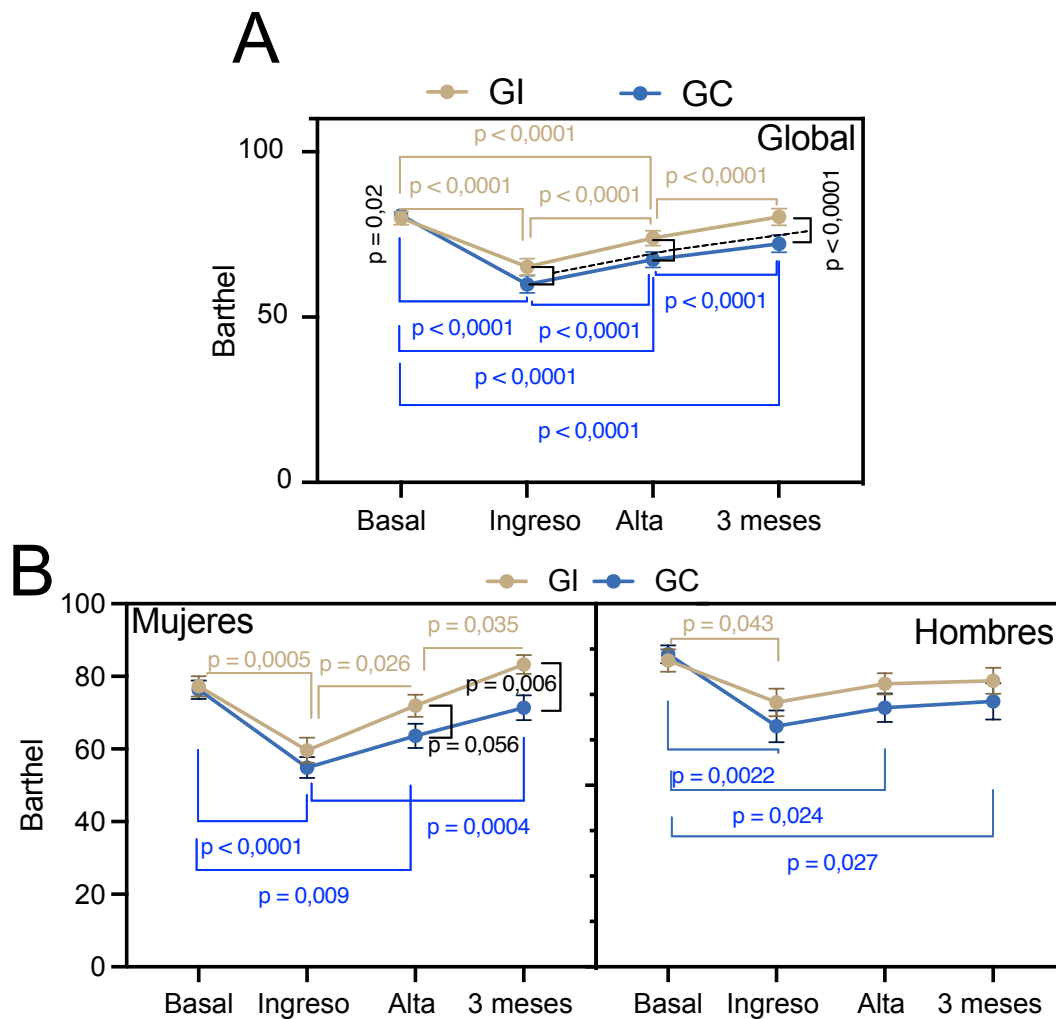


Figura 10. Evolución de la capacidad funcional a lo largo de la intervención medido con la escala IB. Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). Los valores se expresan como media \pm error estándar. Las diferencias en cada grupo fueron evaluadas mediante ANOVA mixta de dos vías y la prueba de comparaciones múltiples de Holme- Šídák.

El análisis de la evolución funcional con la escala índice de Katz muestra, para toda la muestra al ingreso (Figura 11A) la disminución significativa de los dos grupos respecto a sus niveles basales, así como una recuperación al alta respecto al basal que no se mantiene a los 3 meses. Al segregar los datos por sexo (Figura 11 BC) se observa una mejora en el GI de las mujeres al alta, que presenta diferencia significativa entre grupos, diferencias que, en cambio, no aparecen al alta y a los tres meses respecto del basal. Igualmente, no encontramos ninguna diferencia significativa en el resto de las mediciones de los hombres por lo que podemos decir que esta escala tiene menos potencia estadística para evaluar la evolución de la capacidad funcional en esta muestra.

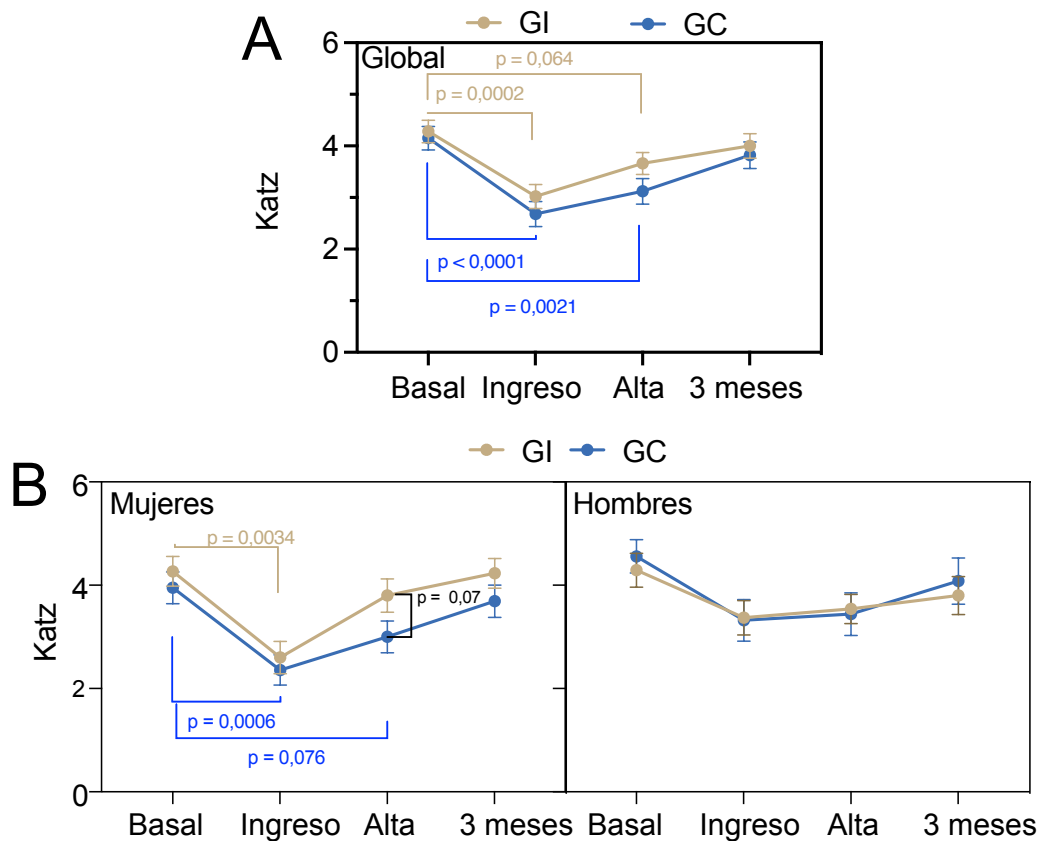


Figura 11. Evolución de la capacidad funcional a lo largo de la intervención medido con la escala Katz. Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). Los valores se expresan como media \pm error estándar. Las diferencias en cada grupo fueron evaluadas mediante ANOVA mixta de dos vías y la prueba de comparaciones múltiples de Holme-Šidák.

El análisis de la evolución funcional con la escala de deambulaci3n FAC muestra, al ingreso, la disminuci3n de capacidad funcional significativa para toda la muestra en ambos grupos ([Figura 12A](#)) as3 como una diferencia significativa entre grupos al alta. Podemos ver la evoluci3n diferente que han tenido mujeres y hombres a lo largo de la intervenci3n ([Figura 12 BC](#)) aunque, al igual que en la escala 3ndice de Katz, no encontramos ninguna diferencia en el resto de las mediciones por lo que esta escala tiene menos potencia estadística para evaluar la evoluci3n de la capacidad funcional en esta muestra.

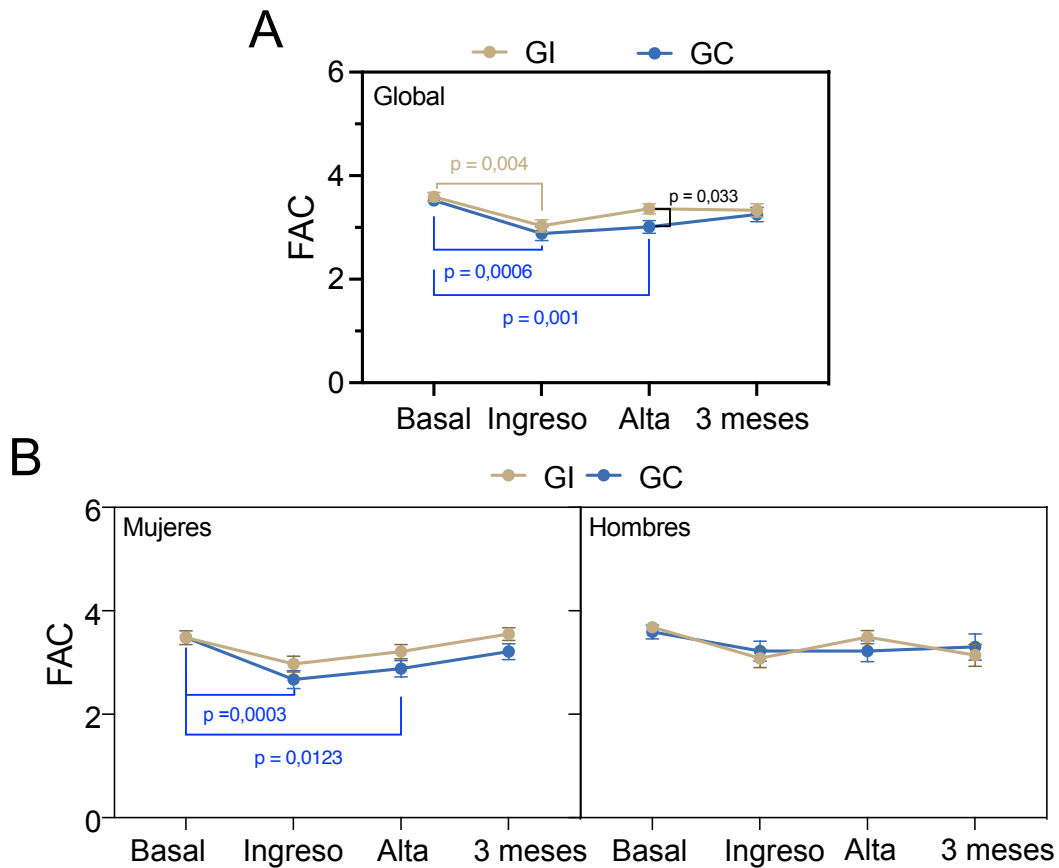


Figura 12. Evolución de la capacidad funcional a lo largo de la intervención medido con la escala FAC. Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres (B), hombres (C). Los valores se expresan como media \pm error estándar. Las diferencias en cada grupo fueron evaluadas mediante ANOVA mixta de dos vías y la prueba de comparaciones múltiples de Holme-Šidák.

Resultados Objetivo 1.4: Analizar el efecto de la intervención en la evolución funcional al alta medido mediante escalas objetivas del rendimiento físico (test de Alusti y SPPB)

a) Test de Alusti

Hemos realizado el análisis del efecto de la intervención en la capacidad funcional, con el test de Alusti y pudimos apreciar que para toda la muestra aparece una diferencia significativa al alta entre GI y GC. Mientras que, al separar los datos por sexo, las mujeres de los dos grupos experimentan al alta una ligera mejoría en la puntuación obtenida respecto al ingreso, sin alcanzar diferencias significativas. Mientras que los hombres del GI, logran una mejoría significativa al alta con respecto al ingreso ([Figura 13 A](#)).

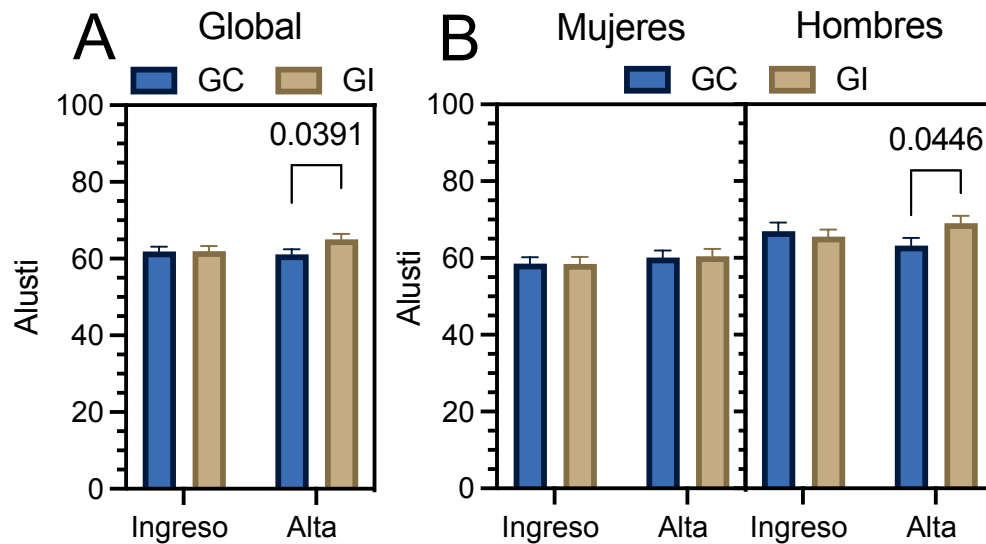


Figura 13. Evolución de la capacidad funcional del ingreso a la alta medida con el test de Alusti. Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres y hombres (B). Los valores se expresan como media \pm DE. Las diferencias en cada grupo fueron evaluadas mediante la T de Student.

b) SPPB

En el análisis del efecto de la intervención medido con la escala SPPB, se observan diferencias significativas entre grupos tanto al ingreso como al alta. Podemos ver que, tanto para toda la muestra (Figura 14 A) como al segregar los datos por sexo (Figura 14 B) los pacientes del GI mejoran en la puntuación obtenida respecto a la obtenida al ingreso, comparando con el GC, pero esta mejoría no alcanza diferencias significativas para ninguno de los grupos por lo que podemos decir que esta escala no ha sido lo suficientemente sensible para detectar estos cambios.

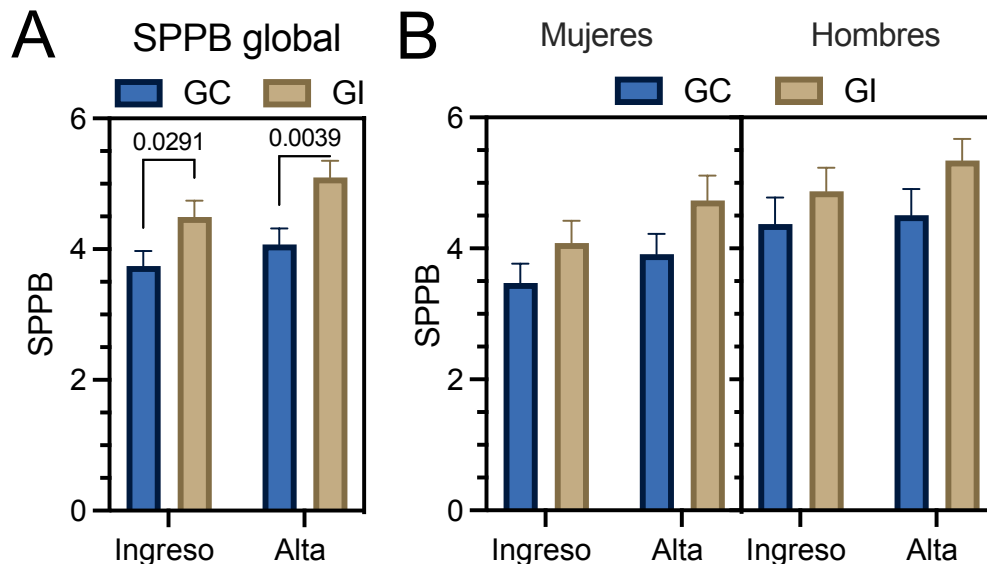


Figura 14. Evolución de la capacidad funcional del ingreso al alta, medida con SPPB. Al alta hospitalaria y a los tres meses tras el alta. Global (A), mujeres y hombres (B). Los valores se expresan como media \pm DE. Las diferencias en cada grupo fueron evaluadas mediante la T de Student.

11.5. Resultado Objetivo 2: Capacidad inspiratoria al ingreso hospitalario y eficacia del programa de entrenamiento de la musculatura inspiratoria durante la hospitalización sobre la función inspiratoria.

Como parte del programa del ejercicio, se incluyó el entrenamiento de la musculatura inspiratoria y para ello, a fin de establecer la capacidad inspiratoria al ingreso hospitalario y la carga de trabajo necesaria para IMT, se analizó la PIM de 57 pacientes en GC y 117 en GI al ingreso y 47 pacientes y 110 al alta en GC y GI respectivamente. Fue valorada mediante los valores de la PIM de varias formas:

Por un lado, tal como se explica en Material y Métodos, la PIM fue medida por el personal médico encargado de la evaluación de los participantes al ingreso. En la interpretación, siguiendo los valores propuestos por Enright y colaboradores, hemos considerado valores normales de PIM para mayores de 80 años igual o mayor de 75 cmH₂O para hombres y 50 cmH₂O para mujeres ([Enright et al., 1995](#)). Los valores obtenidos se compararon con valores de referencia predichos según la ecuación de referencia propuesta por Enright y colaboradores, que tiene en cuenta la edad, el sexo y el peso. Los valores obtenidos de la PIM media al ingreso fueron significativamente inferiores a los valores predichos en todos los grupos. Así como los valores obtenidos de la PIM media al alta fueron de nuevo inferiores a la predicha, aunque no significativos ([Tabla 15](#)).

Por otro lado, y dado que la PIM es un valor indicativo de fuerza muscular, calculamos el porcentaje de pacientes con mayor probabilidad de debilidad muscular inspiratoria (IMW), se considera que hay IMW cuando hay una PIM por debajo del límite inferior normal, según los puntos de corte propuestos por Rodrigues y colaboradores (PIM <38 y <42 cmH₂O para mujeres y hombres mayores de 80 años respectivamente) ([Rodrigues et al., 2017](#)). Al ingreso encontramos un porcentaje muy elevado tanto de mujeres como de hombres con IMW, sin diferencias entre grupos. Al alta, el porcentaje de pacientes con IMW fue menor que al ingreso, aunque no hubo diferencias significativas entre los grupos de ambos sexos ([Tabla 16](#)).

Por último, se evaluó el efecto de la intervención, analizando los cambios desde el ingreso hasta el alta en los valores de PIM con modelos no ajustados y ajustados por edad, índice de masa corporal, índice de Charlson, número de caídas previas en el último año y función física al ingreso (índice de Barthel, puntuación de deambulación independiente y puntuación SPPB). Tanto en hombres como en mujeres, la PIM media al alta fue mayor que al ingreso, siendo el cambio significativo para las mujeres ($p=0,003$) ([Tabla 15](#)).

Al segmentar a los pacientes entre los que tenían o no IMW al ingreso, sólo las mujeres con IMW mostraron una mejoría significativa al alta. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre el GC y el GI como factores independientes o en interacción combinada con el tiempo o cuando se segmentó por IMW ($p>0,05$) ([Tabla 16](#)).

En los hombres, se observó una tendencia hacia una mayor PIM al alta, sobre todo en los pacientes con IMW, pero no hubo diferencias significativas entre GC y GI como factor único, ni si se considera la interacción entre el tiempo y la intervención. El diagnóstico basal de IMW en los hombres no tuvo un efecto significativo ([Tabla 16](#)).

RESULTADOS

Tabla 15.- PIM y PIM esperada al ingreso y al alta

	Grupo Control				Grupo Intervención				Modelos					
	Ingreso		Alta		Ingreso		Alta		Modelo sin ajustar ^b (p valor)			Modelo Ajustado ^b (p valor)		
	PIM	95%IC	PIM	95%IC	PIM	95%IC	PIM	95%IC	Efecto tiempo	Efecto grupo	Efecto tiempo* grupo	Efecto tiempo	Efecto grupo	Efecto tiempo* grupo
Mujeres														
PIM medida, media	27	(21,4 - 32,5)	30,4	(24,4 - 36,4)	32,4	(26,3 - 38,5)	39,2	(32,7 - 45,7)	0,001	0,176	0,2	0,003	0,182	0,427
PIM esperada^a, media	43,2 [¥]	(41,8 - 44,7)	43,3 [¥]	(41,8 - 44,8)	45,3 [¥]	(43,63 - 47)	45	(43,3 - 46,7)	-	-	-	-	-	-
Hombres														
PIM medida, media	35,3	(27,3 - 43,3)	35,7	(23,6 - 47,7)	38	(33,2- 43,0)	42,5	(37,8 - 47,4)	0,118	0,351	0,748	0,072	0,501	0,443
PIM esperada^a, media	63,7 [¥]	(61,6 - 65,8)	63,2 [¥]	(60,7 - 65,8)	61,2 [¥]	(59,62-62,7)	60,7 [¥]	(59,2 - 62,3)	-	-	-	-	-	-

^a Valores de PIM previstos según Enright et al.16. ^b Ajustado por edad, índice de masa corporal, índice de Charlson, número de caídas previas en el último año y función física en Ingreso (incluye índice de Barthel, puntaje de deambulación independiente y puntaje SPPB). Mujeres: PIM medido al inicio (34/49); PIM previsto (60/51); al alta PIM medido (29/47), PIM previsto (53/50). Hombres: PIM medido al inicio (23/68), PIM previsto (44/70); al alta: PIM medido (18/64), PIM previsto (34/65). [¥]Valor de PIM medido en comparación con el PIM predicho; p<0,05.

RESULTADOS

Tabla 16.- Porcentaje de IMW al ingreso y al alta

	Grupo Control				Grupo Intervención				Modelos					
	Ingreso		Alta		Ingreso		Alta		Modelo no ajustado (p-valor)			Modelo ajustado ^b (p-valor)		
	PIM	95% IC	PIM	95% IC	PIM	95% IC	PIM	95% IC	Efecto tiempo	Efecto grupo	Efecto tiempo* grupo	Efecto tiempo	Efecto grupo	Efecto tiempo* grupo
Mujeres														
% IMW^a (n)	82% (28)		79% (23)		76% (37)		66% (31)							
IMW ingreso^a, PIM media	21,5	(18,0 - 28,1)	24,7	(18,5 - 30,8)	20,6	(16,5 - 24,7)	28,6	(23,7 - 33,6)	0,001	0,632	0,138	0,007	0,736	0,171
No IMW ingreso^a, PIM media	47,9	(37,3 - 58,4)	49	(35,0 - 63,0)	58,7	(51,5 - 65,9)	60,6	(51,0 - 70,2)	0,471	0,119	0,862	0,082	0,101	0,719
Hombres														
% IMW (n)	70	(16)	67	(12)	62	(42)	55	(35)						
IMW ingreso^a, PIM media	25,0	(19,6 - 30,4)	26,1	(18,0 - 34,2)	25,8	(22,7 - 28,9)	30,7	(26,0 - 35,5)	0,103	0,446	0,294	0,087	0,831	0,778
No IMW ingreso^a, PIM media	56,0	(43,7 - 68,3)	64,8	(50,0 - 79,5)	58,8	(53,3 - 64,4)	57,3	(50,6 - 63,9)	0,332	0,712	0,169	0,956	0,461	0,264

^aIMW: debilidad muscular inspiratoria en mujeres (PIM inferior a 38 cm H₂O) y hombres (PIM inferior a 42 cm H₂O) según Rodrigues et al. (Rodrigues et al., 2017).

^bAjustados por edad, índice de masa corporal, índice de Charlson, número de caídas previas en el último año y función física al ingreso (incluidos el índice de Barthel, la puntuación de deambulación independiente y la puntuación SPPB). Mujeres: PIM medida ingreso (34/49); PIM prevista (60/51); al alta PIM medida (29/47), PIM prevista (53/50). Hombres: PIM medida ingreso (23/68), PIM predicha (44/70); al alta: PIM medida (18/64), PIM predicha (34/65). ¥ Valor previsto de la PIM comparado con la PIM medida; p<0,05.

RESULTADOS

El análisis de la evolución de la PIM al alta con respecto a la PIM al ingreso confirma una correlación global positiva para ambos sexos, independientemente de la intervención ([Figura 15A](#)). Además, las proporciones de mejora de la PIM, estimadas como el cociente entre la PIM al alta/ingreso por paciente fue independiente de la PIM al ingreso y de la intervención y para ambos sexos para aquellos pacientes que no mostraban IMW ([Figura 15B](#)). Llamativamente, los pacientes con IMW en el GI, pero no en el GC, experimentaron una mejoría relativa de la PIM mayor, con una PIM al ingreso peor, tanto para mujeres ($r=-0,508$; $p=0,0042$) como para hombres ([Figura 15B](#)). Es decir, el entrenamiento durante la hospitalización tiene un efecto clínico positivo en el segmento de pacientes con IMW al ingreso.

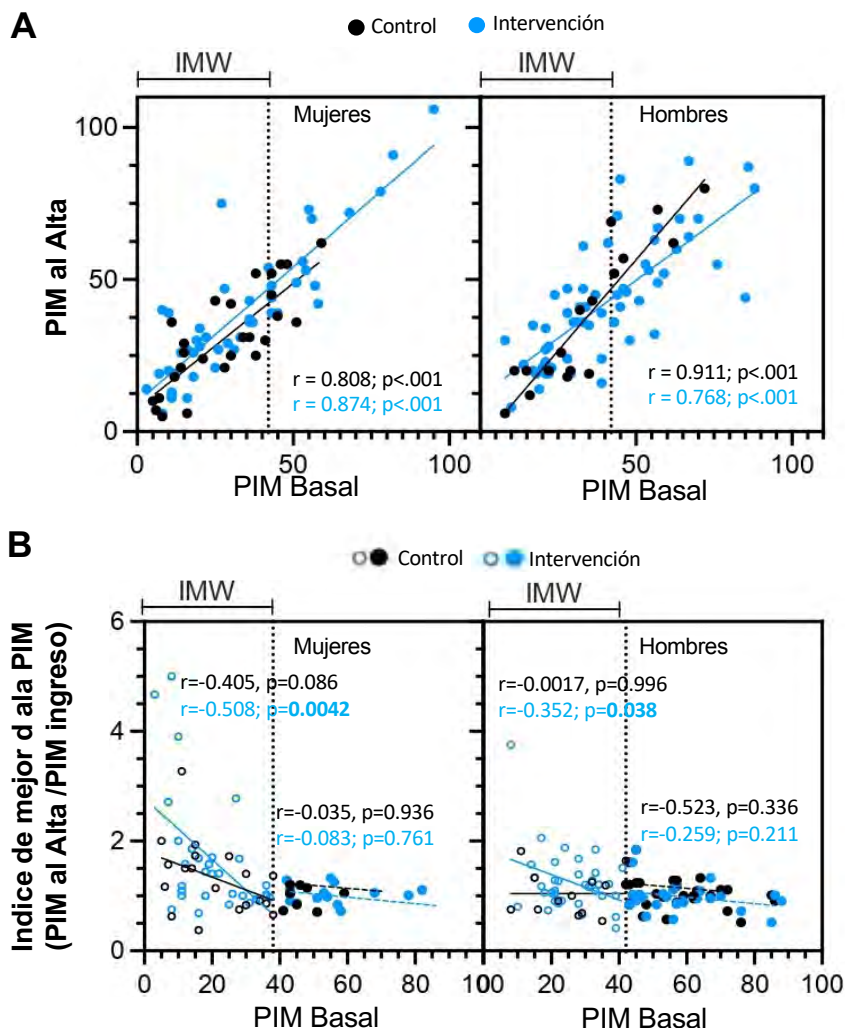
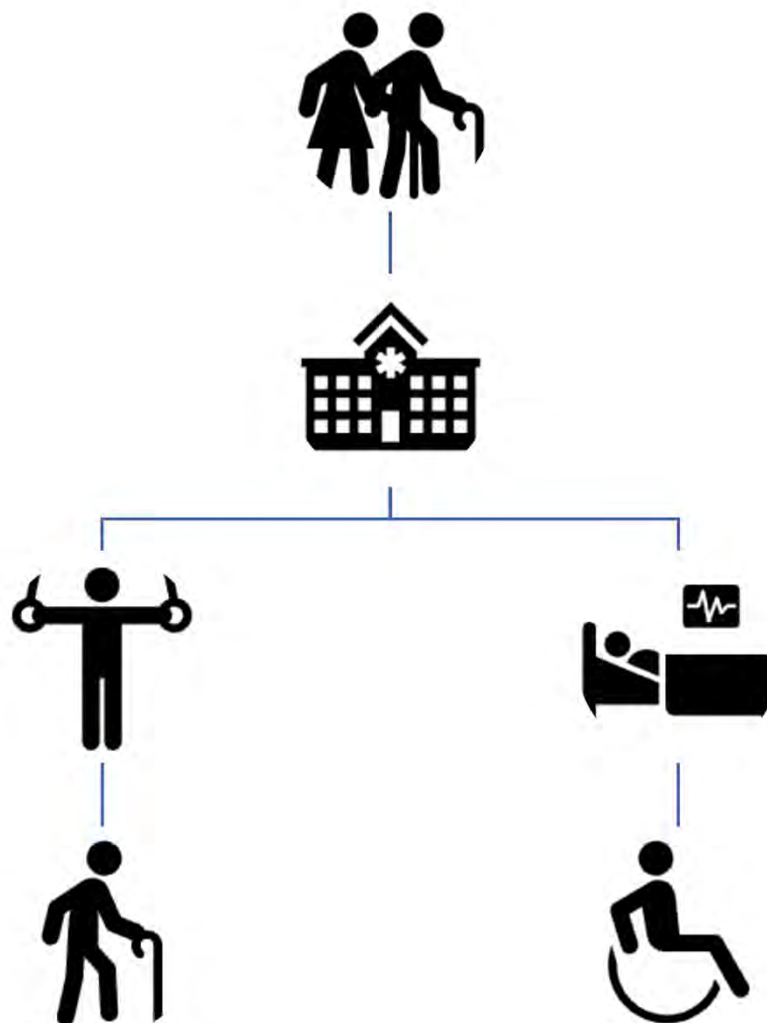


Figura 15. Análisis del MIP.

(A) Asociación entre los valores de PIM basal y PIM al alta. La PIM basal se correlacionó positivamente con la PIM al alta en ambos grupos y sexos (regresión lineal: Mujeres: GC: $R^2=0,654$ $y=7,66+0,82x$; GI: $R^2=0,763$ $y=9,63+0,89x$; Hombres: GC: $R^2=0,818$ $y=11,61+0,76x$; GI: $R^2=0,590$ $y=3,37+1,2x$). **(B)** Asociación entre la PIM al ingreso y el índice de mejora de la PIM. Sólo la pendiente de los grupos de intervención en los pacientes con IMW, tanto mujeres como hombres, fue significativa ($p < 0,05$). Regresión lineal: Mujeres IMW: GC: $R^2=0,164$ $y=-0,02343x+1,812$, GI: $R^2=0,2581$ $y=-0,05569x+2,777$; Sin IMW: GC: $R^2=0,001167$ $y=0,001203x+0,9347$; GI: $R^2=0,006856$ $y=0,8687E-003x+0,9898$. Hombres IMW: GC: $R^2=2,90E-06$ $y=-6,502E-005x+1,045$, GI: $R^2=0,1241$ $y=-0,02304x+1,850$; Sin IMW: GC: $R^2=0,273$ $y=-0,005225x+1,452$; GI: $R^2=6,73E-02$ $y=-0,005882x+1,330$. GC: $n=27$; GI: $n=46$. GC: $n=17$; GI: $n=60$. La línea de puntos indica el punto de corte de 38 cmH₂O para las mujeres y 42 cmH₂O para los hombres, donde los valores por debajo de ese punto de corte se consideraron IMW ([Rodrigues et al., 2017](#)). IMW: Debilidad muscular inspiratoria. PIM: Presión inspiratoria máxima (cmH₂O). r : Coeficiente de correlación de Pearson.



12. DISCUSIÓN

Esta tesis ha demostrado que es posible prevenir la discapacidad asociada a la hospitalización (DAH) en mayores hospitalizados, a través de un programa de ejercicio físico multicomponente que incluya entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT) y educación para la salud. Mantener e incluso mejorar el resultado a los tres meses tras el alta hospitalaria, encontrando diferente respuesta en hombres que en mujeres. Ha demostrado, así mismo, que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria ha tenido un efecto positivo en la mejora de la PIM al alta y ha contribuido a la mejora de la capacidad funcional medida a los tres meses post hospitalización.

El trabajo ha tenido que enfrentar complicaciones intrínsecas al mismo, como son la baja tasa de inclusión de pacientes en el estudio, que podría estar justificada por el tipo de pacientes que ingresan: muy mayores, con elevada prevalencia de fragilidad y nivel de dependencia y con enfermedad aguda. Esta baja tasa de inclusión alrededor del 20%, es por otro lado similar a otros estudios hechos en población de pacientes mayores hospitalizados ([Formiga et al., 1999](#); [Fernandez Regueiro et al., 2019](#)). En segundo lugar, la estancia hospitalaria corta, habitual en las unidades de agudos, nos ha obligado a diseñar programas de ejercicio que se adapten a esta circunstancia, siendo además eficaces. Y, por último, el estudio ha sido afectado de forma notable por la pandemia por COVID 19, que nos obligó a paralizarlo durante un año aproximadamente.

A continuación, comentaremos algunos de los aspectos más relevantes de este trabajo, comenzando por las características de los pacientes, el diseño del programa de intervención, la adherencia al mismo y los efectos adversos, para finalizar con el análisis de los principales resultados según los objetivos planteados.

Características de la muestra

Los pacientes ingresados en la unidad de agudos del Servicio de Geriátrica incluidos en el estudio son muy mayores, frágiles y con muchas comorbilidades, comparable a los estudios hechos con pacientes hospitalizados de esta edad ([Blanc-Bisson et al., 2008](#); [Martínez-Velilla et al., 2019](#); [Sáez de Asteasu et al., 2019b](#); [Martínez-Velilla et al., 2021](#)). Esto se traduce en un alto porcentaje de pacientes con dependencia severa tal como reflejan todas las escalas utilizadas para medir la capacidad funcional, donde se observa una pérdida de capacidad funcional acusada en el momento del ingreso respecto a su situación basal independientemente del motivo de hospitalización. El grado de deterioro funcional al ingreso puede suponer un riesgo específico de nuestra población de pacientes a desarrollar DAH.

Aunque la inclusión ha sido aleatoria, la proporción de mujeres entre los GC y GI ha sido accidentalmente desigual. Así, se han adscrito más mujeres que hombres en el GC, por lo que han aparecido diferencias significativas en la variable principal y en tres de las escalas utilizadas para medirla. En sintonía con otros estudios ([Calvo Aguirre et al., 2018](#); [Rio et al., 2021](#)), existen diferencias debidas al sexo de forma que las mujeres consiguen menores puntuaciones que los hombres en estas pruebas. Por ello, aunque este estudio no fue diseñado específicamente para analizar las diferencias por sexo o de género, hemos considerado necesario analizar los datos segregados por sexo para una interpretación adecuada del efecto de la intervención.

Diseño del programa de ejercicio físico multicomponente

La elección de un programa de ejercicio multicomponente se basó en los numerosos estudios ([Siebens et al., 2000](#); [Martínez-Velilla et al., 2019](#); [Ortiz-Alonso et al., 2019](#)) que sugieren que los programas que incluyan ejercicios de movilidad y potenciación muscular proporcionarían mayores beneficios a nivel funcional que las intervenciones simples ([Martínez-Velilla et al., 2016](#)). De Morton y colaboradores muestran en su revisión sobre el ejercicio en pacientes hospitalizados por enfermedad aguda la falta de certeza en los resultados acerca del efecto del ejercicio sobre la movilidad funcional y recomiendan proporcionar un informe más consistente y uniforme de las características de los participantes, incluido su nivel inicial de capacidad funcional, así como la dosis de ejercicio, la intensidad y la adherencia ([de Morton et al., 2007](#)). Demanda a la que contribuye este trabajo.

Para este estudio se diseñó un programa de ejercicio que abarcaba el trabajo de fuerza, resistencia y equilibrio, así como el entrenamiento específico de la musculatura inspiratoria que, a su vez, refuerza

el trabajo del equilibrio ([Ferraro et al., 2022](#)). Todo ello sin perder de vista el objetivo principal de este estudio, que es la prevención de la DAH. Es un programa de ejercicio con una carga de trabajo suficiente y acorde a la situación de los pacientes. Hemos tenido en cuenta que el trabajo físico con mayores no debe limitarse a sesiones con una mínima exigencia física, sino que pueden utilizarse cargas de trabajo considerables ([J.M. and M., 2000](#)). Cabe señalar que cada una de las sesiones fue supervisada por personal especializado (fisioterapeuta por la mañana y experto en actividad física y deporte por la tarde) que se ocupaba de la enseñanza, adaptación a la condición física y clínica del paciente y la necesaria aportación de ánimo y empoderamiento al paciente. Esto aporta un elemento diferenciador en cuanto a la calidad de la atención recibida por el paciente, ya que dispone de un profesional en exclusiva durante la realización del ejercicio, así como la posterior sesión de educación para la salud. Sin duda este hecho contribuye a que el participante tome protagonismo y se involucre en su proceso de curación y prevención de la DAH de manera activa.

Respecto al tipo, duración y dosis en el diseño del programa de ejercicio, Gallardo-Gómez y colaboradores en una revisión sistemática y metaanálisis reciente evalúan y analizan la dosis óptima de los diferentes ejercicios que habitualmente se incluyen en los estudios de mayores hospitalizados. Ellos estiman la dosis óptima de ejercicio en 159 MET/min/día y la dosis mínima asociada a cambios significativos en la capacidad funcional se predijo en 99 MET/min/día ([Gallardo-Gomez et al., 2023](#)). Según define la OMS, un MET indica el gasto energético al estar sentado tranquilamente y es equivalente al consumo de 1 kcal/kg/h. Se calcula que, en comparación con esta situación, el consumo calórico es unas 3 a 6 veces mayor (3-6 MET) cuando se realiza una actividad de intensidad moderada, y 6 veces mayor (> 6 MET) cuando es una actividad vigorosa ([Salud, 2021](#)). Aunque en nuestro estudio no se ha calculado la dosis de ejercicio con este parámetro, a la vista de los resultados, ha sido adecuada para conseguir la mejora funcional.

Diferencias entre sexos en la ejecución del programa de ejercicio

Como se esperaba, tanto en las escalas de rendimiento físico objetivo ([Calvo-Aguirre et al., 2019](#); [Rio et al., 2021](#)) como en la ejecución del programa de ejercicio, los hombres han tenido un rendimiento mayor que las mujeres respecto al nivel de ejecución y progresión de todos los ejercicios propuestos. Así, los hombres realizaron significativamente más repeticiones y con una carga de trabajo mayor que las mujeres en los ejercicios de potenciación muscular de MMII y MMSS y en la velocidad de la marcha, mientras que han tenido un rendimiento similar en los ejercicios de equilibrio y en el IMT. Hay que destacar que, para la mayoría de los ejercicios, con la excepción del IMT, se ha estado cerca de alcanzar el objetivo máximo propuesto (80% media de ejercicios completados). Saez de Asteasu y colaboradores muestran cifras similares de número ejercicios completados (77%), en un estudio comparable al nuestro en cuanto a las características de la muestra, pero con alguna diferencia en cuanto a los ejercicios, ya que ellos hacen sesiones de 20 minutos y utilizan máquinas para los ejercicios de potenciación muscular, instruyendo a los pacientes a realizar los ejercicios a gran velocidad para optimizar la producción de potencia muscular ([Sáez de Asteasu et al., 2019a](#); [Saez de Asteasu et al., 2019](#); [Saez de Asteasu et al., 2020](#)).

Las diferencias observadas entre sexos en las adaptaciones al ejercicio se encuentran en consonancia con las encontradas por otros grupos en los adultos mayores, obteniendo resultados diferentes en cuanto a fuerza y tamaño muscular relativo y absoluto entre hombres y mujeres ([Jones et al., 2021](#)). Además, es bien conocida la diferencia entre mujeres y hombres en la respuesta al ejercicio a nivel de fuerza muscular, de sistema respiratorio, cardiovascular y metabólico ([J. and A., 2006](#)).

Adherencia al programa.

La adherencia al programa de ejercicio se determinó como el número de sesiones completadas dividido por el número de sesiones previstas originalmente para cada paciente. Los pacientes han realizado una media de 6 sesiones, con una duración aproximada de 35 minutos. En general, tanto los hombres como las mujeres han tenido una adherencia intrahospitalaria del 50% de las sesiones programadas y han tenido una duración por sesión menor de la programada. La duración de la

intervención intrahospitalaria ha sido de 6 días y el número de sesiones realizadas 5, cuando según lo programado deberían haber completado al menos 10 sesiones (2 por día de lunes a viernes), lo cual es un nivel de adherencia necesariamente mejorable y nos da una idea de la dificultad de trabajar con pacientes de estas características. La adherencia ha sido más alta por la mañana que por la tarde (66% vs 33% para mujeres y 66% vs 38% para hombres) al igual que la duración de la sesión, siendo por la tarde cuando han rehusado más a menudo hacer ejercicio alegando estar cansados o no querer hacerlo.

Son varios los factores que pueden influir en la adherencia a un programa de ejercicio en adultos mayores: la accesibilidad, el formato del programa ofertado, la actitud del paciente al creer que es demasiado mayor para realizar ese tipo de actividades, sin olvidar el compromiso de los profesionales sanitarios con el buen desarrollo de la intervención ([Freiberger et al., 2016](#)). En un estudio piloto realizado con población pre-frágil de la ciudad de Madrid en el que se implementó un programa de ejercicio multicomponente, muestran que a pesar que las intervenciones de ejercicio son actividades altamente coste-efectivas, precisan de una adecuada planificación y requieren de elevados recursos ([Rosas Hernandez et al., 2019](#)). En su estudio destacan dos elementos importantes, uno el nivel de adherencia, similar al nuestro (62,7%), y dos, el altísimo rechazo a participar o cumplir el programa propuesto (80,8%). León Salas B. y colaboradores ([León Salas, 2020](#)), evaluaron la seguridad, efectividad clínica y coste-efectividad del uso del programa de ejercicio multicomponente “Vivifrail” en mayores de 70 años hospitalizados ([Izquierdo, 2019](#)), y en lo referente a la adherencia refieren que fue la principal desventaja percibida, que puede depender de factores como las circunstancias psicológicas o socio-económicas de los pacientes y/o cuidadores. Proponen como posible mejora para aumentar la adherencia que el ejercicio sea supervisado o realizar un seguimiento de 3 meses. Dado que en este estudio todas las sesiones han sido realizadas bajo supervisión y que se ha hecho un seguimiento de tres meses, es indudable que es necesario revisar qué otros factores pueden influir en los pacientes a la hora de involucrarse en la intervención.

En nuestro estudio, hay diversos factores que han podido influir en el nivel de adherencia a la intervención. En primer lugar, el primer factor a tener en cuenta sería la situación clínica de los pacientes ya descrita en las características de la muestra. El horario, la cualificación de los profesionales que supervisan el ejercicio y las posibles diferencias en la aplicación del programa podrían ser otros factores, vista la diferencia en el nivel de adherencia de la sesión de la mañana frente a la de la tarde. Un factor potencialmente relevante podría haber sido la supervisión por parte de una fisioterapeuta, personal sanitario educado en la atención de pacientes, durante las sesiones de mañana frente a una experta en actividad física y deporte durante las sesiones de la tarde. Sin olvidar que, en el proceso asistencial del paciente hospitalizado, tienen prioridad todas las acciones que componen la atención hospitalaria (muchas de ellas suelen concentrarse durante la mañana) como son el trabajo de enfermería, el aseo, consultas y pruebas médicas, etc. Por este motivo, a menudo, ha resultado difícil encontrar el momento adecuado y el tiempo necesario para hacer el ejercicio, lo que supone una limitación importante y sería necesario en futuros estudios y en la práctica diaria, dar al ejercicio terapéutico el lugar y el peso que está demostrando tener.

Seguimiento telefónico.

En cuanto al seguimiento de la intervención las llamadas telefónicas al mes y a los dos meses tras la hospitalización han sido realizadas por la fisioterapeuta. Han servido para entrevistar a los pacientes acerca del ejercicio que habían hecho en sus domicilios, eventos adversos, caídas, etc. Al tiempo se resolvían dudas acerca de la ejecución y se les animaba a hacerlo cuando la respuesta era que no lo estaban haciendo o que hacían pocos días. Tanto las mujeres como los hombres han aumentado progresivamente los ejercicios realizados y hemos podido ver cómo los pacientes han mantenido un nivel de adherencia excelente de más del 80%. Sobrepasando los estudios antes mencionados ([Freiberger et al., 2016](#); [Rosas Hernández et al., 2019](#); [León Salas, 2020](#)) y más parecidos al estudio desarrollado por Kitzman y colaboradores en pacientes mayores cardíacos hospitalizados. Con una población de pacientes de edad similar, la mayoría frágiles, consiguen unas tasas de adherencia de más del 90% ([Kitzman et al., 2021](#)).

DISCUSIÓN

En la llamada telefónica del tercer mes, el personal médico responsable de la evaluación ha realizado la evaluación telefónica y cuantificado la adherencia al ejercicio durante el tercer mes post hospitalización. Podemos ver que han mantenido el nivel de adherencia a lo largo del seguimiento en un nivel del 86% para mujeres y 84% para hombres, lo cual constituye un nivel excelente.

Hay un pequeño porcentaje que ha hecho ejercicio solo 7 días al mes y el 12% declaró no hacer ejercicio ningún día. Sin duda el esfuerzo en promover la realización de ejercicio tiene que dirigirse a estos pacientes.

Efectos adversos.

Es destacable que no se ha producido ningún efecto adverso o caída durante la realización o derivado del mismo, en lo que probablemente ha influido el hecho de que los pacientes han estado supervisados y se ha tenido en cuenta su situación clínica en todo momento. Los participantes sí han referido episodios de malestar, propios de su estado de enfermedad aguda, debidos a la preparación o realización de alguna prueba médica, etc. En estos casos los pacientes no han podido hacer ejercicio, tal y como se ha recogido en los cuadernillos diseñados para este propósito (Anexo 3). Después de todo no podemos olvidar que se trata de pacientes ingresados por una enfermedad aguda. Estos dos elementos, el buen rendimiento en la ejecución y la falta de efectos adversos, son un buen indicativo de la validez y adecuación del programa diseñado.

Educación para la salud

En todo momento, durante la hospitalización, se ha tratado de llevar a cabo la sesión de educación para la salud siguiendo los principios básicos recomendados por diferentes autores ([García, 2022](#)), tales como, atender a la complejidad del proceso de envejecimiento teniendo en cuenta los factores que rodean al paciente mayor como creencias, valores, y formas de vida y tender de forma específica las necesidades de cada paciente, involucrando a familiares y cuidadores. En este estudio en particular se ha buscado prevenir al máximo el impacto de la enfermedad para evitar complicaciones y discapacidad ([Sánchez et al., 2022](#)), y aumentar la tasa de adherencia al programa de ejercicio ([Coll-Fernández et al., 2011](#)). Tal como indica este autor, hay evidencia acumulada del éxito de los programas de promoción de la salud y prevención de enfermedades en las personas mayores, aunque la contribución específica de la educación no se conoce con exactitud.

Efecto de un programa de ejercicio físico multicomponente y educación para la salud durante la hospitalización aguda del paciente mayor sobre la prevención de la DAH

Efecto de la intervención sobre la prevención de la DAH valorada mediante el índice de Barthel.

Respecto al efecto del programa de ejercicio multicomponente y educación intrahospitalario, en el objetivo 1.1 hemos considerado la DAH medida con el índice de Barthel (IB) nuestra variable principal, midiendo la proporción de pacientes que recuperan el IB basal (15 días antes del ingreso), al alta y a los 3 meses de la hospitalización. El IB es una escala validada previamente, ampliamente utilizada, que valora la capacidad de realizar distintas actividades de la vida diaria (AVD). Fue inicialmente diseñada para evaluar pacientes con trastornos músculo esqueléticos y extendida a la evaluación funcional de pacientes con accidentes cerebro vasculares y otras poblaciones, considerada por algunos autores la mejor opción para la evaluación de la capacidad funcional además de la más utilizada ([Hartigan, 2007](#)). La versión española, si bien tiene aspectos a mejorar en su adaptación ([Cabanero-Martínez et al., 2009](#)) tiene una buena fiabilidad y validez estructural y es capaz de discriminar entre grupos y de detectar cambios a lo largo del tiempo ([Bernaola-Sagardui, 2018](#)).

Hemos definido la DAH como la pérdida de una o más AVD durante la hospitalización, es decir, el paciente tiene DAH si tiene una puntuación del IB menor al basal y no tiene DAH si tiene un IB igual o mayor al basal. En concreto, teniendo en cuenta la puntuación obtenida al ingreso, las mujeres deben recuperar 21 puntos y los hombres 13. Como se ha dicho al comienzo de la discusión, los resultados observados muestran de manera contundente que la DAH se puede prevenir a través de la intervención implementada en este estudio, ya que hemos visto que en todos los casos el porcentaje de pacientes sin DAH, es significativamente menor en el GI que en el GC tanto al analizar toda la muestra como al desagregar los datos por sexo y estos datos se reflejan igualmente en el análisis

categorizado. Por tanto, estos datos permiten concluir que la intervención ha sido eficaz en la prevención de la DAH evaluada mediante el IB, dato que se consolida especialmente a los 3 meses.

Estos resultados son comparables a los obtenidos en otros estudios con pacientes hospitalizados en los que se evalúa el efecto de diferentes programas de ejercicio medido con el IB y en los que obtienen mejoras significativas de la capacidad funcional ([Jones et al., 2006](#); [Killey and Watt, 2006](#); [Martínez-Velilla et al., 2019](#)). Todos ellos realizan dos sesiones diarias de 20 minutos, 5-7 días por semana, aunque con distintos protocolos de ejercicio. Jones y Killey desarrollan programas simples de potenciación muscular y equilibrio y estimulación de la marcha y encuentran mejoría funcional comparando con el estado basal y en la capacidad de andar respectivamente. Mientras que Martínez-Velilla desarrolla un programa de ejercicios de potenciación muscular utilizando máquinas y encuentra mejora de la capacidad funcional comparado con el estado basal y otros parámetros como el nivel cognitivo, calidad de vida y capacidad física.

No obstante, a pesar de este resultado positivo, hay que señalar que, al alta hospitalaria en el grupo de pacientes que han hecho ejercicio, un elevado porcentaje (más del 50%), no han recuperado sus niveles funcionales basales. No hay que olvidar que la duración de la intervención intrahospitalaria es corta ya que la estancia hospitalaria habitual también lo es, y ese es el tiempo con el que contamos para desarrollar el programa. De ahí la importancia de la educación para la salud para que los pacientes hagan un buen aprendizaje de los ejercicios que más tarde tienen que seguir haciendo en sus domicilios. En cambio, pasados tres meses de la hospitalización, hay muchos más pacientes que están igual que antes del ingreso ((65-80%) y las mujeres están incluso mejor (80% sin DAH). Lo que indica que la continuidad del ejercicio en domicilio ha sido esencial para recuperar la capacidad funcional.

En el análisis segregado por sexo hay variaciones en hombres y mujeres en distintos momentos de la medición. Probablemente son debidos a la disminución en el número de participantes de cada grupo al hacer la separación, aunque esto no desvirtúa el resultado ya que este análisis se hace comparando la puntuación obtenida al alta y a los tres meses de cada individuo con la obtenida basalmente. Por ello, el resultado no estaría influido por la variable del sexo y podemos seguir afirmando que el valor global está indicando, por un lado, una prevención real de la DAH y por otro, hombres y mujeres recuperan los niveles basales a distinto ritmo. Las mujeres tienen una recuperación más lenta consolidando una recuperación significativa a los tres meses, mientras que los hombres se recuperan significativamente durante la hospitalización, pero no mantienen el nivel a los tres meses. Este resultado podría indicar la respuesta diferente de hombres y mujeres al ejercicio. Revisando los datos de adherencia vemos que hombres y mujeres han mantenido niveles similares, ligeramente menor para los hombres sin diferencia significativa. En cambio, han sido las mujeres las que se han visto más beneficiadas por el efecto del ejercicio y se ha traducido en un mayor porcentaje de mujeres sin DAH a los tres meses.

Es destacable que los pacientes con puntuaciones más bajas y débiles obtienen mayor beneficio de la intervención con una mejora más acusada. En este estudio son las mujeres las que puntúan sistemáticamente más bajo tanto en el IB (basal, ingreso y alta), como en todas las pruebas de fuerza muscular (ingreso y alta). Por lo que, de acuerdo con los resultados de Valenzuela y colaboradores ([Valenzuela et al., 2020b](#)) y del proyecto AGECA I ([Ortiz-Alonso et al., 2019](#)), los pacientes con peor estado funcional al ingreso tendrían más posibilidades de responder positivamente al programa de ejercicio. Igualmente, Valenzuela en su revisión sistemática del tema, encuentra que las intervenciones de ejercicio mejoran significativamente la capacidad de realizar de forma independiente las AVD al alta, al mes y a los 3 meses después del alta ([Valenzuela et al., 2020a](#)).

Efecto de la intervención sobre la prevención de la DAH valorado mediante el índice de Katz y FAC.

No existe un consenso en la literatura sobre cuáles son las mejores herramientas para valorar este tipo de intervenciones. Por ello, nos propusimos estudiar nuestra intervención utilizando otras escalas, además del IB, ampliamente utilizadas en geriatría. Para ello, en el Objetivo 1.2 hemos medido la prevención de la DAH, de la misma manera que en el objetivo anterior, por la proporción de pacientes

que recuperan sus valores basales, utilizando el índice Katz y la escala de deambulaci3n FAC. Los resultados muestran que con ambas escalas en todos los casos un porcentaje de pacientes sin DAH mayor en el GI que en el GC, aunque sin alcanzar diferencias estadisticamente significativas.

En el caso del índice de Katz no hemos encontrado diferencias significativas ni al alta ni a los tres meses. Aunque en todos los casos el porcentaje de pacientes sin DAH del GI es mayor que el sin DAH, tanto en el análisis de porcentaje de recuperaci3n de niveles basales como el categorizado. El índice de Katz valora 6 AVD y puntúa de 0 a 6, mientras que el IB valora 8 AVD y puntúa de 0 a 100, por lo que tendría más amplitud y capacidad para detectar los cambios ([Hartigan, 2007](#); [Bernaola-Sagardui, 2018](#)). Hay que señalar que esta escala es utilizada más frecuentemente en atenci3n primaria y atenci3n a domicilio, mientras que el IB, con el que sí hemos obtenido un resultado significativo, es más utilizado en poblaci3n de pacientes hospitalizados ([Cabanero-Martinez et al., 2009](#)).

Nuestro resultado es comparable a otros estudios que, desarrollaron programas de ejercicio simple en intervenciones intrahospitalarias y no demostraron la eficacia en sus intervenciones midiendo con el índice de Katz ([Blanc-Bisson et al., 2008](#); [Brown et al., 2016](#); [Hu et al., 2020](#)). Blanc-Bisson encuentra únicamente un aumento significativo en la ingesta de proteínas, en los beneficios potenciales del ejercicio en la dieta y ningún cambio a nivel funcional. Brown, no obtienen ningún cambio significativo en la capacidad funcional al alta comparado con su estado basal. Pero en cambio, observa diferencias significativas en la capacidad física al mes post hospitalizaci3n con el test de movilidad funcional LSA (Life-space assessment). Hu, al igual que Brown, no obtienen ningún cambio significativo en la capacidad funcional al alta comparado con su estado basal midiendo con el índice de Katz. Por el contrario, nuestro grupo, obtiene una disminuci3n significativa de la incidencia de DAH y una tendencia de mejora de las AVD al alta, tras una intervenci3n de ejercicio simple, consistente en ejercicios de sentadillas y caminar, 20 minutos a lo largo del día, que sin embargo, no se mantuvo a los tres meses ([Ortiz-Alonso et al., 2019](#)).

Al estudiar el efecto de la intervenci3n sobre la capacidad de la marcha valorada mediante la escala FAC, encontramos diferencia significativa solo al alta para toda la muestra que se pierde al separar los datos por sexo. Los hombres incluso aumentan el porcentaje de pacientes con DAH y el de “están peor” en el análisis categorizado. Este resultado es comparable a los resultados de ([Braun et al., 2019](#); [Ortiz-Alonso et al., 2019](#)) que no encuentran significaci3n alguna midiendo con esta escala en sus estudios.

Efecto de la intervenci3n sobre la evoluci3n funcional basal del paciente durante la hospitalizaci3n y a los tres meses del alta

En el Objetivo 1.3 hemos medido la evoluci3n de las escalas de valoraci3n funcional a lo largo de la intervenci3n. Las tres escalas reflejan la evoluci3n de los pacientes desde el estado basal hasta pasados tres meses post-hospitalizaci3n. El efecto de la intervenci3n ha resultado estadisticamente significativo al medir con el IB y ha detectado más diferencias significativas entre grupos y entre periodos, así como el efecto preventivo de la intervenci3n en la DAH. Al contrario que con las escalas KATZ y FAC, con las que el efecto de la intervenci3n no ha resultado estadisticamente significativo.

Efecto de la intervenci3n sobre la capacidad funcional al alta valorada mediante SPPB y test de Alusti

En el objetivo 1.4 buscábamos medir el efecto de la intervenci3n medido con las escalas objetivas de rendimiento físico SPPB y test de Alusti. Las escalas objetivas de rendimiento físico tienen la ventaja fundamental frente a las escalas en las que preguntamos al paciente sobre su desempeño, en que comprobamos objetivamente y cuantificamos diferentes variables funcionales. Tienen la desventaja de que solo podemos valorarlas al ingreso y al alta, por eso tienen una utilidad limitada para valorar la eficacia de nuestra intervenci3n.

En ambas escalas las mujeres, tal como esperábamos, ([Calvo-Aguirre et al., 2019](#); [Rio et al., 2021](#)) puntuaron sistemáticamente más bajo que los hombres. Con el test de Alusti, hemos visto mejora significativa al alta para toda la muestra que, sin embargo, se pierde para las mujeres al separar los datos por sexo. Las mujeres de los dos grupos al ingreso presentan una capacidad funcional igual con una diferencia de tan solo un punto y una categoría de dependencia leve que no ha variado

significativamente tras la intervención. Mientras que los hombres mejoran significativamente al alta. Los hombres del GI puntúan más bajo que los del GC al ingreso y es probablemente por esta razón por lo que tienen un mayor rango de mejora respondiendo mejor a la intervención frente a los del GC que incluso empeoran. Esta escala ha sido eficaz en mostrar el efecto de la intervención de manera significativa para los hombres, pero no para las mujeres.

En el estudio del efecto de la intervención con la escala SPPB, hemos observado diferencias significativas entre grupos tanto al ingreso como al alta. El GI ha puntuado más alto que el GC en los dos momentos de medición para ambos sexos. El resultado refleja que todos los pacientes que han hecho ejercicio mejoraron sus puntuaciones al alta respecto del ingreso y que la intervención dio lugar a un mayor rendimiento físico en el momento del alta. Lo cual ha demostrado ser un fuerte predictor de mejores resultados (menor riesgo de deterioro funcional, re-hospitalización y muerte) después de la hospitalización ([Valenzuela et al., 2020a](#)).

Sin embargo esta escala no muestra resultados significativos en el efecto de la intervención y difiere de los encontrados en otros estudios en los que sí encuentran significación ([Martínez-Velilla et al., 2019](#); [Sáez de Asteasu et al., 2019b](#); [McCullagh et al., 2020](#)). Martínez-Velilla desarrolla un programa de ejercicio 7 días por semana, e introduce el uso de máquinas de entrenamiento y anima a los pacientes a ejecutarlos a la mayor velocidad posible. Esto constituye un tipo de ejercicio más vigoroso que el realizado en nuestro estudio. Los pacientes además han realizado 9 sesiones en total comparado con las 5 sesiones que se han realizado en nuestro estudio. Con todo ello consiguen un incremento significativo de 2,2 puntos en la escala SPPB frente a nuestro resultado donde el incremento está por debajo de 1 punto. Estas diferencias en el programa de ejercicio probablemente explicarían el diferente rendimiento físico de los pacientes. McCullagh y Saez de Asteatu, estudian el efecto de un programa de ejercicio simple (sentadillas, equilibrio y marcha, con sesiones ligeramente más cortas, 5 días por semana) y un programa de ejercicio multicomponente 5-7 días por semana respectivamente, y también encuentran diferencias significativas midiendo con SPPB.

Función inspiratoria del paciente mayor hospitalizado por enfermedad aguda y efecto de la intervención sobre su función inspiratoria.

El Objetivo 2, de nuestro trabajo pretendió estudiar la capacidad inspiratoria del paciente mayor hospitalizado y el efecto de un programa de ejercicio multicomponente intrahospitalario sobre la misma. Los resultados de este sub estudio han sido recientemente publicados ([Zarralanga-Lasobras et al., 2023](#)) (ANEXO 8).

Función inspiratoria al ingreso de la hospitalización por enfermedad aguda en el paciente mayor

En primer lugar, los pacientes al ingreso presentaron una fuerza muscular inspiratoria deteriorada, reflejado tanto en los valores de la PIM registrados como en la presencia de debilidad muscular inspiratoria (IMW). El efecto de la intervención, a pesar de la corta duración de la intervención hospitalaria, el programa de ejercicio multicomponente que incluía IMT durante la hospitalización ha promovido un beneficio medible en aquellos participantes con debilidad muscular (IMW) al ingreso, indicando que aquellos pacientes cuya musculatura inspiratoria se encuentra en peor estado al ingreso son los que tienen una mayor posibilidad de mejora con un programa multicomponente tan corto y de baja intensidad. Teniendo en cuenta que la fuerza y la resistencia de la musculatura respiratoria están relacionadas con el desempeño de las AVD ([Watsford et al., 2005](#)), incluir el fortalecimiento de la musculatura inspiratoria en este tipo de programas podría ser fundamental.

En los mayores, la sarcopenia y la comorbilidad pueden causar discapacidad física y funcional ([Janssen et al., 2002](#)), afectando a la función respiratoria y haciendo al mayor más vulnerable frente a la enfermedad ([Landi et al., 2004](#)). La fuerza y la resistencia de la musculatura respiratoria (MR) están relacionadas con el desempeño de las AVD ([Watsford et al., 2005](#)), por lo que la fuerza de la MR es una variable fisiológica importante que ayuda a prevenir el deterioro funcional del mayor ([Watsford et al., 2007](#)). Por esta razón, en nuestro programa, hemos incluido entrenamiento de la musculatura inspiratoria (IMT), como parte del trabajo muscular con cargas. Este tipo de entrenamiento

respiratorio, no se incluye habitualmente en los programas de ejercicio en mayores y menos aún en mayores hospitalizados por lo que constituye una novedad a destacar.

Consideramos incluir el IMT en nuestro programa de ejercicio multicomponente durante la hospitalización basándonos en la eficacia a nivel físico, del equilibrio y de calidad de vida ([Souza et al., 2014](#); [Seixas et al., 2020](#); [Manifield et al., 2021](#)) en diferentes poblaciones de ancianos ([Dall'Ago et al., 2006](#); [Cebrià i Iranzo et al., 2013](#); [Cebria et al., 2018](#); [Manifield et al., 2021](#); [Ferraro et al., 2022](#)). La efectividad del IMT en la mayoría de los estudios revisados requiere una intervención de al menos cuatro semanas o que el programa permita un aumento progresivo de la carga de trabajo ([Dall'Ago et al., 2006](#); [Cebrià i Iranzo et al., 2013](#); [Cebria et al., 2018](#); [Manifield et al., 2021](#); [Ferraro et al., 2022](#)). Nuestra intervención no puede alcanzar tales recomendaciones porque la duración de la estancia hospitalaria fue demasiado corta. Por otro lado, los pacientes continuaron el IMT en el domicilio los tres meses siguientes. Aunque este estudio no se diseñó para medir la PIM durante el seguimiento y por tanto, no se pudo ver el efecto en la función inspiratoria, sí podemos decir que ha contribuido en el efecto de la intervención en la capacidad funcional.

La musculatura inspiratoria, puede entrenarse mediante los principios de sobrecarga y especificidad para producir adaptaciones que permitan mejorar la fuerza y la resistencia. En este caso hemos utilizado el dispositivo “Powerbreathe” (POWERbreathe Technologies Ltd, Birmingham, Reino Unido), que nos permite aplicar cargas precisas sobre los músculos inspiratorios.

Para poder desarrollar el IMT y aplicar la carga de trabajo individual, es necesario conocer el valor de la presión inspiratoria máxima (PIM) de cada participante. Recordemos que la PIM se considera un valor indicativo de fuerza muscular. Por ello consideramos incluir la medición de esta en la evaluación al ingreso y al alta de todos los participantes y no solo de los del GI. Esto nos ha permitido, por un lado, establecer valores de referencia de PIM en población hospitalizada de esta edad de la cual, hasta donde sabemos, no hay muchos estudios publicados. Y por otro lado analizar el efecto del entrenamiento en la PIM y en la capacidad funcional al alta.

En la medición al ingreso encontramos que los pacientes de nuestra cohorte tenían una fuerza muscular inspiratoria muy deteriorada, con valores de PIM más bajos de lo esperado aunque similares a otros estudios con participantes de edades y capacidad funcional similares ([Cebrià i Iranzo et al., 2013](#); [Cebria et al., 2018](#)). Un alto porcentaje de ellos cumplía los criterios de debilidad muscular inspiratoria (IMW). También descubrimos que, a pesar de la duración de la intervención hospitalaria, el programa de ejercicio multicomponente que incluía IMT durante la hospitalización promovía un beneficio medible en aquellos participantes con IMW al ingreso.

Los pacientes mostraron una fuerza muscular inspiratoria al ingreso baja, en la que los valores de PIM fueron mucho más bajos que los de los individuos emparejados por edad en (1) valores de PIM de personas mayores sanas ([Enright et al., 1995](#); [1999](#); [Evans and Whitelaw, 2009](#); [Sclausser Pessoa et al., 2014](#); [Kim et al., 2022](#)); (2) mujeres mayores institucionalizadas con deterioro funcional ([Cebrià i Iranzo et al., 2013](#)) o sarcopenia ([Cebria et al., 2018](#)); (3) mujeres institucionalizadas ([Martin-Sanchez et al., 2021](#)); (4) y personas frágiles ([Pegorari et al., 2013](#)). Una PIM baja indica deterioro muscular inspiratorio debido a la edad ([Black and Hyatt, 1969](#); [Watsford and Murphy, 2008](#)), comorbilidad, enfermedad aguda y hospitalización ([Bachmann et al., 2010](#)) entre otras causas ([Laveneziana et al., 2019](#)). Además, otras afecciones geriátricas comunes como la sarcopenia y la fragilidad se han descrito como factores de riesgo que debilitan la fuerza muscular respiratoria ([Vidal et al., 2020](#); [Morisawa et al., 2021](#)).

La definición de los umbrales de IMW en la población mayor de 75 años carece de consenso ([American Thoracic Society/European Respiratory, 2002](#); [Evans and Whitelaw, 2009](#); [Sclausser Pessoa et al., 2014](#)). Rodrigues y colaboradores, publicaron un metaanálisis comparando los criterios más utilizados y proporcionan el umbral de corte más actualizado para determinar el IMW ([Rodrigues et al., 2017](#)). Utilizando estos criterios, encontramos que más del 65% de los pacientes presentaban IMW al ingreso. Esta cifra es muy similar a la descrita para los pacientes hospitalizados por insuficiencia cardíaca aguda, donde se aproximaba al 70% ([Giua et al., 2014](#)). Destacar que la IMW se asoció a peor

DISCUSIÓN

capacidad funcional en pacientes ancianos hospitalizados agudos ([Giua et al., 2014](#); [Kendall et al., 2018](#)).

Tanto el valor bajo de PIM como el número de pacientes con IMW concuerdan en nuestra muestra con el porcentaje de pacientes con baja prensión manual, las variables de velocidad de la marcha y nutrición. Todo ello indicativo de debilidad muscular que se han reflejado, a su vez, en las bajas puntuaciones de rendimiento físico y estado funcional de dependencia grave.

Un análisis detallado reveló que la mejora de la PIM al alta era proporcional al nivel de PIM de los pacientes al ingreso. Para la mayoría de los pacientes, no hubo diferencias en la mejora relativa de la PIM independientemente del grupo. Sin embargo, la intervención promovió que los pacientes con IMW al ingreso mostraran una mayor mejoría de la PIM con una PIM más baja al ingreso. Este beneficio específico no se observó en los pacientes del GC. Esta observación es especialmente relevante porque permite identificar a los pacientes que más se beneficiarían de la IMT durante la hospitalización. Así, aquellos pacientes cuya musculatura inspiratoria se encuentra en peor estado al ingreso son los que tienen una mayor posibilidad de mejora con un programa tan corto y de baja intensidad. Otros estudios también apuntan en esta dirección: los pacientes con un peor estado funcional al ingreso eran propensos a responder más positivamente al programa de ejercicios ([Basso-Vanelli et al., 2016](#); [Valenzuela et al., 2020b](#)). De hecho, varios autores hablan del beneficio de las intervenciones individualizadas, según las características específicas de los pacientes (p. ej., debilidad muscular, fragilidad...), especialmente en aquellos pacientes con peor funcionalidad ([Saez de Asteasu et al., 2019](#)) e independientemente de su grado inicial de debilidad muscular inspiratoria ([Basso-Vanelli et al., 2016](#)).



13. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1- Un programa de ejercicio multicomponente realizado durante la hospitalización, que incluye entrenamiento de la musculatura inspiratoria y educación para la salud, disminuye la incidencia de Discapacidad Asociada a la Hospitalización al alta y a los tres meses, medida por la proporción de pacientes que recuperan el índice de Barthel basal.
- 2- El efecto del programa, medido por la proporción de pacientes que recuperan el índice de Katz basal o la escala de deambulación FAC basal, no ha demostrado diferencias, ni al alta hospitalaria ni, a los tres meses.
- 3- El programa de intervención ha logrado diferencias en la variación de las escalas de rendimiento físico objetivo (SPPB y test de Alusti) entre el ingreso y el alta hospitalaria para los hombres al desagregar los datos por sexo.
- 4- La población incluida en nuestro estudio presentó una fuerza muscular inspiratoria deteriorada, reflejado tanto en los valores de la presión inspiratoria máxima registrados como en la presencia de debilidad muscular inspiratoria.
- 5- Este programa de intervención que incluye entrenamiento de la musculatura inspiratoria ha mejorado la capacidad inspiratoria al alta, especialmente en los pacientes que presentaban debilidad muscular inspiratoria al ingreso.
- 6- En la población incluida en nuestro estudio, hemos encontrado diferencias entre hombres y mujeres tanto en las puntuaciones obtenidas en las diferentes escalas de valoración funcional y de rendimiento físico objetivo, como en la respuesta al programa de ejercicio.
- 7- La ejecución del programa se ha desarrollado, tanto en el hospital como en el domicilio, sin registrar ningún efecto adverso.

CONCLUSIÓN FINAL: La discapacidad asociada a la hospitalización de los pacientes ingresados por enfermedad aguda se puede prevenir con un programa de ejercicio multicomponente que incluya entrenamiento de la musculatura inspiratoria y educación para la salud. Los resultados de este trabajo apoyan la recomendación de implementar programas de ejercicio multicomponente, dentro del cuidado habitual de este tipo de pacientes.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Alcoforado, L., Filho, L.C.P., Brandão, D.C., Galvão, A.M., Reinaux, C.M.A., and De Andrade, A.D. (2011). influência da variação dos decúbitos laterais na deposição pulmonar de aerossol. *Revista Brasileira de Fisioterapia* 15, 278-283.
- Altman, D.G., Schulz, K.F., Moher, D., Egger, M., Davidoff, F., Elbourne, D., Gotzsche, P.C., Lang, T., and Consort, G. (2001). The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 134, 663-694.
- American Thoracic Society/European Respiratory, S. (2002). ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 166, 518-624.
- Aoyagi, Y., Park, H., Park, S., and Shephard, R.J. (2010). Habitual physical activity and health-related quality of life in older adults: interactions between the amount and intensity of activity (the Nakanojo Study). *Qual Life Res* 19, 333-338.
- Bachmann, S., Finger, C., Huss, A., Egger, M., Stuck, A.E., and Clough-Gorr, K.M. (2010). Inpatient rehabilitation specifically designed for geriatric patients: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 340, c1718.
- Basso-Vanelli, R.P., Di Lorenzo, V.A., Labadessa, I.G., Regueiro, E.M., Jamami, M., Gomes, E.L., and Costa, D. (2016). Effects of Inspiratory Muscle Training and Calisthenics-and-Breathing Exercises in COPD With and Without Respiratory Muscle Weakness. *Respir Care* 61, 50-60.
- Bernaola-Sagardui, I. (2018). Validation of the Barthel Index in the Spanish population. *Enferm Clin (Engl Ed)* 28, 210-211.
- Black, L.F., and Hyatt, R.E. (1969). Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *The American review of respiratory disease* 99, 696-702.
- Blanc-Bisson, C., Dechamps, A., Gouspillou, G., Dehail, P., and Bourdel-Marchasson, I. (2008). A randomized controlled trial on early physiotherapy intervention versus usual care in acute care unit for elderly: potential benefits in light of dietary intakes. *J Nutr Health Aging* 12, 395-399.
- Brady, E., Nielsen, M.W., Andersen, J.P., and Oertelt-Prigione, S. (2021). Lack of consideration of sex and gender in COVID-19 clinical studies. *Nat Commun* 12, 4015.
- Braun, T., Gruneberg, C., Sussmilch, K., Wiessmeier, M., Schwenk, I., Eggert, S., Machleit-Ebner, A., Harras, I., and Thiel, C. (2019). An augmented prescribed exercise program (APEP) to improve mobility of older acute medical patients - a randomized, controlled pilot and feasibility trial. *BMC Geriatr* 19, 240.
- Brower, R.G. (2009). Consequences of bed rest. *Critical Care Medicine* 37.
- Brown, C.J., Foley, K.T., Lowman, J.D., MacLennan, P.A., Razjouyan, J., Najafi, B., Locher, J., and Allman, R.M. (2016). Comparison of Posthospitalization Function and Community Mobility in Hospital Mobility Program and Usual Care Patients. *JAMA Internal Medicine* 176, 921.
- Brown, C.J., Friedkin, R.J., and Inouye, S.K. (2004). Prevalence and Outcomes of Low Mobility in Hospitalized Older Patients. *Journal of the American Geriatrics Society* 52, 1263-1270.
- Brown, C.J., Williams, B.R., Woodby, L.L., Davis, L.L., and Allman, R.M. (2007). Barriers to mobility during hospitalization from the perspectives of older patients and their nurses and physicians. *Journal of Hospital Medicine* 2, 305-313.
- Burtin, C., Clerckx, B., Robbeets, C., Ferdinande, P., Langer, D., Troosters, T., Hermans, G., Decramer, M., and Gosselink, R. (2009). Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Critical Care Medicine* 37, 2499-2505.
- Cabanero-Martinez, M.J., Cabrero-Garcia, J., Richart-Martinez, M., and Munoz-Mendoza, C.L. (2009). The Spanish versions of the Barthel index (BI) and the Katz index (KI) of activities of daily living (ADL): a structured review. *Arch Gerontol Geriatr* 49, e77-84.
- Cadore, E.L., Casas-Herrero, A., Zambom-Ferraresi, F., Idoate, F., Millor, N., Gómez, M., Rodriguez-Mañas, L., and Izquierdo, M. (2014). Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age* 36, 773-785.
- Cadore, E.L., and Izquierdo, M. (2013). How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity, and cardiovascular gains in the elderly: An update. *Age* 35, 2329-2344.

BIBLIOGRAFÍA

- Calvo Aguirre, J.J., Alustiza Navarro, J., Uranga Zaldúa, J., Sarasqueta Eizaguirre, C., and Bueno Yáñez, O. (2018). Test Alusti: nueva escala de valoración del rendimiento físico para la población geriátrica. *Revista Española de Geriatria y Gerontología* 53, 255-261.
- Calvo-Aguirre, J., Ugartemendía-Yerobi, M., Bueno-Yañez, O., Uranga-Zaldúa, J., and Alustiza-Navarro, J. (2019). Test Alusti abreviado: escala de valoración funcional de la capacidad física de aplicación universal en la población psicogeriatrica. *Psicogeriatría* 9 (1), 27-32.
- Casas-Herrero, A., Anton-Rodrigo, I., Zambom-Ferraresi, F., Sáez De Asteasu, M.L., Martinez-Velilla, N., Elexpuru-Estomba, J., Marin-Epelde, I., Ramon-Espinoza, F., Petidier-Torregrosa, R., Sanchez-Sanchez, J.L., Ibañez, B., and Izquierdo, M. (2019). Effect of a multicomponent exercise programme (VIVIFRAIL) on functional capacity in frail community elders with cognitive decline: study protocol for a randomized multicentre control trial. *Trials* 20, 362.
- Cebrià I Iranzo, M.D.À., Arnall, D.A., Igual Camacho, C., Tomás, J.M., and Meléndez, J.C. (2013). Physiotherapy Intervention for Preventing the Respiratory Muscle Deterioration in Institutionalized Older Women With Functional Impairment. *Archivos de Bronconeumología (English Edition)* 49, 1-9.
- Cebria, I.I.M.A., Balasch-Bernat, M., Tortosa-Chulia, M.A., and Balasch-Parisi, S. (2018). Effects of Resistance Training of Peripheral Muscles Versus Respiratory Muscles in Older Adults With Sarcopenia Who are Institutionalized: A Randomized Controlled Trial. *J Aging Phys Act* 26, 637-646.
- Chan, M. (2015). "OMS | Informe Mundial sobre el envejecimiento y la salud", in: *WHO.*
- Chang, S.C., Lai, J.I., Lu, M.C., Lin, K.H., Wang, W.S., Lo, S.S., and Lai, Y.C. (2018). Reduction in the incidence of pneumonia in elderly patients after hip fracture surgery: An inpatient pulmonary rehabilitation program. *Medicine (United States)* 97, v.
- Charlson, M., Szatrowski, T.P., Peterson, J., and Gold, J. (1994). Validation of a combined comorbidity index. *J Clin Epidemiol* 47, 1245-1251.
- Cohn, D., Benditt, J.O., Eveloff, S., and Mccool, F.D. (1997). Diaphragm thickening during inspiration. *J Appl Physiol* (1985) 83, 291-296.
- Coker, R.H., Hays, N.P., Williams, R.H., Wolfe, R.R., and Evans, W.J. (2015). Bed Rest Promotes Reductions in Walking Speed, Functional Parameters, and Aerobic Fitness in Older, Healthy Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 70, 91-96.
- Coll-Fernández, R., Pascual, M.T., and Coll, R. (2011). Estado actual de la educación para la salud en los programas de rehabilitación respiratoria. *Rehabilitación* 45, 159-168.
- Covinsky Ke, P.E., Johnston Cb. (2011). Hospitalization-associated disability: "She was probably able to ambulate, but I m not sure". *JAMA* 306, 1782-1793.
- Dall'ago, P., Chiappa, G.R., Guths, H., Stein, R., and Ribeiro, J.P. (2006). Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol* 47, 757-763.
- Darling-White, M., and Huber, J.E. (2017). The impact of expiratory muscle strength training on speech breathing in individuals with parkinson's disease: A preliminary study. *American Journal of Speech-Language Pathology* 26, 1159-1166.
- De Asteasu, M.L.S., Martínez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Casas-Herrero, Á., and Izquierdo, M. (2017). Role of physical exercise on cognitive function in healthy older adults: A systematic review of randomized clinical trials. *Ageing Research Reviews* 100, 523-542.
- De Morton, N.A., Keating, J.L., and Jeffs, K. (2007). Exercise for acutely hospitalised older medical patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2007, CD005955.
- Dodds, R.M., Syddall, H.E., Cooper, R., Benzeval, M., Deary, I.J., Dennison, E.M., Der, G., Gale, C.R., Inskip, H.M., Jagger, C., Kirkwood, T.B., Lawlor, D.A., Robinson, S.M., Starr, J.M., Steptoe, A., Tilling, K., Kuh, D., Cooper, C., and Sayer, A.A. (2014). Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *PLoS One* 9, e113637.

- Dunn, D. (2004). Preventing perioperative complications in an older adult: Learn how his advancing age affects his risks so you can take steps to head off trouble. *Holistic Nursing Practice* 34, 36-42.
- Enright, P.L., Adams, A.B., Boyle, P.J., and Sherrill, D.L. (1995). Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85-year-old women and men. *Chest* 108, 663-669.
- Evans, J.A., and Whitelaw, W.A. (2009). The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respiratory Care* 54, 1348-1359.
- Fernandez Regueiro, R., Estrada Menendez, C., and Moris De La Tassa, J. (2019). Impact of an intervention program to improve potentially inappropriate prescription in hospitalized elderly patients. *Rev Clin Esp (Barc)* 219, 375-385.
- Ferraro, F.V., Gavin, J.P., Wainwright, T.W., and McConnell, A.K. (2022). Association Between Inspiratory Muscle Function and Balance Ability in Older People: A Pooled Data Analysis Before and After Inspiratory Muscle Training. *J Aging Phys Act* 30, 421-433.
- Figueroa, M. (2015). Laboratorio de función pulmonar. *Rev. Med. Clin. Condes* 26, 376-386.
- Folstein, M., Folstein, S.E., and Mchugh, P.R. (1975). "Mini-Mental State" a Practical Method for Grading the Cognitive State of Patients for the Clinician. *Journal of Psychiatric Research* 12(3), 189-198.
- Foreman, K.J., Marquez, N., Dolgert, A., Fukutaki, K., Fullman, N., McGaughey, M., Pletcher, M.A., Smith, A.E., Tang, K., Yuan, C.W., Brown, J.C., Friedman, J., He, J., Heuton, K.R., Holmberg, M., Patel, D.J., Reidy, P., Carter, A., Cercy, K., Chapin, A., Douwes-Schultz, D., Frank, T., Goettsch, F., Liu, P.Y., Nandakumar, V., Reitsma, M.B., Reuter, V., Sadat, N., Sorensen, R.J.D., Srinivasan, V., Updike, R.L., York, H., Lopez, A.D., Lozano, R., Lim, S.S., Mokdad, A.H., Vollset, S.E., and Murray, C.J.L. (2018). Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: reference and alternative scenarios for 2016-40 for 195 countries and territories. *Lancet* 392, 2052-2090.
- Formiga, F., Maiques, J.M., Salazar, A., Mascaro, J., Novelli, A., Rivera, A., Verdiell, J., and Pujol, R. (1999). Repercusión de la hospitalización en la capacidad funcional de pacientes mayores de 75 años ingresados en una Unidad de Corta Estancia. *Revista española de Geriatria y Gerontología* 34, 331-335.
- Fortinsky, R.H., Covinsky, K.E., Palmer, R.M., and Landefeld, C.S. (1999). Effects of functional status changes before and during hospitalization on nursing home admission of older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 54, M521-526.
- Freiberger, E., Kemmler, W., Siegrist, M., and Sieber, C. (2016). Frailty and exercise interventions : Evidence and barriers for exercise programs. *Z Gerontol Geriatr* 49, 606-611.
- Fried, L.P., Tangen, C.M., Walston, J., Newman, A.B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W.J., Burke, G., Mcburnie, M.A., and Cardiovascular Health Study Collaborative Research, G. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56, M146-156.
- Frutos, J.A., Fuente, M.E.a.D.L., and Mañas, L.R. (2020). "Condicionantes biológicos del deterioro funcional durante el envejecimiento" in *Tratado de medicina geriátrica, fundamentos de la atención sanitaria a los mayores*, eds. P.A. Soler & L.R. Mañas. 2ª edición ed), 225-233.
- Gallardo-Gomez, D., Del Pozo-Cruz, J., Pedder, H., Alfonso-Rosa, R.M., Alvarez-Barbosa, F., Noetel, M., Jasper, U., Chastin, S., Ramos-Munell, J., and Del Pozo Cruz, B. (2023). Optimal dose and type of physical activity to improve functional capacity and minimise adverse events in acutely hospitalised older adults: a systematic review with dose-response network meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*.
- Gallego-Gonzalez, E., Mayordomo-Cava, J., Vidan, M.T., Valades-Malagon, M.I., Serra-Rexach, J.A., and Ortiz-Alonso, J. (2022). Functional trajectories associated with acute illness and hospitalization in oldest old patients: Impact on mortality. *Front Physiol* 13, 937115.

BIBLIOGRAFÍA

- García, E.V. (2022). "Estrategias de promoción y prevención en el anciano," in *Tratado de medicina geriátrica. Fundamentos de la atención sanitaria a los mayores. 2ª Edición*, eds. P.B. Soler & L.R. Mañas.), 56-65.
- Gill, T.M., Allore, H.G., Gahbauer, E.A., and Murphy, T.E. (2010). Change in disability after hospitalization or restricted activity in older persons. *JAMA* 304, 1919-1928.
- Gill, T.M., Allore, H.G., Holford, T.R., and Guo, Z. (2004). Hospitalization, restricted activity, and the development of disability among older persons. *JAMA* 292, 2115-2124.
- Giua, R., Pedone, C., Scarlata, S., Carrozzo, I., Rossi, F.F., Valiani, V., and Incalzi, R.A. (2014). Relationship between respiratory muscle strength and physical performance in elderly hospitalized patients. *Rejuvenation Res* 17, 366-371.
- González-Montesinos, J.L., Vaz Pardal, C., Fernández Santos, J.R., Arnedillo Muñoz, A., Costa Sepúlveda, J.L., and Gómez Espinosa De Los Monteros, R. (2012). Efectos del entrenamiento de la musculatura respiratoria sobre el rendimiento. Revisión bibliográfica. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 5, 163-170.
- González-Ravé J.M., Vaquero Abellán M. (2000). Indicaciones y sugerencias sobre el entrenamiento de fuerza y resistencia en ancianos. *Rev. int.med.cienc.act.fis.deporte* 1 (1), 10-26.
- Guell Rous, M.R., Díez Betoret, J.L., and Sanchis Aldas, J. (2008). [Pulmonary rehabilitation and respiratory physiotherapy: time to push ahead]. *Arch Bronconeumol* 44, 35-40.
- Guigoz, Y., Vellas, B., and Garry, P.J. (1996). Assessing the nutritional status of the elderly: The Mini Nutritional Assessment as part of the geriatric evaluation. *Nutr Rev* 54, S59-65.
- Gunnarsson, L., Tokics, L., Gustavsson, H., and Hedenstierna, G. (1991). Influence of age on atelectasis formation and gas exchange impairment during general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* 66, 423-432.
- Guralnik, J.M., and Winograd, C.H. (1994). Physical performance measures in the assessment of older persons. *Aging Clinical and Experimental Research* 6, 303-305.
- Hartigan, I. (2007). A comparative review of the Katz ADL and the Barthel Index in assessing the activities of daily living of older people. *Int J Older People Nurs* 2, 204-212.
- Hartley, P., Keating, J.L., Jeffs, K.J., Raymond, M.J., and Smith, T.O. (2022). Exercise for acutely hospitalised older medical patients. *Cochrane Database Syst Rev* 11, CD005955.
- Heidari, S., Babor, T.F., De Castro, P., Tort, S., and Curno, M. (2019). [Sex and gender equity in research: rationale for the SAGER guidelines and recommended use]. *Gac Sanit* 33, 203-210.
- Hirsch, C.H., Sommers, L., Olsen, A., Mullen, L., and Winograd, C.H. (1990). The natural history of functional morbidity in hospitalized older patients. *J Am Geriatr Soc* 38, 1296-1303.
- Holden, M.K., Gill, K.M., Magliozzi, M.R., Nathan, J., and Piehl-Baker, L. (1984). Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther* 64, 35-40.
- Hu, F.W., Huang, Y.T., Lin, H.S., Chen, C.H., Chen, M.J., and Chang, C.M. (2020). Effectiveness of a simplified reablement program to minimize functional decline in hospitalized older patients. *Geriatr Gerontol Int* 20, 436-442.
- Hulzebos, E.H.J., Helders, P.J.M., Favié, N.J., De Bie, R.A., De La Riviere, A.B., and Van Meeteren, N.L.U. (2006). Preoperative intensive inspiratory muscle training to prevent postoperative pulmonary complications in high-risk patients undergoing CABG surgery: A randomized clinical trial. *Journal of the American Medical Association* 296, 1851-1857.
- Hvid, L.G., Suetta, C., Nielsen, J.H., Jensen, M.M., Frandsen, U., Ørtenblad, N., Kjaer, M., and Aagaard, P. (2014). Aging impairs the recovery in mechanical muscle function following 4 days of disuse. *Experimental Gerontology* 52, 1-8.
- Ibarra Cornejo, J.L., Fernández Lara, M.J., Aguas Alveal, E.V., Pozo Castro, A.F., Antillanca Hernández, B., and Quidequeo Reffers, D.G. (2017). Efectos del reposo prolongado en adultos mayores hospitalizados. *Anales de la Facultad de Medicina* 78, 439-444.
- Inmaculada Alfageme, A.F.V., Joan B. Soriano (2018). Las enfermedades respiratorias en España a la luz del CMBD de RECALAR. *Monogr Arch Bronconeumol*. 5, 22-28.
- Izquierdo, M. (2019). [Multicomponent physical exercise program: Vivifrail]. *Nutr Hosp* 36, 50-56.

- Izquierdo, M., Ibáñez, J., Häkkinen, K., Kraemer, W.J., Ruesta, M., and Gorostiaga, E.M. (2004). Maximal strength and power, muscle mass, endurance and serum hormones in weightlifters and road cyclists. *Journal of Sports Sciences* 22, 465-478.
- Janssen, I., Heymsfield, S.B., and Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 50, 889-896.
- Jones, C.T., Lowe, A.J., Macgregor, L., Brand, C.A., Tweddle, N., and Russell, D.M. (2006). A randomised controlled trial of an exercise intervention to reduce functional decline and health service utilisation in the hospitalised elderly. *Australasian Journal on Ageing* 25, 126-133.
- Jones, M.D., Wewege, M.A., Hackett, D.A., Keogh, J.W.L., and Hagstrom, A.D. (2021). Sex Differences in Adaptations in Muscle Strength and Size Following Resistance Training in Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med* 51, 503-517.
- Karlsson, E., Egenvall, M., Farahnak, P., Bergenmar, M., Nygren-Bonnier, M., Franzén, E., and Rydwick, E. (2018). Better preoperative physical performance reduces the odds of complication severity and discharge to care facility after abdominal cancer resection in people over the age of 70 – A prospective cohort study. *European Journal of Surgical Oncology* 44, 1760-1767.
- Katz, S., Ford, A.B., Moskowitz, R.W., Jackson, B.A., and Jaffe, M.W. (1963). Studies of Illness in the Aged. The Index of Adl: A Standardized Measure of Biological and Psychosocial Function. *JAMA* 185, 914-919.
- Kendall, F., Oliveira, J., Peleteiro, B., Pinho, P., and Bastos, P.T. (2018). Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation* 40, 864-882.
- Khadanga, S., Savage, P.D., Pecha, A., Rengo, J., and Ades, P.A. (2022). Optimizing Training Response for Women in Cardiac Rehabilitation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol* 7, 215-218.
- Killey, B., and Watt, E. (2006). The effect of extra walking on the mobility, independence and exercise self-efficacy of elderly hospital in-patients: a pilot study. *Contemp Nurse* 22, 120-133.
- Kim, C.B., Yang, J.M., and Choi, J.D. (2015). The effects of chest expansion resistance exercise on chest expansion and maximal respiratory pressure in elderly with inspiratory muscle weakness. *Journal of Physical Therapy Science* 27, 1121-1124.
- Kim, S.H., Shin, M.J., Lee, J.M., Huh, S., and Shin, Y.B. (2022). Effects of a new respiratory muscle training device in community-dwelling elderly men: an open-label, randomized, non-inferiority trial. *BMC Geriatr* 22, 155.
- Kitzman, D.W., Whellan, D.J., Duncan, P., Pastva, A.M., Mentz, R.J., Reeves, G.R., Nelson, M.B., Chen, H., Upadhy, B., Reed, S.D., Espeland, M.A., Hewston, L., and O'connor, C.M. (2021). Physical Rehabilitation for Older Patients Hospitalized for Heart Failure. *N Engl J Med* 385, 203-216.
- Knight J., N.Y., Jones A (2009). Effects of bedrest 1: cardiovascular, respiratory and haematological systems. *Nursing Times.net* 105, 16-20.
- Kortebein, P., Ferrando, A., Lombeida, J., Wolfe, R., and Evans, W.J. (2007). Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults [8]. *Journal of the American Medical Association* 297, 1772-1774.
- Lalley, P.M. (2013). The aging respiratory system-Pulmonary structure, function and neural control. *Respiratory Physiology and Neurobiology* 187, 199-210.
- Landi, F., Cesari, M., Onder, G., Lattanzio, F., Gravina, E.M., and Bernabei, R. (2004). Physical activity and mortality in frail, community-living elderly patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 59, 833-837.
- Lareau, S.C., Wallack, R.Z., Carlin, B., Celli, B., Fahy, B., Gosselink, R., Jones, P., Larson, J.L., Meek, P., Rochester, C., Dambron, D.S., and Stubbing, D. (1999). Pulmonary rehabilitation-1999. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 159, 1666-1682.
- Laveneziana, P., Albuquerque, A., Aliverti, A., Babb, T., Barreiro, E., Dres, M., Dube, B.P., Fauroux, B., Gea, J., Guenette, J.A., Hudson, A.L., Kabitz, H.J., Laghi, F., Langer, D., Luo, Y.M., Neder, J.A., O'donnell, D., Polkey, M.I., Rabinovich, R.A., Rossi, A., Series, F., Similowski, T., Spengler, C.M.,

BIBLIOGRAFÍA

- Vogiatzis, I., and Verges, S. (2019). ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. *Eur Respir J* 53.
- León Salas, B.T.M.N.M., Linertová R, Toledo CháVarri a, García García J, De Pascual Medina Am, Ramallo Fariña Y, Morales Manrique Cc, Pérez Ros P, Rivas Ruiz F, Martínez Del Castillo Lp, Rodríguez Rodríguez L, Serrano Aguilar P. (2020). "Intervención con ejercicio a pacientes ancianos hospitalizados para la prevención del deterioro funcional y cognitivo durante el ingreso hospitalario.", in: *Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias*. (ed.) M.D.S.S.D.E.N.D.S.C.D.L. Salud.)
- López- Chinarro, J., and Fernández-Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Loyd, C., Markland, A.D., Zhang, Y., Fowler, M., Harper, S., Wright, N.C., Carter, C.S., Buford, T.W., Smith, C.H., Kennedy, R., and Brown, C.J. (2020). Prevalence of Hospital-Associated Disability in Older Adults: A Meta-analysis. *Journal of the American Medical Directors Association* 21, 455-461.
- Maeo, S., Yoshitake, Y., Takai, Y., Fukunaga, T., and Kanehisa, H. (2014). Effect of short-term maximal voluntary co-contraction training on neuromuscular function. *International Journal of Sports Medicine* 35, 125-134.
- Mahoney, F.I., and Barthel, D.W. (1965). Functional Evaluation: The Barthel Index. *Md State Med J* 14, 61-65.
- Manifield, J., Winnard, A., Hume, E., Armstrong, M., Baker, K., Adams, N., Vogiatzis, I., and Barry, G. (2021). Inspiratory muscle training for improving inspiratory muscle strength and functional capacity in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 50, 716-724.
- Martí-Romeu Jd, V.R.M. (2013). *Manual Separ de procedimientos. Técnicas manuales e instrumentales para el drenaje de secreciones bronquiales en el paciente adulto*.
- Martin-Sanchez, C., Barbero-Iglesias, F.J., Amor-Esteban, V., and Martin-Nogueras, A.M. (2021). Comparison between Two Inspiratory Muscle Training Protocols, Low Loads versus High Loads, in Institutionalized Elderly Women: A Double-Blind Randomized Controlled Trial. *Gerontology* 67, 1-8.
- Martinez-Velilla, N., Cadore, E.L., Casas-Herrero, A., Idoate-Saralegui, F., and Izquierdo, M. (2016). Physical Activity and Early Rehabilitation in Hospitalized Elderly Medical Patients: Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *J Nutr Health Aging* 20, 738-751.
- Martínez-Velilla, N., Casas-Herrero, A., Zambom-Ferraresi, F., Sáez De Asteasu, M.L., Lucia, A., Galbete, A., García-Bastán, A., Alonso-Renedo, J., González-Glaría, B., Gonzalo-Lázaro, M., Apezteguía Iráizoz, I., Gutiérrez-Valencia, M., Rodríguez-Mañas, L., and Izquierdo, M. (2019). Effect of Exercise Intervention on Functional Decline in Very Elderly Patients During Acute Hospitalization. *JAMA Internal Medicine* 179, 28.
- Martinez-Velilla, N., Valenzuela, P.L., Saez De Asteasu, M.L., Zambom-Ferraresi, F., Ramirez-Velez, R., Garcia-Hermoso, A., Librero-Lopez, J., Gorricho, J., Perez, F.E., Lucia, A., and Izquierdo, M. (2021). Effects of a Tailored Exercise Intervention in Acutely Hospitalized Oldest Old Diabetic Adults: An Ancillary Analysis. *J Clin Endocrinol Metab* 106, e899-e906.
- Martinez-Velilla, N., Valenzuela, P.L., Zambom-Ferraresi, F., Saez De Asteasu, M.L., Ramirez-Velez, R., Garcia-Hermoso, A., Lucia, A., and Izquierdo, M. (2020). Tailored exercise is safe and beneficial for acutely hospitalised older adults with COPD. *Eur Respir J* 56.
- Mauvais-Jarvis, F., Bairey Merz, N., Barnes, P.J., Brinton, R.D., Carrero, J.J., Demeo, D.L., De Vries, G.J., Epperson, C.N., Govindan, R., Klein, S.L., Lonardo, A., Maki, P.M., Mccullough, L.D., Regitz-Zagrosek, V., Regensteiner, J.G., Rubin, J.B., Sandberg, K., and Suzuki, A. (2020). Sex and gender: modifiers of health, disease, and medicine. *Lancet* 396, 565-582.
- Mccullagh, R., O'connell, E., O'meara, S., Dahly, D., O'reilly, E., O'connor, K., Horgan, N.F., and Timmons, S. (2020). Augmented exercise in hospital improves physical performance and reduces negative post hospitalization events: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr* 20, 46.

BIBLIOGRAFÍA

- Mehani, S.H. (2017). Comparative study of two different respiratory training protocols in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical Interventions in Aging* Volume 12, 1705-1715.
- Messaggi-Sartor, M., Guillen-Solà, A., Depolo, M., Duarte, E., Rodríguez, D.A., Barrera, M.-C., Barreiro, E., Escalada, F., Orozco-Levi, M., and Marco, E. (2015). Inspiratory and expiratory muscle training in subacute stroke: A randomized clinical trial. *Neurology* 35, 125-134.
- Ministerio De Sanidad, C.Y.B.S. (2019). "Estimación de pesos y costes hospitalarios en el SNS. Proyecto 2017. [publicación en internet]".).
- Ministerio De Sanidad, S.S.E.I. (2012). "Estadísticas comentadas. Nº 3. La hospitalización de las personas mayores en el Sistema Nacional de Salud. CMDB".).
- Mora-Romero, U.D.J. (2014). Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax* 73, 247-253.
- Morisawa, T., Kunieda, Y., Koyama, S., Suzuki, M., Takahashi, Y., Takakura, T., Kikuchi, Y., Matsuda, T., Fujino, Y., Sawa, R., Sakuyama, A., Saitoh, M., Takahashi, T., and Fujiwara, T. (2021). The Relationship between Sarcopenia and Respiratory Muscle Weakness in Community-Dwelling Older Adults. *Int J Environ Res Public Health* 18.
- Mt, V.A. (2008). Deterioro funcional durante la hospitalización en ancianos. Beneficios del ingreso en el servicio de geriatría. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 43, 133-138.
- Neder, J.A., Andreoni, S., Castelo-Filho, A., and Nery, L.E. (1999a). Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas* 32, 703-717.
- Neder, J.A., Andreoni, S., Lerario, M.C., and Nery, L.E. (1999b). Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 32.
- Nepomuceno, B.R.V., Barreto, M.D.S., Almeida, N.C., Guerreiro, C.F., Xavier-Souza, E., and Neto, M.G. (2017). Safety and efficacy of inspiratory muscle training for preventing adverse outcomes in patients at risk of prolonged hospitalisation. *Trials* 18, 626.
- Ortiz-Alonso, J., Bustamante-Ara, N., Valenzuela, P.L., Vidan-Astiz, M., Rodriguez-Romo, G., Mayordomo-Cava, J., Javier-Gonzalez, M., Hidalgo-Gamarra, M., Lopez-Tatis, M., Valades-Malagon, M.I., Santos-Lozano, A., Lucia, A., and Serra-Rexach, J.A. (2019). Effect of a Simple Exercise Program on Hospitalization-Associated Disability in Older Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc* 21, 531-537 e531.
- Padula, C.A., Yeaw, E., and Mistry, S. (2009). A home-based nurse-coached inspiratory muscle training intervention in heart failure. *Applied Nursing Research* 22, 18-25.
- Pedersen, M.M., Bodilsen, A.C., Petersen, J., Beyer, N., Andersen, O., Lawson-Smith, L., Kehlet, H., and Bandholm, T. (2013). Twenty-Four-Hour Mobility During Acute Hospitalization in Older Medical Patients. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 68, 331-337.
- Pegorari, M.S., Ruas, G., and Patrizzi, L.J. (2013). Relationship between frailty and respiratory function in the community-dwelling elderly. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 17, 9-16.
- Pérez Díaz, J., Abellán García, A., Aceituno Nieto, P., and Ramiro Fariñas, D. (2020). "Un perfil de las personas mayores en España, 2020. Indicadores estadísticos básicos".).
- Pérez Díaz, J.E.A. (2022). "Un perfil de las personas mayores en España, 2022. Indicadores estadísticos básicos.", (ed.) P. Informes Envejecimiento En Red Nº 29. Dpto de población, CCHS, CSIC).
- Pk, M. (2016). Long term mortality of hospitalised pneumonia in EPIC-Norfolk cohort. *Epidemiol Infect.* 144 (4), 803-809.
- Rio, X., Guerra-Balic, M., Gonzalez-Perez, A., Larrinaga-Undabarrena, A., and Coca, A. (2021). [Reference values for SPPB in people over 60 years of age in the Basque Country]. *Aten Primaria* 53, 102075.
- Roberts, B.M., Nuckols, G., and Krieger, J.W. (2020). Sex Differences in Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res* 34, 1448-1460.

BIBLIOGRAFÍA

- Rodrigues, A., Da Silva, M.L., Berton, D.C., Cipriano, G., Pitta, F., O'donnell, D.E., and Neder, J.A. (2017). Maximal Inspiratory Pressure: Does the Choice of Reference Values Actually Matter? *Chest* 152, 32-39.
- Rodríguez, E., Bugés, J., and Morera, J. (1991). Envejecimiento pulmonar. *Archivos de Bronconeumología* 27, 71-77.
- Rosas Hernández, A., Castell Alcalá, M., Otero Puime, A., and González-Montalbo, J. (2019). Falta de adherencia en ancianos frágiles a un programa estructurado multicomponente de ejercicio físico. *Revista española de Geriatria y Gerontología* 54, 59-62.
- Rosas Hernandez, A.M., Castell Alcala, M.V., Otero Puime, A., and Gonzalez-Montalvo, J.I. (2019). [The lack of adherence to a structured multicomponent program of physical exercise by the frail elderly]. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 54, 59-60.
- Ryrsø, C.K., Godtfredsen, N.S., Kofod, L.M., Lavesen, M., Mogensen, L., Tobberup, R., Farver-Vestergaard, I., Callesen, H.E., Tendal, B., Lange, P., and Iepsen, U.W. (2018). Lower mortality after early supervised pulmonary rehabilitation following COPD-exacerbations: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pulmonary Medicine* 18, 154.
- Sáez De Asteasu, M.L., Martínez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Casas-Herrero, Á., Cadore, E.L., Galbete, A., and Izquierdo, M. (2019a). Assessing the impact of physical exercise on cognitive function in older medical patients during acute hospitalization: Secondary analysis of a randomized trial. *PLoS Medicine* 16, e1002852.
- Saez De Asteasu, M.L., Martinez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Casas-Herrero, A., Cadore, E.L., Ramirez-Velez, R., and Izquierdo, M. (2019). Inter-individual variability in response to exercise intervention or usual care in hospitalized older adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 10, 1266-1275.
- Sáez De Asteasu, M.L., Martínez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Casas-Herrero, Á., Lucía, A., Galbete, A., and Izquierdo, M. (2019b). Physical Exercise Improves Function in Acutely Hospitalized Older Patients: Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. *Journal of the American Medical Directors Association* 20, 866-873.
- Saez De Asteasu, M.L., Martinez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Ramirez-Velez, R., Garcia-Hermoso, A., Cadore, E.L., Casas-Herrero, A., Galbete, A., and Izquierdo, M. (2020). Changes in muscle power after usual care or early structured exercise intervention in acutely hospitalized older adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 11, 997-1006.
- Saez De Asteasu, M.L., Martinez-Velilla, N., Zambom-Ferraresi, F., Ramirez-Velez, R., Garcia-Hermoso, A., and Izquierdo, M. (2021). Cognitive Function Improvements Mediate Exercise Intervention Effects on Physical Performance in Acutely Hospitalized Older Adults. *J Am Med Dir Assoc* 22, 787-791.
- Sager, M.A., Franke, T., Inouye, S.K., Landefeld, C.S., Morgan, T.M., Rudberg, M.A., Sebens, H., and Winograd, C.H. (1996). Functional outcomes of acute medical illness and hospitalization in older persons. *Arch Intern Med* 156, 645-652.
- Salud, O.N.M.D.L. (2021). *Directrices de la OMS sobre actividad física y comportamientos sedentarios [WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour]*. . Ginebra.
- Sánchez, S.G., Fuentes, A.M., and Segura, J.D.J. (2022). "Recuperación funcional en el anciano: de la rehabilitación al ejercicio," in *Tratado de medicina geriátrica. Fundamentos de la atención sanitaria a los mayores. 2ª Edición*, eds. P.A. Soler & L.R. Mañas.), 509-517.
- Sclauser Pessoa, I.M., Franco Parreira, V., Fregonezi, G.A., Sheel, A.W., Chung, F., and Reid, W.D. (2014). Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Can Respir J* 21, 43-50.
- Seixas, M.B., Almeida, L.B., Trevizan, P.F., Martinez, D.G., Laterza, M.C., Vanderlei, L.C.M., and Silva, L.P. (2020). Effects of Inspiratory Muscle Training in Older Adults. *Respiratory care* 65, 535-544.
- Services., D.O.H.a.H. (2018). "2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee", (ed.) P.a.G.a.C.S. Report.).

BIBLIOGRAFÍA


- Siebens, H., Aronow, H., Edwards, D., and Ghasemi, Z. (2000). A Randomized Controlled Trial of Exercise to Improve Outcomes of Acute Hospitalization in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 48, 1545-1552.
- Society, A.T. (1999). Pulmonary rehabilitation-1999. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 159, 1666-1682.
- Soler, P.A., and Ruano, T.F. (2020). "Valoración funcional en el anciano," in *Tratado de medicina geriátrica, fundamentos de la atención sanitaria en mayores*, eds. P.A. Soler & L.R. Mañas.), 330-341.
- Souza, H., Rocha, T., Pessoa, M., Rattes, C., Brandao, D., Fregonezi, G., Campos, S., Aliverti, A., and Dornelas, A. (2014). Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 69, 1545-1553.
- Stolbrink, M., McGowan, L., Saman, H., Nguyen, T., Knightly, R., Sharpe, J., Reilly, H., Jones, S., and Turner, A.M. (2014). The early mobility bundle: A simple enhancement of therapy which may reduce incidence of hospital-acquired pneumonia and length of hospital stay. *Journal of Hospital Infection* 88, 34-39.
- Summerhill, E.M., Angov, N., Garber, C., and Mccool, F.D. (2007). Respiratory muscle strength in the physically active elderly. *Lung* 185, 315-320.
- Tamari, K., Kawamura, K., Sato, M., and Harada, K. (2012). Health education programs may be as effective as exercise intervention on improving health-related quality of life among Japanese people over 65 years. *Australas J Ageing* 31, 152-158.
- Tavoian, D., Russ, D.W., Consitt, L.A., and Clark, B.C. (2020). Perspective: Pragmatic Exercise Recommendations for Older Adults: The Case for Emphasizing Resistance Training. *Frontiers in Physiology*, 11:799.
- Torres-Castro, R., Monge, G., Vera, R., Puppo, H., Céspedes, J., and Vilaró, J. (2014). Estrategias terapéuticas para aumentar la eficacia de la tos en pacientes con enfermedades neuromusculares. *Revista médica de Chile*.
- Valenzuela, P.L., Morales, J.S., Castillo-Garcia, A., Mayordomo-Cava, J., Garcia-Hermoso, A., Izquierdo, M., Serra-Rexach, J.A., and Lucia, A. (2020a). Effects of exercise interventions on the functional status of acutely hospitalised older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev* 61, 101076.
- Valenzuela, P.L., Morales, J.S., Pareja-Galeano, H., Izquierdo, M., Emanuele, E., De La Villa, P., and Lucia, A. (2018). Physical strategies to prevent disuse-induced functional decline in the elderly. *Ageing Research Reviews* 47, 80-88.
- Valenzuela, P.L., Ortiz-Alonso, J., Bustamante-Ara, N., Vidan, M.T., Rodriguez-Romo, G., Mayordomo-Cava, J., Javier-Gonzalez, M., Hidalgo-Gamarra, M., Lopez-Tatis, M., Valades-Malagon, M.I., Santos-Lozano, A., Serra-Rexach, J.A., and Lucia, A. (2020b). Individual Responsiveness to Physical Exercise Intervention in Acutely Hospitalized Older Adults. *J Clin Med* 9.
- Van Bennekom, C.A., Jelles, F., Lankhorst, G.J., and Bouter, L.M. (1996). Responsiveness of the rehabilitation activities profile and the Barthel index. *J Clin Epidemiol* 49, 39-44.
- Vidal, M.B., Pegorari, M.S., Santos, E.C., Matos, A.P., Pinto, A.C.P.N., and Ohara, D.G. (2020). Respiratory muscle strength for discriminating frailty in community-dwelling elderly: a cross-sectional study. *Archives of Gerontology and Geriatrics* 89:104082.
- Vidán Astiz, M.T. (2009). An intervention integrated into daily clinical practice reduces the incidence of delirium during hospitalization in elderly patients. *J Am Geriatr Soc.* 57, 11.
- Vidan Astiz, M.T., Sanchez Garcia, E., Alonso Armesto, M., Montero Errasquin, B., Martinez De La Casa, A., Ortiz, F.J., and Serra Rexach, J.A. (2008). [Functional decline during hospitalization in elderly patients. Benefits of admission to the geriatrics service]. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 43, 133-138.
- Villumsen, M., Jorgensen, M.G., Andreasen, J., Rathleff, M.S., and Mølgaard, C.M. (2015). Very Low Levels of Physical Activity in Older Patients During Hospitalization at an Acute Geriatric Ward: A Prospective Cohort Study. *Journal of Aging and Physical Activity* 23, 542-549.

BIBLIOGRAFÍA

- Watenpaugh, D.E., Ballard, R.E., Schneider, S.M., Lee, S.M.C., Ertl, A.C., William, J.M., Boda, W.L., Hutchinson, K.J., and Hargens, A.R. (2000). Supine lower body negative pressure exercise during bed rest maintains upright exercise capacity. *Journal of Applied Physiology* 89, 218-227.
- Watsford, M., and Murphy, A. (2008). The Effects of Respiratory-Muscle Training on Exercise in Older Women. *Journal of Aging and Physical Activity* 16, 245-260.
- Watsford, M.L., Murphy, A.J., and Pine, M.J. (2007). The effects of ageing on respiratory muscle function and performance in older adults. *J Sci Med Sport* 10, 36-44.
- Watsford, M.L., Murphy, A.J., Pine, M.J., and Coutts, A.J. (2005). The effect of habitual exercise on respiratory- muscle function in older adults. *J Aging Phys Act* 13, 34-44.
- Wojtek Chodzko-Zajko, Schwingel, A., and Bouzón, C.A. (2020). "Relevancia del ejercicio físico en el anciano," in *Tratado de Medicina Geriátrica, fundamentos de la atención sanitaria a mayores.*, 487-496.
- Yende, S., D'angelo, G., Kellum, J.A., Weissfeld, L., Fine, J., Welch, R.D., Kong, L., Carter, M., and Angus, D.C. (2008). Inflammatory markers at hospital discharge predict subsequent mortality after pneumonia and sepsis. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 177, 1242-1247.
- Yesavage, J.A., Brink, T.L., Rose, T.L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., and Leirer, V.O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res* 17, 37-49.
- Zarralanga-Lasobras, T., Romero-Estarlich, V., Carrasco-Paniagua, C., Serra-Rexach, J.A., and Mayordomo-Cava, J. (2023). "Inspiratory muscle weakness in acutely hospitalized patients 75 years and over": a secondary analysis of a randomized controlled trial on the effectiveness of multicomponent exercise and inspiratory muscle training. *Eur Geriatr Med*.
- Zisberg, A., Shadmi, E., Gur-Yaish, N., Tonkikh, O., and Sinoff, G. (2015). Hospital-Associated Functional Decline: The Role of Hospitalization Processes Beyond Individual Risk Factors. *Journal of the American Geriatrics Society* 63, 55-62.
- Zisberg, A., Shadmi, E., Sinoff, G., Gur-Yaish, N., Srulovici, E., and Admi, H. (2011). Low Mobility During Hospitalization and Functional Decline in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 59, 266-273.

15. ANEXOS

15.1. Aprobación del comité Ético del Instituto de Investigación Gregorio Marañón

 **Hospital General Universitario Gregorio Marañón**
Comunidad de Madrid

DICTAMEN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN con MEDICAMENTOS
D^a. Camino Sarobe González, Secretaria Técnica del COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN con MEDICAMENTOS HOSPITAL GENERAL UNIVERSITARIO GREGORIO MARAÑÓN

CERTIFICA

Que se ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Código PI17/02021
TÍTULO: "Entrenamiento físico y educación sanitaria en la prevención del deterioro funcional asociado a la hospitalización en ancianos" AGECA Plus
Protocolo versión 3, Fecha: 04/04/2018. **Hoja de Información al paciente y Consentimiento Informado** versión 2.0 DE 04/04/2018.
Promotor: Investigador

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos legalmente establecidos, y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Es adecuado el procedimiento para obtener el consentimiento informado.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores, y las instalaciones y medios disponibles, tal y como ha sido informado, son apropiados para llevar a cabo el estudio.

Este CEIm actuando como comité evaluador, emite dictamen favorable y acepta que dicho estudio sea realizado en los centros siguientes por los investigadores principales que se relacionan a continuación:

Dr. José Antonio Serra Rexach / Hospital General Universitario Gregorio Marañón

Y HACE CONSTAR QUE:

1º En la reunión celebrada el día **09 de abril de 2018**, **acta 07/2018** se decidió emitir el informe correspondiente al estudio de referencia.


2º En dicha reunión se cumplieron los requisitos establecidos en la legislación vigente -Real Decreto 1090/2015 y Decreto 39/94 de la Comunidad de Madrid- para que la decisión del citado CEIm sea válida.


3º El CEIm, tanto en su composición, como en los PNT cumple con las normas de BPC (CPMP/ ICH/ 135/95)

4º La composición actual del CEIm es la siguiente:

D. FELIPE ATIENZA FERNÁNDEZ (Cardiología - Presidente)
D. ANDRÉS JESÚS MUÑOZ MARTÍN (Oncología Médica - Vicepresidente)
D^a. CAMINO SAROBE GONZÁLEZ (Farmacia Hospitalaria - Secretaria Técnica)
D. JUAN ANTONIO ANDUEZA LILLO (Medicina Interna)
D^a. MARÍA LUISA BAEZA OCHOA DE OCÁRIZ (Alergología)
D^a. BEATRIZ BENÍTEZ GARCÍA (Farmacia de Atención Primaria)
D^a. MARÍA DEL CARMEN DE LA CRUZ ARGUEDAS (Unidad de Apoyo a la Investigación)
D. RAFAEL CARRIÓN GALINDO (Oncología Médica)
D. VICENTE DE LAS PEÑAS GIL (Psicología Clínica)
D. FERNANDO DÍAZ OTERO (Neurología)
D^a. PATRICIA FONT LÓPEZ (Hematología y Hemoterapia)
D^a. MARÍA DEL CARMEN HERAS ESCOBAR (Enfermería)
D^a. LEONOR MARÍA LAREDO VELASCO (Farmacología Clínica)
D. LUIS ANDRÉS LÓPEZ FERNÁNDEZ (Biología)
D. ANTONIO MUÑO MIGUEZ (Medicina Interna)
D^a. ANA MUR MUR (Farmacia Hospitalaria)
D^a. MARÍA BEGOÑA QUINTANA VILLAMANDOS (Anestesiología y Reanimación)
D. DIEGO RINCÓN RODRÍGUEZ (Aparato Digestivo)
D. CARLOS ROJAS-MARCOS ASENSI (Licenciado en Derecho)

Lo que firmo en Madrid, a 10 de abril de 2018


Fdo.: D^a. Camino Sarobe González



C/ Dr. Esquerdo 46, Pabellón de Gobierno, Primera Planta, 28007 Madrid
dem.leguim@salud.madrid.org Tlf. 91 585 7007. Tlf de apoyo 91 426 9378

15.2. Consentimiento informado

HOJA DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

INVESTIGADOR PRINCIPAL: José Antonio Serra Rexach
CARGO: Jefe de Servicio
CENTRO: Hospital General Universitario Gregorio Marañón
UNIDAD: Servicio de Geriátrica, Unidad de Agudos.
CORREO ELECTRÓNICO: joesantonio.serra@salud.madrid.org
CÓDIGO DEL ESTUDIO: P117/02021
VERSIÓN: 4.0
PROMOTOR: Hospital General Universitario Gregorio Marañón-Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón
TÍTULO: Entrenamiento físico y educación sanitaria en la prevención del deterioro funcional asociado a la hospitalización en ancianos (AGECAR Plus).

1. INTRODUCCIÓN:

Le proponemos participar en el presente estudio de investigación titulado "Entrenamiento físico y educación sanitaria en la prevención del deterioro funcional asociado a la hospitalización en ancianos (AGECAR Plus)".

Es importante que lea detenidamente el presente documento de hoja de información y consentimiento informado, que entienda su contenido y el objeto del mismo, y que haga todas las preguntas que crea necesarias al profesional que le presente este documento.

2. OBJETIVO DEL PROGRAMA AGECA PLUS:

Muchos estudios aportan datos sobre la pérdida de capacidad funcional durante la estancia hospitalaria de pacientes mayores de 75 años. El propósito del presente proyecto es investigar el beneficio de un programa de entrenamiento físico y de educación sanitaria realizado durante la hospitalización, que incluye caminar y ejercicios de potenciación muscular, en pacientes de 75 y más años. Por otro lado, pueden existir diferencias en determinados factores nutricionales que pueden influir en la capacidad funcional y que no se han estudiado en personas mayores hospitalizadas. Por ello, realizaremos, además del ejercicio, un estudio de diferentes metabolitos en la orina para conocer los mecanismos implicados (alimentarios y/o endógenos) en la capacidad funcional.

3. INFORMACIÓN GENERAL

Su participación en el proyecto AGECA Plus ayudará a demostrar si mantener activos a las personas mayores, tanto durante el periodo de hospitalización como al alta hospitalaria, puede evitar la pérdida de capacidad funcional que ocurre frecuentemente

durante la hospitalización. Además, ayudará a comprender cuáles son los posibles mecanismos alimentarios y/o endógenos implicados en el proceso.

El subestudio asociado sobre proteínas en sangre, independiente del estudio principal, aportará información para comprender cuáles son los procesos asociados a la atrofia muscular que puede aparecer en periodos donde se realiza poca actividad física, como puede ser durante una hospitalización.

4. GRUPO DE TRABAJO

El grupo de trabajo está formado por distintos profesionales (médicos geriatras, enfermería, licenciados en ciencias de la actividad física y del deporte, fisioterapeutas e investigadores) que trabajan en el Servicio de Geriátrica del Hospital General Universitario Gregorio Marañón, la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y la Universidad Europea de Madrid y el Departamento de Nutrición, Ciencias de la Alimentación y Gastronomía del Campus de l'Alimentació Torribera de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona, y el grupo de Investigación "Small GTPases and Neurosignalling Lab." en el Centro Añucharro Basque Center for Neuroscience, del Parque Científico de la Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU).

5. ¿EN QUÉ CONSISTE SU PARTICIPACIÓN?

Su participación, dentro del contexto general del proyecto, consistirá en realizar una evaluación clínica durante la estancia hospitalaria, proporcionar muestras de orina y sangre al ingreso y al alta, y responder a unas cuestiones telefónicas a los tres meses del alta. La analítica al ingreso no se le realizará por el estudio si no que se hace por práctica clínica habitual por lo que le solicitamos su autorización para utilizar los resultados de la misma. En el caso de la analítica al alta le pedimos permiso para realizarla y utilizar los resultados de la misma en el estudio. Con el fin de comparar los posibles beneficios de la realización de ejercicio además de la práctica clínica habitual, el proyecto está dividido en periodos control (solo práctica clínica habitual) y periodos de intervención (práctica clínica habitual y ejercicio físico individualizado) alternados. Si usted se encuentra ingresado en los meses en los que está prevista intervención se le mantendrá activo realizando ejercicio físico individualizado y recibirá sesiones de educación sanitaria para continuar con la actividad tras el alta hospitalaria. Los procedimientos se detallan a continuación.

Si usted está ingresado en los meses en los que no está prevista la intervención su participación será como control sin intervención. Su médico le informará antes de que usted firme este documento en qué periodo se encuentra.

Usted se encuentra en periodo de

El manejo clínico de las patologías por las que está Usted está ingresado será exactamente el mismo independientemente del periodo del estudio en el que nos encontremos.

Su participación en este estudio será independiente a la aceptación de participación en el subestudio propuesto sobre proteínas del metabolismo muscular en sangre.

6. EXPLICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS QUE SE SEGUIRÁN

Al firmar este consentimiento, acepta participar en las pruebas de evaluación intrahospitalaria y la entrevista telefónica a los tres meses de su alta. El simple hecho de acceder a participar en el estudio no garantiza su inclusión en el mismo. Dicha inclusión dependerá de que cumpla los criterios de inclusión/exclusión del estudio y de que el médico considere que es segura y conveniente su participación. Si se concluye que usted no cumple los requisitos para participar en el estudio, se le explicará el motivo. Antes de que pueda incorporarse al estudio, el médico o el personal del estudio le informarán acerca del mismo. Tendrá que firmar este documento de consentimiento informado antes de que el médico o el personal del estudio puedan iniciar el periodo de selección a fin de comprobar si es usted apto para participar en el mismo. Se le entregará una copia de esa información antes de iniciar ningún procedimiento del estudio.

7. DURACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realiza durante su hospitalización. Además, a los tres meses tras su alta, recibirá una llamada del médico o el personal del estudio para realizar una evaluación clínica telefónica. Si usted está en periodo de intervención, recibirá dos llamadas telefónicas con el fin de recordar y reforzar el seguimiento de la actividad física recomendada que se está realizando. Las llamadas se realizarán al mes y a los dos meses de su alta hospitalaria.

8. SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO PASO A PASO

Tanto si usted está en periodo control o de intervención, se recogerá una muestra de orina en un recipiente proporcionado en el hospital, al ingreso del estudio y en el momento del alta hospitalaria. Estas muestras de orina serán codificadas dando un carácter anónimo al estudio y garantizando la confidencialidad de la información. Serán almacenadas a -80°C hasta enviarse para su procesamiento al grupo de Investigación de Biomarcadores y Metabolómica Nutricional y de los Alimentos del Departamento de Nutrición, Ciencias de la Alimentación y Gastronomía del Campus de l'Alimentació Torribera de la Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación de la Universidad de Barcelona. El procesamiento y análisis de las muestras en ningún caso tiene carácter diagnóstico. Una vez finalizado el estudio, las cantidades sobrantes se eliminarán. No existen reacciones adversas asociadas a la recogida de muestras de orina.

Si usted se encuentra dentro del contexto del periodo de intervención, participará en un programa de entrenamiento físico individualizado y de educación sanitaria personalizada.

8.1. ¿En qué consiste el programa de entrenamiento físico?

El programa de ejercicio físico se desarrollará durante su estancia hospitalaria, de lunes a viernes, y su duración e intensidad se ajustará a su situación clínica y a su disponibilidad. En todo momento habrá algún miembro del equipo, tanto profesionales médicos como de entrenamiento, que supervisen directamente los ejercicios para ayudar al paciente a realizarlos de la manera más adecuada. El programa de entrenamiento físico consiste en ejercicios de potenciación muscular, equilibrio, estimulación de la marcha, y entrenamiento de la musculatura inspiratoria. Idealmente, se efectuarán dos sesiones de entrenamiento diarias (una por la mañana y otra por la tarde), con una duración promedio de 30 minutos cada una de ellas, de lunes a viernes.

Los ejercicios son los siguientes:

1. Calentamiento (al inicio) y vuelta a la calma (al final): Baja intensidad, de unos 3 minutos en ambos casos. Se realizarán ejercicios de movilidad articular y de estiramiento de los principales grupos musculares.

2. Potenciación muscular ("sentadillas"): Realizará de 1 a 3 series, de 1 a 10 repeticiones, ajustando éstas a su condición. Se partirá en posición sentada, sobre una silla de unos 45 cm. de altura dotado de reposabrazos. En la posición inicial, tendrán la planta de los pies completamente apoyada sobre el suelo (rodillas en flexión de 90°) y la espalda recta y apoyada sobre el respaldo del asiento (flexión de cadera de 90°). Partiendo de la posición inicial, tendrá que levantarse del asiento y volverse a sentar. Se han determinado distintos de niveles de dificultad en el cual no progresará de un nivel de dificultad al siguiente hasta que no se completan 3 series de 10 repeticiones en el nivel de dificultad de partida: 1) Con asistencia, con apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de los dos pies. 2) Con asistencia, sin apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de los dos pies. 3) Sin asistencia, sin apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de los dos pies. 4) Sin asistencia, sin apoyo de brazos, con carga adicional y con apoyo de los dos pies (se pasará al siguiente nivel de dificultad cuando se llegue a la carga máxima que permitan los chalecos lastrados). 5) Sin asistencia, sin apoyo de brazos, sin carga adicional y con apoyo de un solo pie. 6) Sin asistencia, sin apoyo de brazos, con carga adicional y con apoyo de un solo pie.

3. Equilibrio: Estando de pie, elevará una rodilla durante un tiempo determinado, progresando desde 3 hasta 5 segundos. Posteriormente, deberá mantener el equilibrio haciendo el mismo ejercicio con los ojos cerrados y con idéntica progresión de tiempo. Se realizarán hasta 3 repeticiones con cada pierna de manera alterna. Para que tenga más estabilidad y seguridad, se le sujetará por las manos, aunque intentando prestar solamente la ayuda imprescindible.

ANEXOS

4. Estimulación de la marcha: Caminará (con o sin asistencia) durante 10 minutos. El ejercicio siempre será supervisado, acompañándole durante todo el trayecto. La velocidad de la marcha será ajustada por su capacidad de mantener una conversación sin dificultad para respirar mientras camina. Cuando logre caminar durante 10 minutos seguidos manteniendo una conversación, se progresará incrementando la velocidad de desplazamiento.

5. Vuelta a la calma: Efectuará estiramientos de los principales grupos musculares siempre adaptados a su situación clínica.

6. Inspiraciones: Con el fin de mejorar su capacidad de respiración, se le facilitará un dispositivo llamado *Power breathe® Classic Medium Resistance*, que le permitirá fortalecer su musculatura inspiratoria. Hará 30 inspiraciones, tal y como le indique el personal del equipo.

8.2. ¿En qué consiste el programa de Educación Sanitaria?

En cada sesión de actividad se enseñará al paciente y al cuidador cómo realizar los ejercicios para asegurar que los continuarán realizando en casa. Previo al alta se dedicará la sesión entera a repasar el programa completo. Básicamente, se repasarán el tipo, la frecuencia y la progresión de los ejercicios a realizar; se les explicará cómo realizarlos en el domicilio; se les entregará unas instrucciones escritas personalizadas con ilustraciones sobre los mismos. Si dispone de dispositivo multimedia (móvil o similar) el paciente y/o familiar o cuidador, se le realizará un vídeo realizando los ejercicios para facilitar su recuerdo en casa. Al mes y a los dos meses del alta hospitalaria, el profesional con el que han realizado el entrenamiento les llamará por teléfono para reforzar la realización del programa y aclarar dudas si las hubiera.

Durante todo el desarrollo del programa habrá un miembro del equipo supervisando directamente los ejercicios para ayudar al paciente a realizarlos de la manera más adecuada. Haremos unos tests y escalas con el fin de confirmar objetivamente la mejoría conseguida, al momento del ingreso al hospital, antes del alta hospitalaria y posteriormente realizaremos un seguimiento telefónico al mes del alta.

8.3. POSIBLES MOLESTIAS Y RIESGOS TÍPICOS DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO:

Es poco probable que durante la realización del programa aparezca en algún caso problemas menores de tipo osteomuscular: Dolor muscular, cansancio, etc. Dado que el programa estará constantemente monitorizado por un miembro del equipo investigador, no se esperan complicaciones mayores de tipo cardiovascular (taquicardia, dolor torácico o angina). Además al estar ingresados en un centro hospitalario, disponemos de suficiente información sobre su historial de salud, que será tenido en cuenta a la hora de diseñar su intervención personalizada.

8.4. OTROS POSIBLES RIESGOS Y MOLESTIAS

Como ya le hemos indicado al alta hospitalaria se le realizará una analítica de sangre por el estudio. Las extracciones de sangre son pruebas invasivas de muy bajo riesgo y en la medida de lo posible se aprovechará la vía venosa (si la tiene) para la obtención de la sangre con el fin de evitar el pinchazo. En el caso de que sea necesaria la punción para la extracción de sangre, como ya sabe, existe el riesgo de hematoma e inflamación en el punto de punción y de mareo en algunas personas.

8.5. BENEFICIOS ESPERADOS DEL PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO:

El objetivo del estudio es valorar si este programa puede mejorar la capacidad funcional en lo que respecta a reducir la estancia media de ingreso hospitalario, mejorar la capacidad de realizar sus actividades básicas de la vida diaria de manera independiente y favorecer la capacidad de caminar por lo que es posible que en su caso pudiera producirse esta mejoría. No obstante, no podemos asegurarlo porque ese es precisamente el objetivo de este estudio.

En el caso de que usted sea asignado al grupo que no recibirá el programa de entrenamiento y educación sanitaria no obtendría usted ningún beneficio por participar en este estudio. No obstante, los resultados podrían contribuir al entendimiento de su situación funcional. También puede resultar útil para pacientes futuros.

8.6. CONTRAINDICACIONES:

No estará indicado este programa en los pacientes con las siguientes características:

- Enfermedad terminal
- Demencia severa que impida la realización de un programa de entrenamiento.
- Incapacidad absoluta para caminar
- Infarto de miocardio en los seis meses previos
- Cirugía por fractura de miembro inferior en 3 meses previos.

8.7. DESCRIPCIÓN DE RIESGOS PERSONALIZADOS:

Es posible que exista algún riesgo específico para usted debido a sus circunstancias de salud: en ese caso el médico del estudio le indicará cuáles son y las dejará reflejadas en este apartado. Si su médico del estudio considera que estos riesgos pueden ser importantes no se le incluirá en el estudio.

9. VOLUNTARIEDAD Y CONFIDENCIALIDAD DE LOS DATOS

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación, portabilidad y a limitar el tratamiento de los datos que sean incorrectos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio (Dr. José Antonio Serra Rexach, Servicio de Geriátrica, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, C/ Doctor Esquerdo, 46 28007 Madrid). También tiene derecho a dirigirse a la Agencia española de protección de Datos si no quedara satisfecho.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y solo su médico del estudio/colaboradores podrán relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones (si existe alguna situación especial por la que se necesitará conocer la identidad del sujeto para cumplir con algún requisito del estudio se debe explicar en este apartado), en caso de urgencia médica o requerimiento legal.

El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio/colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al Comité Ético de Investigación Clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente. Los datos que se recojan durante el estudio se utilizarán para la investigación y los resultados se comunicarán en medios científicos, siempre agregados y codificados de forma que ninguna información personal e individual pueda difundirse.

Usted debe saber que existe disponibilidad absoluta por parte del médico que la está informando a ampliar la información si usted así lo desea.

Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, ningún dato nuevo será añadido a la base de datos y, puede exigir la destrucción de todas las muestras identificables previamente retenidas para evitar la realización de nuevos análisis.

10. ¿QUÉ SE ESPERA DE USTED?

Se espera que siga las indicaciones del personal del estudio. Durante todo el estudio es muy importante que contacte con el equipo investigador en los correos electrónicos suministrados, en las siguientes situaciones:

- Si desea retirarse del estudio.
- Si piensa que pueda tener una lesión relacionada con el estudio.

11. ¿QUÉ OCURRIRÁ SI NO DESEO PARTICIPAR EN EL ESTUDIO?

Su participación en el estudio AGECAR Plus es totalmente voluntaria. Si decide no participar tras ser informado del estudio por el personal del Hospital, su atención por parte de sus médicos habituales no se verá afectada en absoluto. Además,

en el caso que usted decida participar, debe saber que puede retirarse en cualquier momento sin tener que dar explicaciones.

También el personal del Hospital puede retirarle del estudio en cualquier momento si así lo considera oportuno. En cualquiera de los casos, usted recibirá una explicación adecuada del motivo que ha ocasionado su retirada del estudio. Esto puede ocurrir si:

- Padece una enfermedad o complicación no relacionada con el estudio.
- No cumple los requisitos del estudio.

12. REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:

Si usted decide firmar este consentimiento, podrá también retirarlo libremente sin tener que dar ninguna explicación. También podría solicitar la cancelación de todos sus datos recogidos y la destrucción de su material almacenado hasta ahora o la codificación de la información y el material recogido hasta el momento eliminando la relación entre sus datos personales (que revelan su identidad) de los datos clínicos y su material. Los efectos de esta cancelación o codificación no se podrían extender a la investigación que ya se hubiera llevado a cabo. Si desea retirar, cancelar o anonimizar su consentimiento, deberá solicitarlo por escrito al equipo investigador en los correos electrónicos suministrados y completar el apartado de revocación del consentimiento de este documento.

Así mismo le informamos de que Usted puede solicitar en cualquier momento que se destruyan sus muestras sin perjuicio del uso de los datos obtenidos con anterioridad o bien que se anonimicen. Sus muestras del estudio serán tratadas en todo momento de acuerdo con la Ley de Investigación Biomédica 14/2007 y en cualquier caso los remanentes serán destruidos tras ser analizados.

Así mismo le indicamos que usted tiene derecho a conocer los resultados de las analíticas que se le realicen. Estos resultados serán incorporados a su historia clínica.

13. ¿QUIÉN HA REVISADO EL ESTUDIO?

El proyecto ha sido sometido a revisión científica y ha sido aprobado por el Comité de Ética del Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Un comité de ética es un grupo de personas, médicos y no médicos, cuya función es proteger los intereses de las personas que participan en estudios clínicos.

Muchas gracias por su tiempo y atención.
El equipo médico, asistencial e investigador.

ANEXOS

14.1A. QUIÉN PUEDE DIRIGIRSE SI NECESITA MÁS INFORMACIÓN?

Si en algún momento tiene alguna duda sobre su participación en este programa de investigación o necesita más información, puede dirigirse a:

Teléfono: 91.586.67.04; Horario: Lunes a Viernes 08:00-15:00
email: investigacion.serra@salud.madrid.org
Servicio de Geriatría
Hospital General Universitario Gregorio Marañón
C/ Doctor Esquerdo, 46
28007 Madrid

DOCUMENTO PARA EL PACIENTE

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL PARTICIPANTE DECLARACIÓN DEL PACIENTE:

Código del Estudio:

Título:

Yo (nombre y apellidos)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con:

(Nombre del investigador)

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

1º Cuando quiera

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos.

- Presto libremente mi conformidad para participar en el estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de mis datos en las condiciones detalladas en la hoja de información.

SI ☐

NO ☐

Firma del paciente:

Firma del investigador:

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:

DECLARACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL

Código del Estudio:

Yo (nombre y apellidos) en calidad de (relación con el participante) de (nombre y apellidos del participante)

He leído la hoja de información que se me ha entregado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He hablado con: (nombre del investigador)

Comprendo que la participación del paciente es voluntaria.

Comprendo que puede retirarse del estudio:

1º Cuando quiera

2º Sin tener que dar explicaciones.

3º Sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.

- En mi presencia se ha dado a (nombre del participante) toda la información pertinente adaptada a su nivel de entendimiento y está de acuerdo en participar. Presto mi conformidad para que (nombre del participante) participe en este estudio y doy mi consentimiento para el acceso y utilización de los datos en las condiciones detalladas en la hoja de información.

SI ☐

NO ☐

Firma del representante:

Firma del investigador:

Nombre:

Nombre:

Fecha:

Fecha:

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:

Usted puede cambiar su decisión de participar en el programa en cualquier momento, sin necesidad de dar explicaciones y sin que esta revocación de su consentimiento suponga ningún cambio en la relación con su médico ni perjuicio alguno en su tratamiento y/o seguimiento.

Paciente:

Dª./D.

mayor de edad, provista/o de DNI/pasaporte nº _____ solicito en este acto la REVOCACIÓN de participar en el programa: Entrenamiento físico y educación sanitaria en la prevención del deterioro funcional asociado a la hospitalización en ancianos

Firma

Firma del Médico (Col.º _____)

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO uso de datos:

Usted puede cambiar su decisión sobre el uso de sus datos en el programa en cualquier momento, sin necesidad de dar explicaciones y sin que esta revocación de su consentimiento suponga ningún cambio en la relación con su médico ni perjuicio alguno en su tratamiento y/o seguimiento.

Paciente:

Dª./D.

mayor de edad, provista/o de DNI/pasaporte nº _____ solicito en este acto la REVOCACIÓN del uso de mis datos para este programa: Entrenamiento físico y educación sanitaria en la prevención del deterioro funcional asociado a la hospitalización en ancianos

Firma

Firma del Médico (Col.º _____)

Representante:

Dª./D.

mayor de edad, provista/o de DNI/pasaporte nº _____ solicito en este acto la REVOCACIÓN para el uso de los datos de mi representado en el programa: Entrenamiento físico y educación sanitaria en la prevención del deterioro funcional asociado a la hospitalización en ancianos

Firma

Firma del Médico (Col.º _____)

15.3. Cuaderno de recogida de datos del programa de ejercicio y educación para la salud

CRD INTERVENCIÓN

Plantilla de CRD de sesión de entrenamiento individual.

AGECAR Plus ENTRENAMIENTO

08 de octubre 2018
CRDv5

CÓDIGO: Nº día sesión: ☐ Mañana ☐ Tarde Hora inicio: Hora fin:

REALIZA LA SESIÓN
☐ SÍ ☐ NO

Motivo: ☐ Está durmiendo ☐ Se niega/no quiere ☐ No quiere el acompañante
☐ No sesión ☐ Malestar ☐ Prueba médica ☐ Otros

SENTADILLAS
☐ NO ☐ SÍ Nivel sentadillas (1-6 ver protocolo) NºRep Serie1 Subir ☐ NO ☐ SÍ
Carga kg. si procede NºRep Serie2 nivel
NºRep Serie3

EQUILIBRIO
☐ NO ☐ SÍ

OJOS ABIERTOS
PIERNA DERECHA ☐ 3 seg. ☐ 4 seg. ☐ 5 seg.
PIERNA IZQUIERDA ☐ 3 seg. ☐ 4 seg. ☐ 5 seg.

OJOS CERRADOS
PIERNA DERECHA ☐ 3 seg. ☐ 4 seg. ☐ 5 seg.
PIERNA IZQUIERDA ☐ 3 seg. ☐ 4 seg. ☐ 5 seg.

Ayuda Equilibrio: ☐ No ☐ Poca ☐ Media ☐ Mucha

MARCHA
☐ NO ☐ SÍ Nivel de ejecución de la marcha
☐ No caminar de ninguna manera
☐ Con andador y CON asistencia
☐ Con andador, SIN asistencia
☐ Con muleta/bastón y CON asistencia
☐ Con muleta/bastón, SIN asistencia
☐ Camina SIN implementos, CON asistencia
☐ Camina SIN implementos, SIN asistencia

Tiempo (min) (s)
Distancia (m)

ELÁSTICAS
☐ NO ☐ SÍ Nivel elástica: ☐ Amarilla ☐ Roja ☐ Verde

REMO
NºRep Serie1
NºRep Serie2
NºRep Serie3

JALÓN
NºRep Serie1
NºRep Serie2
NºRep Serie3

PECTORAL
NºRep Serie1
NºRep Serie2
NºRep Serie3

INSPIRACIONES
☐ NO ☐ SÍ Pimák* 1: PI Trabajo (40%) N. Inspiraciones (hasta 30)
Pimák* 2: N. Vueltas ajuste Power
Pimák* 3: N. Sesión Power

* Pimák: En la primera sesión (Pim basal). En la sesión 6 de inspiraciones (Pim ajuste).
AL ALTA (PimAlta). Se mide 3 veces, y se toma la máxima para ajustar al 40% la PI de trabajo.

Número de página ____ / Total de páginas ____

EDUCACIÓN SANITARIA Sesión Día 1

08 de octubre 2018
CRDv5

CÓDIGO:

MAÑANA

Nº día educación: ☐ Mañana ☐ Tarde Hay sesión: ☐ No ☐ SÍ

Se le explica al sujeto en qué consiste:

Calentamiento ☐ No ☐ SÍ Elásticas ☐ No ☐ SÍ Sentadillas ☐ No ☐ SÍ Equilibrio ☐ No ☐ SÍ Marcha ☐ No ☐ SÍ Calma ☐ No ☐ SÍ Inspiraciones ☐ No ☐ SÍ

Sabe realizar sin indicaciones:

Calentamiento ☐ No ☐ SÍ Elásticas ☐ No ☐ SÍ Sentadillas ☐ No ☐ SÍ Equilibrio ☐ No ☐ SÍ Marcha ☐ No ☐ SÍ Calma ☐ No ☐ SÍ Inspiraciones ☐ No ☐ SÍ

Sabe nº repeticiones o duración de:

Calentamiento ☐ No ☐ SÍ Elásticas ☐ No ☐ SÍ Sentadillas ☐ No ☐ SÍ Equilibrio ☐ No ☐ SÍ Marcha ☐ No ☐ SÍ Calma ☐ No ☐ SÍ Inspiraciones ☐ No ☐ SÍ

Se le da el calendario: ☐ No ☐ SÍ

Se le da la información sobre cómo rellenar el calendario durante la estancia hospital: ☐ No ☐ SÍ

TARDE

Nº día educación: ☐ Mañana ☐ Tarde Hay sesión: ☐ No ☐ SÍ

Se le explica al sujeto en qué consiste:

Calentamiento ☐ No ☐ SÍ Elásticas ☐ No ☐ SÍ Sentadillas ☐ No ☐ SÍ Equilibrio ☐ No ☐ SÍ Marcha ☐ No ☐ SÍ Calma ☐ No ☐ SÍ Inspiraciones ☐ No ☐ SÍ

Sabe realizar sin indicaciones:

Calentamiento ☐ No ☐ SÍ Elásticas ☐ No ☐ SÍ Sentadillas ☐ No ☐ SÍ Equilibrio ☐ No ☐ SÍ Marcha ☐ No ☐ SÍ Calma ☐ No ☐ SÍ Inspiraciones ☐ No ☐ SÍ

Sabe nº repeticiones o duración de:

Calentamiento ☐ No ☐ SÍ Elásticas ☐ No ☐ SÍ Sentadillas ☐ No ☐ SÍ Equilibrio ☐ No ☐ SÍ Marcha ☐ No ☐ SÍ Calma ☐ No ☐ SÍ Inspiraciones ☐ No ☐ SÍ

Tiene marcado el día: ☐ No ☐ SÍ

Se le da la información sobre cómo rellenar el calendario durante la estancia hospital: ☐ No ☐ SÍ

Número de página ____ / Total de páginas ____

EDUCACIÓN SANITARIA ALTA

30 de oct. 2018
CRDv4

CÓDIGO:

Realizaba previo al ingreso ejercicio (tres meses previos) ☐ SÍ ☐ NO

Ejercicio físico previo al ingreso
☐ Eventualmente
☐ Al menos dos veces en semana
☐ Casi todos los días

Se le ha facilitado información sobre los ejercicios a realizar ☐ SÍ ☐ NO

Es capaz de realizar cada ejercicio para casa sin indicaciones

Sentadillas ☐ SÍ ☐ NO
Equilibrio ☐ SÍ ☐ NO
Marcha ☐ SÍ ☐ NO
Inspiraciones ☐ SÍ ☐ NO

Tiene dispositivo móvil (el paciente/cuidador/familiar) para realizar una sesión grabada con los ejercicios a realizar al alta hospitalaria ☐ SÍ ☐ NO

Realización de la sesión grabada de ejercicios al alta hospitalaria ☐ SÍ ☐ NO

Se le entrega el folleto informativo sobre los ejercicios personalizados a realizar ☐ SÍ ☐ NO

Se le entrega el calendario de registro ☐ SÍ ☐ NO

Recogemos copia del informe personalizado de ejercicio ☐ SÍ ☐ NO

Recogemos teléfono de contacto ☐ SÍ ☐ NO

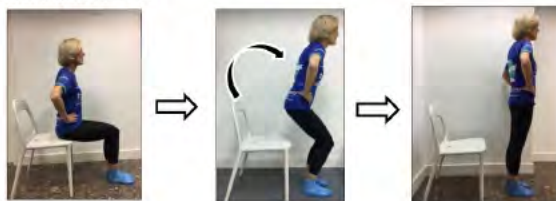
Domicilio al alta
☐ Casa sin acompañamiento
☐ Casa acompañado
☐ Residencia
☐ Otros

Número de página ____ / Total de páginas ____

15.4. Programa de Ejercicio domicilio

Este es el documento que se entrega al paciente para indicarle qué ejercicios debe hacer y cómo debe hacerlos.

1. SENTADILLAS



¿Cuántas veces? _____

2. EQUILIBRIO



¿Cuántas veces? _____

3. CAMINAR



¿Cuánto tiempo? _____

4. RESPIRACIONES



¿Cuántas veces? _____

Proyecto de investigación clínica: PI17-02021. Ejercicio físico y educación al paciente en Ancianos Frágiles Hospitalizados en la Unidad de Agudos de Geriatría

Plantilla de INFORME DE EJERCICIO:

De esta plantilla, se hace fotocopia o foto para adjuntarla al CRD de la intervención.

INFORME DE EJERCICIO FÍSICO

Fecha: ____/____/20__

Firma: _____

Si en algún momento tiene alguna duda sobre su participación en este programa de investigación o necesita más información, puede dirigirse a:
Teléfono: 91.586.67.04; **Horario:** Lunes a Viernes 08:00-15:00
email: joseantonio.serra@salud.madrid.org

Servicio de Geriatría
 Hospital General Universitario Gregorio Marañón
 C/ Doctor Esquerdo, 46
 28007 Madrid

Proyecto de investigación clínica: PI17-02021. Ejercicio físico y educación al paciente en Ancianos Frágiles Hospitalizados en la Unidad de Agudos de Geriatría

15.5. Calendario

Ejemplo de calendario: Se entregan los tres meses siguientes.

noviembre 2018

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
29	30	31	01	02	03	04
05	06	07	08	09	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	01	02
03	04	Por favor, haga una cruz el día que realice el ejercicio recomendado.				

Nombre paciente: _____

15.6. Comunicaciones a congresos:

De: absgeriatria2022@pacifico-meetings.com
 Asunto: II Congreso Virtual de la Sociedad Española de Geriátrica y Gerontología- 2021 Nuevos retos para el envejecimiento – Resolución de DICTAMEN para comunicación nº 685
 Fecha: 27 de abril de 2021, 20:01
 Para: teresa.zarralanga@gmail.com

Estimado/a Dr./Dra. Teresa Zarralanga Lasobras,

En nombre del Comité Científico, nos es grato informarle que su comunicación nº 685 titulada “PRESIÓN INSPIRATORIA MÁXIMA EN MAYORES DE 74 AÑOS HOSPITALIZADOS POR ENFERMEDAD AGUDA: Resultados preliminares del subanálisis del estudio AGECA PLUS (NTC 03604640).”, ha sido **ACEPTADA** en formato E-POSTER.

Las comunicaciones aceptadas en este formato **no realizarán la defensa de su trabajo en directo**, sino que el poster electrónico y la presentación serán incluidos en la plataforma del congreso y podrán ser visualizados por todos los asistentes.



Certificate of abstract presentation

The European Respiratory Society confirms that

Teresa Zarralanga

presented the abstract entitled:

“Maximal inspiratory pressure in older than 74 years hospitalized by acute disease: Preliminary results of the AGECA PLUS Study (NTC 03604640).”

in the E-poster entitled:

Pulmonary rehabilitation in clinical conditions

On
5 - 8 September 2021

during the ERS Virtual International Congress 2021.

Carine Pannetier
 Director of Education, Events, Programmes and Accreditation

De: absgeriatria2022@pacifico-meetings.com
 Asunto: 62 Congreso SEGG y XXIII Congreso SMGG – Resolución de DICTAMEN para comunicación nº 363
 Fecha: 6 de mayo de 2022, 12:46
 Para: teresa.zarralanga@gmail.com

Estimado/a Dr./Dra. Teresa Zarralanga Lasobras,

En nombre del Comité Científico, nos es grato informarle que su comunicación nº 363 titulada “**DEBILIDAD MUSCULAR RESPIRATORIA EN ANCIANOS MUY VIEJOS HOSPITALIZADOS POR ENFERMEDAD AGUDA**”, ha sido **ACEPTADA** en formato **POSTER**.

A continuación, le detallamos los datos de presentación de su comunicación:

Sesión: POSTER ÁREA CLÍNICA 02. Pantalla 1

Día sesión: 23/06/2022 13:00

Hora de su presentación: 13:15

Tema: 01. Fragilidad/Sarcopenia/Función física

Presentador: Teresa Zarralanga

Rogamos en caso que desee modificar el presentador, nos lo indique con la mayor brevedad posible, contestando a este email con el nombre de la persona que finalmente realizará la presentación y su dirección de correo electrónico.



Florencio Vicente Castro y Ana Isabel Sánchez Iglesias,
 Presidentes y Directores Académicos-Científicos del “V Congreso Internacional Silver Economy” celebrado en Zamora los días 23, 24 y 25 de noviembre de 2023.

Congreso declarado de interés sanitario en Castilla y León

Certifican que:

Teresa Zarralanga Lasobras

Ha participado en el mencionado Congreso Internacional presentando un póster con el título:

“Efecto de un programa de ejercicio físico multicomponente que incluye entrenamiento de la musculatura inspiratoria y educación para la salud, en la prevención de la discapacidad asociada a la hospitalización en mayores de 74 años”

Para que conste
 Zamora, 25 de noviembre de 2023

Ana Isabel Sánchez Iglesias
 Dirección Académica-Científica

Florencio Vicente Castro
 Dirección Académica-Científica



15.7. Artículo 1:

Zarralanga-Lasobras T, Romero-Estarlich V, Carrasco-Paniagua C, Serra-Rexach JA, Mayordomo-Cava J. "Inspiratory muscle weakness in acutely hospitalized patients 75 years and over": a secondary analysis of a randomized controlled trial on the effectiveness of multicomponent exercise and inspiratory muscle training." *Eur Geriatr Med*. 2023 Sep 27. doi: 10.1007/s41999-023-00865-z. PMID: 37755683.



"Inspiratory muscle weakness in acutely hospitalized patients 75 years and over": a secondary analysis of a randomized controlled trial on the effectiveness of multicomponent exercise and inspiratory muscle training

Teresa Zarralanga-Lasobras^{1,2} · Vicente Romero-Estarlich¹ · Cristina Carrasco-Paniagua¹ · José Antonio Serra-Rexach^{1,2,3,4} · Jennifer Mayordomo-Cava^{2,5}

Received: 24 April 2023 / Accepted: 5 September 2023
© The Author(s), under exclusive licence to European Geriatric Medicine Society 2023

Key summary points

Aim To evaluate inspiratory muscle function and the effect of a multicomponent exercise program including inspiratory muscle training during short-stay hospitalization.

Findings Inspiratory muscle impairment is very prevalent in the hospitalized elderly. Analysis of maximal inhibitory pressure revealed that those patients with inspiratory muscle weakness on admission showed the greatest improvement in inspiratory muscle strength.

Message These findings are especially relevant to identify those oldest-old patients who may benefit most from muscle inspiratory training during hospitalization for acute illness.

Abstract

Purpose The impact of hospitalization for acute illness on inspiratory muscle strength in oldest-old patients is largely unknown, as are the potential benefits of exercise and inspiratory muscle training (IMT) during in-hospital stay.

Design and methods This was a sub-study of a randomized clinical trial that evaluated the efficiency of a multicomponent exercise program in preventing hospitalization-associated disability. Patients were randomized into control (CG) and intervention (IG) groups. The intervention included two daily sessions of supervised walking, squat, balance, and IMT. Baseline and discharge maximal inspiratory pressure (MIP) and inspiratory muscle weakness (IMW) were determined. The effect of the intervention on inspiratory muscle strength was assessed by analyzing (1) the differences between groups in baseline and discharge MIP and IMW, (2) the association, patient by patient, between baseline and discharge MIP, and the improvement index (MIP discharge/baseline) in patients with or without IMW.

Results In total, 174 patients were assessed (mean age of 87), 57 in CG and 117 in IG. Baseline MIP was lower than predicted in both sexes (women 29.7 vs 44.3; men 36.7 vs 62.5 cmH₂O, $P < 0.001$, baseline vs predicted, respectively). More than 65% of patients showed IMW at admission. In women in IG, the mean MIP was higher at discharge than at admission ($P = 0.003$) and was the only variable that reached expected reference levels at discharge (Measured MIP 39.2 vs predicted

José Antonio Serra Rexach and Jennifer Mayordomo-Cava have contributed equally to this work and share last authorship.

✉ Jennifer Mayordomo-Cava
jennifer.mayordomo@ucjc.edu

¹ Department of Geriatrics, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, Spain

² Gregorio Marañón Health Research Institute, C. Castillo de Alarcón, 49, 28692 Villafranca del Castillo, Madrid, Spain

³ Biomedical Research Networking Center on Frailty and Healthy Aging, CIBERFES, Madrid, Spain

⁴ Department of Medicine, School of Medicine, Universidad Complutense, Madrid, Spain

⁵ Facultad HM Hospitales de Ciencias de la Salud de la Universidad Camilo José Cela, Madrid, Spain

MIP 45 cmH₂O, $P=0.883$). Patients with IMW on admission showed a statistically significant improvement in MIP after the intervention.

Conclusion IMW is very prevalent in oldest-old hospitalized with acute illness. Patients might benefit from a multicomponent exercise program including IMT, even during short-stay hospitalization.

Clinical trial registration ClinicalTrials.gov; No.: NTC03604640. May 3, 2018.

Keywords Inspiratory muscle weakness · Inspiratory muscle training · Hospitalized oldest-old patients · Acute illness

Introduction

More than one-third of hospitalized older patients develop disability [1–3]. Hospitalization-associated disability is related to long-term disability, institutionalization, and death [2, 4]. Hospitalized patients spend most of the time in bed, even if they can walk independently [5], and the loss of muscle mass and strength is the most important factor contributing to hospitalization-associated disability [6]. Physical exercise has been shown to be a highly effective intervention to improve functional status at hospital discharge [7–9].

Inspiratory muscle strength is linked to physical function and disability in older people [10], and the typical age-related decline in inspiratory muscle strength has been associated with mobility deterioration [11], incident disability, institutionalization, mortality, and frailty [12, 13]. Inspiratory muscle strength is commonly assessed by measuring the maximal inspiratory pressure [MIP, cmH₂O] [14, 15]. MIP decreases with age in healthy people [16–18], and is lower in women than in men [19, 20]. Several studies have reported that MIP values in healthy older adults can be as low as those in younger patients with lung or heart disease [21, 22].

Inspiratory muscle weakness (IMW) is considered present when MIP falls below certain cut-off levels that vary according to sex and age. An effective method to counteract IMW is inspiratory muscle training (IMT) [23]. In a recent systematic review by Seixas et al., the authors found that 86% of older adults increased their MIP after IMT [23]. As a matter of fact, IMT has proven to be effective in both younger and older patients with pathologies such as chronic obstructive pulmonary disease [24] or chronic heart failure [21], reducing dyspnea [25] and preventing complications during hospitalization [26–28]. The efficacy of IMT in improving MIP extends to non-hospitalized oldest-old populations [23, 29], irrespective of their frailty status [30, 31]. For example, IMT was found to improve diaphragm thickness, mobility [32], balance ability [33], and physical performance [34], regardless of the initial severity of IMW [35]. Usual IMT prescription in older adults is based on sets and repetitions, of mild-to-moderate intensity, performed on most days of the week, for ≥ 4 weeks [23].

However, little is known regarding MIP, IMW, and the impact of exercise programs that include IMT in adults aged 80 and older, also known as the oldest-old. These individuals are usually under-represented in studies [16, 19, 20]. As best known by the authors, there are no previously published studies that include interventions with IMT in elderly patients hospitalized for acute illness. The purpose of the present study was to describe inspiratory muscle performance and IMW in oldest-old inpatients hospitalized for acute illness, and to assess the efficacy of a multicomponent exercise program including IMT during hospitalization on inspiratory muscle strength.

Study design and methods

We conducted a sub-study on 174 participants recruited for the Activity in GERiatric acute CARE and Health Education (AGECAR-PLUS) randomized controlled trial (RCT; see trial description in: NTC03604640). The AGECAR-PLUS was designed to assess the effectiveness of an in-hospital multicomponent exercise and health education program in improving functional capacity of patients aged 75 or older. The RCT (NTC03604640) complied with the recommendations of the Consolidated Standards of Reporting Trial (CONSORT) statement [36] (See Supplementary Information, [SI]). From March 2018 to February 2022, all patients over the age of 74 years admitted to the Acute Care of Elders (ACE) unit of Hospital General Universitario Gregorio Marañón in Madrid (Spain) were considered eligible to participate in the study. Patients were randomized to a control group (CG) or an intervention group (IG) in a time-dependent manner (using 4–6-week blocks) to avoid the concurrence of subjects from both groups in the ACE unit at the same time, and therefore assuring their blinding. We excluded those who were not capable of ambulation, or who were dependent for all basic activities of daily living (ADLs) at baseline (i.e., two weeks before admission, as assessed by retrospective interview); with unstable cardiovascular disease (or any other major medical condition that contraindicated exercise), terminal illness, or severe dementia; an

expected length of hospitalization under 48 h; a scheduled admission (which was usually associated with a length of hospitalization under 48 h); or who had been transferred from another hospital unit.

MIP measurements began a few weeks after the start of the study. As a result of this, MIP measurements were available in fewer patients in the CG than in the IG (57 and 117, respectively). All those participants for whom this information was available were included in the present sub-study; thus, a priori sample size was not calculated. To study a possible bias due to the different sample sizes in CG and IG, an analysis of baseline characteristics in patients in the CG with and without MIP measurements and a sensitivity analysis by case–control matching were performed (See SI).

This study complies with the principles and basic ethic rules outlined in the Declaration of Helsinki. Its protocol was approved by the institutional ethics committee of our center and all patients/relatives provided written informed consent (No. 07/2018).

Intervention

The intervention started the day after admission and was supervised by a physical therapist. The exercise intervention included an in-hospital multicomponent exercise program (adapted by the physical therapist to the patient's clinical situation and physical condition) and health education twice daily on weekdays. Each exercise session included approximately 40 min of the following: warm-up, upper strength exercises performed with elastic bands (three sets of 10–15 repetitions of three different exercises), squats (three sets of 10 repetitions), balance exercises, walking and IMT. IMT, which took place while seated and with a clip on the nose, consisted of three sets of 10 repetitions against 40% of the baseline MIP [37] (with one-minute rest between sets) using a training device (PowerBreathe Classic Medium Resistance, Micro RPM Care Fusion, San Diego, CA, USA). Patients were first familiarized with the device and the measurement methodology under the supervision of the physical therapist. They were instructed to exhale until they achieved residual volume and then to perform a maximal inspiration (i.e., as fast and for as long as possible) through the IMT device. As a habituation period, patients started on 3 sets of 5 repetitions, which were increased by one repetition per set until the target was reached. Patients were allowed to take a brief break (i.e., between 30 and 60 s) between series or whenever needed. At the end of each exercise session, the physical therapist gave an educational session to patients and their relatives/caregivers focused on the exercises done to assure

that patients were able to perform them successfully. In addition, and to promote adherence after hospital discharge, all patients received a calendar to mark each completed session.

Inspiratory muscle strength

MIP was measured by a clinician at admission (baseline value) and at discharge with a manovacuometer (MicroRPM CareFusion Ltd., San Diego, CA, USA) [14, 15]. Briefly, three–five measurements were performed, until three acceptable and reproducible measurements were obtained (without air leakage and with < 10% difference between measurements) and the highest value obtained registered [37]. All patients were previously familiarized with testing procedures. During the intervention, MIP was measured every 6 sessions by the physical therapist to adapt the workload.

Baseline MIP values were then compared with the predicted reference values according to the equations proposed by Enright et al., which consider age, sex, and weight [16]. We chose these reference equations because they incorporate the largest population older than 65 available [16].

Finally, we calculated the percentage of patients with a higher likelihood of IMW (MIP below the lower normal limit) according to the cut-off points proposed by Rodrigues et al. [17] (MIP < 38 and < 42 cmH₂O for women and men over 80 years, respectively).

Other variables

Demographic (age, sex) and anthropometric data (height, weight, and body mass index) were registered at admission, as well as the following clinical characteristics: Charlson Comorbidity Index [38]; geriatric syndromes (frailty phenotype [39], depression; history of previous falls; pressure ulcers; or polypharmacy [40]) and reason for hospitalization. ADLs were assessed using the Barthel Index, which measures patients' ability to independently perform ten basic ADLs (feeding, transferring from bed to chair and back, walking on level surfaces, stair climbing, bowel and bladder control, toileting, bathing, grooming and dressing). Its score ranges from 0 (total dependence) to 100 (complete independence) [41]. Ambulatory capacity was assessed with the functional ambulatory classification (FAC) scale, which classifies walking ability as 0 (unable to walk) to 5 (independent ambulation on level surfaces as well as stairs) [42]. Physical performance capacity was assessed using the Short Physical Performance Battery (SPPB) [43]. In addition, information regarding baseline performance in ADLs and ambulatory capacity (i.e., two weeks before admission)

was obtained in a retrospective interview with the patients (or proxy if needed).

Research staff included medical residents and a physical therapist who supervised every session. Those involved in outcome assessments were not involved in supervising the intervention.

Statistical analysis

Baseline characteristics of the patients are presented as means \pm standard deviation, mean \pm CI 95% or median [IQR] for quantitative variables, and percentages for the categorical variables, indicated in accordance with each case, respectively. Differences in characteristics between groups were analyzed with Student's *t*-test, the Mann–Whitney *U* test, or the chi-squared test, when appropriate. Comparisons between measured and predicted MIP values were analyzed by a paired-sample *t*-test or the Wilcoxon signed rank test, when appropriate.

A mixed ANOVA with repeated measurements was used to test the effect of intervention on MIP. This model allows us to analyze the effect of the intervention (group effect) considering that two measurements are made per participant (MIP measured at admission (pre-) and discharge (post-intervention); time effect) and analyzes the possible interaction effect between both factors, adjusting for secondary variables.

A similar sub-analysis was performed considering those individuals with or without IMW [17]. McNemar's test was used to analyze the effect of the intervention on the prevalence of IMW pre- and post-intervention.

For each patient, the association between baseline MIP and discharge MIP was evaluated using Pearson's correlation coefficient and regression analysis. The improvement index in MIP at discharge in relation to admission (discharge MIP/baseline MIP) was also studied. The association between baseline MIP and the improvement index was evaluated using Pearson's correlation coefficient and regression analysis. A similar sub-analysis was performed considering individuals with or without IMW [17]. Association analysis was performed with GraphPad Prism 9.3.1 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA).

All analyses are presented segregated by sex to assess a potential difference on the responses to training. We did not impute missing data, and thus only available data were used for the analysis of each specific variable. Statistical analysis was performed using the SPSS software package (SPSS 25.0, IBM, NY, USA) and the significance level was a *P* value < 0.05 .

Results

Patient characteristics

From a total of 1,240 patients admitted to the ACE unit during the study period, 255 met the inclusion criteria and volunteered to participate. Of these, 123 and 132 were assigned to the CG and IG, respectively. We measured 57 and 117 MIP values at admission, and 47 and 110 at discharge in the CG and IG, respectively (Fig. 1). Mean age was 87 (range 75–105), with a high prevalence of chronic diseases and geriatric syndromes (Table 1). In women, we noted significant differences between groups in sociodemographic or clinical characteristics, comorbidity, coronary disease, and frailty. In men there were significant differences between groups in the prevalence of comorbidities, chronic renal disease, and previous falls in the last year. Despite these characteristics, functional status two weeks before admission, as measured by the Barthel index, was high (> 80 out of 100) and scores on this scale at admission had declined considerably. The length of stay was short (7 days) and the median [IQR] number of exercise sessions during hospitalization was 5 [3–7] in women and 5 [3–9] in men. No adverse effects, such as falls or muscle pain, were recorded during the interventions.

To study a possible bias due to the sample size differences between the CG and IG, we compared baseline characteristics between patients in the CG with and without MIP measurements. This analysis was carried out to assess if there were any differences between the CG patients included in the sub-study (those who had the MIP measurement) and those who were excluded (those who did not have the MIP measurement). As can be seen in SI Methods, Table 1, no relevant differences in the distribution of main characteristics were found between patients in the CG with and without the MIP measurement.

Inspiratory muscle function and effect of the intervention

Baseline MIP values at admission were similar between groups for both women and men: women, CG: 27 (21.4–32.5) and IG: 32.4 (26.3–38.5); men, CG: 35.3 (27.3–43.3) and IG: 38.0 (33.2–43) cmH₂O, $P > 0.05$ (Table 2). MIP values were significantly lower than predicted values (all cases, $P < 0.05$). At admission, there were no differences between groups in the percentage of patients with IMW, which was 79% in women and 66% in men. Although the percentage of IMW was lower at discharge than at admission, there were no significant differences between groups for both sexes ($P > 0.05$, Table 2).

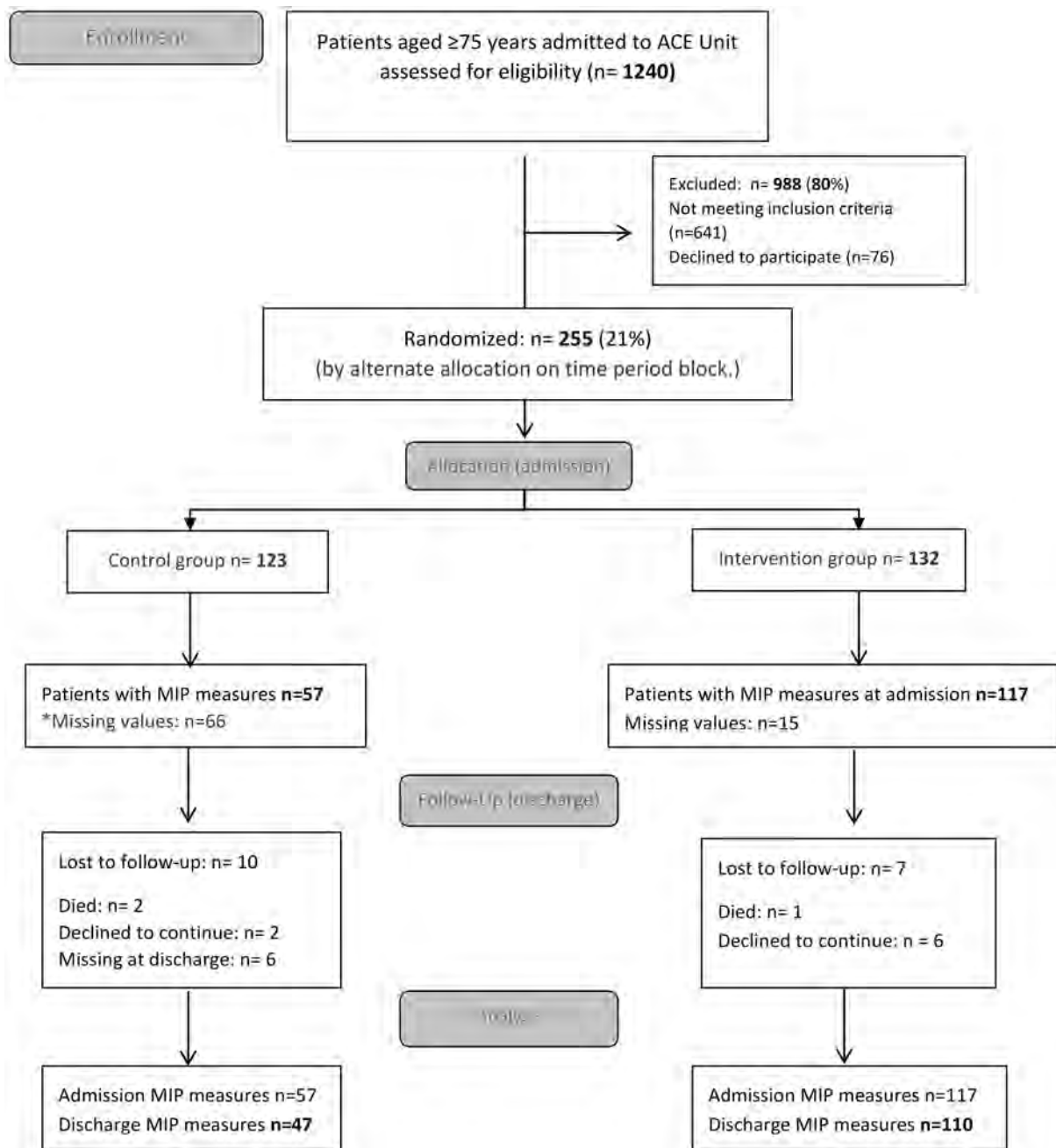


Fig. 1 Flow diagram. *ACE* acute care of elders, *MIP* maximal inspiratory pressure (cm H₂O). *Missing values at admission in the control group correspond to technical problems that prevented the measurement of MIP in the first randomization block

We assessed the effect of the intervention by analyzing changes from admission to discharge in MIP values with unadjusted and adjusted models by age, body mass index, Charlson index, number of previous falls in the last year and physical function at admission (Barthel index, independent ambulation score and SPPB score). In women, mean MIP was higher at discharge than at admission ($P=0.003$) and was the only variable that reached expected reference

levels at discharge (IG measured MIP 39.2 (32.7–45.7) vs predicted MIP 45 (43.3–46.7) cmH₂O, $P=0.883$, Table 2), indicating the recovery of inspiratory capacity at discharge to values in the healthy population. Notably, when analyzing separately the patients with or without IMW at admission, only women with IMW showed a significant improvement at discharge ($P=0.007$, Table 2). However, there were no significant differences between the CG and IG as independent

Table 1 Main characteristics by sex and group

Variables	Total sample			Women			Men		
	CG (<i>n</i> =57)	IG (<i>n</i> =117)	<i>P</i> value	CG (<i>n</i> =34)	IG (<i>n</i> =49)	<i>P</i> value	CG (<i>n</i> =23)	IG (<i>n</i> =68)	<i>P</i> value
Women <i>n</i> (%)	34 (41)	49 (59)	0.028						
Age (mean ± SD), years	86.9 ± .6	87.1 ± .4	0.82	87.1 ± 5	85.9 ± 4.7	0.278	86.7 ± 4.3	87.9 ± 4.1	0.217
BMI mean ± SD	20.2 ± 3.5	21.2 ± 2.7	0.06	19.8 ± 3.7	21.3 ± 3.6	0.063	21.1 ± 2.9	21.2 ± 2.7	0.859
Comorbidity (Charlson Index) mean ± SD	2.9 ± 1.9	3.6 ± 2.8	0.12	3.3 ± 2	2.5 ± 2.1	0.082	2.4 ± 1.6	4.4 ± 2.9	0.004
Comorbidity (Charlson Index ≥ 3) <i>n</i> (%)	32 (57)	69 (59)	0.819	23 (68)	21 (43)	0.026	29 (50)	48 (71)	0.012
Heart failure	33 (59)	63 (54)	0.52	23 (67)	20 (49)	0.184	10 (45)	37 (54)	0.465
Diabetes	17 (30)	44 (37)	0.35	8 (23)	20 (38)	0.101	9 (41)	24 (35)	0.635
Chronic renal disease	16 (31)	36 (31)	0.76	13 (38)	10 (20)	0.074	3 (14)	26 (38)	0.032
Chronic respiratory disease	11 (20)	39 (33)	0.06	16 (17)	13 (26)	0.343	5 (23)	26 (38)	0.183
Coronary disease	12 (21)	22 (19)	0.68	7 (21)	3 (6)	0.046	5 (23)	19 (28)	0.631
Stroke	8 (14)	24 (20)	0.32	5 (15)	5 (10)	0.536	3 (14)	19 (28)	0.175
Dementia	19 (16)	15 (13)	0.56	6 (18)	7 (14)	0.679	3 (14)	8 (12)	0.816
Geriatric syndromes									
Frailty index, mean ± SD ^a	3.3 ± 1.2	3.01 ± 1.2	0.182	3.3 ± 1.2	3.2 ± 1.3	0.001	3.2 ± 1.1	2.9 ± 1.2	0.281
Frailty phenotype <i>n</i> (%) ^a	34 (71)	62 (60)	0.20	20 (69)	26 (60)	0.461	14 (74)	36 (60)	0.281
Depression	18 (33)	31 (27)	0.43	13 (39)	18 (37)	0.808	5 (23)	13 (20)	0.760
Previous falls (last yr.) ^b	20 (36)	32 (27)	0.23	10 (30)	19 (39)	0.431	10 (45)	13 (19)	0.014
Pressure ulcer	1 (2)	3 (3)	0.76	0 (0)	2 (4)	0.240	1 (4)	1 (1)	0.395
Polypharmacy (≥ 7) <i>n</i> (%)	43 (77)	91 (78)	0.88	25 (73)	37 (75)	0.838	18 (82)	54 (79)	0.806
Main admission diagnosis <i>n</i> (%)			0.20			0.255			0.236
Cardiovascular	13 (24)	27 (23)		10 (31)	16 (33)		3 (14)	11 (17)	
Infectious	5 (9)	23 (20)		3 (9)	9 (18)		2 (9)	14 (21)	
Digestive	6 (11)	19 (16)		3 (9)	9 (18)		3 (14)	10 (15)	
Blood/myeloproliferative syndrome	9 (17)	10 (8)		5 (17)	5 (10)		4 (19)	5 (8)	
Respiratory	3 (6)	15 (13)		1 (3)	5 (10)		2 (9)	10 (15)	
Barthel index at baseline, mean ± SD	83.6 ± 15.4	82.1 ± 19.2	0.60	80.1 ± 16.3	79.1 ± 18.3	0.804	88.7 ± 12.6	84.1 ± 19.8	0.310
FAC at baseline, mean ± SD	3.7 ± 0.7	3.1 ± 0.7	0.44	3.6 ± 0.7	3.5 ± 0.8	0.678	3.8 ± 0.3	3.6 ± 0.7	0.208
Barthel index at admission, mean ± SD	61.9 ± 19.8	60 ± 24.3	0.17	56.2 ± 18	61.5 ± 22.1	0.624	65.9 ± 22	71.1 ± 25.3	0.389
FAC at admission, mean ± SD	2.9 ± 1.1	3.1 ± 1	0.29	2.7 ± 1	3.0 ± 0.9	0.173	3.2 ± 1.0	3.1 ± 1	0.803
SPPB score at admission, mean ± SD	3.4 ± 2.1	3.9 ± 2.6	0.16	3.1 ± 1.9	3.7 ± 2.2	0.186	3.9 ± 2.2	4.2 ± 2.7	0.753
Length of stay, mean ± SD (days)	6.5 ± 4.4	7.4 ± 6.5	0.8	6.5 ± 4.2	6.6 ± 4.5	0.977	6.6 ± 5	8.1 ± 7.6	0.441

SD standard deviation, BMI body mass index, FAC functional ambulatory classification (independent ambulation was considered in event of a FAC 4 or 5) [42], SPPB Short Physical Performance Battery [43]. Significant differences between groups ($p < 0.05$) are in bold. Baseline data correspond to two weeks before admission, as assessed by retrospective interview. BMI: women, $n = 58/50$; men, $n = 44/69$; Frailty index: women, $n = 52/49$; men $n = 41/65$; SPPB index: women, $n = 28/50$; men $n = 41/61$, GC/GI, respectively. ^aFrailty phenotype was defined as having at least 3 out of 5 Fried criteria [39]. ^bPrevious falls (At least one fall in the previous year)

factors or in combined interaction with time or when segmented by IMW ($P > 0.05$, Table 2).

In men, we observed a trend toward a higher MIP at discharge ($P = 0.072$), particularly for patients with IMW ($P = 0.087$), but there were no significant differences between CG and IG as single factors, or if the interaction

between time and intervention was considered. The baseline diagnosis of IMW in men had no significant effect (Table 2). To assess a possible bias in these results due to the sample size differences between groups, an “automatic cases–control matching” sensitivity analysis was carried out in a sample of 45 patients, with age and sex been the

Table 2 Inspiratory muscle strength and effects of intervention

	Control Group				Intervention Group				Unadjusted model ^c (<i>P</i> value)			Adjusted model ^c (<i>P</i> value)		
	Admission		Discharge		Admission		Discharge		Time effect ^d	Group effect	Time*group effect	Time effect	Group effect	Time*group effect
	MIP	95% CI	MIP	95% CI	MIP	95% CI	MIP	95% CI						
Women														
Measured MIP, mean	27.0	(21.4–32.5)	30.4	(24.4–36.4)	32.4	(26.3–38.5)	39.2	(32.7–45.7)	0.001	0.176	0.200	0.003	0.182	0.427
Predicted MIP ^a , mean	43.2 [‡]	(41.8–44.7)	43.3 [‡]	(41.8–44.8)	45.3 [‡]	(43.6–47.0)	45	(43.3–46.7)	–	–	–	–	–	–
% IMW (n)	82% (28)		79% (23)		76% (37)		66% (31)		–	–	–	–	–	–
Patients with or without IMW ^b :														
Baseline IMW, MIP mean	21.5	(18.0–28.1)	24.7	(18.5–30.8)	20.6	(16.5–24.7)	28.6	(23.7–33.6)	0.001	0.632	0.138	0.007	0.736	0.171
No Baseline IMW, MIP mean	47.9	(37.3–58.4)	49	(35.0–63.0)	58.7	(51.5–65.9)	60.6	(51.0–70.2)	0.471	0.119	0.862	0.082	0.101	0.719
Men														
Measured MIP, mean	35.3	(27.3–43.3)	35.7	(23.6–47.7)	38.0	(33.2–43.0)	42.5	(37.8–47.4)	0.118	0.351	0.748	0.072	0.501	0.443
Predicted MIP ^a , mean	63.7 [‡]	(61.6–65.8)	63.2 [‡]	(60.7–65.8)	61.2 [‡]	(59.6–62.7)	60.7 [‡]	(59.2–62.3)	–	–	–	–	–	–
% IMW (n)	70% (16)		67% (12)		62% (42)		55% (35)		–	–	–	–	–	–
Patients with or without IMW ^b :														
Baseline IMW, MIP mean	25.0	(19.6–30.4)	26.1	(18.0–34.2)	25.8	(22.7–28.9)	30.7	(26.0–35.5)	0.103	0.446	0.294	0.087	0.831	0.778
No Baseline IMW, MIP mean	56.0	(43.7–68.3)	64.8	(50.0–79.5)	58.8	(53.3–64.4)	57.3	(50.6–63.9)	0.332	0.712	0.169	0.956	0.461	0.264

^aPredicted MIP values according to Enright et al. [16]^bIMW: Inspiratory muscle weakness in women (MIP < 38 cmH₂O) and men (MIP < 42 cmH₂O) according to Rodrigues et al. [17]^cMixed ANOVA including repeated measurements results: unadjusted model (analysis carried out without covariates) and covariate-adjusted model (age, body mass index, Charlson index, number of previous falls in the last year, and physical function at admission (including Barthel index, independent ambulation score and SPPB score))^dGroup effect: comparing CG vs IG; Time effect: comparing at discharge MIP (post-intervention) vs baseline MIP (before intervention); Group*Time effect: comparing interaction effect between both factors. Women: Baseline measured MIP (34/49); predicted MIP (60/51); at discharge measured MIP (29/47), predicted MIP (53/50). Men: Baseline measured MIP (23/68), predicted MIP (44/70); at discharge: measured MIP (18/64), predicted MIP (34/65). [‡] Measured MIP value compared with predicted MIP; *P* < 0.05

variables to match. As shown in SI Methods Table 2, the results obtained in this sub-analysis were like those of the full sample (SI Table 2). In women, the mean MIP was higher at discharge than at admission, but not in men. There were no significant differences between CG and IG as single factors, or if the interaction between time and intervention was considered for both sexes.

A deeper analysis of the evolution of MIP at discharge with respect to baseline MIP confirmed the overall positive correlation for both sexes irrespective of the intervention (Women, CG: $r=0.808$; $P<0.001$, IG: $r=0.874$; $P<0.001$. Men, CG: $r=0.911$; $P<0.001$, IG: $r=0.768$; $P<0.001$) (Fig. 2A). Moreover, in individual analysis, the improvement in MIP, determined as the ratio between MIP at discharge/baseline, was independent of the baseline MIP and the intervention, and for both sexes for those patients showing no IMW (Fig. 2B). Strikingly, patients with IMW in the IG but not in CG showed higher relative MIP improvement with worse baseline MIP, both for women ($r=-0.508$; $P=0.0042$) and men ($r=-0.352$; $P=0.038$) (Fig. 2B). Thus, the training during hospitalization had a positive clinical effect on patients with IMW at admission.

Discussion

The present study is part of an RCT of hospitalized elderly patients with acute disease undergoing a multicomponent exercise program that includes IMT. We found that patients in our cohort had impaired inspiratory muscle strength at admission, lower MIP values than expected, and a high prevalence of IMW. We also found that despite the short duration of the intervention, the in-hospital multicomponent exercise program with IMT produced a measurable benefit in those participants with IMW upon admission.

Our patients showed low baseline inspiratory muscle strength, with baseline MIP values much lower than those of age-matched (1) healthy older adults [16, 18, 20, 44]; (2) institutionalized older women with functional impairment [31] or sarcopenia [30]; (3) institutionalized women [45]; (4) and frail [12] and sarcopenic community-dwelling individuals [46]. Low MIP values indicate inspiratory muscle impairment that can be due to age [12, 29], comorbidity, acute illness, and hospitalization [7], among other causes [15]. Moreover, several geriatric conditions such as sarcopenia and frailty have been described as risk factors that weaken respiratory muscle strength [13, 46].

There is no consensus on the threshold values of MPI that define IMW in persons over the age of 75 years [14–18, 20]. In 2017, Rodrigues et al. published a meta-analysis comparing the most used criteria and provided the most up-to-date cut-off thresholds to determine IMW [17]. Using these criteria, we found that more than 65% of the patients in our

cohort had IMW at admission. This figure is very similar to that described for acute heart failure inpatients, which was close to 70% [47]. Importantly, IMW was associated with worse functional capacity in elderly acutely hospitalized patients [26, 47].

In our study, IMT was included in a multicomponent exercise program during hospitalization. IMT has proven to be beneficial (both physically and in quality of life [23, 32, 35]) in different elderly populations [21, 30, 31, 33, 35]. In most studies, IMT interventions require not only a progressive workload increase, but also a length of at least four weeks in order to be effective [23, 35]. In our study, due to the length of hospital stay was too short, the IMT intervention could not last as much time. Therefore, and as pointed out in other studies [23, 26, 35], we support the idea that at least two 40-min sessions per day would be necessary for intervention programs of short duration, such as those carried out during hospitalization stays due to for acute illness. In a previous study, we observed considerable variability in the response to exercise in interventions performed in very elderly hospitalized patients, where not all of them benefited to the same degree, with differences according to the degree of functional disability at admission [48]. In addition, in some ACE units (including ours), standard care includes protocols for the prevention of delirium and functional deterioration, which includes educational measures and specific actions in seven risk areas (orientation, sensory impairment, sleep, mobilization, hydration, nutrition, and drug use) [49]. Thus, patients are actively encouraged to be more active, not to remain bedridden, to walk and to move around to perform all the activities they need to do. Accordingly, patients in the CG arm showed more activity than routine hospitalized patients. This might explain why all patients improved their MIP at discharge irrespective of their assigned group.

A detailed analysis revealed that the MIP improvement at discharge was proportional to the MIP level of the patients at admission. For most patients, there were no differences in the relative improvement in MIP regardless of the group. However, the results of the intervention showed that patients with IMW on admission had greater MIP improvement with lower MIP at admission. This specific benefit was not observed in patients in the CG. This observation is especially relevant, as it allows us to identify those patients who would benefit most from IMT during hospitalization. Thus, those patients whose inspiratory muscles are in poorer condition at admission are those who have a greater possibility of improvement with such a short- and low-intensity program. Other studies also point in this direction, as it has already been described how patients with a worse functional status upon hospital admission are more likely to positively respond to an exercise program [48, 50]. Indeed, several authors comment on the benefits of individualized interventions, according to the specific characteristics of each

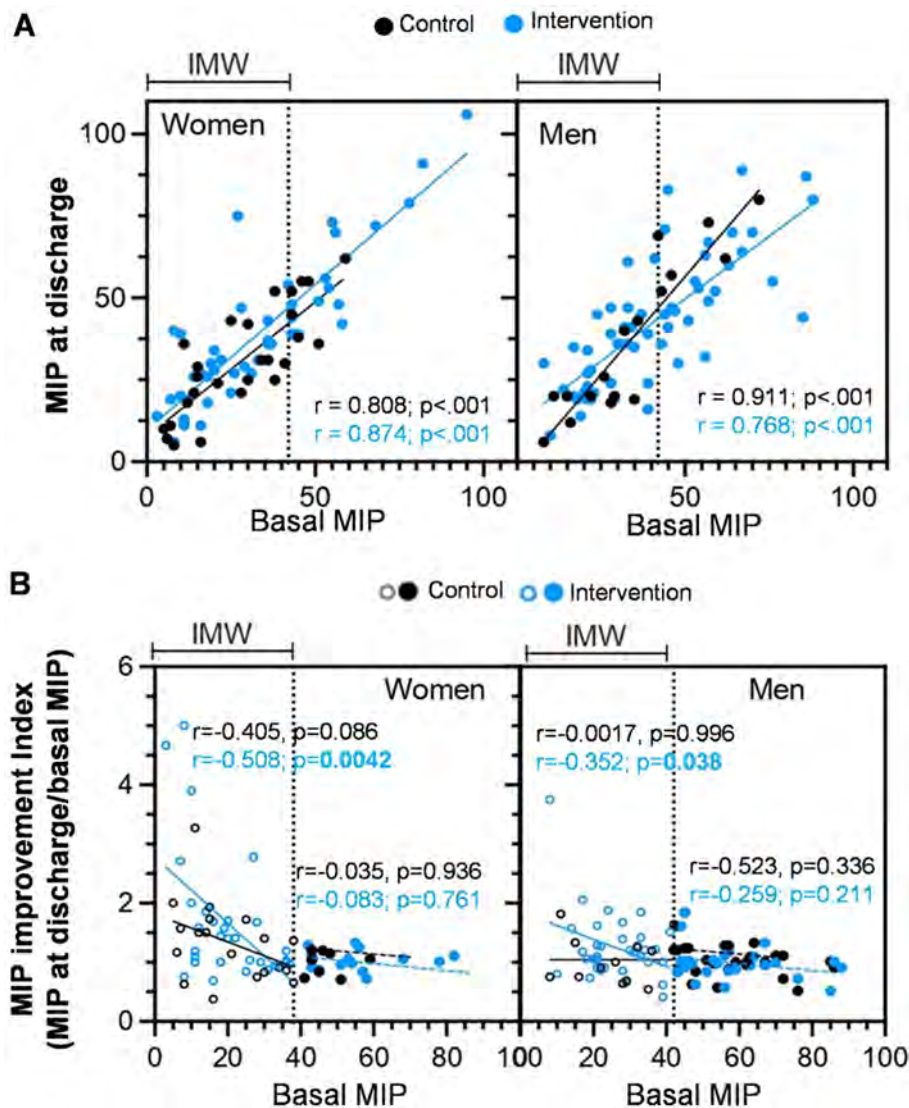


Fig. 2 (A) Association between baseline and discharge MIP values. Baseline MIP was positively correlated with MIP at discharge in both groups and sexes (Regression lines: Women: CG: $R^2=0.654$ $y=7.66+0.82x$; IG: $R^2=0.763$ $y=9.63+0.89x$; Men: CG: $R^2=0.818$ $y=11.61+0.76x$; IG: $R^2=0.590$ $y=3.37+1.2x$). (B) Association between baseline MIP and MIP improvement index. Only slope of intervention groups in patients with IMW, both women and men, were significant ($P<0.05$). Regression lines: Women IMW: CG: $R^2=0.164$ $y=-0.02343x+1.812$, IG: $R^2=0.2581$ $y=-0.05569x+2.777$; Without IMW: CG:

$R^2=0.001167$ $y=0.001203x+0.9347$; IG: $R^2=0.006856$ $y=0.8687E-003x+0.9898$. Men IMW: CG: $R^2=2.90E-06$ $y=-6.502E-005x+1.045$, IG: $R^2=0.1241$ $y=-0.02304x+1.850$; without IMW: CG: $R^2=0.273$ $y=-0.005225x+1.452$; IG: $R^2=6.73E-02$ $y=-0.005882x+1.330$. CG: $n=27$; IG: $n=46$. CG: $n=17$; IG: $n=60$. The dotted line indicates the cut-off point of 38 cmH₂O for women and 42 cmH₂O for men, where values below that cut-off were considered IMW [17]. IMW inspiratory muscle weakness, MIP Maximal inspiratory pressure (cmH₂O). r =Pearson's correlation coefficient

patient, especially in those with worse functionality [51] and regardless of their initial degree of IMW [50].

Several limitations of our study should be considered. First, we were unable to perform MIP measurements in all included patients. The reasons were diverse and included, but were not limited to, organizational problems, and notably, the COVID-19 pandemic. Second, male groups differed

in the prevalence of some conditions such as frailty phenotype at admission, which might have potentially biased the study outcomes; however, the main analyses were adjusted for these covariates, and the results did not change. Third, the CG had a lower sample size. Fourth, as in other multi-component interventions, it is very difficult to distinguish the partial contribution of the different training components.

However, since the IMT is specifically designed to challenge the inspiratory muscles, we consider that IMT might have been the most relevant component for MIP improvement over the other training components. Finally, it seems necessary to design a definitive RCT to test IMT with sample size calculations to have sufficient statistical power for the inspiratory muscle variable, as the present study is a sub-study of an RCT focused on preventing functional disability during hospitalization.

Our work has some strengths that should be highlighted. To the best of our knowledge, this is the first study to evaluate inspiratory strength and the effect of IMT in acute hospitalized oldest-old patients. It is worth mentioning that working with oldest-old, frail, comorbid, hospitalized patients is challenging, especially with respect to including them in a training program during acute disease. All patients were able to perform IMT during the exercise, even those with cardiorespiratory pathology, weakness or even if they were unable to walk at that moment. Therefore, IMT should be recommended in this group of patients.

In summary, impairment of the inspiratory muscles is very prevalent in hospitalized oldest-old patients. Multi-component exercise training including IMT in hospitalized oldest-old patients was overall effective in those patients with baseline IMW, even during short-stay hospitalization. Specific RCTs are needed to corroborate these data.

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1007/s41999-023-00865-z>.

Acknowledgements We thank the geriatric ward staff for their valuable help and their contribution to our results, especially the following professionals: J. Ortiz, MT. Vidán, E. Santana, I. Ariza, FJ. Gómez-Olano, JP. Vasquez, S. González, P. Lavandera, A. Grau, P. Aldama, R. Valdovinos, G. Hernández, J. Ballesteros, J. Lozano, JM. García de Viguera, G. Fajardo and A. Paredes. We also thank the participants and their families.

Author contributions All authors meet the criteria for authorship stated in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. Study concept and design: TZL, JASR, JMC. Acquisition of data: TZL, CCP, VRE. Analysis and interpretation of data: TZL, JASR, JMC. Drafting of the manuscript: TZL, JASR, JMC. Critical revision of the manuscript for important intellectual content: TZL, JASR, JMC.

Funding The research reported in this study was supported by the following grants: Instituto de la Salud Carlos III (PI17/02021), CIBERFES, Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). The work of JMC is supported by a contract granted by Biomedical Research Networking Center on Frailty and Healthy Aging (CIBERFES, Spain).

Data availability The data that support the findings of this study are available from the corresponding author.

Declarations

Conflict of interests The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Ethical approval The Ethics Committee of the “Fundación para la Investigación Biomédica” from the “Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid” approved the study (No. 07/2018). All the data were analyzed anonymously, and clinical investigations have been conducted according to the principles expressed in the Declaration of Helsinki.

Informed consent Written informed consent for participation was obtained from all patients/relatives.

Role of sponsors The sponsors were not involved in the design of this study, the data analysis, or the preparation of the manuscript.

Financial/nonfinancial disclosures The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

References

1. Covinski KE, Palmer R, Fortinski R, Counsell S, Stewart A, Kresevic D (2003) Loss of independence in activities of daily living in older adults hospitalized with medical illnesses: increased vulnerability with age. *JAGS* 51:451–458
2. Fortinsky RH, Covinsky KE, Palmer RM, Landefeld CS (1999) Effects of functional status changes before and during hospitalization on nursing home admission of older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 54(10):M521–526
3. Gill TM, Allore HG, Holford TR, Guo Z (2004) Hospitalization, restricted activity, and the development of disability among older persons. *JAMA* 292(17):2115–2124
4. Inouye S, Wagner S, Acampora D, Horwitz D, Cooney LJ, Hurst L (1993) A predictive index for functional decline in hospitalized elderly medical patients. *J Gen Intern Med* 8:645–652
5. Brown CJ, Redden DT, Flood KL, Allman RM (2009) The underrecognized epidemic of low mobility during hospitalization of older adults. *J Am Geriatr Soc* 57(9):1660–1665
6. Van Ancum JM, Scheerman K, Jonkman NH et al (2017) Change in muscle strength and muscle mass in older hospitalized patients: a systematic review and meta-analysis. *Exp Gerontol* 92:34–41
7. Bachmann S, Finger C, Huss A, Egger M, Stuck AE, Clough-Gorr KM (2010) Inpatient rehabilitation specifically designed for geriatric patients: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 340:1718–1718
8. Martinez-Velilla N, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F et al (2019) Effect of exercise intervention on functional decline in very elderly patients during acute hospitalization: a randomized clinical trial. *JAMA Intern Med* 179(1):28–36
9. Ortiz-Alonso J, Bustamante-Ara N, Valenzuela PL et al (2020) Effect of a simple exercise program on hospitalization-associated disability in older patients: a randomized controlled trial. *J Am Med Dir Assoc* 21(4):531–537.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.11.027>
10. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP (1999) Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur Respir J* 13(1):197–205
11. Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Leurgans S, Shah RC, Bennett DA (2008) Respiratory muscle strength predicts decline in mobility in older persons. *Neuroepidemiology* 31(3):174–180
12. Pegorari MS, Ruas G, Patrizzi LJ (2013) Relationship between frailty and respiratory function in the community-dwelling elderly. *Braz J Phys Ther* 17(1):9–16

13. Vidal MB, Pegorari MS, Santos EC, Matos AP, Pinto A, Ohara DG (2020) Respiratory muscle strength for discriminating frailty in community-dwelling elderly: a cross-sectional study. *Arch Gerontol Geriatr* 89:104082
14. American Thoracic Society/European Respiratory S (2002) ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med* 166(4):518–624
15. Laveneziana P, Albuquerque A, Aliverti A et al (2019) ERS statement on respiratory muscle testing at rest and during exercise. *Eur Respir J* 53:6
16. Enright PL, Adams AB, Boyle PJ, Sherrill DL (1995) Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85-year-old women and men. *Chest* 108(3):663–669
17. Rodrigues A, Da Silva ML, Berton DC et al (2017) Maximal inspiratory pressure: does the choice of reference values actually matter? *Chest* 152(1):32–39
18. Schlauser Pessoa IM, Franco Parreira V, Fregonezi GA, Sheel AW, Chung F, Reid WD (2014) Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Can Respir J* 21(1):43–50
19. Black LF, Hyatt RE (1969) Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 99(5):696–702
20. Evans JA, Whitelaw WA (2009) The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respir Care* 54(10):1348–1359
21. Dall'Ago P, Chiappa GR, Guths H, Stein R, Ribeiro JP (2006) Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am Coll Cardiol* 47(4):757–763
22. Huang CH, Yang GG, Wu YT, Lee CW (2011) Comparison of inspiratory muscle strength training effects between older subjects with and without chronic obstructive pulmonary disease. *J Formos Med Assoc* 110(8):518–526. [https://doi.org/10.1016/S0929-6646\(11\)60078-8](https://doi.org/10.1016/S0929-6646(11)60078-8)
23. Seixas MB, Almeida LB, Trevizan PF et al (2020) Effects of inspiratory muscle training in older adults. *Respir Care* 65(4):535–544
24. Hill K, Jenkins SC, Philippe DL et al (2006) High-intensity inspiratory muscle training in COPD. *Eur Respir J* 27(6):1119–1128
25. Hill K, Jenkins SC, Hillman DR, Eastwood PR (2004) Dyspnoea in COPD: can inspiratory muscle training help? *Aust J Physiother* 50(3):169–180
26. Kendall F, Oliveira J, Peleteiro B, Pinho P, Bastos PT (2018) Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disabil Rehabil* 40(8):864–882
27. Nepomuceno BRV Jr, Barreto MS, Almeida NC, Guerreiro CF, Xavier-Souza E, Neto MG (2017) Safety and efficacy of inspiratory muscle training for preventing adverse outcomes in patients at risk of prolonged hospitalisation. *Trials* 18(1):626
28. Sanchez Riera H, Montemayor Rubio T, Ortega Ruiz F et al (2001) Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. *Chest* 120(3):748–756
29. Watsford M, Murphy A (2008) The effects of respiratory-muscle training on exercise in older women. *J Aging Phys Act* 16(3):245–260
30. Cebria IIMA, Balasch-Bernat M, Tortosa-Chulia MA, Balasch-Parisi S (2018) Effects of resistance training of peripheral muscles versus respiratory muscles in older adults with sarcopenia who are institutionalized: a randomized controlled trial. *J Aging Phys Act* 26(4):637–646
31. Cebria IIMD, Arnall DA, Igual Camacho C, Tomas JM, Melendez JC (2013) Physiotherapy intervention for preventing the respiratory muscle deterioration in institutionalized older women with functional impairment. *Arch Bronconeumol* 49(1):1–9
32. Souza H, Rocha T, Pessoa M et al (2014) Effects of inspiratory muscle training in elderly women on respiratory muscle strength, diaphragm thickness and mobility. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 69(12):1545–1553
33. Ferraro FV, Gavin JP, Wainwright TW, McConnell AK (2022) Association between inspiratory muscle function and balance ability in older people: a pooled data analysis before and after inspiratory muscle training. *J Aging Phys Act* 30(3):421–433
34. Rodrigues GD, Gurgel JL, Goncalves TR, da Silva Soares (2018) Inspiratory muscle training improves physical performance and cardiac autonomic modulation in older women. *Eur J Appl Physiol* 118(6):1143–1152
35. Manifold J, Winnard A, Hume E et al (2021) Inspiratory muscle training for improving inspiratory muscle strength and functional capacity in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 50(3):716–724
36. Altman DG, Schulz KF, Moher D et al (2001) The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med* 134(8):663–694
37. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE (1999) Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res* 32(6):719–727
38. Charlson M, Szatrowski TP, Peterson J, Gold J (1994) Validation of a combined comorbidity index. *J Clin Epidemiol* 47(11):1245–1251
39. Fried LP, Tangen CM, Walston J et al (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56(3):M146–156
40. Kurczewska-Michalak M, Lewek P, Jankowska-Polanska B et al (2021) Polypharmacy management in the older adults: a scoping review of available interventions. *Front Pharmacol* 12:734045
41. Mahoney FI, Barthel DW (1965) Functional evaluation: the barthel index. *Md State Med J* 14:61–65
42. Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L (1984) Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Phys Ther* 64(1):35–40
43. Guralnik JM, Winograd CH (1994) Physical performance measures in the assessment of older persons. *Aging (Milano)* 6(5):303–305
44. Kim SH, Shin MJ, Lee JM, Huh S, Shin YB (2022) Effects of a new respiratory muscle training device in community-dwelling elderly men: an open-label, randomized, non-inferiority trial. *BMC Geriatr* 22(1):155
45. Martin-Sanchez C, Barbero-Iglesias FJ, Amor-Esteban V, Martin-Nogueras AM (2021) Comparison between two inspiratory muscle training protocols, low loads versus high loads, in institutionalized elderly women: a double-blind randomized controlled trial. *Gerontology* 67(1):1–8
46. Morisawa T, Kunieda Y, Koyama S et al (2021) The relationship between sarcopenia and respiratory muscle weakness in community-dwelling older adults. *Int J Environ Res Public Health* 18(24):13257. <https://doi.org/10.3390/ijerph182413257>
47. Giua R, Pedone C, Scarlata S et al (2014) Relationship between respiratory muscle strength and physical performance in elderly hospitalized patients. *Rejuvenation Res* 17(4):366–371
48. Valenzuela PL, Ortiz-Alonso J, Bustamante-Ara N et al (2020) Individual responsiveness to physical exercise intervention in acutely hospitalized older adults. *J Clin Med* 9:3
49. Vidan MT, Sanchez E, Alonso M, Montero B, Ortiz J, Serra JA (2009) An intervention integrated into daily clinical practice reduces the incidence of delirium during hospitalization in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 57(11):2029–2036

50. Basso-Vanelli RP, Di Lorenzo VA, Labadessa IG et al (2016) Effects of inspiratory muscle training and calisthenics-and-breathing exercises in COPD with and without respiratory muscle weakness. *Respir Care* 61(1):50–60
51. Saez de Asteasu ML, Martinez-Velilla N, Zambom-Ferraresi F et al (2019) Inter-individual variability in response to exercise intervention or usual care in hospitalized older adults. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 10(6):1266–1275

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Springer Nature or its licensor (e.g. a society or other partner) holds exclusive rights to this article under a publishing agreement with the author(s) or other rightsholder(s); author self-archiving of the accepted manuscript version of this article is solely governed by the terms of such publishing agreement and applicable law.

15.8. Artículo 2:

Carrasco Paniagua C, Mayordomo Cava J, **Zarralanga Lasobras T**, González Chávez S, Ortiz Alonso J, Serra Rexach JA. Functional recovery at discharge and at three months after a multicomponent physical exercise intervention in elderly subjects hospitalized in an Acute Geriatric Unit]. *Rev Esp Geriatr Gerontol*. 2022 May-Jun; 57(3):156-160. doi: 10.1016/j.regg.2022.01.007. PMID: 35272871



ORIGINAL

Recuperación funcional al alta y a tres meses tras una intervención multicomponente de ejercicio físico en ancianos hospitalizados en una unidad de agudos de geriatría



Cristina Carrasco Paniagua^{a,*}, Jennifer Mayordomo Cava^{a,b,c}, Teresa Zarralanga Lasobras^b, Sofía González Chávez^a, Javier Ortiz Alonso^{a,b,d} y José Antonio Serra Rexach^{a,b,c,d}

^a Servicio de Geriátría, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España

^b Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón, Madrid, España

^c Centro de Investigación Biomédica en Red sobre Fragilidad y Envejecimiento Saludable, CIBERFES, Madrid, España

^d Facultad de Medicina, Universidad Complutense, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 22 de noviembre de 2021

Aceptado el 8 de enero de 2022

On-line el 7 de marzo de 2022

Palabras clave:

Actividades de la vida diaria

Deterioro funcional

Discapacidad

Ejercicio físico

Geriátría

Intervención hospitalaria

RESUMEN

Introducción: La hospitalización en ancianos, aún en estancias cortas, se asocia frecuentemente a un deterioro funcional. La evolución de este deterioro una vez revertida la enfermedad aguda que generó la hospitalización es muy variable, observándose que más de la mitad de los pacientes mantiene la discapacidad adquirida incluso un año después del ingreso. Dicha discapacidad se asocia con un mayor riesgo de institucionalización y muerte al alta y a los 30 días. Diversos estudios han demostrado que los programas interdisciplinarios de ejercicio físico tienen el potencial de mejorar el estado funcional al alta y además pueden conseguir un descenso de la tasa de mortalidad, de la estancia media y una menor tasa de institucionalización.

Diseño y objetivos: El objetivo de este estudio es evaluar la efectividad de un programa de ejercicios y educación sanitaria en la prevención del deterioro funcional durante la hospitalización y a los tres meses en mayores de 74 años, mediante un ensayo clínico aleatorizado en la Unidad de Agudos de Geriátría del Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Se excluyeron pacientes con un Barthel basal (15 días antes del ingreso) menor a 20, con deterioro cognitivo severo o incapaces de caminar. La intervención consistió en un programa de ejercicio físico (sentadillas, equilibrio, estimulación de la marcha, bandas elásticas y entrenamiento de la musculatura inspiratoria) y educación sanitaria. El grupo control recibe el cuidado habitual.

© 2022 SEGG. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Functional recovery at discharge and at three months after a multicomponent physical exercise intervention in elderly subjects hospitalized in an Acute Geriatric Unit

ABSTRACT

Introduction: Hospitalization in the elderly, even in short stays, is associated with functional impairment. Once the acute illness is reversed, the evolution of this hospital-generated impairment can be variable, and a year after hospitalization more than half of the elderly patients remain impaired. This impairment is associated with a higher risk of institutionalization, of mortality at discharge and of 30-day mortality. Previous studies have shown how interdisciplinary physical exercise programs can improve functionality at discharge and decrease mortality rate, hospital stay and institutionalization.

Keywords:

Activities of daily living

Functional decline

Disability

Physical exercise

Geriatrics

Hospitalization intervention

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ccarrascop@salud.madrid.org (C. Carrasco Paniagua).

Study design and objectives: In the Acute Geriatric Unit of the Gregorio Marañón University hospital a randomized controlled trial was carried out to assess the effectiveness of an exercise and health education program to prevent functional decline during hospitalization and at three months after discharge in elderly subjects aged 74 years or older. Patients were excluded if at least one of the following exclusion criteria was met: baseline Barthel Index (15-days prior hospitalization) below 20, severe cognitive impairment or inability to walk. The intervention consisted on a physical exercise program (that included squats, balance, gait stimulation, elastic bands, and inspiratory muscle training) and health education program. The control group received usual care.

© 2022 SEGG. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Uno de los factores más importantes que influyen en que el envejecimiento se alcance de manera saludable es la independencia funcional, entendida como la capacidad de realizar independientemente las actividades de la vida diaria¹. A menudo la hospitalización deteriora la capacidad funcional de los ancianos, especialmente de los más frágiles^{2–6}. Según diversos estudios, entre un 40 a 50% de los ancianos hospitalizados sufren deterioro funcional asociado a la hospitalización (DFAH)^{7–9}. La evolución de este deterioro una vez revertida la enfermedad aguda que generó la hospitalización es muy variable, habiéndose detectado que más de la mitad de los pacientes mantiene la discapacidad adquirida tras un año^{10,11}.

Se ha observado que los pacientes que presentan un menor DFAH tienen una menor mortalidad a los tres meses tras el alta comparado con aquellos que sufrieron un mayor deterioro funcional¹².

Los pacientes ancianos hospitalizados pasan una gran parte del tiempo de hospitalización encamados^{13,14}. Si se compara a los pacientes que han tenido una mayor actividad durante la hospitalización, con aquellos con niveles bajos de actividad o reposo en cama, existe en estos últimos una mayor discapacidad¹⁵ y un mayor riesgo de institucionalización y muerte al alta y a los 30 días^{6,16}.

Por lo tanto, prevenir la inactividad durante la hospitalización es la mejor manera de prevenir el DFAH y las consecuencias que éste conlleva.

Diversos metaanálisis y revisiones sistemáticas demuestran que los programas interdisciplinarios, destinados a mejorar la capacidad funcional de los ancianos durante la hospitalización, tienen el potencial de mejorar el estado funcional al alta¹⁷ y además pueden conseguir un descenso de la tasa de mortalidad, de la estancia media y una menor tasa de institucionalización^{18–20}. Asimismo, se ha observado que aquellos que incluyen un programa de seguimiento tras el alta hospitalaria pueden mantener estos efectos por períodos más prologados²⁰.

Al encontrarnos ante programas multidisciplinarios, es difícil determinar cuál es el efecto del ejercicio de manera aislada. Existen muy pocos estudios sobre el efecto del ejercicio separado de los otros componentes de los modelos interdisciplinarios y muestran, además, resultados funcionales contradictorios^{21,22}.

Nuestro grupo ha trabajado en programas de actividad física en ancianos tanto institucionalizados²³ como hospitalizados²⁴. En 2012 diseñamos un Ensayo Clínico Controlado de un Programa de Ejercicio en Ancianos Frágiles Hospitalizados en una Unidad de Agudos de Geriatría²⁴.

En este estudio^{25,26} se incluyeron 268 pacientes, de los cuales un 70% presentaban criterios de fragilidad. La media de edad fue de 88 años. Los pacientes fueron distribuidos de manera aleatoria en un grupo de intervención (GI) y un grupo control (GC). La intervención consistía en un programa de ejercicio diario cuyos elementos clave fueron fortalecimiento de los miembros inferiores mediante sentadillas y caminatas de hasta 10 minutos. La variable resultado principal era el cambio, desde el ingreso al alta hospitalaria y tres meses después del alta, en el estado funcional (medido

por escalas de las actividades básicas de la vida diaria [ABVDs] y de la deambulación). Como resultados se objetivó que los pacientes pertenecientes al GI mejoraban más su estado funcional al alta con respecto a los pacientes del GC. La proporción de pacientes que recuperaban las ABVDs basales a los tres meses fue mejor en el GI, pero sin alcanzar la significación estadística.

Una de las principales limitaciones de nuestro estudio fue que la mediana del número de días que los participantes del GI realizaron ejercicio fue tan solo tres días, lo que puede haber interferido en que no se mantengan en el tiempo los beneficios objetivados al alta.

Dada la importancia pronóstica de la DFAH, consideramos esencial insistir en programas de ejercicio durante la hospitalización. Por ello pretendemos introducir modificaciones al programa original que mejoren este pronóstico y lo mantengan en el tiempo. Dichas modificaciones consisten en asegurar más días de ejercicio durante el ingreso y sesiones de educación sanitaria para que el paciente continúe realizando en su domicilio la actividad aprendida en el hospital una vez dado de alta.

Hipótesis

Un programa de entrenamiento físico y de educación sanitaria en ancianos hospitalizados en una unidad de agudos, mejora la recuperación de la discapacidad asociada a la hospitalización, al alta y este efecto beneficioso se mantiene a los tres meses.

Objetivos del estudio

Objetivo principal

Investigar el efecto de un programa de entrenamiento físico realizado durante la hospitalización consistente en estimulación de la marcha, potenciación muscular de los miembros inferiores y educación sanitaria, sobre la capacidad funcional física de los ancianos, medida por la proporción de pacientes que recuperan el índice de Katz²⁷ basal (previo a la enfermedad aguda) al alta y a los tres meses de la hospitalización.

Objetivos secundarios

Evaluar el efecto de la intervención sobre la recuperación al alta y a los tres meses de la hospitalización, del estado funcional medido por otras escalas de función física (Índice de Barthel²⁸), y deambulación (escala *Functional Ambulation Classification* [FAC]²⁹).

Evaluar el efecto de la intervención sobre el cambio del ingreso al alta en el estado funcional medido por el *Short Physical Performance Battery* (SPPB)³⁰.

Evaluar la consistencia de las diferencias entre la intervención y los cuidados habituales en subgrupos definidos por la edad, fragilidad, presencia de delirio y estado funcional basal.

Evaluar el efecto del ejercicio físico sobre los mecanismos implicados (alimentarios y/o endógenos) en la mejora de la capacidad funcional.

Tabla 1
Criterios de inclusión y exclusión

Criterios inclusión	Criterios exclusión
Mayor de 74 años	Ingreso programado
Firma consentimiento informado	Pacientes trasladados de otro servicio
	Ingreso hospitalario inferior a 48h
	Registro previo en el estudio
	No entiende órdenes o no se comunica
	Demencia severa
	Dependencia grave (Barthel < 20)
	No camina solo (FAC < 2)
	Situación terminal
	Situación médica inestable
	No firma el consentimiento informado

Diseño

Ensayo clínico aleatorizado diseñado acorde a las recomendaciones del *Consolidated Standards of Reporting Trials statement* (CONSORT)³¹.

Sujetos

Pacientes mayores de 74 años ingresados en la Unidad de Agudos del Servicio de Geriátría del Hospital General Universitario Gregorio Marañón de Madrid. Se realiza un cribado inicial en las primeras 72 horas del ingreso. En la [tabla 1](#) se detallan los criterios de inclusión y exclusión.

Aleatorización

Tras firmar el consentimiento informado los sujetos serán asignados aleatoriamente, en bloques de cuatro semanas, al grupo de intervención (GI) o al grupo control (GC). El GI realizará el programa de entrenamiento y de educación sanitaria y el GC recibirá el cuidado hospitalario habitual. Se realizará un seguimiento telefónico a los tres meses del alta para conocer la mortalidad, el número de caídas y la situación funcional. Todos los test (al ingreso y al alta) se realizarán en la misma unidad del Hospital, y por los mismos evaluadores, no implicados en la intervención. El estudio se llevará a cabo siguiendo las Guías Éticas de la Declaración de Helsinki.

Programa de intervención

Los participantes incluidos en el GI recibirán entrenamiento físico y educación sanitaria.

El programa de entrenamiento consiste en ejercicios de potenciación muscular, equilibrio, estimulación de la marcha, y entrenamiento de la musculatura inspiratoria. La duración y la intensidad se ajustarán a la situación clínica y a la disponibilidad de los pacientes. Idealmente, se efectuarán dos sesiones de entrenamiento diarias (una por la mañana y otra por la tarde), con una duración promedio de 30 minutos cada una de ellas, de lunes a viernes.

Cada sesión comenzará y terminará, con un **periodo de calentamiento** y vuelta a la calma de baja intensidad, de unos 3 minutos en ambos casos, en los que se realizarán, ejercicios de movilidad articular y de estiramiento de los principales grupos musculares.

El trabajo de **potenciación muscular** consistirá en un circuito de ejercicios básicamente del tren inferior (1-3 series de 3-10 repeticiones), que se alternarán con otros del tren superior (1-2 series de 3-10 repeticiones). Se realizarán en posición sentada, sobre un asiento de unos 45 cm de altura con reposabrazos, inicialmente con la planta de los pies completamente apoyada sobre el suelo (rodillas en flexión de 90°) y la espalda recta apoyada sobre el respaldo (flexión de cadera de 90°). El circuito completo incluirá:

1. Extensiones alternas de rodillas, en auto-carga o con tobilleras lastradas.
2. Extensiones simultáneas de ambos brazos, con bandas elásticas de diferentes resistencias.
3. «Sentadillas»: partiendo de la posición inicial, tendrán que levantarse del asiento y volverse a sentar.
4. Elevaciones alternas y laterales de los brazos en extensión, hasta llevarlos a la altura de los hombros, sin carga o utilizando mancuernas de diferentes pesos.

El trabajo del **equilibrio** se realizará en bipedestación, elevando una rodilla durante un tiempo, progresando desde 3 hasta 5 segundos. Posteriormente, deberán mantener el equilibrio haciendo el mismo ejercicio con los ojos cerrados y con idéntica progresión de tiempo. Se realizarán tres repeticiones con cada pierna de manera alterna. Para estabilizar al paciente y darle seguridad, se le sujetará por las manos, aunque intentando prestar solamente la ayuda imprescindible.

La **estimulación de la marcha** consistirá en caminar tanto como sea posible, con o sin ayuda, durante 7-8 minutos. Cuando logre caminar durante 8 minutos seguidos, se incrementará la velocidad de desplazamiento, controlando el sobreesfuerzo mediante el «Talk Test»³², asegurando que los participantes son capaces de mantener una conversación sin dificultad para respirar mientras caminan.

Tras una **vuelta a la calma** con estiramientos de los principales grupos musculares, se dedicarán unos 3 minutos a **entrenamiento de la musculatura inspiratoria**, haciendo unas 25 inspiraciones a través de un dispositivo específico (*Powerbreathe® Classic Medium Resistance*) contra un 40% de la presión inspiratoria máxima que se reevaluará para ajustar la carga de trabajo.

La estancia media en nuestra Unidad de Agudos es de unos siete a ocho días, por lo que calculamos que el máximo número de sesiones de ejercicio serán de 10 (cinco días a dos sesiones diarias). Todas las sesiones de entrenamiento serán supervisadas por especialistas en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, que trabajarán de manera individual con cada participante y tomarán registros de todas las actividades (número y duración de las sesiones).

La **educación sanitaria** consistirá en enseñar al paciente y al cuidador cómo realizar los ejercicios para asegurar que los continuarán realizando en casa y previo al alta se dedicará la sesión entera a repasar el programa completo. Básicamente, se repasará el tipo, la frecuencia y la progresión de los ejercicios a realizar; se les explicará cómo realizarlos en el domicilio y se les entregará unas instrucciones escritas personalizadas con ilustraciones sobre los ejercicios. Además, al mes y a los dos meses del alta, el profesional con el que han realizado el entrenamiento les telefonará para insistir en la realización del programa o para aclarar dudas si las hubiera.

Obtención de datos y medida de las variables

Los datos se obtendrán por medio de entrevistas y revisión de la historia médica. Al ingreso se entrevistará a cada paciente, familiar o cuidador y enfermera responsable del paciente. También se entrevistará al paciente y enfermera al alta del hospital y se contactará telefónicamente con el paciente y familiar o cuidador telefónicamente a los tres meses del alta.

La funcionalidad se medirá mediante el índice de Katz²⁷ que mide el número ABVDs que realiza de manera independiente, incluyendo baño, vestido, uso del WC, transferencia de cama a silla, continencia y alimentación. Para cada ABVD, se puntúa 1 si se realiza de manera independiente y 0 si precisa cualquier ayuda de otra persona. El rango es de 0 a 6.

En cuanto a la medida de las variables secundarias se usará el índice de Barthel²⁸, que valora 10 ítems (alimentación, baño, vestido, aseo, deposición, micción, uso del WC, transferencia de cama

a silla, deambulación, y uso de escaleras), con rango entre 0 y 100 con intervalos de 5 puntos. A menor puntuación, más dependencia.

La deambulación se medirá mediante la escala FAC²⁹ que valora la capacidad de marcha en seis niveles: 0 no puede caminar, 1 marcha con gran ayuda física de una persona, 2 precisa ligero contacto físico de una persona, 3 marcha solo, pero necesita supervisión de una persona, 4 marcha independientemente en llano pero no puede salvar escaleras y 5 marcha independientemente en llano y escaleras.

Estas tres escalas (Katz, Barthel y FAC) se mediarán en cuatro momentos: dos semanas antes del ingreso (basal, mediante entrevista al ingreso), al ingreso, al alta y a los tres meses (mediante entrevista telefónica).

Se usará también el *Short Physical Performance Battery* (SPPB)³⁰ que puntúa la capacidad de realizar tres tareas (equilibrio, velocidad de marcha y capacidad de levantarse de una silla) que sumadas dan la puntuación total. El rango es de 0 a 12. Se medirá al ingreso y al alta.

Todas las variables de resultados son controladas por el mismo investigador debidamente entrenado, diferente de las personas que realizan la intervención.

Un investigador que no haya participado en el entrenamiento contactará telefónicamente a los tres meses del alta con el participante o su cuidador (de ambos grupos), para valorar la situación funcional de las ABVDs (índice de Katz, índice de Barthel) y deambulación (FAC).

El resto de las variables se recogerán mediante un cuestionario estándar administrado por personal debidamente entrenado y que incluirá:

- Datos demográficos.
- Variables médicas: causa de hospitalización y gravedad (escala Apache II)³³, comorbilidad (índice de Charlson)³⁴, fármacos, antecedentes de caídas, presencia de síndromes geriátricos (desnutrición, demencia, úlceras por presión, depresión, delirium) diagnosticados con los criterios clínicos y las escalas habitualmente empleadas, y la presencia de fragilidad, utilizando los criterios de Fried³⁵. Índice de masa corporal (IMC), peso en kilos por la talla en metros al cuadrado

Tamaño de la muestra

Calculado estimando la proporción de pacientes que recuperan el índice de Katz basal a los tres meses del alta hospitalaria. En nuestro estudio *Activity in Geriatric acute CARE* (AGECAR)²⁴, en el grupo control un 40% de pacientes recuperaban el índice de Katz basal a los tres meses. Esperamos que con la intervención actual, un 60% recuperen el índice de Katz a los tres meses. Por tanto, con una potencia estadística ($1-\beta$) del 80% y un nivel de significación (α) de 0,05 (dos lados), necesitamos analizar un total de pacientes de 188 y redondeando al «10» más cercano son 190 pacientes. La mortalidad hospitalaria en nuestra unidad es de un 12% aproximadamente, y asumiendo unas pérdidas durante el seguimiento del 20%, necesitaremos incluir 252 pacientes, 126 en grupo de intervención y 126 en el control.

Familiarización y valoración de la fiabilidad (o reproducibilidad)

Antes del inicio del estudio todos los sujetos tendrán unas sesiones de familiarización de unos 30 minutos de duración, consistentes en una explicación del objetivo del estudio y de la realización de todos los test. La fiabilidad (*test-retest*) para cada medida de la variable principal se determinará en una subpoblación de sujetos.

Valoración de efectos secundarios

Los efectos secundarios objetivados o comunicados por el participante, incluyendo dolor muscular, fatiga y dolores inespecíficos, serán recogidos por el personal del estudio. Además, se valorarán las caídas durante el periodo de estudio. Un investigador independiente estará a cargo de revisar todos los registros médicos y de enfermería para detectar cualquier caída.

Participación y adherencia

Los beneficios esperados se explicarán a los participantes del GI para reducir los abandonos y mantener una buena adherencia al programa. La distribución de las sesiones a lo largo del día minimizará la fatiga colaborando en mantener la adherencia. La adherencia a las sesiones de entrenamiento será controlada diariamente con registros específicos, así como los motivos de no realización de alguna de las sesiones

Análisis estadístico

Se compararán los grupos mediante la *t* de Student para variables continuas (o su equivalente no paramétrico mediante el test de Mann Whitney) y la χ^2 para variables categóricas. El efecto del entrenamiento sobre las variables resultados se analizará de acuerdo con el principio de «intención de tratar».

El efecto del entrenamiento sobre la variable resultado principal, la proporción de pacientes que recuperan el índice de Katz a los tres meses se analizará mediante regresión logística univariante y multivariante.

El efecto del entrenamiento sobre la recuperación de otras escalas de estado funcional físico se analizará de forma similar. También se analizará el cambio del ingreso al alta y a los tres meses en el estado funcional. Se clasificará como mejor, si el número de ABVDs que realiza de manera independiente aumenta del ingreso al alta o a los tres meses, y peor si este número disminuye.

Las diferencias entre los grupos se analizarán mediante el test de la χ^2 para tendencia lineal. También se analizará el efecto del entrenamiento sobre estas escalas funcionales, como variables continuas mediante análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas con dos factores (grupo inter-sujetos y tiempo intra-sujetos).

La consistencia de las diferencias entre la intervención y los cuidados habituales en subgrupos definidos por la edad, fragilidad, presencia de delirio y estado funcional basal, se realizará por regresión logística multivariante normal y ordinal.

Limitaciones

Este estudio va a ser realizado en ancianos muy frágiles, por lo que es posible que tengamos alguna dificultad para realizar el programa completo en algunos de ellos. Algunos pacientes del GC tienen un nivel de actividad física mayor que el habitual en otras unidades de hospitalización, debido a la existencia de protocolos preventivos en nuestro Servicio, por lo que podría ser más difícil encontrar diferencias entre grupos. Aunque los observadores que hacen las valoraciones al ingreso, al alta y tres meses no son los mismos que realizan la intervención, no es posible que en un estudio de este tipo puedan ser ciegos a la intervención. Las valoraciones del estado de salud y funcional serán obtenidas en muchos pacientes de los cuidadores y es posible que estas valoraciones no siempre coincidan. Quizás no sea posible la generalización al realizarse en un solo hospital.

Discusión

El DFAH es una afección frecuente entre los adultos mayores hospitalizados^{7–9} con las consecuencias que ello conlleva como son una mayor mortalidad y mayor institucionalización y dependencia^{12,15,16}.

Diversos programas de intervención publicados hasta el momento, destinados a evitar esta DFAH, han demostrado efectividad y seguridad¹⁷, siendo aquellos que incluyen un programa de seguimiento los que han conseguido resultados a más largo plazo²⁰, entre ellos nuestro estudio previo AGEAR²⁴.

En dicho estudio, los beneficios obtenidos parecen desaparecer a las pocas semanas del alta hospitalaria, por lo que hemos decidido «mejorar» el programa previo, aumentando las sesiones de ejercicio físico y añadiendo educación sanitaria.

Con nuestro estudio actual, al asegurar más días de ejercicio durante el ingreso e incluir además un programa de educación sanitaria, pretendemos mejorar los resultados del estudio anterior tanto en la intensidad de la mejoría al alta, como en la duración tras la misma.

Financiación

Este estudio ha sido parcialmente financiado por el Instituto de Salud Carlos III (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, España) (PI12/02852, PI17/02021); por el Centro de Investigación Biomédica en Red Fragilidad y Envejecimiento Saludable (CIBER-FES) y por los Fondos FEDER de la Unión Europea.

Conflicto de intereses

Todos los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Agradecimientos

Agradecemos a todo el equipo del Servicio de Geriátría, tanto auxiliares, enfermeras y médicos, su valiosa ayuda y contribución a nuestro estudio, con una mención especial a las siguientes profesionales: Iván Ariza, Johanna Vázquez, Fernando J. Gómez-Olano, Vicente Romero, Paula Lavandera, Paula Aldama, Ana Grau, Gabriela Rodas, Juan Ballesteros, Rodrigo Valdovinos y Andrea Paredes.

Bibliografía

- Fried TR, Tinetti ME, Iannone L, O'Leary JR, Towle V, Van Ness PH. Health Outcome Prioritization as a Tool for Decision Making Among Older Persons With Multiple Chronic Conditions. *Arch Intern Med*. 2011;171:1856–8.
- Mudge AM, O'Rourke P, Denaro CP. Timing and risk factors for functional changes associated with medical hospitalization in older patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2010;65:866–72.
- Oakland HT, Farber JL. The effect of short, unplanned hospitalizations on older adult functional status. *J Am Geriatr Soc*. 2014;62:788–9.
- Zisberg A, Shadmi E, Gur-Yaish N, Tonkikh O, Sinoff G. Hospital-associated functional decline: the role of hospitalization processes beyond individual risk factors. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63:55–62.
- Gill TM, Gahbauer EA, Han L, Allore HG. The role of intervening hospital admissions on trajectories of disability in the last year of life: prospective cohort study of older people. *BMJ*. 2015;350.
- Zisberg A, Shadmi E, Sinoff G, Gur-Yaish N, Sruulovici E, Admi H. Low mobility during hospitalization and functional decline in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59:266–73.
- Covinsky KE, Pierluissi E, Johnston CB. Hospitalization-associated disability: She was probably able to ambulate, but I'm not sure. *JAMA*. 2011;306:1782–93.
- Gill TM, Allore HG, Holford TR, Guo Z. Hospitalization, restricted activity, and the development of disability among older persons. *JAMA*. 2004;292:2115–24.
- McCusker J, Kakuma R, Abrahamowicz M. Predictors of functional decline in hospitalized elderly patients: a systematic review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2002;57:M569–77.

- Boyd CM, Landefeld CS, Counsell SR, Palmer RM, Fortinsky RH, Kresevic D, et al. Recovery of activities of daily living in older adults after hospitalization for acute medical illness. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56:2171–9.
- Gill TM, Allore HG, Gahbauer EA, Murphy TE. Change in disability after hospitalization or restricted activity in older persons. *JAMA*. 2010;304:1919–28.
- Sleiman I, Rozzini R, Barbisoni P, Morandi A, Ricci A, Giordano A, et al. Functional trajectories during hospitalization: a prognostic sign for elderly patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009;64:659–63.
- Villumsen M, Jorgensen MG, Andreasen J, Rathleff MS, Møgaard CM. Very Low Levels of Physical Activity in Older Patients During Hospitalization at an Acute Geriatric Ward: A Prospective Cohort Study. *J Aging Phys Act*. 2015;23:542–9.
- Pedersen MM, Bodilsen AC, Petersen J, Beyer N, Andersen O, Lawson-Smith L, et al. Twenty-four-hour mobility during acute hospitalization in older medical patients. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68:331–7.
- Karlsen A, Loeb MR, Andersen KB, Joergensen KJ, Scheel FU, Turtumoygard IF, et al. Improved Functional Performance in Geriatric Patients During Hospital Stay. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96:e78–84.
- Brown CJ, Friedkin RJ, Inouye SK. Prevalence and outcomes of low mobility in hospitalized older patients. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52:1263–70.
- Valenzuela PL, Morales JS, Castillo-García A, Mayordomo-Cava J, García-Hermoso A, Izquierdo M, et al. Effects of exercise interventions on the functional status of acutely hospitalised older adults: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2020;61:101076.
- Bachmann S, Finger C, Huss A, Egger M, Stuck AE, Clough-Gorr KM. Inpatient rehabilitation specifically designed for geriatric patients: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ*. 2010;340:c1718.
- Martínez-Velilla N, Casas-Herrero A, Zambom-Ferraresi F, Sáez de Asteasu ML, Lucia A, Galbete A, et al. Effect of Exercise Intervention on Functional Decline in Very Elderly Patients During Acute Hospitalization: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med*. 2019;179:28–36.
- Kosse NM, Dutmer AL, Dasenbrock L, Bauer JM, Lamoth CJ. Effectiveness and feasibility of early physical rehabilitation programs for geriatric hospitalized patients: a systematic review. *BMC Geriatr*. 2013;13:107.
- Jones CT, Lowe AJ, MacGregor L, Brand CA, Tweddle N, Russell DM. A randomised controlled trial of an exercise intervention to reduce functional decline and health service utilisation in the hospitalized elderly. *Australas J Ageing*. 2006;25:126–33.
- Brown CJ, Foley KT, Lowman JD Jr, MacLennan PA, Razjouyan J, Najafi B, et al. Comparison of Posthospitalization Function and Community Mobility in Hospital Mobility Program and Usual Care Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med*. 2016;176:921–7.
- Serra-Rexach JA, Bustamante-Ara N, Hierro Villarán M, González Gil P, Sanz Ibáñez MJ, Blanco Sanz N, et al. Short-term, light-to-moderate-intensity exercise training improves leg muscle strength in the oldest old: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59:594–602.
- Fleck SJ, Bustamante-Ara N, Ortiz J, Vidán MT, Lucia A, Serra-Rexach JA. Activity in Geriatric acute CARE (AGEAR): rationale, design and methods. *BMC Geriatr*. 2012;12:28.
- Ortiz-Alonso J, Bustamante-Ara N, Valenzuela PL, Vidán-Astiz M, Rodríguez-Romo G, Mayordomo-Cava J, et al. Effect of a Simple Exercise Program on Hospitalization-Associated Disability in Older Patients: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2020;21:531–7, e1.
- Valenzuela PL, Ortiz-Alonso J, Bustamante-Ara N, Vidán MT, Rodríguez-Romo G, Mayordomo-Cava J, et al. Individual Responsiveness to Physical Exercise Intervention in Acutely Hospitalized Older Adults. *J Clin Med*. 2020;9:797.
- Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of Illness in the Aged: The Index of ADL: A Standardized Measure of Biological and Psychosocial Function. *JAMA*. 1963;185:914–9.
- Mahoney FI, Barthel DW. Functional evaluation: The Barthel index. *Md State Med J*. 1965;14:61–5.
- 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;86:1234–8.
- Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*. 1994;49:M85–94.
- Altman DG, Schulz KF, Moher D, Egger M, Davidoff F, Elbourne D, et al. CONSORT GROUP (Consolidated Standards of Reporting Trials). The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration. *Ann Intern Med*. 2001;134:663–94.
- Persinger R, Foster C, Gibson M, Fater DC, Porcari JP. Consistency of the talk test for exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1632–6.
- Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med*. 1985;13:818–29.
- Charlson ME, Pompei P, Ales KL, MacKenzie CR. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation. *J Chronic Dis*. 1987;40:373–83.
- Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Cardiovascular Health Study Collaborative Research Group. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56:M146–56.

15.9. Vídeo Programa de ejercicio:

