

Capacidad Aer3bica y Fuerza Muscular

M3todos de medici3n
intrahospitalaria
en pacientes con EPOC

*Aerobic Capability and Muscular Strength:
Methods of intrahospital measurement
in patients with COPD*



Wilder Andres **Villamil Parra**
Adriana del Pilar **Acero**
Francy **Fabra**
Daniel **Monsalve**
Camila **Quintero**

Jesica **Ruiz**
Camila **Sanabria**
Angela **Sanabria**
Paola **Torres**
Stephanie **Urrego**



MCT Volumen 11 #2 Julio - Diciembre

Movimiento
Científico

ISSN-I: 2011-7197 | e-ISSN: 2463-2236

Publicaci3n Semestral

ID: 2011-7191.MCT.11202

Title: Aerobic Capability and muscular strength
Subtitle: Methods of intrahospital measurement in patients with COPD
Título: Capacidad aeróbica y fuerza muscular
Subtítulo: Métodos de medición intrahospitalaria en pacientes con EPOC

Alt title / Título Alternativo:

[en] Methods of Measurement of aerobic capacity and muscular force in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease in a inhospital environment

[es] Métodos de medición de la capacidad aeróbica y la fuerza muscular en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en un ambiente intrahospitalario

Author (s) / Autor (es):

Villamil Parra; Acero; Fabra; Monsalve; Quintero; Ruiz; Sanabria; Sanabria; Torres & Urrego

Keywords / Palabras Clave:

[en] chronic obstructive pulmonary disease; hospitalized; aerobic capacity; muscle strength

[es] enfermedad pulmonar obstructiva crónica; hospitalización; resistencia física fuerza muscular

Submitted: 2017-08-10

Accepted: 2017-09-05

Resumen

Antecedentes: La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es la deficiencia respiratoria de mayor prevalencia e impacto socioeconómico en el mundo. Por su alta incidencia, su curso clínico progresivo y sus requerimientos asistenciales constituyen un problema de salud pública de primer orden, es por ello que surge la necesidad de realizar una evaluación que determine el nivel de deterioro de las capacidades condicionales como fuerza y capacidad aeróbica.

Objetivo: Identificar los métodos utilizados para la evaluación de la capacidad aeróbica y la fuerza muscular en pacientes con EPOC en un ambiente intrahospitalario. **Método:** Se realizó una búsqueda sistemática en las plataformas Pubmed, Ebsco, Pedro y Scielo. Se seleccionaron ensayos clínicos controlados aleatorizados que relacionaran la medición de la fuerza muscular en pacientes con EPOC hospitalizados. Se identificaron y seleccionaron 32 artículos no superiores a 7 años de publicación. **Resultados:** En la medición de la capacidad aeróbica se encontraron estrategias de evaluación como la marcha de los 6 minutos, el cicloergómetro y la banda sin fin ($p < 0.001$) y ($p < 0.05$).

Para la medición de la fuerza y resistencia se hallaron pruebas de evaluación tales como la prueba incremental de los miembros superiores y la dinamometría ($p < 0.033$ y $p < 0.006$). **Conclusión:** La evaluación de la capacidad aeróbica en personas con diagnóstico de EPOC consiste principalmente en la aplicación de la prueba de caminata de 6 minutos ($p = 0.005$), seguido del Cicloergómetro y banda sin fin ($p = 0.01$, $p = 0.05$). En cuanto a la evaluación de la fuerza, el método más utilizado es dinamometría para miembros superiores y prueba de RM para miembros inferiores ($p = 0.05$).

Abstract

Background: Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is the most prevalent respiratory and socioeconomic impact in the world. Because of its high incidence, its progressive clinical course and its health care requirements are a major public health problem, it is for this reason that the need arises to carry out an evaluation that determines the level of deterioration of the conditional capacities, such as strength and aerobic capacity.

Objective: To identify the methods used for the evaluation of aerobic capacity and muscle strength in patients with COPD in an inpatient setting. **Method:** A systematic search was carried out on the platforms Pubmed, Ebsco, Pedro and Scielo. **SELECTION CRITERIA:** Randomized controlled trials comparing muscle strength measurement in hospitalized COPD patients were selected. We identified and selected 32 articles no longer than 7 years of publication. **Results:** In the measurement of aerobic capacity, evaluation strategies such as 6-minute gait, cycle ergometer and endless band ($p < 0.001$) and ($p < 0.05$) were found. For the measurement of strength and resistance, evaluation tests such as incremental upper limb test and dynamometry ($p < 0.033$ and $p < 0.006$) were found. **Conclusion:** The evaluation of aerobic capacity in people with COPD consists mainly of the 6-minute walk test ($p = 0.005$), followed by the cycle and endless band ($P = 0.01$, $P = 0.05$), the most commonly used method is dynamometry for upper limbs and MRI test for lower limbs ($P = 0.05$).

Wilder Andres **Villamil Parra**, MSc Pt

Adriana del Pilar **Acero**, Pt

Francy **Fabra**, Pt(c)

Daniel **Monsalve**, Pt(c)

Camila **Quintero**, Pt(c)

Jesica **Ruiz**, Pt(c)

Camila **Sanabria**, Pt(c)

Angela **Sanabria**, Pt(c)

Paola **Torres**, Pt(c)

Stephanie **Urrego**, Pt(c)

Citar como:

Villamil Parra, Acero, Fabra, Monsalve, Quintero, Ruiz, Sanabria, Sanabria, Torres & Urrego (2017). Capacidad aeróbica y fuerza muscular: Métodos de medición intrahospitalaria en pacientes con EPOC. *Movimiento Científico* ISSN-L: 2011-7197 Vol.11 (2) págs: 55 -62

Capacidad Aeróbica y Fuerza Muscular

Métodos de medición intrahospitalaria en pacientes con EPOC

Aerobic Capability and Muscular Strength: Methods of intrahospital measurement in patients with COPD

Wilder Andres **Villamil Parra**
Adriana del Pilar **Acero**
Francy **Fabra**
Daniel **Monsalve**
Camila **Quintero**

Jesica **Ruiz**
Camila **Sanabria**
Angela **Sanabria**
Paola **Torres**
Stephanie **Urrego**

La EPOC es definida como una “*limitación crónica al flujo de aire persistente y con frecuencia progresiva, asociada a una reacción inflamatoria pulmonar como consecuencia principalmente de la exposición al humo del tabaco, ocupacional y al humo del combustible de biomasa*”. (Montes de Oca, y otros, 2015; GOLD, 2014). En términos generales tiene dos periodos, uno donde permanece controlada y el individuo puede participar en su contexto y desenvolverse en sus roles de manera funcional, y otro en el cual se presentan periodos de exacerbación o agudización, suponiendo la inminente atención hospitalaria, convirtiéndose en una importante causa de morbi-mortalidad y por ende en un problema de salud pública.

Es así como pasa a ser una deficiencia que limita la funcionalidad, afectando de manera progresiva los sistemas del organismo, principalmente el sistema respiratorio, generando una disminución del volumen corriente y el volumen de reserva espiratorio (Malo de Molina Ruiz, Valle Falcones, & Ussetti Gil, 2014). Las consecuencias de estas alteraciones a nivel de la capacidad residual funcional se evidencian en el rápido estado de fatiga que presenta ésta población ante la demanda física, llevando al paciente a un estado de sedentarismo que rápidamente afecta su capacidad aeróbica y por ende el sistema muscular, exacerbando los síntomas del EPOC y aumentando el tiempo de hospitalización por el que pueden cursar los pacientes. (Vargas Domínguez, y otros, 2011)

Capacidad aeróbica y fuerza muscular

Métodos de medición intrahospitalaria en pacientes con EPOC

Ahora bien, existen múltiples pruebas para evaluar y medir las capacidades condicionales, lo cual hace reflexionar frente a la pertinencia, validez y confiabilidad de su aplicación en la población con EPOC durante la estancia hospitalaria. La alta incidencia de esta condición de salud en el ámbito clínico terapéutico, hace necesaria la implementación de estrategias de medición de capacidad aeróbica y fuerza muscular para aplicar a pacientes con EPOC, por lo cual se realizó la revisión de test y medidas para evaluar estas capacidades condicionales a partir de evidencia científica de calidad. A lo largo de este artículo de revisión se desarrolla un paralelo entre la evaluación de la condición física de pacientes con EPOC y las estrategias de mayor evidencia científica para las cualidades físicas Capacidad Aeróbica y Fuerza Muscular; cualidades que desde la fenomenología del movimiento aportan biológicamente a la función, funcionamiento y funcionalidad de la persona en un marco contextual. Desde este punto resalta la importancia de hacer abordajes fisioterapéuticos basados en la evolución individual, pertinente y cuantificable que posibiliten la prescripción del ejercicio desde la realidad de cada individuo.

Teniendo en cuenta la variedad de métodos de abordaje fisioterapéutico y lo expuesto anteriormente, el presente artículo pretende exponer las baterías de medición de la fuerza muscular y capacidad aeróbica en pacientes con EPOC en el ámbito hospitalario con el objetivo de dar a conocer los métodos más utilizados, para que el fisioterapeuta pueda aplicar en su evaluación. Mediante la definición de formas y metodología más utilizadas en ámbitos hospitalarios para pacientes con EPOC, la creación de matriz de análisis cualitativo y cuantitativo de artículos seleccionados y la atracción de datos de relevancia para este estudio.

Metodología

Diseño del estudio

Se llevó a cabo una revisión académica de artículos científicos tipo Ensayos clínicos controlados aleatorizados los cuales se analizarán bajo los grados de recomendación de Cochrane (5). para ello se diseñó una matriz documental de análisis cualitativo, la cual permitió ordenar e identificar las características principales de los artículos consultados.

Tipo de población seleccionada

Artículos que vincularan pacientes con EPOC diagnosticada, hospitalizados, hombres y mujeres sin discriminación por raza, estrato socioeconómico, edad o comorbilidades asociadas.

Estrategias de búsqueda

Se realizó una búsqueda sistematizada en bases de datos mundiales (PubMed, Ebsco, Pedro y Scielo) en la cual se relacionaron mediante conectores booleanos los términos "Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica, Hospitalización, Resistencia Física Fuerza muscular".

Tabla 1 Medición de la capacidad aeróbica en pacientes con EPOC

Autor (es)	Test de medición empleado	País	Año
Costi, Stefania <i>et-al</i>	Caminata de los 6 minutos	Italia	2009
Covey, Margaret K. <i>et-al</i>	Ritmo de trabajo, Ventilación minuto, Vo2, Ritmo cardiaco, Borg	Estados Unidos	2014
Borgh-Silva, A. <i>et-al</i>	Pruebas de Función Pulmonar (Valor de la FEVI y el nivel del GOLD estándar).	Brasil	2015
Pothirat, Chaicharn <i>et-al</i>	FEV1 (% predicho) FEV1 / FVC Índice de Masa Corporal	Tailandia	2015
Gouzi, Fares <i>et-al</i>	Cicloergómetro Caminata de los 6 minutos Banda sin fin	Francia	2016
Pynnaert, Céline <i>et-al</i>	Caminata de los 6 minutos, peak work, peak vo2, peak O2 pulse, peak RER, Peak HR, Peak spo2,	Bélgica	2010
Fastenau, Annemieke <i>et-al</i>	Grado de disnea, Actividad física, fuerza Capacidad del ejercicio funcional.	Holanda	2014
Hornikx, Miek <i>et-al</i>	Fuerza muscular periférica, Capacidad de ejercicio funcional Disnea Estado de salud relacionados con el EPOC.	Bélgica	2015
Rocha Leite, Marcell <i>et-al</i>	La frecuencia cardíaca la saturación arterial de oxígeno, la percepción subjetiva de esfuerzo, El consumo máximo de oxígeno (VO 2 pico). La velocidad relacionada con el VO 2 pico (VVO 2 pico) umbral de intercambio de gases (GET) usando el método V-Slope	Brasil	2015
Amin, Shefalee <i>et-al</i>	Wmax: el trabajo máximo	Estados Unidos	2014
Riario Sforza, Gian Galeazzo <i>et-al</i>	La frecuencia cardíaca, la presión arterial, saturación de oxígeno, y la puntuación de Borg (en base a una escala de esfuerzo donde 0 = sin esfuerzo y 10 el esfuerzo = muy grave) se midieron al inicio (0 min) y al final (seis minutos) del pie prueba.	Italia	2009
Durheim, Michael T. <i>et-al</i>	FEV1 (L), VEF1% predicho, FEV1 / FVC 6MWD (m), El uso de oxígeno suplementario (%) La rehabilitación pulmonar durante el estudio (%) Las exacerbaciones de antes (años), Acelerometría (el total de pasos) 6MWD distancia (m)	Estados Unidos	2015
Dourado, V. Z. <i>et-al</i>	Pruebas de función pulmonar, Gasometría arterial, IMC, Composición corporal, Peso, Disnea	Brasil	2009
Genç, Abdurrahman <i>et-al</i>	Total oxidante y estado antioxidante, Pruebas de función pulmonar, Actividad física diaria composición corporal, Medidas antropométricas	Turquía	2014
Güell, María Rosa <i>et-al</i>	FEV1, FVC, FEV/FVC, RV, TLC, PaO, PaCO2, PI máx, PE máx, TPI máx70, Elevación brazos (n), Tiempo en que se mantiene peso (min), PM6M (m), CRQ, Disnea, Fatiga	España	2008
Karloh, Manuela <i>et-al</i>	FEV1, FVC, FEV/FVC	Brasil	2013
Liu, Wai-Yan <i>et-al</i>	GOLD stage I-IV, FEV1 /FVC%	Holanda	2016

Fuente: autores de la investigación

Criterios de inclusión

Artículos científicos que vinculen la evaluación de la condición física en pacientes hospitalizados con diagnóstico médico de EPOC, artículos que no superen los 10 años de publicación, los artículos debían evidenciar en su metodología la forma o método de evaluación de la capacidad aeróbica y fuerza muscular.

Tabla 2 Medición de la fuerza en pacientes con EPOC

Autor (es)	Test de medición empleado	País	Año
Foschini Miranda, Eduardo <i>Et-al</i>	Entrenamiento de la fuerza en miembro inferior	Brasil	2014
Velloso, Marcelo <i>Et-al.</i>	Prueba incremental de los miembros superiores	Brasil	2013
Hillman, C. M. <i>Et-al.</i>	Dinamometría	Austria	2011
Sillen, Maurice J. H. <i>Et-al</i>	Datos Antropométricos (Peso, Talla, Índice de Masa Corporal), Pruebas de función Cardio-Pulmonar	Estados Unidos	2014
Vonbank, Karin <i>Et-al</i>	IMC (kg / m ²), VC (L), FEV1 (L), FEV1 / FVC (%), FEV1 (% pred, TLC (% predicho), RV / TLC (%), DLCO% del valor teórico, PaO ₂ (mmHg), PCO ₂ (mmHg), Wattmax (vatios), Wmax (% pred.) VO ₂ (% pred.), VO ₂ (ml / kg / min), VE / VO ₂ máx VE / VO ₂ submax, VE / VCO ₂ max, VE / VCO ₂ submax Lactat (mmol / L), Vtmax (l), VEMAX (L) VESubmax F max (respiraciones / min), F submáxima respiraciones / min, HR (latidos / min), HR submáxima (latidos / min)	Austria	2011
Janaudis-Ferreira, Tania <i>Et-al</i>	Género femenino, masculino) Edad, años, la mediana (IQR) Altura, cm Peso, kg IMC, kg / El oxígeno suplementario, n (%) MRC, la mediana (IQR) FEV1, L, la mediana (IQR) VEF1, % del valor teórico CVF, L, CVF, % del valor teórico	Canadá	2011
Zanini, Andrea <i>Et-al</i>	FEV1, VC, VR, CPT, TLCO (factor de transferencia del pulmón para el monóxido de carbono) Índice de masa corporal, PaO ₂ , PaCO ₂ , 1-RM (una repetición máxima) y STST (Sit-to-stand)	Italia	2015
Nyberg, André <i>Et-al</i>	FEV1, FVC, FVC %, FEV1/FVC, TLC, TLC %, caminata de los 6 minutos y fuerza de miembros superiores	Canada	2014
Farias, Catharinne C. <i>Et-al</i>	caminata de 6 minutos, Wmax (trabajo máximo), FFM (masa libre grasa), MEP (presión máxima de espiración), SNIP (presión inspiratoria nasal), LCADL (escala de las actividades de la vida diaria), 1RM, SMM (masa de musculo esquelético).	Brasil	2014
Butcher, Scotty J. <i>Et-al</i>	Vmax (SensorMedics), La frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno, Los síntomas de disnea y fatiga de la pierna se registraron utilizando una escala modificada de Borg de esfuerzo percibido.	Canadá	2012
Ricci Vitor, A. L. <i>Et-al</i>	Variabilidad cardíaca, Historia médica, Antropometría, Espirometría, Evaluación de la capacidad aeróbica (prueba de 6 minutos), Evaluación de la resistencia (dinamometría)	Brasil	2013
Singer, Jonathan <i>Et-al</i>	FEV (1), FVC, FEV/FVC, RV 1	Estados Unidos	2011
Nyberg, André <i>Et-al</i>	LRL: miembro inferior derecho	Canada	2015
Menon, Manoj K. <i>Et-al</i>	LLL: miembro inferior izquierdo	Inglaterra	2012

Fuente: autores de la investigación

Criterios de exclusión

Artículos que vincularan pacientes sin diagnóstico de EPOC, en áreas diferentes a hospitalización o con intervención y evaluación fisioterapéutica no relacionada con acondicionamiento físico.

Resultados

Se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos pubmed, ebsco, PeDro, Scielo donde se encontraron 2203 artículos con términos Mesh (aerobic capacity, strength y COPD) correspondientes a los temas capacidad aeróbica, fuerza muscular y enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Posterior a la lectura de títulos, resúmenes y artículos se seleccionaron **32**, los cuales responden al criterio de búsqueda y tienen en cuenta la medición de la capacidad aeróbica y fuerza muscular y pacientes hospitalizados diagnosticados con EPOC.

De los 32 artículos correspondientes al periodo 2008-2016, se encuentran 4 publicaciones realizadas en Estados Unidos (Durheim, y otros, 2015; Amin, y otros, 2014; Covey, Collins, Reynertson, & Dilling, 2014; Singer, y otros, 2011), 8 en Brasil (Borghi-Silva, y otros, 2015; Rocha Leite, y otros, 2015; Farias, y otros, 2014; Foschini Miranda, Malaguti, Marchetti, & Dal Corso, 2014; Karloh, y otros, 2013; Ricci Vitor, y otros, 2013; Velloso, do Nascimento, Gazzotti, & Jardim, 2013; Dourado, y otros, 2009), 4 en Italia (Zanini, y otros, 2015; Clini, y otros, 2011; Costi, y otros, 2009; Riario Sforza, y otros, 2009), 4 en Canada (Nyberg, Saey, Martin, & Maltais, 2015; Butcher, y otros, 2012; Janaudis-Ferreira, y otros, 2011; Robles, y otros, 2011), 3 en Holanda (Liu, y otros, 2016; Fastenau, y otros, 2014; Sillen, y otros, 2014), 2 en Bélgica (Hornikx, Demeyer, Camillo, Janssens, & Troosters, 2015; Pynnaert, Lamotte, & Naeije, 2010), 2 en España (Malo de Molina Ruiz, Valle Falcones, & Ussetti Gil, 2014; Güell, y otros, 2008), 1 en Austria (Vonbank, y otros, 2012), 1 en Australia (Hillman, y otros, 2012), 1 en Francia (Gouzi, y otros, 2016), 1 en Inglaterra (Menon, y otros, 2012), 1 en México (Vargas Domínguez, y otros, 2011), 1 en Tailandia (Pothirat, y otros, 2015) y 1 en Turquía (Genç, y otros, 2014), uno de ellos con pacientes dentro del rango de edad de 40 a 90 años.

De lo anterior, se puede destacar que para la medición de la capacidad aeróbica se puede usar 4 tipos de test para estimar los niveles de ejercicio cardiopulmonar en los pacientes con EPOC encontrando que las estrategias de medición de la capacidad aeróbica son la marcha de los 6 minutos (**P<0.001**), el cicloergómetro (**P<0.001**), y banda sin fin (**P<0.05**), con un nivel de significancia entre **P<0.001** y **P<0.05**. (Clini, y otros, 2011; Gouzi, y otros, 2016) (Tabla 1)

Del mismo modo, para la medición de la fuerza y resistencia en este grupo poblacional se tienen en cuenta 9 test diferentes, en donde las maniobras de medición de la fuerza con mayor peso estadístico son: Foschini *et-al* (2014) el entrenamiento de la fuerza en miembro inferior **P=0.09**, según Velloso *et-al* (2013) en el año 2013 la prueba incremental de los miembros superiores, con un peso estadístico **P=0.033** y finalmente la dinamometría con un Valor de **P=0.006** (Hillman, y otros, 2012). Se puede decir que estas estrategias de evaluación en el paciente con EPOC, son de gran utilidad a la hora de verificar si existen cambios en las capacidades condicionales (fuerza, resistencia) que permitan a dichos pacientes la realización de actividades de la vida diaria sin llegar a sobre esforzar su cuerpo o a la fatiga inmediata (Tabla 2).

A continuación, se presentan los artículos anteriormente descritos, que permitan una mejor contextualización de las variables a medir en los componentes de capacidad aeróbica y de fuerza y resistencia en pacientes con EPOC.

En **Colombia**, no se ahondado suficiente en este tema, por lo cual, **son escasas las publicaciones** de artículos científicos que relacionen la medición de las capacidades físicas EPOC.

Capacidad aeróbica y fuerza muscular

Métodos de medición intrahospitalaria en pacientes con EPOC

Dada la revisión y análisis de la información, se evidencia la existencia de gran variedad de estrategias, metodologías y herramientas para evaluar la capacidad aeróbica y la fuerza en el paciente con EPOC, las cuales se pueden utilizar en el ámbito clínico terapéutico, encontrando que estos tienen aceptabilidad y son de utilidad a la hora de observar cambios significativos en la condición de salud de dichos pacientes, determinando un aumento en los niveles de tolerancia al ejercicio y en la calidad de vida, en donde se puede plantear que la marcha de los 6 minutos ($P < 0.001$) realizada a lo largo de un pasillo, indicándoles a los pacientes que establecieran una velocidad que les permitiera recorrer la mayor distancia posible en el rango de tiempo de la prueba y el cicloergómetro ($P < 0.001$) en donde los pacientes realizaron una prueba individualizada con cicloergómetro de manera incremental para determinar el consumo de oxígeno indirecto, limitada por síntomas (**VO2SL**) en un cicloergómetro con copla electromagnética. Estos son los test de mayor uso y con mayor especificidad para la medición de la capacidad aeróbica en pacientes con EPOC. En términos de fuerza muscular se puede establecer que la dinamometría es el test con mayor indicación para este tipo de pacientes ($P = 0.006$).

Se puede concluir que existen varias mediciones para la capacidad aeróbica y la fuerza en el paciente con EPOC que se pueden utilizar en el ámbito clínico terapéutico, encontrando que estos tienen una gran aceptabilidad y son de gran utilidad a la hora de observar cambios significativos en dichos pacientes en consecuencia con su patología, observando siempre un aumento en los niveles de tolerancia al ejercicio y en la calidad de vida. La marcha de los 6 minutos y el cicloergómetro son los test con mayor nivel de significancia estadística con gran impacto, del mismo modo se puede decir que la dinamometría y la prueba incremental de los miembros superiores tienen un mayor peso estadístico para la evaluación y seguimiento de la fuerza en pacientes con EPOC.

Discusión

Esta investigación seleccionó 32 artículos en los cuales se evidenció la evaluación primordialmente de las variables de medición de capacidad aeróbica y de fuerza muscular en pacientes con EPOC con el propósito de determinar las pruebas más comunes para realizar control de dichas aptitudes físicas, la marcha de los 6 minutos, el cicloergómetro, y banda sin fin son las principales estrategias de medición de la capacidad aeróbica con un nivel de significancia entre $P < 0.001$ y $P < 0.05$ (Costi, y otros, 2009) las cuales permiten identificar que tan deteriorada puede estar la función aeróbica del organismo, debido a que con la evolución de la enfermedad hay una pérdida notoria de la resistencia en actividades que demanden un esfuerzo. Por otro lado, las estrategias de evaluación de la fuerza están enfocadas a la repetición máxima, dinamometría, *Sit-to-Stand* en la mayoría de los artículos.

En un estudio realizado para evaluar la fiabilidad *retest* y cuantificar el grado de error de medición de la fuerza muscular isométrica con un dinamómetro de mano para las personas con EPOC, se evidenció que la dinamometría es el método más utilizado de evaluación ya que arroja datos objetivos cuantitativos para medir la fuerza muscular. Sin embargo, estudios previos a la investigación arrojan que la contracción máxima isocinética y la repetición máxima (1RM) también generó dolor muscular posterior a la evaluación, lo que indica que las personas con EPOC y los adultos de edad avanzada pueden ser más susceptibles al dolor muscular con las pruebas de fuerza máxima. (O'Shea, Taylor, & Paratz, 2007)

Recíprocamente, se considera importante evaluar con precisión la capacidad aeróbica y la fuerza muscular en pacientes con EPOC, ya que a partir de allí se proporciona una excelente estrategia para formular medidas de intervención y para prescribir las cargas adecuadas para el entrenamiento, las cuales ayudan a recuperar la resistencia tanto aeróbica como muscular de los pacientes hospitalizados, contribuyendo de esta manera a mejorar la calidad de vida (Robles, y otros, 2011). Por otro lado, se debe tener en cuenta que factores como la edad, el tiempo de evolución de la enfermedad, el manejo médico y terapéutico, el género y el nivel de actividad física de cada persona incide sobre el estado de las capacidades físicas; lo cual se refleja en una disminución de la calidad de vida por pérdida de la funcionalidad en un contexto específico. Es por ello, que se hace evidente la necesidad de realizar una medición constante de la capacidad aeróbica y la fuerza muscular, después de realizar prescripción del ejercicio, ya que de esta manera se comprueba si hay mejoría en dichas variables de medición y en la condición física del paciente.

Antonio Saucedo (2013) recomienda que todos los pacientes deben realizar ejercicio físico cotidiano, ya que esto contribuye a una mejoría importante, debido a que con la realización de ejercicio específico se consigue un aumento de la tolerancia a este, teniendo en cuenta que la limitación al mismo que sufren estos pacientes repercute en su calidad de vida, valorada por la distancia recorrida durante el test de marcha y una disminución de la sensación objetiva de disnea. Está claramente demostrado su beneficio, incrementando la capacidad máxima de ejercicio, ya que genera una mayor tolerancia a este; para las extremidades superiores e inferiores se utilizan estrategias como entrenamiento con pesas y ejercicios contra-resistencia, la bicicleta estática, banda sin fin o caminata, solos combinados, logrando un acondicionamiento muscular y una mejor adaptación cardiopulmonar.

En cuanto a la intervención, Francisco Ortega *et-al* (2002) encontraron que el entrenamiento único y exclusivamente aeróbico produce mejorías estadísticamente significativas en los resultados de respuesta cardiovascular al estrés físico aumentando en un **28%** el desempeño aeróbico en los test aplicados (Saucedo Balsera, 2013). Mientras que el entrenamiento en combinación con el trabajo de fuerza no produjo cambios significativos obteniendo un porcentaje de **10%** y **12%**, de mejoras respectivamente, conclusión con la que están de acuerdo Bernard *et-al* (1999) quienes encontraron que tanto la combinación de entrenamiento aeróbico, más resistencia concurrente, mejoraron la marcha de 6 minutos, el cuestionario respiratorio de paciente crónico, la disnea y la fatiga, en puntuaciones de medida similar al entrenamiento de capacidad aeróbica por sí solo, lo que sugiere que la adición del entrenamiento de resistencia no tenía ventaja. Por el contrario, hay autores que resaltan que el entrenamiento aeróbico por sí solo tiene un efecto poco significativo en la adquisición de la fuerza muscular periférica y por ende deben trabajarse las dos capacidades ya sea de manera secuencial: Pantón *et-al* (2004) y Phillips *et-al* (2006) encontraron que la combinación del entrenamiento aeróbico y de resistencia mejoran los resultados funcionales como las pruebas de marcha cronometrada y las actividades de la vida diaria y por lo tanto, mediante estos aspectos, se puede contribuir a la mejora en la capacidad de patrones locomotores como la marcha.

Con base a lo mencionado, Covey *et-al* (2014) indican que si el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento aeróbico se llevan a cabo de forma simultánea, se producen mejoras en cuanto a rehabilitación pulmonar puesto que ambas modalidades de intervención posteriores a una evaluación, dan lugar a que se optimice en gran medida la tolerancia al ejercicio máximo y capacidad de

ejercicio funcional. En conclusión, Robles *et al* (2011) señalan que los métodos de evaluación de las capacidades físicas mencionadas anteriormente, se han medido en las personas con EPOC utilizando métodos similares como en otras poblaciones clínicas.

Sin embargo, es evidente que cada método tiene ventajas y desventajas las cuales deben tenerse en cuenta al seleccionar la medida más relevante. La estandarización de los procedimientos de control es esencial tanto en el ámbito clínico y de investigación para obtener medidas válidas y fiables de la capacidad aeróbica y de la fuerza muscular. La importancia del presente documento radica en que es preciso realizar una revisión de artículos los cuales arrojen el nivel de evidencia científica que existe hasta el momento para la medición de la capacidad aeróbica y la fuerza muscular en los pacientes con diagnóstico de EPOC que se encuentran en un ambiente hospitalario, con el fin de realizar una evaluación inicial desde la perspectiva fisioterapéutica en la cual se logre identificar la condición actual del paciente en términos de función, funcionalidad y funcionamiento y que a su vez permita efectuar una prescripción del ejercicio con variables de metodología, carga, intensidad y duración que potencialicen y mejoren el rendimiento de estas cualidades físicas, lo cual se verá reflejado por medio de una reevaluación que permita determinar la evolución con respecto a las capacidades condicionales y por ende en la funcionalidad del individuo.

Conclusión

Teniendo en cuenta la revisión de 32 artículos relacionados con la capacidad aeróbica en pacientes con EPOC encontrados en bases de datos como PubMed, Ebsco, BioMed Central y Dove Press, se identifica que la evaluación de capacidad aeróbica consiste principalmente en la aplicación de la prueba de caminata de 6 minutos (Covey, Collins, Reynertson, & Dilling, 2014; Hillman, y otros, 2012), con un sustento estadístico dado por el nivel de significancia que es **P=0.005**, seguido del Cicloergómetro y banda sin fin (Pothirat, y otros, 2015; Gouzi, y otros, 2016; Amin, y otros, 2014), con un nivel de significancia de **P=0.005** para la banda sin fin y **P=0.001** para cicloergómetro nos determina que estas pruebas para la medición de la capacidad aeróbica tienen resultados significativos después de la prueba de marcha de 6 minutos además de ser de fácil aplicación en hospital y de acceso económico.

En cuanto a la evaluación de la fuerza, el método más utilizado es dinamometría para miembros superiores y prueba de RM para miembros inferiores hablando en términos también desde el entrenamiento de la misma. Se evidencia, además, que las estrategias de evaluación brindan las herramientas suficientes para la prescripción de la intervención, determinando las habilidades actuales con las que cuenta el paciente que pueden ser potencializadas u optimizadas de acuerdo al abordaje fisioterapéutico destinado. No obstante, como resultados de los artículos en los cuales se ejecutó únicamente la evaluación se evidencia una disminución significativa de la capacidad aeróbica del grupo experimental con referencia al grupo control; además, los artículos que incluían un programa de entrenamiento mediante los mismos métodos de evaluación mejoraron significativamente la capacidad de ejercicio en pacientes con diagnóstico de EPOC.

Por último, cabe resaltar que, en la búsqueda realizada en las bases de datos mencionadas, se identifica que, en Colombia, no se ahondado suficiente en este tema, por lo cual, son escasas las publicaciones de artículos científicos que relacionen la medición de las capacidades físicas EPOC en la población colombiana.

Conflicto de Interés

No se realizó con fondos provenientes de alguna institución o convocatoria. No requirió aprobación de comité de ética, dado que ninguna persona o antecedente médico fue requerido para este estudio. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Agradecimientos

Escuela Colombiana de Rehabilitación. Hospital Universitario de La Samaritana.

Referencias

- Amin, S., Abrazado, M., Quinn, M., Storer, T. W., Tseng, C.-H., & Cooper, C. B. (2014). A controlled study of community-based exercise training in patients with moderate COPD. *BMC Pulmonary Medicine*, *14*, 1-8. doi:[10.1186/1471-2466-14-125](https://doi.org/10.1186/1471-2466-14-125)
- Bernard, S., Whittom, F., Leblanc, P., Jobin, J., Belleau, R., Bérubé, C., . . . Maltais, F. (1999). Aerobic and strength training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *153*(3), 896-901. doi:[10.1164/ajrccm.159.3.9807034](https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.3.9807034)
- Borghi-Silva, A., Mendes, R. G., Trimer, R., Oliveira, C. R., Fregonezi, G. A., Resqueti, V. R., . . . Costa, D. (2015). Potential effect of 6 versus 12-weeks of physical training on cardiac autonomic function and exercise capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *51*(2), 211-221. Obtenido de <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2015N02A0211>
- Butcher, S. J., Pikaluk, B. J., Chura, R. L., Walkner, M. J., Farthing, J. P., & Marciniuk, D. D. (2012). Associations between isokinetic muscle strength, high-level functional performance, and physiological parameters in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *7*, 537-542. doi:[10.2147/COPD.S34170](https://doi.org/10.2147/COPD.S34170)
- Clini, E. M., Crisafulli, E., Antoni, F. D., Beneventi, C., Trianni, L., Costi, S., . . . Nava, S. (2011). Functional Recovery Following Physical Training in Tracheotomized and Chronically Ventilated Patients. *Respiratory Care*, *56*(3), 306-313. doi:[10.4187/respcare.00956](https://doi.org/10.4187/respcare.00956)
- Costi, S., Crisafulli, E., Antoni, F. D., Beneventi, C., Fabbri, L. M., & Clini, E. M. (2009). Effects of unsupported upper extremity exercise training in patients with COPD: a randomized clinical trial. *Chest*, *136*(2), 387-395. doi:[10.1378/chest.09-0165](https://doi.org/10.1378/chest.09-0165)
- Covey, M. K., Collins, E. G., Reynertson, S. I., & Dilling, D. F. (2014). Resistance training as a preconditioning strategy for enhancing aerobic exercise training outcomes in COPD. *Respiratory Medicine*, *108*(8), 1141-1152. doi:[10.1016/j.rmed.2014.06.001](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2014.06.001)
- Dourado, V. Z., Tanni, S., Antunes, L., Paiva, S., Campana, A., Renno, A., & Godoy, I. (2009). Effect of three exercise programs on patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *42*(3), 263-271. doi:[10.1590/S0100-879X2009000300007](https://doi.org/10.1590/S0100-879X2009000300007)
- Durheim, M. T., Smith, P. J., Babyak, M. A., Mabe, S. K., Martinu, T., Welty Wolf, K. E., . . . Blumenthal, J. A. (2015). Six-minute-walk distance and accelerometry predict outcomes in chronic obstructive pulmonary disease independent of Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2011 Group. *Annals of the American Thoracic Society*, *12*(3), 349-356. doi:[10.1513/AnnalsATS.201408-365OC](https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201408-365OC)
- Farias, C. C., Resqueti, V., Dias, F. A., Borghi-Silva, A., Arena, R., & Fregonezi, G. A. (2014). Costs and benefits of pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *18*(2), 165-173. doi:[10.1590/S1413-35552012005000151](https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000151)
- Fastenau, A., Muris, J. W., de Bie, R. A., Hendriks, E. J., Asijee, G. M., Beekman, E., . . . van Schayck, O. C. (2014). Efficacy of a physical exercise training programme COPD in primary care: study protocol of a randomized controlled trial. *BMC Public Health*, *14*, 788. doi:[10.1186/1471-2458-14-788](https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-788)

Capacidad aeróbica y fuerza muscular

Métodos de medición intrahospitalaria en pacientes con EPOC

- Foschini Miranda, E., Malaguti, C., Marchetti, P. H., & Dal Corso, S. (2014). Upper and lower limb muscles in patients with COPD: similarities in muscle efficiency but differences in fatigue resistance. *Respiratory Care*, *59*(1), 62-69. doi:[10.4187/respcare.02439](https://doi.org/10.4187/respcare.02439)
- Genç, A., Üçok, K., Şener, Ü., Koyuncu, T., Akar, O., Çelik, S., & Ünlü, M. (2014). Association analyses of oxidative stress, aerobic capacity, daily physical activity, and body composition parameters in patients with mild to moderate COPD. *Turkish Journal of Medical Sciences*, *44*, 972-279. doi:[10.3906/sag-1308-65](https://doi.org/10.3906/sag-1308-65)
- GOLD. (2014). *Guía de Bolsillo para el Diagnóstico, Tratamiento y Prevención de la EPOC, Actualizada en 2014*. (nd): GOLD, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Obtenido de http://goldcopd.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2016/04/GOLD_Pocket_Spanish.pdf
- Gouzi, F., Maury, J., Bughin, F., Blaquièrre, M., Ayoub, B., Mercier, J., . . . Hayot, M. (2016). Impaired training-induced adaptation of blood pressure in COPD patients: implication of the muscle capillary bed. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *2016*(11), 2349-2357. doi:[10.2147/COPD.S113657](https://doi.org/10.2147/COPD.S113657)
- Güell, M. R., de Lucas, P., Bautista Gáldiz, J., Montemayor, T., Rodríguez González-Moro, J. M., Gorostiza, A., . . . Guyatt, G. (2008). Home vs hospital-based pulmonary rehabilitation for patients with chronic obstructive pulmonary disease: a Spanish multicenter trial. *Archivos de Bronconeumología [english edition]*, *44*(10), 512-518. doi:[10.1016/S1579-2129\(08\)60096-8](https://doi.org/10.1016/S1579-2129(08)60096-8)
- Hillman, C. M., Heinecke, E. L., Hii, J. W., Cecins, N. M., Jenkins, S. C., & Eastwood, P. R. (2012). Relationship between body composition, peripheral muscle strength and functional exercise capacity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Internal Medicine Journal*, *42*(5), 578-581. doi:[10.1111/j.1445-5994.2012.02771.x](https://doi.org/10.1111/j.1445-5994.2012.02771.x)
- Hornikx, M., Demeyer, H., Camillo, C. A., Janssens, W., & Troosters, T. (2015). The effects of a physical activity counseling program after an exacerbation in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: a randomized controlled pilot study. *BMC Pulmonary Medicine*, *15*, 136. doi:[10.1186/s12890-015-0126-8](https://doi.org/10.1186/s12890-015-0126-8)
- Janaudis-Ferreira, T., Hill, K., Goldstein, R. S., Robles Ribeiro, P., Beauchamp, M. K., Dolmage, T. E., . . . Brooks, D. (2011). Resistance Arm Training in Patients With COPD: A Randomized Controlled Trial. *Chest*, *139*(1), 151-158. doi:[10.1378/chest.10-1292](https://doi.org/10.1378/chest.10-1292)
- Karloh, M., de Souza Corrêa, K., Martins, L. Q., Araujo, C. L., Matte, D. L., & Mayer, A. F. (2013). Chester step test: assessment of functional capacity and magnitude of cardiorespiratory response in patients with COPD and healthy subjects. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, *17*(3), 227-235. doi:[10.1590/S1413-35552012005000087](https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000087)
- Liu, W.-Y., Meijer, K., Delbressine, J. M., Willems, P. J., Franssen, F. M., Wouters, E. F., & Spruit, M. A. (2016). Reproducibility and Validity of the 6-Minute Walk Test Using the Gait Real-Time Analysis Interactive Lab in Patients with COPD and Healthy Elderly. (C. Leroyer, Ed.) *PloS ONE*, *11*(9), e0162444. doi:[10.1371/journal.pone.0162444](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162444)
- Malo de Molina Ruiz, R., Valle Falcones, M., & Ussetti Gil, P. (2014). Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Medicine, Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, *11*(65), 3849-3860. doi:[10.1016/S0304-5412\(14\)70855-8](https://doi.org/10.1016/S0304-5412(14)70855-8)
- Menon, M. K., Houchen, L., Harrison, S., Singh, S. J., Morgan, M. D., & Steiner, M. C. (2012). Ultrasound assessment of lower limb muscle mass in response to resistance training in COPD. *BMC Respiratory Research*, *13*, 119. doi:[10.1186/1465-9921-13-119](https://doi.org/10.1186/1465-9921-13-119)
- Montes de Oca, M., López Varela, M. V., Acuña, A., Schiavi, E., Rey, M. A., Jardim, J., . . . Sánchez, E. (2015). Guía Latinoamericana de EPOC - 2014: Basada en Evidencia. *Respirar*, 1-43. Obtenido de <https://alatorax.org/es/descargar/adjunto/197-ltcqhg-epoc2015-23abr2015-electronico.pdf>
- Nyberg, A., Saey, D., Martin, M., & Maltais, F. (2015). Muscular and functional effects of partitioning exercising muscle mass in patients with chronic obstructive pulmonary disease - a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, *16*, 194. doi:[10.1186/s13063-015-0698-x](https://doi.org/10.1186/s13063-015-0698-x)
- O'Shea, S. D., Taylor, N. F., & Paratz, J. D. (2007). Measuring muscle strength for people with chronic obstructive pulmonary disease: retest reliability of hand-held dynamometry. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *88*(1), 32-36. doi:[10.1016/j.apmr.2006.10.002](https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.002)
- Ortega, F., Toral, J., Cejudo, P., Villagomez, R., Sánchez, H., Castillo, J., & Montemayor, T. (2002). Comparison of effects of strength and endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *166*(5), 669-674. doi:[10.1164/rccm.2107081](https://doi.org/10.1164/rccm.2107081)
- Panton, L. B., Golden, J., Broeder, C. E., Browder, K. D., Cestaro Seifer, D. J., & Seifer, F. D. (2004). The effects of resistance training on functional outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *European Journal of Applied Physiology*, *91*, 443. doi:[10.1007/s00421-003-1008-y](https://doi.org/10.1007/s00421-003-1008-y)
- Phillips, W. T., Benton, M. J., Wagner, C. L., & Riley, C. (2006). The effect of single set resistance training on strength and functional fitness in pulmonary rehabilitation patients. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, *26*(5), 330-337. Obtenido de <https://journals.lww.com/jcrjournal/pages/articleviewer.aspx?year=2006&issue=09000&article=00011&type=abstract>
- Pothirat, C., Chaiwong, W., Phetsuk, N., Liwsrisakun, C., Bumroongkit, C., Deesomchok, A., . . . Limsukon, A. (2015). Long-term efficacy of intensive cycle ergometer exercise training program for advanced COPD patients. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *10*(1), 133-144. doi:[10.2147/COPD.S73398](https://doi.org/10.2147/COPD.S73398)
- Pynnaert, C., Lamotte, M., & Naeije, R. (2010). Aerobic exercise capacity in COPD patients with and without pulmonary hypertension. *Respiratory Medicine*, *104*(4), 121-126. doi:[10.1016/j.rmed.2009.06.006](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2009.06.006)
- Riario Sforza, G. G., Incorvaia, C., Paterniti, F., Pessina, L., Caligiuri, R., Pravettoni, C., . . . Centanni, S. (2009). Effects of pulmonary rehabilitation on exercise capacity in patients with COPD: A number needed to treat study. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *4*, 315-319. doi:[10.2147/COPD.S5905](https://doi.org/10.2147/COPD.S5905)
- Ricci Vitor, A. L., Bonfim, R., Fosco, L. C., Bertolini, G. N., Ramos E., M. C., Ramos, D., . . . Vanderlei, L. C. (2013). Influence of the resistance training on heart rate variability, functional capacity and muscle strength in the chronic obstructive pulmonary disease. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, *49*(6), 793-801. Obtenido de <https://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/article.php?cod=R33Y2013N06A0793>
- Robles, P. G., Mathur, S., Janaudis-Ferreira, T., Dolmage, T. E., Goldstein, R. S., & Brooks, D. (2011). Measurement of peripheral muscle strength in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, *31*(1), 11 - 24. doi:[10.1097/HCR.0b013e3181ebf302](https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3181ebf302)
- Rocha Leite, M., Cipulo Ramos, E. M., Kalva-Filho, C. A., Coelho Figueira Freire, A. P., de Alencar Silva, B. S., Nicolino, J., . . . Ramos, D. (2015). Effects of 12 weeks of aerobic training on autonomic modulation, mucociliary clearance, and aerobic parameters in patients with COPD. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *10*(1), 2549-2557. Obtenido de <https://www.dovepress.com/effects-of-12-weeks-of-aerobic-training-on-autonomic-modulation-mucoci-peer-reviewed-article-COPD>
- Sauceda Balsera, J. A. (2013). Actividad física y EPOC. *Lecturas: Educación Física y Deporte*, *18*(186), edf186. Obtenido de <http://www.efdeportes.com/efd186/actividad-fisica-y-epoc.htm>
- Sillen, M. J., Franssen, F. M., Vaes, A. W., Delbressine, J. M., Wouters, E. F., & Spruit, M. A. (2014). Metabolic load during strength training or NMES in individuals with COPD: results from the DICEStrial. *BMC Pulmonary Medicine*, *14*, 146. doi:[10.1186/1471-2466-14-146](https://doi.org/10.1186/1471-2466-14-146)
- Singer, J., Yelin, E. H., Katz, P. P., Sanchez, G., Iribarren, C., Eisner, M. D., & Blanc, P. D. (2011). Respiratory and skeletal muscle strength in COPD: Impact on exercise capacity and lower extremity function. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*, *31*(2), 111-119. doi:[10.1097/HCR.0b013e3182033663](https://doi.org/10.1097/HCR.0b013e3182033663)
- Vargas Domínguez, C., Gochicoa Rangel, L., Velázquez Uncal, M., Mejía Alfaro, R., Vázquez García, J. C., Pérez Padilla, R., & Torre Bouscoulet, L. (2011). Pruebas de función respiratoria: ¿cuál y a quién? *Neumología y Cirugía de Tórax*, *70*(2), 101-117. Obtenido de <http://www.medigraphic.com/pdfs/neumo/nt-2011/nt112f.pdf>
- Velloso, M., do Nascimento, N. H., Gazzotti, M. R., & Jardim, J. R. (2013). Evaluation of effects of shoulder girdle training on strength and performance of activities of daily living in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *2013*(8), 187-192. doi:[10.2147/COPD.S36606](https://doi.org/10.2147/COPD.S36606)
- Vonbank, K., Strasser, B., Mondrzyk, J., Marzluf, B. A., Richter, B., Losch, S., . . . Haber, P. (2012). Strength training increases maximum working capacity in patients with COPD--randomized clinical trial comparing three training modalities. *Respiratory Medicine*, *106*(4), 557-563. doi:[10.1016/j.rmed.2011.11.005](https://doi.org/10.1016/j.rmed.2011.11.005)
- Zanini, A., Aiello, M., Cherubino, F., Zampogna, E., Azzola, A., Chetta, A., & Spanevell, A. (2015). The one repetition maximum test and the sit-to-stand test in the assessment of a specific pulmonary rehabilitation program on peripheral muscle strength in COPD patients. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, *10*(1), 2423-2430. doi:[10.2147/COPD.S91176](https://doi.org/10.2147/COPD.S91176)