



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

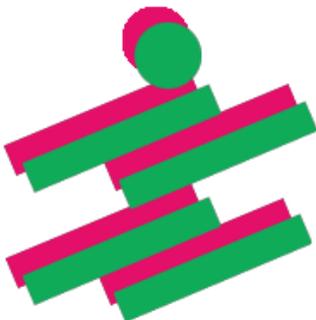
TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA

Métodos de evaluación de la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio. Una revisión bibliográfica

Methods of cough assessing in patients with respiratory system involvement. A bibliographic review

Métodos de avaliación da tose en pacientes con afectación do sistema respiratorio. Unha revisión bibliográfica



Alumno: D.Jorge Gago Carrera

Tutora: Dra. Ana Lista Paz

DNI: 45144682Y

Convocatoria: Junio 2018

Facultad de Fisioterapia

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
LISTADO DE ABREVIATURAS.....	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
RESUMO	VI
1. Introducción.....	1
1.1 Tipo de trabajo.....	1
1.2 Motivación personal	1
2. Contextualización	2
2.1 Antecedentes.....	2
2.2 Justificación del trabajo.....	4
3. Objetivos	5
3.1 Pregunta de investigación.....	5
3.2 Objetivos.....	5
3.2.1 General	5
3.2.2 Específicos.....	5
4. Metodología	6
4.1 Fecha y bases de datos	6
4.2 Criterios de selección.....	6
4.3 Estrategia de búsqueda	7
4.4 Gestión de la bibliografía	9
4.5 Selección de artículos.....	9
4.6 Variables de estudio	10
5. Resultados	11
Protocolos de medición del PFT	11
Protocolos de frecuencia de la tos	21
Ecuaciones de referencia del PFT	21

Punto de corte	21
6. Discusión.....	23
Protocolos de medición del PFT	23
Protocolos de frecuencia	24
Puntos de corte.....	24
Ecuaciones de referencia	25
7. Limitaciones del trabajo.....	28
8. Líneas de investigación futura	29
9. Conclusiones.....	30
10. Bibliografía	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda y filtros aplicados	8
Tabla 2. Protocolos para la medición del PFT	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados en Pubmed	9
Figura 2. Resultados en Scopus.....	10

LISTADO DE ABREVIATURAS

ATS/ERS	<i>American Thoracic Society</i>
CPT	Capacidad pulmonar total
CRF	Capacidad residual funcional
CVF	Capacidad vital forzada
ELA	Esclerosis lateral amiotrófica
EPOC	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
ERS	<i>European Respiratory Society</i>
EVA	Escala visual analógica
IPPB	Respiración con presión positiva intermitente
MESH	<i>Medical subject heading</i>
MI-E	In-exsuflación mecánica
PEF	Pico flujo espiratorio
PFT	Pico flujo de tos
PIM	Presión inspiratoria máxima
PEM	Presión espiratoria máxima
VRI	Volumen de reserva inspiratoria

RESUMEN

Objetivo. Analizar la literatura existente sobre los diferentes métodos de evaluación de la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio.

Material y métodos. Se realizó una búsqueda en las bases de datos Pubmed, PEDro, la biblioteca Cochrane Plus y Scopus, de estudios publicados desde el 2008 a la actualidad, en inglés, español o portugués. Se incluyeron ensayos clínicos, ensayos clínicos aleatorizados, guías de práctica clínica y revisiones sistemáticas.

Resultados. Se obtuvieron un total de 27 artículos publicados a partir del 2008 procedentes de Pubmed y Scopus que incluían a sujetos con diversas patologías respiratorias, cuyo tema principal fue la valoración de la tos. Se estudiaron los diferentes protocolos de evaluación de la tos, los puntos de corte del pico flujo tos (PFT) así como las posibles ecuaciones de referencia para su cálculo.

Conclusiones. Tras el análisis de los diferentes protocolos en la literatura actual, se sugiere el uso del neumotacógrafo o del medidor de PEF (pico flujo espiratorio) digital junto con la mascarilla orofacial para la valoración de la tos. Han sido varios los autores que han determinado puntos de corte para el PFT, proponiendo, en líneas generales, un valor menor de 160 L/min como indicativo de tos ineficaz. Actualmente, no existen ecuaciones de referencia para el cálculo del PFT, sin embargo, este se relaciona con características intrínsecas del paciente como el sexo, la altura y la edad y otros factores relacionados con la de función pulmonar como la presión inspiratoria máxima, la presión espiratoria máxima y la capacidad vital forzada.

Palabras clave

Tos; pico flujo tos; valores de referencia; test de función respiratoria.

ABSTRACT

Objective. To analyse the available literature that refers to the various methods of cough evaluation in patients with respiratory system suffering.

Methods. A search of studies published from 2008 to the present time in English, Spanish or Portuguese was carried out in the Pubmed databases, PEDro, the Cochrane Plus and Scopus library. Clinical trials, randomized clinical trials, clinical practice guidelines and systematic reviews were included.

Outcomes. A total of 27 articles published from 2008 by Pubmed and Scopus that included subjects with diverse respiratory pathologies, whose main subject was cough assessment were obtained. Different protocols of cough assessment, the peak cough flow (PCF) cut-off points as well as possible equations of reference for its calculation have been analysed.

Conclusions. After the analysis of the different protocols in the current literature, the use of the pneumotachograph or digital PEF (peak expiratory flow) meter together with the orofacial mask for the assessment of the cough is suggested. There have been several authors who have determinate cut-off points for the PCF, recommending, in general terms, a lower value of 160 L/min like guide of ineffective cough. Nowadays, equations of reference for the calculation PCF cannot be found, however, this is said to be associated to intrinsic characteristics of the patient like sex, height and age and others factors that have to do with lung function such as maximal inspiration pressure, maximal expiratory pressure and forced vital capacity.

Keywords. Cough, peak cough flow; reference values; Respiratory function test.

RESUMO

Obxectivo. Analizar a literatura existente sobre os diferentes métodos de avaliación da tose en pacientes con afectación do sistema respiratorio.

Material e métodos. Realizouse unha búsqueda nas bases de datos Pubmed, PEDro, a biblioteca Cochrane Plus e Scopus, de estudos publicados dende o 2008 ata a actualidade en inglés, español ou portugués. Incluíronse ensaios clínicos, ensaios clínicos aleatorizados, guías de práctica clínica e revisións sistemáticas.

Resultados. Obtivéronse un total de 27 artigos publicados dende o 2008 procedentes de Pubmed e Scopus que incluían a suxeitos con diversas patoloxías respiratorias cuxo tema principal foi a valoración da tose. Estudiáronse os diferentes protocolos de valoración da tose, os puntos de corte do pico fluxo tose (PFT) así coma as posibles ecuacións de referencia para o seu cálculo.

Conclusións. Tras a análise dos diferentes protocolos na literatura actual suxírese o emprego do neumotacógrafo ou do medidor de PEF (pico fluxo espiratorio) dixital xunto coa mascarilla orofacial para a valoración da tose. Foron varios autores os que determinaron puntos de corte para o PFT propoñendo, en líneas xerais, un valor menor de 160 L/min como indicativo de tose ineficaz. Na actualidade non existen ecuacións de referencia, sen embargo, o PFT relaciónase con características intrínsecas do paciente coma o sexo, a altura, a idade e outros factores relacionados coa función pulmonar coma a presión inspiratoria máxima, a presión espiratoria máxima e a capacidade vital forzada.

Palabras chave. Tose, pico fluxo tose, valores de referencia, probas de función respiratoria.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 TIPO DE TRABAJO

Se trata de una revisión bibliográfica.

1.2 MOTIVACIÓN PERSONAL

El motivo por el que este trabajo se centra en este apartado de la Fisioterapia respiratoria es debido a que los diferentes métodos de evaluación de la tos se han tratado brevemente en el segundo y tercer curso del grado de Fisioterapia. Uno de ellos es el pico flujo de tos (PFT), el cual puede ser determinado a través de un dispositivo de medición de flujo aéreo y con ello, podemos conocer la eficacia de la tos a través de la capacidad tusígena. La interfaz a la hora de realizar la evaluación del PFT ha sido diferente siendo la máscara orofacial y la boquilla las opciones disponibles.

En las asignaturas de Fisioterapia respiratoria y Rehabilitación cardio-respiratoria y vascular, me he encontrado con que a pesar de que es un tema con el que tratamos a diario, existen numerosas maneras de evaluar la tos.

Además de esto, mi interés ha ido en aumento durante el periodo de estancias clínicas en las cuales, he tratado a una amplia variedad de pacientes con afectación del sistema respiratorio que cursan con una tos ineficaz. Todos ellos se valoraron con el PFT cuyo valor fue inferior al punto de corte, por el cual se dice que, una tos no es efectiva, siendo 270 L/min el valor de referencia. Es importante conocer este valor no solo por el mayor riesgo de sufrir infecciones respiratorias sino también porque sirve como dato fundamental para decidir si se extuba a un paciente. Tampoco conocemos ninguna ecuación de referencia que nos permita analizar cómo se comporta el valor a estudiar, en este caso el PFT, en función de determinadas variables ya sea relacionadas con el paciente o con pruebas funcionales.

Una tos ineficaz supone un problema desde el punto de vista clínico a la hora de tratar a los pacientes ya que nos dificulta las maniobras de higiene bronquial además de que la no expectoración, supone un riesgo para los mismos de sufrir infecciones de las vías respiratorias.

2. CONTEXTUALIZACIÓN

2.1 ANTECEDENTES

La mayoría de los pacientes que cursan con alteraciones de la tos sufren de resfriado común u otras infecciones agudas del tracto respiratorio. El inicio, la calidad, la frecuencia y la severidad son características de la tos además de ser puntos clave para identificar diferentes patologías que cursen con las mismas(1).

La tos juega un importante rol en la eliminación de sustancias extrañas o de moco excesivo en las vías aéreas intratorácicas mediante la producción de un aumento del flujo de aire espiratorio forzado. Durante la tos, la actividad coordinada de varios músculos respiratorios controla la producción de la tos. Los músculos inspiratorios se contraen para aumentar el volumen pulmonar necesario para incrementar la velocidad del flujo espiratorio. Por otra parte, los músculos espiratorios se contraen para generar una presión positiva intratorácica alta para el desarrollo de gradientes de pico flujo espiratorio(PEF)(2).

La secuencia de eventos que conduce a una tos eficaz consiste en tres fases: inspiratoria, compresiva y otra de expulsión. La fase inicial de la tos depende de la capacidad de los músculos inspiratorios para alcanzar una inspiración de un 80% de la capacidad pulmonar total(CPT). Sin embargo, la inhalación de un gran volumen de gas produce estiramiento de la musculatura espiratoria lo que genera una gran presión intratorácica positiva. La segunda fase depende de la fuerza de la musculatura espiratoria y de un adecuado control de la vía superior para proporcionar un momento de espiración forzada máxima. A continuación de la exhalación viene la última fase donde el bronquio y la tráquea están comprimidos y estrechados en el espacio intratorácico durante la tos(3).

En sujetos sanos el estrechamiento de las vías aéreas que se produce durante la espiración forzada se encuentra distribuido y el proceso se produce de manera suave y sin colapsos. En pacientes con obstrucción de la vía aérea la distribución del estrechamiento es más brusco, irregular y algunas veces produce el colapso de los bronquios principales(3).

Los pacientes que presentan incapacidad para realizar una tos eficaz tienen mayor probabilidad de sufrir acumulación excesiva de secreciones pulmonares y aumentar el riesgo de sufrir atelectasias e infecciones respiratorias(4).

Una tos efectiva depende de la capacidad de producir un adecuado PFT. El PFT es considerado una medida relevante de la eficacia de la tos ya que el aclaramiento mucociliar está ampliamente relacionado con la magnitud del flujo espiratorio durante la tos. Esta medida puede ser llevada a cabo a pie de cama usando diferentes dispositivos portátiles(5).

La primera referencia que encontramos de ello en personas sanas es de Leiner et al., en 1963, los cuales definieron el PFT como la tasa máxima de flujo espiratorio producida por un sujeto durante al menos 10 milisegundos cuyo valor se expresa en litros por minuto(6).

Hasta ahora, la evaluación de la frecuencia y la gravedad de la tos se ha basado principalmente en los informes subjetivos. Por este motivo, se crearon diferentes métodos para objetivar dichas variables mediante diferentes herramientas capaces de analizar la cantidad total de episodios de tos en un determinado periodo de tiempo como por ejemplo el *PulmoTrack*(7).

Otra manera de analizar la tos es mediante cuestionarios. El cuestionario de *Tos Leicester* se diseñó para evaluar objetivamente la tos crónica y su efecto sobre la calidad de vida. Dicho cuestionario ha sido adaptado a la población española (8). Es un instrumento de uso habitual que proporciona resultados sólidos para evaluar el efecto de la tos en distintas enfermedades respiratorias, incluso en el caso de la tos aguda. Se trata de un cuestionario administrado por el propio paciente que comprende 19 ítems divididos en 3 dominios: físico (8 ítems), psicológico (7 ítems) y social (4 ítems), en el que las respuestas se representan en una escala Likert de 7 puntos. La puntuación total, comprendida en un intervalo de 3 a 21, se obtiene sumando las puntuaciones de los 3 dominios y dividiendo el resultado entre 3. Las puntuaciones más altas indican menor efecto de la tos sobre la calidad de vida(9).

El cuestionario *Saint George* es un cuestionario de calidad de vida estandarizado específico para pacientes con enfermedades del sistema respiratorio. Está validado en diferentes idiomas entre los que se encuentra el español(10). Este cuestionario dentro de la dimensión de síntomas recoge un apartado específico para la tos. Contiene 50 ítems divididos en 3 subescalas: síntomas (8 ítems), incluyendo síntomas respiratorios severos, su frecuencia y su severidad; actividad (16 ítems) junto con las actividades que causan o están limitadas por la falta de respiración; e impacto de la enfermedad respiratoria de la vida (26 ítems), el cual cubre un rango de aspectos relacionados con funciones sociales y perturbaciones psicológicas resultado de la enfermedad de la vía aérea(11).

Cada ítem en el cuestionario tiene un peso determinado el cual proporciona una estimación del problema asociado con el síntoma o estado descrito. El resultado total se encuentra en un rango de 0-100 siendo el 0 la indicación de que no existe reducción alguna en la calidad de vida(10). Por último, en la guía de la *American Thoracic Society* y *European Respiratory Society* (ATS/ERS) podemos encontrar una forma de valorar la tos mediante una técnica invasiva a través de la presión en esófago y estómago. Este método se realiza a través de la

introducción de un catéter en forma de balón tras lo cual, el paciente tose lo más fuerte posible. Dado el carácter invasivo de esta maniobra no se emplea habitualmente en clínica(12).

2.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El motivo por el cual se realiza este trabajo se basa en el desconocimiento existente acerca de los diferentes métodos de evaluación de la tos en pacientes con patología respiratoria. Aunque uno de los métodos conocidos hoy en día es el PFT existe una amplia disparidad de protocolos en el ámbito clínico para la valoración del mismo y no solo en cuanto a la ejecución de la técnica, sino también en cuanto a la instrumentación requerida.

Otro de los puntos clave en la valoración de la tos y que nos genera incertidumbre en este ámbito, son los valores de referencia, puesto que, se desconocen unos puntos de corte claros que nos indiquen la eficacia de la tos.

La existencia de ecuaciones de referencia, es otro punto esencial del trabajo ya que nos indican cómo en función de determinadas variables como la edad, sexo o la altura, se comporta el valor a estudiar, en este caso, el PFT. Por tanto, es de gran relevancia la realización correcta de su evaluación, puesto que, a pesar de que haya numerosos factores a considerar a la hora de valorar el PFT como la interfaz o incluso la posición del paciente, es necesario conocer la evidencia científica hasta el momento con el fin de acercarnos en la medida de lo posible, a un punto de corte que nos ayude a determinar la eficacia de la tos en pacientes con patología de su sistema respiratorio y así, poder dirigir nuestro tratamiento desde la Fisioterapia respiratoria.

3. OBJETIVOS

3.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿A través de qué métodos podemos evaluar la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio?

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 General

Analizar la literatura existente sobre los diferentes métodos de evaluación de la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio.

3.2.2 Específicos

Son objetivos específicos:

- Conocer y comparar los distintos protocolos de evaluación de la tos.
- Conocer si existen puntos de corte del PFT.
- Interpretar y analizar las repercusiones clínicas de los diferentes puntos de corte del PFT.
- Averiguar si existen ecuaciones de referencia para el PFT.

4. METODOLOGÍA

4.1 FECHA Y BASES DE DATOS

Se trata de una revisión bibliográfica realizada desde el 23 de febrero hasta el día 14 de marzo de 2018, basada en artículos publicados en las bases de datos Pubmed, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), Scopus y la biblioteca Cochrane plus.

4.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Artículos cuyo tema principal sea la evaluación de la tos.
- Estudios publicados en español, inglés o portugués.
- Artículos publicados desde el año 2008 en adelante.

Criterios de exclusión

- Artículos no accesibles a texto completo a través de las bases de datos de la biblioteca universitaria o repositorios que permitan el acceso abierto.
- Estudios en los cuales se hable exclusivamente de parámetros de función pulmonar no relacionados directamente con la tos.
- Estudios que tengan como sujetos animales.
- Artículos cuyo objetivo principal sea el análisis de cuestionarios de la tos.

4.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

La búsqueda se realizó en las bases de datos Pubmed, Scopus, PEDro y la biblioteca Cochrane plus durante los meses de febrero hasta marzo de 2018.

Pubmed

Se realiza la búsqueda con términos *Medical Subject Headings* (MeSH) además de palabras clave no incluidas como MeSH como es el caso del PFT debido a que es el método más común para la evaluación de la tos. Los términos MeSH son: “*cough*”, “*reference values*” y “*respiratory function tests*”.

En la búsqueda se aplicaron los siguientes filtros: estudios publicados en los últimos 10 años, realizados sobre humanos y cuyo idioma sea inglés, español o portugués. Los detalles de las diferentes cajas de búsqueda se ofrecen en la tabla 1.

Scopus

Para comenzar con la búsqueda introducimos las palabras clave “*cough*” y “*peak cough flow*” unido con el operador booleano OR y para juntarlo a “*reference values*” mediante AND. A continuación, realizamos la misma operación pero como tercer término utilizamos la palabra clave “*interpretation*”. Para acabar, introducimos las palabras clave “*cough*” OR “*peak cough flow*” para unirlo con el operador booleano AND a “*respiratory function test*”.

Filtramos los resultados para que nos aparezcan artículos publicados desde el 2008 y que se encuentren en inglés, español o portugués.

PEDro

Empezamos la búsqueda escogiendo la opción de “*advance search*” e introducimos el término de búsqueda “*cough*” y “*reference values*” en el subapartado de *abstract&title*. A continuación, seleccionamos “*respiratory therapy*” en el subapartado. Luego, unimos los términos “*cough*” e “*interpretation*” y por último, unimos el primero de ellos junto con “*Respiratory function tests*”.

Realizamos la búsqueda en un intervalo de tiempo de diez años, es decir, desde el 2008.

Para finalizar, seleccionamos el operador booleano AND para que ambos términos vayan unidos de dicha manera.

Biblioteca Cochrane plus

Aplicamos los términos clave en idioma castellano “tos” y “pico flujo tos” unidos por el operador booleano OR. A continuación, realizamos tres búsquedas uniendo esta primera parte junto con “valores de referencia”, “interpretación” y “test de función respiratoria” con el operador booleano AND.

En la tabla 1 se ofrece un resumen de las cajas de búsqueda y los filtros aplicados en las diferentes bases de datos.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda y filtros aplicados

Base de datos	Ecuación de búsqueda	Filtros
Pubmed	((("Cough"[Mesh] OR "peak cough flow"[TIAB])) AND "Reference Values"[Mesh] OR "interpretation"[TIAB] AND "Cough"[Mesh] OR "peak cough flow"[TIAB] AND "Respiratory Function Tests"[Mesh])	Idiomas: inglés, castellano, portugués Periodo de tiempo: 2008-2018 Sujetos: humanos
Scopus	TITLE-ABS-KEY (“cough” OR “peak cough flow” AND “reference values”) TITLE-ABS-KEY (“cough” OR “peak cough flow” AND “interpretation”) TITLE-ABS-KEY (“cough” OR “peak cough flow” AND “Respiratory Function Test”)	Limitado (pubyear, 2008-2017)
PEDro	Cough AND reference values Cough AND interpretation Cough AND Respiratory Function Test	Therapy:“respiratorytherapy” y publicados desde 2008
Cochrane	Tos OR pico flujo tos AND valores de referencia Tos OR pico flujo tos AND interpretación Tos OR pico flujo tos AND test de función de función respiratoria.	Periodo de tiempo: 2008-2018

4.4 GESTIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA LOCALIZADA

Se ha utilizado el programa informático Zotero para gestionar las referencias bibliográficas y crear la bibliografía en formato Vancouver.

4.5 SELECCIÓN DE ARTÍCULOS

Con la búsqueda en las bases de datos Pubmed, Scopus, PEDro y la biblioteca Cochrane plus se encuentran 1.708 resultados de los cuales se analizan 25 artículos procedentes de Pubmed y Scopus. A continuación se ofrece el diagrama de flujo que muestra la selección de los resultados.

Figura 1. Resultados en Pubmed

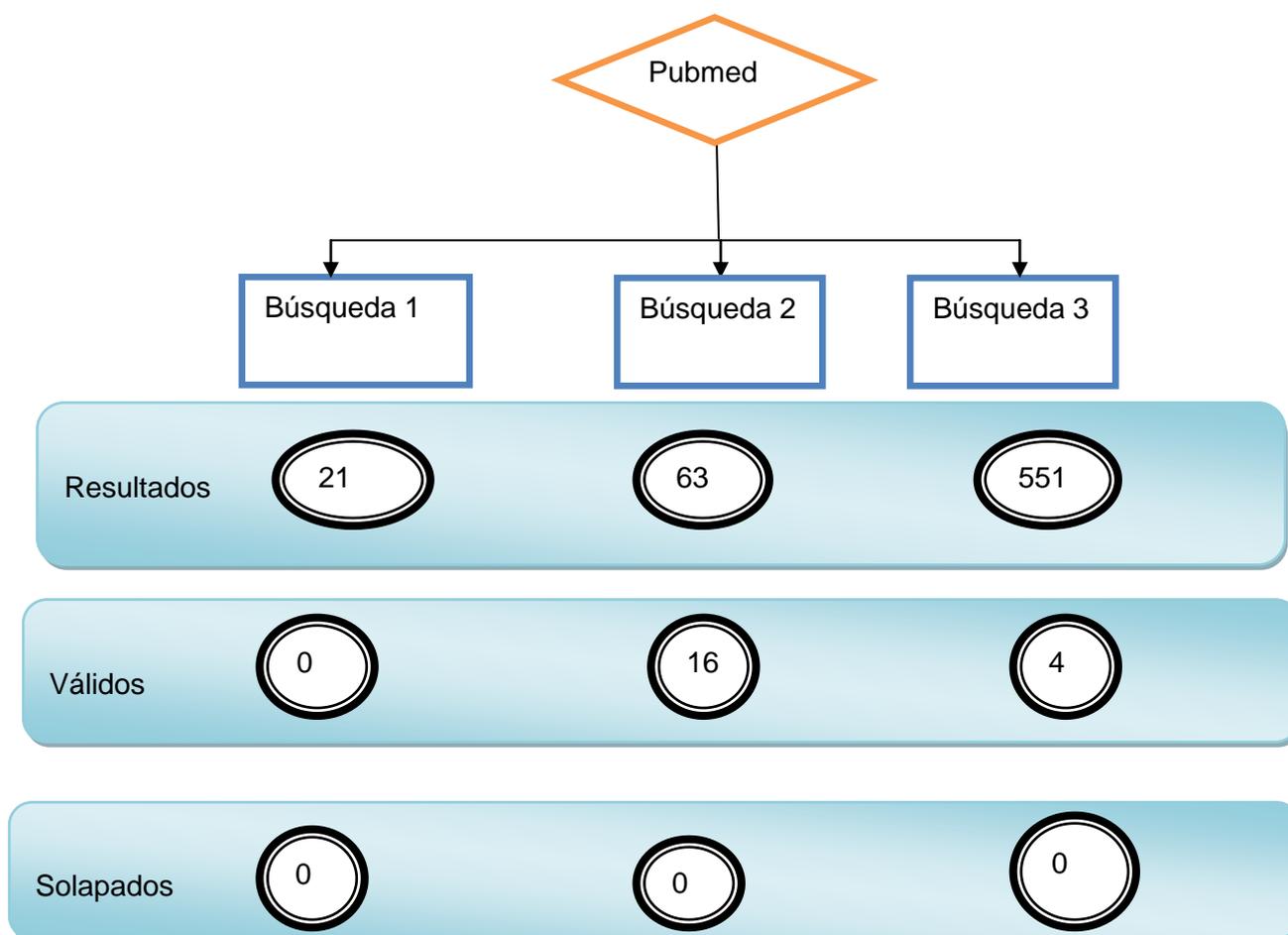
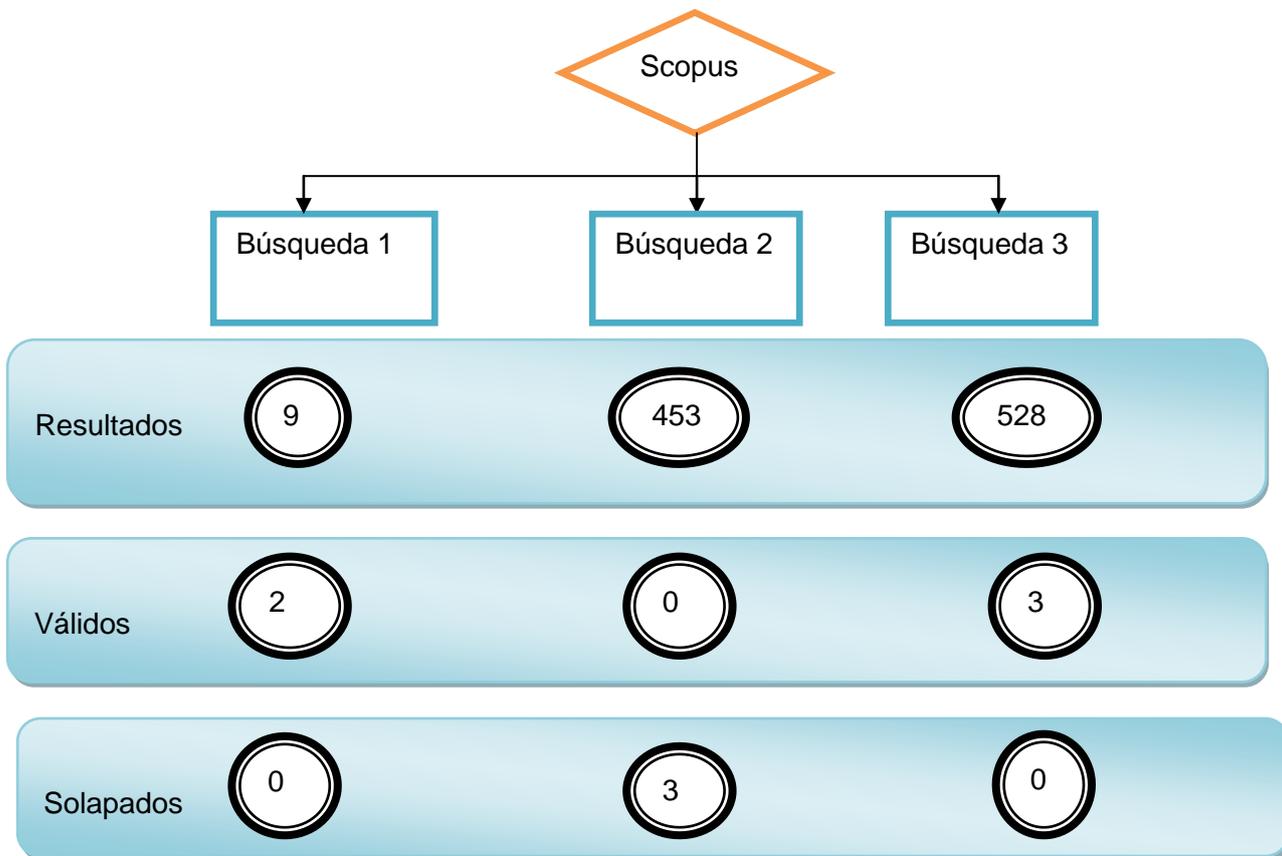


Ilustración 2. Resultados en Scopus



4.6 VARIABLES DE ESTUDIO

Se recogieron las siguientes variables para su posterior análisis:

- Protocolos para la evaluación de la tos:
 - Capacidad tusígena (PFT)
 - Dispositivo medidor.
 - Interfaz.
 - Protocolo de ejecución.
 - Criterios de reproductibilidad de las maniobras.
 - Posición del paciente.
 - Patología del paciente.
 - Frecuencia de la tos:
 - Dispositivo.
- PFT
 - Ecuaciones predictivas para hallar el valor de referencia.
 - Punto de corte para la interpretación clínica del PFT.

5. RESULTADOS

Los resultados de este trabajo se expondrán, siguiendo las variables resultado recogidas, en relación a los protocolos de evaluación de la tos, a las ecuaciones de referencia del PFT y sus puntos de corte. Con respecto a la evaluación de la tos, nos referiremos fundamentalmente al PFT y a la frecuencia de la tos, por ser los métodos más empleados en el ámbito clínico y en los trabajos científicos. En relación al PFT analizaremos los diferentes protocolos de medición que han sido recogidos en la literatura, así como los instrumentos empleados para su determinación y los criterios de reproducibilidad.

PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DEL PFT

Diversos autores se han dedicado al estudio de los diferentes protocolos existentes para la evaluación de la tos.

Sancho et al., analizaron el efecto de las oscilaciones de alta frecuencia sobre el PFT generado por la in-exsuflación mecánica (MI-E) en un grupo de pacientes con esclerosis lateral amiotrófica (ELA). Para ello, usaron una máscara orofacial conectada a un neumotacógrafo el cual, es una herramienta no invasiva para la medida de los parámetros aerodinámicos tales como el flujo y la presión. Los sujetos realizaron una tos forzada tras efectuar previamente una inspiración profunda. Realizaron tres maniobras y analizaron el valor más alto siempre y cuando hubiera una diferencia menor del 5%(13).

Stehling et al., investigaron si el declive del volumen pulmonar estaba asociado con la ventilación no homogénea en pacientes que padecían la enfermedad de Duchenne. En dicho estudio se valoró el PFT con el paciente en posición de sedestación y con una pinza nasal. Se realizó una tos máxima después de una inspiración profunda desde capacidad residual funcional (CRF) empleando un medidor de PEF de bolsillo(14).

Vilozni et al., investigaron las características de la tos en relación con la función pulmonar en personas que padecían fibrosis quística. Para valorar la tos usaron los parámetros de PFT y la relación PFT/PEF. En el protocolo para la determinación del PFT propuesto por estos autores, los sujetos realizaron una tos tan fuerte como les fue posible, a través de un neumotacógrafo, conectado a una boquilla, empleando pinzas nasales. Previamente a la realización de la tos, desde la CRF, los participantes inspiraron hasta llegar a su CPT. Se realizaron tres maniobras y la más alta fue seleccionada para su posterior análisis(3).

Winck et al., realizaron un estudio con el fin de conocer el valor del PFT a partir del cual se extubaba a los pacientes (quemados, enfermedad crítica o neuromuscular) que presentaban un tubo de traqueostomía. Para ello, la medición se puede hacer con los manguitos desinflados, las cánulas de traqueotomía cubiertas y medidas a través de la boca. Los pacientes, en posición de decúbito supino con el cabecero elevado 30 grados, tosieron a través de una mascarilla orofacial en un medidor de PEF con el tubo de la traqueostomía cubierto y el manguito deshinchado. Estos autores no detallan el número de repeticiones de la maniobra de evaluación(15).

En el estudio de **Kim et al.**, valoraron el PFT en pacientes con enfermedad neuromuscular con ventilador no invasivo dependiente con el fin de valorar la capacidad de la in-exsuflación mecánica. Se valoró en cuatro condiciones diferentes: no asistido; con asistencia manual seguido de una maniobra a capacidad inspiratoria máxima; con in-exsuflación mecánica y, con in-exsuflación mecánica en combinación con asistencia manual. Todas las medidas del PFT fueron realizadas con el dispositivo *CoughAid*[®] el cual, se conecta a los pacientes mediante una mascarilla orofacial. La posición de partida es en decúbito supino con una inclinación de 60 a 90 grados del cabecero de la camilla. Cada una de las cuatro maniobras se realizaron tres veces con un periodo de descanso entre ellas. Los valores más altos se escogieron para realizar su análisis(16).

En este tipo de pacientes **Lacombe et al.**, realizaron un estudio para comparar los resultados de tres técnicas: insuflación mecánica junto con asistencia manual, insuflación-exsuflación aislada y la insuflación-exsuflación combinada con la asistencia manual. La principal valoración que se realizó fue el PFT medido a través de un neumotacógrafo. Se tuvo mucho cuidado para evitar las posibles fugas de aire alrededor de la máscara orofacial durante cada técnica. Todas las medidas se realizaron sobre pacientes sentados en sus respectivas sillas de ruedas. Dos fisioterapeutas fueron requeridos para cada paciente los cuales, estimularon verbalmente a cada uno de ellos. Para la respiración con presión positiva intermitente (IPPB) más la maniobra manual para la tos, las medidas fueron obtenidas durante la tos después de que el paciente fuera desconectado del respirador con IPPB al final de la insuflación. Las mediciones se repitieron tres veces cada una, buscando una reproductibilidad inferior o igual al 10%. Se seleccionó el valor más alto de las tres mediciones(17).

Tilanus et al., buscaron conocer los test funcionales respiratorios que indiquen el inicio de la ventilación mecánica no invasiva en pacientes con ELA. Entre ellos está el PFT, el cual se evaluó a través de una máxima inspiración seguida de una tos lo más fuerte posible mientras los labios estaban sellados alrededor del tubo del medidor de PEF. La posición de valoración fue la sedestación(18).

Por otra parte, **Feinstein et al.**, realizaron un estudio para conocer los valores normativos para la aerodinámica de la tos como base para estudios futuros. Estas medidas se obtuvieron sobre pacientes adultos sanos en posición de sedestación como recomienda la guía de la ATS/ERS(12). Los sujetos realizaron una tos máxima voluntaria después de una demostración realizada por un miembro del equipo. Los individuos respiraron profundamente y posteriormente tosieron lo más fuerte posible. En este caso, se realizaron dos intentos para la práctica y tres para la evaluación final. El valor más alto se escogió para el análisis. Dicha evaluación fue realizada con un neumotacógrafo(1).

También sobre personas sanas pero en este caso mayores, **Freitas et al.**, realizaron un estudio para analizar la influencia de la actividad física y el nivel funcional sobre los parámetros de la función pulmonar. Para ello, valoraron el PFT usando un Mini-Wright medidor de PEF con una escala de 0 hasta los 900 L/min. Todos los sujetos realizaron tres mediciones y se repitieron las valoraciones en caso de que hubiera una diferencia mayor de 20 L/min. Los sujetos partiendo de una inspiración máxima realizaron una tos lo más fuerte posible. El valor más alto fue analizado(19).

En la misma línea, **Bianchi et al.**, reclutaron como sujetos a niños y adolescentes sanos. Una explicación más pormenorizada fue dada a los niños más pequeños. Para medir los flujos aéreos usaron un medidor de PEF. Los sujetos realizaban una inspiración completa y luego una tos tan fuerte como pudieran dentro de una máscara facial conectada al medidor de PEF. En primer lugar, tosieron en posición de sedestación, luego en decúbito supino y por último, sentados otra vez. Se realizaron tres mediciones y el valor más alto fue escogido para su posterior análisis(20).

Otro estudio de gran relevancia fue el de **Park et al.**, en el que se propusieron investigar cómo la fuerza de la musculatura respiratoria se relaciona con la capacidad tusígena en pacientes con debilidad de la misma. Para ello se evalúa el PFT que fue medido mediante un medidor de PEF solicitando una tos lo más fuerte posible dentro de dicho dispositivo. Se realizaron tres intentos cogiendo el valor más alto(21).

Kimura et al., realizaron un estudio en el cual compararon el PFT en pacientes tras accidentes de tráfico con y sin disfagia. Así pues tomaron como medida principal el PFT que fue evaluado con el sujeto sentado en una silla con una máscara facial unida al espirómetro para prevenir fugas de aire en boca y nariz. Los sujetos, en primer lugar, vaciaron sus pulmones para que a continuación realizasen una inspiración profunda y luego tosieran fuertemente a la vez que recibía una incentivación verbal. Se realizaron unas cuantas prácticas y a continuación tres mediciones tras las cuales se escogió el valor más alto para el análisis(22).

Colucci et al., estimaron los cambios en la eficacia de la tos después de cirugía abdominal superior mediante la valoración del PFT. En este estudio dicha medida fue evaluada mediante un espirómetro portátil unido a una máscara orofacial. Los sujetos estaban en posición de decúbito supino con una inclinación de 60 grados del cabecero de la camilla y cogieron aire profundamente para después toser lo más fuerte posible. Se realizaron cinco intentos con descanso de treinta segundos entre cada repetición y se escogieron las tres mediciones más altas. También evaluaron el dolor durante la tos mediante la escala visual analógica (EVA) después de cada sesión. El PFT se correlacionó negativamente con los resultados obtenidos si bien dicha correlación fue baja(5).

Marques et al., realizaron otro estudio en donde determinaron los efectos que el tratamiento diario domiciliario con maniobras de *air-stacking* tiene en pacientes con atrofia muscular espinal y con distrofia muscular congénita. Así pues, para evaluar la función de la musculatura respiratoria valoran el PFT no asistido y asistido. Para el primero de ellos, los pacientes se colocan en posición de sedestación con una máscara orofacial. Los sujetos realizaron una inspiración máxima para que a continuación tosieran. Para la evaluación del PFT asistido, utilizaron el mismo protocolo empleando la maniobra del *air-stacking* para conseguir llegar al máximo volumen pulmonar. Se realizaron seis repeticiones y se cogió el valor más alto siempre y cuando la diferencia entre las tres más altas no tuviese una diferencia mayor de 20 L/min(23).

Duan et al., realizaron un estudio cuyo objetivo era valorar si una ventilación mecánica no invasiva profiláctica beneficiaría a pacientes con déficit de fuerza en la tos. Antes de la extubación valoraron el PFT mediante un espirómetro portátil. Así pues, antes de la medición, elevaron el cabecero de la camilla unos 30-45 grados, succionaron las secreciones y oxigenaron a los pacientes al 100% durante dos minutos. A continuación, desconectaron el ventilador, conectaron el espirómetro al tubo endotraqueal y mandaron

toser al paciente tan fuerte como pudiese. Lo valoraron tres veces y seleccionaron la medida más alta(24).

En la tabla 2 se ofrece un resumen de las variables resultado analizadas de los diferentes artículos expuestos en los resultados: población de estudio, interfaz empleada en la medición del PFT, instrumentación, maniobra, posición del paciente, número de repeticiones, reproductibilidad y selección de los resultados.

Tabla 2. Protocolos para la medición del PFT

Referencia	Población	Interfaz	Instrumento	Maniobra	Posición del paciente	Nº de reps	Reproductibilidad	Selección de los resultados
Sancho et., 2016⁽¹³⁾	ELA N=40	Máscara orofacial	Neumotacógrafo	Tos forzada después de realizar una inspiración profunda	NE	3	< 5%	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Stehling et al., 2015⁽¹⁴⁾	Enfermedad de Duchenne N= 45	NE	Medidor de PEF	Tos máxima después de una inspiración profunda desde CRF	Sedestación	NE	NE	NE
Vilozni et al., 2014⁽³⁾	Fibrosis quística N= 54	Boquilla	Neumotacógrafo	Desde la CRF, inspirar hasta CPT antes de toser	NE	3	NE	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Winck et al., 2015⁽¹⁵⁾	Enfermedad neuromuscular (n=87) Quemados (n=125), Críticos (n= 150)	Máscara orofacial	Medidor de PEF	Toser con el tubo de la traqueostomía cubierto y el manguito deshinchado	Decúbito supino con el cabecero elevado 30º	NE	NE	NE

*Métodos de evaluación de la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio
Una revisión bibliográfica*

Kim et al., 2015⁽¹⁶⁾	Enfermedad neuromuscular N= 40	Máscara orofacial	CoughAid [®]	Se valora en 4 condiciones diferentes: tos no asistida, con asistencia manual seguida de una maniobra a capacidad inspiratoria máxima, in-exsuflación mecánica(MI-E) y MI-E en combinación con asistencia manual	Decúbito supino con una inclinación de 60° a 90° del cabecero	Cada una de las 4 maniobras fueron realizadas 3 veces con un periodo de descanso entre ellas	NE	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Lacombe et al., 2014⁽¹⁷⁾	Enfermedad neuromuscular N= 18	Máscara orofacial	Neumotacógrafo	Para la respiración con IPPB más la maniobra manual para la tos, las medidas fueron obtenidas durante la tos después de que el paciente fuera desconectado del respirador IPPB al final de la insuflación.	Sedestación	3	≤ 10%	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Tilanus et al., 2017⁽¹⁸⁾	ELA N= 87	Boquilla	Medidor de PEF	Se realiza una inspiración máxima seguida de una tos lo más fuerte posible	Sedestación	NE	NE	NE

*Métodos de evaluación de la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio
Una revisión bibliográfica*

Feinstein 2017⁽¹⁾	Sujetos sanos N= 52	NE	Neumotacógrafo	Se realiza una tos máxima voluntaria después de una demostración. Se inspira profundamente y después se realiza la tos lo más fuerte posible. Se realizan dos ensayos previos	Sedestación	3	NE	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Freitas et al., 2010⁽¹⁹⁾	Sujetos sanos N=61	NE	Medidor de PEF	Desde una inspiración máxima se realiza una tos lo más fuerte posible	NE	3	≤ 20%	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Bianchi et al., 2018⁽²⁰⁾	Sujetos sanos	Máscara facial	Medidor de PEF	Tras una inspiración completa se realiza una tos tan fuerte como sea posible	Sedestación, luego decúbito supino y finalmente sedestación	3	NE	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones

*Métodos de evaluación de la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio
Una revisión bibliográfica*

Park et al., 2010⁽²¹⁾	Enfermedad neuromuscular (N=130)	NE	Medidor de PEF	Se realiza una tos lo más fuerte posible	NE	3	NE	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Kimura 2013⁽²²⁾	Pacientes con y sin disfagia tras accidente de tráfico N= 10 y 20 respectivamente	Máscara facial	Inspirómetro portátil	Desde el VR se realiza una inspiración profunda y se tose fuertemente a la vez que reciben una incentivación verbal. Se realizan unas cuantas prácticas previas.	Sedestación	3	NE	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Colucci et al., 2015⁽⁵⁾	Cirugía abdominal superior N=101	Máscara orofacial	Espirómetro portátil	Tras una inhalación profunda se realiza una tos lo más fuerte posible. Se valora el dolor mediante la escala EVA	Decúbito supino con una inclinación de 60° del cabecero de la camilla	Se realizaron 5 intentos con descanso de 30 segundos entre cada repetición	NE	Se escogieron las tres mediciones más altas

Métodos de evaluación de la tos en pacientes con afectación del sistema respiratorio
Una revisión bibliográfica

Marques et al., 2014⁽²³⁾	Enfermedad neuromuscular N= 18	Máscara facial	Neumotacógrafo	PFT no asistido: tras una inspiración máxima se realiza una tos. PFT asistido: mismo protocolo pero se parte de un máximo volumen mediante <i>air-stacking</i>	Sedestación	6	20 L/min	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones
Duan et al., 2018⁽²⁴⁾	Pacientes intubados con respiración espontánea N= 356	Se conecta directamente al tubo endotraqueal	Espirómetro portátil	Se succionan las secreciones y oxigenan a los pacientes al 100% durante dos minutos. A continuación, desconectan el ventilador, conectan el espirómetro al tubo endotraqueal y mandan toser al paciente.	Decúbito supino con elevación del cabecero de unos 30-45°	3	NE	Se toma el valor más alto de la media de las 3 mediciones

CRF: capacidad residual funcional; CPT: capacidad pulmonar total; ELA: esclerosis lateral amiotrófica; IPPB: presión positiva intermitente; MI-E: in-exsuflación mecánica; NE: no se especifica; VR: Volumen residual

PROTOSCOLOS DE FRECUENCIA DE LA TOS

Otra forma de evaluar la tos es mediante la medición de su frecuencia. Así pues, han sido varios autores quienes han hablado de dicha valoración. Entre los más destacados, encontramos a **Bakker et al.**, cuyo objetivo fue calcular los segundos de tos totales por hora cada noche en niños con fibrosis quística. Para ello, utilizaron un audiómetro digital el cual, se colocó en una posición estable para grabar todos los sonidos nocturnos. Para que un sonido se considere aceptable debe de haber seis horas de grabación sin interrupciones. Estas señales se transmitían a un ordenador y cada una de ellas, fueron escuchadas por un investigador. Para cada uno de los pacientes cada episodio de tos fue fraccionado en segundos(25).

Otros como **Turney et al.**, realizaron la monitorización de la tos a través de un dispositivo conocido como *PulmoTrack* el cual, permitía calcular el número de episodios de tos por minuto(26).

ECUACIONES DE REFERENCIA DEL PFT

En la búsqueda realizada no se ha encontrado ninguna ecuación de referencia que nos indique cómo se comporta el PFT en función de variables presentes en los estudios analizados tales como el sexo, la edad o las variables antropométricas.

PUNTO DE CORTE

Han sido varios los autores que han propuesto un intervalo de valores dentro del cual se considera que una tos es eficaz. **Gauld et al.**, establecieron un amplio rango, el cual se situaba entre 360 y 1200 L/min (27).

Bianchi et al., en su estudio citado anteriormente consideran como valor de normalidad aquel intervalo que va desde los 400 L/min hasta los 1.200 L/min. No obstante, todavía no existe un rango de normalidad para los niños(20).

Sancho et al., en su estudio de la tos en pacientes con ELA tomaron como referencia para determinar si una tos es eficaz el valor de 270 L/min(13).

En función del flujo basal, se ha propuesto un PFT menor de 160 L/min como indicativo de tos ineficaz. Sin embargo, incluso un PFT basal menor de 270 L/min se ha asociado con complicaciones pulmonares, ya que, durante las enfermedades agudas, se producen reducciones adicionales de la fuerza de los músculos respiratorios con una reducción aún mayor del PFT(28–31).

Un estudio realizado por **Brito et al.**, cuyo objetivo era evaluar la eficacia de la tos usando técnicas manuales como ayuda a pacientes que padecían distrofia muscular de Duchenne, determinaron que un PFT con un valor de 160 L/min es el límite a partir del cual hay mayor riesgo de infecciones pulmonares(32). Este mismo valor se usó en los estudios de **Rodríguez et al.**, y en el de **Faroux et al.**, los cuales valoraron la eficacia de la tos en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y en pacientes con enfermedades neuromusculares(33,34).

6. DISCUSIÓN

Una vez analizados los resultados expuestos anteriormente trataremos de discutir, al hilo de otras investigaciones, las diferencias en los protocolos de medición del PFT y sus puntos de corte y la implicación clínica de estos. Asimismo, dada la ausencia de ecuaciones predictivas para el PFT trataremos de analizar, a través de la literatura, qué variables podrían influir en el valor del mismo.

PROTOCOLOS DE MEDICIÓN DEL PFT

Tras analizar todos los artículos incluidos en esta revisión encontramos una serie de aspectos en los protocolos que los hacen diferenciarse de los otros. Así pues, realizaremos una extracción de aquellos puntos más relevantes y puestas en común a la hora de realizar un protocolo del PFT. El elemento básico a la hora de ejecutar los protocolos es la realización de una tos forzada después de una inspiración profunda. Aquí encontramos el primer elemento diferenciador, Stehling et al.,(14) Viložni et al.,(3) y Kimura et al.,(22) en sus respectivos estudios, solicitaron a los pacientes una inspiración máxima pero desde CRF antes de toser.

Por otra parte, hay elementos que favorecen que la realización de la técnica sea más adecuada. Así pues, al igual que en la espirometría forzada, Kimura et al., decidieron aplicar un incentivo verbal con el fin de motivar a los pacientes y de esta manera, lograr niveles de PFT más altos(22). Esto está en consonancia con las recomendaciones internacionales(12,35) que enfatizan la importancia del incentivo verbal durante la realización de pruebas de función pulmonar y evaluación de la musculatura respiratoria para lograr el máximo esfuerzo por parte del paciente.

En cuanto al dispositivo de elección para realizar la valoración de la eficacia de la tos las dos herramientas más utilizadas han sido el neumotacógrafo y el medidor de PEF.

Sancho et al., compararon la medida del PFT con un medidor de PEF y un neumotacógrafo en voluntarios sanos y en pacientes con alteraciones neuromusculares. En su estudio no encontraron diferencias significativas en las medidas realizadas tanto por el neumotacógrafo como por el medidor de PEF, sin embargo, en el rango de flujos bajos, 14 pacientes obtuvieron una medida mayor mediante la medición de PEF. Esto nos indica que se debe tener precaución con este dispositivo ya que la tendencia es a sobrestimar los flujos bajos(36).

Los medidores de PEF electrónicos pueden medir el PEF en un rango de 15 a 999 L/min con una resolución de 1L/min, una precisión de 6,5% y una mejor concordancia con el neumotacógrafo en comparación con los medidores de PEF mecánicos. En esta misma línea, su bajo coste y su capacidad de almacenamiento de datos puede ser una buena alternativa al alto coste de los neumotacógrafos(37).

Por tanto, podemos observar, que las dos mejores alternativas para valorar el PFT son, por una parte, el neumotacógrafo y, por otra parte, el medidor de PEF electrónico puesto que el mecánico, parece no ser fiable en la valoración de bajos flujos.

Existe controversia entre los resultados analizados en cuál es la mejor interfaz para realizar esta evaluación. Trebbia et al., observaron que la fuga de aire fue significativamente menor cuando se usaba mascarilla en lugar de boquilla(38). Otros autores, sugieren utilizar boquilla en aquellos pacientes que presenten debilidad de la musculatura bucal que impida un cierre correcto de los labios sobre la boquilla, lo que implicaría una fuga de aire que puede provocar una caída en el flujo y, por lo tanto, una subestimación de la capacidad tusígena(39).

Por ello, podemos decir que la interfaz más adecuada para los pacientes analizados en los estudios, es la mascarilla orofacial excepto aquellos que padezcan afectación de la musculatura facial con el fin de evitar fugas de aire.

PROTOSCOLOS DE FRECUENCIA

La literatura encontrada en relación a este modo de evaluación de la tos es escasa. La principal diferencia existente entre los artículos encontrados en la literatura es la división del patrón de la tos, es decir, Bakker et al.,(25) pretendieron fraccionar los episodios de la tos en segundos por hora mientras que Turney et al.,(26) simplemente pretendían cuantificar los episodios de tos por minuto.

PUNTOS DE CORTE

En cuanto a los puntos de corte, el primer aspecto a destacar es que no existe a día de hoy consenso en la comunidad científica. El primer estudio acerca de los valores de referencia fue Leiner et al., en 1963. Con este estudio se pretendía demostrar como la valoración del PFT podía ser valorado de una manera sencilla y barata. Para ello, utilizaron un medidor de PEF y partiendo desde una inspiración máxima realizaron una tos. El PFT se valoró en 105 hombres y 50 mujeres todos ellos sanos. El valor del PFT fue para los hombres 600 L/min

con un rango de 416 a 820 L/min, mientras que, para las mujeres, el resultado fue de 280 L/min con un rango de 280 L/min a 570 L/min(6).

Otro de los primeros autores que escribieron acerca del PFT fue Bach et al., en 1996, estableciendo unos valores que determinaran la extubación de los pacientes con enfermedad neuromuscular. Así pues, concluyeron que la capacidad de generar valores de por lo menos de 160 L/min es necesaria para conseguir una extubación exitosa(40).

Para establecer los valores de referencia, la mayoría de los pacientes que participaron en los estudios padecían de patología neuromuscular. En todos ellos, el punto de corte que se ha establecido es el de 160 L/min sin embargo un valor por debajo de 270 L/min se ha asociado a complicaciones pulmonares como infecciones agudas de la vía respiratoria(28–31). Una excepción en este grupo de pacientes fue Gauld et al., los cuales tomaron un intervalo amplio de referencia (360-1.200 L/min)(27).

Rodríguez et al., y Strickland et al., utilizaron el valor de 160 L/min como punto de corte para establecer si una tos es eficaz en pacientes con EPOC(29,30).

La excepción fueron Bianchi et al., los cuales tomaron como sujetos niños sanos para la evaluación del PFT así como un intervalo amplio de normalidad siendo el valor límite 400 L/min(20).

ECUACIONES DE REFERENCIA

Con respecto a las ecuaciones de referencia del PFT, no hemos encontrado en la literatura referencias bibliográficas al respecto. Como se ha dicho anteriormente, no existe ninguna ecuación de referencia que nos indique cómo se comporta el PFT, sin embargo, tras analizar los resultados, podemos observar que, existen diversos factores que podrían tener relación con el valor del PFT.

En primer lugar, empezaremos hablando de la relación del PFT con las pruebas de función pulmonar. Park et al., estudiaron la relación existente entre la fuerza de la musculatura respiratoria y la capacidad tusígena en pacientes con debilidad de dicha musculatura. Así pues, en este estudio se demostró que tanto la presión inspiratoria máxima (PIM) como la presión espiratoria máxima (PEM) estaban relacionados con el PFT en todos los grupos de estudio. Sin embargo, en el grupo con afectación de la médula espinal cervical existió un mayor grado de correlación con la PIM que con la PEM. En el grupo tanto de pacientes con

ELA como en el de enfermedad de Duchenne la correlación fue inversa, es decir, debido a que ambos tipos de pacientes tienen una capacidad insuficiente de producir volúmenes antes de la tos, ambos dependen exclusivamente de la fuerza de la musculatura espiratoria. Como la tos es un tipo de exhalación forzada, la fuerza de la musculatura espiratoria tiene una correlación más fuerte que la inspiratoria, sin embargo, la incapacidad de conseguir un volumen inspiratorio antes de la producción de tos genera una disminución del PFT(21). Por tanto, la PIM y la PEM son importantes para generar una tos eficaz, sin embargo, la predominancia en el grado de influencia de una y otra presión podría estar condicionada por la patología de cada sujeto.

En el estudio realizado por Colucci et al., en el cual se evaluaba el PFT en pacientes tras cirugía abdominal superior se encontró una relación entre el dolor y la capacidad vital forzada (CVF) junto con el PFT. Las medidas del PFT y la CVF se llevaron a cabo el día antes de la operación y se repitieron los días postoperatorios 1,3 y 5. El PFT disminuyó hasta el 54% del valor medido del día preoperatorio que se incrementó gradualmente los días postoperatorios 3 (65%) y 5 (72%). En estos días el PFT se correlacionó fuertemente con la CVF pero pobremente con el dolor de los pacientes tras la operación. Este descubrimiento sugiere que la presencia de una disfunción pulmonar del tipo restrictivo puede ser un factor importante que conduzca a la disminución de la eficacia de la tos tras cirugía abdominal superior(5).

En relación a la CVF, también encontramos, en el estudio de Srouf et al., una relación significativa entre la CVF y el PFT. En este estudio se pretendía analizar cómo disminuía el grado de función pulmonar y el PFT en pacientes que padecían esclerosis múltiple. Después de realizar la valoración, encontraron que la CVF disminuía significativamente a medida que pasa el tiempo mucho más de lo que se pudiera esperar en individuos sanos(31).

Por último, encontramos el estudio de Kimura et al., en el cual analizaron el PFT en pacientes con y sin disfagia. Tras dicha valoración encontraron que el PFT fue menor en pacientes con disfagia y además, descubrieron que el mayor factor asociado a la caída del PFT fue debida a la disminución del volumen de reserva inspiratoria (VRI)(22).

No solo el PFT se puede analizar en relación a pruebas funcionales sino también según las características de los sujetos. Feinstein et al., en su estudio para establecer valores de referencia dedujeron que el PFT era diferente según edad, sexo y altura. En cuanto a la edad dividieron a los sujetos en 2 grupos: entre 20 y 49 años y los de edad avanzada, entre

50 y 80 años. Encontraron que el PFT era mayor en gente joven (803,8 L/min) en comparación con el segundo grupo (604,5 L/min).

También encontraron diferencias estadísticamente significativas entre mujeres y hombres con flujos de 585,1 L/min y 828,2 L/min respectivamente. El PFT aumentó a medida que aumentó la altura con unos valores de 577,1 L/min en la población con menor estatura en comparación con la más alta (1116 L/min)(1).

Por último, Brito et al., en un estudio en que cual seleccionaron una muestra de 28 pacientes con disrofia muscular de Duchenne, encontraron que aquellos pacientes que presentaban una cifoescoliosis marcada presentaban unos valores de PFT menores que en aquellos que no presentaban dicha condición(32).

7. LIMITACIONES DEL TRABAJO

- Varios de los protocolos para la medición del PFT encontrados en la literatura no documentan todas las variables a estudiar (número de repeticiones de las maniobras, criterios de reproductibilidad, posición del paciente, instrumento empleado en la medición, interfaz y protocolo de realización) lo cual dificulta la comparación entre ellos.
- Los artículos fueron revisados y analizados por un solo evaluador.

8. LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

- Es necesario que se elabore una guía de práctica clínica que sea capaz de unificar los criterios de evaluación de la tos, especialmente a través del PFT.
- Es necesario el estudio de los puntos de corte del PFT para la evaluación de la capacidad tusígena en las diferentes poblaciones con afectación del sistema respiratorio.
- Se requiere el diseño y puesta en marcha de un estudio de investigación multicéntrico para la determinación de las ecuaciones de referencia del PFT en población española sana.

9. CONCLUSIONES

- A pesar de la gran diversidad de protocolos existentes en la literatura actual, el uso del neumotacógrafo o del medidor de PEF digital y la mascarilla orofacial son los más recomendables para la valoración de la tos.
- Aunque han sido varios los autores que han determinado puntos de corte para el PFT se ha propuesto, en líneas generales, un PFT menor de 160 L/min como indicativo de tos ineficaz.
- Un valor menor de 160 L/min es considerado como un valor insuficiente para obtener una adecuada eficacia en la limpieza de secreciones lo que genera mayor riesgo de sufrir complicaciones pulmonares como infecciones agudas o atelectasias.
- No existen actualmente ecuaciones de referencia para el cálculo del PFT, sin embargo, este parece estar relacionado con características intrínsecas del paciente como el sexo, la altura, la edad y otros factores como las pruebas de función pulmonar como la PIM, la PEM y la CVF.

10. BIBLIOGRAFÍA

1. Feinstein AJ, Zhang Z, Chhetri DK, Long J. Measurement of Cough Aerodynamics in Healthy Adults. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2017;126(5):396-400.
2. McCool FD. Global physiology and pathophysiology of cough: ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2006;129(1 Suppl):48S-53S.
3. Vilozni D, Lavie M, Ofek M, Sarouk I, Efrati O. Cough Characteristics and FVC Maneuver in Cystic Fibrosis. *Respir Care*. 2014;59(12):1912-7.
4. Smith MCL, Ellis ER. Is retained mucus a risk factor for the development of postoperative atelectasis and pneumonia? – Implications for the physiotherapist. *Physiother Theory Pract*. 2000;16(2):69-80.
5. Colucci DBB, Fiore JF, Paisani DM, Risso TT, Colucci M, Chiavegato LD, et al. Cough Impairment and Risk of Postoperative Pulmonary Complications After Open Upper Abdominal Surgery. *Respir Care*. 2015;60(5):673-8.
6. Leiner GC, Abramowitz S, Small MJ, Stenby VB, Lewis WA. Expiratory Peak Flow Rate. *Am Rev Respir Dis*. 1963;88(5):644-51.
7. Krajnik M, Damps-Konstanska I, Gorska L, Jassem E. A portable automatic cough analyser in the ambulatory assessment of cough. *Biomed Eng OnLine*. 2010;9:17.
8. Muñoz G, Buxó M, de Gracia J, Oliveira C, Martinez-Garcia MA, Giron R, et al. Validation of a Spanish version of the Leicester Cough Questionnaire in non-cystic fibrosis bronchiectasis. *Chron Respir Dis*. 2016;13(2):128-36.
9. Birring SS, Prudon B, Carr AJ, Singh SJ, Morgan MDL, Pavord ID. Development of a symptom specific health status measure for patients with chronic cough: Leicester Cough Questionnaire (LCQ). *Thorax*. 2003;58(4):339-43.
10. Ferrer M, Alonso J, Prieto L, Plaza V, Monso E, Marrades R, et al. Validity and reliability of the St George's Respiratory Questionnaire after adaptation to a different language and culture: the Spanish example. *Eur Respir J*. 1996;9(6):1160-6.
11. Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM, Littlejohns P. A Self-complete Measure of Health Status for Chronic Airflow Limitation: The St. George's Respiratory Questionnaire. *Am Rev Respir Dis*. 1992;145(6):1321-7.
12. American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518-624.
13. Sancho J, Bures E, Asunción S de L, Servera E. Effect of High-Frequency Oscillations on Cough Peak Flows Generated by Mechanical In-Exsufflation in Medically Stable Subjects With Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Respir Care*. 2016;61(8):1051-8.
14. Stehling F, Dohna-Schwake C, Mellies U, Große-Onnebrink J. Decline in Lung Volume With Duchenne Muscular Dystrophy Is Associated With Ventilation Inhomogeneity. *Respir Care*. 2015;60(9):1257-63.

15. Winck JC, LeBlanc C, Soto JL, Plano F. The value of cough peak flow measurements in the assessment of extubation or decannulation readiness. *Rev Port Pneumol Engl Ed.* 2015;21(2):94-8.
16. Kim SM, Choi WA, Won YH, Kang S-W. A Comparison of Cough Assistance Techniques in Patients with Respiratory Muscle Weakness. *Yonsei Med J.* 2016;57(6):1488-93.
17. Lacombe M, Castrillo LDA, Boré A, Chapeau D, Horvat E, Vaugier I, et al. Comparison of Three Cough-Augmentation Techniques in Neuromuscular Patients: Mechanical Insufflation Combined with Manually Assisted Cough, Insufflation-Exsufflation Alone and Insufflation-Exsufflation Combined with Manually Assisted Cough. *Respiration.* 2014;88(3):215-22.
18. Tilanus TBM, Groothuis JT, TenBroek-Pastoor JMC, Feuth TB, Heijdra YF, Slenders JPL, et al. The predictive value of respiratory function tests for non-invasive ventilation in amyotrophic lateral sclerosis. *Respir Res.* 2017;18:144.
19. Freitas FS, Ibiapina CC, Alvim CG, Britto RR, Parreira VF. Relationship between cough strength and functional level in elderly. *Braz J Phys Ther.* 2010;14(6):470-6.
20. Bianchi C, Baiardi P. Cough peak flows: standard values for children and adolescents. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008;87(6):461-467
21. Park JH, Kang S-W, Lee SC, Choi WA, Kim DH. How Respiratory Muscle Strength Correlates with Cough Capacity in Patients with Respiratory Muscle Weakness. *Yonsei Med J.* 2010;51(3):392-7.
22. Kimura Y, Takahashi M, Wada F, Hachisuka K. Differences in the Peak Cough Flow among Stroke Patients With and Without Dysphagia. *Journal of University of Occupational and Environmental Health.* 2013;35(1):9-16.
23. Marques TBC, Neves J de C, Portes LA, Salge JM, Zanoteli E, Reed UC. Air stacking: effects on pulmonary function in patients with spinal muscular atrophy and in patients with congenital muscular dystrophy. *J Bras Pneumol.* 2014;40(5):528-34.
24. Duan J, Han X, Huang S, Bai L. Noninvasive ventilation for avoidance of reintubation in patients with various cough strength. *Crit Care [Internet].* 7 de octubre de 2016 [citado 13 de marzo de 2018];20. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5054598/>
25. Bakker EM, Meijden JC van der, Nieuwhof EM, Hop WCJ, Tiddens H. WM. Determining presence of lung disease in young children with cystic fibrosis: Lung clearance index, oxygen saturation and cough frequency. *J Cyst Fibros.* 2012;11(3):223-30.
26. Turner RD, Bothamley GH. How to count coughs? Counting by ear, the effect of visual data and the evaluation of an automated cough monitor. *Respir Med.* 2014;108(12):1808-15.
27. Gauld LM. Airway clearance in neuromuscular weakness. *Dev Med Child Neurol.* 2009;51(5):350-5.
28. Bento J, Gonçalves M, Silva N, Pinto T, Marinho A, Winck JC. Indicaciones y cumplimiento con la insuflación-exuflación mecánica domiciliaria en pacientes con enfermedades neuromusculares. *Arch Bronconeumol.* 2010;46(8):420-5.

29. Torres-Castro R, Monge G, Vera R, Puppo H, Céspedes J, Vilaró J. Therapeutic strategies to increase the effectiveness of cough. *Rev Médica Chile*. 2014;142(2):238-45.
30. Strickland SL, Rubin BK, Drescher GS, Haas CF, O'Malley CA, Volsko TA, et al. AARC Clinical Practice Guideline: Effectiveness of Nonpharmacologic Airway Clearance Therapies in Hospitalized Patients. *Respir Care*. 2013;58(12):2187-93.
31. Srour N, LeBlanc C, King J, McKim DA. Lung Volume Recruitment in Multiple Sclerosis. *PLoS ONE* [Internet]. 2013 [citado 3 de marzo de 2018];8(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3561294/>
32. Brito MF, Moreira GA, Pradella-Hallinan M, Tufik S. Air stacking and chest compression increase peak cough flow in patients with Duchenne muscular dystrophy. *J Bras Pneumol*. 2009;35(10):973-9.
33. Rodríguez I, Zenteno D, Manterola C. Effects of home-based respiratory muscle training in children and adolescents with chronic lung disease. *J Bras Pneumol*. 2014;40(6):626-33.
34. Fauroux B, Khirani S. Neuromuscular disease and respiratory physiology in children: Putting lung function into perspective. *Respirology*. 2014;19(6):782-91.
35. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38.
36. Sancho J, Servera E, Díaz J, Marín J. Comparison of Peak Cough Flows Measured by Pneumotachograph and a Portable Peak Flow Meter. *Am J Phys Med Rehabil*. 2004;83(8):608-12.
37. Fonseca JA, Costa-Pereira A, Delgado L, Silva LN, Magalhães M, Castel-Branco MG, et al. Pulmonary function electronic monitoring devices: a randomized agreement study. *Chest*. 2005;128(3):1258-65.
38. Trebbia G, Lacombe M, Fermanian C, Falaize L, Lejaille M, Louis A, et al. Cough determinants in patients with neuromuscular disease. *Respir Physiol Neurobiol*. 2005;146(2-3):291-300.
39. Bach JR, Bianchi C, Vidigal-Lopes M, Turi S, Felisari G. Lung inflation by glossopharyngeal breathing and «air stacking» in Duchenne muscular dystrophy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;86(4):295-300.
40. Bach JR, Saporito LR. Criteria for Extubation and Tracheostomy Tube Removal for Patients With Ventilatory Failure: A Different Approach to Weaning. *CHEST*. 1996;110(6):1566-71.