



**ESCUELA
DE ENFERMERÍA
Y FISIOTERAPIA**



Trabajo Fin de Grado

Ventilación mecánica no invasiva en pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

Autora: Marta Recuenco Marino

Directora: Lucia Cuéllar Marín

Madrid, mayo de 2022

ÍNDICE:

<i>Glosario de términos</i>	4
<i>Resumen</i>	6
<i>Abstract</i>	8
<i>Presentación</i>	10
<i>Estado de la cuestión</i>	12
1 Fundamentación y antecedentes	12
1.1 Definición	12
1.2 Fundamentación.....	12
1.3 Antecedentes	12
2 Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	15
2.1 Definición	15
2.2 Epidemiología	15
2.3 Clínica	17
2.4 Factores de riesgo y etiología.....	18
3 Volúmenes y capacidades pulmonares	19
4 Gases en sangre arterial	20
5 Ventilación mecánica no invasiva	21
5.1 Modalidades ventilatorias:.....	21
5.2 Efectos fisiológicos de la ventilación mecánica no invasiva	22
6 Justificación	23
<i>Proyecto de investigación</i>	24
Objetivos e hipótesis	24
Metodología	25
1. Estrategia de búsqueda	25
2. Selección de artículos de estudio	26

Cronograma	28
Fases de estudio	29
Síntesis y análisis de resultados.....	32
Conclusiones	36
Limitaciones del estudio	37
Consideraciones éticas.....	38
Evaluación crítica.....	39
<i>Bibliografía</i>	40

Glosario de términos

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

VMNI: Ventilación mecánica no invasiva

VC: Volumen corriente

VT: Volumen tidal

VRI: Volumen de reserva inspiratorio

VRE: Volumen de reserva espiratorio

VR: Volumen residual

CV: Capacidad vital

CI: Capacidad inspiratoria

CRE: Capacidad residual funcional

CPT: Capacidad pulmonar total

mmHg: Milímetros de mercurio

pO₂: Presión de oxígeno en sangre arterial

pCO₂: Presión de dióxido de carbono en sangre arterial

HCO₃: Bicarbonato

COPD: Chronic obstructive pulmonary disease

NIV: Non invasive ventilation

CO₂ : Carbon dioxide

O₂ : Oxygen

BIPAP: Bilevel positive airway pressure

IPAP: Inspiratory positive airway pressure

EPAP: Expiratory positive airway pressure

CPAP: Continuous positive airway pressure

Resumen

La ventilación mecánica no invasiva es una técnica de apoyo ventilatorio a través de las vías respiratorias superiores mediante el uso de una mascarilla o dispositivo facial, su indicación de empleo se centra en tratar de mejorar el patrón respiratorio en pacientes que poseen dificultad respiratoria. El objetivo de este proyecto es demostrar los beneficios de la VMNI en la función respiratoria de pacientes que padecen EPOC y que reciben este tipo de soporte ventilatorio.

La modalidad de investigación empleada para el desarrollo de este estudio es la revisión sistemática, mediante la que, a través de la búsqueda bibliográfica, se han recopilado distintos artículos que recogen evidencias científicas de ensayos clínicos sobre distintos parámetros pulmonares previos y posteriores al uso de VMNI.

La síntesis y análisis de los datos recogidos se llevó a cabo a partir de una tabla de elaboración propia, la cual fue desarrollada a partir de la extracción de los datos cuantitativos a estudio (pO_2 y pCO_2) de los distintos artículos de interés consultados mediante una tabla Excel.

Las conclusiones se han establecido a partir de un proceso de comparación de los datos cuantitativos recopilados a través de la tabla, identificando un incremento de los niveles de oxígeno sanguíneo tras el uso de esta terapia ventilatoria no invasiva, así como un descenso en los niveles de dióxido de carbono sanguíneos, concluyendo de esta forma que la VMNI favorece el proceso de intercambio gaseoso durante la respiración y que su uso proporciona un beneficio en los pacientes que presentan EPOC.

Palabras clave: “VMNI”, “EPOC”, “intercambio gaseoso”, “beneficios de la VMNI”, “ensayo clínico”, “espirometría”, “capacidad pulmonar”, “nivel de oxígeno” o “nivel de CO_2 ”

Abstract

Noninvasive mechanical ventilation is a ventilatory support technique through the upper airway by means of a mask or facial device; its indication for use is focused on trying to improve the respiratory pattern in patients with respiratory distress. The objective of this project is to demonstrate the benefits of NIV on respiratory function in COPD patients receiving this type of ventilatory support.

The research modality used for the development of this study is the systematic review, by means of which, through a bibliographic search, different articles have been compiled that gather scientific evidence from clinical trials on different pulmonary parameters before and after the use of NIV.

The synthesis and analysis of the data collected was carried out on the basis of a table of our own elaboration, which was developed from the extraction of the quantitative data under study (pO₂ and pCO₂) from the different articles of interest consulted by means of an Excel table. Conclusions have been drawn from a process of comparison of the quantitative data collected through the table, identifying an increase in blood oxygen levels after the use of this noninvasive ventilatory therapy, as well as a decrease in blood carbon dioxide levels, thus concluding that NIV favors the process of gas exchange during breathing and that its use provides a benefit in patients with COPD.

Keywords: "NIV", "COPD", "gas exchange", "benefits of NIV", "clinical trial", "spirometry", "lung capacity", "oxygen level" or "CO₂ level".

Presentación

Durante el transcurso de los últimos años, y como consecuencia del auge de las industrias y urbanismo, que disminuyen la calidad del aire que se respira, así como de la tendencia de los jóvenes a habituarse al consumo tabáquico cada vez en edades más tempranas, se está produciendo un incremento de la prevalencia de enfermedades respiratorias.

La mayoría de estas patologías suponen una afectación crónica y se convierten en enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC). En los últimos veintisiete años el número total de casos de personas que se han visto afectadas por este tipo de dolencia ha aumentado en un 39,5% (Xie, Liu, Cao, Guo, Li, 2020).

La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) constituye un tipo de terapia de soporte respiratorio, cuyo uso es cada vez más frecuente frente a este tipo de trastornos respiratorios crónicos, aunque también en los agudos.

Su empleo supone múltiples beneficios frente a la ventilación mecánica invasiva (VMI), principalmente la comodidad que supone para los usuarios frente a la intubación endotraqueal y las complicaciones que ello conlleva.

La motivación de este trabajo surge del interés como hacia las terapias de ventilación mecánica y hacia las patologías respiratorias crónicas, interés suscitado por influencias familiares. Motivación relacionada también con la realización de educación para la salud desde el interés como profesional de enfermería.

Siendo el objetivo del siguiente estudio, comprobar si existen beneficios en cuanto al uso de esta modalidad respiratoria no invasiva, respecto a la función pulmonar de pacientes EPOC, frente a los que no lo emplean; corroborar si esos beneficios son reales y por tanto desencadenan un buen pronóstico en la calidad de vida del paciente.

Agradecimientos: a mis padres María de los Ángeles Marino y Jesús Manuel Recuenco por permitirme haber llegado tan lejos y brindarme tantas oportunidades.

Así como a mi abuelo Luis Marino por suponer un pilar fundamental en mi vida y servirme de inspiración para realizar un estudio como este.

También a mi tutora y profesora Lucía Cuéllar por su apoyo e implicación para la realización del mismo.

Estado de la cuestión

1 Fundamentación y antecedentes

1.1 Definición

La ventilación mecánica no invasiva es una técnica de apoyo ventilatorio a través de las vías respiratorias superiores mediante el uso de una mascarilla o dispositivo facial. Se emplea mayormente en pacientes que padecen patologías respiratorias que les producen una dificultad para realizar un correcto proceso ventilatorio. (Comellini, V., Pacilli, A., & Nava, S. ,2019)

1.2 Fundamentación

La modalidad de soporte respiratorio no invasivo, también llamada VMNI es un tipo de terapia ventilatoria que se ha expandido notoriamente durante los pasados quince años, principalmente debido a la necesidad de solventar las complicaciones propias de la ventilación invasiva; considerándose en la actualidad el tratamiento de primera elección frente a patologías como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. (Popat, B., & Jones, A. T. ,2016)

La EPOC se califica fundamentalmente por una limitación del flujo aéreo debido a una afectación inflamatoria pulmonar, afectación cuya etiología se desarrollará más adelante y que deriva también en una inflamación sistémica generalizada. (Spurzem, J. R., & Rennard, S. I. ,2005)

1.3 Antecedentes

Los orígenes de la VMNI se sitúan hace más de cien años.

Ya entre 1927-1928 los doctores Philip Drinker y Louis Shaw desarrollaron el conocido “pulmón de hierro”, cuya finalidad era mejorar el patrón respiratorio de los enfermos de poliomielitis. Años más tarde, en 1931 John Emerson mejoró este nuevo invento haciéndolo de menor tamaño, más económico y con una mayor precisión que el anterior modelo; lo que supuso un gran avance contra las patologías respiratorias de la época. (Dhawan, 2020)

Posteriormente, sobre los años cincuenta tras lograr erradicar la poliomielitis y con la aparición de la ventilación invasiva mediante la intubación endotraqueal, se produjo un declive en cuanto al uso de este “pulmón de hierro”.

En el comienzo de la década de los ochenta el profesor Colin Sullivan introdujo la ventilación no invasiva con presión positiva continua (también conocida como CPAP) para tratar a pacientes que padecían de apnea del sueño, mejorando así la fórmula creada de mascarillas nasales con ventilación positiva de Delaubier y Rideau.

Pero no fue hasta 1987, hace casi 35 años, cuando se instauró de forma oficial lo que hoy se conoce como la ventilación no invasiva moderna.

Se mejoraron los dispositivos existentes y la técnica, además de poseer una de las mayores ventajas (posibilidad de uso domiciliario sin necesidad de un ingreso hospitalario), se extendió suponiendo uno de los mayores hitos respecto al tratamiento de enfermedades respiratorias. (Díaz Lobato, S., & Mayoralas Alises, S., 2013)

Durante la última década del siglo XX surgió otra modalidad ventilatoria no invasiva que recibió el nombre de BiPap, cuya finalidad era la de disminuir la presión de exhalación en pacientes que no soportaban presiones elevadas como con la CPAP, y de esta forma se logró mejorar la calidad de vida y reducir las molestias que generaban las presiones mayores a los pacientes que padecían hipoventilación no obstructiva. (Antonescu-Turcu, A., & Parthasarathy, S., 2010)

En el año 2002, gracias al estudio realizado por la British Thoracic Society Standards of Care Committee, se clarificaron los múltiples beneficios que tenía este tipo de modalidad ventilatoria, ya que mejoraba los niveles de acidosis respiratoria ($pH < 7,35$) en pacientes EPOC (British Thoracic Society Standards of Care Committee, 2002)

Esta modalidad respiratoria se caracteriza también por tener la gran ventaja de poder hacer uso de ella en el domicilio, sin influir este factor en la mejora de distintas variables respiratorias. Esto fue demostrado por un estudio cuya duración fue de un año; estudio en el que intervinieron setenta y ocho pacientes que padecían una obstrucción pulmonar crónica (Zikyri, A., Pastaka, C., & Gourgoulianis, K. I., 2018)

No solamente surgieron evidencias que probaban que esta terapia era efectiva para personas que padecían enfermedades crónicas, sino que también surgieron frente a otros escenarios de fracaso respiratorio para pacientes agudos.

Se abrió así un abanico con infinidad de posibilidades de tratamiento dentro de este tipo de soporte ventilatorio: como la mejora de la cobertura de las mascarillas nasales o la aparición del respirador con doble nivel de presión.

Aunque los ventiladores que permiten tener este tipo de soporte respiratorio han ido evolucionando a lo largo de los años, siguen haciéndolo en la actualidad, pues son muchas las empresas y fabricantes que buscan actualizar sus modelos e implementarlos con nuevas mejoras para conseguir respiradores de última generación adaptados a las distintas necesidades de los pacientes según su patología respiratoria.

Incluso se plantea introducir en un futuro no muy lejano unidades de cuidados intermedios respiratorios. (Díaz Lobato, S., & Mayoralas Alises, S., 2013)

El auge de la ventilación mecánica no invasiva ha supuesto todo un logro en el ámbito de la neumología y continuará emergiendo a lo largo de los próximos años.

2 Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

2.1 Definición

La EPOC es un trastorno respiratorio crónico de progresión lenta, que se caracteriza principalmente por un patrón ventilatorio obstructivo, que es rara vez reversible y que se relaciona con una insuficiencia respiratoria crónica. (Raheison, C., & Girodet, P. O., 2009)

Esta patología engloba distintos trastornos respiratorios como son:

- Bronquitis crónica: afección que se describe por una inflamación e irritación crónica de los conductos bronquiales, provocando una reducción de su tamaño normal (Lareau, S. C., Fahy, B., Meek, P., & Wang, A., 2019)
- Insuficiencia respiratoria crónica: se define por la presencia de bronquitis crónica junto con la disminución de los niveles de oxígeno en sangre o hipoxemia.
- Enfisema pulmonar: es una patología que se caracteriza principalmente por la destrucción progresiva de los alvéolos pulmonares, lo que produce un daño en las paredes pulmonares e impide el correcto intercambio gaseoso entre el oxígeno y el dióxido de carbono, además de dificultar el proceso respiratorio (Raheison, C., & Girodet, P. O., 2009)

2.2 Epidemiología

Según la OMS la EPOC es en la actualidad la cuarta causa de muerte en el mundo. Estima además, que en la década de los treinta supondrá la tercera causa de muerte (Epidemiología y Fisiopatología de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), 2020)

Un estudio llamado IBEREPOC identificó en el año 1997 una prevalencia del EPOC en España del 9,1% en los adultos, que afectaba al 14,3% de personas del sexo masculino y en un 3,9% del sexo femenino.

Según el hábito tabáquico se identificó una prevalencia del 15% en fumadores y de 4,1% en no fumadores. (Soriano J. B., & Miravittles, M., 2007)



Figura 1. Prevalencia según sexo de EPOC. Fuente: Elaboración propia a partir de Soriano J. B., & Miravittles, M., 2007.

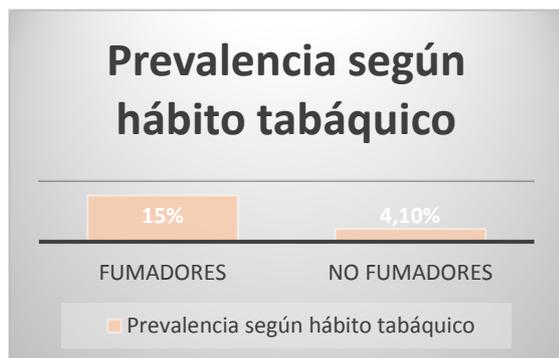


Tabla 1. Prevalencia según hábito tabáquico. Fuente: Elaboración propia a partir de Soriano J. B., & Miravittles, M., 2007.

Diez años después en el 2007, los resultados fueron actualizados por un estudio llamado EPISCAN, debido a la necesidad de actualización periódica tanto de su prevalencia como determinantes (Soriano, J. B., et al, 2021)

En el año 2017 se publicó otro estudio: EPISCAN II cuyo objetivo era la estimación de la prevalencia de EPOC en la población general de 40 años o más en las 17 regiones de España. La metodología fue tomar como muestra a 600 sujetos de cada región a los que se les realizó una espirometría tras el uso de broncodilatadores, actualizando los resultados a los siguientes:

La prevalencia fue del 14,6% en hombres y del 9,4% en mujeres. Siendo el 10,2% la prevalencia actual del EPOC en España (Soriano, J. B., et al, 2021)

	IBEREPOC (1997)	EPISCAN II (2017)
Prevalencia en hombres	14,3%	14,6%
Prevalencia en mujeres	3,9%	9,4%
Prevalencia	9,1%	10,2%

Tabla 2. Prevalencia según sexo. Fuente: Elaboración propia a partir de Soriano, J. B., et al, 2021

2.3 Clínica

Las personas que padecen EPOC presentan frecuentemente episodios de empeoramiento de los síntomas respiratorios, provocados mayoritariamente por la disminución en su capacidad respiratoria y por la calidad del aire que respiran. (Hattab, Y., Alhassan, S., Balaan, M., Lega, M., & Singh, A. C., 2016)

Entre los signos y síntomas de esta enfermedad se encuentran:

- Tos
- Expectorcación
- Inflamación bronquial
- Disnea
- Aumento de la frecuencia respiratoria
- Expansión torácica
- Insuficiencia respiratoria
- Sibilancias
- Fatiga
- Pérdida de peso a largo plazo

Estos síntomas afectan notablemente en la calidad de vida de las personas que lo padecen debido a esa sensación de falta de aire y fatiga, además de asociarse a un envejecimiento prematuro. (Cortopassi, F., Gurung, P., & Pinto-Plata, V., 2017)

Existen periodos de exacerbación de la enfermedad, que enlteen aún más la calidad de vida de los pacientes Y se deben principalmente a infecciones tanto virales como bacterianas, a la asociación de esta patología con otras enfermedades distintas, a la exposición de factores medioambientales y también a la exposición de factores de riesgo como el tabaquismo. (Hattab, Y., Alhassan, S., Balaan, M., Lega, M., & Singh, A. C., 2016)

2.4 Factores de riesgo y etiología

- Edad avanzada
- Tabaquismo
- Antecedentes médicos
- Pluripatologías
- Exposición a factores medioambientales contaminantes
- Sexo masculino
- Índice de masa corporal bajo
- Baja calidad de vida
- Parámetros fisiológicos disminuidos (Halpin, D. M., Miravittles, M., Metzdorf, N., & Celli, B. (2017))

Por tanto, las causas que provocan el desarrollo de esta enfermedad son múltiples y se relacionan directamente con los factores de riesgos anteriormente mencionados, siendo el factor del tabaquismo el desencadenante principal en la mayoría de los casos. (Duffy, S. P., & Criner, G. J., 2019)

3 Volúmenes y capacidades pulmonares

Las capacidades pulmonares se relacionan con el volumen de aire que está presente durante el proceso respiratorio. Es necesario aclarar los distintos tipos de volúmenes y capacidades que existen para lograr un conocimiento general de este concepto:

Volúmenes pulmonares: (Isabel Cienfuegos Agustín, Salvador de la Torre Carazo, & María Antonia Gómez Mendieta, Francisco García Río., 2011)

- Volumen corriente o tidal (VC/VT): es el volumen de gas que entra y sale de los pulmones en cada respiración
- Volumen de reserva inspiratorio (VRI): hace referencia al volumen extra de aire que puede ser introducido en los pulmones realizando un esfuerzo inspiratorio, tras una inspiración normal.
- Volumen de reserva espiratorio (VRE): es el volumen de aire que puede ser expulsado realizando un esfuerzo espiratorio, tras una espiración normal.
- Volumen residual (VR): representa el volumen de aire que queda en los pulmones tras realizar una espiración forzada.

Volumen corriente o tidal	500ml
Volumen de reserva inspiratorio	3.000ml
Volumen de reserva espiratorio	1.100ml
Volumen residual	1.200ml

Tabla 3. Prevalencia según sexo. Fuente: Elaboración propia

El volumen total de aire aproximado que puede almacenar una persona es de 6 litros
Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UNAM. *Mecánica de la ventilación pulmonar. Espirometría* (VI ed.)

Capacidades pulmonares: (Isabel Cienfuegos Agustín, Salvador de la Torre Carazo, & María Antonia Gómez Mendieta, Francisco García Río., 2011)

- Capacidad vital (CV): corresponde al volumen máximo de aire que pueden movilizar los pulmones, supone la suma de VT+VRI+VRE.
- Capacidad inspiratoria (CI): representa el máximo volumen de aire inspirado después de una espiración normal, supone la suma de VT+VRI.
- Capacidad residual funcional (CRF): representa el volumen de aire que se queda en los pulmones tras realizar una espiración normal, supone la suma de VRE+VR.
- Capacidad pulmonar total (CPT): referencia el volumen máximo de aire que pueden comprender los pulmones, supone la suma de todos los volúmenes VT+VRI+VRE+VR

4 Gases en sangre arterial

El análisis de sangre arterial es una prueba empleada para el diagnóstico de alteraciones en los niveles de los parámetros sanguíneos, mediante el análisis de una muestra de dicha sangre procedente de una arteria.

Los principales parámetros sanguíneos que se miden en dicha técnica son:

pH: corresponde al balance ácido-base en la sangre arterial

pO₂: corresponde a la presión arterial de oxígeno en la sangre arterial

pCO₂: corresponde a la presión arterial de dióxido de carbono en la sangre arterial

HCO₃: concentración de bicarbonato en sangre arterial

Valores normales de los parámetros sanguíneos: (Castro, D., Patil, S. M., & Keenaghan, M., 2021)

pH (7,35-7,45)

pO₂ (75-100 mmHg)

pCO₂ (35-45mmHg)

HCO₃ (22-26 meq/L)

Procedimiento previo a la extracción de muestra de sangre arterial:

La punción de la arteria radial es la más frecuente para la obtención de dicha muestra; debido a la importancia de esta técnica es imprescindible realizar de forma anticipada el llamado "Test de Allen", el cual permite comprobar al profesional que va a realizar la punción arterial si dicha extremidad posee un correcto flujo sanguíneo colateral.

Para la realización de este test es necesario localizar en la extremidad la arteria radial y la cubital, posteriormente se solicitará al sujeto que mantenga la mano cerrada y la abra de forma alterna apretando el puño, mientras el facultativo continua ejerciendo la compresión.

Una vez la palma de la mano comience a verse de tono pálido, se eliminará la compresión de la arteria cubital quedando únicamente la de la arteria radial.

Si la palma de la mano recupera el tono normal en un periodo inferior a 5 segundos, el test será negativo y podrá realizarse la punción, ya que es indicativo de que existe una correcta circulación colateral por la arteria cubital.

En cambio, si el periodo es mayor a 10 segundos, el test será positivo y en este caso no es recomendable realizar la técnica en dicha extremidad, pues el flujo sanguíneo no es el idóneo ya que tardaría la mano demasiado tiempo en volver a su estado normal.

(Zisquit, J., Velasquez, J., & Nedeff, N., 2021).

5 Ventilación mecánica no invasiva

La ventilación mecánica no invasiva hace referencia a la administración de un método de soporte respiratorio sin la necesidad de dar ese soporte mediante una técnica invasiva como es la intubación.

Su uso ha aumentado de forma notable durante las dos últimas décadas, suponiendo en la actualidad un tratamiento esencial para muchas patologías respiratorias. Además de ser un procedimiento muy flexible que permite ser aplicado tanto en centros hospitalarios como en los propios hogares de los pacientes (Soo Hoo, G. W., & Mosenifar, Z., 2020).

Se realiza mediante la aplicación de presión positiva en la vía aérea a través de una máscara facial o de una nasal.

Esencialmente pueden distinguirse dos modalidades ventilatorias dentro de la ventilación no invasiva que se explican de forma más detallada a continuación y que de forma general se diferencian en su modo de aplicar dicha presión positiva en el proceso ventilatorio, mientras que una lo hace a un nivel, la otra modalidad lo aplica en dos niveles. (Masip J., 2007)

5.1 Modalidades ventilatorias:

- BIPAP: en este caso el flujo de gas que se administra con presión positiva lo hace como se menciona anteriormente en dos niveles tal y como su nombre indica (Bilevel Positive Airway Pressure).

El primer nivel es el inspiratorio, que recibe el nombre de IPAP y el segundo nivel es el espiratorio o EPAP.

Este soporte facilita el trabajo respiratorio del paciente, reconoce y a su vez reduce su esfuerzo en el proceso de ventilación haciendo que sea más eficiente.

- CPAP: representa la administración de un flujo de gas con presión positiva pero únicamente a un nivel de presión continuo durante todo el ciclo respiratorio. Permite mejorar el proceso de intercambio gaseoso y evita el colapso alveolar aumentando la capacidad residual funcional. (Unidad de gestión clínica de medicina interna, & Hospital Universitario Reina Sofía., 2017)

5.2 Efectos fisiológicos de la ventilación mecánica no invasiva

Los efectos fisiológicos se refieren al modo en el que este tipo de terapia respiratoria afecta al estado del paciente respecto a su: (Unidad de gestión clínica de medicina interna, & Hospital Universitario Reina Sofía., 2017)

- Estado hemodinámico

Mejora la hipoventilación durante la noche y la sensibilidad del centro respiratorio al CO₂. Disminuye la demanda de oxígeno, la precarga (volumen de sangre ventricular antes del proceso de contracción cardíaco o sístole) y la poscarga (resistencia ventricular existente durante el proceso de contracción cardíaco que debe vencerse para lograr expulsar la sangre de los ventrículos hacia los grandes vasos, como son la arteria aorta y pulmonar).

- Intercambio gaseoso

Reduce la hipercapnia al aumentar la ventilación alveolar. Previene el colapso alveolar, aumenta la capacidad residual pulmonar y mejora la oxigenación.

- Trabajo respiratorio

Al proporcionar ese soporte de ayuda en el proceso respiratorio reduce el esfuerzo o trabajo por parte del paciente durante el mismo; disminuyendo el esfuerzo de la musculatura accesoria y aumentando las presiones inspiratorias

- Patrón respiratorio

Mejora la disnea o dificultad respiratoria del paciente, aumenta el volumen tidal y reduce la frecuencia respiratoria

6 Justificación

Es evidente que en la actualidad se ha producido un descenso de la calidad de aire que se respira, debido al impacto de las grandes industrias, a la contaminación o a hábitos perjudiciales entre otros motivos.

Los anteriores ejemplos aumentan la concentración de gases en el aire, empeoran su calidad y fomentan la polución, sobre todo en las grandes ciudades.

Esta polución afecta principalmente al sistema respiratorio de las personas aumentando así sus posibilidades de poder desarrollar una patología asociada o incluso empeorar el pronóstico si ya la padecen.

Es por ello por lo que el principal objeto de este trabajo sea el estudio la ventilación mecánica no invasiva, un tipo relativamente “moderno” de ayuda y soporte respiratorio que se encuentra en auge.

El papel de los profesionales de enfermería es fundamental, ya que deben conocer en qué consiste esta modalidad ventilatoria, los distintos tipos que existen y un manejo básico de la misma junto con las indicaciones y contraindicaciones a pacientes.

Es fundamental que los profesionales sanitarios posean un correcto conocimiento sobre este tipo de soporte, ya que incrementará la calidad asistencial de los profesionales y por ende, la satisfacción de sus pacientes.

Aunque es un tema bastante reciente y actual, la ventilación mecánica no invasiva aún tiene un largo camino que recorrer, es por ello por lo que el principal objetivo de este estudio es demostrar los principales beneficios que tiene esta terapia en cuanto a la función pulmonar de los pacientes que hacen uso de ella y que padecen algún tipo de patología pulmonar obstructiva con cronicidad.

Proyecto de investigación

Objetivos e hipótesis

Hipótesis

La hipótesis principal es que, debido al uso de la VMNI como soporte de ayuda, exista una mejora en la función pulmonar total de las personas que padecen EPOC, frente a las que lo padecen y no lo usan.

Objetivos

El objetivo de este proyecto es demostrar los beneficios de la VMNI en la función respiratoria de pacientes que padecen EPOC y que reciben este tipo de soporte ventilatorio

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Definir los síntomas característicos de la EPOC
- Analizar cómo influye la variable de la EPOC en la función pulmonar
- Examinar cómo influye la VMNI sobre la capacidad respiratoria
- Identificar una mejora del nivel de oxígeno en el proceso respiratorio

Metodología

La modalidad de investigación mediante la que se ha desarrollado este trabajo es la revisión sistemática, que es una búsqueda integral y síntesis de todos los estudios relevantes sobre un tema clínico específico. Puede ser una revisión cualitativa o cuantitativa de la literatura disponible. Mediante dicha recopilación de información y análisis de la misma se podrá elaborar una interpretación clínica propia de la evidencia bibliográfica consultada.

(Cronin, P., Kelly, A. M., Altaee, D., Foerster, B., Petrou, M., & Dwamena, B. A., 2018)

En este proyecto de investigación, a través de la revisión sistemática se realiza la recopilación de las evidencias existentes en distintos artículos científicos que guardan relación con la cuestión planteada; en este caso sobre los pacientes con EPOC y la relación de su función pulmonar respecto al uso o no de VMNI.

Para poder establecer una conclusión y comprobar si se cumple la hipótesis planteada anteriormente, la metodología de investigación que se ha empleado es cuantitativa, es decir, se ha llevado a cabo la recopilación de datos que son cuantificables y pueden medirse.

1. Estrategia de búsqueda

Dicha recopilación de evidencias se lleva a cabo mediante la búsqueda bibliográfica en distintas plataformas como son principalmente EBSCO, Pubmed y Dialnet. Pudiendo seleccionar así los distintos artículos científicos con evidencias de interés.

Priorizando la búsqueda de artículos con fecha de publicación entre los últimos diez y quince años, teniendo en ocasiones que ampliar el marco temporal de búsqueda retrocediendo hasta veinte años. La búsqueda se ha realizado mayormente en inglés, aunque también en castellano.

Además de consultar en páginas web oficiales como elemento de apoyo para la búsqueda de información.

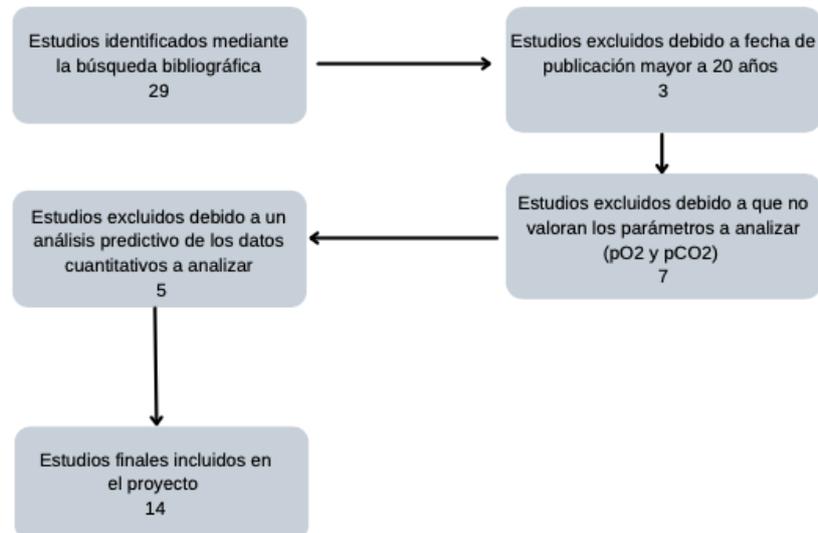
El uso de palabras clave como: "COPD", "gas exchange", "benefits of NIV", "clinical trial", "lung capacity", "O2 level", "CO2 level", "arterial blood gas", "spirometry parameters", "lung volume" o "lung capacity" entre otras, y que además se definen por términos MeSH y DeCS, supone un componente fundamental para poder realizar una consulta más específica de los distintos estudios. Además de emplear operadores booleanos como "and" y "or" para sintetizar los resultados de búsqueda.

Añadiendo criterios de inclusión y exclusión para obtener unos resultados más precisos de forma más efectiva.

2. Selección de artículos de estudio

La metodología busca responder a la pregunta de revisión: si la VMNI influye positivamente en la función respiratoria de los pacientes que padecen EPOC.

Para ello, mediante la investigación bibliográfica y recopilación de artículos:



La selección se ha llevado a cabo siguiendo criterios de inclusión y exclusión

- Criterios de inclusión

- Pacientes que padecen EPOC tanto de sexo masculino como femenino.
- Pacientes que se ven influenciados por factores de riesgos predisponentes a padecer EPOC.
- Pacientes que reciben soporte ventilatorio no invasivo.
- Características fisiológicas de pacientes EPOC que no reciben tratamiento y de los que sí lo reciben.
- Parámetros de gases arteriales que influyan en la función pulmonar.
- Artículos con estudios publicados relacionados con el tema en cuestión.
- Artículos con publicación no superior a 20 años desde la actualidad.
- Artículos en inglés y castellano.
- Artículos que incluyen datos de pO₂ y pCO₂ no representados en la unidad de mmHg
- Artículos que incluyen ensayos clínicos en los que el tratamiento es domiciliario u hospitalario

- Criterios de exclusión

- Pacientes que padezcan una patología respiratoria distinta a EPOC.
- Pacientes que reciben soporte ventilatorio invasivo.
- Artículos en otros idiomas distintos al inglés y castellano.
- Artículos y estudios elaborados con fecha superior a 20 años.
- Artículos que analizan otros parámetros pulmonares no relevantes para este estudio.

Cronograma

Etapas para el diseño y elaboración de este trabajo:

Primera etapa	Segunda etapa	Tercera etapa	Cuarta etapa
Primer contacto con el resto de los investigadores	Desarrollo completo del "Estado de la cuestión"	Desarrollo completo de la metodología empleada en el estudio	Tutoría presencial de seguimiento del proyecto de investigación
Tutoría de iniciación y planificación del proyecto de investigación	Definición de la hipótesis y objetivos del proyecto de investigación	Definición del tipo y tiempo de estudio	Síntesis y análisis de resultados
Elaboración de la presentación del trabajo	Introducción de la metodología empleada en el estudio	Definición de los criterios de inclusión y exclusión en la búsqueda bibliográfica	Creación de una tabla de elaboración propia en la que se reflejan los estudios de los cuales se han extraído los datos cuantitativos
Creación de la justificación del proyecto de investigación	Tutoría presencial de seguimiento del proyecto de investigación	Creación de un esquema con los artículos incluidos y excluidos	Desarrollo de las limitaciones, aspectos éticos y evaluación crítica
Motivación personal para el desarrollo del proyecto de investigación	Establecimiento de las variables a estudio	Desarrollo de las fases de diseño del proyecto	Comparación de los datos cuantitativos recopilados para el posterior establecimiento de conclusiones
Búsqueda bibliográfica de artículos de interés	Recopilación de datos cuantitativos tras la búsqueda bibliográfica	Tutoría presencial de seguimiento del proyecto de investigación	Establecimiento de las conclusiones
Selección inicial de artículos tras la búsqueda bibliográfica		Elaboración de una tabla Excel para el proceso de extracción de datos	Elaboración del "Resumen y Abstract"
Iniciación del "Estado de la cuestión"			

Fases de estudio

Primera fase: Definición del problema y deducción de hipótesis

En primer lugar, se ha formulado la pregunta de revisión, así como la hipótesis contrastable. En este caso este trabajo busca responder a la pregunta de si existe un beneficio en la función pulmonar de los pacientes que padecen EPOC al usar la VMNI.

Además, en esta primera fase se ha elaborado el estado de la cuestión a través de la síntesis de información mediante el método de pirámide invertida, quedando reflejada de esta forma desde la más general hasta la más específica. La búsqueda de dicha información se llevó a cabo siguiendo la misma estructura de pirámide invertida empleando las palabras clave más genéricas al comienzo y las más específicas en la parte final.

Segunda fase: Diseño y planificación del estudio

- Sujetos que participan

La característica principal de los sujetos que participan en este estudio son personas que padecen EPOC, y que han recibido tratamiento con VMNI.

- Definición de las variables de estudio

Nombre de la variable	Tipo de variable	Unidad de medida
VMNI	Variable independiente cualitativa dicotómica	Sí/No
EPOC	Variable independiente cualitativa dicotómica	Sí/No
pO ₂	Variable dependiente cuantitativa discreta	Numérica
pCO ₂	Variable dependiente cuantitativa discreta	Numérica

- Definición del periodo de estudio

Este estudio ha tenido 6 meses de periodicidad

- Definición del tipo de estudio

La modalidad de investigación empleada ha sido la revisión sistemática, siendo un estudio retrospectivo y transversal, ya que la selección de artículos incluye la consulta de estudios realizados con anterioridad al periodo actual y el estudio ha tenido una periodicidad determinada.

Tercera fase: Metodología y recogida de datos cuantitativos

La recopilación de datos se ha llevado a cabo tras el proceso de búsqueda de artículos que reflejasen evidencias de estudios prospectivos ya realizados sobre los distintos parámetros pulmonares de personas con EPOC tanto en su situación basal, como tras haber recibido en un tiempo determinado el soporte ventilatorio no invasivo. Este trabajo se ha realizado mediante la comparación de los resultados de cuatro estudios distintos, para de esta forma poder finalmente realizar un análisis de los resultados obtenidos tras dicha comparación y establecer una conclusión que afirme o no la hipótesis mencionada con anterioridad.

Entre los distintos parámetros que se reflejan en los resultados de los estudios, se incluyen las presiones arteriales tanto de oxígeno como de dióxido de carbono, que es la que se analiza en este trabajo para establecer las posteriores conclusiones.

La síntesis de los resultados presentes tras la búsqueda bibliográfica se ha basado en los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente, priorizando la búsqueda de resultados que incluyesen el parámetro a estudio: pO₂ y pCO₂

- Proceso de extracción de datos:

Los datos cuantitativos de pO₂ y pCO₂ se han recopilado tras la selección de los artículos de interés a través de la búsqueda bibliográfica, siendo el método empleado para la extracción del parámetro pulmonar a estudio una hoja Excel.

Cuarta fase: Síntesis de resultados

La síntesis de resultados se ha llevado a cabo mediante la elaboración propia de una tabla en la que se reflejan los estudios científicos que aportan datos concluyentes para el análisis del objetivo del proyecto.

Esta tabla incluye los parámetros pulmonares relevantes para el análisis de resultados y establecimiento de conclusiones, así como el título de los estudios consultados junto con sus autores, la duración de los mismos y número de participantes.

Quinta fase: Análisis de resultados y conclusiones

El análisis de los resultados se ha llevado a cabo mediante un proceso comparativo del parámetro pulmonar cuantitativo recopilado de los distintos estudios consultados tras la búsqueda bibliográfica y selección de artículos científicos.

Sexta fase: Definición de las limitaciones del estudio, aspectos éticos y evaluación crítica

En este apartado se exponen las dificultades encontradas en la realización de este trabajo, tanto en la búsqueda de artículos como en la metodología de este, así como los aspectos éticos relevantes y la evaluación crítica de este proyecto de investigación.

Síntesis y análisis de resultados

Título	Autor	Nº Pacientes	Duración	pO2 basal (mmHg)	pO2 post tratamiento (mmHg)	Diferencia pO2 (mmHg)	pCO2 basal (mmHg)	pCO2 post tratamiento (mmHg)	Diferencia pCO2 (mmHg)
Long-term controlled trial of nocturnal nasal positive pressure ventilation in patients with severe COPD	Casanova, C., et al (2000).	20	1 año	55,70	57,30	1,6	50,70	52,30	-1,6
The Italian multicentre study on noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease	Clini, E., et al (2002).	39	2 años	50,25	--	--	--	--	--
Effects of noninvasive ventilation on lung hyperinflation in stable hypercapnic COPD	Díaz, O., Bégin, P., Torrealba, B., Jover, E., & Lisboa, C. (2002).	36 (18 sujetos grupo 1)	3 semanas	49,20	50,48	1,28	55,20	54,38	-0,82
		36 (18 sujetos grupo 2)	3 semanas	45,15	53,78	8,63	56,78	53,78	-3
Changes in arterial blood gases and respiratory rate before and after non invasive positive pressure ventilation in acute exacerbation of COPD	Iqbal, Zafar & Ullah, Zia & Basit, A. & Khan, Mohammad & Javaid, Arshad (2008).	50	1 año	---	---	--	63,75	56,22	-7,53
Nocturnal non-invasive nasal ventilation in stable hypercapnic COPD: a randomised controlled trial	McEvoy, R. D, et al (2009).	72	6 años	52,40	57,20	4,8	51,00	54,20	3,2

Nocturnal non-invasive ventilation in COPD patients with prolonged hypercapnia after ventilatory support for acute respiratory failure: a randomised, controlled, parallel-group study	Struik, F. M., et al (2014).	99	1 año	59,25	62,25	3	59,25	48,00	-11,25
Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial.	Köhnlein, T., et al (2014).	102	1 año	64,50	65,40	0,9	58,50	48,75	-9,75
Patient Outcome after Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations Requiring Non-invasive Ventilation during Hospitalization	Tokgoz Akyil, F., et al (2016).	550	27 meses	---	---	--	66,40	60,00	-6,4
Effect of Home Noninvasive Ventilation With Oxygen Therapy vs Oxygen Therapy Alone on Hospital Readmission or Death After an Acute COPD Exacerbation: A Randomized Clinical Trial	Murphy, P. B., et al (2017).	116	1 año	48,00	48,00	0	59,00	59,00	0

Home noninvasive positive pressure ventilation with built-in software in stable hypercapnic COPD: a short-term prospective, multicenter, randomized, controlled trial.	Zhou, L., et al (2017).	57	3 meses	69,76	72,76	3	57,78	53,62	-4,16
Chronic respiratory failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease under home noninvasive ventilation: Real-life study	Durão, V., Grafino, M., & Pamplona, P. (2018).	109	3 años	61,70	64,70	3	52,90	49,50	-3,4
Home initiation of chronic non-invasive ventilation in COPD patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled trial	Duiverman, M. L., et al (2020).	23 (grupo domicilio)	6 meses	51,00	57,00	6	54,75	48,00	-6,75
		26 (grupo hospitalario)		54,75	60,00	5,25	55,50	48,00	-7,5
Prospective Comparative Evaluation of Noninvasive and Invasive Mechanical Ventilation in Patients of Chronic Obstructive Pulmonary Disease with Acute Respiratory Failure Type II	Sohal, A. S., Anand, A., Kaur, P., Kaur, H., & Attri, J. P. (2021).	50	106 horas	60,00	98,00	38	68,00	40,00	-28

Long-Term Effect of Noninvasive Ventilation on Diaphragm in Chronic Respiratory Failure	Hernandez-Voth, A., et al (2022).	30	1 año	70,70	70,60	-0,1	56,40	43,90	-12,5
---	-----------------------------------	----	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------

Conclusiones

Tras la realización de este proyecto de investigación, búsqueda bibliográfica de artículos y extracción de datos concluyentes para su posterior análisis y comparación, se concluye que:

- Existe una mejora de los parámetros pulmonares analizados (pO_2 y pCO_2) tras el empleo de VMNI
- Dicha mejora representa un incremento del intercambio gaseoso durante el proceso respiratorio, aumentando la concentración de oxígeno sanguíneo y a su vez disminuyendo la de dióxido de carbono
- La VMNI cuyo empleo es domiciliario y no hospitalario, también es efectiva en la mejora de la función pulmonar
- Existe un beneficio para los pacientes que padecen EPOC al hacer uso de esta modalidad ventilatoria
- El empleo de esta terapia al ser no invasiva y aplicada mediante dispositivos faciales facilita el manejo de la EPOC

Limitaciones del estudio

Las limitaciones para la realización de este proyecto de investigación se enfocan principalmente en la complejidad para encontrar artículos durante la búsqueda bibliográfica que incluyesen ensayos clínicos que estudiaran los parámetros pulmonares a analizar (pO_2 y pCO_2), debido a que muchos de ellos consideraban otros que no eran significativos para el desarrollo de este estudio.

Asimismo, cabe destacar la complejidad a la hora de tratar de recoger los datos cuantitativos individuales de cada uno de los sujetos que participaban en los estudios seleccionados, por lo que el proyecto se enfoca en el análisis de los datos cuantitativos expuestos anteriormente, como representación de una media de dichos parámetros pulmonares de los pacientes que participaban en ellos.

Consideraciones éticas

Los aspectos éticos relevantes durante la consecución de estudios que incluyen a pacientes como en este caso con una patología crónica que afecta en el desempeño y consecución de actividades de su vida diaria incluyen el cumplimiento de los cuatro principios éticos de:

- Beneficencia: proporcionando un ambiente de seguridad durante la consecución del estudio
- No maleficencia: procurando evitar cualquier acción que pueda producir un daño o perjuicio en alguna de las personas que participan en el estudio
- Justicia: considerando y tratando a todos los participantes por igual
- Respeto de la autonomía y libre libertad en la toma de decisiones de los pacientes

Evaluación crítica

La selección de artículos para la elaboración del apartado de “Estado de la cuestión”, se realizó debido a la alta compatibilidad y relevancia en el contenido informativo de dichos artículos consultados, ya que explicaban detalladamente muchas de las cuestiones que se plantean en este proyecto.

En cambio, la selección de artículos para la síntesis y análisis de resultados debido al formato de los estudios, ya que incluyen datos recopilados de ensayos clínicos realizados previamente, los cuales poseen una alta relevancia para la realización de esta investigación y establecimiento de conclusiones.

Bibliografía

- Antonescu-Turcu, A., & Parthasarathy, S. (2010). CPAP and bi-level PAP therapy: new and established roles. *Respiratory care*, 55(9), 1216–1229.
- British Thoracic Society Standards of Care Committee (2002). Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax*, 57(3), 192–211. <https://doi.org/10.1136/thorax.57.3.192>
- Casanova, C., Celli, B. R., Tost, L., Soriano, E., Abreu, J., Velasco, V., & Santolaria, F. (2000). Long-term controlled trial of nocturnal nasal positive pressure ventilation in patients with severe COPD. *Chest*, 118(6), 1582–1590. <https://doi.org/10.1378/chest.118.6.1582>
- Castro, D., Patil, S. M., & Keenaghan, M. (2021). Arterial Blood Gas. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Clini, E., Sturani, C., Rossi, A., Viaggi, S., Corrado, A., Donner, C. F., Ambrosino, N., & Rehabilitation and Chronic Care Study Group, Italian Association of Hospital Pulmonologists (AIPO) (2002). The Italian multicentre study on noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease patients. *The European respiratory journal*, 20(3), 529–538. <https://doi.org/10.1183/09031936.02.02162001>
- Comellini, V., Pacilli, A., & Nava, S. (2019). Benefits of non-invasive ventilation in acute hypercapnic respiratory failure. *Respirology (Carlton, Vic.)*, 24(4), 308–317. <https://doi.org/10.1111/resp.13469>
- Cortopassi, F., Gurung, P., & Pinto-Plata, V. (2017). Chronic Obstructive Pulmonary Disease in Elderly Patients. *Clinics in geriatric medicine*, 33(4), 539–552. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2017.06.006>
- Cronin, P., Kelly, A. M., Altaee, D., Foerster, B., Petrou, M., & Dwamena, B. A. (2018). How to Perform a Systematic Review and Meta-analysis of Diagnostic Imaging Studies. *Academic radiology*, 25(5), 573–593. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2017.12.007>
- Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, UNAM. Mecánica de la ventilación pulmonar. *Espirometría* (VI ed.)
- Dhawan N. (2020). Philip Drinker versus John Haven Emerson: Battle of the iron lung machines, 1928-1940. *Journal of medical biography*, 28(3), 162–168. <https://doi.org/10.1177/0967772017733680>
- Díaz Lobato, S., & Mayoralas Alises, S. (2013). Modern non-invasive mechanical ventilation turns 25. *Archivos de bronconeumología*, 49(11), 475–479. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2012.11.008>
- Díaz, O., Bégin, P., Torrealba, B., Jover, E., & Lisboa, C. (2002). Efectos de la ventilación no invasiva en la hiperinflación pulmonar en la EPOC hipercápica estable.

The European respiratory journal, 20(6), 1490-1498.
<https://doi.org/10.1183/09031936.02.00034402>

- Duffy, S. P., & Criner, G. J. (2019). Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Evaluation and Management. *The Medical clinics of North America*, 103(3), 453–461.
<https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.12.005>
- Duiverman, M. L., Vonk, J. M., Bladder, G., van Melle, J. P., Nieuwenhuis, J., Hazenberg, A., Kerstjens, H., van Boven, J., & Wijkstra, P. J. (2020). Home initiation of chronic non-invasive ventilation in COPD patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomised controlled trial. *Thorax*, 75(3), 244–252.
<https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2019-213303>
- Durão, V., Grafino, M., & Pamplona, P. (2018). Chronic respiratory failure in patients with chronic obstructive pulmonary disease under home noninvasive ventilation: Real-life study. *Pulmonology*, 24(5), 280–288. <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2018.02.007>
- Epidemiología y Fisiopatología de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). (2020). Recuperado 8 de enero de 2022, de Asociación de pacientes con EPOC website: <https://www.apepoc.es/actualidad/68-epidemiologia-y-fisiopatologia-de-la-enfermedad-pulmonar-obstructiva-cronica-epoc?jii=1642082813846&jii=1642082852930>
- Halpin, D. M., Miravittles, M., Metzdorf, N., & Celli, B. (2017). Impact and prevention of severe exacerbations of COPD: a review of the evidence. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 12, 2891–2908.
<https://doi.org/10.2147/COPD.S139470>
- Hattab, Y., Alhassan, S., Balaan, M., Lega, M., & Singh, A. C. (2016). Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Critical care nursing quarterly*, 39(2), 124–130.
<https://doi.org/10.1097/CNQ.000000000000105>
- Hernandez-Voth, A., Sayas Catalan, J., Corral Blanco, M., Alonso Moralejo, R., Perez Gonzalez, V., De Pablo Gafas, A., Castaño Menendez, A., Juarros Monteagudo, L., & Villena Garrido, V. (2022). Long-Term Effect of Noninvasive Ventilation on Diaphragm in Chronic Respiratory Failure. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 17, 205–212. <https://doi.org/10.2147/COPD.S339498>
- Iqbal, Zafar & Ullah, Zia & Basit, A. & Khan, Mohammad & Javaid, Arshad. (2008). Changes in arterial blood gases and respiratory rate before and after non invasive positive pressure ventilation in acute exacerbation of copd. *Pakistan Journal of Chest Medicine*. 14. 20.
- Isabel Cienfuegos Agustín, Salvador de la Torre Carazo, & María Antonia Gómez Mendieta, Francisco García Río. (2011). Exploración funcional respiratoria. Volúmenes respiratorios.

- Köhnlein, T., Windisch, W., Köhler, D., Drabik, A., Geiseler, J., Hartl, S., Karg, O., Laier-Groeneveld, G., Nava, S., Schönhofer, B., Schucher, B., Wegscheider, K., Criée, C. P., & Welte, T. (2014). Non-invasive positive pressure ventilation for the treatment of severe stable chronic obstructive pulmonary disease: a prospective, multicentre, randomised, controlled clinical trial. *The Lancet. Respiratory medicine*, 2(9), 698–705. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(14\)70153-5](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(14)70153-5)
- Lareau, S. C., Fahy, B., Meek, P., & Wang, A. (2019). Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). *American journal of respiratory and critical care medicine*, 199(1), P1–P2. <https://doi.org/10.1164/rccm.1991P1>
- Masip J. (2007). Non-invasive ventilation. *Heart failure reviews*, 12(2), 119–124. <https://doi.org/10.1007/s10741-007-9012-7>
- McEvoy, R. D., Pierce, R. J., Hillman, D., Esterman, A., Ellis, E. E., Catcheside, P. G., O'Donoghue, F. J., Barnes, D. J., Grunstein, R. R., & Australian trial of non-invasive Ventilation in Chronic Airflow Limitation (AVCAL) Study Group (2009). Nocturnal non-invasive nasal ventilation in stable hypercapnic COPD: a randomised controlled trial. *Thorax*, 64(7), 561–566. <https://doi.org/10.1136/thx.2008.108274>
- Murphy, P. B., Rehal, S., Arbane, G., Bourke, S., Calverley, P., Crook, A. M., Dowson, L., Duffy, N., Gibson, G. J., Hughes, P. D., Hurst, J. R., Lewis, K. E., Mukherjee, R., Nickol, A., Oscroft, N., Patout, M., Pepperell, J., Smith, I., Stradling, J. R., Wedzicha, J. A., ... Hart, N. (2017). Effect of Home Noninvasive Ventilation With Oxygen Therapy vs Oxygen Therapy Alone on Hospital Readmission or Death After an Acute COPD Exacerbation: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 317(21), 2177–2186. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.4451>
- Popat, B., & Jones, A. T. (2016). Invasive and non-invasive mechanical ventilation. *Medicine* (Abingdon, England : UK ed.), 44(6), 346–350. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2016.03.008>
- Raherison, C., & Girodet, P. O. (2009). Epidemiology of COPD. *European respiratory review : an official journal of the European Respiratory Society*, 18(114), 213–221. <https://doi.org/10.1183/09059180.00003609>
- Sohal, A. S., Anand, A., Kaur, P., Kaur, H., & Attri, J. P. (2021). Prospective Comparative Evaluation of Noninvasive and Invasive Mechanical Ventilation in Patients of Chronic Obstructive Pulmonary Disease with Acute Respiratory Failure Type II. *Anesthesia, essays and researches*, 15(1), 8–13. https://doi.org/10.4103/aer.aer_53_21
- Soo Hoo, G. W., & Mosenifar, Z. (2020). Noninvasive Ventilation. <https://emedicine.medscape.com/article/304235-overview>

- Soriano, J. B., & Miravittles, M. (2007). Datos epidemiológicos de EPOC en España. *Archivos De Bronconeumología*, 43, 2-9. [https://doi.org/10.1016/S0300-2896\(07\)71167-5](https://doi.org/10.1016/S0300-2896(07)71167-5)
- Soriano, J. B., Alfageme, I., Miravittles, M., de Lucas, P., Soler-Cataluña, J. J., García-Río, F., Casanova, C., Rodríguez González-Moro, J. M., Cosío, B. G., Sánchez, G., & Ancochea, J. (2021). Prevalence and Determinants of COPD in Spain: EPISCAN II. *Archivos de bronconeumologia*, 57(1), 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2020.07.024>
- Spurzem, J. R., & Rennard, S. I. (2005). Pathogenesis of COPD. *Seminars in respiratory and critical care medicine*, 26(2), 142–153. <https://doi.org/10.1055/s-2005-869535>
- Struik, F. M., Sprooten, R. T., Kerstjens, H. A., Bladder, G., Zijnen, M., Asin, J., Cobben, N. A., Vonk, J. M., & Wijkstra, P. J. (2014). Nocturnal non-invasive ventilation in COPD patients with prolonged hypercapnia after ventilatory support for acute respiratory failure: a randomised, controlled, parallel-group study. *Thorax*, 69(9), 826–834. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-205126>
- Tokgoz Akyil, F., Gunen, H., Agca, M., Gungor, S., Yalcinsoy, M., Sucu, P., Akyil, M., & Sevim, T. (2016). Patient Outcome after Chronic Obstructive Pulmonary Disease Exacerbations Requiring Non-invasive Ventilation during Hospitalization. Supervivencia en exacerbaciones de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica que requirieron ventilación no invasiva en planta. *Archivos de bronconeumologia*, 52(9), 470–476. <https://doi.org/10.1016/j.arbres.2016.01.021>
- Unidad de gestión clínica de medicina interna, & Hospital Universitario Reina Sofía. (2017). Ventilación mecánica no invasiva
- Xie, M., Liu, X., Cao, X., Guo, M., & Li, X. (2020). Trends in prevalence and incidence of chronic respiratory diseases from 1990 to 2017. *Respiratory research*, 21(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12931-020-1291-8>
- Zhou, L., Li, X., Guan, L., Chen, J., Guo, B., Wu, W., Huo, Y., Zhou, Z., Liang, Z., Zhou, Y., Tan, J., Chen, X., Song, Y., & Chen, R. (2017). Home noninvasive positive pressure ventilation with built-in software in stable hypercapnic COPD: a short-term prospective, multicenter, randomized, controlled trial. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 12, 1279–1286. <https://doi.org/10.2147/COPD.S127540>
- Zikyri, A., Pastaka, C., & Gourgoulianis, K. I. (2018). Hypercapnic COPD patients and NIV at home: is there any benefit? Using the CAT and BODE index in an effort to prove benefits of NIV in these patients. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease*, 13, 2191–2198. <https://doi.org/10.2147/COPD.S152574>

- Zisquit, J., Velasquez, J., & Nedeff, N. (2021). Allen Test. In StatPearls. StatPearls Publishing.