

Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA INSPIRATORIA EN PACIENTES MASCULINOS DE 30 A 45 AÑOS CON SÍNDROME POST-COVID-19 CON DISNEA SEVERA

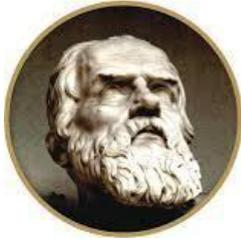


Que Presentan

BILL DODANY ABIEL GABRIEL ARREAGA

Ponente

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2024.



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

INSTITUTO PROFESIONAL
EN TERAPIAS Y HUMANIDADES
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA



Instituto Profesional en Terapias y Humanidades

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LOS EFECTOS FISIOLÓGICOS
DEL ENTRENAMIENTO DE LA MUSCULATURA INSPIRATORIA
EN PACIENTES MASCULINOS DE 30 A 45 AÑOS CON
SÍNDROME POST-COVID-19 CON DISNEA SEVERA



Que Presentan

Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga

Ponente

LFT. Raúl Humberto Burguete Salazar

Director de Tesis

Lcda. María Isabel Díaz Sabán

Asesor Metodológico

Ciudad de Guatemala, Guatemala. 2024.

Investigadores responsables

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Ponente	Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga
Director de Tesis	Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar
Asesor Metodológico	Licda. María Isabel Díaz Sabán



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 16 de marzo 2024

Estimado alumno:
Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga

Presente.

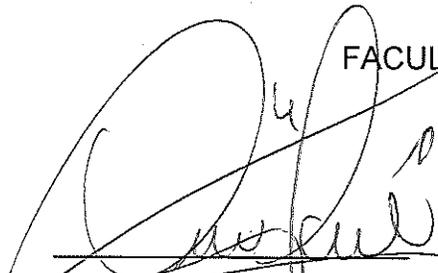
Respetable:

La comisión designada para evaluar el proyecto **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa”** correspondiente al Examen General Privado de la Carrera de Licenciatura en Fisioterapia realizado por usted, ha dictaminado dar por APROBADO el mismo.

Aprovecho la oportunidad para felicitarlo y desearle éxito en el desempeño de su profesión.

Atentamente,

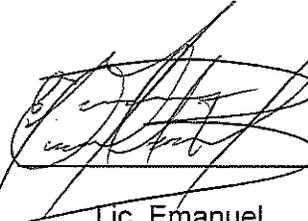
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Lic. Lester Daniel Lima
Morales
Secretario



Lic. Marbella Aracelis
Reyes Valero
Presidente



Lic. Emanuel
Alexander Vásquez
Monzón
Examinador



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en La Educación.

Guatemala, 25 de noviembre 2022

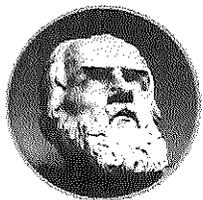
Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo
Respetable Doctora Chávez:

Tengo el gusto de informarle que he realizado la revisión de trabajo de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa”** del alumno **Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga**

Después de realizar la revisión del trabajo he considerado que cumple con todos los requisitos técnicos solicitados, por lo tanto, el autor y el asesor se hacen responsables del contenido y conclusiones de la misma.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Asesor de tesis
IPETH – Guatemala



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación

Guatemala, 05 de diciembre 2022

Doctora
Vilma Chávez de Pop
Decana
Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Galileo

Respetable Doctora Chávez:

De manera atenta me dirijo a usted para manifestarle que el alumno **Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga** de la Licenciatura en Fisioterapia, culminó su informe final de tesis titulado: **“Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa”** Ha sido objeto de revisión gramatical y estilística, por lo que puede continuar con el trámite de graduación. Sin otro particular me suscribo de usted.

Atentamente

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón
Revisor Lingüístico
IPETH- Guatemala



**IPETH, INSTITUTO PROFESIONAL EN TERAPIAS Y HUMANIDADES A.C.
LICENCIATURA EN FISIOTERAPIA
COORDINACIÓN DE TITULACIÓN**

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA
DIRECTOR DE TESINA**

Nombre del Director: Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar
Nombre del Estudiante: Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa
Fecha de realización: Otoño 2022

Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	x		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



L.Ft Raul H. Burguete Salazar

Nombre y Firma Del Director de Tesina

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN: LISTA COTEJO DE TESINA
DIRECTOR DE TESINA**

Nombre del Asesor: Lcda. María Isabel Díaz Sabán
Nombre del Estudiante: Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga
Nombre de la Tesina/sis: Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa
Fecha de realización: Otoño 2022

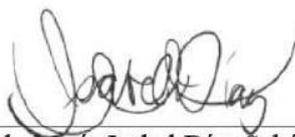
Instrucciones: Verifique que se encuentren los componentes señalados en la Tesina del alumno y marque con una X el registro del cumplimiento correspondiente. En caso de ser necesario hay un espacio de observaciones para correcciones o bien retroalimentación del alumno.

ELEMENTOS BÁSICOS PARA LA APROBACIÓN DE LA TESINA

No.	Aspecto a Evaluar	Registro de Cumplimiento		Observaciones
		Si	No	
1.	El tema es adecuado a sus Estudios de Licenciatura.	X		
2.	El título es claro, preciso y evidencia claramente la problemática referida.	X		
3.	La identificación del problema de investigación plasma la importancia de la investigación.	X		
4.	El problema tiene relevancia y pertinencia social y ha sido adecuadamente explicado junto con sus interrogantes.	X		
5.	El resumen es pertinente al proceso de investigación.	X		
6.	Los objetivos tanto generales como específicos han sido expuestos en forma correcta, en base al proceso de investigación realizado.	X		
7.	Justifica consistentemente su propuesta de estudio.	X		
8.	El planteamiento es claro y preciso. claramente en qué consiste su problema.	X		
9.	La pregunta es pertinente a la investigación realizada.	X		
10.	Los objetivos tanto generales como específicos, evidencia lo que se persigue realizar con la investigación.	X		
11.	Sus objetivos fueron verificados.	x		
12.	Los aportes han sido manifestados en forma correcta.	X		

13.	Los resultados evidencian el proceso de investigación realizado.	X		
14.	Las perspectivas de investigación son fácilmente verificables.	X		
15.	Las conclusiones directamente derivan del proceso de investigación realizado	X		
16.	El capítulo I se encuentra adecuadamente estructurado en base a los antecedentes que debe contener.	X		
17.	En el capítulo II se explica y evidencia de forma correcta el problema de investigación.	X		
18.	El capítulo III plasma el proceso metodológico realizado en la investigación.	X		
19.	El capítulo IV proyecta los resultados, discusión, conclusiones y perspectivas pertinentes en base a la investigación realizada.	X		
20.	El señalamiento a fuentes de información documentales y empíricas es el correcto.	X		
21.	Permite al estudiante una proyección a nivel investigativo.	X		

Revisado de conformidad en cuanto al estilo solicitado por la institución



Licenciada María Isabel Díaz Sabán

DICTAMEN DE TESINA

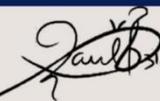
Siendo el día 05 del mes de diciembre del año 2022.

Acepto la entrega de mi Título Profesional, tal y como aparece en el presente formato.

Los C.C

Director de Tesina
Función

Lic. Raúl Humberto Burguete Salazar

**Asesor Metodológico**
Función

Lcda. María Isabel Díaz Sabán

**Coordinador de Titulación**
Función

Lic. Emanuel Alexander Vásquez Monzón



Autorizan la tesina con el nombre de:

Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa

Realizada por el estudiante:

Bill Dodany Abiel Gabriel Arrega

Para que pueda realizar la segunda fase de su Examen Privado y de esta forma poder obtener el Título y Cédula Profesional como Licenciado en Fisioterapia.

 IPETH®
Titulación Campus Guatemala

Firma y Sello de Coordinación de Titulación

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el artículo 171 literal a) de la Constitución Política de la República de Guatemala y con fundamento en los Artículos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 24, 43, 49, 63, 64, 65, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 83, 84, 104, 105, 106, 107, 108, 112 y demás relativos a la Ley De Derecho De Autor Y Derechos Conexos De Guatemala Decreto Número 33-98 y

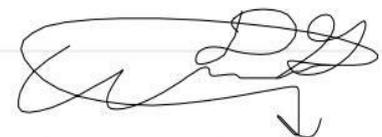
Bill Dodany Abiel Gabriel Arreaga

como titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **Revisión bibliográfica de los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-COVID-19 con dinsea severa**

; otorgo de manera gratuita y permanente al IPETH, Instituto Profesional en Terapias y divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda recibir por tal divulgación una contraprestación.

Fecha **5 de diciembre del 2022**

**Bill Dodany Abiel
Gabriel Arreaga**
Nombre completo



Firma de cesión de derechos

Dedicatoria

A Dios, pues en los tiempos que aun siendo una persona errante guio mis pasos y me brindó la capacidad obtener conocimientos en el trayecto de mi formación y se quedó a mi lado en el proceso, de igual manera a mi madre puesto que ha impulsado a que siga siendo una mejor persona y es mi ejemplo para seguir, y también a mi hijo que en la actualidad es mi mayor motivo de crecimiento.

Agradecimientos

A Dios en primera instancia por darme gracia, sabiduría y entendimiento para permitirme llegar hasta este punto de desarrollo personal, en igual cantidad de agradecimiento a mi madre porque a pesar de no conocerme del todo apoyo mis metas en todo momento y de manera incondicional, que me brindó los valores personales en mi niñez y ha estado para mí, a los docentes que han aportado sus conocimientos y habilidades para mi saber y que incluso algunos se han convertido en apoyo en el proceso y también a mi compañera Andrea Cardona puesto que ha sido un apoyo de gran magnitud en este arduo trabajo de elaboración.

Palabras claves

COVID-19

Post-COVID-19

SARS-CoV-2

Ejercicios diafragmáticos

Entrenamiento

Rehabilitación

Índice

Portadilla.....	i
Investigadores responsables.....	ii
Carta Galileo aprobación	iii
Carta Galileo aprobación asesor de tesis	iv
Carta Galileo aprobación revisor lingüístico	v
Lista de cotejo.....	vi
Hoja de dictamen de tesis	x
Hoja de titular de derechos	xi
Dedicatoria.....	xii
Agradecimientos	xiii
Palabras claves.....	xiv
Resumen	1
Capítulo I.....	2
Marco teórico.....	2
1.1 Antecedentes generales	2
1.1.1 Anatomía del sistema respiratorio.	3
1.1.2 Mecánica ventilatoria.	21
1.1.3 Fisiología del sistema respiratorio.....	25
1.1.4 COVID-19.	29
1.1.5 Síndrome Post-COVID-19.	31
1.1.6 Cuadro clínico del síndrome post-covid-19.	32
1.1.7 Etiología	35
1.1.8 Fisiopatología.	35
1.1.9 Factores de riesgo.....	38
1.1.10 Epidemiología.	38
1.1.11 Evaluación médica	40
1.2 Antecedentes específicos	41
1.2.1 Evaluación fisioterapéutica.....	41
1.2.2 Tratamiento convencional.	43
1.2.3 Definición de entrenamiento de la musculatura respiratoria (EMR).	45
1.2.4 Entrenamiento de la musculatura inspiratoria	45

1.2.5 Efectos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria.....	46
1.2.6 Aplicación del entrenamiento de la musculatura inspiratoria	47
1.2.7 Indicaciones.....	47
1.2.8 Contraindicaciones.	47
Capítulo II.....	48
Planteamiento del problema	48
2.1 Planteamiento del problema.....	48
2.2 Justificación	51
2.3 Objetivos.....	53
2.3.1 Objetivo general.	53
2.3.2 Objetivos específicos.....	53
Capítulo III	55
Marco Metodológico	55
3.1 Materiales.....	55
3.2 Métodos utilizados	57
3.2.1 Enfoque de investigación.	57
3.2.2 Tipo de estudio.....	58
3.2.3 Método de estudio.	58
3.2.4 Diseño de investigación.....	59
3.2.5 Criterios de investigación.....	59
3.3 Variables	61
3.3.1 Variable independiente.....	61
3.3.2 Variable dependiente.....	61
3.3.3 Operacionalización de las variables.	61
Capítulo IV	64
Resultados.....	64
4.1 Resultados	64
4.2 Discusión	71
4.3 Conclusión	72
4.4 Perspectiva y/o prácticas.....	73
Referencias	

Índice de figuras

Figura 1. Estructura del sistema respiratorio	3
Figura 2. División de las vías respiratorias.....	4
Figura 3. Ubicación de las estructuras respiratorias	5
Figura 4. Corte sagital media del cuello y cabeza, que expone las partes faríngeas	6
Figura 5. Corte sagital mediano de la laringe	7
Figura 6. Árbol traqueobronquial	8
Figura 7. Vista anterior de la tráquea y su bifurcación.....	8
Figura 8. Anatomía del pulmón.....	12
Figura 9. Sinergia muscular en la inspiración y espiración	21
Figura 10. Mecánica de la ventilación pulmonar.....	23
Figura 11. Diagrama que describe todas las capacidades y volúmenes pulmonares.....	24
Figura 12. Ventilación pulmonar.....	26
Figura 13. Estructura de la membrana respiratoria alveolar, corte transverso	27
Figura 14. Transporte de oxígeno.....	28
Figura 15. Transporte de dióxido de carbono.....	29
Figura 16. Prevalencia de síntomas	39
Figura 17. Fuentes utilizadas	57

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de músculos respiratorios	13
Tabla 2. Clasificación de los pacientes con COVID-19.....	31
Tabla 3. Bases de datos y que son	56
Tabla 4. Criterios de selección.....	60
Tabla 5. Operacionalización de las variables	62

Resumen

Se le denomina síndrome post-COVID-19 a la persistencia de signos y síntomas clínicos después de haberse contagiado de la COVID-19, dichas manifestaciones están presentes por más de 12 semanas y no se explican por un diagnóstico alternativo, siendo los síntomas respiratorios más persistentes y comunes son la disnea, tos y dolor torácico, la interacción con un entrenamiento de los músculos inspiratorios, podría generar efectos favorables sobre un amplio espectro de enfermedades amplio, las cuales se asocian a mayor morbilidad en pacientes con COVID-19.

El entrenamiento de la musculatura inspiratoria podría ocasionar un cambio a nivel fisiológico y terapéutico a nivel pulmonar, donde las técnicas que más resaltan son las de alto volumen y bajo flujo, estas actividades realizadas entre un tiempo que se podría determinar por semana generarán un impacto positivo en los pacientes con síndrome post-COVID-19, resaltando así la posible disminución en la disnea severa en pacientes con síndrome post-COVID-19.

Se realizó una búsqueda en libros, páginas web de fuentes oficiales y bases de datos oficiales donde se reunió información sobre la fisiopatología, etiología y cuadro clínico sobre el síndrome post-COVID-19, y sobre el entrenamiento de los músculos inspiratorios en interacción con el síndrome post-COVID-19. En los cuales se utilizaron palabras claves para facilitar el proceso de búsqueda y recolección de información.

En los resultados se encontró que puede haber diversos efectos en la aplicación de un régimen de entrenamiento muscular inspiratorio en los que se ha identificado un patrón para la carga del trabajo y las técnicas aplicadas para obtener los cambios favorables para el paciente.

Capítulo I

Marco teórico

Mediante el marco teórico se busca informar sobre la anatomía y fisiología del sistema respiratorio puesto que es el que se ve más afectado por la COVID-19 y debido a que esta patología en muchos casos genera secuelas a mediano y/o largo plazo, dando inicio al síndrome post-COVID-19, se destacará el impacto fisiológico de dicho síndrome para de esta manera saber la técnica fisioterapéutica más eficiente que nos permita generar un buen abordaje para el tratamiento de los pacientes con síndrome post-COVID-19.

1.1 Antecedentes generales

La infección generada por la COVID-19 genero una calamidad a nivel mundial, ocasionando un cambio radical en todas las áreas sanitarias y de salud, no obstante, dicho virus más allá de tener una fase aguda también genera secuelas denominadas síndrome post-COVID-19, síntomas tales como fatiga, disnea, mareos o pérdida de la concentración son solo las principales que pueden mencionarse en los pacientes de entre 30 a 45 años, surgiendo de aquellos sujetos que tenga algún antecedente de enfermedades crónicas entre otras circunstancias.

1.1.1 Anatomía del sistema respiratorio. La vía aérea se clasifica en alta y baja (o superior e inferior), considerando como hito anatómico el cartílago cricoides. Desde un punto de vista funcional, se puede considerar como alta la vía aérea extratorácica y baja la intratorácica. También se podría considerar que la vía aérea se compone de compartimentos funcionales: una zona de conducción proximal, que consiste en el árbol traqueobronquial hasta la generación 16, una zona de transición (generaciones 17 a 19) y una zona respiratoria (generaciones 20 a 22), y finalmente la región alveolar (Sánchez y Concha, 2018).



Figura 1. Estructura del sistema respiratorio

Elaboración propia

1.1.1.1 Vías aéreas superiores. Existen diversas características anatómicas de la vía aérea alta, la nariz es característicamente particular, en conjunto con las demás estructuras de las vías aéreas superiores (VAS) cumplen el objetivo de protección. Debido a que el eje de la vía nasal se sitúa perpendicularmente a la tráquea permite atrapar las partículas (figura 2). Los cornetes, estructuras altamente vascularizadas y con una gran área de exposición, concentran el aire en una corriente pequeña, logrando calentar, humidificar y filtrar el aire que ingresa por la nariz. El aporte de la vía aérea superior a la resistencia total de la vía aérea es fundamental.

La resistencia total de las vías aéreas producida por las vías aéreas superiores es elemental. En promedio, el 50% de la resistencia de la vía aérea está en la nariz, siendo mayor la resistencia en un recién nacido, de 80% (Sánchez y Concha, 2018).

Las VAS están conformadas por varias estructuras siendo estas:

- Narices y fosas nasales
- Cavidad oral
- Lengua
- Faringe
- Laringe

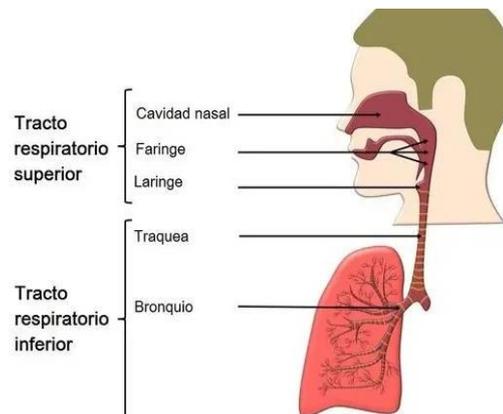


Figura 2. División de las vías respiratorias.

Recuperado: <https://tinyurl.com/ykezvdkm>

1.1.1.1.1 Nariz y fosas nasales. La nariz se encuentra ubicada en el medio de la cara, inferior a la frente, encima del labio superior, intermedio a las mejillas, tiene la forma de una pirámide triangular, principalmente el eje va en dirección de cefálico a caudal y de posterior hacia anterior (figura 3). Los huesos correspondientes a la estructura de la nariz son los huesos nasales, el proceso frontal del maxilar, la cara anterior de la lámina perpendicular del etmoides, la espina nasal del frontal y bordes anteriores del proceso palatino maxilar. En cuanto a las fosas nasales son dos, una derecha y otra izquierda. Se encuentran excavadas en el viscerocráneo y divididas por un tabique vertical mediano y por la mucosa que contiene los

receptores olfatorios. Su abertura anterior está formada por las narinas y su abertura posterior, por las coanas. Estas últimas comunican las cavidades nasales con la nasofaringe (Latarjet y Ruiz, 2019).

1.1.1.1.2 Cavity Oral y lengua. Su forma está dada por un vestíbulo, una cavidad oral y el istmo de las fauces (figura 3). Se sabe que los pilares faríngeos (glosopalatino y faringopalatinos) también son parte de la estructura de la cavidad oral, incluidos el paladar blando y duro, y la primera parte del esófago. Forma parte de las estructuras óseas del maxilar superior e inferior. La lengua es una estructura muscular sostenido por uniones con los huesos hioides, maxilar inferior y etmoides, así como del paladar blando y paredes de la faringe (Asenjo y Pinto, 2017).

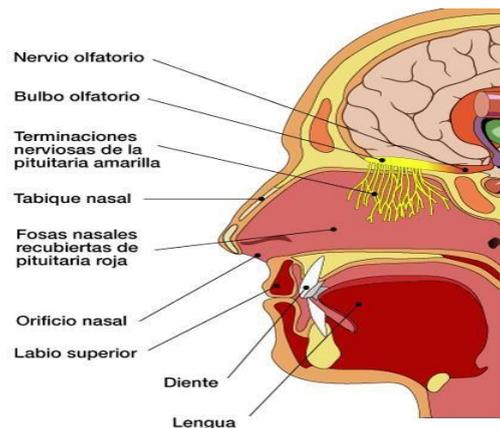


Figura 3. Ubicación de las estructuras respiratorias.

Recuperado: <https://tinyurl.com/5xj5nds5>

1.1.1.1.3 Faringe. En el sistema digestivo es la porción expandida y superior, por detrás de las cavidades nasal y bucal, y se extiende inferiormente más allá de la laringe. La faringe se expande desde la base del cráneo hasta el borde inferior del cartílago cricoides, anteriormente, y hasta el borde inferior de la vértebra C6 posteriormente (figura 4). La faringe es más ancha (unos 5 cm) con respecto al hioides y más estrecha (unos 1,5 cm) en su extremo inferior, donde se comunica con el esófago. La pared posterior plana de la faringe está contigua a la lámina prevertebral de la fascia cervical profunda (Moore, Agur y Dalley, 2017).

La faringe se divide en tres porciones:

- Nasofaringe, posterior a la nariz y superior al paladar blando.
- Bucofaríngea, posterior a la boca.
- Laringofaringe, posterior a la laringe.

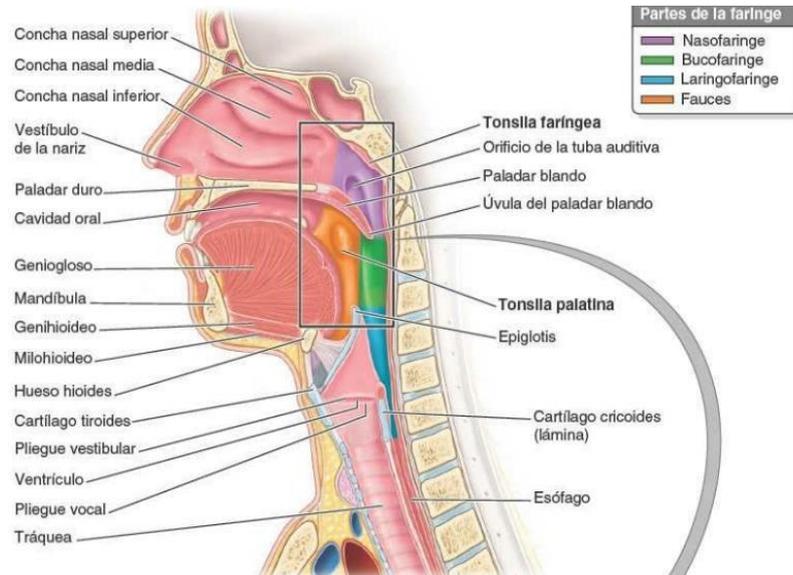


Figura 4. Corte sagital media del cuello y cabeza, que expone las partes faríngeas.

Fuente: Moore, Agur y Dalley, 2017.

1.1.1.1.4 Laringe. Esta estructura es parte sustancial y diferenciada del tracto aéreo, en el sistema ventilatorio. Por su estructura anatómica de cartílagos unidos entre sí a través de un sistema de articulaciones, ligamentos y de membranas, es un órgano complejo (figura 5). Son músculos específicos los que movilizan uno con relación a otro. Por la disposición de algunos de ellos alrededor del conducto aéreo, forman las cuerdas vocales. Estos demarcan un espacio, la hendidura glótica, que puede cerrarse totalmente y producir el bloqueo de la ventilación. Cuando los pliegues vocales (cuerdas vocales) vibran al pasaje del aire inspirado, emiten el sonido laríngeo: la laringe es, además, el órgano por excelencia de la fonación, que es la emisión de sonidos con objetivos de comunicación intencionada para expresar ideas o sentimientos (Latarjet y Ruiz, 2019).

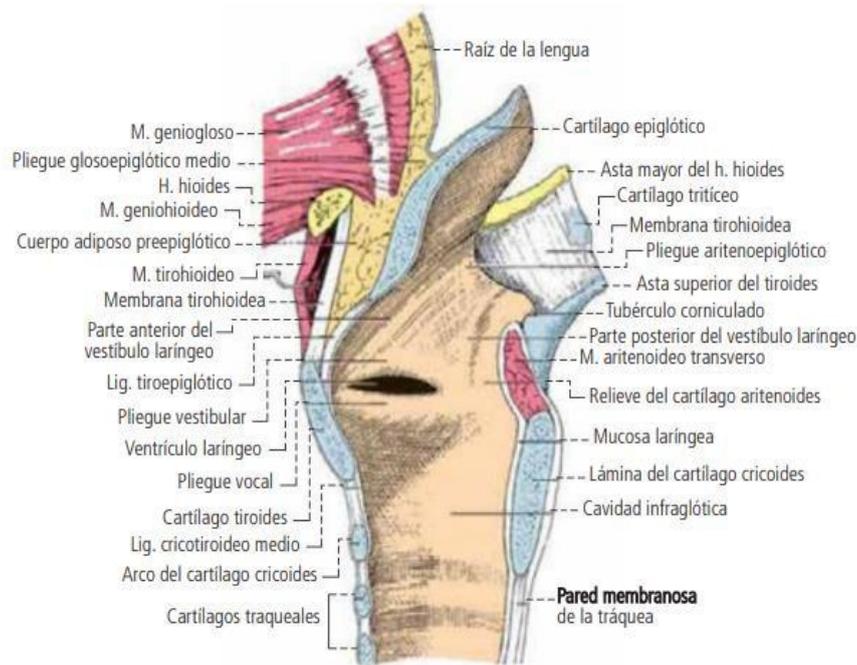


Figura 5. Corte sagital mediano de la laringe. Segmento derecho del corte, visto por su cara medial.

Fuente: Latarjet y Ruiz, 2019.

1.1.1.2 Anatomía de vías aéreas inferiores. En nuestro cuerpo existen billones de células que necesitan constantemente un suministro de oxígeno para llevar a cabo de manera adecuada los procesos vitales que nuestro cuerpo necesita. Es por esto que es de suma importancia el cuidar el funcionamiento adecuado del sistema respiratorio y el sistema cardiovascular, que cabe resaltar son los dos sistemas encargados de suministrar oxígeno a cada célula y eliminar el dióxido de carbono que cada célula produce.

También se debe hablar de la dicotomización (figura 6) en este apartado siendo una subdivisión, a nivel de la carina se produce la primera dicotomización (23 en total), donde surgen los bronquios fuentes o principales, derecho (corto, vertical y ancho) e izquierdo (largo, horizontal y angosto). Estos bronquios principales se subdividen en bronquios lobares (Derecho: superior, medio e inferior/ Izquierdo: superior e inferior), luego en bronquios segmentarios y subsegmentarios (10 a derecha y 8 a izquierda), siguiendo las dicotomizaciones hasta formar bronquiolos terminales y respiratorios (Asenjo y Pinto, 2017).

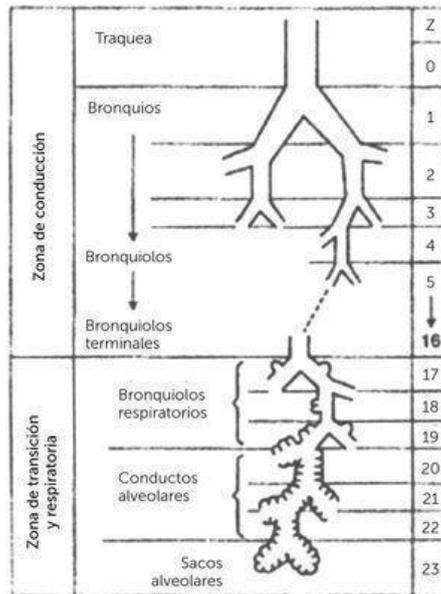


Figura 6. Árbol traqueobronquial

Fuente: John B, West MD, PhD, DSC. 2012.

1.1.1.2.1 Tráquea. Es una vía que sigue a la laringe y culmina en el tórax, la cual se bifurca en dos ramas, siendo estos mismos los bronquios principales (figura 7). Dicho conducto, en un sujeto vivo, se extiende desde el borde inferior de la sexta vértebra cervical y termina hasta la altura de la quinta vertebra torácica o inclusive del disco intervertebral entre las vértebras torácicas quinta y sexta (Rouviere y cools., 2005).



Figura 7. Vista anterior de la tráquea y su bifurcación.

Fuente: Rouviere y cools., 2005

1.1.1.2.2 Bronquios y árbol bronquial. Dentro de ambos pulmones podemos encontrar los bronquios que se extienden a partir de la tráquea y ayudan a la conducción del aire, los

bronquiolos son las últimas vías que conducen el aire y por último se encuentran los alvéolos que son sacos microscópicos que contienen la red capilar donde ocurre el intercambio gaseoso que está estrechamente conectado con el corazón.

Cada pulmón tiene un sistema de ramificación de tubos que permiten el paso y distribución del aire, a esta ramificación se le conoce como árbol bronquial, dicho árbol se extiende desde el bronquio principal hasta casi 65 mil bronquiolos terminales. (Saladin, 2013) Continuando con su anatomía estos bronquios se dividen:

- Bronquio principal derecho, este se presenta en una dirección casi vertical, su tamaño es de alrededor de 2 cm, pero de mayor calibre que el izquierdo. Este bronquio está cabalgado por el arco de la gran vena ácigos y es cruzado por el nervio vago derecho.
- Bronquio principal izquierdo, este se ubica en una dirección menos vertical que el bronquio derecho, sin embargo, tiene un tamaño de 5 cm, siendo más largo que el derecho, pero de menor calibre y este se encuentra rodeado por el arco de la aorta y es cruzado por su tramo descendente y por el nervio vago izquierdo.

Los bronquios son canales membranosos, cilíndricos y semirrígidos que constan de tres capas: una externa que está formada por tejido fibroso y cartílago, una capa media formada por fibras musculares lisas y la más interna que está formada por fibras elásticas, tejido linfático y una membrana mucosa cubierta de cilios (Mercado, 2010).

Los bronquiolos terminales se subdividen en ramas más pequeñas, llegando al punto de ser microscópicas llamadas bronquiolos respiratorios, estos bronquiolos respiratorios se subdividen entre dos u once atrios alveolares. Alrededor de los conductos alveolares se encuentran millones de alvéolos y sacos alveolares. Un alveolo tiene forma de una copa recubierta de un epitelio y es sostenido por una membrana basal que es delgada y elástica. Así

mismo el saco alveolar son dos o más alvéolos que comparten una misma abertura (Rizzo, 2010).

1.1.1.2.3 Alveolos. Es la unidad funcional del sistema respiratorio donde se realiza el intercambio gaseoso. Tienen forma hexagonal, y se destaca por compartir paredes planas y no esféricas. Así pues, la disminución del tamaño de un alvéolo se estabiliza por el alvéolo contiguo, lo que se denomina el modelo de interdependencia alveolar. Puesto que en la zona respiratoria ya no hay cartílago, es el tejido elástico de los septos alveolares lo que previene el colapso de la vía aérea distal. Se estipula que el pulmón tiene entre 300 y 480 millones alvéolos, envueltos por más de 280 billones de capilares pulmonares, es decir, entre 500 y 1000 capilares por alvéolo (Sánchez y Concha, 2021).

1.1.1.3 Pulmones. Los pulmones son dos estructuras ubicadas uno a cada lado del corazón, a pesar de ser diferentes hacen un trabajo en conjunto con el corazón que permite que cada una de las células de nuestro cuerpo trabajen de manera óptima. dentro de los pulmones existen estructuras y células especializadas que permiten el funcionamiento adecuadas, estructuras como los bronquios, bronquiolos y más de 400 millones de alvéolos distribuidos en cada pulmón, de una manera más microscopía se encuentra la red capilar, que es donde sucede el intercambio gaseoso entre Dióxido de carbono (CO₂) y Oxígeno (O₂).

1.1.1.3.1 Localización de los pulmones. Cada pulmón tiene una base, un vértice, dos caras, un costal, una mediastínica y tres bordes, uno anterior, uno posterior y uno inferior. La base de los pulmones se encuentra en el diafragma el cual es uno de los principales músculos respiratorios, mientras que el vértice se extiende a través de la apertura superior del tórax (Serrano, 2021).

De manera más amplia los pulmones tienen una forma cónica con una base ancha y cóncava que descansa sobre el diafragma y contrario a la base se encuentra el vértice que se proyecta

sutilmente hacia arriba de la clavícula. La superficie costal es ancha y está presionada contra la caja torácica como lo indica su nombre. La superficie mediastínica es cóncava y se encuentra en la posición medial, esta superficie presenta una hendidura llamada hilio; por donde el pulmón recibe al bronquio principal, a los vasos sanguíneos, los vasos linfáticos y a los nervios. Dichas estructuras constituyen a la bien conocida raíz del pulmón (Saladin, 2013).

1.1.1.3.2 Anatomía de los pulmones. La forma de los pulmones tiene tres caras, una convexa costal, cóncava diafragmática y mediastínica. Ambos pulmones están envueltos en una cavidad pleural propia y están separados por el mediastino, que es donde se ubica el corazón. Los pulmones son blandos y esponjosos, tienen elasticidad para retraerse hasta un tercio de su volumen, pero su movimiento está ligado a la función de diferentes músculos como el diafragma, los intercostales, los abdominales y los músculos accesorios como los escalenos y el esternocleidomastoideo (Sánchez y Concha, 2018).

1.1.1.3.3 Membrana pleural. Ambos pulmones tienen una pleura, que es una membrana serosa que tiene origen mesodérmico el cual recubre el parénquima pulmonar, el mediastino, el diafragma y la superficie interna de la pared torácica. dicha pleura está constituida por dos capas.

La pleura parietal es la capa más externa, es la que une al pulmón con la pared de la cavidad torácica, esta se subdivide en una pleura costal, una pleura diafragmática y una mediastínica y la pleura visceral es la pleura más interna. El espacio que existe entre cada pleura se denomina espacio o cavidad pleural, que contiene líquido lubricante secretado por las membranas.

Dicho líquido evita la fricción entre las dos membranas y también permite el deslizamiento adecuado de las pleuras durante la respiración, mientras que los pulmones y el tórax cambian de forma (Rizzo, 2010).

1.1.1.3.4 Lóbulos. A pesar de que los pulmones tienen estructuras similares están divididos por lóbulos que hace que no serán iguales, pudiendo evidenciar que el pulmón derecho está dividido en 3 lóbulos (figura 8), el lóbulo superior, medio y el lóbulo inferior, y el pulmón izquierdo está dividido en dos lóbulos, uno superior y otro inferior.

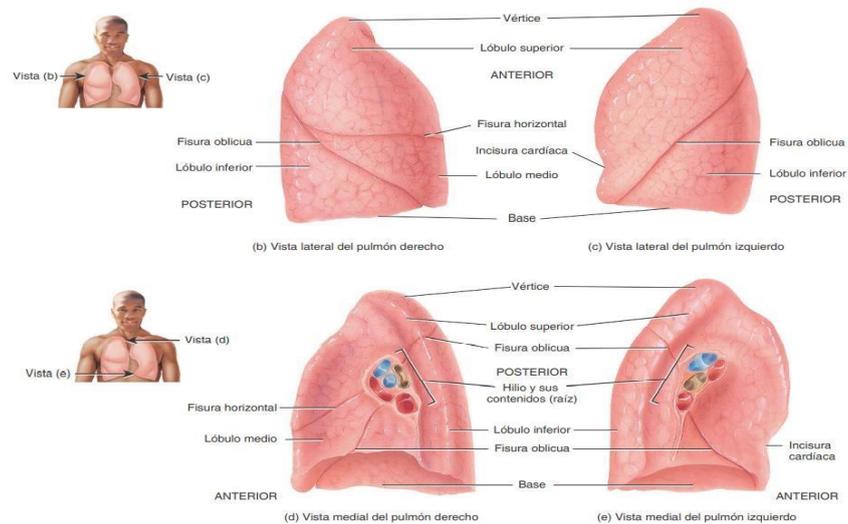


Figura 8. Anatomía del pulmón.

Fuente: Tortora y Derrickson, 2018.

1.1.1.4 Músculos respiratorios. Como ya se ha mencionado existen músculos primordiales en la respiración, Kendall's (2007) describe de la mejor manera cual es el origen, inserción, acción y la inervación de cada uno de estos músculos.

Tabla 1.

Clasificación de músculos respiratorios.

Músculo	Princi pal o acceso rio	Inspirac ión o espiraci ón	Origen	Inserción	Acción	Inervación
Diafragma	Pr	In	El origen esternal son dos bandas carnosas desde el dorso del apéndice xifoides, el origen costal que es la superficie interna de los 6 cartílagos costales inferiores y el origen lumbar que es mediante dos haces desde los cuerpos de las vértebras lumbares superiores y mediando dos arcos fibrosos en cada lado.	En el tendón central, que es una aponeurosis delgada y fuerte sin fijación ósea.	Con su perfil en cúpula, separa las cavidades abdominales y torácicas, es el principal músculo de la respiración.	Frénico, C3-C5
Intercostales internos	Pr	Ambas según sus fibras	Superficie interna de las costillas y los cartílagos costales.	Bordes superiores de las costillas adyacentes por debajo.	Actúan como músculos inspiratorios, elevando las costillas y expandiendo el tórax	Nervios intercostales

Intercostales externos	Pr	In	Bordes inferiores de las costillas	Se fijan en los bordes superiores de las costillas por debajo.	Actúan como músculos inspiratorios , elevando las costillas y expandiendo el tórax	Nervios intercostales
Oblicuo mayor	Pr	Es	Fibras anteriores: Superficies externas de las costillas de la quinta a la octava, imbricado con el serrato anterior. Fibras laterales: La superficie externa de la novena costilla, imbricada con el serrato anterior, y la superficie externa desde la décima hasta la duodécima costilla, imbricada con el dorsal ancho.	Fibras anteriores: En una aponeurosis amplia y plana, que termina en la línea alba, que es rafe que se extiende desde el xifoides. Fibras laterales: Al igual que el ligamento inguinal, en la espina ilíaca anterosuperior y en el tubérculo púbico y en el borde externo de la mitad anterior de la cresta ilíaca.	Bilateralmente, flexionan la columna vertebral, soportan y comprimen las vísceras abdominales , deprimen el tórax y contribuyen a la respiración. Unilateral, rotan la columna vertebral.	(D5, 6). D7-11, D12
Oblicuo menor	Pr	Es	Fibras anteriores e inferiores: En los dos tercios laterales del	Fibras anteriores e inferiores: Con el músculo transverso	Fibras anteriores e inferiores: Comprimen y sujetan las vísceras	D7, 8, D9-12, L1, iliohipogástrico e ilioinguinal

			<p>ligamento inguinal y pequeña fijación a la cresta ilíaca próxima a la espina antero-superior.</p> <p>Fibras anterosuperiores: Tercio anterior de la línea intermedia de la cresta ilíaca.</p> <p>Fibras laterales: Tercio medio de la línea intermedia de la cresta ilíaca y la fascia toracolumbar.</p>	<p>abdominal en la cresta púbica. La parte medial en la línea pectínea y en la línea alba a través de su aponeurosis.</p> <p>Fibras anterosuperiores: Línea alba a través de su aponeurosis.</p> <p>Fibras laterales: Bordes inferiores de la décima a la duodécima costilla y línea alba a través de su aponeurosis.</p>	<p>abdominales junto con el músculo transverso abdominal.</p> <p>Fibras anterosuperiores: Bilateralmente, flexionan la columna vertebral, sujetan y comprimen las vísceras abdominales, deprimen el tórax y ayudan en la respiración. De un solo lado, rotan la columna vertebral.</p> <p>Fibras laterales: De ambos lados, flexionan la columna vertebral y deprimen el tórax. Unilateralmente, flexionan lateralmente la columna vertebral y la rotan.</p>	<p>, ramas ventrales.</p>
Recto abdominal	Pr	Es	<p>Cresta púbica y sínfisis.</p>	<p>Cartílagos costales desde la quinta hasta <u>la séptima</u></p>	<p>Flexionan la columna vertebral</p>	<p>D5, 6, D7-11, D12 ramas ventrales.</p>

				costilla, y la apófisis xifoides del esternón.		
Transverso del abdomen	Pr	Es	Las superficies internas de los cartílagos de las seis costillas inferiores, imbricados con el diafragma, fascia Toracolumbar, tres cuartos anteriores del borde interno de la cresta ilíaca y tercio lateral del ligamento inguinal.	Línea alba mediante una gruesa aponeurosis, cresta ilíaca y cresta púbica.	Actúa como un cinturón para estrechar la pared abdominal y comprimir las vísceras abdominales, ayudan a la espiración. Estabilización de los músculos del tronco Anterolaterales	D7-12, L1 Iliohipogástrico e ilioinguinal, divisiones anteriores.
Escaleno anterior	Ac	In	Tubérculos anteriores de las apófisis transversas de las vértebras cervicales C3 a C6.	Tubérculo escaleno y cresta superior de la primera costilla.	Bilateralmente: Flexión cervical, flexión lateral. Unilateralmente: Rotación cervical.	Cervical, bajo

Escaleno medio	Ac	In	Tubérculos posteriores de las apófisis transversas de las vértebras cervicales C2 a la C7.	Superficie superior de la primera costilla, entre el tubérculo y el surco subclavio.	Bilateralmente: Flexión lateral. Unilateralmente: Rotación cervical.	Cervical, bajo
Escaleno posterior	Ac	In	Por medio de dos o tres tendones, en los tubérculos posteriores de las apófisis transversas de las dos o tres últimas vértebras cervicales.	Superficie externa de la segunda costilla.	Bilateralmente: Flexión lateral. Unilateralmente: Rotación cervical.	Cervical, 6, 7, 8
ECOM	Ac	In	Origen cabeza esternal: Cara anterior del manubrio interno Origen cabeza clavicular: Tercio interno de la clavícula.	Cara lateral de la apófisis mastoidea, mitad lateral de la línea nugal del hueso occipital.	Tracciona desde su inserción en el cráneo y eleva el esternón, aumentando así el diámetro anteroposterior del tórax. Se contrae durante la inspiración moderada y profunda.	Accesorio y cervical, 1, 2

Serrato anterior	Ac	In	superficie externa de los bordes superiores de la octava a la novena primeras costillas.	Superficie costal del borde medial de la escápula.	Abducción y rotación de la escápula y mantener el borde medial firmemente contra la caja torácica, interviniendo así en la inspiración forzada.	Torácico Largo, C5, 6, 7, 8.
Pectoral mayor	Ac	In	Fibras superiores: Cara anterior del tercio medial de la clavícula. Fibras inferiores: Cara anterior del esternón, cartílagos costales de la 6 a 7 costilla.	Cresta del trocánter mayor del húmero	Participa en la inspiración profunda y forzada, sin embargo, no en la espiración.	Pectoral lateral y medial
Pectoral menor	Ac	In	Bordes superiores y externos de los cartílagos de la tercera a quinta costilla.	Borde medial, cara superior de la apófisis coracoides de la escápula.	Ayuda en la inspiración forzada elevando las costillas, moviendo de ese modo el origen hacia la inserción.	Pectoral medial.

Trapezio, fibras superiores	Ac	In	Protuberancia del occipital, línea nucal superior, apófisis espinosa de C7.	Tercio lateral de la clavícula y acromion de la escápula.	Ayudar a la inspiración forzada contribuyendo a la elevación de la caja torácica.	Porción espinal del nervio craneal XI y rama ventral.
Dorsal ancho	Ac	In	Apófisis espinosa de las últimas seis vértebras torácicas, últimas 3 o 4 costillas, fascia toracolumbar desde las vértebras lumbares y	Surco intertubercular del húmero.	Rotación medial, aducción y extensión de hombro.	Toracodorsal, C6, 7, 8.
			las sacras hasta el tercio posterior del borde exterior de la cresta ilíaca y una porción del ángulo inferior de la escápula.			
Erector de la columna, región torácica	Ac	In	Mediante tendones desde los bordes superiores de los ángulos de las seis costillas inferiores.	Bordes craneales de las seis costillas superiores y dorso de las apófisis transversas de la séptima vértebra cervical.	Extensión y flexión lateral de la columna, así también, tracciona las costillas hacia abajo.	Espinal

Ileocostal lumbar	Ac	Es	En la cara anterior de tendón ancho fijado a la cresta media del sacro, apófisis espinosa de las lumbares y dorsales 11 y 12, parte posterior del borde medial de la cresta ilíaca, ligamento supraespinoso y cresta lateral del sacro.	Por tendones hasta los bordes inferiores de los ángulos de las seis o siete costillas inferiores.	Extensión de columna y tracciona las costillas hacia abajo.	Espinal
Cuadrado lumbar	Ac	Es	Ligamento iliolumbar, cresta ilíaca.	Borde inferior de la última costilla y apófisis transversas de las cuatro vértebras lumbares superiores.	Extensión, flexión lateral de columna y deprime la última costilla.	Plexo lumbar, D12, L1, 2, 3.
Serrato posterosuperior	Ac	In	Apófisis espinosas de la C6 y la C7 y apófisis de la T1 y T2.	Costillas 2da a la 5ta, lateral al ángulo costal.	Elevación de las costillas ventrales.	Ramos ventrales de los nervios espinales, C2-T2

Serrato postero-inferior	Ac	Es	Apófisis espinosas de la T11 y la T12 y apófisis de la L1 y L2.	9na y 10ma costilla, borde caudal.	Estabilización del recorrido dorsal de la abertura inferior del tórax durante la espiración.	Ramas ventrales de los nervios espinales T11-L2.
Elevador costal	Ac	In	A partir de la apófisis transversa de la séptima vértebra cervical y la 11 vértebra dorsal.	En la costilla justo por debajo de cada vértebra.	Eleva y abduce las costillas y extiende, así como flexiona lateralmente la columna vertebral.	Ramo dorsal, C8-T11
Transverso torácico	Ac	Es	A partir del cartílago xifoides y el esternón.	En los bordes inferiores de los cartílagos costales de estas costillas.	Actúa en la espiración y deprime desde la segunda hasta la sexta costilla.	Nervios intercostales, T2-T11 (Ramos ventrales).
Subclavio	Ac	In	Superficie superior de la 1era costilla, cerca del cartílago costal.	Extremidad acromial de la clavícula.	Hundimiento de la clavícula.	Nervio subclavio, C5-6.

Pr: Principal; Ac: accesorio; In: inspiratorio; Es: Espiratorio

Fuente: Kendall's (2007)

El correcto funcionamiento de los músculos principales como accesorios involucrados en la respiración hacen que el sistema respiratorio pueda funcionar de una manera óptima y sin presentar complicaciones (Figura 9).

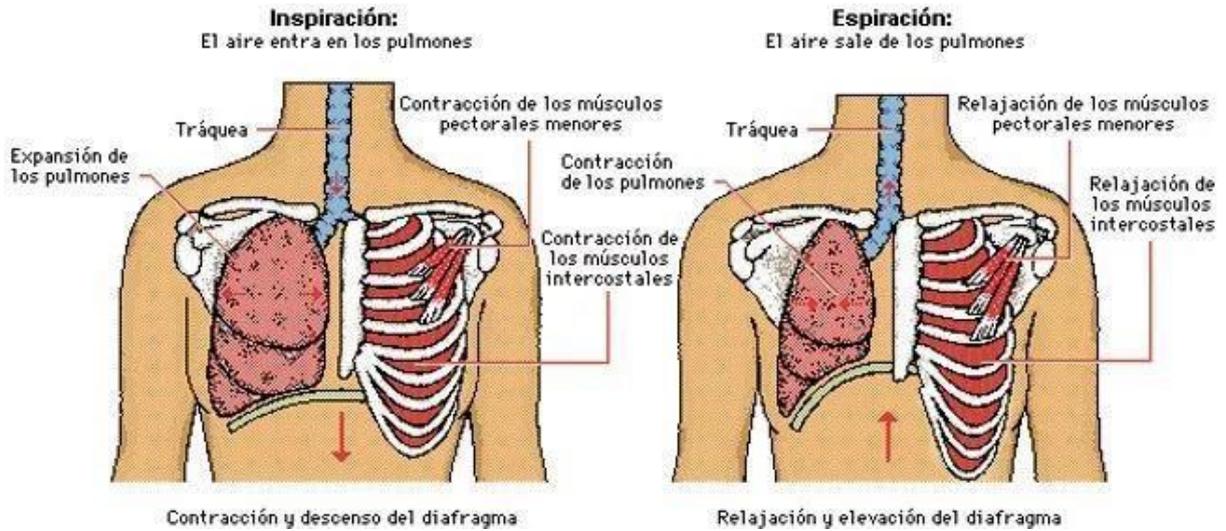


Figura 9. Sinergia muscular en la inspiración y espiración.

Fuente: <https://tinyurl.com/yc4nzwst>

1.1.2 Mecánica ventilatoria. Lo que sucede en el proceso respiratorio son eventos sucesivos, la espiración es un evento pasivo y la retracción de los pulmones por su elasticidad es el resultado de este. Existe una facultad elástica tanto en la caja torácica como en los pulmones, es decir, que después de que se distienden, estos regresan a la posición antes de la deformación, de manera pasiva, conocida también como presión de retracción elástica. El diafragma cuando se contrae y sus cúpulas descienden, el espacio interior del tórax se

ensancha y disminuye la presión alveolar, lo que sugiere una demanda de aire en el espacio alveolar. Durante una ventilación activa, en actividades que requieren un consumo de oxígeno mayor, los músculos intercostales se activan en el proceso de inspiración, y al contraerse elevan las costillas y expanden el tórax (Fox, 2016).

1.1.2.1 Inspiración y espiración. Tanto la espiración como la inspiración se producen en la respiración y en esta última sucede de manera que se expande la caja torácica y el diafragma desciende, una presión negativa se produce dentro de los pulmones. En un estado de reposo la presión pleural es más negativa, ya que la caja torácica produce una mayor presión hacia fuera. El aire ingresa a los pulmones hasta que la presión alveolar se equipara a la atmosférica. Cuando finaliza la inspiración, la presión de retracción elástica de la caja torácica aún es negativa, pero la presión de retracción de todo el aparato respiratorio es positiva debido a la retracción elástica de los pulmones maximizada. En lo que respecta a la capacidad pulmonar total (CPT), tanto la presión de retracción elástica de la pared como la de los pulmones son positivas (Mulroney y Myers, 2016).

Durante la espiración, músculos inspiratorios se relajan, la presión de retracción elástica del sistema respiratorio produce una elevación de la presión alveolar que supera la presión atmosférica, lo que ocasiona que el aire se dirija hacia la boca para su salida, hasta que la presión alveolar es menor que de la atmosférica. El sistema vuelve a capacidad residual funcional (CRF), excepto que el aire no sea espirado de manera activa más allá de este nivel (Figura 10); la espiración se ve restringida finalmente por la gran presión de retracción elástica de la caja torácica a medida que se alcanza el volumen residual (VR) (Mulroney y Myers, 2016).

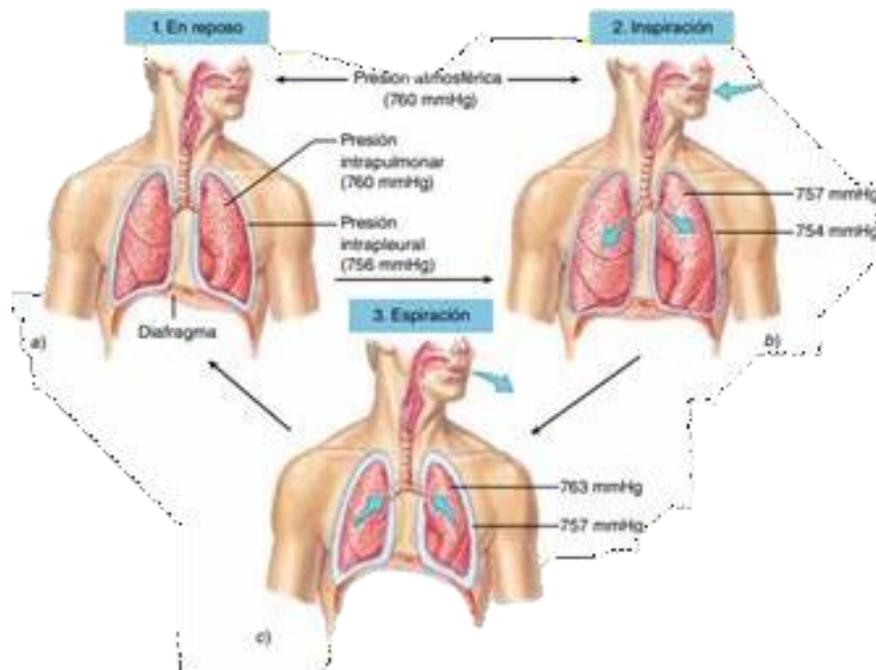


Figura 10. Mecánica de la ventilación pulmonar.

Fuente: Fox, 2016.

1.1.2.2 Volúmenes pulmonares. El volumen máximo se expresa al sumar los cuatro volúmenes presentes en los pulmones durante el proceso de respiración al que se pueden expandir los pulmones. Los volúmenes que se describirán tienen una importante variación dependiendo de la edad, el sexo, la condición física, la altura a la que vive una persona entre otras consideraciones. Cada volumen pulmonar se describe en adultos sanos y tienen una descripción distinta:

- El “volumen corriente” es el que se espira o inspira en cada respiración producida; es aproximadamente 500 ml.
- El “volumen de reserva inspiratoria” es el que se produce desde y sobre el volumen corriente normal, cuando una persona inspira de manera vigorosa; usualmente es alrededor de 3 000 ml.

- c) El “volumen de reserva espiratorio” es el máximo volumen añadido que se puede espirar mediante una espiración voluntaria forzada después del volumen corriente; por lo general es aproximadamente 1 100 ml.
- d) El “volumen residual” es el aire que siempre está presente posterior a una espiración forzada; en promedio este volumen es de 1 200 ml (Hall y Hall, 2021).

1.1.2.3 Capacidades pulmonares. De las combinaciones específicas de algunos volúmenes pulmonares surgen las capacidades. Iniciando con la “capacidad inspiratoria” es la unión del volumen corriente y el volumen de reserva inspiratorio (500 ml + 3 100 ml = 3 600 ml en hombres y 500 ml + 1900 ml = 2 400 ml en mujeres). La “capacidad residual funcional (CRF)” es la suma del volumen residual más el volumen de reserva espiratorio (1 200 ml + 1 200 ml = 2 400 ml en hombres y 1 100 ml + 700 ml = 1 800 ml en mujeres). La “capacidad vital” es la agregación del volumen de reserva inspiratoria, el volumen corriente y el volumen de reserva espiratoria (4 800 ml en hombres y 3 100 ml en mujeres). Por último, la “capacidad pulmonar total” siendo la suma de la capacidad vital más el volumen residual (4 800 ml + 1 200 ml = 6 000 ml en hombres y de 3 100 ml + 1 100 ml en mujeres), (Figura 11) (Tortora. y Derrickson., 2018).

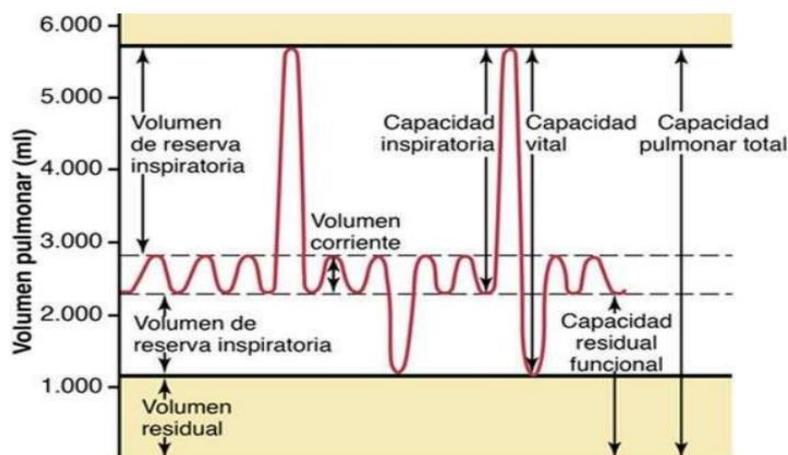


Figura 11. Diagrama que describe todas las capacidades y volúmenes pulmonares.

Fuente: Hall, 2016.

1.1.3 Fisiología del sistema respiratorio. El objetivo principal de los pulmones es el de realizar la respiración, absorción de oxígeno y eliminación del CO₂, dentro de un todo en el cuerpo. En cada respiración hay un movimiento de 500 ml de aire, haciendo un aproximado de entre 6 y 8 litros por cada minuto debido a una respiración de 12 a 18 por minuto. En el instante que el aire llega a las profundidades en la unidad funcional de los pulmones, los alvéolos, se produce un intercambio de gases en proporción que entra el O₂ a los capilares pulmonares y hay una salida de CO₂ hacia los alvéolos para su eliminación del cuerpo. Otra cualidad de suma importancia del sistema respiratorio es la eliminación de las partículas extrañas que suelen ingresar a las vías respiratorias, debido a que, si estas mismas no son eliminadas, podrían proliferar o acumularse limitando la entrada del aire, por ende, la difusión de los gases en el cuerpo. Esta limitada información se ampliará en las próximas páginas (Barret et al., 2020).

1.1.3.1 Tensión superficial del líquido alveolar. Es de vital importancia mencionar este fenómeno que se produce en una capa delgada de líquido alveolar que recubre la luz de los alvéolos, esta misma ejerce una fuerza llamada “tensión superficial”, dicha tensión debe ser superada durante la respiración para poder expandirse y así poder producir la inhalación. Se expresan varias interfases aire-agua en las que existe la tensión superficial, puesto que las moléculas de agua polares generan una fuerza de atracción mucho mayor que hacia las moléculas de gas del aire. Cuando una esfera de aire es formada por un líquido, como ocurre en los alvéolos, es generada una fuerza para adentro por la tensión superficial por ende los alvéolos obtienen el menor diámetro posible (Tortora y Derrickson, 2018).

1.1.3.2 El líquido surfactante. En el líquido alveolar existe la presencia de una mezcla de fosfolípidos y lipoproteínas, llamada “surfactante”, de importancia para que la tensión superficial sea inferior a la tensión superficial del agua pura. Así también el surfactante es fundamental para evitar el colapso alveolar, el edema y la inestabilidad de fuerzas internas. El

líquido alveolar y la tensión superficial deben estar en perfecto equilibrio para preservar la homeostasis, por ende, es crucial describir estos componentes en la fisiología (Fox, 2016).

1.1.3.3 Ventilación pulmonar. El volumen de aire entrante y saliente del sistema respiratorio durante la respiración a lo largo de un minuto es denominado ventilación pulmonar/minuto o volumen respiratorio por minuto (Figura 12). Es equivalente a la cantidad de aire que entra en el aparato respiratorio durante cada respiración, unos 0.5 litros en reposo, multiplicado por la frecuencia respiratoria (número de veces que respiramos cada minuto, unas 12 veces). Siendo así, la ventilación es de unos 6 L cada minuto. Tanto la cantidad de aire que inspiramos en cada ciclo, como el número de veces que respiramos por minuto puede variar notoriamente según las necesidades del organismo (Tresguerres, López-Calderón y Villanúa, 2012).

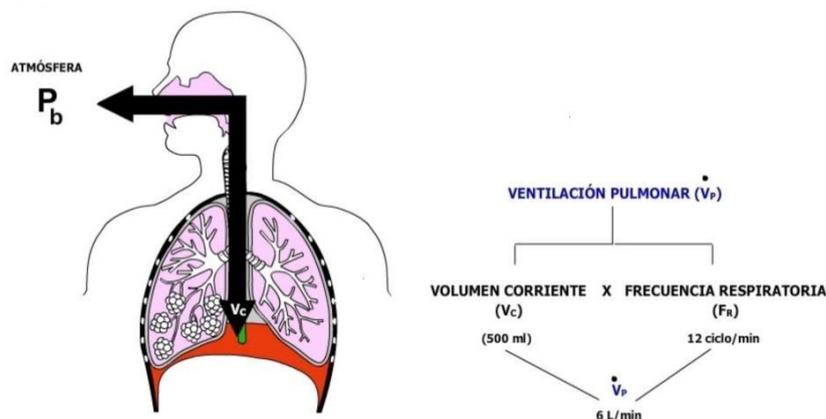


Figura 12. Ventilación pulmonar

Recuperado: <https://tinyurl.com/375nmy2r>

1.1.3.4 Difusión a través de la membrana alveolocapilar. La propagación de los gases se realiza de los alvéolos a la sangre o, en sentido contrario en los capilares pulmonares, por medio de la membrana alveolocapilar que se conforma del epitelio pulmonar, el endotelio capilar, y por sus membranas basales fusionadas (Figura 13). De la reacción con las sustancias en la sangre depende el hecho que los sustratos que pasan de los alvéolos a la sangre capilar

lleguen al equilibrio en los 0.75 s que la sangre ocupa en traspasar los capilares pulmonares en reposo. La limitación de absorción de la cantidad de óxido nitroso (N₂O) no es por la difusión, sino por el flujo de sangre a través de los capilares pulmonares. Por otro lado, la propagación de monóxido de carbono (CO) no está restringida por la perfusión en reposo, aunque sí está limitada por la difusión. El oxígeno (O₂) está en un sitio medio entre N₂O y CO; el O₂ es absorbido por la hemoglobina, pero mucho menos que el CO, y aproximadamente en 0.3 s se alcanza el equilibrio con la sangre capilar. Por lo cual, su obtención está limitada por la perfusión. La capacidad de difusión de los pulmones para un gas es directamente proporcional al área de superficie de la membrana alveolocapilar, e inversamente proporcional a su espesor (Barret et. al, 2020).

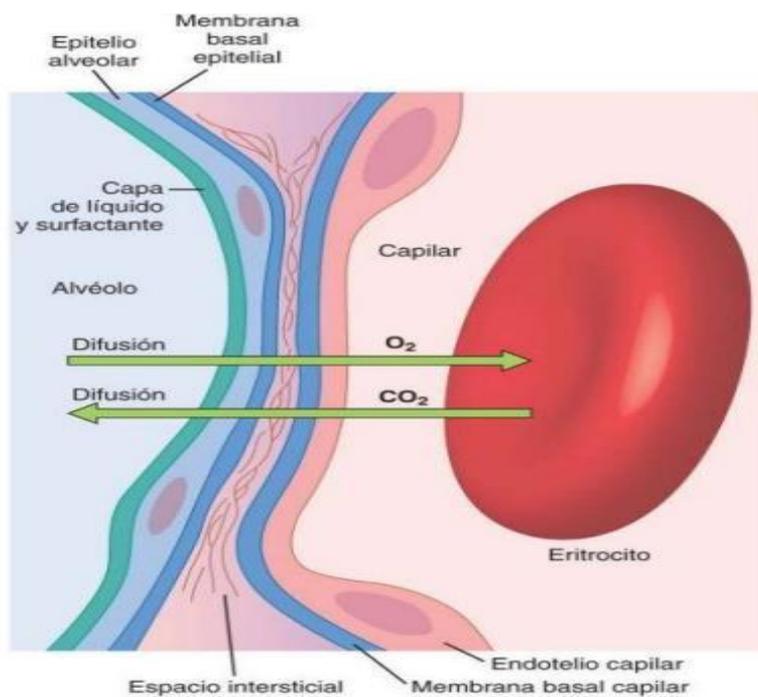


Figura 13. Estructura de la membrana respiratoria alveolar, con vista de un corte transverso.

Fuente: Hall y Hall, 2021.

1.1.3.5 Transporte de oxígeno en la sangre. El oxígeno se une a la desoxihemoglobina para formar así la oxihemoglobina en los pulmones, cierto porcentaje de la oxihemoglobina deposita oxígeno en los capilares de la circulación sistémica (figura 14). Al medio de cada

unidad hemo hay presencia de un átomo de hierro, predispuesto a la combinación con una molécula de oxígeno. De esta manera, una molécula de hemoglobina puede unirse con cuatro moléculas de oxígeno, ya que existen aproximadamente 280 millones de moléculas de hemoglobina por cada eritrocito, estos pueden llegar a transportar superior a 100 millones de moléculas de oxígeno. Cuando la oxihemoglobina se disocia para soltar el oxígeno en dirección a los tejidos, el hierro hemo aún está presente como Fe^{2+} , pasa la hemoglobina a ser desoxihemoglobina o hemoglobina reducida (Fox, 2016).

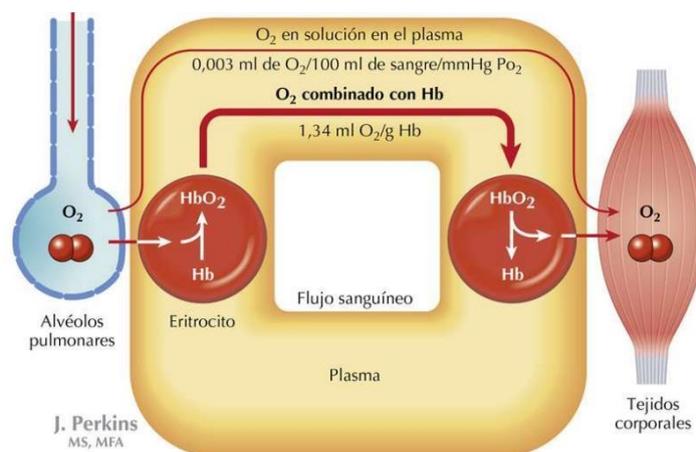


Figura 14. Transporte de oxígeno.

Fuente: Mulroney y Myers, 2016

1.1.3.6 Transporte de dióxido de carbono en la sangre. Además de reaccionar con el agua, el CO_2 reacciona directamente con los radicales aminos de la molécula de hemoglobina para formar el compuesto carbaminohemoglobina ($HbCO_2$). Esta combinación de CO_2 y hemoglobina es una reacción reversible que se produce con un enlace laxo, de modo que el CO_2 se libera fácilmente hacia los alvéolos, en los que la P_{CO_2} es menor que en los capilares pulmonares. Una pequeña cantidad de CO_2 también reacciona de la misma forma con las proteínas plasmáticas en los capilares tisulares. Esta reacción es mucho menos importante para el transporte del CO_2 porque la cantidad de estas proteínas en la sangre es solo la cuarta parte de la cantidad de la hemoglobina (figura 15). La cantidad de CO_2 que se puede

transportar desde los tejidos periféricos hasta los pulmones mediante la combinación de carbamino con la hemoglobina y con las proteínas plasmáticas es aproximadamente el 30% de la cantidad total que transporta, es decir, normalmente cerca de 1,5 ml de CO₂ por cada 100 ml de sangre. Sin embargo, como esta reacción es mucho más lenta que la reacción del CO₂ con el agua en el interior de los eritrocitos, es dudoso que en condiciones normales este mecanismo carbamino transporte más del 20% del CO₂ total (Hall y Hall, 2016).

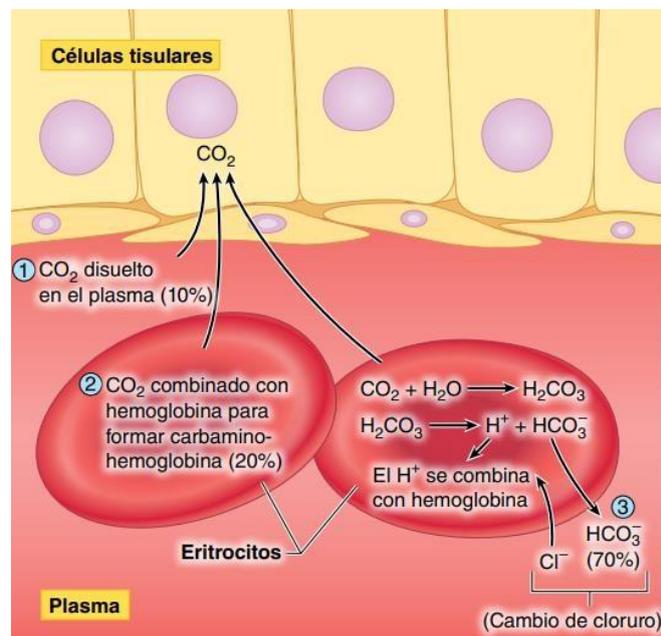


Figura 15. Transporte de dióxido de carbono.

Fuente: Fox, 2016.

1.1.4 COVID-19. En diciembre del año 2019 se abrieron las puertas a una patología conocida como COVID-19 que generó una pandemia a nivel mundial que actualmente aún está activa, afectando a millones de personas sin discriminación de edad, sexo, género o etnia. Es por eso que aún se sigue investigando cada aspecto de esta patología, donde cada descubrimiento, estudio e investigación cuenta.

El COVID-19 viene de la familia Coronaviridae, es una enfermedad respiratoria aguda causada por el virus SARS-CoV-2, la Organización mundial de la salud (OMS) menciona que

dicho virus puede contagiarse por medio de la boca, tos, o por secreciones nasales de las personas infectada en pequeñas partículas líquidas. Estas partículas van desde las gotículas respiratorias más grandes hasta las más pequeñas que miden alrededor de 80 a 120 nanómetros (nm) de diámetro.

El nuevo coronavirus (COVID-19) en su secuencia genética se observa similitud a el virus predecesor conocido como SARS-CoV, y se ha podido observar a lo largo de la pandemia, muta de manera constante (Maguiña, Gastelo y Tequen, 2020).

Alrededor del 80% de personas que sufren la enfermedad se logran recuperar sin necesidad de recibir un tratamiento especializado del área hospitalaria, un 15% desarrollan la enfermedad hasta llegar a un estado grave, estos pacientes si requieren asistencia hospitalaria con oxígeno y por último solo el 5% llega a estar en un estado crítico y necesitar de cuidados intensivos, dichos pacientes si no reciben una asistencia médica inmediata pueden llegar a tener complicaciones como la insuficiencia respiratoria, tromboembolia o insuficiencia multiorgánica, si el caso no es controlado podría llevar a la muerte (OMS, 2021).

1.1.4.1 Niveles de gravedad. La infección por SARS-CoV-2 representa un reto clínico debido a la afección multiorgánica que puede presentarse. Si bien el sistema respiratorio es el más afectado y la principal causa de mortalidad, el resto de las complicaciones pueden empeorar el pronóstico y dejar secuelas posteriores, por lo que la clasificación y el manejo de pacientes con COVID-19 deberá ser con un enfoque multidisciplinario (Padilla Benítez et al., 2020):

Tabla 2.

Clasificación de los pacientes con COVID-19

Nivel de gravedad	Descripción
Asintomático	Paciente sin síntomas ni signos clínicos, radiografía normal y PCR positiva para SARS-CoV-2.
Templado	Presentan síntomas de vía respiratoria superior, además de fiebre, fatiga, mialgia, tos, escurrimiento nasal. Al examen físico se encuentra congestión faríngea, sin datos anormales a la auscultación. Algunos casos pueden estar afebriles o con síntomas digestivos como náusea, dolor abdominal o diarrea.
Moderado	Con neumonía, frecuentemente fiebre, tos que en la mayoría de los casos es de inicio seca, seguida de tos productiva; en algunas ocasiones con disnea, sin datos de hipoxemia, se pueden auscultar crepitantes; otros casos no tienen signos o síntomas clínicos; sin embargo, la tomografía computarizada muestra lesiones pulmonares que son subclínicas.
Severo	Tempranamente presentan síntomas como fiebre y tos, quizá acompañada de síntomas gastrointestinales como diarrea. La enfermedad usualmente progresa en alrededor de una semana con disnea y cianosis central, la SpO ₂ es menor de 92% con manifestaciones de hipoxemia.
Crítico	Además de los síntomas de enfermedad grave puede progresar rápidamente a SDRA y choque, encefalopatía, daño miocárdico, disfunción de la coagulación y daño renal.

Fuente: Padilla Benítez et al. (2020)

1.1.5 Síndrome Post-COVID-19. Un elevado número de pacientes que han pasado por la enfermedad de COVID-19 refieren que tras la recuperación de la fase aguda de la enfermedad han surgido manifestaciones clínicas tanto subjetivas como objetivas que pueden prolongarse hasta 3 meses luego de haber cursado la enfermedad. No existe una nomenclatura que lo

defina como tal, sin embargo, se ha adoptado el término síndrome post-COVID-19 como el más adecuado (Bouza, et al., 2021).

La OMS (2021) especifica que algunas personas que han pasado tras la enfermedad de COVID-19 sin importar si han tenido asistencia hospitalaria o no, siguen experimentando síntomas como fatiga, tos, síntomas respiratorios y en algunos casos neurológicos.

En artículos relacionados con el síndrome post-COVID-19 se habla de una clasificación de las manifestaciones del síndrome post-COVID-19, donde Amenta et al. (2020) habla de tres categorías

- Síntomas residuales: son los síntomas que persisten luego de la recuperación de la infección aguda por COVID-19.
- Síntomas derivados de la disfunción de uno o más órganos que se vieron afectados en la infección aguda.
- Síntomas nuevos que surgieron tras la infección en estado leve o asintomática.

Los síntomas prevalentes más comunes son la fatiga y la disnea (dificultad respiratoria) a medio y largo plazo en el síndrome post-COVID-19, ambos síntomas son abordados como prioridad en el área de fisioterapia (Arbillaga, et. al, 2022).

1.1.6 Cuadro clínico del síndrome post-covid-19. El cuadro clínico de este síndrome es de amplia presentación en la que se resalta que puede depender de comorbilidades, de la severidad de la enfermedad en la etapa convaleciente, así también en aspectos socioculturales, patrones variados del psique y biología.

Los síntomas y afecciones que se han identificado por Trujillo (2021) son:

- Sistema Respiratorio:

- Disnea y tos con espirometría después de 6 meses casi normal en los sobrevivientes y TAC pulmonar con cambios fibróticos mínimos.
- Cardiovasculares:
 - Dolor torácico y dolor torácico opresivo
 - Taquicardia y palpitaciones
 - Trombosis y alteraciones endoteliales en pulmones, corazón, cerebro, miembros inferiores, riñones e hígado.
 - Miocarditis
 - Arritmias
 - Insuficiencia Cardíaca
- Neurológicos: El virus SARS-CoV-2, afecta tanto a las neuronas como a las células gliales por neurotropismo y neurovirulencia bajo la hipótesis de mecanismos de plausibilidad biológica por otros virus respiratorios. Las afectaciones neurológicas que han sido referidas en otros coronavirus como el SARS-CoV-1 y que pueden verse con el virus SARS-CoV-2 son:
 - Deterioro cognitivo (desorientación y confusión, falta de concentración y memoria, *delirium*)
 - Cefalea
 - Alteraciones del sueño
 - Neuropatías
 - Mareos
 - Disosmia
 - Convulsiones
 - Hipogeusia
 - Hiposmia

- Encefalitis y encefalopatía necrotizante
 - Síndrome de Guillain-Barré
 - Polineuropatías con frecuencias entre un 25% y 46% de los pacientes post UCI
- COVID – 19
- **Gastrointestinales:**
 - Dolor abdominal
 - Náusea
 - Diarrea
 - Anorexia
 - **Osteomioarticulares:**
 - Miopatías con frecuencias entre el 48% y el 96% de los pacientes post UCI por infección por SARS-CoV-2/COVID-19
 - Contracturas de tipo miogénico, neurogénico y artrogénico
 - **Psiquiátricos:**
 - Depresión, se informa hasta en un 29% de prevalencia post UCI y más si se asocia a una condición respiratoria
 - Ansiedad, se informa hasta en un 34% de prevalencia post UCI en general
 - Síndrome de estrés postraumático
 - Delirium, se presenta hasta en un 80% de los pacientes post UCI por infección por SARS-CoV-2/COVID-19, es más frecuente en los adultos mayores y con múltiples comorbilidades, con infección agregada que no solo aumenta la discapacidad sino la mortalidad.
 - **Dermatológicos:**
 - Erupción cutánea
 - Urticaria

- Efluvio telógeno
- Otros Síntomas
 - Fatiga, fiebre y dolor mioarticular
 - Tinnitus

1.1.7 Etiología. Los mecanismos detrás de la persistencia deberán explicarse. El efecto del daño orgánico puede ser el que produce la persistencia de los síntomas que se traduce a secuelas, la prolongación variable de la lesión (daño orgánico) y la variación del tiempo requerido para la recuperación de cada sistema orgánico, la subsistencia de la inflamación crónica (fase de convalecencia) o la respuesta inmunitaria/ generación de autoanticuerpos, rara persistencia del virus en el cuerpo, impacto inespecífico de la hospitalización, secuelas de enfermedades críticas, síndrome posterior a cuidados intensivos, complicaciones relacionadas con la infección por COVID-19 o complicaciones relacionadas con comorbilidades o efectos adversos de la ingesta de medicamentos. La persistencia de la infección puede deberse a viremia persistente en personas con inmunidad alterada, reinfección o recaída.

El desacondicionamiento, los problemas psicológicos como el estrés postraumático también contribuyen a los síntomas. El impacto social y financiero de COVID-19 también contribuye a los problemas posteriores, incluidos los problemas psicológicos. La elevación insistente de marcadores inflamatorios apunta hacia que la inflamación sea crónica (Ravendran, 2021).

1.1.8 Fisiopatología. La fisiopatología está estrechamente relacionada con la fisiología, permite realizar un análisis de las enfermedades que tienen lugar en el cuerpo de los seres vivos mientras ellos realizan sus funciones vitales, es la rama de la medicina que permite explicar el porqué de las enfermedades, cómo se produce y cuáles son los síntomas, se podría decir que describe la historia de la enfermedad (Luján, 2015).

La infección por COVID-19 comienza cuando la glicoproteína S del virus SARS-CoV-2 se une al receptor de una célula huésped (enzima convertidora de angiotensina 2 [ACE2]). Se ha demostrado que el virus SARS-CoV-2 tiene una similitud genética de 79% con el ya estudiado SARS-CoV y una similitud del 98% con el coronavirus de murciélago RaTG13 y también a la secuencia genética del coronavirus de un pangolín.

El virus cuando está en el nivel pulmonar activa la inmunidad innata, que genera una cascada inflamatoria liberando citocinas, interleucina-6 (IL-6), interleucina-1 (IL-1) y el factor de necrosis tumoral alfa, estas elevaciones de citoquinas se relacionan con el desarrollo de fibrosis pulmonar, lesiones a nivel cardíaco y también a nivel neurológico. También se ha evidenciado un daño en la integridad de la barrera hematoencefálica que aumenta la permeabilidad de sustancias neurotóxicas. Abonado a eso, los niveles elevados de IL-6 podrían interrumpir la homeostasis metabólica muscular y agravar la pérdida de masa muscular (López, Bernal y Gómez, 2021).

Como se ha mencionado la enzima convertidora de ACE2 es la principal involucrada cuando el virus SARS-CoV-2 entra al organismo, la ACE2 se expresa principalmente en los pulmones, es por eso que existe una alta incidencia de neumonía y bronquitis en aquellos pacientes con condición grave. Se ha demostrado en estudios recientes que la ACE2 también se expresa en gran medida en la mucosa de la boca, lo que hace que el virus tenga un acceso fácil (Urrea, 2020).

1.1.8.1 Mecanismos fisiopatológicos. Mirofsky y Salomón (2021) hacen énfasis en la existencia de teorías que demuestran como es el mecanismo fisiopatológico del síndrome post-COVID-19, donde se resaltan los cambios inflamatorios e inmunometabólicos como:

- Tormenta de citocinas: Cuando el virus se encuentra en el cuerpo en su fase aguda se genera una tormenta de citocinas, que es una de las principales características

inmunoematológica del COVID-19. Esta tormenta se asocia estrechamente con la gravedad de la enfermedad.

- Activación de células inmunes: Una de las principales características de la cadena de eventos inmunológicos es la evolución de la inmunidad adaptativa, a veces los pacientes logran llegar a esta adaptación, dando así paso a los efectos a largo plazo.
- Autoanticuerpos: Estos auto anticuerpos perturban la función inmune normal y también estropean el control virológico ya que inhiben la señalización de los neuro receptores y modifican la composición de las células inmunes periféricas. lo que podría dar lugar a los síntomas a largo plazo.
- Entorno hemostático y problemas tromboembólicos: El aumento de los niveles de factores de coagulación, factor de activación de plasminógeno I y el factor de Von Willebrand son los responsables de modificar el entorno hemostático y de predisponer problemas tromboembólicos. Así mismo se ha demostrado que el alto nivel de otras citoquinas proinflamatorias da a lugar a la activación de las células inmunes en respuesta a cambios en el entorno vascular, generando procesos inflamatorios crónicos, pérdida de función y en casos extremos la muerte de diferentes mecanismos.
- Rol de los receptores tipo Toll: Los receptores tipo Toll son sensores propios de la inmunidad innata, estos reconocen cualidades presentes en una superficie de patógenos o elementos propios del cuerpo (Durán, Álvarez-Mon y Valero, 2014).
- Niveles de angiotensina 2: La producción excesiva del receptor ACE2 humano (hACE2-R) en vasos sanguíneos, permite que el virus se propague, dando así lugar al constante estímulo de la ACE2 generando un aumento de la vasoconstricción, la inflamación y la fibrosis.

La invasión inicial del virus pasa de las glándulas salivales y membranas de la mucosa, especialmente la nasal y la de la laringe, luego pasa a los pulmones y a órganos que también

tengan los receptores ACE2, como por ejemplo el corazón, el hígado e incluso en el sistema nervioso central.

1.1.9 Factores de riesgo. Los factores de riesgo pretenden resaltar cualquier característica que una persona o grupo de personas tengan relacionada con un aumento de probabilidad de padecer o desarrollar algunos procesos patológicos.

Aunque se desconoce por el momento cuales son los factores específicos, se puede decir que factores que predisponen a los pacientes a padecer el síndrome post-COVID-19 incluyen la gravedad de la enfermedad, si necesitaron asistencia hospitalaria, si necesitaron estar en la Unidad de Cuidados Intensivos o si tuvieron la necesidad de utilizar un soporte ventilatorio, la edad, el sexo (afectados mayormente hombres), el tipo de infección aguda por COVID-19 y enfermedades crónicas previas a padecer COVID-19 (Mirofsky, Salomón, 2021).

Cabe resaltar que la enfermedad de COVID-19 ataca a todas las personas sin discriminar, incluso los jóvenes y personas que han sido asintomáticos pueden sentir los síntomas del síndrome Post-COVID-19 (Mayo, 2021).

1.1.10 Epidemiología. Hay factores tanto biológicos (sexo) como socioculturales (género), sumados con factores socioeconómicos y étnicos, que generan un impacto en las secuelas de lo que ha ocurrido en el tiempo que lleva la COVID19 sobre el mundo.

En un estudio de Borst et al. (2021) se incluyeron 124 pacientes (59 ± 14 años, 60% varones): 27 con enfermedad leve, 51 moderada, 26 grave y 20 crítica. Donde la capacidad de difusión pulmonar de los pacientes dados de alta se demostró afectada por debajo del límite inferior de la normalidad en el 42%. El 99 % de los pacientes dados de alta tenían una opacificación en vidrio deslustrado reducida en las imágenes de TC, y en pacientes con enfermedad leve se encontraron radiografías de tórax normales en el 93 %. Las anomalías residuales del

parénquima pulmonar estuvieron presentes en el 91% de los pacientes dados de alta y la capacidad de difusión pulmonar disminuida se asocia a estas anomalías. 22% tenía baja capacidad de ejercicio, 19% presentó bajo índice de masa libre de grasa y se encontró un 36% de problemas en la función mental y/o cognitiva. En general, el estado de salud se vio afectado negativamente, particularmente en los dominios deterioro funcional (64 %), fatiga (69 %) y calidad de vida afectada (72 %).

En una revisión bibliográfica los intervalos de seguimiento oscilaron entre nueve días y tres meses después del alta hospitalaria. Se demostraron hallazgos anormales en la TC en 39 a 83 % de los participantes del estudio. Cinco estudios describieron la fibrosis pulmonar como un hallazgo radiológico, mientras que en un estudio se encontró un volumen pulmonar hipoperfundido. Se observó deterioro de la función pulmonar en el 19-75% de la población del estudio (Willi, et al., 2021, p.2).

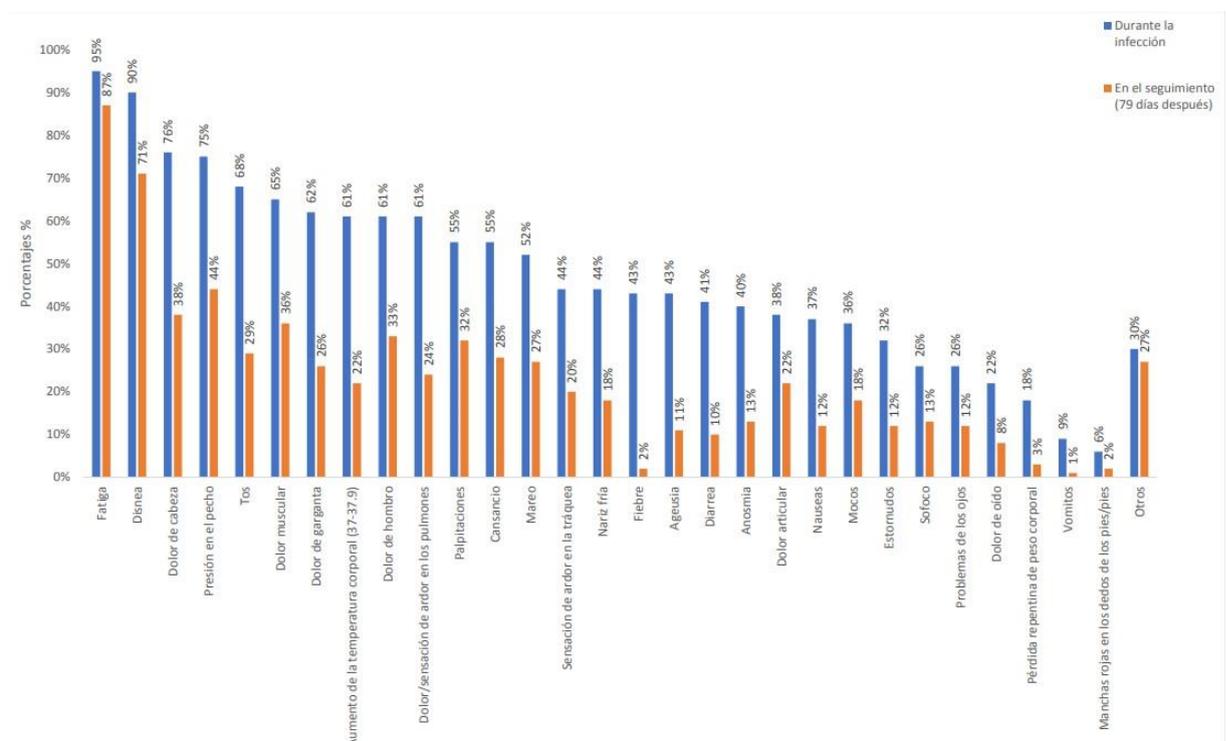


Figura 16. Prevalencia de síntomas durante la infección y en el seguimiento (79 días después).

Fuente: Traducción propia extraída de Goërtz et al., 2020

1.1.11 Evaluación médica. Se sugiere la realización por parte del equipo de este consultorio 3 consultas: 1, 3 y 6 meses luego del alta hospitalaria del paciente y una cuarta opcional (entre los 6 meses y el año) según lo consideren los profesionales de acuerdo con la evolución y necesidades del paciente. En todas las consultas se realizará el examen físico y se aplicarán las escalas de evaluación. De acuerdo con la intensidad y severidad de los síntomas, y a la evolución de estos, los tiempos pueden variar reduciéndose o ampliándose entre consultas.

Así pues, se recomienda realizar los siguientes puntos:

- Completar historia clínica; Examen físico, escalas de evaluación y resumen de problemas activos y pendientes.
- Evaluar sintomatología presente y establecer prioridades de consultas. A los 30 días del alta hospitalaria.
- Modalidad presencial mediante turno programado.
- Se podrá evaluar modalidad virtual (tele consulta) en caso de dificultad para la movilización o dificultad en traslado al hospital. Se realiza un abordaje telefónico y, luego de la evaluación integral, se da un turno específico para el comienzo del tratamiento (si lo requiere).
- Entrevista realizada a la persona y a familiar/es o cuidador/es.
- Objetivo:
 - Evaluación clínica, confección de historia clínica.
 - Evaluación de secuelas físicas y cognitivas.

- Evaluación del estado nutricional.
- Atención de comorbilidades presentes: evaluar tratamiento farmacológico, adherencia, pautas de autocuidado, etc.
- Realizar interconsultas con subespecialistas en caso de ser necesario o asegurar el acceso, en caso de que corresponda, a evaluación para certificación de discapacidad.
- Solicitar estudios complementarios; Laboratorio completo y según hallazgos o comorbilidades: BNP - proBNP; TnII; HbA1c; TSH, se recomienda realizarlo dentro de los 3 meses post alta en caso de que las condiciones del paciente no lo requieran antes.
- Estudios según hallazgos clínicos o síntomas presentes: Disnea; Electrocardiograma, ecocardiograma transtorácico, espirometría, radiografía y/o tomografía de tórax. Dolor precordial; Prueba Ergométrica graduada palpitaciones y Holter 24 hs. Síntomas de disautonomía / Síncope; Tilt Test. Alteraciones de la presión arterial: MAPA / MDPA, disglusia, disfagia y Videodeglución (Ministerio de salud de Buenos Aires, 22d. C.).

1.2 Antecedentes específicos

1.2.1 Evaluación fisioterapéutica. Según estudios de Halabe, Robledo y Fajardo (2022) en el seguimiento de los pacientes se deberá evaluar de manera integral y clasificar la intensidad de síntomas persistentes para ofrecer tratamiento adecuado. En el INER se presentaron las siguientes herramientas las cuales se pueden utilizar:

- Nivel de fatiga, escala de Borg modificada.

- Disnea en actividades cotidianas, MRC modificada (Medical Research Council Scale) y escala de Borg modificada en evaluación de actividad física.
- Presencia de dolor, Escala Visual Análoga (EVA).
- Percepción de calidad de vida relacionada con la salud, (CVRS) cuestionario SF-36.
- Percepción de discapacidad, cuestionario WHODAS 2.0 versión corta administrada por entrevista.
- Condición física, mide los rubros de equilibrio, levantarse-sentarse de una silla en 5 segundos y velocidad de marcha en 4 metros, SPPB (Short Physical Performance Battery).
- Tolerancia a ejercicio de mayor intensidad, prueba de caminata de 6 minutos (PC6m) y en aquellos pacientes que tienen mayor condición física, prueba de caminata Shuttle.
- Fuerza muscular, dinamometría de presión de mano¹⁷ y/o escala MRC para evaluación clínica de la fuerza muscular de grupos musculares representativos.
- Dentro de las pruebas evaluadas también está la espirometría para identificar si la respiración está afectada.
- Las radiografías, se pueden solicitar en tal caso de sospecha de fibrosis pulmonar.

Dichas pruebas son seleccionadas para identificar la presencia de alteraciones funcionales.

1.2.1.1 Métodos para medir la intensidad de los ejercicios de inspiración. El parámetro de fuerza muscular inspiratoria más usado en la práctica clínica, es la presión inspiratoria máxima (P_{Imax}). La P_{Imax} refleja la fuerza del diafragma y otros músculos inspiratorios. Este parámetro se mide realizando un esfuerzo voluntario máximo a nivel de capacidad residual funcional (CRF) contra una válvula con la rama inspiratoria ocluida conectada a un

pimómetro, el cual puede ser de tipo mercurial o digital. La presión espiratoria máxima (PEM) se mide desde la capacidad pulmonar total con la rama espiratoria de la válvula ocluida. La PEM refleja la fuerza de los músculos abdominales y otros músculos espiratorios. Las unidades de los valores de presión obtenidos son en centímetros de agua y los valores normales presentan variaciones fisiológicas en relación con el género y también con la edad (Arancibia & Mendoza, 2015).

El parámetro de resistencia muscular respiratorio se puede determinar con el método de carga incremental. El sujeto en posición sedente y con pinza nasal, es conectado a la válvula, respirando sin cargas por 10 minutos, para adaptarse al equipo. Luego se debe inspirar sólo con el peso del émbolo y posteriormente con pesas de 50 gramos que se agregan cada 2 minutos, desarrollando así presiones cada vez mayores. La prueba termina cuando el sujeto es incapaz de levantar el peso con una determinada carga, por 2 minutos. La presión inspiratoria generada con la mayor carga que el sujeto puede mantener por 2 minutos corresponde a la presión inspiratoria máxima sostenida (PIMS), y la carga que soporta es la carga máxima sostenida (CMS). La presión inspiradora se mide a lo largo de la prueba con la misma técnica de medición de la PImax (Arancibia & Mendoza, 2015).

1.2.2 Tratamiento convencional. La fisioterapia respiratoria tiene una de las bases más importantes al momento de rehabilitar a un paciente con COVID-19 o síndrome post-COVID-19.

Arbillaga et al. (2020) explica que existen cuatro fases necesarias para lograr una recuperación óptima discriminando las 4 fases características de la enfermedad:

Confinamiento, Ingreso hospitalario, Periodo crítico y Recuperación o alta hospitalaria.

- Fase de confinamiento: En esta etapa ya que los síntomas sobrepasan lo que se podría abordar en la fisioterapia respiratoria lo recomendable será en primera instancia

el control de los síntomas, existen artículos que mencionan el drenaje de secreciones y el control de los flujos respiratorios, sin embargo, por ser una técnica que expone al fisioterapeuta a los flujos infectados y contaminantes se recomienda limitar su aplicación para así disminuir el riesgo de transmisión.

Sin embargo, al controlar los síntomas las recomendaciones generales podrían ser: evitar largos periodos de sedestación, realizar ejercicio físico de intensidad baja y ejercicios de respiración.

Se recomienda mantener un buen manejo de la limpieza, higiene y desinfección de superficies que estén en contacto con el paciente.

- Ingreso hospitalario: A los pacientes que necesitan un ingreso hospitalario es recomendable realizar una evaluación exhaustiva, individualizada y si es candidato para recibir fisioterapia respiratoria. Las técnicas más recomendadas son: Técnica de incremento de flujo espiratorio activa (tos) o asistida, dispositivos de espiración positiva, entrenamiento de la musculatura respiratoria, insufladores e insufladores mecánicos, dispositivos oscilantes de alta frecuencia, nebulización, posicionamiento favorecedor para la secreción de sustancias, movilizaciones, maniobras y terapias que provoquen expectoraciones.

En todas las técnicas el fisioterapeuta deberá utilizar equipo de protección personal completo.

- Periodo crítico: Se debe actuar en todo momento con prudencia y precaución. Los procedimientos recomendados para reducir el riesgo de transmisión son: aspiración mediante sistemas cerrados, ventilación mecánica no invasiva, ventilación manual con mascarilla y bolsa autoinflable y ventilación mecánica invasiva.

- Fase de recuperación: En esta fase los pacientes hospitalizados son dados de alta, la principal intervención fisioterapéutica será la reeducación del paciente, ejercicios aeróbicos, ejercicios de fuerza, técnicas de drenaje de secreciones y ventilatorias.

El tratamiento convencional ha sido y será útil en todo momento cuando los pacientes lo necesiten, por lo que se debe tener un conocimiento de él para poder así abordar de mejor manera a los pacientes, teniendo en cuenta que siempre la mejor solución es la prevención.

1.2.3 Definición de entrenamiento de la musculatura respiratoria (EMR). El EMR se basa en ejercicios repetitivos de respiración contra una carga que produzca resistencia, según factores como el tiempo, la intensidad y/o la frecuencia del entrenamiento pueden ser ajustados. Aunque, si se quiere generar una respuesta se debe producir una sobrecarga a las fibras musculares, en consecuencia, se debe trabajar durante más tiempo, a una mayor intensidad y/o con mayor frecuencia de lo usual. La mayoría de los regímenes combinan dos o tres de estos elementos para lograr una sobrecarga adecuada. Los músculos respiratorios responden a los estímulos de entrenamiento cuando las fibras musculares están sobrecargadas, sufriendo adaptaciones de la misma manera que cualquier otro músculo esquelético (Acevedo y Guzmán, 2020).

1.2.4 Entrenamiento de la musculatura inspiratoria. El entrenamiento de los músculos inspiratorios apunta a una clase de intervenciones destinadas a mejorar la fuerza y/o la resistencia de los músculos inspiratorios, incluido el diafragma y los músculos accesorios, como los intercostales externos y los músculos escalenos. Dichos músculos son músculos esqueléticos, por lo que pueden entrenarse similarmente a los músculos locomotores de las extremidades. Se han desarrollado varios protocolos de carga diferentes para colocar el estrés de entrenamiento específico en los músculos necesarios para inducir la adaptación (Shei et al., 2017). Estos protocolos de carga se pueden dividir en tres categorías distintas:

- La carga resistente al flujo generalmente implica un orificio de diámetro variable por el que los sujetos deben respirar.
- La carga de umbral de presión requiere que una persona genere una cantidad predeterminada de presión inspiratoria para abrir una válvula unidireccional para permitir el flujo de aire a través del dispositivo.
- Protocolo de carga de volumen, como la hiperpnea normocápnica, que requieren que las personas mantengan una frecuencia ventilatoria alta en relación con su ventilación voluntaria máxima.

1.2.5 Efectos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria. El entrenamiento de los músculos respiratorios es una estrategia basada en la evidencia dirigida a la debilidad de los músculos inspiratorios. Siguiendo el principio de que los músculos respiratorios responden al ejercicio y a los estímulos de entrenamiento de la misma manera que los músculos esqueléticos, una noción que fue observada originalmente por el médico griego Claudius Galeno, y que ha inspirado el desarrollo del entrenamiento sistemático de los músculos de las vías respiratorias. La carga de trabajo regular mediante el entrenamiento contra la resistencia desencadena la hipertrofia de los músculos respiratorios, la formación de fibras y una función mejorada. Esto mejora la adaptabilidad de los músculos respiratorios a una mayor demanda ventilatoria y/o la funcionalidad de los músculos laríngeos y faríngeos utilizados para hablar y tragar (Arnold & Bausek, 2020).

En investigaciones de Pehlivan, Mutluay, Balcı y Kılıç, (2018) sugieren que el entrenamiento de los músculos inspiratorios mejoró aún más la capacidad de ejercicio, aumentó los beneficios proporcionados por la rehabilitación pulmonar, mejoró aún más las capacidades respiratorias y físicas de los pacientes, y se observó una disminución significativa de la disnea.

1.2.6 Aplicación del entrenamiento de la musculatura inspiratoria. Está dirigido, principalmente, a los pacientes que presentan de manera predominante síntomas tales como disnea, sibilancias, debilidad para producción de tos y expectoración. Para realizar esta práctica es importante demostrar la debilidad de la musculatura inspiratoria y/o espiratoria. Se realiza el entrenamiento dos veces cada día, con una duración de diez a quince minutos por sesión, e iniciando a una intensidad de entre el 30% y el 50% de la presión inspiratoria, mediante dispositivos de fácil acceso y manejo que permiten controlar la carga de trabajo como el inspirómetro o el dispositivo umbral o Threshold (Tolosa Cubillos et al., 2021).

1.2.7 Indicaciones. $P_{\text{Imax}} < 60 \text{ cm H}_2\text{O}$, paciente alerta y cooperador, sedación mínima, puntuación de 4 o equivalente en la Riker Agitation Score, $\text{FiO}_2 < 0.60$, frecuencia respiratoria < 25 , paciente capaz de generar un esfuerzo inspiratorio, paciente capaz de realizar sello u oclusión labial o que tenga traqueostomía, $\text{PEEP} < 10 \text{ cmH}_2\text{O}$ (Salas-Montaña & Martínez-Camacho, 2020).

1.2.8 Contraindicaciones. Isquemia miocárdica reciente, bradicardia < 40 o taquicardia > 130 , presión arterial media $< 60 \text{ mmHg}$ o $> 110 \text{ mmHg}$, $\text{PSV} > 15 \text{ cmH}_2\text{O}$, uso de inotropos, $\text{SaO}_2 < 90\%$, $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$, $\text{FiO}_2 > 0.6$, $\text{PEEP} > 10 \text{ cmH}_2\text{O}$, taquipnea > 40 , RASS de -4 , -5 , 3 o 4 (sedación o delirium), fracturas inestables, $\text{PIC} > 20 \text{ cmH}_2\text{O}$, sospecha de neumotórax, cirugía pulmonar reciente (< 1 año), broncoespasmo severo, temperatura > 38.5 °C (Salas-Montaña & Martínez-Camacho, 2020).

Capítulo II

Planteamiento del problema

Por medio del planteamiento del problema se demuestra la magnitud de la problemática de la COVID-19 y como esta pandemia afectó en todas las áreas a nivel mundial, así mismo esta misma ha generado secuelas en un porcentaje de los pacientes que han superado la enfermedad, siendo una de las más destacadas, el asma. Simultáneamente se ha explorado técnicas de fisioterapia para su abordaje, dentro de los cuales está el entrenamiento de la musculatura respiratoria en los pacientes que padecen del síndrome post-COVID-19.

2.1 Planteamiento del problema

Para comprender el síndrome post-COVID-19 se debe exponer la definición de la COVID-19 el cual tiene predilección por el árbol respiratorio, donde se genera una respuesta inmune anormal cuando este patógeno ingresa al ser de tipo inflamatorio con aumento de citoquinas, agrava al paciente y causa daño multiorgánico (Maguiña, Gastelo, y Tequen, 2020).

Posterior a contraer la COVID-19, cierto porcentaje de la población que lo ha superado presenta el síndrome post-COVID-19 siendo este mismo la persistencia de varios síntomas, incluso semanas o meses después de contraer la infección por SARS-CoV-2,

independientemente del estado viral. Puede ser de naturaleza continua o recurrente y remitente. El mayor porcentaje de las personas con síndrome post-COVID son PCR negativas, lo que indica recuperación microbiológica. Es decir, el síndrome post COVID es el tiempo que pasa entre la recuperación microbiológica y la recuperación clínica (Raveendran, Jayadevan y Sashidharan, 2021).

Varios pacientes contagiados por el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS- CoV- 2) o COVID- 19, tendrán pocos síntomas o sintomatología nula, pero otros desarrollarán una enfermedad grave, en datos de la OMS (2020), al 23 de septiembre de 2020, el número total de casos de COVID-19 en todo el mundo alcanzó los 31,664,104. Después de restar el número de muertes, una cuenta conservadora demuestra que un 33.33% de los sobrevivientes que han adquirido la COVID-19 desarrollarán una fibrosis pulmonar significativa, y la cantidad que demuestra evolución de secuelas crónicas de fibrosis pulmonar llegará a un estimado de 10,230,628.

Las manifestaciones clínicas respiratorias post-COVID son evidentes a lo largo del tiempo, donde podemos encontrar síntomas como la astenia o la sensación de fatiga ya que son las manifestaciones respiratorias más recurrentes. Cabe remarcar que la neumonía grave y el ingreso a la unidad de cuidados intensivos previas son los que más presentan dichas alteraciones. Los síntomas respiratorios constantes y comunes son la disnea, tos y dolor torácico (Bouza et. al. 2021).

Un estudio observacional de cohortes llevado a cabo en Michigan (Estados Unidos), que evaluó a través de una encuesta telefónica a 488 sujetos dados de alta hospitalaria por COVID-19, halló que el 32,6% de los pacientes notificaron síntomas persistentes posterior a los 3 meses, existiendo un 18,9% de sujetos con síntomas agravados o de nueva aparición, siendo la disnea (23%) el más notable. El 38,5% de los pacientes no había podido recuperar

su actividad habitual y un 48,8% referían sentirse emocionalmente afectados por su estado de salud (López-Sampalo, Bernal-López, y Gómez-Huelgas., 2022).

Los estudios sugieren que el EMI (entrenamiento de los músculos inspiratorios), mejora la fuerza y la resistencia de los músculos inspiratorios, disminuye la disnea durante las actividades de la vida diaria, mejora la distancia recorrida en caminatas y la calidad de vida (pero sin alcanzar el umbral mínimo clínicamente significativo). Por otro lado, los músculos responden al entrenamiento mejorando su fuerza, velocidad de contracción, potencia y/o resistencia, cuando estos se realizan a una intensidad considerada moderada (50 a 60% de la fuerza voluntaria máxima) (Beaumont, Tallec y Villiot-Danger, 2021).

La disnea de esfuerzo es una de las mayores secuelas que presentan los pacientes post-COVID-19, por lo que resulta importante trabajar la musculatura inspiratoria principal, diafragma e intercostales externos. Esto adquiere mayor relevancia cuando la persona haya necesitado ventilación mecánica, ya que esta se relaciona con disfunción, debilidad y atrofia diafragmática (García-Saugar y Cols, 2022).

Una de las maneras que se utiliza con más frecuencia para dosificar los ejercicios de la musculatura respiratoria en estudios de intervención, es por medio de un porcentaje objetivo de la presión inspiratoria máxima (Pimax), medida por medio de un esfuerzo inspiratorio máximo mantenido por al menos un segundo desde el volumen residual; y presión espiratoria máxima (Pemax) medida a través de un esfuerzo espiratorio máximo reteniendo por al menos un segundo desde la capacidad pulmonar total. Los valores obtenidos de Pimax y Pemax se expresan en valores absolutos y porcentaje del valor normal los cuales se tomarán como referencia para trazar metas.

Por lo tanto, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos con síndrome post-COVID-19 con disnea severa de 30 a 45 años?

2.2 Justificación

La pandemia a nivel mundial provocada por la COVID-19 generó un efecto negativo en cada uno de los aspectos sociales, económicos y con mayor alcance a nivel de la salud, es evidente que posterior a la recuperación del virus en el cuerpo se exponen secuelas que se expresan de distinta manera en todos los paciente, por lo cual en este estudio se ha determinado explorar los efectos fisiológicos producidos por el entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes masculinos de 30 a 45 años de edad con síndrome post-COVID-19 con disnea severa, visto desde una intervención fisioterapéutica o literatura actualizada.

El síntoma presente más común del síndrome post-COVID-19 es la disnea, con prevalencia del 30-72% a los tres meses. La constancia de secuelas pulmonares al alta, analizadas mediante técnica de difusión de monóxido de carbono en una cantidad de 110 pacientes fue del 47,2%. El 50% de los 349 supervivientes de COVID-19 de una serie china tenía un patrón radiológico anormal con opacidad en vidrio esmerilado en la tomografía de tórax a los seis meses. Se hallaron bronquiectasias y cambios fibróticos pulmonares en el 25 y en el 65% de los pacientes ingresados por COVID-19 leve-moderada y grave a los tres meses del alta. Se presentó dolor torácico en el 20% de los supervivientes de COVID-19 a los 60 días del seguimiento, y taquicardia y dolor torácico en el 9% y el 5% de los casos a los seis meses (Carod-Artal, 2021).

La pandemia ha provocado la infección de más de 16 millones de personas y más de 650 mil muertes, cifras que van en creciendo con el paso del tiempo. Estudios demuestran que hay factores biológicos como el sexo que predisponen infectarse de la COVID-19, siendo el género masculino ya que tienen el doble de riesgo de desarrollar la forma grave de la

enfermedad y la mortalidad (White, 2020). Gran parte de los estudios sobre rehabilitación pulmonar evalúan la disnea mediante evaluaciones unidimensionales (escala de Borg, mMRC), mientras que los mecanismos de la disnea son naturalmente intrínsecos y multifactoriales, por lo cual deben evaluarse tanto en las dimensiones emocionales, sensoriales, comorbilidades y sistemas afectados ante la COVID-19 (Romanet y cols., 2022).

El impacto económico y de salud pública sin precedentes de la pandemia de COVID-19 causada por la infección con el síndrome respiratorio agudo severo coronavirus 2 (SARS-CoV-2) se ha enfrentado con una respuesta científica igualmente sin precedentes (Jackson y cols., 2022).

En los sobrevivientes de COVID-19 se ha notado una gran cantidad de síntomas a largo plazo. Además del impacto en la calidad de vida, estos síntomas (actualmente conocido como Síndrome Post-COVID) pueden tener un impacto en el funcionamiento y también pueden dificultar la participación en la vida social de las personas afectadas (Lemhöfer et al., 2021). Es debido a esto que el entrenamiento de la musculatura respiratoria es uno de los tratamientos con más viabilidad para los pacientes, al ser esté económico y sin necesidad un equipo especializado.

Se ha sugerido que un motivador ha sido el usar un inspirómetro en algunos pacientes con enfermedades crónicas pulmonares como EPOC, COVID-19 y fibrosis pulmonar (falta de aire y función pulmonar disminuida), ya que, en general, las intervenciones fisioterapéuticas utilizan ejercicios respiratorios para estimular la limpieza de secreciones, incrementar la movilidad del tórax, la relajación, controlar la disnea y aumentar la ventilación pulmonar (Centeno-Cortez y col., 2022).

Por lo anterior expuesto, este trabajo pretende identificar por medio de una revisión bibliográfica los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa.

En consecuencia, esta revisión bibliográfica brindara información útil para el tratamiento fisioterapéutico basado en el entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes post-COVID-19, los cuales no necesariamente deben tener una supervisión aunque si deberán tener una dosificación y ejecución adecuada indicada por el área de fisioterapia, esto quiere decir que estarán al alcance de todas las personas que aspiren a tener una recuperación ideal para así mejorar su condición de vida y secuelas que puedan afectar. Sumado a esto la información es accesible para los profesionales de la salud y personas beneficiadas, en mayor medida hombres, quienes son los más afectados por la calamidad actual, ya que es una técnica económica y que no requiere de mucho equipo, solo de una buena dosificación que nos ayudará a tener una óptima readaptación a las actividades diarias o ejercicio, dirigida cada uno de los pacientes los cuales tendrán características individuales y diferentes. Los datos de los artículos utilizados en este trabajo se extrajeron en buscadores académicos accesibles al público en general y con fundamentos científicos.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general. Identificar por medio de una revisión bibliográfica los efectos fisiológicos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa.

2.3.2 Objetivos específicos.

- Reconocer los ejercicios de la musculatura inspiratoria que se aplican en los pacientes con síndrome post-COVID-19 con disnea severa de 30 a 45 años en base a una

búsqueda bibliográfica a fin de contribuir a la selección de artículos para la búsqueda de datos.

- Comparar la dosificación del entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante una recopilación bibliográfica en el tratamiento de pacientes con síndrome post-COVID-19 con disnea de 30 a 45 años para determinar el más adecuado en su aplicación.
- Revisar las modificaciones de la sintomatología en los pacientes con síndrome post-COVID-19 con disnea de 30 a 45 años que se trata con entrenamiento de la musculatura inspiratoria por medio de una recuperación de información bibliográfica para deducir la respuesta ante su práctica.

Capítulo III

Marco Metodológico

En el capítulo actual se pretende demostrar las distintas técnicas y métodos que se aplicaron para la obtención de información utilizada y extraída de varias bases de datos, dentro del mismo también se da a conocer el enfoque de investigación empleada. Se enlistan también, los criterios de inclusión y exclusión estimados para la selección específica de información y así sustentar los objetivos planteados en el presente capítulo.

3.1 Materiales

La investigación documental es descrita por Urbano y Yuni, (2014) como estrategia metodológica de obtención de información, que supone por parte del investigador el instruirse acerca de la realidad objeto de estudio a través de documentos de diferente materialidad (escritos, visuales, numéricos, etc.), con el fin de acreditar las justificaciones e interpretaciones que realiza en el análisis y reconstrucción de un fenómeno que tiene características de historicidad.

Se llevó a cabo una búsqueda de libros, páginas web de fuentes oficiales y bases de datos, siendo estas últimas las siguientes: Scielo, PubMed, Google Académico, Elsevier, MedRxiv, Redalyc, SpringerLink. Esta revisión de datos nos proporcionó información sobre la

fisiopatología, etiología y cuadro clínico sobre el síndrome post-COVID-19, y sobre el entrenamiento de la musculatura inspiratoria en interacción con el síndrome post-COVID-19.

Los recursos bibliográficos que se tomaron en consideración para desempeñar este trabajo incluyen libros sobre fisiología y anatomía del sistema pulmonar.

Tabla 3.

Bases de datos y que son.

Base de dato	¿Qué es?
SciELO	Es un modelo para la publicación de revistas científicas en Internet. Su objetivo principal es aumentar la difusión y visibilidad de la ciencia generada en Latinoamérica, el Caribe, España y Portugal.
PubMed	Es una base de datos, de acceso libre y especializada en ciencias de la salud, con más de 19 millones de referencias bibliográficas, no solo permite ejecutar búsquedas sencillas sino también consultas más complejas mediante las funciones de búsqueda por campos, con términos <i>MeSH</i> o con límites.
SpringerLink	Es una de las principales plataformas de información electrónica del campo de las ciencias, la técnica y las ciencias sociales. Proporciona acceso a publicaciones de todo tipo: revistas, libros, series de libros, protocolos y obras de referencia.
Elsevier	Es líder en información y análisis para clientes en los ecosistemas globales de investigación y salud, ayuda a los investigadores y profesionales de la salud a hacer avanzar la ciencia y mejorar los resultados de salud en beneficio de la sociedad.
Redalyc	Es un sistema de indización que integra a su índice las revistas de alta calidad científica y editorial de la región, después de 16 años de dar visibilidad y apoyar en la consolidación de las revistas, ahora integra de manera exclusiva a las que comparten el modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la naturaleza académica y abierta de la comunicación científica, de cualquier región.
MedRxiv	Es un servicio gratuito y sin fines de lucro dirigido por Cold Spring Harbor Laboratory, creador del exitoso servidor de preprints en ciencias biológicas bioRxiv; BMJ, editor líder de revistas revisadas por pares y proveedor de contenidos sobre salud, y la Universidad de Yale, renombrada institución de investigación clínica y enseñanza.

Elaboración propia

Los términos de búsqueda se seleccionaron para encontrar artículos sobre secuelas de una infección por covid-19 y ejercicios aeróbicos de intensidad moderada de manera autónoma tanto en correlación e incluyeron los términos “Síndrome post-covid”, “Long covid OR post-covid”, “Post covid AND inspiratory muscle training”, “secuelae OR consequence”, “inspiratory muscle training AND effects in post-covid syndrome”, “entrenamiento de la musculatura inspiratoria AND síndrome post-COVID-19 con disnea severa”.

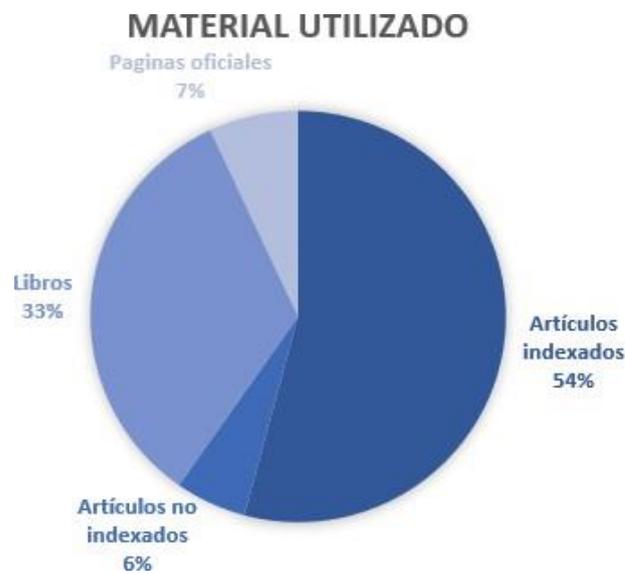


Figura 17. Fuentes utilizadas.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Métodos utilizados

3.2.1 Enfoque de investigación. Hernández-Sampieri y Torres (2018) describe que: “Con el enfoque cualitativo también se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego "volar" al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando qué ocurre” (p.7).

El estudio es de enfoque cualitativo debido a que la investigación para la recopilación de información sobre las variables, se extrajo de fuentes primarias en función de la técnica de recolección de información de palabras claves, con intención de realizar una descripción en el contexto; así mismo correlacionar las variables, para poder proceder con un análisis interpretativo de las mismas, siendo el entrenamiento de la musculatura inspiratoria la variable independiente, y la variable dependiente, la capacidad pulmonar en pacientes masculinos de 30 a 45 años con síndrome post-covid-19 con disnea severa.

3.2.2 Tipo de estudio. Este tipo de investigación descriptivo hace énfasis en buscar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier fenómeno que se pretenda analizar, es decir, trabaja sobre realidades y su característica principal es la de presentar una interpretación correcta. Pretende medir o recolectar información de manera independiente o conjunta sobre diferentes conceptos o variables (Hernández-Sampieri et, al. 2010).

Esta investigación es de tipo descriptivo ya que se indaga por medio de una revisión bibliográfica todo lo relacionado con la anatomía, fisiología, fisiopatología y temas predominantes que demostrarán cual es el efecto del síndrome post-COVID-19 sobre el sistema respiratorio específicamente en la capacidad pulmonar e identificar los efectos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria sobre la disnea severa.

3.2.3 Método de estudio. La presente investigación se desarrolla con base en el método inductivo-deductivo. Torres, Silva y Ochoa (2016), define que: “Este método es de inferencia se basa en la lógica y estudia hechos particulares, aunque es inductivo en un sentido (parte de lo particular a lo general) y deductivo en sentido contrario (va de lo general a lo particular)”.

Tomando esta premisa, el presente estudio se realiza por medio del método inductivo-deductivo puesto que, parte de una idea que considera apropiada y, a partir de ella, usa la

lógica para alcanzar conclusiones. En este proceso, se formuló un comportamiento, el cual se utilizó en casos similares.

3.2.4 Diseño de investigación. La presente investigación se desarrolla con base al diseño de investigación no experimental y de corte transversal. La investigación no experimental es en la cual no existe manipulación intencional ni asignación al azar. Se puede resumir que en este tipo de investigación el investigador no construye ninguna situación, sino que solamente observa situaciones ya existentes para posteriormente analizarlas (Hernández-Sampieri et, al. 2010).

Sumado a lo anterior Hernández-Sampieri et, al. (2010) habla sobre el diseño de investigación transversal, donde solo se recolectan datos en un solo momento, en un tipo único, con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.

Tomando en cuenta las descripciones anteriormente mencionadas, el tema de investigación de este estudio encaja en el perfil de no experimental y de corte transversal ya que se basa en datos ya existentes del síndrome post-COVID-19 debido a que no se pueden manipular los datos ofrecidos por estudios del entrenamiento de la musculatura inspiratoria, los cuales son aplicados en pacientes de 30 a 45 años en el momento específico de rehabilitación luego de cursar por la enfermedad de COVID-19 con disnea severa.

3.2.5 Criterios de investigación. Para realizar esta investigación se tomaron en cuenta criterios de selección, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 4

Criterios de selección

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Artículos indexados y no indexados, provenientes de fuentes de respaldo científico.	Información que no provenga de fuentes con un respaldo científico.
Artículos menores de 10 años.	Artículos mayores a 10 años.
Artículos que mencionan de la COVID-19.	Artículos que no mencionen la COVID-19.
Artículos que mencionan del síndrome post-COVID-19.	Artículos que no mencionen el síndrome post-COVID-19.
Artículos en idiomas español, francés e inglés.	Artículos que no sean de idioma español, francés o inglés.
Artículos que mencionan el entrenamiento de la musculatura inspiratoria.	Artículos sin autor o año.
Libros con ediciones más recientes.	Libros que no hablen de anatomía y fisiología pulmonar.
Libros que mencionan la anatomía y fisiología pulmonar.	Libros y artículos que no mencionan entrenamiento de la musculatura inspiratoria
Libros y artículos que mencionan ejercicio de intensidad moderada.	

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Variables

La variable es una característica, cualidad o propiedad observada que puede apropiarse de diferentes valores y es susceptible de ser cuantificada o medida en una investigación. Para ser nominada como tal, debe tener la posibilidad de variar entre dos valores, como mínimo (Oyola-García, 2021).

3.3.1 Variable independiente. La variable independiente también tiene sinónimos, como variable predictora o “que el investigador manipula”, tendrán que estar incluidas en estudios comparativos o analíticos, ya que los investigadores desean observar el efecto (positivo o negativo) de la variable independiente sobre la dependiente (Villasís-Keever y Miranda-Novales, 2016). Es por lo que en este trabajo de investigación se considera como variable independiente, el entrenamiento de la musculatura inspiratoria.

3.3.2 Variable dependiente. De acuerdo con el tipo de diseño, según Villasís-Keever y Miranda-Novales (2016), la variable dependiente pretende señalar las características de la población: edad, sexo, condición socioeconómica, tipo de enfermedad, gravedad, etcétera, así pues, todas las variables a medir o afectadas se pueden considerar dentro de esta categoría. Por lo que en este trabajo de investigación se considera como variable dependiente el síndrome post-COVID-19 con disnea severa.

3.3.3 Operacionalización de las variables. La operacionalización de las variables entiende la desarticulación de los elementos que conforman la estructura de la hipótesis y de manera peculiar a las variables y señala que la operacionalización se logra cuando se descomponen las variables en dimensiones y estas a su vez son traducidas en indicadores que se acceda a la observación directa y la medición. Es por esto que el proceso de operacionalización de las variables es fundamental porque a través de ellas se detallan los

aspectos y elementos que se quieren cuantificar, conocer y registrar con el propósito de llegar a conclusiones (Espinoza Freire, 2019).

Tabla 5

Operacionalización de las variables.

Tipo	Nombre	Definición conceptual	Definición Operacional	Fuente
Independiente	Entrenamiento de la musculatura inspiratoria	El entrenamiento de los músculos inspiratorios apunta a una clase de intervenciones destinadas a mejorar la fuerza y/o la resistencia de los músculos inspiratorios, incluido el diafragma y los músculos accesorios, como los intercostales externos y los músculos escalenos.	Los ejercicios de un entrenamiento muscular inspiratorio deben tener componentes de dosificación, como al ejercitar las extremidades, debido a que la musculatura se comporta de la misma manera, aunque enfocado en la musculatura inspiratoria. El PImáx es uno de los métodos para saber la capacidad de inspiración.	Shei et al. (2017) Arancibia & Mendoza, (2015)

Dependiente	Disnea severa	La disnea es definida como la sensación subjetiva de ahogo o falta de aire, es el síntoma cardinal de una serie de patologías de distinta gravedad y origen, incluyendo anemia, cetoacidosis, así como patologías cardíacas o pulmonares y esconde un espectro de diagnósticos diferenciales relevantes.	La subjetividad del síntoma hace difícil su medición y su comparación entre sujetos, por lo que es necesario cuantificarla mediante herramientas diseñadas para tal fin. Existen 3 tipos de instrumentos de medida: 1) índices de cuantificación de disnea durante las actividades de la vida diaria; 2) escalas clínicas que valoran la disnea durante el ejercicio; y 3) cuestionarios de calidad de vida.	Sandoval, Lara y Guzmán (2020) Bazaga y Campos (2016)
--------------------	---------------	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Capítulo IV

Resultados

En este capítulo dan a conocer los artículos que respaldan a los objetivos propuestos para este trabajo de investigación, así mismo se evidencia los autores están a favor y quienes consideran mejor otra alternativa sobre el entrenamiento de la musculatura inspiratoria, su dosis y su aplicación. Llevando así a las conclusiones relacionadas con lo aprendido en el transcurso de la realización de este trabajo. También se pretende realizar propuestas para estudios futuros en base a este trabajo de investigación.

4.1 Resultados

Con los resultados se busca dar resolución a los objetivos propuestos, basados en evidencia terapéutica de diferentes artículos con respaldo científico para así fundamenta lo descrito en el transcurso de esta investigación.

Primer objetivo: Reconocer los ejercicios de la musculatura inspiratoria que se aplican en los pacientes con síndrome post-COVID-19 con disnea severa de 30 a 45 años en base a una búsqueda bibliográfica a fin de contribuir a la selección de artículos para la búsqueda de datos.

Datos	Metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
<p>Maldaner et al. (2021)</p> <p><i>Adjunctive inspiratory muscle training for patients with COVID-19 (COVIDIMT): protocol for randomised controlled double-blind trial</i></p>	<p>Ensayo controlado pragmático, aleatorizado, doble ciego</p> <p>Participantes de 4 a 6 semanas después del alta de la UCI por COVID-19.</p> <p>>18 años</p> <p>Masculino y femeninos</p> <p>Se realizó con 138 pacientes</p>	<p>El programa IMT duro 8 semanas, con una carga de trabajo del 50% al 60% de la presión inspiratoria máxima (PIM), que incluye dos series de 30 respiraciones (60 respiraciones diarias), con un intervalo de 2 min entre series de trabajo, 3 días/semana, utilizando un dispositivo de carga resistente al flujo cónico (POWERbreathe KH2, HaB International, Reino Unido).</p> <p>Se instruyó y alentó a los pacientes a realizar 30 inspiraciones profundas rápidas y efectivas y se les permitirá hacer una pausa si es necesario, aunque no exceda de 1 minuto, utilizando un dispositivo de carga resistente al flujo cónico.</p>	<p>Puede reducir el impulso respiratorio neural, mejorar los patrones de respiración anormales, puede igualar la relación entre la demanda de los músculos respiratorios y el suministro de energía a los músculos respiratorios, modula todos los aspectos del rendimiento muscular, incluida la fuerza, potencia y capacidad de trabajo, fomenta la generación de presiones más altas durante una inspiración completa. El IMT a través del dispositivo POWERbreathe KH2 puede facilitar un patrón de respiración más controlado con un intercambio de gases mejorado durante y después del entrenamiento.</p>
<p>Toor et al. (2021)</p> <p><i>Efficacy of Incentive Spirometer in Increasing Maximum Inspiratory Volume</i></p>	<p>Estudio de cohorte prospectivo</p> <p>Pacientes ambulatorios recuperados de la COVID-19</p>	<p>Los pacientes recibieron el espirómetro de incentivo sin cargo, junto con instrucciones prácticas sobre cómo</p>	<p>El presente estudio demostró que cuando se prescribieron ejercicios de respiración diarios con un espirómetro de incentivo, los</p>

<p><i>in an Out-Patient Setting.</i></p>	<p>Con una edad (mediana) de 58,0 años (DE 10,2 años),</p> <p>48 pacientes se inscribieron en el estudio; 21 mujeres y 27 hombres.</p>	<p>usar el dispositivo y registrar las mediciones con precisión. Se pidió a los pacientes que se acostaran y se les indicó que inhalaran por la boca lentamente durante 10 segundos, exhalaran por completo y repitieran esto 10 veces consecutivas. Se instruyó a los pacientes para que marcaran el volumen inspirado más alto durante sus 10 respiraciones deslizando el marcador de plástico en el dispositivo. Se instruyó a los pacientes para que completaran este ejercicio tres veces al día durante 30 días.</p>	<p>pacientes de la clínica ambulatoria experimentaron un aumento significativo del 16 % en el volumen inspiratorio máximo durante un período de 30 días sin desarrollar una disminución del volumen de inspiración, tos, fiebre de más de 100.4 F, o la necesidad de llamar a su médico de atención primaria por problemas respiratorios.</p>
<p>Palau et al. (2022)</p> <p><i>Effect of a home-based inspiratory muscular training programme on functional capacity in patients with chronic COVID-19 after a hospital discharge: protocol for a randomised control trial (InsCOVID trial)</i></p>	<p>Ensayo de eficacia prospectivo, controlado, aleatorizado, de dos brazos</p> <p>Pacientes sintomáticos con un ingreso previo debido a neumonía por SARS CoV-2 de más de 3 meses.</p> <p>54 (43–55) años de edad</p> <p>De ambos sexos con un % 62.5 mujeres</p>	<p>Los pacientes asignados al brazo IMT se les indicará que entrenen en casa dos veces al día, durante 20 minutos cada sesión y durante 12 semanas utilizando un entrenador de músculos inspiratorios de umbral (Threshold IMT, Respironics). En la primera visita del fisioterapeuta (en el día 1±3), un fisioterapeuta respiratorio instruirá y educará a los</p>	<p>Disminuye el índice de esfuerzo percibido y mejora la economía de los músculos respiratorios, mejorar la tolerancia al ejercicio; mejora la eficiencia ventilatoria y mejora los patrones de respiración durante la hiperpnea del ejercicio y atenúa el metaborreflejo del músculo respiratorio, lo que conduce a la atenuación simpática y la regulación autonómica.</p>

	Con un total de 26 pacientes	pacientes para mantener la respiración diafragmática. Los sujetos comenzaron el entrenamiento inspiratorio en el hogar con una resistencia igual al 25 %-30 % de la MIP durante 1 semana, la resistencia se modificará cada sesión de acuerdo con el 25%-30% de su MIP medido.	
--	------------------------------	--	--

Segundo objetivo: Comparar la dosificación del entrenamiento de la musculatura inspiratoria mediante una recopilación bibliográfica en el tratamiento de pacientes con síndrome post-COVID-19 con disnea de 30 a 45 años para determinar el más adecuado en su aplicación.

Datos	Metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
McNarry et al. (2022) <i>Inspiratory muscle training enhances recovery post-COVID-19: a randomised controlled trial</i>	Ensayo de control aleatorio de dos brazos Participaron pacientes de $9,0 \pm 4,2$ meses posteriores a la COVID-19 aguda $46,6 \pm 12,2$ años Se reclutaron 281 adultos, 88 % mujeres.	Se realizó durante 8 semanas, se efectuaron 3 sesiones por semana. Cada sesión involucró hasta seis bloques de seis inspiraciones, con los períodos de descanso intercalando cada inspiración disminuyendo progresivamente de 40 a 10 s con cada bloque, produciendo duraciones máximas de sesión de 20 min. Los participantes completaron tantas inspiraciones como pudieron antes del	Mejóro significativamente la fuerza muscular inspiratoria, con presión inspiratoria máxima (MIP), presión inspiratoria máxima sostenida (SMIP) y índice de tiempo de fatiga (FIT) aumentaron significativamente, provocó reducciones clínicamente significativas en la gravedad de la disnea y los síntomas relacionados con el pecho, así como una mejora en la fuerza de los músculos respiratorios y la capacidad aeróbica.

		fracaso, definido con un 80% del SIMP.	
Naggar et al. (2021) <i>Inspiratory Muscle Training Prevents Diaphragmatic Atrophy in Mechanically Ventilated COVID-19 Patients</i>	Estudio de intervención aleatorizado de grupo control Participaron pacientes dados de alta tras recuperación por COVID-19. Edades comprendidas entre 30 y 45 años De ambos sexos 55 pacientes en total	10 respiraciones × 3 series, 3-5 veces/día durante la duración del estudio que fue 3 días, con una intensidad del 20% del MIP con una progresión del 20% a tolerancia.	El porcentaje de aumento del espesor diafragmático inspiratorio y espiratorio del grupo de estudio fue del 14,13% y 8,65% respectivamente, lo que se relaciona con la disminución de sensación de disnea.
Fourie, M. y Van Aswegen, H. (2022) <i>Outcome of survivors of COVID-19 in the intermediate phase of recovery: A case report</i>	Informes de casos Uno tenía miocarditis por COVID-19 y la otra neumonía crónica organizada post-COVID-19 con fibrosis pulmonar. Ambos de 48 años 2 pacientes, 1 hombre y 1 mujer	Resistencia de nivel 4 al 5 en escala de Borg, de 1 series de 30 respiraciones, 2 veces al día, la duración de los casos fue entre 6 y 7 meses.	El entrenamiento de los músculos inspiratorios reduce la disnea y mejora la resistencia al ejercicio más en individuos sanos menos aptos se beneficiaron de la implementación de IMT en su recuperación de COVID-19. Los cambios en las distancias de 6MWT observados fueron de 106 m y 55 m.

Tercer objetivo: Revisar las modificaciones de la sintomatología en los pacientes con síndrome post-COVID-19 con disnea de 30 a 45 años que se trata con entrenamiento de la musculatura inspiratoria por medio de una recuperación de información bibliográfica para deducir la respuesta ante su práctica.

Datos	Metodología	Metodología fisioterapéutica	Resultados
<p>Del Corral et al. (2022)</p> <p><i>Home-based respiratory muscle training on quality of life and exercise tolerance in long-term post-COVID-19: Randomized controlled trial</i></p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado, doble ciego, paralelo, de 4 brazos</p> <p>Pacientes con síntomas presentes de COVID-19 de larga duración.</p> <p>Mayores a 18 años</p> <p>Un total de 88 pacientes de ambos sexos.</p>	<p>Los participantes realizaron un programa de entrenamiento de los músculos respiratorios o solo inspiratorios en el hogar usando un umbral dispositivo de presión, el régimen era de 40 min/día, dividido en dos sesiones de 20 min (mañana y tarde), 6 veces por semana, durante 8 semanas. La carga de entrenamiento, independientemente de si los participantes realizaron IMT o RMT (real o simulado), se adaptó individualmente y aumentó de acuerdo con el mismo programa de distribución tanto para el músculo inspiratorio como para la espiratoria. La única diferencia entre los grupos real y simulado fue el dispositivo.</p>	<p>Fue eficaz para mejorar la CVRS (Calidad de vida relacionado con la salud), pero no la tolerancia al ejercicio, sólo cuando entrenamiento muscular inspiratorio y espiratorio combinado en individuos con Síntomas de COVID-19. El programa de entrenamiento de los músculos respiratorios en el hogar fue efectivo para mejorar la fuerza/resistencia de los músculos inspiratorios y la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores independientemente del grupo muscular entrenado. El entrenamiento combinado también fue más efectivo en mejorando la función del músculo espiratorio (es decir, fuerza y PEF) que las modalidades IMT y los 2 falsos. Sin embargo, el entrenamiento de los músculos</p>

			respiratorios no tuvo impacto en el ejercicio tolerancia, función pulmonar y estado cognitivo y psicológico. El entrenamiento muscular disminuye el impulso respiratorio neural al mejorar la mecánica respiratoria y aumentando la MIP, ayudando así a mejorar la sensación de disnea.
Gonzalez-Gerez et al. (2021) <i>Short-Term Effects of a Respiratory Telerehabilitation Program in Confined COVID-19 Patients in the Acute Phase: A Pilot Study</i>	Ensayo clínico, piloto aleatorizado, controlado, paralelo, doble ciego, de dos brazos Pacientes con resultado positivo en la prueba de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y/o prueba de antígenos en los últimos cuarenta días se encontraban en confinamiento domiciliario. 40.79±9.84 años de edad De ambos sexos Siendo un total de 38 pacientes.	El Programa de ejercicios respiratorios se basó en una propuesta compuesta por 10 ejercicios. El ciclo activo de técnicas de respiración utiliza una profundidad alternativa de respiración para mover la mucosidad de las vías respiratorias pequeñas en la parte inferior de los pulmones a las vías respiratorias más importantes. Se realizaron una vez al día durante siete días en el domicilio del paciente; dependiendo de la puntuación obtenida en la escala de evaluación de Borg (BS), los pacientes realizaron 4 (BS 7-10) (previsto en 10 min), 8 (BS 5-7)	La mejora en el intercambio de gases y la estimulación de la musculatura respiratoria, lo que podría conducir a mejoras en la función cardiopulmonar, de la función física y reducción de disnea debido al COVID-19. Mejora estadísticamente significativa dentro de los grupos y entre grupos ($p < 0,05$) en el BEG pero no en el GC ($p > 0,05$). En cuanto a la BEG, observamos diferencias positivas intragrupo ($p < 0,001$) en todas las variables estudiadas.

		(previsto en 20 min) o 12 (BS < 5) repeticiones por ejercicios al día (previsión de 30 min), durante 7 días.	
Ahmed et al. (2021) Inspiratory muscle training for recovered COVID-19 patients after weaning from mechanical ventilation; A pilot control clinical study	Estudio clínico piloto prospectivo Pacientes recuperados de COVID-19 desconectados de ventilación mecánica Edad media de 48,05 años ± 8,85 años 42 sujetos en total, 33 hombres y 9 mujeres	El grupo IMT ha recibido un programa de IMT utilizando un entrenador muscular inspiratorio de umbral (Respironics, Cedar Grove, NJ), 2 sesiones diarias, 5 días a la semana durante 2 semanas consecutivas. Cada sesión ha constado de 6 ciclos inspiratorios; cada ciclo ha permanecido alrededor de 5min de inspiración resistida, seguido de 60 segundos de tiempo de descanso con la intención de mejorar la fuerza de los músculos inspiratorios. El umbral inspiratorio fue controlado de carga umbral con el 50% de la presión inspiratoria máxima (PIM).	Los principales hallazgos del estudio mostraron que FVC, FEV1, DSI y QOL mejoraron significativamente después de 2 semanas de IMT, lo que conduce a mejorar las funciones pulmonares, la disnea, el rendimiento funcional y la calidad de vida en pacientes recuperados de la UCI con COVID-19 después del destete consecutivo de la ventilación mecánica

4.2 Discusión

Se identificó que se aplicaron inspiraciones profundas en la mayoría de los artículos (Maldaner et al., 2021; Toor et al., 2021), aunque en muy pocos artículos han especificado la manera de las inspiraciones como en las respiraciones diafragmáticas mencionadas por Palau et al. (2022), por otra paparte, todos los artículos mencionaron que en la realización de los ejercicios se han apoyado de algún dispositivo para determinar la carga del trabajo realizado.

Los artículos citados, han sugerido que los ejercicios inspiratorios, se deberían realizar en varias ocasiones al día (Fourie y Van Aswegen, 2022; Naggar et al., 2021), sin embargo, se ha determinado, la intensidad de la carga de distinta manera (Fourie y Van Aswegen, 2022), aunque no en todos se establece una dosificación detallada, así mismo la mayoría artículos realizan una progresión de la intensidad (Naggar et al., 2021; McNarry et al., 2022), se identificó también que para determinar los componentes de la carga se debe realizar de manera individualizada.

En la mayoría de los artículos se ha descrito una modificación de la disnea en la aplicación del entrenamiento de la musculatura inspiratoria (Gonzalez-Gerez et al., 2021; Ahmed et al., 2021), la medición de los resultados no se determinó de la misma manera en los artículos, por lo cual pueden diferir en los mismos, en favor de los métodos de medición los artículos proporcionan distintos ítems evaluados por lo que se pueden obtener más efectos obtenidos en la aplicación del entrenamiento.

4.3 Conclusión

- a.) En base a los artículos encontrados, en la mayoría de estos se destaca que la técnica utilizada son las inspiraciones con alto volumen y bajo flujo, inspiraciones profundas, en la cual se destacan la maniobra inspiratoria máxima sostenida, control de respiraciones diafragmáticas o maniobra inspiratoria sostenida con cierto porcentaje del MIP.
- b.) Ciertamente no se encuentran dosificaciones estandarizadas, no obstante los artículos sugieren que los ejercicios se deben realizar entre 3 días o diariamente, entre 2 y 5 veces al día según las capacidades del paciente, en cuanto a la progresión del trabajo, se puede realizar mediante mediciones del MIP semanales o diarias, por otro lado al inicio del tratamiento los pacientes presentaban dificultades en la realización del entrenamiento, por lo que se empezó

con poco tiempo y poco porcentaje del MIP, gradualmente se fue aumentando primero el tiempo y posteriormente el porcentaje objetivo según la adaptación del paciente,

c.) Se ha identificado un cambio en la sintomatología de manera positiva debido a que por varios factores la sensación de disnea ha disminuido, la calidad de vida con respecto a las actividades de la vida diaria ha sido mucho más fácil de realizarse post-entrenamiento, y en última instancia se podría mejorar la tolerancia al ejercicio debido a una mejora en la fuerza de la musculatura inspiratoria.

d.) Fundamentado de los artículos se deduce que el entrenamiento de la musculatura inspiratoria podría mejorar la fuerza/resistencia de los músculos inspiratorios y la fuerza de los músculos de las extremidades inferiores independientemente del grupo muscular entrenado, también podría mejorar en el intercambio de gases y la estimulación de la musculatura respiratoria, lo que podría conducir a mejoras en la función cardiopulmonar, de la función física y reducción de disnea debido al COVID-19, disminuye el impulso respiratorio neural al mejorar la mecánica respiratoria y aumentando la MIP, reduciendo así la relación del esfuerzo inspiratorio, que, a su vez, reduce la sensación de disnea.

4.4 Perspectiva y/o prácticas

Se recomienda realizar investigaciones sobre los efectos del entrenamiento de la musculatura inspiratoria bajo otra modalidad metodológica para explorar cualquier posible diferencia sexual y de edad.

Debido a que la disnea es un síntoma subjetivo y puede verse afectado por varios factores intrínsecos y extrínsecos se sugiere realizar estudios con una variable dependiente medible para determinar el efecto del entrenamiento de la musculatura inspiratoria con más objetividad.

El campo de la investigación sobre el entrenamiento de la musculatura inspiratoria en pacientes con síndrome post-COVID-19 aun es poco investigado, por lo que se sugiere aumentar las investigaciones en esta área para generar nuevos conocimientos sobre abordajes adecuados y generar una mejor rehabilitación para los pacientes.

Se sugiere tomar como referencia para futuras investigaciones sobre grupos de intervención con distintas características a las que se describen en este estudio, así como base para la creación de un protocolo utilizando los componentes de carga que se describen y que demuestran evidencia clínica.

Referencias

- Abodonya, A. M., Abdelbasset, W. K., Awad, E. A., Elalfy, I. E., Salem, H. A. & Elsayed, S. H. (2021). Inspiratory muscle training for recovered COVID-19 patients after weaning from mechanical ventilation. *Medicine*, 100(13), e25339.
<https://doi.org/10.1097/md.00000000000025339>
- Abril Mera, Tania, Guzmán Menéndez, Gianna, Morán Luna, Luis, & De la Torre Ortega, Layla. (2020). Disnea e impacto en la calidad de vida de los pacientes COVID-19 después del alta hospitalaria. *Vive Revista de Salud*, 3(9), 166-176. Recuperado en 30 de septiembre de 2022, DOI: <https://doi.org/10.33996/revistavive.v3i9.57>
- Acevedo, K., y Guzmán, M. (2020). Efectos del entrenamiento respiratorio aislado sobre las variables de respiración y voz. *Revista De Investigación E Innovación En Ciencias De La Salud*, 2 (2), 56–69. <https://doi.org/10.46634/riics.51>
- Amenta, E. M., Spallone, A., Rodriguez-Barradas, M. C., El Sahly, H. M., Atmar, R. L., & Kulkarni, P. A. (2020). Postacute COVID-19: An Overview and Approach to Classification. *Open forum infectious diseases*, 7(12), ofaa509. doi: <https://doi.org/10.1093/ofid/ofaa509>.
- Arancibia, F. & Mendoza, L. (2015). Manual de rehabilitación respiratoria. *Asociación Argentina de medicina respiratoria*.
- Arbillaga, A., Pardàs, M., Escudero, R., Rodríguez, R., Alcaraz, V., Llanes, S.,... & Ríos, A. (2020). Fisioterapia respiratoria en el manejo del paciente con COVID-19: recomendaciones generales. *Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica*.

Arbillaga-Etxarri, A., Lista-Paz, A., Alcaraz-Serrano, V., Escudero-Romero, R., Herrero-Cortina, B., Balañá Corberó, A., Sebio-García, R., Vilaró, J., & Gimeno-Santos, E. (2022). Fisioterapia respiratoria post-COVID-19: algoritmo de decisión terapéutica. *Open Respiratory Archives*, 4(1), 100139.
<https://doi.org/10.1016/j.opresp.2021.100139>

Arnold, R. J. & Bausek, N. (2020). Effect of respiratory muscle training on dysphagia in stroke patients—A retrospective pilot study. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*, 5(6), 1050-1055. <https://doi.org/10.1002/lio2.483>

Asenjo, C. A., & Pinto, R. A. (2017). Características anatómo-funcional del aparato respiratorio durante la infancia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(1), 7-19.
<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2017.01.002>

Barret, K. E., Barman, S. M., Brooks, H. L., & Yuan, J. X.-J. (2020). *Ganong: Fisiología médica* (26.^a ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill.

Bazaga, E. A. & Campos, J. G. S. (2016). *Manual de diagnóstico y terapéutica en neumología*. Ergón.

Beaumont, M., Le Tallec, F., & Villiot-Danger, E. (2021). L'entraînement des muscles inspiratoires en réhabilitation respiratoire [Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation]. *Revue des maladies respiratoires*, 38(7), 754–767.
<https://doi.org/10.1016/j.rmr.2021.04.003>

Bouza, E., Cantón Moreno, R., De Lucas Ramos, P., García-Botella, A., García-Lledó, A., Gómez-Pavón, J., González Del Castillo, J., Hernández-Sampelayo, T., Martín-Delgado, M. C., Martín Sánchez, F. J., Martínez-Sellés, M., Molero García, J. M., Moreno Guillén, S., Rodríguez-Artalejo, F. J., Ruiz-Galiana, J., De Pablo Brühlmann,

- S., Porta-Etessam, J., & Santos Sebastián, M. (2021). Síndrome post-COVID: Un documento de reflexión y opinión [Post-COVID syndrome: A reflection and opinion paper]. *Revista española de quimioterapia: publicación oficial de la Sociedad Española de Quimioterapia*, 34(4), 269–279. <https://doi.org/10.37201/req/023.2021>
- Carod-Artal F. J. (2021). Post-COVID-19 syndrome: epidemiology, diagnostic criteria and pathogenic mechanisms involved. *Síndrome post-COVID-19: epidemiología, criterios diagnósticos y mecanismos patogénicos implicados. Revista de neurología*, 72(11), 384–396. <https://doi.org/10.33588/rn.7211.2021230>
- Centeno-Cortez, A. K., Díaz-Chávez, B., Santoyo-Saavedra, D. R., Álvarez-Méndez, P. A., Pereda-Sámamo, R., & Acosta-Torres, L. S. (2022). Fisioterapia respiratoria en pacientes adultos post-COVID-19: revisión sistemática de la literatura [Respiratory physiotherapy in post-acute COVID-19 adult patients: Systematic review of literature]. *Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 60(1), 59–66. http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/view/4216/4330
- Del Corral, T., Fabero-Garrido, R., Plaza-Manzano, G., Fernández-de-las-Peñas, C., Navarro- Santana, M. & López-de-Uralde-Villanueva, I. (2023). Home-based respiratory muscle training on quality of life and exercise tolerance in long-term post-COVID-19: Randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 66(1), 101709. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101709>
- Durán, Anyelo, & Álvarez-Mon, Melchor, & Valero, Nereida (2014). Papel de los receptores tipo Toll (TLRs) y receptores para dominios de oligomerización para la unión a nucleótidos (NLRs) en las infecciones virales... *Investigación Clínica*, 55 (1), 61-

81.[fecha de Consulta 19 de Septiembre de 2022]. ISSN: 0535-5133. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=372937029008>

El Naggar, T., Obaya, H., Ismail, A., Azzam, R. & El Naggar, A. (2021). Inspiratory Muscle Training Prevents Diaphragmatic Atrophy in Mechanically Ventilated COVID-19 Patients. *International Journal of Medical Arts*, 3(4), 1761-1771.
<https://doi.org/10.21608/ijma.2021.84944.1339>

Espinoza Freire, E. E. (2019). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Segunda parte. *Revista Conrado*, 15(69), 171-180. Recuperado de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>

Fourie, M. & van Aswegen, H. (2022). Outcome of survivors of COVID-19 in the intermediate phase of recovery: A case report. *South African Journal of Physiotherapy*, 78(1). <https://doi.org/10.4102/sajp.v78i1.1751>

Fox, S. I. (2016). *Fisiología humana* (14.^a ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill Education.

García-Saugar, M., Jaén-Jover, C., Hernández-Sánchez, S., Poveda-Pagán, E. J., & Lozano-Quijada, C. (2022). Recomendaciones para la rehabilitación respiratoria Extrahospitalaria en pacientes con COVID persistente Recommendations for outpatient respiratory rehabilitation of long COVID patients. *An Sist Sanit Navar*, 45(1), e0978. <https://doi.org/10.23938/ASSN.0978>

Goërtz, Y., Van Herck, M., Delbressine, J. M., Vaes, A. W., Meys, R., Machado, F., Houben-Wilke, S., Burtin, C., Posthuma, R., Franssen, F., van Loon, N., Hajian, B., Spies, Y., Vijlbrief, H., van 't Hul, A. J., Janssen, D., & Spruit, M. A. (2020). Persistent symptoms 3 months after a SARS-CoV-2 infection: the post-COVID-19 syndrome?. *ERJ open research*, 6(4), 00542-2020. <https://doi.org/10.1183/23120541.00542-2020>

- Gonzalez-Gerez, J. J., Saavedra-Hernández, M., Anarte-Lazo, E., Bernal-Utrera, C., Perez-Ale, M. & Rodriguez-Blanco, C. (2021). Short-Term Effects of a Respiratory Telerehabilitation Program in Confined COVID-19 Patients in the Acute Phase: A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), 7511. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147511>
- GRAÇA, P. C., & SALDÍAS P. F. (2011). Entrenamiento muscular inspiratorio en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 27(2), 116-123. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-73482011000200006>
- Güell, M. R., Díaz, S., Rodríguez, G., Morante, F., San Miguel, M., & Cejudo, P. & Servera, E.(2014). Rehabilitación respiratoria. *Archivos de Bronconeumología*, 50(8), 332-344. DOI: 10.1016/j.arbres.2014.02.014
- Halabe, J., Robledo, Z. & Fajardo, G. (2022). *Síndrome post-COVID-19: Certezas e interrogantes*. Ciudad de México, mx: Editorial medica panamericana.
- Hall, J. E. (2016). *Guyton y Hall: tratado de Fisiología médica* (13 ed.). Barcelona, España: Elsevier.
- Hall, J. E., & Hall, M. E. (2021). *Guyton y Hall; Tratado de fisiología médica* (14.^a ed.). Barcelona, España: Elsevier.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. & Baptista-Lucio, M. (2010). *Metodología De La Investigación*. D.F., México: McGraw-Hill Education.
- J. López Chicharro, A. Fernández Vaquero. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Jackson, C. B., Farzan, M., Chen, B., & Choe, H. (2022). Mechanisms of SARS-CoV-2 entry into cells. *Nature reviews. Molecular cell biology*, 23(1), 3–20. <https://doi.org/10.1038/s41580-021-00418-x>

- Kendall, F. P., Kendall, E., Geise, P., McIntyre, Mary. & Romani, W. A. (2007). *Músculos: Pruebas funcionales, postura y dolor* (5.^a ed.). Marbán.
- Latarjet, M., & Ruiz, A. (2019). *Anatomía humana* (5.^a ed., Vol. 2). Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Lemhöfer, C., Sturm, C., Loudovici-Krug, D., Best, N., & Gutenbrunner, C. (2021). The impact of Post-COVID-Syndrome on functioning - results from a community survey in patients after mild and moderate SARS-CoV-2-infections in Germany. *Journal of occupational medicine and toxicology* (London, England), 16(1), 45.
<https://doi.org/10.1186/s12995-021-00337-9>
- López-Sampalo, A., Bernal-López, M. R., & Gómez-Huelgas, R. (2022). Síndrome de COVID-19 persistente. Una revisión narrativa [Persistent COVID-19 syndrome. A narrative review]. *Revista clínica española*, 222(4), 241–250.
<https://doi.org/10.1016/j.rce.2021.10.003>
- Luján. (2015, 11 diciembre). *Fisiopatología: todo lo que debes saber*. Fisiopatología: todo lo que debes saber. Recuperado 26 de febrero de 2022, de <https://www.uv.es/uvweb/master-fisiologia/es/master-universitario-fisiologia/fisiopatologia-todo-lo-debes-saber-1285881308000/GasetaRecerca.html?id=1285953135299>
- Maguiña Vargas, C., Gastelo Acosta, R., & Tequen Bernilla, A. (2020). El nuevo Coronavirus y la pandemia del Covid-19. *Revista Médica Herediana*, 31(2), 125-131.
DOI: <https://doi.org/10.20453/rmh.v31i2.3776>
- Maldaner, V., Coutinho, J., Santana, A. N. D. C., Cipriano, G. F. B., Oliveira, M. C., Carrijo, M. D. M., . . . Cipriano Jr., G. (2021). Adjunctive inspiratory muscle training for

- patients with COVID-19 (COVIDIMT): protocol for randomised controlled double-blind trial. *BMJ Open*, 11(9), e049545. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-049545>
- McNarry, M. A., Berg, R. M., Shelley, J., Hudson, J., Saynor, Z. L., Duckers, J., Lewis, K., Davies, G. A. & Mackintosh, K. A. (2022). Inspiratory muscle training enhances recovery post-COVID-19: a randomised controlled trial. *European Respiratory Journal*, 60(4), 2103101. <https://doi.org/10.1183/13993003.03101-2021>
- Mercado, M. (2003). *Fisioterapia respiratoria*. Madrid: Ediciones Ergon, S.A.
- Ministerio de salud de Buenos Aires (Trad.). (22d. C.). *Atención integral a pacientes con condiciones post-COVID-19: Recomendaciones para la atención de personas con antecedentes de COVID-19 y sintomatología de COVID-19 persistente*. Gobierno de la provincia de Buenos Aires. Recuperado de <https://portal-coronavirus.gba.gob.ar/docs/RECOMENDACIONES-PARA-LA-ATENCION-DE-USUARIOS-CON-ANTECEDENTES-DE-COVID-19.pdf>
- Mirofsky, M., & Salomón, S. E. (2021). Síndrome post-COVID; respondiendo a preguntas clave. *Revista Médica Universitaria*, 17(1), recuperado de <https://bdigital.uncu.edu.ar/app/navegador/?idobjeto=16325ri>
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. (2017). *Moore: Anatomía con orientación clínica* (8.^a ed.). Barcelona, España: Wolters Kluwer.
- Mulroney, S. E., & Myers, A. K. (2016). *Neer. Fundamentos de fisiología* (2.^a ed.). Barcelona, España: Elsevier.

- Oyola-García, A. E. (2021). La variable. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 14(1), 90-93.
<https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905>
- Padilla Benítez, T., Rojas, A. L., Munive Báez, L., Monsiváis Orozco, A. C., Dionicio Avendaño, A. R., Corona Villalobos, C. A., . . . Romo Domínguez, K. J. (2020). Manifestaciones clínicas de la COVID-19. *Revista Latinoamericana de Infectología Pediátrica*, 33(s1), 10-32. <https://doi.org/10.35366/96668>
- Palau, P., Domínguez, E., Sastre, C., Martínez, M. L., Gonzalez, C., Bondía, E., . . . López, L. (2022). Effect of a home-based inspiratory muscular training programme on functional capacity in patients with chronic COVID-19 after a hospital discharge: protocol for a randomised control trial (InsCOVID trial). *BMJ Open Respiratory Research*, 9(1), e001255. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2022-001255>
- Pehlivan, E., Mutluay, F., Balçı, A. & Kılıç, L. (2018). The effects of inspiratory muscle training on exercise capacity, dyspnea and respiratory functions in lung transplantation candidates: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 32(10), 1328-1339. <https://doi.org/10.1177/0269215518777560>
- Quezada, N. (2021). Metodología de la investigación (1.a ed.). Lima, Perú: Empresa Editora Macro.
- Raveendran, A. V., Jayadevan, R., & Sashidharan, S. (2021). Long COVID: An overview. *Diabetes & metabolic syndrome*, 15(3), 869–875.
<https://doi.org/10.1016/j.dsx.2021.04.007>
- Rizzo, D. C. (2010). *Fundamentos de Anatomía y Fisiología*. Delmar Cengage Learning.
- Romanet, C., Wormser, J., Fels, A., Lucas, P., Prudat, C., Sacco, E., Bruel, C., Plantefève, G., Pene, F., Chatellier, G., y Philippart, F. (2022). Efectividad de la rehabilitación del

entrenamiento de resistencia después de la hospitalización en cuidados intensivos por el síndrome de dificultad respiratoria aguda relacionado con COVID-19 en la disnea (RECOVER): un ensayo multicéntrico, abierto, controlado y aleatorizado. *MedRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2022.08.29.22279327>

Rouviere, H., Delmas, A. & Delmas, V. (2005). *Anatomía Humana Descriptiva, topográfica y funcional. Tomo 2. Tronco* (español). Barcelona, es: Elsevier.

Saladin, K. (2013). *ANATOMIA Y FISILOGIA: La unidad entre forma y función* (6.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana de España S.L.

Salas-Montaña, A. & Martínez-Camacho, M. (2020). Entrenamiento de musculatura inspiratoria en el paciente crítico. *Revista Hospital Juárez de México*, 87(3). <https://doi.org/10.24875/rhjm.20000052>

Sampieri, H. & Torres, C. P. M. (2018). *Metodología De La Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1a ed.). McGraw-Hill.

Sánchez, T., & Concha, I. (2018). Estructura y funciones del sistema respiratorio. *Neumología pediátrica*, 13(3), 101-106. <https://doi.org/10.51451/np.v13i3.212>

Sánchez, T., & Concha, I. (2021). Contribución de la estructura de la vía aérea y el pulmón a la función del aparato respiratorio. *Neumología Pediátrica*, 16(3), 103-109. <https://doi.org/10.51451/np.v16i3.440>

Sandoval, M. R., Lara, B. & Guzmán, A. (2020). Disnea en el servicio de urgencia: Dyspnea in the emergency department. *ARS MEDICA Revista de Ciencias Médicas*, 45(3), 53-62. <https://doi.org/10.11565/arsmed.v45i3.1638>

Shei, R. J., Chapman, R. F., Gruber, A. H., & Mickleborough, T. D. (2017). Respiratory Effects of Thoracic Load Carriage Exercise and Inspiratory Muscle Training as a

Strategy to Optimize Respiratory Muscle Performance with Load Carriage. *Springer science reviews*, 5(1-2), 49–64. <https://doi.org/10.1007/s40362-017-0046-5>

Tolosa Cubillos, J. M., Chaustre Ruiz, D. M., Sanabria Castillo, R. D. P., Barragán Noriega, E. F., Rodríguez Mojica, Y. M., Mancipe García, L. C. & Rodríguez Lozano, A. M. (2021). Propuesta de un protocolo de rehabilitación pulmonar en paciente supervivientes de COVID-19. *Revista Med*, 28(2), 71-84. <https://doi.org/10.18359/rmed.5303>

Toor, H., Kashyap, S., Yau, A., Simoni, M., Farr, S., Savla, P., . . . Miulli, D. E. (2021). Efficacy of Incentive Spirometer in Increasing Maximum Inspiratory Volume in an Out-Patient Setting. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.18483>

Torres, C. A. B., Silva, G. A. U. & Ochoa, C. F. D. (2016). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (Vol. 4). Pearson Educación de Colombia S.A.S.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2018). *Principios de anatomía y fisiología* (15.^a ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.

Tresguerres, J., López-Calderón, A. & Villanúa, M. A. (2012). *Anatomía y fisiología del cuerpo humano* (1.^a ed.). Madrid, es: MCGRAW HILL EDDUCATION.

Trujillo, C. H. S. (2021). SECCIÓN IX. Síndrome Post COVID-19: complicaciones tardías y rehabilitación. *Infectio*, 25(4), 290-344. doi.org/10.22354/in.v25i4.979

Urbano, C. A. & Yuni, J. A. (2014). *Técnicas para investigar: Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación*. (Vol. 2). Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

- Urrea, S. A. (2020). Fisiopatología de COVID-19: función del receptor ACE2 y su vínculo con el ejercicio físico de moderada intensidad. *Kinesiología*, 26-31. Recuperado de: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1123441>
- Van den Borst, B., Peters, J. B., Brink, M., Schoon, Y., Bleeker-Rovers, C. P., Schers, H., van Hees, H., van Helvoort, H., van den Boogaard, M., van der Hoeven, H., Reijers, M. H., Prokop, M., Vercoulen, J., & van den Heuvel, M. (2021). Comprehensive Health Assessment 3 Months after Recovery from Acute Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Clinical infectious diseases: an official publication of the Infectious Diseases Society of America*, 73(5), e1089–e1098. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1750>
- Villasís-Keever, M. Á., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. *Revista Alergia México*, 63(3),303-310.[fecha de Consulta 7 de Noviembre de 2022]. ISSN: 0002-5151. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755025003>
- White A. (2020). Men and COVID-19: the aftermath. *Postgraduate medicine*, 132(sup4), 18–27. <https://doi.org/10.1080/00325481.2020.1823760>