



**TESINA**

**presentada para acceder al título de grado de la carrera de  
LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título:**

**“Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con insuficiencia  
cardíaca”**

**Autor:**

**Neivert Micaela Nro de Libreta: 5404**

**Director:**

**Lic. Martin Larramendi**

**Fecha de Presentación:**

**12/05/2020**

**Firma de Autor**

### Resumen:

### **Entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca**

Objetivo: Analizar los efectos del entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca en cuanto a la calidad de vida, la función pulmonar y la capacidad funcional.

Métodos: se llevó a cabo una revisión bibliográfica en la base de datos PubMed, Biblioteca Virtual en Salud, Bireme y Scielo desde el año 2004 al 2020. Donde se identificaron 12 estudios científicos con un total de 428 pacientes. En los cuales se analizó la capacidad funcional, la función pulmonar, la calidad de vida, la sensación de disnea, la percepción de fatiga y los parámetros de utilización en cuanto a la frecuencia y la carga de trabajo.

Conclusión: el EMI es efectivo en la mejora de la función pulmonar alcanzando hasta un 115% de aumento en la MIP, incrementa la capacidad funcional, la calidad de vida y reduce la percepción de disnea en pacientes con IC.

Palabras claves: EMI, insuficiencia cardíaca, capacidad funcional, MIP.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

### **Abreviaturas:**

**VI:** ventrículo izquierdo

**VD:** ventrículo derecho

**AD:** aurícula derecha

**IC:** insuficiencia cardíaca

**ICC:** insuficiencia cardíaca crónica

**NYHA:** New York Heart Association

**CF:** capacidad funcional

**IECA:** inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina

**BB:** betabloqueantes

**AA:** agonistas de aldosterona

**RHCVA:** rehabilitación cardiovascular

**CV:** cardiovasculares

**EMI:** entrenamiento muscular inspiratorio

**MIP:** presión inspiratoria máxima

**SMIP:** presión inspiratoria máxima sostenida individual

**MLHQ:** Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

I.	INTRODUCCIÓN:	1
II.	OBJETIVOS:	3
II.I.	GENERAL:	3
II.II.	ESPECÍFICOS:	3
III.	MARCO TEÓRICO:	4
III.I.	ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO CARDIOVASCULAR	4
III.II.	INSUFICIENCIA CARDÍACA	6
III.II.I.	DEFINICIÓN	6
III.II.II.	ETIOPATOGENIA	6
III.II.III.	FISIOPATOLOGÍA	7
III.II.IV.	DISFUNCIÓN MUSCULAR Y VO2 EN IC	8
III.II.V.	INCIDENCIA Y PREVALENCIA	11
III.II.VI.	DISNEA	11
III.II.VII.	FATIGA	11
III.II.VIII.	CLASIFICACIÓN	12
III.II.IX.	FORMAS DE PRESENTACIÓN:	13
III.II.X.	DIAGNÓSTICO	14
III.II.XI.	TRATAMIENTO	16
III.II.XI.I.I.	MEDIDAS GENERALES:	16
III.II.XI.I.II.	TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO:	17
III.II.XI.I.III.	MEDIDAS NO FARMACOLÓGICAS:	17
III.II.XI.I.IV.	REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR	18
III.II.XI.I.V.	ENTRENAMIENTO MUSCULAR INSPIRATORIO	20
III.II.XII.	INSUFICIENCIA CARDÍACA AVANZADA	20
III.II.XIII.	COMORBILIDADES	21
IV.	JUSTIFICACIÓN:	23
V.	MÉTODOS:	24
VI.	DISCUSIÓN:	42
VII.	CONCLUSIÓN:	46

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	47
X. ANEXOS .....	52

### I. INTRODUCCIÓN:

La insuficiencia cardíaca (IC) es un síndrome clínico, un conjunto de signos y síntomas que evidencian la incapacidad del corazón de bombear la sangre de manera eficiente, es progresiva y tiene mal pronóstico. Dentro de los factores que aumentan el riesgo de desarrollarla se encuentran las enfermedades coronarias, antecedentes de infarto agudo de miocardio, hipertensión arterial, hipertrofia del ventrículo izquierdo, valvulopatías, diabetes, obesidad, entre otras. Es un síndrome multiorgánico que compromete principalmente el corazón, pero también al sistema vascular periférico, renal, neurohumoral, musculoesquelético y el resto del organismo.(1)

Cualquier alteración de los componentes del aparato cardiovascular puede generar IC:

-Alteraciones sistólicas o de la contractibilidad del miocardio para impulsar la sangre, ya sea por sobrecarga de trabajo (estenosis aortica, insuficiencia aortica, hipertensión arterial) o falla de la contractibilidad intrínseca (miocardiopatía dilatada, enfermedad coronaria).

-Alteraciones diastólicas o del llenado ventricular que impiden mantener el volumen minuto con una contractibilidad conservada, causada por un obstáculo en el llenado (estenosis mitral, mixoma auricular) o disfunción diastólica (alteraciones en la relajación, miocardiopatía hipertrófica, hipertensión arterial, alteración en las propiedades elástico-pasivas, miocardiopatías restrictivas).(2)

En la IC sistólica el ventrículo izquierdo tiene un volumen sistólico reducido y se dilata como mecanismo compensador, la fracción de eyección se encuentra disminuida predominando la congestión sistémica, la disnea y la fatiga. En cambio en la IC diastólica el ventrículo no se relaja y por lo tanto no puede llenarse con normalidad manteniendo la fracción de eyección en valores normales, prevaleciendo la congestión venosa y el edema.(3)

La IC también se clasifica en función de la fracción de eyección:

-IC con fracción de eyección reducida (<40%): el volumen sistólico del ventrículo izquierdo está reducido y éste se dilata como mecanismo compensador.

-IC con fracción de eyección preservada (>50%) el ventrículo no puede relajarse ni llenarse normalmente, pudiendo presentar el ventrículo izquierdo hipertrofia.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

-IC con fracción de eyección intermedia (40-49%)

En la IC el volumen minuto es insuficiente para suplir con las necesidades metabólicas del organismo, lo que lleva a la activación de mecanismos compensatorios. El mecanismo según la ley de Frank-Starling por el que un aumento de los volúmenes de llenado dilata el corazón multiplicando la formación de puentes de sarcómeros facilitando así la contracción. También se producen adaptaciones en el miocardio, la hipertrofia en respuesta frente al aumento del trabajo mecánico. Y finalmente, se produce la activación de sistemas neurohumorales con el objetivo de garantizar flujo sanguíneo a los órganos vitales. (4)

El abordaje de la IC es multidisciplinar va desde medidas farmacológicas como el tratamiento con agentes inotrópicos para aumentar la contractibilidad miocárdica, diuréticos para tratar la sobrecarga de líquidos y disminuir la sobrecarga ventricular, vasodilatadores periféricos para reducir la poscarga del ventrículo izquierdo, tratamientos invasivos como los procedimientos quirúrgicos, el cateterismo y los implantes para controlar la frecuencia y el ritmo cardíaco. Además como medidas generales se encuentran la dieta ya que el sobrepeso aumenta el trabajo del corazón, el cese del hábito tabáquico debido a que la nicotina aumenta las necesidades periféricas y miocárdicas de oxígeno, la realización de actividad física y la rehabilitación cardiovascular convencional.(5)

Una de las opciones terapéuticas es el entrenamiento muscular inspiratorio el cual se realiza a través de un dispositivo que genera una resistencia a la inspiración según la presión inspiratoria máxima. Requiere la contracción de los músculos diafragma y los intercostales externos teniendo como objetivo aumentar la fuerza y la resistencia promoviendo la recuperación funcional. Los pacientes son instruidos y educados por un terapeuta y la resistencia se modifica a medida que avanza el entrenamiento.(6)

Expuesto esto se plantea la siguiente hipótesis: “El entrenamiento muscular inspiratorio es efectivo en pacientes con insuficiencia cardíaca en cuanto a la calidad de vida, función pulmonar y la capacidad funcional”.

### II. OBJETIVOS:

#### II.I. GENERAL:

Analizar los efectos del entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca en cuanto a la calidad de vida, la función pulmonar y la capacidad funcional.

#### II.II. ESPECÍFICOS:

- Señalar cómo impacta el entrenamiento muscular inspiratorio en la presión inspiratoria máxima.
- Identificar los efectos de los diferentes tipos de dispositivos.
- Analizar la influencia del entrenamiento sobre la fatiga y la disnea.
- Desarrollar los parámetros de utilización en cuanto a la frecuencia de aplicación y carga de trabajo.

### III. MARCO TEÓRICO:

#### III.I. ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA DEL APARATO CARDIOVASCULAR

El sistema cardiovascular se encuentra formado por el corazón y los vasos sanguíneos, arterias, venas y capilares. El corazón está situado en el mediastino por detrás del esternón entre la segunda y sexta costilla y reposa sobre el cuerpo de la quinta a octava vertebra dorsal. El ápex, su borde inferior, descansa sobre el diafragma y la base, su borde superior, se ubica por debajo de la segunda costilla.

La pared cardíaca se encuentra conformada por tres capas, el pericardio, quien está conformado por una capa fibrosa, que rodea al corazón y una serosa quien consta a su vez de una hoja parietal que reviste interiormente el pericardio fibroso y una hoja visceral o epicardio adherido al músculo. Entre ambas queda conformado el espacio pericárdico donde es segregado líquido lubricante determinando el espacio pericárdico.

La capa media llamada miocardio, es el tejido muscular del corazón, es gruesa y contráctil, se halla integrada por miocardiocitos quienes en su función actúan como un sincitio pudiendo transmitir un potencial de acción por una gran zona de la pared cardíaca, estimulando así la contracción de las fibras musculares. Finalmente la capa más interna denominada endocardio, recubre el interior del corazón y las válvulas cardíacas y se continúa con el endotelio de los vasos sanguíneos. Brinda una superficie lisa para que la sangre fluya libremente, evita la adhesión de componentes sanguíneos en las paredes del corazón, contiene a las fibras de Purkinge permitiendo la transmisión de las señales eléctricas y forma pliegues adicionales alrededor de las válvulas permitiéndoles un mejor funcionamiento.

El corazón está dividido en cuatro cámaras, dos aurículas cavidades de llenado y dos ventrículos cavidades de bombeo, debido a que éstos requieren más fuerza para bombear la sangre más lejos, el miocardio es más grueso que en el de las aurículas. A su vez el ventrículo izquierdo (VI) al expulsar la sangre hacia los vasos del cuerpo tiene mayor espesor que el ventrículo derecho (VD). Las aurículas son las cavidades superiores, se encuentran separadas por el tabique interauricular. La aurícula derecha (AD) recibe la sangre de las venas cava superior e inferior, y la aurícula izquierda (AI) lo hace de las venas pulmonares. Se comunican con los ventrículos, las dos cámaras inferiores a través de los orificios auriculoventriculares. La sangre es expulsada desde el VD hacia el tronco pulmonar y desde el VI por la arteria aorta.(7)

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

Los orificios de llegada y salida están provistos de válvulas, dispositivos mecánicos que permiten el pasaje de la sangre en una sola dirección. La válvula tricúspide compuesta por tres valvas se encuentra entre la AD y VD, en cambio en el lado izquierdo la válvula bicúspide está formada por dos valvas y comunica la AI con el VI. Por último la válvula semilunar pulmonar se sitúa entre VD y la arteria pulmonar y la válvula semilunar aórtica entre el VI y la arteria aorta.

A través de estas estructuras se lleva a cabo la circulación menor y mayor. La circulación sistémica es la encargada de bombear la sangre desde el VI a través de la aorta ascendente hacia las arterias periféricas, arteriolas y capilares, donde se libera el oxígeno en las células y se recoge el dióxido de carbono. La sangre carboxigenada viaja a través de las venas periféricas hacia las venas cava inferior y superior hacia el ventrículo derecho donde finaliza la circulación mayor.

Inversamente la circulación menor inicia en el ventrículo derecho transporta la sangre carboxigenada por las arterias pulmonares hacia los capilares y alvéolos donde tiene lugar la hematosis, que consiste en el intercambio gaseoso de dióxido de carbono por oxígeno. Luego la sangre se transporta por las venas pulmonares hacia la aurícula izquierda.

La irrigación del corazón se encuentra dada por las arterias coronarias, derecha e izquierda, ramas de la arteria aorta. Ambas coronarias riegan los ventrículos, en cambio las aurículas sólo se irrigan por una pequeña rama de la arteria coronaria. El VI recibe el caudal de sangre más abundante, que ya éste realiza la mayor parte del trabajo por lo que necesita recibir mayor oxígeno y nutrientes. Una vez que la sangre atraviesa los capilares del miocardio, llega a las venas coronarias que desembocan por el conducto venoso en la aurícula derecha.

La inervación es dada por las fibras nerviosas autónomas procedentes de los nervios vagos y de los troncos simpáticos que ejercen su acción por medio de los plexos cardíacos que se encuentran en la base del corazón divididos en la porción superficial y otra profunda. En el sistema cardíaco de conducción la señal eléctrica se origina en el nódulo sinoauricular ubicado en la parte superior de la aurícula derecha, cada potencial de acción se propaga por las aurículas estimulando su contracción, a continuación la señal pasa por el nódulo auriculoventricular, quien detiene la señal un breve instante, y la envía por las fibras de Purkinje hacia las fibras musculares contrayendo finalmente los ventrículos.(8)

### Aparato cardíaco y grandes vasos

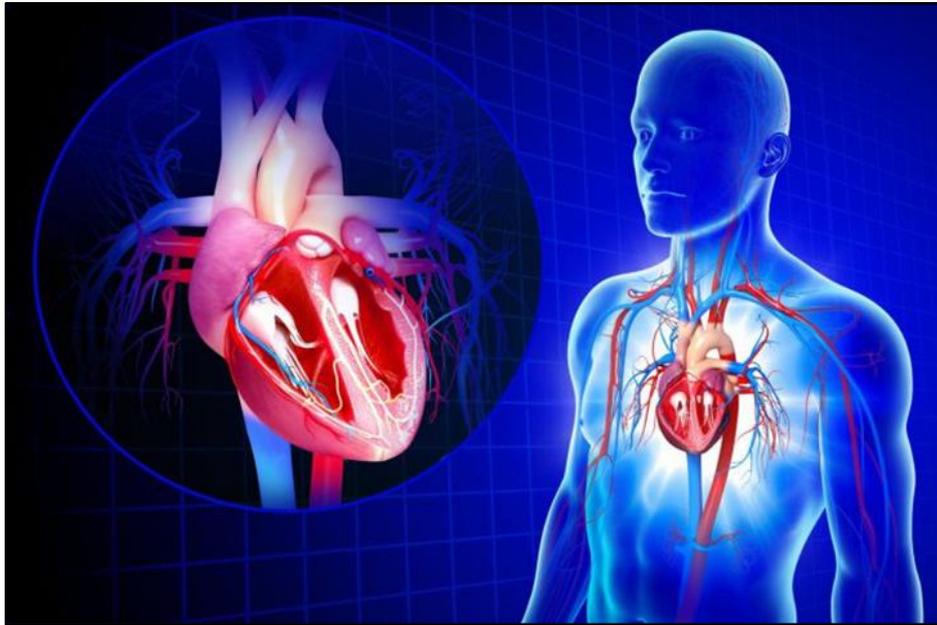


Fig 1 (9)

## III.II. INSUFICIENCIA CARDÍACA

### III.II.I. DEFINICIÓN

La insuficiencia cardíaca (IC) es un síndrome clínico caracterizado por la incapacidad del corazón de suplir con las demandas metabólicas del organismo. En la IC no sólo se compromete la estructura y la función del corazón si no también se altera el sistema vascular periférico, renal, neurohumoral, musculoesquelético y al resto del organismo.(10) Asimismo se acompaña de síntomas como disnea ya sea de esfuerzo, reposo, paroxística nocturna, u ortopnea, de fatiga y signos de retención hidrosalina como edemas, hepatomegalia e ingurgitación yugular.(1)

### III.II.II. ETIOPATOGENIA

Cualquier alteración de los componentes del aparato cardiovascular puede llevar al síndrome de IC por:

- Disfunción ventricular sistólica: la IC se debe a un déficit en la contractibilidad del miocardio ya sea por una afección en el músculo cardíaco producido luego

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

de un infarto del miocardio o en la cardiomiopatía dilatada, o secundario a una sobrecarga por lesión valvular o hipertensión arterial.

- Disfunción ventricular diastólica: la IC es generada por la alteración en la relajación ventricular impidiendo su correcto llenado. Las causas más frecuentes son la miocardiopatía hipertrófica, hipertensión arterial y enfermedad coronaria, o por un obstáculo en el llenado como estenosis mitral o mixoma auricular.(9)

Dentro de los factores que aumentan el riesgo de desarrollar IC podemos encontrar:

- Enfermedad coronaria
- Antecedente de infarto agudo de miocardio
- Hipertensión arterial
- Valvulopatías
- Diabetes
- Obesidad
- Tabaquismo
- Edad avanzada
- Cardiopatías congénitas (2)

### III.II.III. FISIOPATOLOGÍA

En la mayoría de los pacientes con IC el gasto cardíaco se encuentra disminuido lo que conduce a la activación de mecanismos compensatorios. El primer mecanismo se rige según la ley de Frank-Starling donde se produce un aumento de la precarga como consecuencia de la disminución de la fracción de eyección, aumenta el volumen residual dilatando la cavidad e incrementando la fuerza y el volumen de la contracción siguiente. Esto conduce a incrementos en la presión del capilar pulmonar facilitando la aparición de disnea y de signos congestivos.(10) Frente a una sobrecarga de presión, de volumen o de las señales tróficas mantenidas, el corazón se hipertrofia. Cuando el estímulo es la presión hay una distensión transversal de los miocitos generando un agrandamiento concéntrico de la pared del ventrículo. Al contrario, cuando el estímulo es el volumen se incrementa el peso del corazón, los sarcómeros se colocan en serie por lo que la pared puede ser mayor, normal o menor a lo que sucede frecuentemente.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

Con la hipertrofia cardíaca se producen transformaciones importantes tanto a nivel tisular como celular. El incremento en el número de los miocitos no se acompaña de un aumento del número de capilares por lo que la llegada de nutrientes y oxígeno es menor, así mismo el consumo de oxígeno es mayor debido a ese trabajo más intenso que motiva el proceso. Por otro lado, la hipertrofia se acompaña por depósito de tejido fibroso que altera la distensibilidad ventricular requiriendo una presión de llenado superior para un mismo volumen.(4)

Al ser el corazón incapaz de mantener un correcto gasto cardíaco en reposo, se activa el mecanismo neurohumoral con el fin de garantizar flujo sanguíneo en los órganos vitales como el cerebro y el corazón. Se produce un aumento de tono simpático con consiguiente aumento de la contractibilidad y de la frecuencia cardíaca, favoreciendo la vasoconstricción periférica y la activación del sistema renina-angiotensina. Al mismo tiempo al disminuir la presión de perfusión renal se estimula la secreción de renina quien induce a la transformación del angiotensinógeno a angiotensina II, un vasoconstrictor que activa la liberación de aldosterona reteniendo sodio, junto con la hormona vasopresina reducen la excreción de agua, aumentando la poscarga. Estos mecanismos compensadores se manifiestan en el sistema venoso por aumento de la presión venosa secundario a la hipervolemia y en el sistema arterial por un aumento de las resistencias periféricas. (11)

### III.II.IV. DISFUNCIÓN MUSCULAR Y VO<sub>2</sub> EN IC

La capacidad funcional o VO<sub>2</sub> máximo es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir en un tiempo determinado. Se determina a través de la siguiente fórmula:  $Q \times \text{Dif A-V O}_2$ , donde Q es el gasto cardíaco determinado a su vez por la frecuencia cardíaca por el volumen sistólico y Dif A-V O<sub>2</sub> diferencia arteriovenosa de oxígeno.

Una característica esencial de la IC es la modificación de los componentes centrales y periféricos, dentro de los primeros se observa que la capacidad de aumentar la frecuencia cardíaca es ineficaz como lo es, el aumento del volumen sistólico que imponen las disfunciones sistólicas y diastólicas, provocando la alteración en la capacidad para aumentar el volumen minuto, determinante principal de la capacidad funcional. Además de esto, la hipertensión pulmonar y la disfunción ventricular derecha contribuyen a limitarla.(12)

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

Dentro de los factores periféricos, existe una clara relación entre la vasodilatación y la capacidad funcional. Como se menciona anteriormente, se puede destacar la activación del sistema renina-angiotensina y del sistema nervioso simpático, quienes provocan la vasoconstricción periférica y de la retención hidrosalina que incrementa la rigidez arterial provocando disfunción endotelial limitando así la vasodilatación. Por lo tanto el incremento del flujo y el aporte de oxígeno al músculo se encuentran alterados. Además, por activación de procesos catabólicos y del sistema nervioso simpático, mala nutrición calórico-proteica, aumentos de los niveles de cortisol y acción del factor de necrosis tumoral se genera pérdida de la masa muscular de los músculos esqueléticos, la transformación de las fibras de tipo I a las IIb, reducción de número de capilares, disminución de mitocondrias y de las crestas mitocondriales, de enzimas oxidativas y aceleración de los procesos anaeróbicos por incapacidad de sintetizar fosfatos de alta energía. Lo que ocasiona un marcado deterioro funcional y del músculo esquelético. La hipoperfusión del músculo esquelético y las alteraciones en la capacidad oxidativa generan aparición temprana de ácido láctico, así como el aumento más temprano en la extracción periférica de oxígeno. La magnitud de los cambios está en relación con la severidad de la IC y el tiempo de evolución. (13)

La sarcopenia y la disfunción muscular es prevalente y no sólo altera a los músculos periféricos sino también a los músculos respiratorios. Quienes se engloban en dos grandes grupos, la musculatura inspiratoria y la espiratoria. Durante la inspiración se produce un esfuerzo muscular activo del diafragma y de los intercostales externos con el objetivo de agrandar los diámetros del tórax y así disminuir la presión intratorácica impulsando el aire hacia el interior del pulmón. Contrariamente, la espiración tranquila se produce por el retroceso elástico de los pulmones y el tórax. Pero ante el esfuerzo y la hiperventilación voluntaria, la espiración pasa a ser activa. Los principales músculos espiratorios comprenden los de la pared abdominal, el transverso del abdomen, los oblicuos mayor y menor y el recto abdominal y los intercostales internos.(14)

El diafragma es el principal músculo inspiratorio, tiene forma de cúpula, se contrae de forma rítmica y continua de manera involuntaria. Posee un 55% de fibras tipo I, un 20% de fibras tipo IIa y un 25% de tipo IIb. Se encuentra inervado por los nervios frénico, y sus inserciones son en la columna lumbar a través del pilar derecho en la 1ª, 2ª y 3ª vértebra y sus discos intervertebrales y del pilar izquierdo en la 1ª y 2ª vértebra y sus discos. Lateramente se inserta en la cara medial de las últimas costillas y de sus cartílagos. Finalmente se fija sobre la cara posterior de la apófisis xifoides. En

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

cuanto los intercostales externos tienen un 65% de fibras tipo I, se insertan en los bordes inferior y superior de las costillas suprayacentes y subyacentes. Sus fibras se disponen oblicuas de arriba hacia abajo y de atrás hacia adelante. Cuando se contraen empujan las costillas hacia arriba y hacia adelante aumentando los diámetros laterales y anteroposterior del tórax.(8)

Estudios científicos señalan un predominio entre el 30-50% de debilidad muscular inspiratoria medida como presión inspiratoria máxima. Y también importantes alteraciones histológicas y bioquímicas en el músculo diafragma incluida la atrofia de las fibras musculares, la transformación de fibras tipo I quienes son de contracción lenta, oxidativas y resistentes a la fatiga a las de tipo IIb con elevada velocidad de contracción pero rápidamente fatigables, reducción de las enzimas oxidativas con un cambio más temprano a los mecanismos glucolíticos y disminución del número y del tamaño de las mitocondrias. Además se sugiere que la percepción del gasto inspiratorio del sistema nervioso central, aumentada por una señal producida por la fuerza muscular inspiratoria reducida, aumenta aún más la disnea. Así mismo la resistencia muscular inspiratoria también se ve alterada ya que el aumento del trabajo respiratorio con una mayor ventilación conduce a la fatiga respiratoria. (15)

La medición de las presiones inspiratoria (MIP) y espiratoria (MEP) máximas posibilitan la medición de la fuerza de los músculos respiratorios. La MIP evalúa principalmente la fuerza del diafragma y los intercostales externos; mientras que la MEP, la de los músculos intercostales internos y abdominales. La medición de las presiones respiratorias es sencilla y se basa en que el paciente debe generar la máxima presión inspiratoria a partir de volumen residual y la espiratoria a partir de capacidad pulmonar total contra una vía o equipo ocluido. (16)

### Músculo diafragma

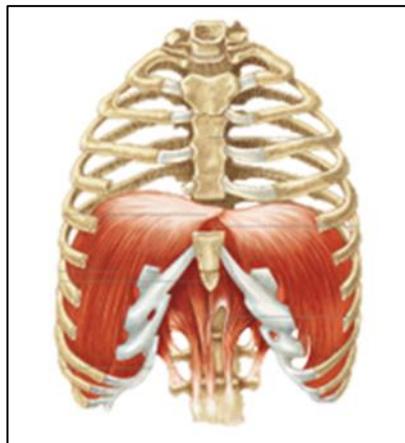


Fig 2 (17)

### III.II.V. INCIDENCIA Y PREVALENCIA

La importancia de la IC se debe al aumento de su incidencia y prevalencia ya sea por la mayor sobrevida y por el incremento en los factores de riesgo, su elevada morbimortalidad y el gran coste económico que conlleva su tratamiento.

En nuestro país actualmente, la IC predomina en el 1-1,5% de la población lo que afectaría unas 400.000 personas. La prevalencia aumenta hasta 8 veces en personas mayores de 65 años. Así mismo la mortalidad en pacientes con IC leve es de 5-10% anual, y se eleva al 30-40% en pacientes graves. Además es la principal causa de internación en pacientes mayores de 65 años con alta tasa de reinternación.(2)

### III.II.VI. DISNEA

Es definida clínicamente como la sensación desagradable de falta de aire. En la IC la disnea es secundaria principalmente a la hipertensión venocapilar pulmonar, producida a su vez por el aumento de la presión de fin de diástole. Al comienzo de la enfermedad se presenta ante esfuerzos que previamente eran bien tolerados, luego progresa y se presenta ante esfuerzos leves como caminar y hasta en reposo.(13)

Es evaluada a través de cuestionarios y escalas como escala Borg la cual mide el esfuerzo del individuo al realizar ejercicio y se asigna un número del 1 al 20, para representar la sensación subjetiva de la cantidad de trabajo desempeñado.(18)

Y la escala de disnea Medical Research Council modificada (MMRC) la cual consta de 5 puntajes, siendo 0 la ausencia de disnea ante el esfuerzo intenso y 4 la presencia de disnea intensa ante actividades como vestirse y desvestirse.(19)

### III.II.VII. FATIGA

La fatiga es de origen multifactorial, puede explicarse por la presencia de disnea, angustia psicosocial, anemia, edad avanzada, mala calidad de sueño, disminución de la capacidad funcional, entre otras. En la IC es reflejo de hipoperfusión muscular y de gasto cardíaco reducido. Estudios científicos proponen que al presentar disfunción muscular en la musculatura respiratoria, generaría aumentos en el trabajo respiratorio con una mayor ventilación conduciendo a la fatiga. Además la fatiga es

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

predictor independiente de la tasa de reingreso cardíaco y mortalidad en pacientes con IC.(20)

### III.II.VIII. CLASIFICACIÓN

La New York Heart Association (NYHA) estableció una clasificación funcional teniendo en cuenta el nivel de esfuerzo físico requerido para el desarrollo de los síntomas. Permite comparar grupos de pacientes, así como también un mismo paciente a lo largo del tiempo.(10)

#### **Clasificación sintomática de la insuficiencia cardíaca según New York Heart Association:**

**Clase I** Sin limitaciones, la actividad física habitual no causa fatiga, disnea o palpitaciones.

**Clase II** Leve limitación a la actividad física, no presentan síntomas en reposo, las actividades habituales provocan fatiga, palpitaciones, disnea o angina.

**Clase III** Marcada limitación, se sienten bien en reposo, y las actividades físicas menores que las habituales les generan síntomas.

**Clase IV** Incapacidad de desarrollar cualquier tarea sin incomodidad. Los síntomas están presentes en reposo.

La IC también se clasifica en función de la fracción de eyección:

-IC con fracción de eyección reducida (<40%): el volumen sistólico del ventrículo izquierdo está reducido y éste se dilata como mecanismo compensador.

-IC con fracción de eyección preservada (>50%) el ventrículo no puede relajarse ni llenarse normalmente, pudiendo presentar el ventrículo izquierdo hipertrofia.

-IC con fracción de eyección intermedia (40-49%).(4)

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

La clasificación de ACC/AHA sobre la base del daño estructural es útil para definir los estadios en la IC en los cuales se pueden implementar conductas terapéuticas preventivas en poblaciones con alto riesgo.

### Clasificación de ACC/AHA de estadios evolutivos de IC:

**Estadio A** Asintomática, sin daño estructural ni funcional del corazón. Factores de riesgo hipertensión arterial, dislipidemia, tabaquismo, obesidad, diabetes, síndrome metabólico.

**Estadio B** Asintomática. Alteración estructural fuertemente relacionada con el desarrollo de IC. Disfunción ventricular asintomática, remodelamiento ventricular, hipertrofia ventricular, infarto previo, enfermedad valvular asintomática, cardiopatía congénita, cardiopatía chagásica

**Estadio C** IC sintomática. Alteración estructural cardíaca asociada a los síntomas. Disnea, fatiga, tolerancia al ejercicio reducida, síntomas y signos congestivos

**Estadio D** IC Avanzada. Alteración estructural cardíaca severa. Sintomatología en reposo a pesar de máximo tratamiento. IC refractaria, internaciones frecuentes, puede requerir intervenciones especiales

### III.II.IX. FORMAS DE PRESENTACIÓN:

- La IC crónica (ICC) es un síndrome caracterizado por disnea y fatigabilidad, asociado o no a retención hídrica. Frecuentemente cursa con exacerbaciones agudas. La IC aguda presenta disnea cardiogénica aguda con signos de congestión pulmonar, incluido el edema de pulmón y puede aplicarse también el shock cardiogénico.
- La IC izquierda presenta síntomas de congestión sistémica, disnea y fatiga, contrariamente en la IC derecha predominan los síntomas de congestión venosa y edemas.(2)
- En la IC diastólica el ventrículo no se relaja y por lo tanto no puede llenarse con normalidad manteniendo la fracción de eyección en valores normales, la contractibilidad del VI es normal y presenta aumentos de las presiones de llenado en reposo o en esfuerzo, en cambio, en la IC sistólica el VI tiene un volumen sistólico reducido y se dilata como mecanismo compensador encontrándose la fracción de eyección disminuida.(3)

### III.II.X. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico puede llevarse a cabo a través de la anamnesis y el examen físico. Es importante determinar los factores etiopatogénicos y los factores desencadenantes y o agravantes como pueden ser el abandono de la medicación, ingesta inadecuada de sal, hipertensión arterial, arritmias, infecciones, diabetes descompensada, entre otros.

Los pacientes que padecen IC crónica suelen tener aspecto normal, sin embargo los síntomas característicos son la disnea ya sea de esfuerzo, reposo, paroxística nocturna, u ortopnea, la fatiga y los signos de retención hidrosalina como edemas, hepatomegalia e ingurgitación yugular indican la falla ventricular derecha y se asocian frecuentemente a hipertensión venocapilar. El edema suele ser simétrico se localiza en las zonas declives, en maléolos en pacientes ambulatorios y en los encamados en la zona sacra. Los pacientes con IC avanzada se encuentran fatigados, disneicos y suelen tener presión arterial baja. Al tener reducido el gasto cardíaco la vasoconstricción genera palidez y frialdad cutánea en los miembros y por último, cianosis. En estadios más avanzados también pueden presentar caquexia. La presencia de ascitis, derrame pleural o anasarca indican el síndrome de hipertensión hidrosalina. A la auscultación se percibe la presencia de un tercer ruido y cuando se acompaña de taquicardia indica el aumento de la presión de fin de diástole del VI. (1)

Además de lo mencionado anteriormente para el diagnóstico de la IC se realizan estudios complementarios como:

- Electrocardiograma para determinar las alteraciones en las estructuras del corazón, el ritmo cardíaco y la presencia de arritmias.
- En la radiografía de tórax se pueden observar signos de congestión venocapilar, como redistribución del flujo vascular pulmonar hacia las bases y edema intersticial pulmonar y cardiomegalia.
- El análisis hematológico establece la repercusión sistémica, además de establecer los factores agravantes o el diagnóstico diferencial etiológico. (5)
- La prueba ergométrica graduada está principalmente indicada para evaluar la CF, la respuesta al tratamiento y la evolución. Permite la valoración de la CF y el tiempo libre de disnea, donde el paciente expresa cuando comienza a sentir la dificultad respiratoria aunque aun así pueda seguir realizando el esfuerzo, es un parámetro de vital importancia para el seguimiento, teniendo mayor relevancia para objetivar la mejora en la sintomatología. La CF relaciona la aparición de la disnea o fatiga con el esfuerzo requerido para provocarla.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

Se realizan a través del protocolo Bruce para pacientes bajo tratamiento y buena CF y el de Naughton para quienes presentan baja CF. Aportan datos suficientes para objetivar la evolución y revalorar los datos aplicables al plan de rehabilitación cardiovascular para así optimizar la dosificación de la carga del ejercicio físico aplicable.

- El test de esfuerzo con medición directa de oxígeno brinda un número importante de datos que pueden obtenerse en un corto período, respiración por respiración, evaluando así las respuestas fisiológicas del organismo frente al ejercicio físico. A través de un protocolo que aumente continuamente la carga hasta alcanzar la carga máxima, mediante la utilización de cicloergómetro como el treadmill con asistencia con computadora. Permite determinar variables metabólicas y cardiorrespiratorias como la ventilación minuto, consumo de oxígeno y producción de dióxido de carbono. (21)
- El test de la marcha de los seis minutos es simple y de bajo costo, consiste en caminar durante seis minutos sobre un corredor de 20 metros de largo recorriendo la mayor distancia posible. La caminata debe ser continua y el paciente debe ser alentado durante todo el test, pero en caso de ser necesario podría disminuir la velocidad o detenerse. Previamente se miden la frecuencia cardíaca, tensión arterial, saturación arterial de oxígeno y presencia de disnea, así como también debe medirse inmediatamente al finalizar el test. Es una prueba útil para valorar la capacidad funcional, donde se evalúa la respuesta al tratamiento o incluso se utiliza como herramienta pronóstica. (12)
- El ecocardiograma Doppler es la prueba con mayor valor en pacientes con IC se utiliza tanto en la evaluación inicial como en el seguimiento. Evidencia trastornos estructurales miocárdicos, valvulares y la presencia de disfunciones sistólicas o diastólicas. Permite la medición de la fracción de eyección y de los volúmenes ventriculares, la determinación hemodinámica no invasiva con estimación del volumen minuto cardíaco y presiones pulmonares.
- La resonancia magnética permite evaluar con mayor exactitud y reproductibilidad los volúmenes, masa y función de los ventrículos.
- El cateterismo cardíaco con monitorización hemodinámica de las presiones pulmonares, es útil para determinar la etiología o como guía del tratamiento.
- La arteriografía coronaria se realiza en pacientes con IC y evidencia de isquemia miocárdica cuando es considerada la revascularización como opción terapéutica.(5)

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

También es necesario evaluar la calidad de vida a través de cuestionarios como The Chronic Heart Failure Questionnaire y Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ). El cuestionario MLHFQ fue diseñado para medir los efectos de la IC y su tratamiento sobre la calidad de vida, representándola física, emocional, social, sexual y económicamente. Es una encuesta auto administrada que consta de 21 ítems. Las respuestas a cada pregunta van del 0 (nada) al 5 (muchísimo), de modo que a mayor puntuación implica peor calidad de vida del paciente.(22)

### III.II.XI. TRATAMIENTO

Los objetivos del tratamiento de la IC son:

- Pronóstico: reducir la mortalidad.
- Morbilidad: aliviar los signos y síntomas.
- Prevención: eventos isquémicos-necróticos, remodelación y apoptosis.

En los pacientes que se encuentran en el estadio A está indicada la prevención primaria, los del estadio B se recomienda la prevención secundaria, y los pacientes en estadio D requieren soporte especial.

#### III.II.XI.I.I. MEDIDAS GENERALES:

La adherencia al tratamiento farmacológico y a las medidas generales es de vital importancia, es necesario educar al paciente y a la familia sobre la enfermedad, los síntomas, los signos de descompensación, el autocuidado y la consulta temprana.

- Los pacientes deben mantenerse en el peso recomendado. En aquellos pacientes que tengan sobrepeso y obesidad, se sugiere disminuirlo ya que aumenta el trabajo del corazón.
- Se debe restringir la ingesta de sodio, la cual se ajusta dependiendo la gravedad del cuadro.
- La ingesta de alcohol se encuentra contraindicada en caso de miocardiopatía alcohólica. Pero en pacientes con otras causas se permite un consumo moderado.
- Se recomienda el cese del hábito tabáquico, ya que la nicotina aumenta los requerimientos periféricos y miocárdicos de oxígeno.
- Los pacientes con IC deben recibir las vacunas antineumocócica y antigripal.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

- Se incentiva al paciente a la realización de actividad física aeróbica regularmente, siempre y cuando la IC sea estable, no tengan síntomas en reposo ni contraindicaciones.
- También se aconseja la participación en programas de manejo o de asistencia multidisciplinaria, quienes tienen como propósito optimizar la calidad de atención y aumentar la adhesión al tratamiento, mejorando así la calidad de vida, la evolución clínica, reduciendo las hospitalizaciones y los costos sanitarios. A través de clínicas ambulatorias sanitarias o atención telefónica con enfermeras.

### III.II.XI.I.II. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO:

Los pacientes sin importar su estadio deberían recibir inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) y betabloqueantes (BB). Quienes sean sintomáticos y presenten signos de retención hidrosalina se indican las medidas generales y diuréticos. En los que presenten CF III-IV se aconseja además agonistas de aldosterona (AA) y la digoxina para reducir la hospitalización o en caso de fibrilación auricular. Las demás medidas farmacológicas tienen indicación específica.

-Diuréticos: tienen acción rápida sobre la clínica del paciente, produciendo la mejoría sintomática a corto plazo, mejorando la capacidad de ejercicio, y reduciendo el riesgo de hospitalización.

- IECA: bloquean la acción del sistema neurohumoral mejorando la sobrevida y reduciendo las hospitalizaciones.

-AA: inhibe al sistema de renina-angiotensina produciendo beneficios clínicos adicionales.

-BB: disminuyen la mortalidad, la progresión de la IC, mejoran la función ventricular y la capacidad de ejercicios en pacientes sintomáticos.

-Digoxina: se recomienda para mejorar la clase funcional de los pacientes con disfunción sistólica sintomática del VI.(5)

### III.II.XI.I.III. MEDIDAS NO FARMACOLÓGICAS:

- Resincronización cardíaca: cerca de una tercera parte de los pacientes con IC por disfunción ventricular izquierda, muestran trastornos en la conducción tipo bloqueo completo de la de la rama izquierda del haz de Hiss, creando una asincronía en la

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

contracción ventricular lo que produce empeoramiento de los síntomas. Por lo que se coloca un marcapaso tricamelar que reduce la asincronía, mejora la eficacia de la contracción ventricular, la fracción de eyección y la capacidad funcional.(10)

- Cardiodesfibrilador implantable: cierto porcentaje de pacientes muere de forma súbita por arritmias, bradiarritmias, y asistolia. Es efectivo para tratar estas anomalías. Su indicación en prevención primaria se considera luego de seis meses de tratamiento médico y con una reevaluación previa de la fracción de eyección.

- Técnicas de reconstrucción ventricular: el objetivo de estos procedimientos es la reducción de los volúmenes ventriculares y la restauración de la geometría ventricular. Disminuyendo la tensión parietal y el consumo miocárdico de oxígeno.

- Trasplante cardíaco: es el único tratamiento conocido que presenta un impacto favorable en el pronóstico de uno a cinco años en pacientes en clase IV de la NYHA.(1)

### III.II.XI.I.IV. REHABILITACIÓN CARDIOVASCULAR

La rehabilitación cardiovascular (RHCVA) es el conjunto de actividades destinadas a los pacientes con enfermedades cardiovasculares (CV). Tiene como objetivo brindar al paciente una condición física, mental y social óptima que le permita conocer y controlar los factores de riesgo CV, modificar su estilo de vida, pronta reinserción en la sociedad y mejorar su calidad de vida. Dentro de los objetivos fisiológicos se encuentran la mejoría del perfil lipídico, de la glucemia, del peso corporal, la presión arterial, optimizar la perfusión miocárdica y la función ventricular. También tiene como propósito la reducción del estrés, de la ansiedad y de la depresión. Por último y en la medida que sea posible es importante lograr la independencia funcional de los pacientes.

Los pacientes con IC tienen una limitación creciente para realizar ejercicio aeróbico debido a la modificación en los factores centrales y periféricos anteriormente mencionados. Pero la evidencia científica propone que el ejercicio físico produce beneficios centrales en la mejoría de la función miocárdica y a nivel periférico, por aumento del flujo de sangre en los músculos activos y de la capacidad oxidativa, incrementando la función endotelial, la función ventilatoria y disminuyendo la actividad simpática y del sistema renina-angiotensina, lo que lleva a una mejoría de la capacidad funcional y la calidad de vida del paciente.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

Fases de la rehabilitación cardiovascular:

Fase 1: Es la fase que ocurre durante a hospitalización. Se inicia una vez que el paciente se encuentra clínica y hemodinámicamente estable hasta el alta hospitalario. El paciente se encuentra vulnerable por lo que es importante generar un vínculo y educar tanto al paciente como a la familia en cuanto a lo sucedido en la cirugía, dieta adecuada, sobre los factores de riesgo y su modificación, cuidados al regresar a casa, y actividades que puede realizar o no.

Se realizan ejercicios en la cama o en el pasillo de la habitación, de manera pasiva en miembros inferiores, ejercicios respiratorios y caminatas cortas con el objetivo de movilizar tempranamente al paciente, disminuir la atelectasias y prevenir el desacondicionamiento al estar en reposo prolongado.

Fase 2: desde que el paciente es dado de alta hasta los tres meses. Es la fase activa de ejercicios supervisados. Con el fin de mejorar la CF, el estado de ánimo, evitar la depresión y mejorar la autoconfianza.

Fase 3: Corresponde al mantenimiento temprano. Frecuentemente corresponde al inicio de las actividades cotidianas y regreso laboral. El objetivos es mantener y aumentar la CF, controlar y modificar los factores de riesgo cardiovasculares, lograr estabilidad emocional y psicológica para alcanzar una mejor calidad de vida.(12)

Se deben tener en cuenta aspectos como:

- El programa debe ser individualizado en base a los datos clínicos recogidos previamente.
- La sesión dura entre 10-15 minutos en un principio hasta llegar a una hora, con una frecuencia semanal de 3 a 4 veces por semana por al menos tres meses.
- La intensidad al inicio debe ser del 40% del consumo máximo de oxígeno y con los efectos adaptativos del entrenamiento se incrementará.
- En cuanto al modo de ejercicio aeróbico el cicloergómetro puede reducir las cargas de trabajo, aunque también puede ser utilizada la cinta rodante. Además debe trabajarse la fuerza muscular con ligeras contracciones isométricas, iniciar con bajas cargas permitiéndole al paciente poder completar entre 6 y 15 repeticiones sin cansarse, dejando el doble de tiempo para la recuperación. Y realizar ejercicios de coordinación y equilibrio.(23)

### III.II.XI.I.V. ENTRENAMIENTO MUSCULAR INSPIRATORIO

Como se mencionó anteriormente en la IC prevalece la disfunción muscular, no sólo de los músculos esqueléticos, sino también de los músculos respiratorios, principalmente del diafragma y de los intercostales externos. Motivo por el cual se realiza el entrenamiento muscular inspiratorio (EMI) a través de incentivadores inspiratorios, los cuales proporcionan una presión constante y específica con el objetivo de fortalecer y aumentar la resistencia de los músculos inspiratorios. Incorporan una válvula unidireccional independiente del flujo garantizando una resistencia constante con un ajuste de presión (en cm H<sub>2</sub>O) para ser modificada por el profesional. Cuando el paciente inhala a través del dispositivo, una válvula accionada por el resorte impone una resistencia ejercitando los músculos.

Según la evidencia se recomienda la posición de sedestación, colocando un broche en la nariz. El paciente debe inspirar por la boquilla con la fuerza suficiente para abrir la válvula y exhalar por la boquilla, y continuar inhalando y exhalando sin quitarse el dispositivo de la boca.(6)

#### Aplicación del entrenamiento muscular inspiratorio



Fig 3 (15)

### III.II.XII. INSUFICIENCIA CARDÍACA AVANZADA

La IC avanzada se presenta con síntomas persistentes en CF III-IV NYHA a pesar del tratamiento médico completo y optimizado. Se trata de pacientes en estadio D de la IC, con importante discapacidad física, elevada mortalidad y alta tasa de reinternación.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

Además de la terapia médica aplicada el estadio A, B Y C también se incluyen intervenciones especiales como inotrópicos, asistencia circulatoria mecánica, o trasplante cardíaco. Cuando no es posible modificar la evolución de la enfermedad hacia el deterioro progresivo y la muerte, se deben priorizar las medidas paliativas para lograr el confort y alivio de los síntomas de la mejor manera posible.

### III.II.XIII.COMORBILIDADES

La mayoría de las IC cursan con otras patologías asociadas y no de manera aislada. Las que influyen en su evolución, pronóstico y tratamiento. Existe una alta prevalencia de comorbilidades incrementando el riesgo de efectos adversos.

- Disfunción renal: frecuentemente coexisten ya que comparten los factores de riesgo como el envejecimiento, hipertensión arterial, diabetes y la enfermedad vascular. En la IC la hipoperfusión renal y la congestión son los mecanismos que producen alteración renal.
- Anemia: definida como un valor de hemoglobina inferior a 13 g/dL en hombres y en mujeres a 12 g/dL, es común en pacientes con IC hospitalizados. Son responsables el déficit del hierro, la malabsorción y pérdidas gastrointestinales fundamentalmente por el consumo de fármacos. El mecanismo más frecuente es la activación de la cascada inflamatoria, disminución de la eritropoyesis y la formación de células progenitoras, así como la alteración en la absorción y movilización de hierro.
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC): aproximadamente el 30% de los pacientes con IC tienen EPOC y el 30% de los pacientes con EPOC tienen IC. El tratamiento farmacológico indicado en pacientes con IC genera efectos adversos en los pacientes con EPOC.
- Diabetes: los pacientes con IC, cuando son diabéticos, presentan mayor compromiso funcional. La tasa de reinternación es mayor y tienen mayor tasa de mortalidad.
- Patología tiroidea: tanto el hipertiroidismo como el hipotiroidismo pueden llevar a IC. Así como también la IC genera alteraciones tiroideas como el estado de T3 baja. La congestión hepática contribuye a la disminución en la conversión de T4 en T3, sumado a la disminución en los niveles de ARN mensajero en los receptores de la hormona tiroidea a nivel de los miocitos.
- Caquexia y sarcopenia: la caquexia afecta a todos los compartimientos del cuerpo, al tejido musculoesquelético, graso y óseo. Es la pérdida de peso

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

involuntario. Se asocia a menor capacidad funcional, hospitalizaciones más frecuentes y disminución de la sobrevida. La sarcopenia es la disminución de la masa muscular acompañado de reducción de la velocidad o de la fuerza muscular. Ocurre entre el 30-50% de los pacientes con IC.

- Obesidad: es definida como un índice de masa corporal mayor a 30 kg/m<sup>2</sup>, es un factor de riesgo para la IC y complica su diagnóstico, ya que puede causar disnea, intolerancia al ejercicio, inmovilización, edemas en miembros, entre otros.
- Trastornos cognitivos y depresión: entre el 50-80% de los pacientes con IC presentan algún grado de deterioro, asociado fundamentalmente con la edad. Afecta tanto a la atención, la memoria, las funciones ejecutivas y la habilidad psicomotora provocando dificultades en la toma de decisiones, en las relaciones sociales, en el cuidado personal y la adherencia en el tratamiento. Se encuentra asociado a una mayor tasa de mortalidad y de rehospitalización.

La depresión es muy frecuente y común. Ésta genera el aislamiento de la persona, disminuye la calidad de vida y altera la percepción de los síntomas. Se encuentra asociada a peor evolución clínica y mayor mortalidad.(1)

### IV. JUSTIFICACIÓN:

La IC es un síndrome clínico caracterizado por disnea, fatiga, y retención hidrosalina que limita la tolerancia al ejercicio y reduce la calidad de vida. La prevalencia del síndrome aumentó en las últimas décadas, acompañado de altos índices de hospitalización, invalidez, y de mortalidad con elevado coste técnico y económico derivado a su atención a pesar de las estrategias de tratamiento utilizadas frecuentemente.

En ésta investigación se plantea abordar a la IC a través del entrenamiento muscular inspiratorio ya que la evidencia demuestra la responsabilidad del sistema respiratorio, principalmente la disfunción de los músculos inspiratorios quienes determinan la presión inspiratoria máxima teniendo una correlación directa con la capacidad funcional y la calidad de vida.

El EMI si bien es considerado en algunos servicios de salud, al no haber un protocolo estandarizado, se desconoce no sólo los parámetros a los cuales se debe aplicar, sino también los efectos que generaría en los pacientes con IC.

Tras lo expuesto anteriormente, se considera importante conocer mediante una revisión bibliográfica los efectos que posee y cuál es el uso que le puede dar el kinesiólogo dentro de su terapia al entrenamiento muscular inspiratorio en relación a la mejora en la función pulmonar, capacidad funcional y calidad de vida.

### V. MÉTODOS:

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos de evidencia científica en base de datos PubMed, Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT, Scielo y Google académico. Recuperando artículos en el período de publicación de 2004 a 2020.

En las bases de datos mencionadas anteriormente se utilizaron las siguientes palabras claves:

#### TérminosMeSH:

- Heart Failure.
- Quality of Life.

#### Términos Decs:

- Insuficiencia Cardíaca
- Calidad de vida

#### Término libre:

- ·Entrenamiento muscular inspiratorio
- Función pulmonar
- Capacidad funcional
- Descompensación cardíaca
- Inspiratorymuscle training
- Pulmonary function
- Functional capacity
- Cardiac decompensation

Las mismas fueron combinadas de la siguiente manera:

-“Entrenamiento muscular inspiratorio” AND (“insuficiencia cardíaca” OR “descompensación cardíaca”)

-“Entrenamiento muscular inspiratorio” AND “Insuficiencia Cardíaca” AND “Función pulmonar”

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

-"Heart Failure"[Mesh] AND "inspiratory muscle training"

-"Heart Failure"[Mesh] AND "inspiratory muscle training" AND "Quality of Life"  
[Mesh]

-"Heart Failure"[Mesh] AND "inspiratory muscle training" AND "pulmonary  
function"

### Criterios de inclusión y exclusión:

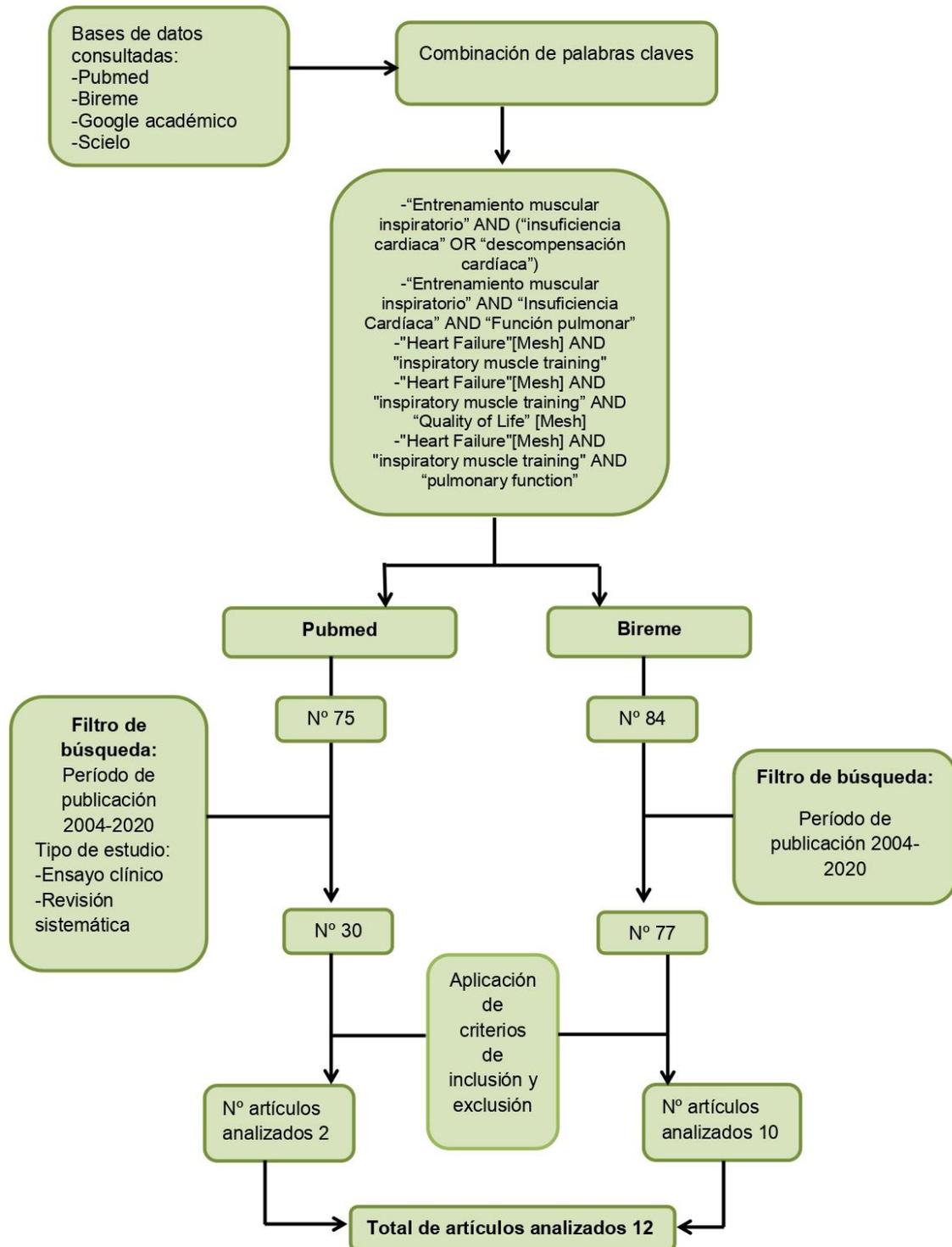
Los criterios de inclusión utilizados para la selección de los artículos fueron:

- Ensayo clínicos controlados y no controlados.
- Artículos publicados desde el 2004 hasta la actualidad inclusive.
- Sujetos mayores de 18 años.
- Pacientes con IC estable, clase funcional NYHA II, III y IV.

Los criterios de exclusión utilizados en la elección de los artículos fueron:

- Estudios que combinan el entrenamiento muscular inspiratorio con entrenamiento aeróbico.
- Estudios que comparan la aplicación del entrenamiento muscular inspiratorio versus electroestimulación.
- Ensayos clínicos que hayan sido publicados antes de 2004.
- Estudios realizados en animales.
- Duplicados.
- Pacientes descompensados, con padecimiento de infarto agudo de miocardio o de cirugía cardíaca en los últimos 6 meses, presencia de arritmias cardíacas significativas, deterioro cognitivo y enfermedades pulmonares.

Diagrama de flujo  
Búsqueda bibliográfica



## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	El entrenamiento muscular inspiratorio mediante una prueba de resistencia incremental alivia la disnea y mejora el estado funcional en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. 2004		
AUTOR	Ioannis Laoutaris		
TIPO DE ESTUDIO	Estudio controlado prospectivo		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Un total de 37 pacientes con ICC clase funcional II y III fueron reclutados de la clínica ambulatoria de insuficiencia cardíaca.	Los pacientes fueron asignados a un grupo de entrenamiento (Nº 20) los cuales se ejercitaron al 60% de la resistencia inspiratoria máxima y un grupo control (Nº 17) al 15% del SMIP. Debían realizar 6 esfuerzos inspiratorios con intervalos de descansos de 60 segundos, que luego fue disminuyendo a 45, 30, 15, 10 y 5 segundos. El entrenamiento se realizó 3 veces a la semana durante 10 semanas.	-MIP -Capacidad funcional -Percepción de disnea -Calidad de vida	Se observaron aumentos estadísticamente significativos en la MIP ( $p < 0.001$ ), en el VO2 máximo ( $p < 0.005$ ), en la distancia recorrida en la marcha de los seis minutos ( $p < 0.001$ ), disminución en la percepción de disnea ( $p < 0.005$ ) y mejoría en la calidad de vida ( $p < 0.01$ ).

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	Entrenamiento de los músculos inspiratorios en pacientes con insuficiencia cardíaca y debilidad muscular inspiratoria. 2006		
AUTOR	Pedro Dall'Ago		
TIPO DE ESTUDIO	Ensayo prospectivo, aleatorio y controlado.		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Treinta y dos pacientes con diagnóstico de ICC atribuible a disfunción sistólica del ventrículo izquierdo (fracción de eyección del ventrículo izquierdo < 45%) fueron reclutados en la Clínica de Insuficiencia Cardíaca del Hospital de Clínicas de Porto Alegre.	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo entrenamiento muscular inspiratorio (IMT N° 16) los cuales ejercitaron al 30% de la MIP y se ajustó la carga semanalmente para mantener el 30% de MIP y al grupo entrenamiento muscular inspiratorio placebo (P-IMT N° 16) sin carga inspiratoria. La sesión duró 30 minutos, 7 veces a la semana durante 12 semanas. Los pacientes debían mantener una respiración diafragmática con una frecuencia respiratoria de 15-20 respiraciones.	-MIP -Capacidad funcional -Calidad de vida -Percepción de disnea	El IMT indujo una marcada mejoría en la MIP, alcanzó un incremento del 115% ( $p < 0.01$ ). También se observó aumento estadísticamente significativo del 19% en la distancia a pie en la marcha de los de 6 minutos así como también en la calidad de vida ( $p < 0.001$ ). En relación a la percepción de disnea se demuestra una disminución estadísticamente significativa ( $p < 0.002$ ).

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	Respuesta inmune al entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. 2007		
AUTOR	Ioannis Laoutaris		
TIPO DE ESTUDIO	Ensayo controlado		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Treinta y ocho pacientes con ICC con edad de $57 \pm 2$ años en la clasificación II – III NYHA.	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos, entrenamiento de alta intensidad (HITG N° 15) al 60% de la MIP y grupo de entrenamiento de baja intensidad (LITG, N° 23) al 15% MIP. Durante el entrenamiento debían realizar 6 esfuerzos inspiratorios y descansar al inicio 60 segundos, luego 45, 30, 15, 10 y finalmente 5 segundos. Ejercitaron tres veces por semana durante 10 semanas.	-MIP -Capacidad funcional -Percepción de disnea	El grupo de entrenamiento de alta intensidad mejoró la fuerza muscular inspiratoria ( $p < 0.001$ ), el consumo máximo de oxígeno ( $p < 0.01$ ), la distancia en la prueba de caminata de 6 minutos ( $p < 0.01$ ) y la percepción de disnea ( $p < 0.01$ ). El grupo de entrenamiento de baja intensidad aumentó solo la fuerza muscular inspiratoria ( $p < 0.01$ ).

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la actividad autónoma, la función vasodilatadora endotelial y los niveles de péptido natriurético pro-cerebro N-terminal en la insuficiencia cardíaca crónica. 2008		
AUTOR	Ioannis Laoutaris		
TIPO DE ESTUDIO	Estudio controlado no aleatorizado		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Se intervinieron 23 pacientes con IC clase funcional II a III NYHA.	Fueron asignados aleatoriamente en dos grupos, un grupo de entrenamiento de alta intensidad (HITG, N° 14) al 60% de la MIP y un grupo de entrenamiento de baja intensidad (LITG, N° 9) al 15% de la MIP. Ambos grupos ejercitaron 3 veces por semana durante 10 semanas. Debían realizar 6 esfuerzos inspiratorios con intervalos de descanso de 60 segundos que luego se fueron reduciendo en 45, 30, 15, 10 y 5 segundos.	-MIP -Capacidad funcional -Percepción de disnea	El grupo de entrenamiento de alta intensidad mejoró la presión inspiratoria máxima (p 0.001), el consumo máximo de oxígeno (p 0.01) y la disnea (p 0.02) en comparación con el grupo control que sólo aumentó la MIP (p 0.03).

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	Una intervención de entrenamiento en el músculo inspiratorio en el hogar en la insuficiencia cardíaca. 2009		
AUTOR	Cynthia Padula		
TIPO DE ESTUDIO	Ensayo controlado aleatorio		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Treinta y dos paciente clase funcional II o III NYHA fueron reclutados de consultorios médicos, agencias de atención domiciliaria, derivación de proveedores y publicidad en periódicos.	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente en un grupo experimental IMT (Nº 15) y en un grupo de control (Nº 17). Este último recibió un protocolo educativo estándar a través de un folleto. El grupo experimental ejerció con el dispositivo de umbral (Healthscan) al 30% del valor de la MIP y se ajustó semanalmente para mantener la carga al 30%. Ambos grupos entrenaron 10 a 20 minutos al día por 7 días, durante 12 semanas.	-MIP -Disnea -Calidad de vida	El entrenamiento muscular inspiratorio aumentó un 75% la MIP luego del tratamiento ( $p < 0.001$ ). Se obtuvo una disminución significativa en la percepción de disnea ( $p < 0.001$ ). En cuanto a la calidad de vida no hubo diferencias significativas luego del tratamiento.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca. 2011		
AUTOR	Meral Bosnak-Guclu		
TIPO DE ESTUDIO	Estudio prospectivo, aleatorizado, controlado.		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Treinta y seis pacientes con insuficiencia cardíaca remitidos a la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Hacettepe, Departamento de Fisioterapia y Rehabilitación.	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de tratamiento (Nº 18) quienes recibieron IMT al 40% de la MIP, la carga se ajustó semanalmente para mantener 40% de la MIP y el grupo control (Nº 18) recibió IMT simulado con carga de trabajo fija al 15% de la MIP. Ambos grupos debieron mantener la respiración diafragmática y realizar entre 10-15 respiraciones y descansar entre 5 a 10 segundos e ir aumentando a 25-30 respiraciones. Las sesiones duraron 30 minutos al día, se realizaron 7 días a la semana durante 6 semanas.	-MIP -Capacidad funcional -Percepción de disnea -Percepción de fatiga -Calidad de vida	Se encontraron mejoras estadísticamente significativas en MIP y en la capacidad funcional en el grupo de tratamiento en comparación con el grupo control ( $p < 0.05$ ). En cuanto a la percepción de disnea y fatiga se observaron disminuciones significativas en ambos grupos, pero no entre grupos ( $p < 0.05$ ). En relación a la calidad de vida se observaron aumentos estadísticamente significativos en ambos grupos ( $p < 0.05$ )

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	El entrenamiento muscular inspiratorio reduce la actividad nerviosa simpática y mejora la debilidad muscular y la calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. 2012		
AUTOR	Priscila Mello		
TIPO DE ESTUDIO	Ensayo clínico paralelo, prospectivo y controlado.		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Veintisiete pacientes con ICC clase II de la NYHA reclutados de la unidad de hipertensión en el Heart Institute (InCor), Medical School, University de São Paulo.	Los pacientes fueron asignados al grupo IMT (Nº 15) al 30% de MIP y las cargas semanales se ajustaron para mantener el 30% de la MIP y un grupo para mantener la atención habitual (Nº 12) sin carga inspiratoria. Ambos grupos realizaron el mismo programa, las sesiones duraron 10 minutos, 3 veces al día, 7 veces por semana durante 12 semanas.	-MIP -Capacidad funcional -Calidad de vida	El entrenamiento muscular inspiratorio aumentó significativamente la MIP (p 0.001), el consumo máximo de oxígeno (p 0.002) y la calidad de vida en comparación al grupo control (p <0.05)

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	Entrenamiento muscular inspiratorio de alta intensidad versus simulación en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica: un ensayo prospectivo aleatorizado. 2013		
AUTOR	Ester Marco		
TIPO DE ESTUDIO	Ensayo clínico prospectivo, doble ciego, aleatorizado y controlado		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Veintidós pacientes con ICC NYHA clase funcional II - III hospital universitario de cuidados agudos en Barcelona, Cataluña, España	Los pacientes se distribuyeron entre dos grupos: el grupo I (Nº 11) recibió hi-IMT la carga se ajustó a la presión inspiratoria permitiendo realizar 10 repeticiones máximas consecutivas, la intensidad fue del 100% (10 RM) y el Grupo II (Nº 11) recibió simulación con carga de 10cm H2O. Ambos grupos realizaron cinco series de 10 repeticiones seguidas de 1 a 2 minutos de recuperación sin carga, dos veces al día, 7 días a la semana, durante 4 semanas.	-MIP -Disnea -Calidad de vida	Los pacientes en el grupo hi-IMT mostraron una mejora significativa en la fuerza muscular inspiratoria en el grupo de intervención en comparación con el grupo control (p 0.001), también hubo mejorías en la percepción de disnea. (p 0.004) No hubo diferencias significativas entre o dentro de los grupos en la calidad de vida.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

TÍTULO	Efectos del entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada. 2013		
AUTOR	Patricia Palau		
TIPO DE ESTUDIO	Ensayo prospectivo aleatorizado y controlado		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Fueron reclutados 26 pacientes con IC con fracción de eyección preservada (ICFEP) de la unidad de IC en el Hospital Clínico Universitario de Valencia.	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente al grupo entrenamiento IMT (Nº 14) y un grupo control (Nº 12) que recibió atención habitual. El grupo IMT ejercitó con carga al 30% de la MIP la cual fue modificada semanalmente de acuerdo al 30% de su MIP, ejercitaron dos veces al día, por 20 minutos durante 12 semanas.	-MIP -Capacidad funcional -Calidad de vida	El IMT aumentó significativamente la MIP ( $p < 0.001$ ), el VO2 pico ( $p < 0.001$ ), la distancia recorrida en la marcha de los 6 minutos ( $p < 0.001$ ) y mejoró la calidad de vida en comparación al grupo control ( $p = 0.037$ )

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

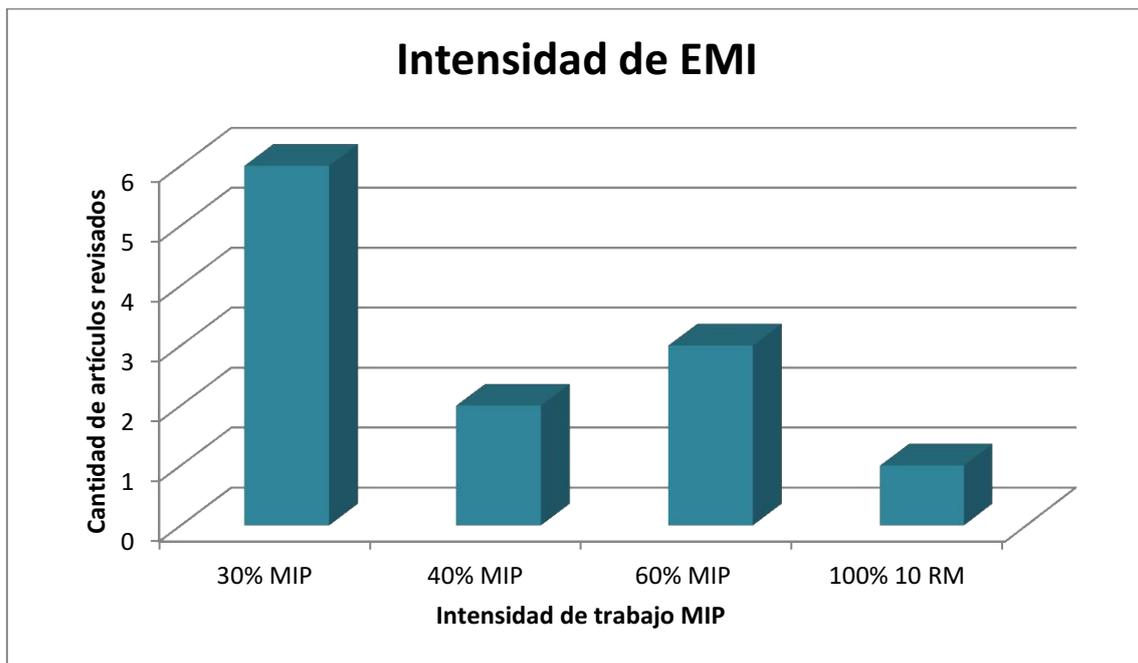
TÍTULO	El entrenamiento muscular inspiratorio mejora la oxigenación muscular intercostal y del antebrazo en pacientes con insuficiencia cardíaca crónica. 2017		
AUTOR	Adalgiza Moreno		
TIPO DE ESTUDIO	Ensayo clínico controlado aleatorizado		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Veintiséis pacientes con insuficiencia cardíaca de clase II o III de la NYHA y debilidad muscular inspiratoria.	Veintiséis pacientes con ICC fueron asignados aleatoriamente a un grupo IMT (Nº 13) y a un grupo control (Nº 13) sin tratamiento. El grupo IMT entrenó al 30% de la PIM, semanalmente se modificó de acuerdo al 30% de su MIP. Durante el entrenamiento debían mantener 15 respiraciones diafragmáticas por minuto, ejercitaron por 30 minutos al día, 6 veces por semana durante 8 semanas.	-MIP -Calidad de vida -Percepción de disnea -Capacidad funcional -Tiempo para alcanzar la fatiga	El entrenamiento muscular inspiratorio aumentó significativamente la MIP ( $p < 0.001$ ) mejoró la calidad de vida y la capacidad funcional durante la fatiga en comparación al grupo control ( $p < 0.001$ ). También hubo mejoras estadísticamente significativas en el cambio del tiempo para alcanzar la fatiga en el grupo IMT en comparación al grupo control ( $p < 0.05$ ). No presentó diferencias significativas en la percepción de disnea.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

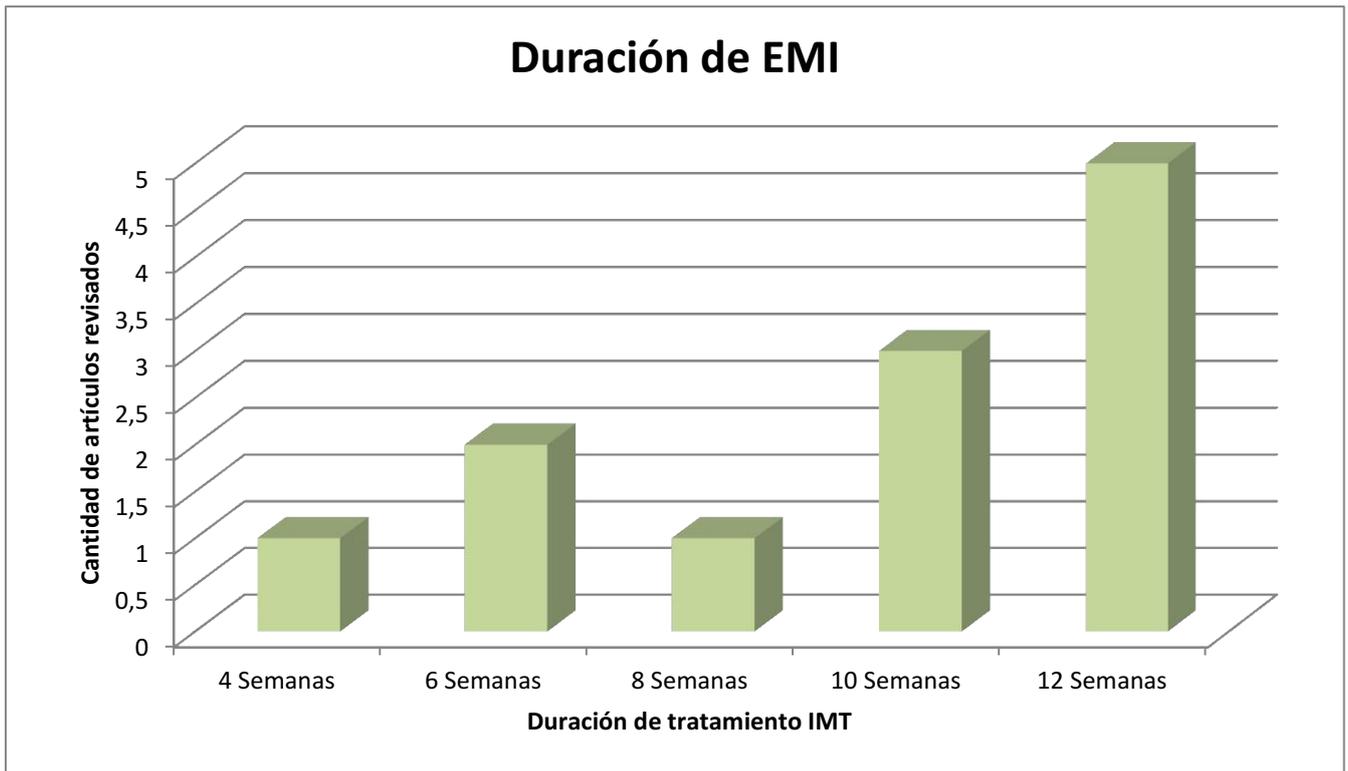
TÍTULO	Entrenamiento muscular inspiratorio en el hogar para el manejo de pacientes mayores con insuficiencia cardíaca con fracción de eyección preservada: ¿es importante la presión muscular inspiratoria basal? 2019		
AUTOR	Patricia Palau		
TIPO DE ESTUDIO	Estudio prospectivo		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Cuarenta y cinco pacientes con IC con fracción de eyección preservada clase funcional II-III NYHA, remitidos de la clínica ambulatoria de IC del Hospital Clínico Universitario de Valencia (España).	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente al grupo tratamiento con IMT (Nº 18) y el grupo control sin entrenamiento (Nº27). El grupo entrenamiento ejerció con una carga al 30% de su MIP y fue modificada semanalmente para mantenerla al 30%. Entrenaron dos veces al día durante 20 minutos durante 12 semanas.	-MIP -Capacidad funcional	El entrenamiento muscular inspiratorio aumentó significativamente la MIP ( $p < 0.001$ ) y el VO2 pico ( $p < 0.001$ ) luego de 12 semanas de tratamiento.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

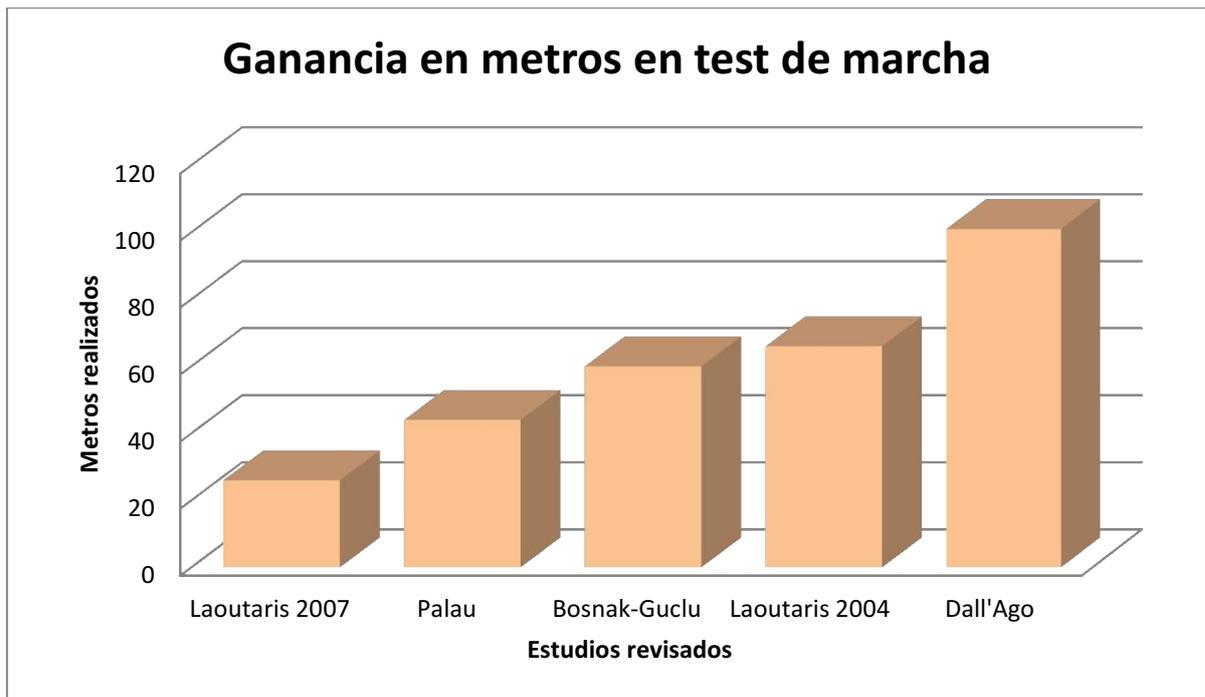
TÍTULO	El efecto del entrenamiento muscular inspiratorio sobre la fatiga y la disnea en pacientes con insuficiencia cardíaca: un ensayo aleatorizado y controlado. 2019		
AUTOR	Amir Hossein Pour		
TIPO DE ESTUDIO	Estudio prospectivo, aleatorizado, controlado		
POBLACIÓN-MUESTRA	INTERVENCIÓN	VARIABLES	RESULTADOS
Un total de 84 pacientes con IC clase funcional II-III-IV NYHA remitieron a dos hospitales de rehabilitación cardíaca en dos hospitales docentes afiliados a la Universidad de Ciencias Médicas de Lorestan, en el oeste de Irán.	Los pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de tratamiento (Nº 42) que recibieron IMT al 40% de la MIP y sus cargas de entrenamiento se ajustaron para mantener el 40% de la MIP semanalmente y un grupo de control (Nº42) que recibieron entrenamiento simulado IMT con una carga de trabajo fija del 10% de la MIP. Ambos grupos ejercitaron 30 minutos por día, cada serie incluía 3 minutos de entrenamiento seguida de 1 minuto de descanso, 7 días a la semana, durante 6 semanas. Debían mantener una respiración diafragmática de 10-15 e ir aumentando a 25-30.	-Percepción de disnea -Percepción de fatiga	El IMT generó una mejora estadísticamente significativa en la percepción de fatiga y de la disnea en el grupo tratamiento ( $p < 0.001$ ).



**Gráfico 1:** En el siguiente gráfico se puede observar los valores de intensidad de trabajo aplicados en los estudios mencionados. La intensidad de trabajo más utilizada fue de 30% de la MIP en 6 artículos, seguido por el de 60% de la MIP en 3 artículos, luego el 40% MIP en 2 artículos y por último de 100% de 10 RM en 1 artículo.



**Gráfico 2:** en el gráfico se puede ver la duración en semanas de aplicación del tratamiento del IMT. En 5 artículos la duración del tratamiento fue de 12 semanas, en 3 artículos fue de 10 semanas, en 2 artículos fue de 6 semanas, y en 2 artículos 4 y 8 semanas respectivamente.



**Gráfico 3:** en el siguiente gráfico se pueden observar los estudios en los que fue medida la ganancia en metros recorridos en la marcha de los seis minutos, Laoutaris et al. 2007 aumentó 26 m, Palau et al. 44 m, Bosnak-Guclu et al. 60 m, Laoutaris et al. 2004 66 m y finalmente Dall'Ago et al. alcanzó la mayor distancia de 101 m.

### VI. DISCUSIÓN:

Uno de los puntos más importantes a discutir es la falta de consenso y determinación en los parámetros a utilizar en la bibliografía y la heterogeneidad de los mismos entre los artículos revisados. Se requiere mayor investigación en cuanto los parámetros óptimos, y el protocolo de normalización para optimizar el tratamiento.

En relación al tiempo de aplicación por sesión del EMI se puede observar que el tiempo de aplicación varió desde los 10, 20 y 30 minutos como lo fue en los estudios de Bosnak-Guclu et al.(24), Dall'Ago et al.(25), Hossein Pour et al.(20) y Moreno et al.(26) quienes aplicaron el EMI durante 30 minutos, en cambio, en el artículo de Palau et al.(27) el EMI se aplicó durante 20 minutos, Padula et al.(28) aplicó en EMI entre 10 a 20 minutos, Mello et al.(29) constató la mínima duración de sesión de 10 minutos y finalmente en los artículos restantes no se especifica el tiempo utilizado.

Así también se encuentran discrepancias en la duración total del entrenamiento. Los estudios de Dall'Ago et al.(25), Mello et al.(29), Padula et al.(28) y en los de Palau et al.(30) y (27) fueron los que mayor tiempo de tratamiento evidenciaron, con una total de 12 semanas de aplicación, en cambio en los estudios de Laoutaris et al.(31), (32) y (33) la duración de tratamiento fue de 10 semanas, Moreno et al. (26) lo aplicó durante 8 semanas, Bosnak-Guclu et al.(24) y Hossein Pour et al.(20) fue de 6 semanas y solo se aplicó durante 4 semanas en el estudio de Marco et al. (34)

Por otro lado, en relación a la frecuencia semanal de entrenamiento, hubo mayor homogeneidad debido a que en 8 estudios se entrenó 7 veces a la semana como se muestra en los de Bosnak-Guclu et al.(24), Dall'Ago et al.(25), Hossein Pour et al.(20), Marco et al.(34), Mello et al.(29), Palau et al.(30) y (27) y Padula et al.(28). En los 3 estudios de Laoutaris et al.(31), (32) y (33) el ejercicio se realizó 3 veces a la semana, y solamente se realizó el entrenamiento 6 veces por semana en el estudio de Moreno et al. (26)

Por último en cuanto a los parámetros de aplicación, la intensidad de trabajo más utilizada en los estudios fue del 30% de la MIP observados en los estudios de Dall'Ago et al.(25), Mello et al.(29), Palau et al.(30) y (27), Moreno et al.(26) y Padula et al.(28). En los estudios de Laoutaris et al.(31), (32) y (33) se observó la mayor intensidad ya que se entrenó al 60% de la MIP. En dos estudios de Bosnak-Guclu et al.(24) y Hossein Pour et al.(20) el entrenamiento fue al 40% MIP. Y finalmente el estudio de Marco et al.(34) fue el que mayor discrepancia mostró ya que la intensidad

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

aplicada fue al 100% de 10 repeticiones máximas. Sin embargo, independientemente de la intensidad de trabajo aplicada, en todos los estudios se observan aumentos significativos en la MIP.

De los artículos seleccionados 11 de ellos evidencian mejorías estadísticamente significativas en la medición de la MIP luego del tratamiento EMI. Sin embargo en los estudios de Laoutaris et al.(31), (32) y (33) si bien se obtuvo un aumento en la MIP, también se percibió un aumento no tan elevado pero si significativo en el grupo control. Respecto a la capacidad funcional se obtuvieron aumentos estadísticamente significativos en los artículos en los que fue evaluada. De los cuales, 4 estudios (25), (33), (32) y (30) cuantificaron la CF mediante la prueba de ejercicio cardiopulmonar y la distancia recorrida en la marcha de los seis minutos, en cambio en 3 estudios (31), (29) y (27) solo se utilizó la prueba de ejercicio cardiopulmonar, en el estudio (24) se midió a través de la marcha de los 6 minutos y finalmente en el estudio (26) la CF fue evaluada mediante el estudio del consumo directo de oxígeno. Encontrando correlación entre lo demostrado en los artículos y lo planteado por la bibliografía.

El EMI se realizó en el domicilio de los pacientes en 9 de 12 artículos, los cuales fueron (28), (24), (30), (34), (27), (26), (25), (29) y (20). El EMI se llevó a cabo utilizando un dispositivo umbral IMT los participantes fueron examinados 1 vez por semana revisando la tarjeta de diario, midiendo la MIP y ajustando la intensidad de trabajo. Contrariamente en estudios de Laoutaris et al.(31), (32) y (33) el entrenamiento se realizó en el hospital a través de un régimen de resistencia inspiratoria incremental, proporcionado por un software, lo que permitió no sólo medir los variables a evaluar todas las sesiones sino que también permitió medir la presión arterial y la frecuencia cardíaca durante el entrenamiento. Además de esto, se obtuvieron grabaciones precisas del entrenamiento para verificar el cumplimiento del proceso. Y el uso de la biorretroalimentación puede ayudar al paciente a mantener niveles de intensidad a cargas casi máximas.

De los estudios que fueron llevados a cabo en el domicilio del paciente, el de Bosnak-Guclu et al.(24), Hossein Pour et al.(20), Padula et al.(28) y Palau et al.(27) y (30) los participantes recibieron un diario donde registraron la hora y los días de todas las sesiones de entrenamiento con el objetivo de registrar el cumplimiento y la adherencia al tratamiento, pero no fue así en los demás estudios. Al mismo tiempo los pacientes fueron seguidos por teléfono para verificar el desempeño correcto de los

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

ejercicios y los posibles problemas durante el entrenamiento sólo en los estudios de (24), (20), (28), y (28).

Contrariamente en los estudios de (31), (32) y (33) quienes fueron llevado a cabo en el hospital se controlaron todas las sesiones para garantizar una estrecha supervisión.

La percepción de disnea fue evaluada en 9 artículos en los que se evidenció una disminución significativa luego del tratamiento en comparación al grupo control, excepto en el estudio de Bosnak-Guclu et al.(24) quien indicó una disminución significativa de la disnea dentro los grupos pero no entre los grupos y Moreno et al.(26) el cual no obtuvo diferencias estadísticamente significativas. Tres estudios utilizaron a escala MMRC para la medición de la disnea y en seis artículos se midió a través de la escala Borg modificada. Demostrando correspondencia entre lo propuesto en la bibliografía y los artículos revisados.

La sensación de fatiga fue medida a través de la escala Fatigue Severity Scale en los artículos de Bosnak-Guclu et al.(24) en donde no se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos pero si dentro de ambos y en el estudio de Hossein Pour et al.(20) en el cual hay disminución significativa en el puntaje de la escala en el grupo tratamiento. Por otra parte Moreno et al.(26) evaluó el tiempo para alcanzar la fatiga el cual fue estadísticamente mayor en el grupo tratamiento.

En cuanto a los métodos de evaluación de la calidad de vida se observa correlación entre los estudios que la midieron y la bibliografía consultada. Siendo el cuestionario Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire el más utilizado por los autores como lo hicieron Dall'Ago et al.(25), Laoutaris et al. (33), Marco et al.(34), Padula et al.(28), Moreno et al.(26) y Palau et al.(30). Contrariamente sólo se utilizó el cuestionario SF-36 en los estudio de Bosnak-Guclu et al.(24), Padula et al.(28) y Marco et al.(34). En seis estudios de los mencionados anteriormente se demuestran mejoras estadísticamente significativas en la puntuación de la calidad de vida luego del tratamiento, así como también se observa disminución de la percepción de disnea y aumentos en la capacidad funcional por lo que se propone una estrecha relación entre ellos.

### Limitaciones:

- El período de publicación fue extendido debido a la falta de publicaciones en los últimos años. Por lo que el período de búsqueda fue desde 2004 a 2020.
- Escasa cantidad de artículos para analizar, quizás por falta de investigación de la temática elegida.
- En los estudios se utilizaron diferentes tipos de dispositivos por lo que no se pueden determinar los efectos individuales de cada uno, si no de forma global.

### VII. CONCLUSIÓN:

Como conclusión de la revisión bibliográfica realizada se puede afirmar que el EMI es beneficioso para el tratamiento de pacientes con IC. Se puede utilizar como una terapia adyuvante en el tratamiento, principalmente de aquellos pacientes con limitación para realizar ejercicio aeróbico.

Según lo analizado en los artículos seleccionados se llega a la conclusión de que el EMI genera aumentos significativos en la función pulmonar de hasta 33,31 cm H<sub>2</sub>O de la presión inspiratoria máxima.

En cuanto a la variable capacidad funcional también se observan mejoras estadísticamente significativas, aumentos de 59,4 metros alcanzados durante la marcha de los 6 minutos, así como también en la prueba cardiopulmonar de 2,5 ml/Kg/min.

Respecto a los objetivos específicos el EMI produce mejoras significativas en la percepción de disnea. Se evidencian disminuciones de 1,44 puntos en la escala Borg. En cuanto a la sensación de fatiga si bien sólo fue evaluada en dos estudios, se observa disminución de 14 puntos en la escala Fatigue Severity Scale. Y también en el tiempo para alcanzar la fatiga de 332 segundos.

En relación a los parámetros de aplicación del EMI se puede concluir:

- Intensidad: 30% de la MIP.
- Frecuencia de aplicación: 7 días a la semana.
- Duración total de tratamiento: 12 semanas.

En cuanto a la calidad de vida el EMI produce mejoras estadísticamente significativas, disminuye hasta 10,25 puntos en el cuestionario MLHFQ.

Finalmente con respecto a la identificación de los efectos de los diferentes tipos de dispositivos, si bien no se pueden diferenciar los efectos individuales de cada dispositivo, en todos, ya sea en el dispositivo umbral IMP manual, como en el régimen de resistencia inspiratoria incremental proporcionado por un software se demostraron aumentos significativos en las variables analizadas.

### VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Sociedad Argentina de cardiología. Consenso de insuficiencia cardíaca crónica. Rev Argent Cardiol. 2016; 84 (3): 5-17
2. Argente HA, Álvarez ME. Semiología médica: fisiopatología, semiotecnia y propedéutica : enseñanza basada en el paciente. 1ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2005.
3. Borja Ruiz Mateos; Jaime Campos Pavón; Pablo Aguar Carrascosa; Textbook AMIR Medicina. 2ª ed. Madrid: Marban; 2015.
4. Kumar V, Abbas A, Aster J. Robbins y Cotran Patología estructural y funcional 8ª ed. Barcelona: Elsevier; 2010.
5. Sociedad Argentina de cardiología. Consenso de diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardíaca crónica. Rev Argent Cardiol. 2010; 78 (2): 3-178
6. González Serafini C. Dispositivo Threshold IMT para el entrenamientomuscular respiratorio vs. fisioterapia respiratoria convencional en los pacientes que estuvieron internados en la Unidad de Terapia Intensiva. [Internet]. 2016 [citado el 16 de febrero de 2020]; 5(1): 283-360. Disponible en: <http://investigacion.uninorte.edu.py/wp-content/uploads/2018/07/v05-a05.pdf>
7. Wilmore J, Costill D. Fisiología del esfuerzo y del deporte. 6ª ed. Barcelona: Paidotribo; 2010.
8. Latarjet M, Ruiz Liard A. Anatomía humana. 4ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2005.
9. CoFA. Confederación farmacéutica Argentina [sede web]. Buenos Aires: CoFA; 2020 [actualizada año 2020; acceso 13 de marzo de 2020]. Disponible en: <http://www.cofa.org.ar/?p=34619>
10. Farreras Valenti P; Rozman C. Medicina interna. 16ª ed. Madrid: Elsevier España; 2009.
11. Sociedad Argentina de cardiología. Fisiopatología de la insuficiencia cardíaca. Rev Argent Cardiol. 2007; 1 (1): 2-11

12. Sociedad Argentina de cardiología. Consenso argentino de rehabilitación cardiovascular. Rev Argent Cardiol. 2019; 87 (3): 2-25
13. Raúl Oliveri. Insuficiencia cardíaca [Libro en internet]. 1er ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 1999 [acceso 13 de febrero 2020]. Disponible en: [https://books.google.com.ar/books?id=EA2zRbcsj38C&pg=PA240&dq=vo2+en+insuficiencia+cardiaca&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiiqOwm\\_rnAhWaErkGHZp-DEoQ6AEIKTAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ar/books?id=EA2zRbcsj38C&pg=PA240&dq=vo2+en+insuficiencia+cardiaca&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiiqOwm_rnAhWaErkGHZp-DEoQ6AEIKTAA#v=onepage&q&f=false)
14. West J, Luks A. Fisiología respiratoria: fundamentos. 9ª ed. Barcelona: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
15. Chen P, Liaw M, Wang L, Tsai Y, Hsin Y, Chen Y et al. Inspiratory muscle training in stroke patients with congestive heart failure. Medicine [Internet]. 2016. [citado 10 de febrero 2020]; 95(37): 48-56. Disponible en: [https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2016/09130/Inspiratory\\_muscle\\_training\\_in\\_stroke\\_patients.50.aspx](https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2016/09130/Inspiratory_muscle_training_in_stroke_patients.50.aspx)
16. Romero U, Gochicoa-Rangel L, Guerrero-Zúñiga S, Cid-Juárez S, Silva-Cerón M, Salas-Escamilla I, et al. Presiones inspiratoria y espiratoria máximas: Recomendaciones y procedimiento. [Internet] 2014; [citado el 29 de enero de 2020]; 78(2):135–41. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0028-37462014000400005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0028-37462014000400005)
17. Fisiocenter nature [sede web]. Valencia: Fisiocenter nature; 2016 [actualizada año 2019; acceso 14 de marzo de 2020]. Disponible en: <https://www.fisiocenternature.es/salud/que-es-el-core/>
18. Burkhalter N. Evaluación de la escala borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardíaca. [Internet] 1996; [citado el 18 de enero de 2020]; 4(3): 65-73. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Evaluaci%C3%B3n-de-la-escala-Borg-de-esfuerzo-percibido-Burkhalter/6200bce13d576164e7e52a936b2efe3ab51b18e0>
19. Campos J. Manual de diagnóstico y terapéutica en Neumología. [Libro en internet]. 3ª ed. Madrid: Ergon; 2016 [Fecha de consulta]. Disponible en: [https://www.neumosur.net/publicaciones\\_ebooks\\_contenidos.php?id=12](https://www.neumosur.net/publicaciones_ebooks_contenidos.php?id=12)

20. Hossein Pour A, Gholami M, Saki M, Birjandi M. The effect of inspiratory muscle training on fatigue and dyspnea in patients with heart failure: A randomized, controlled trial. *Jpn J NursSci* [Internet]. 2019 [citado el 27 de enero de 2020]; 47(4): 757-763. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-31429207>
21. Sociedad Argentina de cardiología. Consenso Argentino de Prueba Ergométrica Graduada. *Rev Argent Cardiol*. 2010; 78(1): 42-49
22. Aguirre Montoya J, Carmona Heredia A, Pinedo Iguíñez M, RiusFerrús L, Salmerón Hernández M, De Castro Arizmendi R et al. Estudio de la calidad de vida en pacientes con insuficiencia cardíaca. *EnfermCardiol* [Internet]. 2009 [citado el 10 de febrero de 2020]; 46(1):11-16. Disponible en: <https://www.enfermeriaencardiologia.com/wp-content/uploads/4601.pdf>
23. Seco Calvo J, Aguilar Ferrándiz E, Castro Sánchez A, Gómez P. Sistema cardiovascular.. 1ª ed. Madrid: MédicaPanamerican; 2018.
24. Bosnak-Guclu M, Arikan H, Savci S, Inal-Ince D, Tulumen E, Aytemir K, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *RespirMed* [Internet]. 2011 [citado el 28 de enero de 2020]; 105(11):1671–81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21621993/>
25. Dall'Ago P, Chiappa GRS, Guths H, Stein R, Ribeiro J. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. *J Am CollCardiol* [Internet]. 2006 [citado el 27 de enero de 2020]; 47(4): 757–63. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16487841/>
26. Moreno A, Toledo-Arruda A, Lima J, Duarte C, Vilacortta H, Nóbrega A. Inspiratory Muscle Training Improves Intercostal and Forearm Muscle Oxygenation in Patients With Chronic Heart Failure: Evidence of the Origin of the Respiratory Metaboreflex. *J CardFail* [Internet]. 2017 [citado el 18 de enero de 2020]; 23(9): 672-679. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28499979>
27. Palau P, Domínguez E, Ramón J, López L, Briatore A, Tormo B, et al. Home-based inspiratory muscle training for management of older patients with heart failure with preserved ejection fraction: does baseline inspiratory muscle pressure matter?. *Eur J CardiovascNurs* [Internet]. 2019 [citado el 19 de enero

- de 2020]; 18(7): 621–7. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31148459/>
28. Padula C, Yeaw E, Mistry S. A home-based nurse-coached inspiratory muscle training intervention in heart failure. *ApplNurs Res [Internet]*. 2009 [citado el 19 de enero de 2020]; 22(1): 18–25. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19171291/>
29. Mello P, Guerra G, Borile S, Rondon M, Alves M, Negrão C, et al. Inspiratory Muscle Training Reduces Sympathetic Nervous Activity and Improves Inspiratory Muscle Weakness and Quality of Life in Patients With Chronic Heart Failure. *J CardiopulmRehabilPrev [Internet]*. 2012 [citado el 30 de enero de 2020]; 32 (5): 255-61. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22785143/>
30. Palau P, Domínguez E, Núñez E, Schmid J, Vergara P, Ramón JM, et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure with preserved ejection fraction. *Eur J PrevCardiol [Internet]*. 2013 [citado el 30 de enero de 2020]; 21(12): 1465–73. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23864363/>
31. Laoutaris I, Dritsas A, Brown M, Manginas A, Kallistratos M, Chaidaroglou A, et al. Effects of inspiratory muscle training on autonomic activity, endothelial vasodilator function, and N-terminal pro-brain natriuretic peptide levels in chronic heart failure. *J CardiopulmRehabilPrev [Internet]*. 2008 [citado el 25 de enero de 2020]; 28(2): 99–106. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18360185/>
32. Laoutaris I, Dritsas A, Brown M, Manginas A, Kallistratos M, Degiannis D, et al. Immune response to inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure. *Eur J CardiovascPrevRehabil [Internet]*. 2007 [citado el 21 de enero de 2020]; 14(5): 679–85. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17925628/>
33. Laoutaris I, Dritsas A, Brown M, Manginas A, Alivizatos P, Cokkinos D. Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnea and improves functional status in patients with chronic heart failure. *Eur J CardiovascPrevRehabil. [Internet]*. 2004 [citado el 21 de enero de 2020]; 11(6): 489–96. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15580060/>
34. Marco E, Ramírez-Sarmiento A, Coloma A, Sartor M, Comin-Colet J, Vila J, et al. High-intensity vs. sham inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized trial. *Eur J HeartFail [Internet]*. 2013

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

[citado el 21 de enero de 2020]; 15(8): 892–901. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23512093/>

X. ANEXOS

Escala Borg(18)

**ESFUERZO PERCIBIDO**

- 01
- 02
- 03 EXCESIVAMENTE LIVIANO
- 04
- 05 LIVIANÍSIMO
- 06
- 07 MUY LIVIANO
- 08
- 09 LIVIANO
- 10
- 11 NI LIVIANO NI PESADO
- 12
- 13 PESADO
- 14
- 15 MUY PESADO
- 16
- 17 PESADÍSIMO
- 18
- 19 EXCESIVAMENTE PESADO
- 20

Escala MRC modificada (19)

### ESCALA MODIFICADA DE DISNEA (mMRC)

ESCALA MODIFICADA DE DISNEA (mMRC)	
GRADO	ACTIVIDAD
0	Ausencia de disnea al realizar ejercicio intenso
1	Disnea al andar deprisa en llano, o al andar subiendo una pendiente poco pronunciada.
2	La disnea le produce una incapacidad de mantener el paso de otras personas de la misma edad caminando en llano o tener que parar para descansar al andar en llano a su propio paso.
3	La disnea hace que tenga que parar a descansar al andar unos 100 metros o pocos minutos después de andar en llano.
4	La disnea impide al paciente salir de casa o aparece con actividades como vestirse o desvestirse.

## Entrenamiento muscular inspiratorio en insuficiencia cardíaca

### Escala MLHFQ (22)

	NO	MUCHO POCO			DEMACIADC	
	0	1	2	3	4	5
1. Le ha provocado hinchazón de los tobillos y piernas	( )	( )	( )	( )	( )	( )
2. Usted ha tenido necesidad de sentarse o acostarse para descansar durante el día	( )	( )	( )	( )	( )	( )
3. Su marcha y subida de escaleras se han vuelto difíciles	( )	( )	( )	( )	( )	( )
4. Sus tareas del hogar se han vuelto difíciles	( )	( )	( )	( )	( )	( )
5. Sus salidas de casa se han vuelto difíciles	( )	( )	( )	( )	( )	( )
6. Tener una buena noche de sueño se ha vuelto difícil	( )	( )	( )	( )	( )	( )
7. Sus relaciones o actividades con familiares y amigos se han vuelto difíciles	( )	( )	( )	( )	( )	( )
8. Su trabajo para ganar la vida se ha vuelto difícil	( )	( )	( )	( )	( )	( )
9. Sus entretenimientos, deportes y diversión se ha vuelto difíciles	( )	( )	( )	( )	( )	( )
10. Su actividad sexual se ha vuelto difícil	( )	( )	( )	( )	( )	( )
11. Sus ganas de comer las comidas que a usted le gusta más se ha disminuido	( )	( )	( )	( )	( )	( )
12. Ha sentido falta de aire	( )	( )	( )	( )	( )	( )
13. Le ha dejado cansado, fatigado o con poca energía	( )	( )	( )	( )	( )	( )
14. Le ha obligado a quedar hospitalizado	( )	( )	( )	( )	( )	( )
15. Le ha hecho gastar dinero con cuidados médicos	( )	( )	( )	( )	( )	( )
16. Las medicaciones le han provocado reacciones adversas	( )	( )	( )	( )	( )	( )
17. Usted ha sido un incómodo para sus familiares y amigos	( )	( )	( )	( )	( )	( )
18. Usted ha sentido falta de tener el autocontrol de su vida	( )	( )	( )	( )	( )	( )
19. Usted se ha preocupado últimamente	( )	( )	( )	( )	( )	( )
20. Concentrarse o acordarse de las cosas se ha vuelto difícil para usted	( )	( )	( )	( )	( )	( )
21. Usted se ha sentido deprimido	( )	( )	( )	( )	( )	( )