



**Universidad  
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN TERAPIA  
FÍSICA Y REHABILITACIÓN**

“CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN EL ENTRENAMIENTO FÍSICO  
DE MIEMBRO SUPERIOR Y SU RELACIÓN CON LA CLASE  
FUNCIONAL EN PACIENTES RESPIRATORIOS CRÓNICOS DEL  
HOSPITAL CENTRAL FAP, LIMA -2017”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE TECNÓLOGO MÉDICO EN  
TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN

Presentado por:

**AUTOR:** BACH. TENORIO RAMÍREZ, JACQUELINE  
ELVIRA.

BACH. PARI FLORES, VANESSA SANDRA.

**ASESOR:** Lic. CHERO PISFIL, SANTOS.

**LIMA- PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por ser mi mayor ejemplo de perseverancia y fortaleza, por ser mi mayor ejemplo a seguir, por su apoyo incondicional y por el sacrificio que hacen cada día por nosotros, sus hijos.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer a todos nuestros docentes que contribuyeron con su apoyo incondicional para la elaboración de esta tesis. En especial a nuestro asesor, quien con su confianza nos proporcionó grandes aportes invaluable e ideas siempre ligadas a la mejora del paciente, y a nuestra capacidad de ser grandes profesionales.

**ASESOR DE TESIS**  
Lic. Santos chero Pisfil

## **JURADO**

Mg. Herminio Teófilo Camacho Conchucos (Presidente)

Lic. Luis Alberto Tito Gonza (Secretario)

Lic. Mónica Judith García Bendezú (Vocal)

## INDICE

<b>I EL PROBLEMA</b>	<b>Pág.</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Formulación del problema.....	14
1.3. Justificación.....	15
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1 Objetivos Generales.....	16
1.4.2 Objetivos Específicos.....	16
<b>II. MARCO TEORICO</b>	
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Base teórica.....	24
2.3. Términos Básicos.....	52
2.3. Hipótesis.....	55
2.4. Variables.....	55
<b>III. DISEÑO METODOLOGICO</b>	
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	58
3.2. Población y muestra.....	60
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos.....	62
3.5. Aspectos éticos.....	62
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. Resultados.....	64
4.2. Discusión.....	70
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
5.1. Conclusión.....	75
5.2. Recomendaciones.....	76
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.....	66
Tabla 2.....	67
Tabla 3.....	68
Tabla 4.....	69

## INDICE DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
Grafico 1.....	64
Grafico 2.....	65

## RESUMEN

El VO<sub>2</sub>max es el ritmo máximo que el cuerpo puede tomar, distribuir y utilizar oxígeno en la realización de un ejercicio que utiliza una masa muscular considerable, en esta ocasión será medido mediante el ergómetro de brazo.

**Objetivo:** Determinar el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en los pacientes respiratorios crónicos.

**Materiales y métodos:** Es estudio correlacional, cuantitativa, transversal, de un diseño observacional, se utilizó una ficha de recolección de datos, con una población de 50 pacientes, una muestra no probabilística por conveniencia de 33 pacientes con patologías respiratorias crónicas no transmisibles, que acudieron al servicio de neumología del hospital de la FAP para realizar el ejercicio en el ergómetro de brazo en setiembre del 2017.

**Resultados:** Muestran que en la clase funcional I, el VO<sub>2</sub>max es (25.8 ± 3.4); en relación al sexo las mujeres (27 ± 2.2), en las patologías el asma es (27 ± 2.0) y con respecto a la edad 60-80 años son los que consumen más oxígeno (20.5 ± 4.75).

**Conclusiones:** La clase funcional de tipo I es la predominante, así como en las mujeres y la patología más influyente es el asma y que a mayor edad mayor consumo de oxígeno.

**Palabras claves:** Consumo máximo de oxígeno, ergómetro de brazo, bronquiectasia, asma, fibrosis pulmonar, EPOC.

## SUMMARY

VO<sub>2</sub>max is the maximum rhythm that the body can take, distribute and use oxygen in the performance of an exercise that uses a considerable muscle mass, this time will be measured by the arm ergometer.

Objective: To determine the maximum oxygen consumption in upper limb physical training and its relationship with the functional class in chronic respiratory patients.

Materials and methods: Correlational, quantitative, cross-sectional study of an observational design, a data collection form was used, with a population of 50 patients, a non-probabilistic sample for convenience of 33 patients with non-transmissible chronic respiratory diseases, which they went to the pneumology service of the FAP hospital to perform the exercise in the arm ergometer in September 2017.

Results: Show that in functional class I, VO<sub>2</sub>max is ( $25.8 \pm 3.4$ ); in relation to sex, women ( $27 \pm 2.2$ ), in pathologies, asthma is ( $27 \pm 2.0$ ) and with respect to age, 60-80 years are those that consume more oxygen ( $20.5 \pm 4.75$ ).

Conclusions: The functional class of type I is the predominant one, as well as in women and the most influential pathology is asthma and that with greater age greater oxygen consumption.

Key Words: Maximum oxygen consumption, arm ergometer, bronchiectasis, asthma, pulmonary fibrosis, COPD.

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Los datos referentes a la mortalidad y morbilidad revelan el impacto creciente y desproporcionado de la epidemia en los entornos con recursos escasos, siendo el 80% de las muertes causadas por enfermedades cardiovasculares y diabetes así como alrededor del 90% son causadas por enfermedades pulmonares obstructivas en países de ingresos bajos y medios <sup>(1)</sup>.

En el Perú 3 millones de habitantes presentan asma bronquial y 1.2 millones de personas en Lima Metropolitana según su severidad <sup>(2)</sup>. El MINSAL (Ministerio de Salud de Chile) muestra que el 24,5 % de la población total presenta síntomas respiratorios crónicos. La prevalencia del asma bronquial, cercana al 10 % en niños de 13 a 14 años, documentándose una tendencia creciente de la enfermedad.

Según las estadísticas recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el EPOC es considerada como la cuarta causa mayor de muerte en el mundo, aproximadamente 210 millones de personas en el mundo lo padecen <sup>(3)</sup>. Siendo su mayor característica la falta de aire y la productividad de flema, dificultando la participación en actividades que requieran esfuerzo físico <sup>(3)</sup>. Se estima que en 2015 murieron por esta causa cerca de 3 millones de personas en todo el mundo lo cual representa un 5% de todas las muertes registradas al año, el 90% de la enfermedad se producen en países bajos y de medianos ingresos, siendo algunos

casos de EPOC como consecuencias del asma crónica <sup>(4)</sup>. El 85 % de los pacientes con EPOC hipoxémicos, presentan un deterioro adecuado del uso de la oxigenación <sup>(5)</sup>.

Teniendo en cuenta que el intercambio gaseoso es fundamental, así como en las funciones de la fisiología respiratoria es la ventilación, perfusión pulmonar y la difusión <sup>(6)</sup>. El corazón y los pulmones funcionan en conjunto como una unidad para suministrar oxígeno (O<sub>2</sub>) <sup>(7)</sup>. William Cristancho menciona que el sistema respiratorio cumple diferentes y complejas funciones relacionadas con el manteniendo de la vida, siendo fundamental para la realización de actividades físicas y de entrenamiento <sup>(8)</sup>.

El entrenamiento físico va encaminado a mejorar la resistencia física (9). Para lo cual las pruebas de esfuerzo físico nos van a proporcionar mediciones cardiovasculares y respiratorias a las que se denominan Pruebas de Esfuerzo Cardiovasculares y Respiratorias (PECR) <sup>(10)</sup>.

En 1923 se hicieron los primeros estudios sobre consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.) <sup>(11)</sup>. Puede definirse el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub> máx.) como el ritmo máximo que toma el cuerpo, distribuye o utiliza O<sub>2</sub> durante la realización del ejercicio en la utilización de masa muscular <sup>(8)</sup>.

En los 70´ se hicieron los primeros estudios de biopsia para analizar las fibras musculares. Y ya en los últimos 30 años James Watson y Francis Crick demostraron la relación de biología molecular y la genética a través del ácido

desoxirribonucleico (ADN). Ya en el siglo veinte (XX) la fisiología del ejercicio pasó a medir la funcionabilidad del cuerpo en relación con el oxígeno ( $O_2$ ), respiración y frecuencia cardiaca <sup>(7)</sup>.

Para el consumo de máximo oxígeno suele utilizarse la abreviatura  $VO_2$  máx. En la que V representa el volumen consumido por minuto,  $O_2$  el oxígeno, y máx. Representa las condiciones máximas. De este modo, el  $VO_2$  máx., es el máximo volumen de  $O_2$  que utiliza el cuerpo por minuto <sup>(12)</sup>.

En un estudio realizado en Colombia se demostró que el  $VO_2$  máx., de todo el cuerpo es absolutamente mayor a diferencia de ser segmentado. Pero a su vez se demostró que los miembros superiores tienen mayor  $VO_2$  máx., comparado con los miembros inferiores <sup>(13)</sup>.

En la gama de la Fisioterapia Respiratoria vamos a tener como prioridad aquellas enfermedades que nos dan como antecedente a los estudios de variación del  $VO_2$  máx. En enfermedades respiratorias crónicas como el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) <sup>(14)</sup>. En nuestro país la fisioterapia cardio-respiratoria ha experimentado grandes cambios, basándose en la práctica y evidencia científica. Es por ello la importancia de determinar el  $VO_2$  máx., en los pacientes durante el entrenamiento de miembro superior. Teniendo en cuenta que puede favorecer a los pacientes con patologías respiratorias crónicas, los mismos que dependen del tiempo de riesgo como respuesta al ejercicio para la medición del  $VO_2$ . En los años 60' se hicieron estudios bioquímicos sobre la adaptación de los músculos al entrenamiento físico.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **Problema General**

¿Cuál es el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en pacientes respiratorios crónicos del Hospital Central FAP, Lima- 2017?

### **Problemas Específicos**

- ¿Cómo influye el sexo en el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en los pacientes respiratorios crónicos del Hospital Central FAP, Lima- 2017?
- ¿Cómo influye la patología en el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en los pacientes respiratorios crónicos del Hospital Central FAP, Lima- 2017?
- ¿Cómo influye la edad en el consumo máximo de oxígeno en relación al entrenamiento físico de miembro superior con referencia a la clase funcional en los pacientes respiratorios crónicos del Hospital Central FAP, Lima 2017?

### 1.3. Justificación

El presente proyecto de investigación, se realizó para determinar la respuesta según el nivel del  $VO_{2\text{máx}}$  y su relación con la clase funcional en pacientes con patologías respiratorias crónicas durante el entrenamiento físico de miembro superior.

La teoría nos menciona que existe variaciones del  $VO_{2\text{máx}}$  en pacientes con estas patologías crónicas, la cual busca determinar su nivel de medición, siendo un gran motivo para los pacientes orientarlos sobre sus actividades laborales y actividades de la vida diaria.

El presente trabajo busco orientar a los pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, teniendo en cuenta su comportamiento en las actividades de la vida diaria; así como en las actividades laborales. A través del entrenamiento de miembro superior el cual tiene gran relevancia a pesar del grado de evidencia de tipo B, reportados en las diferentes literaturas; de la misma manera este proyecto pretendió modificar situaciones emocionales como: frustración, ansiedad y daños psicológicos propios de la enfermedad de estos pacientes con patologías respiratorias crónicas, devolviendo su funcionabilidad e insertándolos socialmente.

Este proyecto además tuvo una respuesta de conocimiento hacia las diferentes áreas de salud y una mayor contribución hacia el entrenamiento físico ubicando a cada uno de nuestros pacientes en su nivel de respuesta del  $VO_{2\text{máx}}$ . Y su relación

con la clase funcional; brindando mejoras en los estilos de vida en cada uno de nuestros pacientes con alteraciones cardio-respiratorias.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en los pacientes respiratorios crónicos.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Establecer la influencia del sexo en el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en pacientes respiratorios crónicos.
- Establecer la influencia de la patología en el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en pacientes respiratorios crónicos.
- Establecer la influencia de la edad en el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en pacientes respiratorios crónicos.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **Antecedentes internacionales:**

##### **Antecedente N°1.**

Juan C. et al <sup>(13)</sup>, en su investigación titulada “¿Puede la frecuencia cardiaca ser un estimador del consumo de oxígeno para segmentos corporales?” hecha en Colombia en el año 2015. Su objetivo fue determinar la relación entre el consumo de oxígeno por segmentos corporales y la frecuencia cardíaca, donde se estableció una relación entre frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno y el porcentaje de consumo máximo de oxígeno mediante ergoespirometría y pulsometría en 30 individuos expuestos a cargas máximas ejecutadas con todo el cuerpo, miembros inferiores y miembros superiores. Llegando a la conclusión que la frecuencia cardiaca es un estimador que se usa con frecuencia para la estimación del consumo de oxígeno. Empleado para la evaluación de la carga física global. Sin embargo, no ha sido utilizado para la evaluación que no involucre todo el cuerpo. Usando el método de ergoespirometría y pulsometría expuestos a cargas máximas en todo el cuerpo, miembros superiores y miembros inferiores. La edad media de la población fue de 24+- 3,7 años, en un rango entre 22 y 37 años, la talla estuvo entre 157 y 181, la media en caso de mujeres fue de 165,3 +- 4,5cm y los hombres de 173,4 +-5,0 cm, siendo el peso de 65,8 +- 7,7 kg. Donde referente al consumo de oxígeno de todo el cuerpo en relación al sexo si se encontró diferencias significativas siendo  $p=0,000$  y en miembros superiores e

inferiores  $p=0,000$ . Dando como resultado que se encontraron diferencias significativas del consumo máximo de oxígeno entre género y segmentos, dada por la cantidad y tamaño de la masa muscular, intensidad y las características individuales.

## **Antecedente N° 2**

Martín S. et al <sup>(15)</sup>, en la investigación “Respuesta Ventilatoria al ejercicio post-entrenamiento de miembros superiores en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica” en Argentina en el 2013. El objetivo fue evaluar la respuesta metabólica y respiratoria al ejercicio no sostenido de MS en pacientes con EPOC, y determinar si el entrenamiento de MS modificó el patrón ventilatorio, disminuyendo la hiperinsuflación. Su metodología estuvo relacionada a la frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno y el porcentaje de consumo máximo de oxígeno mediante ergoespirometría y pulsometría, teniendo así a 30 individuos expuestos a cargas máximas ejecutadas con todo el cuerpo, miembros inferiores y miembros superiores. Su diseño de investigación fue de tipo descriptivo; con una población de 30 individuos y una muestra de 30. Donde los resultados fueron que en el grupo de entrenamiento sostenido de MS se redujo en un 26% ( $p=0,009$ ), en el grupo control hubo un aumento de 5.98% ( $p=NS$ ); comparando ambos grupos en entrenamiento sostenido de MS, el grupo control de tiempo espiratorio ( $T_e$ ) y de tiempo inspiratorio ( $T_i$ ) de  $p=0,049$ , el flujo medio inspiratorio ( $VT/T_i$ ) fue de  $p=0,0015$  mayor al de  $T_i$  ( $p=0,0019$ ) y del tiempo inspiratorio total ( $T_i/ Tot$ ) es de  $p=0,000076$ . Las diferencias antes y después del entrenamiento de miembro superior (MS) de la frecuencia respiratoria (FR) y de la diferencia del intervalo de confianza (CI) correlacionan moderadamente ( $r=0,53$ ,  $p=0,001$ ) y no presentando

correlación en la ventilación antes y después de del entrenamiento de MS. En conclusión, el ejercicio de MS provoca en paciente con EPOC, un aumento de la demanda metabólica y respiratoria, generando modificaciones ventilatorias y permitiendo así la disminución de la hiperinsuflación, especialmente por reducción de la frecuencia cardíaca. Llego a la conclusión que es posible predecir el consumo de oxígeno de miembros superiores y de miembros inferiores y el VO<sub>2</sub> máximo a partir de los valores de la frecuencia cardíaca, la cual puede ser usada como estimador del consumo de oxígeno para los segmentos corporales.

### **Antecedente N° 3**

Vilma Rocío Gómez Prada <sup>(16)</sup>, en su investigación “Entrenamiento de miembros superiores en rehabilitación pulmonar” en Colombia en el año 2011. Tuvo como objetivo hacer una revisión de la evidencia disponible acerca de las causas que limitan la capacidad para el ejercicio de miembros superiores en personas con enfermedades respiratorias crónicas, al igual que de la utilidad del entrenamiento de los miembros superiores, sus efectos y algunas consideraciones para su aplicación en la práctica clínica cotidiana. Este artículo es el resultado de una revisión no sistemática de la literatura, con el fin de sintetizar la información disponible según nuestra búsqueda bibliográfica, dada en nuestra base de datos *Science Direct, The Cochrane Library, Ovid: EBM Reviews- Complete, Ovid: Medline y Ovid: Your-Journals@Ovid*. En este programa se realizaron una serie de ejercicios con carga constante e incremental con ergometro de brazo, e incluso se incorporó actividades cotidianas como reemplazo de bombillas, lámparas, ollas, etc. Esto se realizó con dos grupos comparativos conformado por individuos sanos y patológicos, demostrando que los individuos sanos durante el ejercicio de

miembros superiores representaban un 60% y 70% de consumo de oxígeno alcanzado con un ejercicio de miembro inferior. En el grupo de pacientes con patologías se presentaron cambios en las variables metabólicas y ventilatorias, observadas a su vez en las actividades de la vida diaria, demostrando así que los pacientes con EPOC pueden llegar a utilizar desde un 43% hasta un 61% de consumo de oxígeno máximo en actividades básicas cotidianas y durante el ejercicio entre 75% y 95% del consumo de oxígeno; en los pacientes con fibrosis quística el índice de disnea durante la realización del ejercicio de miembros superiores fue de 109% siendo lo normal <85%, indicando así que si presenta limitación ventilatoria al realizar ejercicios de miembro superior. Se llegó a la conclusión que existen grandes beneficios del entrenamiento de miembros superiores en la fuerza muscular, capacidad aeróbica y la capacidad para el ejercicio y con menor evidencia para la disminución de la sintomatología (disnea y fatiga de miembros superiores).

#### **Antecedente N° 4**

Manual D. et al <sup>(17)</sup>, en su investigación titulada “Entrenamiento de las extremidades superiores en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica” realizada en el año 2011. Tuvo como objetivo evaluar si el entrenamiento muscular de extremidades superiores alivia la disnea, aumenta la capacidad de realizar ejercicio y mejora la calidad de vida en pacientes con EPOC. Los estudios aleatorizados- controlados publicados en la literatura han evaluado la capacidad de ejercicios, resistencia a la fatiga y la calidad de vida. Sus evidencias fueron: *Epsteins y Cols, Ries y Cols, Lake y Cols, Bauldoff y Cols*. Estos resultados demostraron que el programa de miembro superior promueve mejoras junto al de

miembro inferior, para dar con ello una mejora en la fuerza muscular, la capacidad al ejercicio, reducción de la ventilación (41% a 21%,  $p < 0,05$ ) y del consumo de oxígeno (58% a 38%,  $p < 0,05$ ) en pacientes con EPOC, demostrando así cambios significativos. En este mismo programa *Ries* y *Cols* demostraron en un grupo aleatorizado conformado por 45 pacientes con EPOC, que existieron cambios de la percepción de la disnea así como de fatiga disminuyendo de forma significativa. Llegando a la conclusión de que es recomendable en los programas de rehabilitación respiratoria, incorporar el entrenamiento muscular de extremidades superiores y debe estar asociado al entrenamiento muscular de MMII, por los cuales se obtiene mejores resultados para los pacientes.

#### **Antecedente N°5**

Delgado A. et al <sup>(18)</sup>, en su investigación “Comparación del efecto de tres programas de ejercicio físico sobre la capacidad funcional cardio- respiratoria, musculo esquelética y la calidad de vida en pacientes masculinos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), del hospital Rafael A. Calderón Guardia. Campus Presbítero Benjamín Núñez, Heredia en Costa Rica” realizada en el año 2010. Su objetivo fue determinar el efecto de distintos métodos de ejercicio físico (aeróbico, contra resistencia y combinado), sobre la calidad de vida en sujetos masculinos con EPOC. Tuvo un diseño de investigación cuasi experimental y longitudinal, en la que busca conocer en qué medida distintos programas de ejercicio físico contribuyen en el mejoramiento de la capacidad funcional cardio respiratoria, músculo esquelético y la calidad de vida en pacientes de género masculino con (EPOC). Estuvo conformado por una población de 20 sujetos diagnosticados con EPOC moderado a severo entre los 45 a 80 años de edad,

ellos fueron escogidos por conveniencia según los criterios estipulados para su inclusión en el estudio, caracterizados por la presencia de limitación respiratoria crónica. Se realizaron técnicas de recolección de datos tales como: Escala *Barthel*, *St. George Respiratory Questionnaire (CRSG)*, *Health Questionnaire (GHQ)* y la escala modificada de *Borg*. Los estándares realizados en el tiempo de duración en la prueba de ejercicio cardiopulmonar, según el tipo de ejercicio realizados fueron estadísticamente significativos con un valor  $p=0,006$ , así como en los cambios de FC con un valor  $p=0,030$ , FR con  $p= 0,007$ , VO<sub>2</sub> Max  $p=0.030$ , cambios en los síntomas de EPOC  $p=0,001$ , cambios en las actividades de forma significativa y calidad de vida  $p=0,046$ . Las conclusiones fueron que después de un programa de ejercicio físico se espera un incremento en la FR, como medio compensatorio por el aumento de CO<sub>2</sub>, dadas la mayor cantidad de actividad física que se realiza. Al presentarse mejoras a nivel cardiaco, pulmonar y sistémico con el ejercicio, se aumenta el VO<sub>2</sub> en el paciente EPOC, lo que mejora su trabajo respiratorio y su respuesta ante las actividades diarias. Al incrementar la tolerancia al ejercicio en el EPOC, se incrementa su nivel de independencia para la realización de actividades cotidianas, lo cual favorece que abandone el sedentarismo provocado por la disnea. La ansiedad y la depresión en el paciente EPOC disminuyen significativamente al incrementar su tolerancia al ejercicio, al ser provocada esta por el nivel de dependencia, secundario a la disnea, se incrementan sus actividades cotidianas reforzando así la seguridad en sí mismo. El paciente EPOC presenta como limitante principal la disnea, al disminuir este factor, su calidad de vida mejora de forma considerable en múltiples aspectos, independencia, salud mental, seguridad, autoestima.

## **Antecedente N°6**

Diana M. et al <sup>(19)</sup>, en su investigación “Respuesta Hemodinámica con el entrenamiento en resistencia y fuerza muscular de miembros superiores en rehabilitación cardiaca” en Colombia en el año 2007, tuvo por objetivo valorar la respuesta hemodinámica (frecuencia cardiaca, tensión arterial) durante el entrenamiento de resistencia a la fuerza muscular en los pacientes que asisten a un programa de rehabilitación cardiaca. Este estudio tuvo una metodología de tipo experimental prospectiva; con una población de 175 pacientes, 135 hombres y 40 mujeres con un promedio de edad de 58,79 años, los cuales presentaron enfermedad coronaria con y sin procedimientos de revascularización, cirugía de cambios valvulares, síncope y corrección quirúrgica de anomalías congénitas. En la muestra indica que los pacientes asistieron a un programa de Rehabilitación Cardiaca de la Fundación *Abood Shaio* durante la fase II, con previo entrenamiento aeróbico de al menos seis semanas (12 sesiones), quienes cumplieron con al menos seis sesiones de entrenamiento de resistencia a la fuerza muscular, en el periodo de agosto de 2004 y agosto de 2005. Tuvo como resultado que la fuerza muscular evidencio un aumento significativo de  $1,92 \pm 2,49$  ( $p < 0,001$ ), evidenciando un incremento en los varones de  $2,03 \pm 2,57$  ( $p < 0,001$ ) y en las mujeres de  $1,46 \pm 2,1$  ( $p < 0,001$ ); el entrenamiento de resistencia muscular se realizó con un promedio de 39,1% (3,9), resistencia máxima (17%-18%) en la población en general de 39,5%, siendo 37,4% en varones y mujeres, observando así que la respuesta al porcentaje de la frecuencia cardiaca máxima promedio es de 52,07% en la muestra total y del 51,5% en varones así como el 54,2% en mujeres Llegando a la conclusión que el entrenamiento de tipo aeróbico acompañado de ejercicios de resistencia a la fuerza muscular en pacientes que

se encuentran en fase II de rehabilitación cardiovascular, es eficaz siempre y cuando se tenga una adecuada valoración, prescripción y monitorización del ejercicio, permitiendo así la participación segura en actividades de la vida diaria, de tiempo libre, recreativas y laborales, para dar mayor y mejor integración social y familiar.

## **2.2. Base Teórica**

El sistema respiratorio simplificado está dividido en tres componentes: Los pulmones, encargados del intercambio gaseoso; el sistema nervioso central y periférico, encargados del control ventilatorio y los músculos respiratorios, encargados de la “bomba vital” <sup>(20)</sup>. Desde su fisiología el aire ingresa desde la faringe hasta las vías aéreas. La primera parte se origina desde la laringe hasta la tráquea, dividiéndose desde su parte superior en bronquios para cada pulmón. Estos se subdividen en bronquiolos y desde su mínima parte en sacos alveolares donde se realiza el intercambio gaseoso <sup>(21)</sup>.

La respiración tiene como propósito “entrada y salida de aire desde los pulmones”. Los movimientos respiratorios suelen ser torácicos, abdominales o ambos a la vez. En la respiración torácica se eleva el esternón y las costillas de forma horizontal aumentando su diámetro y en la respiración abdominal existe una contracción diafragmática de forma ascendente <sup>(21)</sup>.

Los músculos respiratorios son elementos elásticos quienes durante su contracción establecen el flujo de aire necesario para el intercambio gaseoso.

Para realizar el desplazamiento del volumen de aire, estos músculos se contraen de forma intermitente modificando la presión, volumen y forma del aire. Dentro de los musculo respiratorios el diafragma es el principal, pero con la debida coordinación de los músculos accesorios. Tanto en situaciones fisiológicas como en patológicas puede producirse una alteración de los músculos respiratorios, sea por fatiga, debilidad diafragmática o deterioro de la función mecánica respiratoria; pudiendo llevarnos así a situaciones de insuficiencia respiratoria <sup>(20)</sup>.

### **Consumo de Oxígeno**

El consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) se define como “El ritmo al cual el cuerpo utiliza el oxígeno ( $O_2$ ) en el metabolismo aeróbico, expresado habitualmente en litros de oxígeno consumido en minutos ( $l/min$ ) o milímetros de oxígeno consumo por kilogramo de peso corporal por minuto ( $ml/kg/min$ ). En el reposo el consumo de  $O_2$  es en promedio de 200 a 250  $ml/min$ , con un consiente respiratorio de  $R=0,82$  y un equivalente calórico para el oxígeno de 4,83  $kcal/l$ , lo que lleva a un metabolismo basal de 58-72  $kcal /hora$  <sup>(7)</sup>.

Cuando se da inicio a un ejercicio, incluso ligero y estable durante algún tiempo, el consumo de oxígeno aumenta inmediatamente. Durante este intervalo ocurre un periodo que se denomina deuda de oxígeno o déficit de oxígeno (consumo de  $O_2$  insuficiente para los requerimientos metabólicos). Al finalizar el ejercicio se repara la deuda de oxígeno manteniendo el consumo de oxígeno por encima del necesario en reposo durante un cierto tiempo reponiendo el glucógeno y el lactato <sup>(7)</sup>.

Durante la contracción muscular la demanda de oxígeno aumenta de forma considerable, esto se da para satisfacer los requerimientos energéticos de oxidación aeróbica, en un trabajo anaeróbico el músculo se limita al máximo, tanto por la baja rentabilidad como también la obligación de utilizar escasas reservas de glucosa como combustible, como consecuencia durante el esfuerzo muscular y en las etapas de reposo se produce un aumento de las necesidades de oxígeno de la musculatura activa <sup>(7)</sup>.

El consumo de oxígeno también se puede expresar como  $VO_2$  total o  $VO_2$  neto. El  $VO_2$  total es el consumo de oxígeno total y refleja el gasto de calorías tanto en reposo como durante el ejercicio. El  $VO_2$  neto representa el exceso de consumo de oxígeno con respecto al que se produce durante el reposo y el costo calórico del ejercicio <sup>(21)</sup>.

### **Consumo Máximo de Oxígeno**

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.) se define como “el ritmo máximo que el cuerpo puede tomar, distribuir y utilizar oxígeno en la realización de un ejercicio que utiliza una masa muscular considerable” <sup>(20)</sup>.

Es por ello que un nivel elevado depende del funcionamiento apropiado de los tres sistemas importantes del cuerpo: Sistema Respiratorio (Toma el oxígeno al aire inspirado y lo transporta a la sangre), sistema cardiovascular (bombea y distribuye esta sangre cargada de oxígeno a través de los tejidos corporales y músculos

activos) y el sistema musculo esquelético (utiliza este oxígeno para convertir los sustratos acumulados en trabajo y calor durante la actividad física) <sup>(20)</sup>.

El VO<sub>2</sub> máx. Es un parámetro importante en la valoración funcional y tiene una gran dependencia genética, con variabilidades de masa muscular, edad, sexo, motivación y entrenamiento.

- Genética: Es determinante en la capacidad física del individuo.
- Masa muscular: Mencionado que, a mayor masa muscular implicada en el ejercicio, mayor es el VO<sub>2</sub> máx.
- Edad: Relevantes según la teoría, alcanzando su pico máximo entres los 20 o 25 años
- Sexo: Mencionado según las teorías que las mujeres poseen menor porcentaje del VO<sub>2</sub> máx., dado por factores como óseos y biomecánicos.
- Motivación: Aumento en sentido considerable cuyo motivo sea considerado como ánimo, en especial en pruebas de esfuerzo <sup>(21)</sup>.

La musculatura esquelética tiene una captación de oxígeno que es diferenciada por según la concentración de oxígeno que aumenta progresivamente en función a la intensidad del ejercicio. Entre los factores más importantes tenemos: El índice metabólico la distribución regional del flujo sanguíneo periférico y la densidad de los capilares en el musculo. La diferencia artereovenosa de oxígeno en personas sanas es de 4 a 5ml\100ml, aproximadamente el 23% de concentración. Durante el ejercicio la extracción aumenta pudiendo la diferencia llegar hasta 16-18ml de oxígeno\100ml, excedente el 85%de la extracción <sup>(22)</sup>.

## Entrenamiento Físico

El trabajo mecánico realizado por los músculos requiere de energía, dicha energía es aportada por el ATP (Adenosin Trifosfato) el cual es sintetizado en la mitocondria obtenido del metabolismo de diversos combustibles como la glucosa y lípidos. La eficiencia de esta síntesis es 19 veces mayor en presencia del O<sub>2</sub>. De ahí que la eficiencia del trabajo muscular dependa de la inmediata disponibilidad de O<sub>2</sub> por las fibras musculares. Tal trabajo debe ser considerado por una adecuada sincronización del sistema respiratorio y cardiovascular. El primero debe garantizar el adecuado intercambio gaseoso de tal manera que el O<sub>2</sub> sature la hemoglobina de la sangre, mientras que el segundo debe garantizar un adecuado transporte de esta hemoglobina saturada hacia los tejidos <sup>(23)</sup>.

Durante el ejercicio el trabajo de los músculos se incrementa con ello aumentando los requerimientos energéticos y de O<sub>2</sub> en los tejidos. Para garantizar este adecuado aporte de O<sub>2</sub>, se produce una serie de cambios respiratorios, hemodinámicos y musculares. El sistema respiratorio responde a un aumento de la ventilación minuto y vasodilatación pulmonar, que favorece el intercambio de gases; a nivel cardiovascular aumenta el gasto cardiaco y redistribuye la circulación hacia las zonas de mayor actividad y a nivel muscular se produce vasodilatación e incremento de la actividad enzimática <sup>(23)</sup>.

La capacidad física y tolerancia al esfuerzo físico mejoran constantemente con el entrenamiento en cualquier situación. Se ha establecido una relación directa entre el consumo de máximo de oxígeno, carga de trabajo y gasto cardiaco. De tal

manera que un deceso de este, es producto de una disminución del rendimiento en pruebas de resistencia aeróbica. Para intensidades bajas esta relación es lineal, pero en intensidades altas esto es variable <sup>(21)</sup>.

Si a la finalización del ejercicio la prueba no alcanza la meseta de  $VO_2$  y un índice de intercambio respiratorio no mayor de 1.5 la prueba de esfuerzo progresiva refleja el pico de  $VO_2$  en lugar del  $VO_2$  máx <sup>(21)</sup>.

Durante el entrenamiento físico la musculatura diafragmática en pacientes sanos adultos tiene un 80% de fibras resistentes a la fatiga. Comparado con el 40% en los músculos de las extremidades. El diafragma realiza contracciones de baja intensidad, pero de larga duración. Sus fibras tienen mayor tolerancia ante la fatiga, mayor capacidad de flujo oxidativo, mayor flujo sanguíneo y mayor densidad capilar <sup>(16)</sup>.

Los músculos respiratorios son elementos dinámicos que demuestran cambios funcionales y estructuras ante situaciones de carga tanto en individuos sanos o patológicos <sup>(16)</sup>.

### **Entrenamiento Físico de Miembro Superior**

Es importante recordar la importancia que tienen los miembros superiores en la vida diaria de los individuos, así como los miembros inferiores nos permiten deambular y desplazarnos, los miembros superiores están involucrados en el desarrollo de múltiples actividades de la vida diaria <sup>(16)</sup>. Se ha observado que

durante las actividades de la vida cotidiana como bañarse, vestirse, lavarse los dientes, etc. en las cuales se utilizan principalmente los miembros superiores existe mayores requerimientos de energía de los MMSS que los de MMII, es por ello que al ser utilizados se incrementan las demandas ventilatorias siendo estas insuficientes en pacientes con patologías respiratorias crónicas, aumentando así su limitación funcional. Las actividades de MMSS son las menos toleradas ya que se ha demostrado que durante el ejercicio también existe participación de los músculos accesorios de la respiración, y por ellos el ejercicio de MMSS genera mayor incoordinación de los movimientos respiratorios y disnea <sup>(23)</sup>.

En individuos sanos el solo hecho de elevar los miembros superiores puede causar un aumento del consumo de oxígeno en 16%, la producción de dióxido de carbono en 29%, la frecuencia cardiaca en 16% y la ventilación minuta en 24% (reposo). La elevación de MMSS por encima de los 90° de flexión de hombro (posición donde se realiza la mayoría de actividades) genera un aumento de la capacidad funcional residual, indicando que solo elevando los MMSS produce un atrapamiento de aire <sup>(16)</sup>.

Los protocolos de pruebas de esfuerzo máximas, nos mencionan que las pruebas de entrenamiento físico tienen gran variabilidad en función al sexo, edad, estado de salud y aptitud física <sup>(23)</sup>. En la mayoría de las personas los MMSS están pobremente entrenados debido a que no soportan peso durante la marcha, y es por ello que existe un ejercicio de bajo nivel. Por lo tanto son recomendables los programas de rehabilitación pulmonar e incluirse en las rutinas de ejercicio, para mejorar la resistencia de los brazos al realizar actividades de la vida diaria <sup>(23)</sup>.

Estas pruebas son dados grandes componente económicos, es por ello que la medición del consumo de oxígeno durante el ejercicio es difícil. La ACSM (*American College of Sports Medicine 2006*) formulo una ecuación para la determinar el costo metabólico del ejercicio. Estas ecuaciones solo permiten obtener una estimación valida del  $VO_2$  en ejercicios en estado estable <sup>(24)</sup>.

Es por ello que existen estudios que mencionan que el cicloergonometro para brazos es útil para las personas con paraplejia y para aquellas con limitación en el uso de los miembros inferiores. Mostrándonos en ello que aún no existen estudios de su medición en pacientes con déficit en la marcha, discapacidad, ausencia del miembro o en muchos casos la dificultad física que involucre en gran escala nuestro sistema cardio-respiratorio <sup>(24)</sup>.

## **Ergonometro**

Los ergonometros de brazos desde sus inicios fueron diseñados específicamente para las personas con incapacidad funcional en el tren inferior, siendo estas de gran alcance para el uso de sillas ruedas. Es totalmente ajustable según sus palancas articulares <sup>(20)</sup>.

Para la evaluación de respuesta al trabajo se han utilizado distintos modelos, entre los más comunes el *step test* (escalón), *handgrip*, cicloergómetro en posiciones de sentado y decúbito, *treadmill* y el ergómetro de brazo <sup>(22)</sup>. En la actualidad se ha demostrado que el uso del ergómetro de brazo promueve a un gran trabajo

cardiorrespiratorio, e incluso a un gran trabajo funcional que activa toda la musculatura profunda del tronco.

En el ejercicio del ergómetro de brazo, el paciente pedalea contra la resistencia que mueve el volante a una distancia dada con cada vuelta de la manivela del pedal. Calcular el número de vueltas del pedal en un minuto nos ayuda a calcular el ritmo del trabajo. El ritmo del trabajo durante el ejercicio del ergómetro de brazo es calculado en metros kilogramo por minuto <sup>(20)</sup>.

Cuando se realiza el entrenamiento con ergómetro de brazo es importante tener en cuenta la posición de los brazos con respecto al ergómetro. La posición de la manivela debes encontrarse a nivel de los hombros de tal forma que sea un ángulo de 90° con respecto al tronco, así como los codos debe encontrarse en una posición que permita una flexión de mínimo 30°, siendo más eficiente y menos estresante comparado con un ángulo de 15° puesto que este produce menor consumo de oxígeno y ventilación minuto.

## **ECUACIÓN METABÓLICA PARA CALCULAR EL VO<sub>2</sub> TOTAL (ERGOMETRIA DE BRAZO)**

Dado que la medición del consumo de oxígeno durante el ejercicio es difícil y literalmente costosa. La ACSM en el 2006 formulo una ecuación, para la determinación del costo metabólico del ejercicio <sup>(24)</sup>.

VO<sub>2</sub> en la ergometría para brazos = +3.5

Wc\ Md x 3 + Ninguno

1. Para potencias entre 25 y 125 W (150-750 kgm- min<sup>-1</sup>)

2.  $\text{Kgm} \cdot \text{min}^{-1} = \text{kg} \times \text{m} \cdot \text{rev} \times \text{rev} \cdot \text{min}$
3.  $3 \text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1} =$  consumo de  $\text{O}_2$  durante la práctica de bicicleta contra una carga externa (Resistencia).
4. Ninguno= debido a la escasa masa de los músculos del brazo, no se necesita términos especiales para el ciclismo sin carga (carga cero).

### **Costo del oxígeno del ejercicio en el ergómetro de brazo:**

El ejercicio con ergómetro de brazo implica tres componentes al calcular el costo de oxígeno ( $\text{VO}_2$ ) de trabajo.

- El costo de oxígeno de ciclismo sin carga es insignificante y por tanto no se incluye en la ecuación.
- La resistencia externa o carga colocada en el volante es de aproximadamente  $3.0 \text{ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}$  para cada  $\text{kg} \cdot \text{M} \cdot \text{min}$ . Esta es más alta que para el ergómetro de pierna, y eso se debe al incremento en el uso de los músculos del tronco para la estabilización usados durante el.
- El costo de oxígeno durante el descanso, que es aproximadamente de  $3.5 \text{ml} \cdot \text{kg} \cdot \text{min}$ .
- Parámetros previos al uso del ergómetro de brazo:

Antes de evaluar la capacidad física del paciente, es importantes clasificar su estado de salud y estilo de vida, estas evaluaciones son para identificar las contraindicaciones para la realización del ejercicio y factores de riesgo, tales como, signos y síntomas de la enfermedad y perfil de riesgo. Es importante

averiguar sobre los signos y síntomas de las enfermedades, analizar los factores de riesgo para enfermedad <sup>(20)</sup>.

### **Presión arterial:**

La presión arterial es la fuerza ejercida por la sangre sobre las arterias, la más alta es la presión arterial sistólica la cual refleja la máxima presión en las arterias del corazón. La presión arterial diastólica es la mínima presión en las arterias durante el ciclo cardiaco. La diferencia entre estas presiones arteriales se denominan pulso, el cual se puede percibir en diferentes sitios del cuerpo <sup>(24)</sup>.

La presión arterial normal esta denominada como normo presión y oscila entre 120\80 mm Hg. El pre- hipertensión sirve para identificar el riesgo de hipertensión y la hipertensión es determinada por un rango de presión arterial superior a 140\90 mm Hg, medidos en más de dos ocasiones <sup>(24)</sup>.

La hipertensión no está catalogada como una enfermedad, es por ello que en casos de personas que la padecen existen recomendaciones como: disminuir el peso corporal, alimentación saludable, restricción en la ingesta de sodio, actividad física de tipo aeróbica, limitación en el consumo de alcohol y en algunos casos administración de fármacos <sup>(24)</sup>.

Previo a la realización del ejercicio o prueba de esfuerzo, el paciente debe ser medido en reposo en decúbito supino y en la posición de la prueba a realizar.

**CLASIFICACION DE LA PRESION ARTERIAL EN ADULTO DE 18 Y  
MAYORES <sup>(24)</sup>.**

<b>Presión arterial sistólica (mm Hg)</b>	<b>Categoría</b>	<b>Presión arterial diastólica (mm Hg)</b>
< 120	Normal	< 80
120 - 139	Pre hipertensión	80 - 89
140 - 159	Hipertensión estadio 1	90 - 99
>160	Hipertensión estadio 2	> 100

**Frecuencia cardiaca:**

La frecuencia cardiaca en adultos oscila entre 60 y 80 latidos por minuto en reposo. Las mujeres poseen un parámetro de 7 y 10 latidos por minuto mayor al de los hombres. En personas con poco actividad física y escaso entrenamiento (sedentarios) la frecuencia cardiaca puede llegar a superar los 100 latidos por minuto. Los parámetros establecidos por la OMS mencionan que: <60 latidos por minuto = bradicardia (frecuencia cardiaca lenta), 60 a 100 latidos por minuto= frecuencia cardiaca normal y >100 latidos por minuto= taquicardia (frecuencia cardiaca rápida) <sup>(24)</sup>.

Previo a la medición de la frecuencia cardiaca el paciente debe encontrarse en reposo, siendo más recomendable el descanso durante 5 a 10 minutos en posición decúbito supino o sedente. Esta medición puede darse mediante la auscultación, palpación, monitoreo de la frecuencia cardiaca o por ecocardiograma (ECG) <sup>(24)</sup>.

Los monitores de frecuencia cardiaca esta diseñados para detectar el pulso o la señal electrocardiográfica, el cual posee una pantalla digital que muestra la frecuencia cardiaca. Los monitores de pulso usan sensores infrarrojos adheridos a la punta del dedo, lóbulo de la oreja o la muñeca, siendo diseñadas para detectar las pulsaciones del flujo sanguíneo durante el ciclo cardiaco <sup>(24)</sup>.

### **Saturación de oxígeno:**

La sangre es la encargada de transportar la hemoglobina donde mencionaremos que una molécula puede llegar a transportar hasta cuatro moléculas de oxígeno, lo cual indica que se encuentra saturada con oxígeno. Si esta unión es dada óptimamente se dice que tiene una saturación de 100%. La hemoglobina se combina con el oxígeno en los pulmones, en un individuo sano tendrá una saturación de 95-100% a la altura del mar, en altura esto tendrá un valor alrededor del 75% <sup>(25)</sup>.

En las personas la sangre arterial suele lucir color rojo brillante mientras que en la sangre venosa es de color rojo oscuro, esta diferencia es debido a la saturación de la hemoglobina, cuando los pacientes están saturando correctamente su lengua y labios presenta un color rosado, pero cuando están desaturando tienen una coloración azul (cianosis) <sup>(25)</sup>.

Para la medición de la saturación se utiliza el pulsoxímetro el cual consiste en un monitor que contiene baterías, pantalla y un sensor que detecta el pulso. Esta encargado que medir el nivel de saturación de oxígeno de la hemoglobina en la

sangre arterial y la frecuencia cardiaca, e incluso puede llegar a detectar hipoxia de forma precoz <sup>(25)</sup>.

### **Escala de Borg:**

La escala de Borg está diseñada para medir la gama de esfuerzo que el individuo percibe al hacer ejercicio. El concepto del esfuerzo percibido es una valoración subjetiva que indica la opinión del sujeto respecto a la intensidad del trabajo realizado <sup>(26)</sup>.

Esta escala es muy sencilla de aplicar, aunque es importante explicar al sujeto previamente para que este consiente que es un método de cuantificación de la intensidad del esfuerzo, fatiga o incomodidad durante la práctica del ejercicio <sup>(27)</sup>.

Durante las sesiones de ejercicio podemos utilizar la escala de Borg e ir controlando la intensidad del ejercicio marcando un valor numérico relacionado a la sensación de cansancio, este es el único método de control de la intensidad. Por otra parte también se puede utilizar a la finalización del ejercicio, teniendo de esta forma una mayor control de la intensidad del trabajo <sup>(27)</sup>.

La escala de Borg tiene una fiabilidad demostrada con una evidencia científica donde indica que tiene una correlación muy elevada con la frecuencia cardiaca y por lo tanto con la intensidad del ejercicio. Podemos afirmar que a mayor puntuación en la escala, mayor será la ventilación y el consumo de oxígeno, menores niveles de glucógeno muscular <sup>(27)</sup>.

### **Contraindicación de la Prueba <sup>(24)</sup>:**

- Angina moderada o grave
- Disminución de la presión arterial sistólica
- Alteraciones del sistema nervioso (ataxia, vértigo o lipotimia)
- Signos de perfusión inadecuada (cianosis o palidez)
- Taquicardia
- Descenso de SAO
- Dolor torácico
- Fatiga, disnea, calambres
- Hipertensión arterial
- Arritmia

### **CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS Y RELATIVAS PARA LA EVALUACION DEL EJERCICIO <sup>(24)</sup>.**

<b>Contraindicaciones absolutas</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Infarto agudo de miocardio (2 días antes)</li><li>2. Angina inestable</li><li>3. Arritmias cardiacas no controladas que provocan síntomas o compromiso hemodinámico</li><li>4. Insuficiencia cardiaca sintomática no controlada</li><li>5. Dispersión aortica aguda</li><li>6. Sospecha o documentación de aneurisma desecante</li><li>7. Miocarditis o pericarditis aguda</li><li>8. Embolia pulmonar o infarto pulmonar agudo</li></ol>

### Contraindicaciones relativas

1. Estenosis de la arteria coronaria izquierda principal
2. Valvulopatía estenótica moderada
3. Anomalías electrolíticas documentales
4. Hipertensión arterial grave, presión arterial diastólica en reposo >110mmhg, presión arterial sistólica en reposo >200mm hg o ambas.
5. Taquicardias o bradicardias
6. Miocardiopatía hipertrófica y otras formas de obstrucción del flujo
7. Bloqueo auricoventricular de alto grado
8. Trastorno físico o mental que impida la realización adecuada del ejercicio

### Procedimiento para la Realización de la Prueba <sup>(24)</sup>:

- Medición de la frecuencia cardíaca y presión arterial en reposo en la postura del ejercicio.
- Comienzo de la prueba con un calentamiento de 2 o 3 minutos, para acostumbrarse al equipo y preparación del control al primer minuto.
- Durante la prueba monitorear la frecuencia cardíaca, presión arterial y escala de fuerza (Borg).
- La prueba debe suspenderse cuando se reúnan los criterios para su finalización, el paciente desea suspenderla o presente alguna contraindicación.
- Se debe realizar un enfriamiento del ejercicio a una baja intensidad.

- Durante la recuperación del paciente se debe medir la frecuencia cardiaca de forma continua, así como la presión arterial y la escala de esfuerzo percibido durante los primeros cinco minutos o más si se presentara alguna complicación.
- Si se presentara algún malestar o contraindicación, se deberá llevar un enfriamiento en supino, explicando la utilización de la escala de esfuerzo.

## **CLASE FUNCIONAL DE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS CRONICA**

Las limitaciones en el desempeño físico suelen evitar muchas veces las actividades de la vida diaria, sea por miedo, cansancio o disnea severa, existen técnicas de ahorro de energía devuelven al paciente su máximo potencial en el desempeño físico y la independencia <sup>(20)</sup>.

Aprender la eficiencia del trabajo y economía del movimiento es lo ideal para el ahorro de energía y a su vez la reintegración del paciente al medio laboral. Es por ello que debe minimizarse el costo de energía y buscar alternativas con un menor costo de trabajo (energía) <sup>(24)</sup>.

Estas técnicas deben ser hechas con un entrenamiento especializado donde se tendrá presente la escala de Borg, el cual clasificara la sensación de cansión y disminución de fuerza muscular en los miembros superiores <sup>(24)</sup>.

### **Clase Funcional I:**

- Metz: 7-8
- VO<sub>2</sub>: 24,5 – 28

- Actividades laborales: Levantar y cargar objetos de 30 a 40 kg, mover objetos pesados.

#### **Clase Funcional II:**

- Metz: 5- 6
- VO<sub>2</sub>: 17,5 - 23
- Actividades laborales: Levantar y cargar objetos de 15 a 29 kg, taladrar, cortar madera, carpintería, construcción, mecánica pesada.

#### **Clase Funcional III:**

- Metz: 3- 4
- VO<sub>2</sub>: 10,5 - 14
- Actividades laborales: Levantar y cargar objetos de 10 a 14 kg, caminar a paso moderado, pintar, carpintería liviana, mecánica liviana, arrodillarse, manejar camión, cortar pasto (automático), limpieza, empacar objetos livianos.

#### **Clase Funcional IV:**

- Metz: 1- 2
- VO<sub>2</sub>: 3,5 - 7
- Actividades laborales: Despachar gasolina, portería, manejo de maquinaria liviana automática, trabajo de oficina, manejar carro.

### **Reintegración del paciente al medio laboral:**

Sabemos que el trabajo es una expresión que nos permite ganar un sustento donde cuidaremos a nuestra familia y tendremos una mayor satisfacción personal, esto en personas con alguna discapacidad o incapacidad evita tener problemas financieros, sentimiento de inferioridad, aislamiento o tensión emocional; los cuales en personas con alteraciones respiratorias provocan disnea, depresión y disminución de la capacidad funcional <sup>(20)</sup>.

La reintegración en el medio laboral debe ser dada mediante un programa efectivo ambulatorio y de rehabilitación pulmonar. El potencial laboral suele estar restringido por la capacidad funcional tanto física como psicológica. Las actividades físicas están ligadas a estados psicológicos activos tales como miedo, ira, alegría, tristeza, los cuales son asociados a mayor gasto de energía y por ende a mayor consumo de oxígeno <sup>(20)</sup>.

En pacientes con EPOC tienen menor reserva de energía y ventilación pulmonar es por ello que igualar las reservas de oxígeno son insuficientes. Estos pacientes tienden a sufrir de ansiedad y depresión, siendo susceptibles a que el más mínimo disturbio cause descompensación fisiológica y disnea, trayendo con ello a temor a tareas vocacionales <sup>(20)</sup>.

Teniendo esto en cuenta es importante recalcar el potencial laboral del paciente y con esto identificar sus habilidades, para favorecer de esta manera las demandas físicas y psicológicas. Si con esto es recomendable cambiar de oficio es importantes lograr sus expectativas o metas financieras y satisfacción personal.

Para ello debe medirse el gasto de energía mediante la velocidad del consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) mediante las frecuencias de cálculos aproximados de equivalentes metabólicos (MET).

### **Técnicas de adaptación laboral**

Principalmente debe elaborarse una rutina de ejercicios que asemeje a los movimientos necesarios para la realización de su oficio o actividad laboral, mediante la utilización de ejercicios respiratorios, técnicas de conservación de energía y mecánica laboral; mediante movimientos lentos y rítmicos, haciendo las pausas necesarias <sup>(20)</sup>.

Controlar la disnea y promover la motivación reconociendo el esfuerzo y la tarea cumplida, concentrando al paciente en sus habilidades y logros, obviando fallas y problemas. Con esto disminuirá la ansiedad, aumentando la seguridad y deseo de superación <sup>(20)</sup>.

La eficacia laboral, reintegración y respaldo familiar son actividades que promoverán la productividad en el paciente, mejorando sus ingresos económicos. Las actitudes negativas suelen ser destructivas e incluso desmoralizantes, es por ello que debe enfatizarse sus derechos <sup>(20)</sup>.

## **ENFERMEDADES RESPIRATORIAS CRÓNICAS**

Las enfermedades respiratorias crónicas (ERC) son patologías crónicas de las vías respiratorias y otras estructuras del pulmón. Algunas de las más frecuentes

son: el asma, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), bronquiectasia que es una enfermedad inflamatoria crónica de las vías aéreas con implicancia de la dilatación de los bronquios, fibrosis pulmonar, alergias respiratorias, enfermedades pulmonares de origen laboral y la hipertensión pulmonar <sup>(1)</sup>.

### **La Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)**

La EPOC es un proceso patológico que se caracteriza por una limitación al flujo aéreo que no es completamente reversible. La limitación al flujo aéreo es usualmente progresiva y se asocia a una respuesta inflamatoria anormal de los pulmones a partículas o gases nocivos <sup>(28)</sup>.

La limitación del flujo aéreo es el elemento clave de la definición de la enfermedad por lo tanto su demostración es indispensable para el diagnóstico, la tos y la expectoración pueden estar presentes aun por varios años en un individuo sin que lo demuestre, la limitación del flujo aéreo es la disminución o el retardo del flujo aéreo espirado por el paciente, se mide en la práctica clínica diariamente con un espirómetro <sup>(28)</sup>.

**Epidemiología.** - La EPOC es una causa importante de morbilidad y mortalidad en todo el mundo. Siendo la cuarta causa de muerte en el mundo y la OMS estima que será la tercera en el año 2030.

**Prevalencia.** -La prevalencia de EPOC en los adultos de 40 - 80 años en España se estima del 10,2% (15,1% en varones y 5,7% en mujeres), aunque varía ampliamente según áreas geográficas. La prevalencia de EPOC incrementa

debido al envejecimiento de la población y, sobre todo, al aumento de la prevalencia entre la población femenina fumadora <sup>(29)</sup>.

Actualmente y según EPI-SCAN, se estima que 2.185.764 españoles padecen EPOC de entre los 21,4 millones con edad entre 40 y 80 años. Por sexos, las cifras corresponden a 1.571,868 hombres y 628,102 mujeres. Y ya que el 73% aún no están diagnosticados, puede decirse que más de 1.595,000 españoles aún no lo saben y por tanto no reciben ningún tratamiento para su EPOC <sup>(29)</sup>.

**Etiología.** -Hay importantes factores relacionados con el desarrollo de la enfermedad todos ellos el más importante es el humo de tabaco, La inhalación de otras partículas procedentes de la polución ambiental o de ambientes ocupacionales podrían tener cierto papel aditivo. Es posible que existan factores genéticos aún desconocidos que puedan explicar por qué sólo un 25% de los fumadores desarrollan la EPOC <sup>(4)</sup>.

## **Asma**

Es una enfermedad inflamatoria crónica de la vía aérea, caracterizada por Inflamación, hiperactividad bronquial que lleva a episodios recurrentes de sibilancias y broncoespasmo, se manifiesta por tos, disnea, opresión torácica, sibilancias, asociado a limitación variable del flujo aéreo que a menudo es reversible espontáneamente o con tratamiento<sup>(1)</sup> .Implica una contracción de los músculos que envuelven los bronquios, una inflamación que ocasiona un engrosamiento de la pared interior de los bronquios y una producción mucho más abundante de moco, todo esto provoca un estrechamiento de los bronquios y una

obstrucción que no permite que el aire entre y salga de los pulmones con facilidad (30).

**Etiología.-** Multifactorial: Antecedente de atopia familiar en el 80% de casos interactúan varios factores para su expresión clínica, existen diversos mecanismos desencadenantes tanto alérgenos intra como extra domiciliarios y contaminantes ambientales, tabaquismo pasivo y activo, infecciones de la vía aérea superior predominantemente virales, ejercicio, sensibilización ocupacional, cambios climáticos, reflujo gastroesofágico, dieta, obesidad (30).

**Fisiopatología.-**Alérgica (mayor frecuencia): En el 70% de casos se puede encontrar una sensibilización a aeroalergenicos con producción de IgE alérgeno específica, exposiciones subsecuentes activan la liberación de mediadores inflamatorios con producción de inflamación bronquial, bronco constricción, e hiperreactividad de la vía aérea, No Alérgica (menor frecuencia) otros mecanismos, ingestión de medicamentos principalmente AINES, autoinmunidad, sensibilización con alérgenos ocupacionales con mecanismo no mediado (30).

### **Diagnóstico Clínico**

El diagnóstico de la enfermedad es generalmente clínico el cual es fuertemente sugerido si hay combinación de tos, sibilancias, dificultad respiratoria, de forma episódica y recurrente en un paciente con antecedente familiar de atopia padres atópicos, así mismo la posibilidad aumenta en un niño con otras enfermedades de origen atópico (Rinitis Alérgica, Dermatitis Atópica) Se clasifica como Intermitente,

Leve Persistente, Moderada Persistente Leve Persistente, Moderada Persistente, y Grave Persistente basados en la frecuencia y gravedad de signos y síntomas, y espirometro en niños > de 5 años; en niños < 5 años no es valorable la espirometría. Actualmente se encuentra la clasificación por niveles de control en asma controlada, parcialmente controlada y no controlada <sup>(30)</sup>.

### **Asma y ejercicio**

Los pacientes con asma pueden mostrar menor tolerancia al ejercicio, debido a síntomas de asma durante el ejercicio y/o asma inducida por ejercicio y por otras razones, tales como falta de condición física, como consecuencia de la inactividad. Algunos también pueden restringir las actividades físicas por ideas erróneas con respecto al ejercicio y asma en los centros de educación, familia y entorno lo que podría limitar el desarrollo integral del niño <sup>(31)</sup>.

La evidencia indica que el ejercicio aeróbico mejora la condición aeróbica en niños y adolescentes asmáticos y puede proporcionar niveles normales, similares a pacientes sanos, de capacidad aeróbica en esta población. Los avances en el estado cardiorrespiratorio son beneficiosos para la prevención de varias enfermedades concomitantes de asma infantil, como la obesidad y desórdenes mentales. En cuanto a los efectos del entrenamiento físico en la función pulmonar de niños y adolescentes asmáticos, pese a la existencia de evidencia de mejoría en algunas revisiones, la mayoría de los estudios no han demostrado un cambio significativo en los marcadores espirométricos de enfermedades pulmonares obstructivas <sup>(31)</sup>.

Los mayores beneficios que se obtienen del ejercicio en pacientes asmáticos son en la calidad de vida, ya que se asocia a una mejoría significativa en la calidad de vida (puntuaciones *Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire*, PAQLQ), en todas las esferas evaluadas (actividad, síntomas y función emocional), según diversas revisiones <sup>(3)</sup>.

### **Fibrosis Pulmonar**

El síndrome de una fibrosis pulmonar difusa y progresiva que irremediamente conduce a la muerte por insuficiencia respiratoria fue descrito en 1944 por *Hamman y Rich* y aunque existen casos de evolución benigna que pueden durar hasta 15 a 20 años, la gran mayoría de los casos posee una evolución muy severa con un promedio de sobrevida de 40 a 50 meses <sup>(32)</sup>.

La fibrosis pulmonar idiopática, es una enfermedad que se caracteriza por la presencia de una respuesta fibroproliferativa pulmonar difusa con pocos signos de inflamación y que conduce a una rápida destrucción del parénquima neumónico <sup>(32)</sup>.

Algunas veces la FP puede relacionarse con situaciones: exposición a polvo metálico, polvo de madera, gases o humos, quimioterapia o radioterapia, infección residual, enfermedades del tejido conectivo, lupus eritematoso sistémico, o artritis reumatoide. Sin embargo, alguno de los casos de FP no puede establecer causa conocida, a esta se denomina fibrosis pulmonar idiopática <sup>(4)</sup>.

El mecanismo de la enfermedad es el siguiente: Los pulmones se inflaman, por lo general sin motivo aparente. Las células blancas de la sangre y el líquido llenan los alvéolos (pequeñas bolsas de aire del pulmón donde el oxígeno se transfiere a la sangre). Si el líquido permanece por mucho tiempo, los agentes de coagulación de la sangre se solidifican, dejando cicatrices que pueden interferir con la función de los alvéolos <sup>(32)</sup>.

Los vasos sanguíneos de los pulmones están separados de las bolsas de aire por las paredes llamadas intersticio. El intersticio permite que el oxígeno llegue a la sangre y el dióxido de carbono de la sangre pase hacia los pulmones para ser exhalado. Fibrosis daña la membrana, el engrosamiento y por lo tanto se reduce la capacidad de los pulmones para añadir oxígeno y eliminar dióxido de carbono de la sangre <sup>(32)</sup>.

La fibrosis pulmonar puede conducir a varias complicaciones graves. Debido a que los pulmones no absorben el oxígeno, así, los niveles bajos de oxígeno en la sangre (hipoxemia) se pueden desarrollar. La falta de oxígeno puede afectar todo el cuerpo <sup>(33)</sup>.

Otra complicación de la fibrosis pulmonar es la hipertensión pulmonar (presión arterial alta en las arterias de los pulmones). El tejido cicatricial en los pulmones puede hacer que sea más difícil para que la sangre fluya a través de ellos. El aumento de la presión hace que el corazón trabaje más duro y conduce a un corazón debilitado y agrandado, lo que reduce su eficiencia de bombeo y la

producción de insuficiencia cardíaca. Esto se sospecha cuando las personas desarrollan la acumulación de líquido en el abdomen, hinchazón de piernas o pulsaciones prominentes en las venas del cuello <sup>(33)</sup>.

## **Función pulmonar**

La mayor anomalía fisiológica es la alteración ventilatoria restrictiva por el desplazamiento de la curva de presión-volumen hacia abajo y hacia la derecha, en comparación con la de los sujetos normales. Hay una disminución de la distensibilidad pulmonar, la cual es explicada por varios mecanismos: pérdida del volumen pulmonar (el más importante), disminución de la distensibilidad alveolar, reducción del tamaño alveolar, cambio en las propiedades elásticas del pulmón y aumento de la tensión superficial secundaria a anomalías del surfactante.

Estas anomalías funcionales son típicas en la enfermedad pulmonar intersticial difusa, pero no son específicas de ninguna enfermedad en particular. Las principales aplicaciones de las pruebas de función pulmonar son de gran, determinación de la severidad de la enfermedad, establecimiento del pronóstico, monitorización de la respuesta al tratamiento y monitorización de la progresión de la enfermedad. La alteración ventilatoria típica es de tipo restrictivo con disminución de la capacidad pulmonar total (CPT) y de la capacidad vital (CV).

La capacidad residual funcional también está disminuida, aunque en menor proporción que la CV. La CPT es usualmente menos afectada, debido a la preservación de la fuerza muscular respiratoria y del retroceso elástico de la pared

del tórax, mecanismos que determinan este volumen.

Usualmente, el volumen residual (VR) se encuentra preservado, determinando que la relación VR/CPT esté normal o aumentada. La no disminución del VR se podría explicar por coexistencia de enfermedad de la vía aérea pequeña (asociada a la enfermedad o al tabaco).

La relación VEF1/CVF y los flujos espiratorios (FEF 25-75), en general, se encuentran conservados, descartando alteración obstructiva. Se pueden presentar, en ocasiones, patrones funcionales atípicos con preservación de volúmenes pulmonares en pacientes fumadores, intercambio gaseoso, difusión de monóxido de carbono y ejercicio. En los gases arteriales es característica la presencia de hipoxemia y el aumento de la diferencia alveolo-arterial de oxígeno, con niveles de PaCO<sub>2</sub> dentro de rango normal.

La difusión de monóxido de carbono se encuentra reducida en estos pacientes. Los mecanismos involucrados en la alteración del intercambio gaseoso son la alteración en la difusión, el cortocircuito de derecha a izquierda y, en mayor grado, la alteración en la relación ventilación/perfusión, debida a la presencia de zonas de pulmón con fibrosis adyacentes a áreas de pulmón normal, lo que conlleva a una distribución no uniforme de la ventilación. Durante el ejercicio, se hace más evidente la hipoxemia y se observan otras anormalidades, como la reducción del consumo de oxígeno máximo, la disminución de la reserva respiratoria, la presencia de un patrón respiratorio con altas frecuencias respiratorias y volúmenes corrientes bajos, y mayor disnea a trabajo sub máximo.

## **Bronquiectasia**

La bronquiectasia es principalmente una enfermedad broncopulmonar adquirida, con engrosamiento anormal de la pared bronquial y dilatación de los bronquios medianos y centrales debido a un círculo vicioso de infección e inflamación con liberación de secreciones purulentas de color pus, gris y a veces con sangre <sup>(34)</sup>.

Es la dilatación bronquial debida a la debilidad de la pared bronquial. La bronquiectasia puede ser congénita o adquirida. La bronquiectasia congénita está asociada a dextrocardia, sinusitis, también puede estar relacionada con la mucoviscidosis, pero hay ocasiones que la bronquiectasia está relacionada con dilatación de la tráquea y bronquios principales (traqueobronquiomegalia) <sup>(34)</sup>.

La bronquiectasia adquirida se asocia a obstrucciones por cuerpos extraños, ganglios linfáticos tuberculosos, un tumor o bronquitis obstructiva. La bronquiectasia no tuberculosa presenta los síntomas de infección, tos crónica, esputo purulento en grandes cantidades, hemoptisis y neumonía recurrente <sup>(35)</sup>.

### **2.3. Terminología básica**

- Atopía: Se refiere al tipo de mecanismo inmunitario que presentan las enfermedades
- Atópicos: Fuera de lugar, extraño, raro, distinto.
- Broncoespasmo: Estrechamiento de la luz bronquial

- Cicloergómetro: Es una bicicleta estática de una sola rueda que se emplea como ergómetro para medir la producción de trabajo de una persona.
- Constricción: Sensación de opresión dolorosa, designa estrechamiento.
- Dextrocardia: Situación por el cual el corazón se encuentra a la mitad derecha del tórax, de causa genética.
- Discapacidad: Falta o limitación de alguna facultad física o mental.
- Difusión: Proceso de diseminación o distribución de una sustancia o agente.
- Ergoespirometría: Prueba de esfuerzo físico que permite conocer la relación del aparato cardiovascular, respiratorio y sanguíneo, diseñado para evaluar el efecto que causa sobre el corazón.
- Espirómetro: Técnica de exploración de la función respiratoria que mide los flujos y volúmenes respiratorios útiles para el diagnóstico y seguimiento de patologías respiratorias.
- Fibroproliferativa: Patología por el cual existe una disminución de colágeno a través de la inhibición de fibroblastos.
- Gastroesófago: Derivado de una patología gastroesofágica en donde el contenido depositado en el estómago retorna de manera abrupta hacia la parte superior de la boca.
- Hemoptisis: Expectoración de sangre proveniente de los pulmones o los bronquios por una lesión de las vías respiratorias.
- Hiperinsuflación: Inflación o expansión crónica y excesiva de los pulmones.
- Intersticio: espacio pequeño entre dos cuerpos

- Mucoviscidosis: enfermedad autosómica recesiva caracterizada por la aparición de secreciones anormalmente espesas de las glándulas mucosas.
- Parénquima: tejido esencial de los pulmones, hígado y riñón.
- Perfusión: Paso del fluido, a través del sistema circulatorio o el sistema linfático a un órgano o tejido.
- Pulsometría: Método no invasivo para permite determinar el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en la sangre.
- Resistencia: capacidad del musculo para ejercer una fuerza y superarla muchas veces.
- Revascularización: Método quirúrgico que consiste en establecer el riego sanguíneo mediante la inserción de un tejido vivo.
- Sibilancias: Signos de un problema respiratorio. Se evidencia mediante el aire expulsado (exhalar).
- Síncope: perdida pasaje del conocimiento que va acompañado de una paralización momentánea del corazón y de la respiración, por falta de irrigación sanguínea en el cerebro.
- Traqueobronquiomegalia: Es una enfermedad desconocida, el cual provoca una dilatación excesiva de la tráquea y grandes bronquios.
- Ventilación: Es el proceso mecánico por el cual el gas es transportado desde el aire hasta los alveolos pulmonares y viceversa.

## **2.4. Hipótesis**

- El consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior tiene relación con la clase funcional en pacientes respiratorios crónicos.

## **2.5. Variables**

- Variable Independiente: Consumo Máximo de Oxígeno.
- Variable Dependiente: Clase Funcional.
- Variable Antropométrica: Sexo, patología, edad.

### **Criterios de inclusión:**

- Pacientes que presentan patologías respiratorias crónicas.
- Paciente colaborador.
- Hemodinámica mente estable.
- Paciente con conservación de rangos articulares de miembro superior.

### **Criterios de exclusión:**

- Pacientes con patologías respiratorias crónicas transmisibles.
- Descompensación durante el entrenamiento.
- No complete la serie de 10 min.

- Pacientes con presión alta o inestable.
- Pacientes con oxígeno permanente.
- Angina moderada o grave.
- Signos de perfusión inadecuada (cianosis o palidez)
- Descenso de SaO<sub>2</sub>.
- Dolor torácico.
- Fatiga, disnea.

## MATRIZ DE OPERALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
Consumo Máximo de Oxigeno	Es la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y consumir O2 en un tiempo determinado.	El máximo consumo de oxígeno al realizar un ejercicio o actualidad	Pacientes respiratorios crónicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ EPOC</li> <li>✓ Asma</li> <li>✓ Bronquiectasia</li> <li>✓ Fibrosis Pulmonar</li> </ul>
Clase Funcional	Es la clasificación laboral en pacientes con patologías respiratorias crónicas.	Clasificación por el cual se puede indicar el desempeño laboral del paciente según su patología en una actividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Clase Funcional I</li> <li>✓ Clase Funcional II</li> <li>✓ Clase Funcional III</li> <li>✓ Clase Funcional IV</li> </ul>

## CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO

### 3.1. Tipo y nivel de Investigación

- A. **Según la tendencia (Paradigma):** Cuantitativa o Positivista.
- B. **Según la orientación:** Aplicativa o Tecnológica.
- C. **Según el tiempo y ocurrencia:** Prospectivo.
- D. **Según el periodo y secuencia de la investigación:** Transversal.
- E. **Según el análisis y alcance de los resultados:** Correlacional.
- F. **Diseño de la investigación:** Sin intervención.

### Ámbito de Investigación

Esta investigación fue realizada en Lima, en el Hospital Central FAP, ubicado en Av. Andrés Aramburú (2da cuadra) Miraflores. En cual tiene como visión “Brindar atención integral de salud y de alta complejidad al personal militar FAP, para optimizar su capacidad operativa y calidad de vida extendiendo su accionar a los familiares y la comunidad”.

El hospital Central FAP fue creado durante los años 1950-1959 donde se nombraron varias comisiones para estudiar la factibilidad de construcción de un hospital y adquisición de un terreno en el distrito de Surquillo. Con derecho supremo N° 019 de enero de 1962, se licitan la construcción del hospital Central FAP. El 16 de julio de 1965 se colocó la primera piedra del futuro Hospital FAP en los terrenos del instituto de Salud de Aeronáutica (ISA) oficializada mediante R.M.

N° 1056 del 03-09-65 y el 30 de abril de 1970, en acto público se inaugura el Hospital Central FAP, fecha considerada inicialmente como su aniversario, y que contó con la presencia del Señor Presidente de la Republica, General de División Don Juan Velasco Alvarado, y el Ministro de Aeronáutica y Comandante General de la FAP, Teniente General Ronaldo Gilardi Rodríguez, quienes develaron la placa cuya leyenda expresaba.

“La salud es el máspreciado tesoro que posee la humanidad, preservarla es un deber ineludible al poner en servicio este centro hospitalario altamente especializado la fuerza aérea cumple con esta obligación”

En la actualidad el director del hospital central FAP es el medico Mayor General Roberto Briceño Gordillo. Este establecimiento cuenta con una infraestructura de líneas modernas, presenta consultorios externos con salas de esperas amplias y cómodas, distribuido en un edificio de cinco pisos; así mismo con un área de hospitalización de diez pisos, cuenta con 283 camas en habitaciones confortables equipadas con teléfono y televisión con cable, cuenta a su vez con un local anexo para atenciones odontológicas y geriátricas, ubicado entre las calles tiendas y Los Paujiles en el distrito de Surquillo. El Hospital Central FAP es un moderno centro asistencial especializado con equipos biomecánicos de última generación recientemente adquiridos. El hospital cuenta con las siguientes áreas: Anatomía patológica, banco de sangre, ecografía, endoscopia, laboratorio, mamografía, medicina nuclear, nutrición y dietética, radiología, resonancia magnética, servicio social, tomografía axial y computarizada, fisioterapia y rehabilitación. Promoviendo una atención a más de 100 pacientes en sus diferentes áreas.

Dentro del área de fisioterapia cardio respiratoria atiende a más de 30 pacientes diariamente derivados de todo el Perú.

### **3.2. Población y Muestra**

#### **Población**

Este trabajo de investigación estuvo conformada por una población de 50 pacientes de terapia física y rehabilitación del área de Neumología. Fue realizada en el mes de setiembre en el hospital Central FAP en el año 2017.

#### **Muestra**

El presente trabajo estuvo constituido por una muestra de 33 pacientes con patologías respiratorias crónicas no transmisibles; se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia considerándose sus criterios de selección.

### **3.3. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Para este proyecto se utilizaron los siguientes datos:

- **TECNICA:** Observacional
- **INSTRUMENTO:** Ficha de recolección de datos.

Para el desarrollo del estudio lo primero que se realizó fue la recolección de datos previos a la evaluación tales como F.C, P.A., O2 SAT, ESCALA DE BORG. Luego

de ello se dirigió al llenado de la ficha de recolección de datos, adquiridos mediante en el ergómetro de brazo.

Teniendo como propósito determinar el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior, para identificar su nivel de medición y con esto contribuir con el mejoramiento de actividades físicas y laborales, proporcionándonos un sistema de medición de clase funcional para el mejoramiento de actividades laborales.

Para ello todos los pacientes de esta investigación presentaron patologías respiratorias crónicas no transmisibles (EPOC, asma, bronquiectasia, fibrosis pulmonar). Los cuales fueron sometieron a un entrenamiento físico de miembro superior con el uso del ergómetro de brazo, realizándose a una máxima resistencia (25-125 watts) durante un tiempo determinado de 10 minutos. El paciente se encontraba en posición sedente, con una temperatura, frecuencia cardiaca, presión arterial y saturación de oxígeno hemodinamicamente estables. Luego con ambos brazos estirados realizo un pedaleo a una intensidad determinada, por nuestros parámetros (25-125 watts).

Con estos resultados, los pacientes tuvieron la oportunidad de recibir un diseño de un programa de actividad laboral, que les permitió desempeñarse sin mayores complicaciones ni limitaciones en sus actividades de la vida diaria. Para ello todos los participantes se presentaron debidamente aseados, con vestimenta y zapatos cómodos, con ingesta de alimentos mínimos dos horas antes de la prueba y sin

haber realizado actividades físicas de esfuerzo un día antes. A su vez se les explico que tenían el libre derecho de retiro del estudio en cualquier momento que lo desee. No teniendo ningún tipo de interferencia en su tratamiento o rehabilitación cotidiano.

### **3.4. Procesamiento de datos y análisis estadístico**

El presenta trabajo se realizó de la siguiente manera: Se utilizó de forma electrónica mediante el uso del programa Excel y la formula de *T. Student* que cuenta con 95% de confianza y 5% de margen de error. Los datos fueron redactados de la siguiente manera: se realizó un análisis observacional en donde se buscó establecer la influencia del edad, sexo y peso de los pacientes con patologías crónicas (no transmisibles) en relación al consumo máximo de oxigeno durante el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional. Teniendo esta prueba un nivel de significancia no mayor de 0,05, siendo aceptada en un valor  $p < 0,05$ .

### **3.5. Aspectos Éticos**

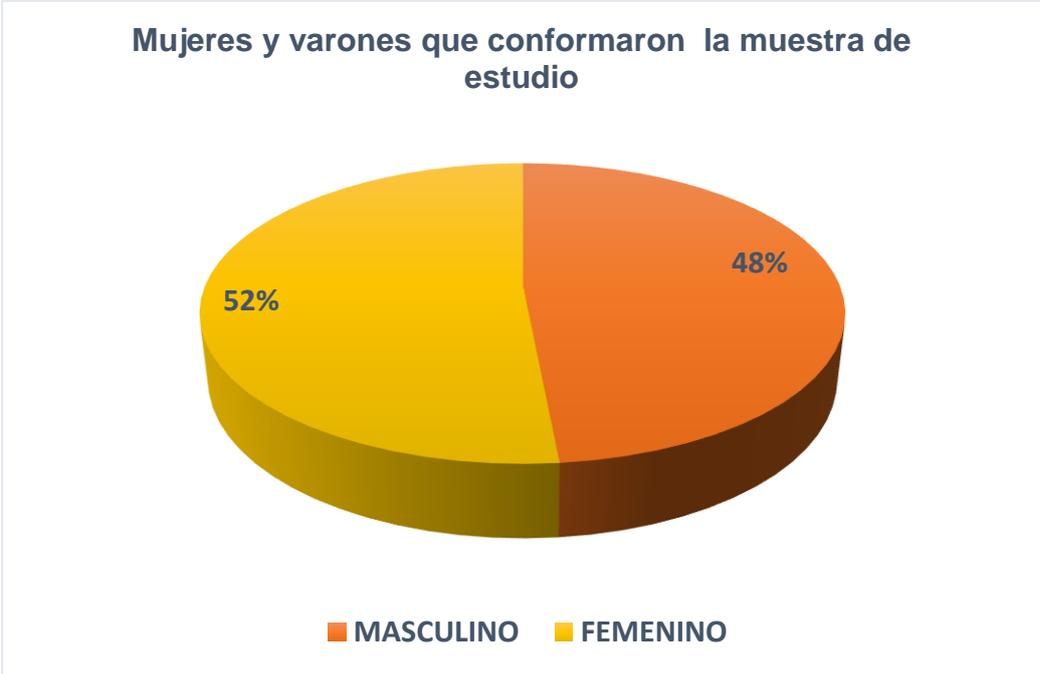
Para el diseño y desarrollo de esta investigación, se siguieron los principios establecidos con seres humanos estipulados en la declaración de Helsinki de la AMM en su 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013, en sus principios 4, 7 y 9. Así como las del Colegio de Tecnólogos Medico del Perú en sus artículos 23°, 24° y 25°. Utilizándose el consentimiento informado con todos los pacientes que de forma voluntaria accedieron a participar de esta

investigación, considerando los beneficios y riesgos, tal como menciona el Artículo 28° y Artículo 63° del CTMP. Así como los principios 10, 24, 25 y 26 de la declaración de Helsinki

# CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

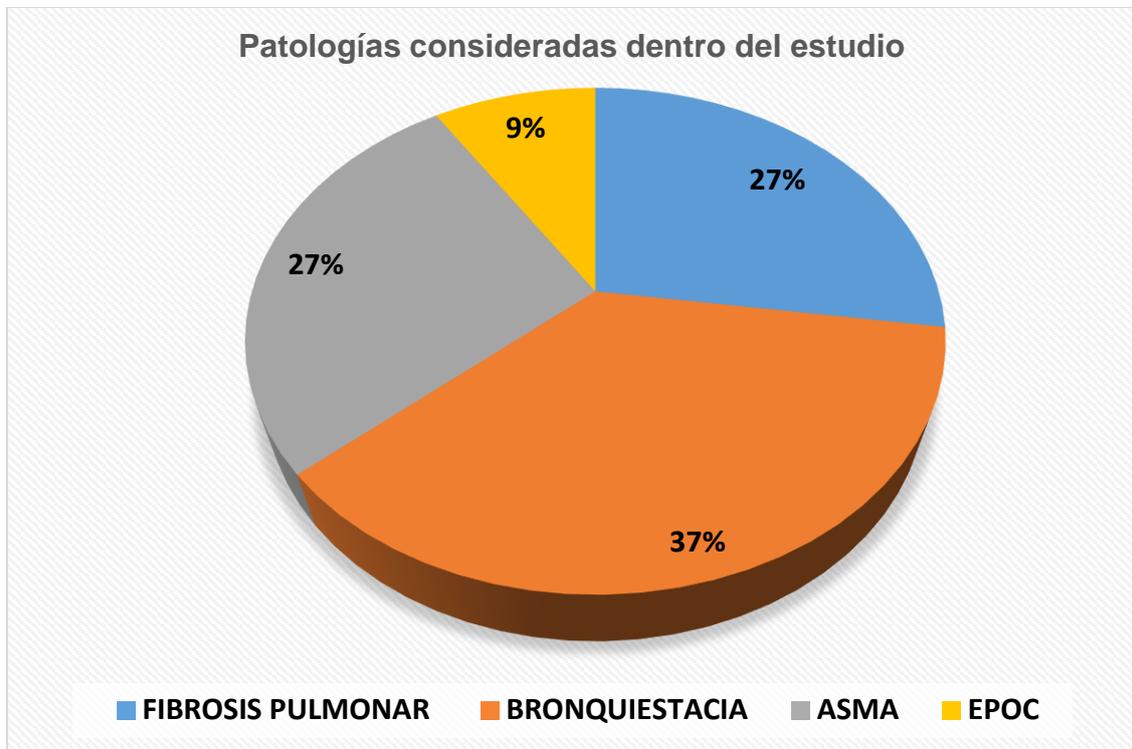
## 4.1. Resultados

Grafico N° 1



En el grafico podemos observar que la muestra está conformada por 52% y de mujeres y un 48% de varones.

**Grafico N°2**



En el grafico se observa que la patología más predominante es la bronquiectasia con 37%, seguido de fibrosis pulmonar y asma ambas con 27% y EPOC 9%

**Tabla N° 1****Consumo máximo de oxígeno y su relación con la clase funcional.**

Consumo máximo de O <sub>2</sub>	Clase funcional			
	I	II	III	IV
Promedio	25.8	18.7	15.3	7.0
Desviación Estándar	3.4	2.5	1.8	2.8
n muestra	15	14	8	2
VO <sub>2</sub> máximo	28	23	17	9
VO <sub>2</sub> mínimo	18	15	11	5
Mediana	28	18	16	--
t valor	6.27	3.38	5.20	
P valor	0.00	0.00	0.00	
Conclusión	Significativo	Significativo	Significativo	

En esta tabla según la *prueba t de student*, es significativo el resultado entre las clases funcionales teniendo como resultado entre las clases funcionales: I - II (t=6.27; p=0,00), II-III (t=3.38; p=0.00) y III- IV (t=5.20; p=0.00)

**Tabla N° 2**

**Consumo máximo de oxígeno y su relación con el sexo**

Consumo máximo de O2	Clase funcional							
	I		II		III		IV	
Sexo	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino	Masculino
Promedio	27.0	24.3	17.9	18.4	14.5	16	7	--
Desviación Estándar	2.2	4.3	2.3	2.8	2.38	0.82	2.83	--
n muestra	5	4	6	8	4	4	2	0
VO2 máximo	28	28	22	23	16	17	9	--
VO2 mínimo	23	18	17	15	11	15	5	--
Mediana	28	25.5	18	17.75	15.5	16	--	--
t	1.238		0.399		1.192		--	
p	0.256		0.697		0.278		--	
conclusión	no significativo		no significativo		no significativo		--	

Aplicando la *prueba de t student*, el resultado es no significativo para las clases funcionales I- II - III y la IV no es aplicable por falta de mediana

**Tabla N° 3**

**Consumo máximo de oxígeno y su relación con la patología**

Consumo maximo de O2	Clase funcional															
	I				II				III				IV			
patologia	Asma	Bronquiectasia	EPOC	Fibrosis	Asma	Bronquiectasia	EPOC	Fibrosis	Asma	Bronquiectasia	EPOC	Fibrosis	Asma	Bronquiectasia	EPOC	Fibrosis
Promedio	25.5	25.9	--	--	27.0	17.0	17	19	16	17	15	15	--	--	--	7
Desviación Estándar	3.5	3.7	--	--	2.0	1.3	0.71	0.5	--	0.71	--	2.38	--	--	--	2.83
n muestra	2	7	0	0	6	3	2	3	1	2	1	4	0	0	0	2
VO2 maximo	28	28	--	--	22	18	17	19	16	17	15	16	--	--	--	9
VO2 minimo	23	18	--	--	17	15	16	18	--	16	--	11	--	--	--	5
Mediana	--	28	--	--	28	17	--	19	--	--	--	16	--	--	--	--
t	--				8.35				--				--			
p	--				0.00				--				--			
Conclusion					significativo											

En la siguiente tabla, solo se aplicó la prueba de *t de student* en la clase funcional II y con las patologías asma - bronquiectasia la cual el valor de  $t=8.35$ ;  $p=0.00$ , lo cual nos sale una diferencia significativa, en las demás clases funcionales y patologías no es aplicable por falta de mediana.

**Tabla N°4****Consumo máximo de oxígeno y su relación con la edad.**

Consumo máximo de O <sub>2</sub>	EDAD		
	25-40 años	40-60 años	60-82 años
Promedio	13.42	16.25	20.5
Desviación Estándar	5.90	0.88	4.75
n muestra	6	6	28
VO <sub>2</sub> máximo	19	18	28
VO <sub>2</sub> mínimo	11	15	15
Mediana	14.5	16	18
t valor	0.620	1.016	
p valor	0.550	0.317	
Conclusión	No significativo	No significativo	

En la tabla aplicando la *prueba t de student*, se puede observar que el VO<sub>2</sub>max es no significativo tanto en las edades (25-40; 40-60) y (40-60; 60-82)

## 4.2. **Discusión**

El presente estudio de investigación describe datos sobre el consumo máximo de oxígeno, entrenamiento físico de miembro superior y la relación con la clase funcional en aquellos pacientes con patologías respiratorias crónicas. Fue un estudio que estuvo conformado por 50 pacientes de terapia física y rehabilitación del área de Neumología; los cuales fueron seleccionados en 33 pacientes que presentaban patologías respiratorias crónicas no transmisibles en el hospital Central FAP de Lima, durante el periodo julio a octubre del 2017.

Se encontró que existieron diferencias significativas en el consumo máximo de oxígeno en relación a la clase funcional. El consumo máximo de oxígeno tuvo un promedio de  $25.8 \pm 3.4$  el cual tuvo relación con la clase funcional I teniendo el mayor consumo de oxígeno perteneciente a la escala clase funcional; en la clase funcional II su consumo máximo de oxígeno fue de  $18.7 \pm 2.5$ ; en la III fue de  $15.3 \pm 1.8$  y en la clase funcional IV de  $7.0 \pm 2.8$  siendo la clasificación que consume menos cantidad de oxígeno. Promediando el valor t: 6.27 en clase funcional I y II, t: 3.38 en clase funcional II y III; y t: 5.20 en clase funcional III y IV; siendo sus valores de  $p= 0.00$ .

Referente a esto se encontraron estudios asertivos en relación de clase funcional por Vilma Roció Gómez Prada en el 2011 (Colombia) <sup>(16)</sup>, en el artículo: “Entrenamiento de miembros superiores en rehabilitación pulmonar”, donde se demostró que la influencia del entrenamiento físico de miembros superiores

conlleva a la disminución de la sintomatología tales como disnea y fatiga muscular; promoviendo así mejoras en la calidad de vida y consideraciones en actividades de entrenamiento para las actividades laborales y cotidianas. Carter y colaboradores en 1992 demostraron que hubo mejorías de un 50% durante el ejercicio de brazos en pacientes con EPOC; así mismo en el 2003 encontraron mejorías en un 64% y 52% en mujeres y varones con EPOC; y en el 2007 en un 93%; en este programa se realizaron una serie de ejercicios con carga constante e incremental con ergometro de brazo, e incluso se incorporó actividades cotidianas como reemplazo de bombillas, lámparas, ollas, etc. Esto se realizó con dos grupos comparativos conformado por individuos sanos y patológicos, demostrando que los individuos sanos durante el ejercicio de miembros superiores representaban un 60% y 70% de consumo de oxígeno alcanzado con un ejercicio de miembro inferior. En el grupo de pacientes con patologías se presentaron cambios en las variables metabólicas y ventilatorias, observadas a su vez en las actividades de la vida diaria, demostrando así que los pacientes con EPOC pueden llegar a utilizar desde un 43% hasta un 61% de consumo de oxígeno máximo en actividades básicas cotidianas y durante el ejercicio entre 75% y 95%. Los efectos del entrenamiento llegaron a la conclusión que existen una disminución significativa de fatiga muscular en los miembros superiores, al comparar el esfuerzo de los brazos en una ventilación minuto durante la prueba de ergometro de brazo, siendo la fatiga menor después del programa de entrenamiento y mejora de la capacidad funcional, aumentando el número de veces en que los pacientes realizan actividades de la vida diaria.

En un estudio realizado en el 2011 (Chile) por Manuel D. et al <sup>(17)</sup> sobre el entrenamiento de las extremidades superiores en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica, también se encontraron diferencias significativas en los programas de rehabilitación respiratoria, donde menciona que la incorporación del entrenamiento de miembros superiores tanto como de miembros inferiores obtendrían mejores resultados en los pacientes. Estos resultados demostraron que el programa de miembro superior promueve mejoras junto al de miembro inferior, para dar con ello una mejora en la fuerza muscular, la capacidad al ejercicio, reducción de la ventilación (41% a 21%,  $p < 0,05$ ) y del consumo de oxígeno (58% a 38%,  $p < 0.05$ ) en pacientes con EPOC. En este mismo programa *Ries* y *Cols* demostraron en un grupo aleatorizado conformado por 45 pacientes con EPOC, que existieron cambios de la percepción de la disnea, así como de fatiga disminuyendo de forma significativa. Así mismo *Lake* y *Cols* realizaron a 28 pacientes con EPOC un programa de entrenamiento combinado con ergómetro de brazo, demostrando mejoras a la tolerancia del ejercicio, la capacidad funcional y la calidad de vida. Estos estudios comprobaron que existe mejoría en el entrenamiento de extremidades superiores de forma significativa en comparación con cualquier otra modalidad.

Los hallazgos encontrados por Delgado A. et al <sup>(18)</sup> en el 2010 (Costa Rica) en un programa de “Comparación del efecto de tres programas de ejercicio físico sobre la capacidad funcional cardio- respiratoria, musculo esquelética y la calidad de vida en pacientes masculinos con enfermedad obstructiva crónica (EPOC)”. La cual conto con una población de 20 pacientes diagnosticados con EPOC de moderado a severo con edades de 45 a 80 años. Demostraron que existieron

mejoría en los programas de rehabilitación hechos entre tres a cuatros semanas, ya que desde esos puntos no se produjo un aumento de consumo máximo de oxígeno, ni disminución de la frecuencia cardiaca. Recomendando así que los programas tuvieran una duración de cinco a diez semanas; es por ello que se sugirió que adicionar más tiempo para crear un hábito en el paciente pudiendo de esta manera aprender su rutina de terapia y seguir mejorando su calidad de vida y actividades laborales. Los estándares realizados en el tiempo de duración en la prueba de ejercicio cardiopulmonar, según el tipo de ejercicio realizados fueron estadísticamente significativos con un valor  $p=0,006$ , así como en los cambios de FC con un valor  $p=0,030$ , FR con  $p= 0,007$ , VO2 Max  $p=0.030$ , cambios en los síntomas de EPOC  $p=0,001$ , cambios en las actividades de forma significativa y calidad de vida  $p=0,046$ .

En nuestro estudio del consumo máximo de oxígeno en relación al sexo se encontró que no existe diferencia significativa; presentando que la clase funcional I un promedio de:  $27.0 \pm 2.2$  en mujeres y  $24.3 \pm 4.3$  en varones, en clase funcional II se presentó un promedio de  $17.9 \pm 2.3$  en mujeres y  $18.4 \pm 2.8$  en varones, en la clase funcional III se presentó un promedio de  $14.5 \pm 2.38$  en mujeres y  $16 \pm 0.82$  en varones y en la clase funcional IV se presentó un promedio de  $7 \pm 2.83$  solo está presente en sexo femenino. Se puede observar que el VO2 máx en el sexo femenino con 27%, el sexo masculino 24.3%, perteneciendo ambos a la clase funcional I.

En estudios encontrados en relación al sexo en el año 2015 (Colombia) por Juan C. et al <sup>(13)</sup>, “¿Puede la frecuencia cardiaca ser un estimador del consumo de

oxígeno para segmentos corporales? Se demostró que existen diferencias significativas en relación al sexo para el consumo de oxígeno de todo el cuerpo, siendo sus valores  $p=0,000$  y en miembros superiores e inferiores los valores fueron:  $p=0,000$ ; donde se demostró que el sexo si tiene relación al consumo de oxígeno dado por el tamaño cardiaco y pulmonar, masa muscular y concentración de hemoglobina, siendo una gran variable el peso corporal; observándose que el porcentaje de grasa en las mujeres fue de 23,9% y en varones 11%, así mismo el peso muscular vario en un 52% en varones y 41% en mujeres, demostrando que existen diferencias significativas en relación al consumo máximo de oxígeno. Es por ello que podemos mencionar que las diferencias en relación al sexo no concuerdan con nuestros valores encontrados (Fem: 27%, Mas: 24.3% Clase funcional I) ya que nuestro resultado fue que no existe significancia.

Sin embargo, en estudios con respecto a la patología podemos mencionar que existieron diferencias significativas; demostrando así que las patologías tienen gran relevancia al consumo máximo de oxígeno durante el entrenamiento de miembro superior con el uso del ergometro de brazo; así mismo lamentamos que no existieran referencias sobre estos estudios.

Así también en relación a la edad no presenta mayor significancia por la cantidad de muestra estudiada, el cual se encontró que a mayor edad mayor consumo de oxígeno; ya que la muestra se encontraba acondicionada al entrenamiento, así mismo no se encontró referencias en otras literaturas.

## V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- El consumo máximo de oxígeno encontrado fue de 25.8% el cual corresponde a la clase funcional I, que demuestra la relación a mayor consumo máximo de oxígeno menor clase funcional en el entrenamiento físico de miembro superior en pacientes respiratorios crónicos.
- En relación al sexo se determinó que la influencia del consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior y su relación con la clase funcional en pacientes respiratorios crónicos no presento significancia clínica; a pesar del predominio en mujeres pertenecientes a la clase funcional I.
- En relación a predominio de las patologías que consumen más oxígeno encontramos que el asma consume mayor oxígeno durante el entrenamiento físico de miembro superior con un 27.0%, perteneciendo a la clase funcional II y la patología que menos consume es fibrosis pulmonar con un 7% perteneciendo a la clase funcional IV.
- Se encontró que la influencia de la edad guarda relación directa con el consumo máximo de oxígeno siendo de 20, 5% en pacientes de entre 60 a 82 años, estableciéndose que a mayor edad mayor consumo de oxígeno.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el entrenamiento de miembros superiores es fundamental en un programa de rehabilitación respiratoria.
- Se debe dar el énfasis suficiente a entrenamiento de miembros superiores tal cual se da a miembros inferiores.
- No necesariamente se requiere de un instrumento tan complejo para poder lograr el objetivo ya que a través de los miembros superiores podemos disminuir la disnea, mejorar el patrón ventilatorio y sincronía del movimiento respiratorio.
- Se debe diseñar programas de entrenamientos domiciliarios con cargas determinadas o pesos específicos para que el paciente lo realice mínimo de tres a cinco veces por semana.
- Se sabe que guarda relación con actividades de vida diaria ya que la falta de ejercicio dificulta el aspecto del paciente por que no se puede lavar, peinar, etc.
- Para futuras investigaciones se sugiere que la población sea mayor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Dr. Alwan A. Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2010. Orientacion. Ginebra: Organizacion Mundial de la Salud, Departamento de Salud; 2010.
2. Jave. Asma en Perú. [Online].: Medica Panamericana; 2004 [cited 2017 Agosto 17. Available from: <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/dgsp/ESN-tuberculosis/Exposiciones/Evaluacion2006/12Marzo/PAL.pdf>.
3. Caneva J, Ravec , De Salvo C, Mazzei J. Fisiopatología, Diagnostico y Tratamiento de la hipoxemia crónica grave. Medicine. 2001; 61(4): p. 17.
4. Mathers C, Loncar D. Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC). Nota Descriptiva. Ginebra: Organizacion Mundial de la Salud, Centro de prensa; 2006.
5. Wilmore H, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte (color). sexta ed. Jack H. Wilmore DLC, editor. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
6. Alcántara S, Hernández MÁ, Ortega E, Del Valle San Martín M. Fundamentos de la fisioterapia Madrid: Editorial Sintesis S.A.; 2003.
7. Lopéz Chicharro J, Fernández Vaquero. Fisiología del ejercicio. tercera ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006.
8. Cristancho Gómez W. Fisiología Respiratoria. I ed. Cristancho Gómez W, editor. Bogotá: El Manual Moderno; 2004.

9. Martínez López J. Pruebas de Aptitud Física. Primera ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.
10. Manzur J. Lanzas Programa de Prevención y Control de Enfermedades Respiratorias Crónicas. Informativo. Buenos Aires: Ministerio de Salud Presidencia de la Nación, Prensa; 2014.
11. Comercio E. Cinco consejos si tienes la enfermedad pulmonar EPOC. Cinco consejos si tienes la enfermedad pulmonar EPOC. 2014 Noviembre 22: p. 1.
12. Dr. Durstine JL. Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio. Primera ed. Dr. Durstine JL, editor. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2008.
13. Velásquez JC. ¿Puede la frecuencia cardiaca ser un estimador del consumo de oxígeno para segmentos corporales? Revista Universidad Industrial Santander Salud. 2015 Agosto; XXXVII(2): p. 160-166.
14. Bassett DR, Howley T. Factores Limitantes del Máximo Consumo de Oxígeno y Determinantes del Rendimiento de Resistencia. 2000..
15. Sívori M, Rhodius E. Respuesta ventilatoria al ejercicio post-entrenamiento de miembros superiores en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. 2013 Febrero..
16. Gómez Prada VR. Entrenamiento de los miembros superiores en rehabilitación pulmonar. Una revisión de la evidencia. Revista Colombiana de Neumología. 2011 Diciembre 29; XXIII: p. 15.
17. De la Prida C. M, Pavié G. J, Arancibia H. F, Herrera R. MJ, Jorcanos S. , Letelier M. E, et al. Entrenamiento de las extremidades de superiores en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Consejo chileno de rehabilitación respiratoria en el paciente con EPOC. 2011;(110-115): p. 6.
18. Delgado Acosta , Parra Segura J. Comparación del efecto de tres programas de ejercicio físico sobre la capacidad funcional cardiorespiratoria, musculo esquelética y la calidad de vida en pacientes masculinos con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). 2010..

19. Camargo DM, Campos MT, Sarmiento JM, Garzón , Navia JJ, Merchán A. Respuesta hemodinámica con el entrenamiento en resistencia y fuerza muscular de miembros superiores en rehabilitación cardiaca. 2006 Abril 07..
20. Giraldo Estrada H. EPOC Diagnóstico y tratamiento integral. Tercera ed. Panamericana EM, editor. Bogotá: Editorial Médica Panamericana; 2008.
21. Le Vay. Anatomía y Fisiología Humana. Segunda ed. S.L ES, editor. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2008.
22. Barbany Cairó JR. Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento. Primera ed. Paidotribo E, editor. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.
23. Guell Camacho LF. Programa de rehabilitación en pacientes con enfermedad pulmonar crónica. EnColombia. 2015; III(4): p. 16.
24. H. Heyward. Evaluación de la aptitud física y Prescripción del ejercicio. Reimpresión ed. Panamericana EM, editor. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 2008.
25. Dr. Aleeva R, Chan YK, Hodges S, Istomin V. Manual de Oximetría de Pulso Global. Manual. Ginebra: Organización Mundial de la Salud, Salud; 2010.
26. Burkhalter N. Evaluación de la Escala de Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardiaca. 1996 Diciembre..
27. Barbado Villalba , Barranco Gil. Manual del Ciclo Indoor Avanzado Paidotribo E, editor. Barcelona : Editorial Paidotribo ; 2007.
28. Giraldo Estrada H. Diagnostico y manejo integral del paciente con EPOC. Segunda ed.: Médica Internacional Panamericana ; 2003.
29. Vinuesa Sebastián MM. Guia de de práctica clínica para el tratamiento de pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Guia Practica Clinica en el SNS. 2013 Mayo; I(1): p. 5-9.
30. Román Piñara JM. Guia para pacientes y su entorno. Guia. Madrid: Asociación Balear del Asma, Salud; 2007.

31. Núñez C. , Mackenny P. J. Asma y ejercicio. Actualización. Valparaíso: Hospital Van Buren , Revisión Bibliográfica; 2015.
32. Sánchez De León. Bases de Neumología clínica CDCH , editor. Caracas: CDCH; 2004.
33. Cordova Cayeros A. The Lung Association. [Online].; 2012 [cited 2017 Octubre 26. Available from: <https://cordovaboss.wordpress.com/tag/y-su-lucha-vs-la-fibrosis-pulmonar/>.
34. Louman A. Pacientes con Bronquioectasia. [Online].; 2012 [cited 2017 Octubre 26. Available from: <http://concentradoroxigeno.blogspot.pe/>.
35. Arcas Patricio MÁ. Fisioterapia Respiratoria. Primera ed. Eduforma M, editor. Sevilla ; 2006.
36. Piper J, Van't Hul AJ, Wong KK. Ventilación no invasiva durante el entrenamiento físico para personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. 2014 Mayo 14..
37. Murthy JN, Wollak ID, Jackson AS. La prueba de seis minutos de caminata calcula con precisión la absorción máxima de oxígeno. 2010 Mayo 26..
38. Billat V. Fisiología y metodología del entrenamiento. Primera ed. Billat V, editor. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.
39. Riaño Quintero YS, Valbuena Chilito LJ. Aplicación de la caminata de 6 minutos en pacientes con enfermedad respiratoria crónica como determinante de la utilidad de un programa de rehabilitación pulmonar. 2010 Junio 16..

## **ANEXOS:**

### **Anexo N° 1**

#### **INDICACIONES PARA EL CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**“CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN ENTRENAMIENTO FÍSICO DE MIEMBRO SUPERIOR EN PACIENTES RESPIRATORIOS CRÓNICOS DEL HOSPITAL CENTRAL FAP, LIMA -2017”**

#### **INVESTIGADORES:**

Tenorio Ramírez, Jacqueline Elvira

Pari Flores, Vanessa Sandra

Chero Pisfil, Santos

#### **Propósito:**

Los investigadores Jacqueline E. Tenorio R., Vanessa S. Pari F. y Santos Chero P. tenemos como propósito determinar el consumo máximo de oxígeno en el entrenamiento físico de miembro superior, para identificar su nivel de medición y con esto contribuir con el mejoramiento de actividades físicas y laborales, proporcionándonos un sistema de medición de clase funcional para el mejoramiento de actividades laborales.

#### **Participación:**

Todos los pacientes de nuestra investigación deben presentar patologías respiratorias crónicas no transmisibles (EPOC, asma, bronquiectasia, fibrosis pulmonar). Los cuales se someterán a un entrenamiento físico de miembro superior con el uso del ergómetro de brazo, el cual será de máxima resistencia (25-125watts) durante un tiempo determinado de 10 minutos. El paciente se encontrará en sedente, con una temperatura, frecuencia cardiaca, presión arterial y saturación de oxígeno, hemodinamicamente estables. Luego cogerá el ergómetro con ambos brazos estirados y realizará un pedaleo a una intensidad determinada, por nuestros parámetros (25-125 watts).

#### **Riesgos de estudio:**

Esta investigación puede presentar las siguientes complicaciones: aumento de la frecuencia cardiaca (arritmia), presión arterial (hipertensión), saturación de oxígeno (< 90%), frecuencia respiratoria (>35), dolor torácico agudo, palidez súbita, pérdida de la coordinación o disnea extrema. Las cuáles serán debidamente atendidas en el mismo hospital por los especialistas hasta su estabilización.

#### **Costos o estipendios:**

Todos los pacientes que serán sometidos a esta investigación se encontrarán libres de cualquier costo o gasto, ya que ellos se encuentran afiliados dentro de esta entidad.

**Beneficios de participación:**

Con estos resultados, los pacientes tendrán la oportunidad de recibir un diseño de un programa de actividad laboral, que le permitirá desempeñarse sin mayores complicaciones ni limitaciones en sus actividades de la vida diaria.

**Confidencialidad del estudio:**

Los datos y las patologías de los pacientes participantes serán tratadas con suma discreción y respeto.

**Requisitos para la participación:**

Todos los participantes deben presentarse: aseados, con vestimenta y zapatos cómodos, con ingesta de alimentos mínimo dos horas antes de la prueba y no haber realizado actividades físicas de esfuerzo un día antes.

**Donde y con quién conseguir información:** Los datos de los investigadores son los siguientes: Jacqueline Tenorio (Cel.:987925897 lictr@hotmail.com), Vanessa Pari (Cel.:994932933 lupesandr@gmail.com) y Santos Chero (Cel.: 998707417 santoschero@yahoo.com.pe)

**Derecho de autonomía y libre retiro del estudio:** Los participantes tiene el libre derecho de autonomía y retiro del estudio en cualquier momento que lo desee. Esto no tendrá ningún tipo de interferencia en su tratamiento o rehabilitación.

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL PARTICIPANTE

DNI:

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL TESTIGO

DNI:

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL INVESTIGADOR

DNI:

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL INVESTIGADOR

DNI:

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL INVESTIGADOR

DNI:

## Anexo N°2



Universidad  
Norbert Wiener

### VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Mg. Lic. Miguel Sandoval Vegas

Nos dirigimos a usted para saludarlo y dada su experiencia, solicitar la revisión del instrumento de recolección de datos del proyecto de tesis titulado CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO EN ENTRENAMIENTO FÍSICO DE MIEMBRO SUPERIOR, EN PACIENTES RESPIRATORIOS CRÓNICOS DEL HOSPITAL CENTRAL FAP, LIMA 2017 de los autores Bch. TENORIO RAMÍREZ JACQUELINE ELVIRA Y PARI FLORES VANESSA SANDRA de la Universidad Privada Norbert Wiener, teniendo como base los criterios que a continuación se presentan. Marque con un check (✓) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

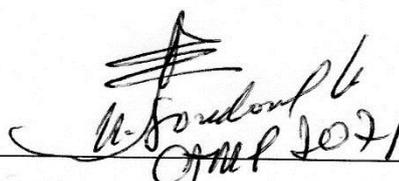
Item N°	Criterio	Si	No	Observación
1	La información permite dar respuesta al problema.	✓		
2	El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	✓		
3	La estructura del instrumento es adecuado.	✓		
4	El instrumento responde a la operacionalización de la variable.	✓		
5	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	✓		
6	Los ítems son claros en lenguaje entendible.	✓		
7	El número de ítems es adecuado para su aplicación.	✓		

Otras sugerencias:

Fecha:

09 Sep 2017

Sello y firma del Juez Experto.

  
Miguel Sandoval Vegas  
09 Sep 2017

Anexo N° 3



Universidad  
Norbert Wiener

VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Mg. Lic. Ramón Alberto Che León Vázquez Pita

Nos dirigimos a usted para saludarlo y dada su experiencia, solicitar la revisión del instrumento de recolección de datos del proyecto de tesis titulado CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN ENTRENAMIENTO FÍSICO DE MIEMBRO SUPERIOR, EN PACIENTES RESPIRATORIOS CRÓNICOS DEL HOSPITAL CENTRAL FAP, LIMA 2017 de los autores Bch. TENORIO RAMÍREZ JACQUELINE ELVIRA Y PARI FLORES VANESSA SANDRA de la Universidad Privada Norbert Wiener, teniendo como base los criterios que a continuación se presentan. Marque con un check (✓) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

Item N°	Criterio	Si	No	Observación
1	La información permite dar respuesta al problema.	✓		
2	El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	✓		
3	La estructura del instrumento es adecuado.	✓		
4	El instrumento responde a la operacionalización de la variable.	✓		
5	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	✓		
6	Los ítems son claros en lenguaje entendible.	✓		
7	El número de ítems es adecuado para su aplicación.	✓		

Otras sugerencias:

Fecha: 11.09.2017

Ramón Alberto Che León Vázquez Pita  
Tecnólogo Médico Clínico RNE: 0015  
Fisioterapia Cardiorrespiratoria

Sello y firma del Juez Experto.

## Anexo N° 4



Universidad  
Norbert Wiener

### VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

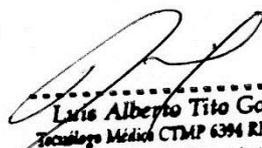
Dr. Mg. Lic. Luis Alberto Tito Gonzá

Nos dirigimos a usted para saludarlo y dada su experiencia, solicitar la revisión del instrumento de recolección de datos del proyecto de tesis titulado CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN ENTRENAMIENTO FÍSICO DE MIEMBRO SUPERIOR, EN PACIENTES RESPIRATORIOS CRÓNICOS DEL HOSPITAL CENTRAL FAP, LIMA 2017 de los autores Bch. TENORIO RAMÍREZ JACQUELINE ELVIRA Y PARI FLORES VANESSA SANDRA de la Universidad Privada Norbert Wiener, teniendo como base los criterios que a continuación se presentan. Marque con un check (✓) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

Item N°	Criterio	Si	No	Observación
1	La información permite dar respuesta al problema.	✓		
2	El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	✓		
3	La estructura del instrumento es adecuado.	✓		
4	El instrumento responde a la operacionalización de la variable.	✓		
5	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	✓		
6	Los ítems son claros en lenguaje entendible.	✓		
7	El número de ítems es adecuado para su aplicación.	✓		

Otras sugerencias:

Fecha: 11 - Setiembre - 2017

  
Luis Alberto Tito Gonzá  
Tecnólogo Médico CTMP 6394 RNE: 0016  
Fisioterapia Cardiopulmonar

Sello y firma del Juez Experto.

**Anexo N° 5**

**PROTOCOLO DE EJERCICIO EN PATOLOGIAS  
RESPIRATORIAS CRÓNICAS  
MONITOREO DE ENTRENAMIENTO FÍSICO CON EL  
ERGOMETRO DE BRAZO EN MMSS**

NOMBRE Y APELLIDO: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_ TALLA: \_\_\_\_\_  
 DIAGNOSTICO: \_\_\_\_\_ F.C. (PRE- EVAL.): \_\_\_\_\_ O2 SAT (PRE-EVAL.): \_\_\_\_\_  
 FECHA: \_\_\_\_\_ P.A (PRE- EVAL): \_\_\_\_\_ BORG (PRE- EVAL): \_\_\_\_\_

ETAPA	TIEMPO (10 MINT)	WATTS (25-125)	# DE BRAZADAS BORG		SAT O2	F.C.
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						

VALORES	F.C		P.A	SAT O2	BORG
REPOSO	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				

Anexo N° 6

USO DE ERGOMETRO DE BRAZO



ENTRENAMIENTO DE MIEMBRO SUPERIOR CON USO DE ERGOMETRO DE BRAZO

