

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SALUD INTEGRAL Y MOVIMIENTO HUMANO
FACULTAD EN CIENCIAS DE LA SALUD**

Comparación del efecto de dos programas de Ejercicio Físico Uno Aeróbico y otro de Contra resistencia sobre la Capacidad Funcional Cardiorrespiratoria y la Salud Mental en Pacientes con Hipertensión Pulmonar Arterial (HTP), Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia

Trabajo presentado para optar al grado y título de Magíster Scientiae en Salud Integral y Movimiento Humano. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica

José Eduardo Alfaro González

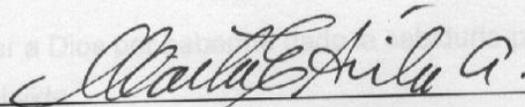
**Campus Presbítero Benjamín Núñez,
Heredia, Costa Rica, 2013**

Comparación del efecto de dos programas de Ejercicio Físico Uno Aeróbico y otro de Contra resistencia sobre la Capacidad Funcional Cardiorrespiratoria y la Salud Mental en Pacientes con Hipertensión Pulmonar Arterial (HTP), Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia

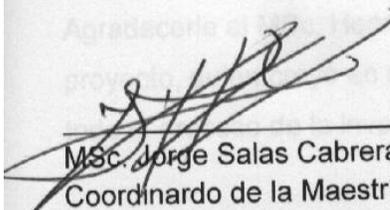
José Eduardo Alfaro González

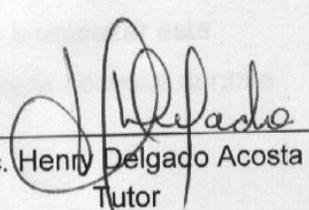
Trabajo presentado para optar al grado y título de Magíster Scientiae en Salud Integral y Movimiento Humano. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica

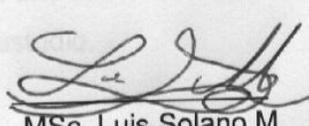
Miembros del Comité Evaluador

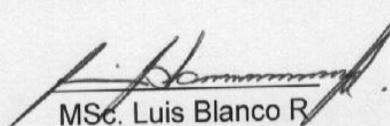


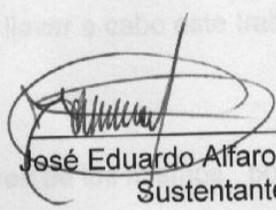
Presidente(a) Consejo Central de Posgrado o representante


MSc. Jorge Salas Cabrera
Coordinador de la Maestría en
Salud Integral y Movimiento Humano


MSc. Henry Delgado Acosta
Tutor


MSc. Luis Solano M.
Asesor


MSc. Luis Blanco R.
Asesor


José Eduardo Alfaro González
Sustentante

**Trabajo presentado para optar al grado y título de Magíster Scientiae
en Salud Integral y Movimiento Humano. Cumple con los requisitos
establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la
Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica**

Agradecimiento

Primero agradecer a Dios por haberme dado la sabiduría para poder culminar una nueva meta de mi vida.

Agradecerle al M.sc. Henry Delgado Acosta por animarme a empezar este proyecto, quien creyó en mí y me brindo una mano cuando la necesite durante todo el proceso de la investigación.

A nuestros lectores M.sc. Luis Blanco Romero y M.sc. Luis Solano, que siempre estuvieron dispuestos a cooperar, aportando sus conocimientos para enriquecer el presente estudio.

A la Dra. Marlene Jiménez Carro, por el apoyo brindado con sus conocimientos, interés y optimismo para llevar a cabo este trabajo de investigación.

A los pacientes y familiares de los mismos, por su disposición ya que fueron la base de esta investigación presentando gran interés por el trabajo asignado.

A mi padre por inculcarme en la vida que cuando uno quiere algo por más grande que sea con perseverancia y esfuerzo se puede lograr.

A mi familia, gracias por todo el apoyo brindado.

Dedicatoria

A mi madre, Cecilia González Montero, mi hermano Mauricio Alfaro y mis sobrinos Andrea, José Pablo y Patricia por el amor y cariño que brindaron en esta meta.

A Nidia Acosta Ramos quien me brindo un cariño incondicional y grandes bendiciones.

Índice

Miembros del Comité Evaluador	iii
Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Índice general	vi
Índice de cuadros	viii
Índice de gráficos	x
Índice de tablas	xii
Resumen	xiii
Abstract	xvi
Terminología empleada	xix
Descriptores	xxii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. Introducción	1
1.1 Justificación	5
1.2 Antecedentes	6
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo General	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.3.3 Conceptos claves	13

CAPÍTULO II: MARCO CONCEPTUAL

2.1 Hipertensión arterial pulmonar (HTP)	14
2.1.1 Definición	14
2.1.2 Epidemiología	14
2.1.3 Anatomía patológica	16
2.1.4 Lesiones de la íntima	19
2.1.5 Fisiopatología y patogenia	19
2.1.6 Síntomas	23
2.1.7 Diagnóstico	27
2.1.8 Pronóstico	30
2.1.9 Perspectivas de futuro	30
2.1.10 Tratamiento	31
2.1.11 Trasplante pulmonar	34

2.2 Rehabilitación respiratoria	35
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de estudio	40
3.2 Participantes	40
3.3 Instrumentos y materiales	41
3.3.1 Escala de ansiedad y depresión	41
3.3.2 Escala de Borg	42
3.3.3 Signos Vitales	43
3.3.4 Caminata de 6 minutos (test de los seis minutos “6mwt”)	44
3.3.5 Fuerza Muscular	46
3.3.6 Consumo Máximo de Oxígeno	48
3.4 Procedimiento	48
3.5 Diseño	50
3.6 Análisis estadístico	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS	52
4. Resultados de los datos	
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	81
5. Discusión	
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES	92
6. Conclusiones	
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES	94
7. Recomendaciones	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	104

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Metros recorridos durante el tiempo establecido de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	53
Cuadro 2: Frecuencia cardíaca (FC) de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2. ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL),según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	57
Cuadro 3: Disnea de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	50
Cuadro 4: Saturación de oxígeno de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	61
Cuadro 5: Vo_{2max} de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	64
Cuadro 6: GHQ de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	67
Cuadro 7: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según metros recorridos, media con teórico $T \alpha 0,05$	70
Cuadro 8: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según metros recorridos, media con teórico $T \alpha 0,05$	70

Cuadro 9: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según frecuencia cardiaca, media con teórico $T \alpha 0,05$	72
Cuadro 10: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según frecuencia cardiaca, media con teórico $T \alpha 0,05$	72
Cuadro 11: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según disnea, media con teórico $T \alpha 0,05$	74
Cuadro 12: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según disnea, media con teórico $T \alpha 0,05$	74
Cuadro 13: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según SAT, media con teórico $T \alpha 0,05$	76
Cuadro 14: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según SAT, media con teórico $T \alpha 0,05$	76
Cuadro 15: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según Vomax, media con teórico $T \alpha 0,05$	78
Cuadro 16: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según Vomax, media con teórico $T \alpha 0,05$	78
Cuadro 17: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según GHQ, media con teórico $T \alpha 0,05$	80
Cuadro 18: Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según GHQ, media con teórico $T \alpha 0,05$	80

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Metros recorridos durante el tiempo establecido de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	56
Gráfico 2: Frecuencia cardiaca (FC) de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	58
Gráfico 3: Disnea de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	60
Gráfico 4: Saturación de oxígeno (SAT) de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	63
Gráfico 5: Vo_{2max} de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contra-resistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	66
Gráfico 6: GHQ de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $T\alpha=0,05$	69
Gráfico 7: Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según metros recorridos, media con teórico $T \alpha 0,05$	71
Gráfico 8: Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según FC, media con teórico $T \alpha 0,05$	73

Gráfico 9: Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según Disnea, media con teórico $T \alpha 0,05$	75
Gráfico 10: Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según Sat, media con teórico $T \alpha 0,05$	77
Gráfico 11: Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según Vomax, media con teórico $T \alpha 0,05$	79
Gráfico 12: Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según GHQ, media con teórico $T \alpha 0,05$	81

Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación actualizada de la Hipertensión Pulmonar (Dana Point, 2008)	20
Tabla 2: Signos clínicos que indican la HTP	24
Tabla 3: Síntomas de la Hipertensión Arterial Pulmonar	26
Tabla 4: Escala de disnea	38

Resumen

La presente investigación se realizó con el fin de probar si el tratamiento de ejercicio aeróbico y el ejercicio contrarresistencia influían fisiológicamente de forma positiva en la salud de los pacientes con HTP en las variables como distancia en metros recorridos, disnea, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno, consumo máximo de oxígeno y salud mental, con el objetivo de conocer si al terminó de doce semanas de intervención física se alcanzaba alguna mejoría en su capacidad cardiorrespiratoria y músculo esquelética.

Para el desarrollo del estudio, fueron seleccionados por conveniencia 30 participantes de género masculino y femenino con HTP moderado entre los 19 a 80 años de edad consultantes del centro hospitalario Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia; los mismos fueron ubicados de forma aleatoria en tres diferentes grupos, un grupo control y dos a los que se aplicó un tratamiento diferente utilizando varios métodos de ejercicio físico.

A esa población se le aplicó tres mediciones, donde dichas variables fueron medidas al inicio de la intervención, a la mitad del tratamiento (seis semanas) y al final de la intervención (doce semanas).

Los resultados encontrados indican diferencias estadísticamente significativas en la variable de metros recorridos, en el grupo aeróbico el aumento entre el pre y el post es de 35,2 metros en promedio en el recorrido, con una desviación estándar correspondiente a $\pm 11,7$ metros, es decir los datos se concentran más hacia la media y la dispersión es menor.

En referencia con el grupo contrarresistencia de acuerdo con la significancia estadística se puede agregar que el aumento de los metros recorridos entre el pre y el pos es de 45 metros en promedio, con una desviación estándar de $\pm 14,2$ metros agrupando los datos hacia el centro.

Orta variable que fue estadísticamente significativa fue la FC en el grupo aeróbico la cual se inició con 92,7 latidos por minuto (primera semana) y termina con 85,0 latidos por minuto en la semana 12 con una reducción de 7,7 latidos por minuto.

La disnea en el grupo contrarresistencia tuvo una evidencia estadística significativa, lo cual se nota en la primera semana cuya media fue de 2,1 en tanto que en la semana 12 fue de 0,5 con una mayor concentración alrededor del eje de simetría.

Al analizar el comportamiento de los datos obtenidos en el caso del grupo CR, se nota que al inicio la media de las mediciones dio 89,4 y que en la semana 12, esas mediciones fueron de 92,7, con una diferencia de 3,3 y que al comparar esos datos con el estadístico de prueba y con $\alpha=0,05$, con un valor de referencia de 1,833 y un valor real obtenido de 1,857, se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente de que la Sat aumentó entre la primera semana del estudio y la semana 12, con la aplicación de ejercicios de contra-resistencia.

Por último se encontraron diferencias significativas en la variable GHQ lo cual muestra que la media de los valores registrados, para el grupo AE en la primera semana fue de 11,7 y que en la semana 12 ese dato fue de 4,4. Se aplicó la prueba estadística para determinar el comportamiento de la variable en estudio, se nota que con este indicador y un valor de referencia de -1,833, ($\alpha=0,05$) dado que es una tendencia a la baja y con un valor real de la prueba de -5,543.

El grupo CR (contra-resistencia) al registrar los datos relativos al comportamiento de las medidas, mostró, en la primera semana, una media de 11,7 y para la doceava semana ese valor fue de 3,3. En esas circunstancias, al aplicar la prueba estadística con un valor de referencia de -1,833, ($\alpha=0,05$) por existir tendencia a la baja y un valor real obtenido de -6,215, se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los ejercicios de contra-resistencia resultaron efectivos.

En conclusiones surgen de un amplio sustento teórico por medio del cual queda comprobado que independientemente de la edad, nivel de actividad física, factores de riesgo, o el padecimiento de cualquier enfermedad crónica; la práctica regular y planificada de actividad y ejercicio físico mejora la integridad física, mental, social entre otras de las personas, aportando múltiples beneficios en el goce de una plena y saludable calidad de vida.

Abstract

The following research was conducted in order to prove whether the treatment of aerobic exercise and counter-resistance exercise physiologically influenced in a positive way on health of patients with PH (Pulmonary hypertension) in variables such as distance in meters traveled, dyspnea, heart rate, oxygen saturation, maximal oxygen consumption, and mental health, in order to know if at the end of the twelve weeks of physical intervention was achieved some improvement in cardio-respiratory capacity and skeletal muscle.

For the development of this study, 30 participants (of both genders and aged between 19 and 80 years) were selected for convenience. These consultants of the Dr. Rafael Angel Calderon Guardia Hospital and with a moderate PH were placed at random into three groups: a control group and two groups with different treatment applying several methods of physical exercise.

Three measurements were applied to this population; these ones were made at the beginning of the intervention, in the middle of the treatment (six weeks), and at the end of the intervention (twelve weeks).

The results indicated significant differences in the variable of distance walked: in the aerobic group the increase between the pre and the post is around 35.2 meters on average, with a standard deviation corresponding to ± 11.7 meters, it means, the data is concentrated more towards the middle and less dispersion.

According to the statistical significance, the counter-resistance group showed an increase in distance walked between pre and post around 45 meters on average, with a standard deviation of ± 14.2 meters grouping the data to the center.

Another variable that was statistically significant was the heart rate in the aerobic group which began with 92.7 beats per minute (first week) and ends with 85.0 beats at week 12 with a reduction of 7.7 beats per minute.

In the counter-resistance group, the Dyspnea had a statistically significant evidence which showed in the first week whose average was 2.1 while at week 12 were 0, 5 with a higher concentration around the axis of symmetry.

Analyzing the behavior of the data obtained in the case of the counter-resistance group, it is noted that at the beginning the average of the measurements showed 89.4. On the contrary, these measurements were 92.7 at week 12 with a difference of 3, 3. Comparing these data with the statistic test and with $\alpha = 0.05$, with a reference value of 1,833 and an actual obtained value of 1,857, it is said that there is statistical evidence that the Sat increased between the first week of the study and week 12 with the implementation of counter-resistance exercises.

Finally, significant differences in the variable GHQ show that the average of the recorded values for the aerobic group was 11.7 in the first week and 4.4 at week 12. The statistical test was applied to determine the behavior of the variable under study, it shows that with this indicator and a reference value of -1.833, ($\alpha = 0.05$) as it is a downward trend and with a real value test of -5.543.

The counter-resistance group (to record data related to behavior of the measures) showed an average of 11.7 in the first week and that value was 3.3 in the twelfth week. In these circumstances, applying the statistical test with a reference value of -1.833 ($\alpha = 0.05$) for existing downward trend and a real obtained value of -6.215, it can say that there is enough statistical evidence to affirm that the counter-resistance exercises were effective.

As a conclusion, this research confirms and verifies (with a broad of theoretical basis) that regardless of age, physical activity level, risk factors, or suffering from any chronic disease, the regular practice of an exercise improves physical integrity as well as mental and social factors of people, providing multiple benefits in the enjoyment of a full and healthy quality of life.

Terminología empleada

ABG: Gases de la Sangre Arterial.

AD: Atrio Derecho.

AD: Atrio Derecho.

AgHB_s: Antígeno Superficial de la Hepatitis B.

ANA: Anticuerpos Antinucleares.

ATS: Sociedad Torácica Americana.

BMPR 11: Gen del receptor tipo 2 de la proteína ósea morfogenética.

BN: Péptido Natriureico.

BNP: Péptido Natriureico tipo B en la insuficiencia Cardíaca Congestiva.

CBC: Hematología Completa.

CF: Capacidad Funcional

CMP: Panel Metabólico Completo.

CO₂: Dióxido de Carbono.

CT: Tomografía Computarizada.

ECG: Electrocardiograma

EP: Estenosis Pulmonar.

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica.

ERS: Sociedad Respiratoria Europea

ERS: Rango de Eritrosedimentación.

FC: Frecuencia Cardíaca.

FOP: Foramen Oval Permeable.

GC: Gasto Cardíaco.

HIV: Virus de la Inmunodeficiencia Humana

HTPA: Hipertensión Pulmonar Arterial.

IC: Índice Cardíaco.

LCFA: Limitación Crónica del Flujo Aéreo

NYHA: Clasificación Funcional de la New York Heart Asociación para Insuficiencia Cardíaca Congestiva.

O₂: Oxígeno.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

PCP: Presión Capilar Periférica.

P6MM: Prueba de Marcha durante 6 Minutos.

PaCO₂: Presión parcial de Dióxido de carbono en sangre Arterial.

PAD: Presión de Aurícula Derecha.

PAP: Presión Arterial Pulmonar.

PAPm: Presión Media de la Arteria Pulmonar.

PcIV: Prostaciclina Intravenosa.

PPH1: Paniculodio parcialmente homogenizado

RP: Rehabilitación Pulmonar.

RVP: Resistencia Vasculat Periférica.

SE: Síndrome de Eisenmenger.

TA: Presión Arterial.

TSH: Hormona estimuladora del Tiroides.

V/D: Ventrículo Derecho.

V/P: Ventilación Pulmonar.

V/Q: Ventilación Perfusión.

VHC: Virus de la Hepatitis C

VI: Ventrículo Izquierdo.

VO_{2max}: Consumo Máximo de Oxígeno.

max: Maximo.

Descriptores

Hombres y Mujeres, personas adultas, ejercicio, población HAP, salud ment

Capítulo I

Planteamiento del Problema

1. Introducción

La calidad de vida es el bienestar, felicidad, satisfacción de la persona que le permite una capacidad de actuación o de funcionar en un momento dado de la vida. Es un concepto subjetivo, propio de cada individuo, que está muy influido por el entorno en el que vive como la sociedad, la cultura, las escalas de valor, sin embargo en la actualidad se ha logrado constatar que esa condición se ha visto amenazada por una mayor incidencia de las enfermedad no transmisible, propiamente dicha la Hipertensión Arterial Pulmonar. (Ardila, 2003)

Según la OMS (2012) la calidad de vida es la percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno.

El desarrollo del compromiso clínico y funcional de los pacientes con Hipertensión Pulmonar derivado de la disnea y la fatigabilidad, los conduce al desentrenamiento y a la incapacidad física, repercutiendo en la calidad de vida. Con el propósito de

evitar o romper este círculo, diferentes guías clínicas recomiendan la rehabilitación pulmonar a partir de etapas moderadas de la enfermedad. (Ries, 2004)

La hipertensión pulmonar complica la evolución de muchas causas niños y adultos con cardiopatías congénitas (CPC). El aumento de la presión pulmonar asociado a la CPC es secundario a un aumento del flujo sanguíneo pulmonar o a la elevación de las presiones pos capilares. La hipertensión arterial pulmonar (HTP) se asocia en la inmensa mayoría de los casos a cortocircuitos congénitos. (Beghetti y Tissot, 2010)

La hipertensión pulmonar es frecuente en los pacientes adultos con cardiopatía congénita y suele ser el resultado del aumento del flujo sanguíneo pulmonar debido a la existencia de un cortocircuito izquierda-derecha de gran tamaño. Este trastorno es progresivo y los pacientes sintomáticos suelen fallecer entre el tercero y el quinto decenios de la vida. Esta limitación de la enfermedad hace difícil la reubicación laboral o para la inserción en la vida cotidiana, y es aquí donde la implementación de un programa de rehabilitación pulmonar se hace indispensable. (Álvarez, Hernández, Núñez y Rivas, 2000)

En la actualidad se están intentando nuevas formas de tratamiento médico avanzado en los pacientes con características de síndrome de Eisenmenger, con el objetivo de reducir la resistencia vascular pulmonar y mejorar el gasto cardíaco y la clase funcional. (Maillo y Malaguti, 2006)

Los programas de rehabilitación proponen un manejo global del paciente y son ahora, reconocidos como parte integrante del tratamiento moderno. Los programas de rehabilitación se componen no sólo de un entrenamiento físico sino también de una adaptación de la terapéutica farmacológica, educación de los pacientes y de sus familiares, prevención secundaria y ayudas psico-sociales. La rehabilitación y el entrenamiento físico han demostrado una mejoría de la

capacidad física y de las adaptaciones periféricas que pueden participar en la mejora del pronóstico. (McLaughlin y McGoan, 2006)

Uno de los beneficios más evidente es la mejora de la capacidad física y de la tolerancia al esfuerzo; que éstas sean estimadas ya sea por la duración del esfuerzo o bien por el pico de VO₂ o por el umbral ventilatorio. En forma global, se estima que el entrenamiento físico permite esperar una mejoría de entre 17 y 30 % del tiempo de ejercicio y del pico de VO₂. Las performances sub-máximas (que condicionan las actividades diarias) mejoran, explicando en parte, el beneficio sintomático de los pacientes con reducción de la clase funcional NYHA y la mejoría de la calidad de vida. (McLaughlin y McGoan, 2006)

Estos beneficios aparecen esencialmente relacionados con modificaciones musculares y cambios hemodinámicos periféricos que revierten el proceso de “desacondicionamiento”, muy común en pacientes sedentarios con Hipertensión Pulmonar. (McLaughlin y McGoan, 2006)

Estudios previos han demostrado la importancia de la RP, debido a que se han encontrado mejoras en la calidad de vida asociadas a incrementos en la tolerancia al ejercicio, disminución de la frecuencia cardiaca y la presión arterial, así como en la sintomatología y en las consultas médicas. La mayoría de estos estudios son con grupos pequeños de pacientes, observacionales y con grupos que no han sido aleatorizados y por lo general utilizando predominantemente el ejercicio aeróbico, sin embargo, pocos estudios se han referido al entrenamiento de contrarresistencia. (Fowler, Gabba, Gain, Jenkins, Maiorana, O’Driscoll, 2011)

El entrenamiento físico, integrado en un programa global de rehabilitación en Hipertensión Pulmonar, mejora la capacidad de esfuerzo, la calidad de vida y probablemente la sobrevida de los pacientes. Esta estrategia terapéutica se

impone como un tratamiento útil en caso de Hipertensión Pulmonar. (McLaughlin y McGoon, 2006)

En general, las intervenciones llevadas a cabo por medio de los programas de ejercicio físico contribuyen a mejorar las funciones del sistema cardiovascular, músculo esquelético y pulmonar. No obstante, las acciones sobre el organismo son más amplias, bien por el efecto propio del ejercicio o a través de las modificaciones de los factores de riesgo cardiovasculares inducidas por el entrenamiento. (Prat, 2003)

Grassino (1995) hace referencia a la necesidad de utilizar tanto trabajos aeróbicos como anaeróbicos en pacientes con Hipertensión Pulmonar secundario al EPOC, dirigiendo estos al aumento de la fuerza de los músculos espiratorios y de músculos inspiratorios para aumentar su reserva de fuerza, dando lugar a una mejor calidad de la vida, que induzca a una disminución en la hospitalización y los costos derivados de la enfermedad.

Entre algunos de los efectos positivos asociados al ejercicio físico en pacientes con Hipertensión Pulmonar, sobresale un aumento en la capacidad funcional, determinada por una disminución en la frecuencia cardiaca y la presión arterial, entre otros. Se logró detectar la necesidad de que en los programas de RP, siempre estuviera presente el especialista en ejercicio físico, con conocimientos necesarios que garanticen la salud y seguridad del paciente en la prescripción y ejecución de actividad física según el caso en particular. (Fowler et al, 2011)

1.1 Justificación

En cuanto al ejercicio de contrarresistencia, uno de los estudios fue el realizado por Rooyackers, J.M. y Folgering, H.T., (1998) quienes utilizaron el entrenamiento de fuerza isométrico y dinámico en conjunto con actividades de la vida diaria, 5 días a la semana durante 10 semanas, encontrando mejorías significativas en la capacidad máxima de trabajo ($p < 0.05$).

Otro estudio de Phillips, Benton, Wagner y Riley (2006) utilizaron en un grupo técnicas de RP, mientras que en el otro grupo se implementó además entrenamiento de la fuerza, determinando que las personas que trabajaron solo RP disminuyeron la fuerza tanto en tren inferior como en tren superior, mientras que el grupo que realizó RP y entrenamiento de fuerza mejoraron significativamente ($p < 0.05$), además en cuanto a la capacidad funcional este último grupo obtuvo mejorías significativas en 5 de 7 test aplicados ($p < 0.05$).

Por lo anterior expuesto y debido a las escasas posibilidades de efectuar un programa adecuado de RP, en los últimos estudios, Hernández y otros (2000) y Ries (2004) han considerado que la educación del usuario es necesaria para cubrir algunos aspectos básicos respecto a su enfermedad, y asociado a ejercicio físico, idealmente supervisado, con cargas de entrenamiento que el paciente sea capaz de manejar, permite obtener beneficios clínicos importantes desde el punto de vista del individuo, razones por las cuales se justifica el propósito de este estudio y que se encuentra implícito en la siguiente interrogante.

¿En qué medida distintos programas de ejercicio físico contribuyen en el mejoramiento de la capacidad funcional cardiorrespiratoria y la calidad de vida en pacientes con Hipertensión Pulmonar del Hospital Dr. Rafael A. Calderón Guardia?

1.2 Antecedentes

La hipertensión pulmonar (HTP) es una enfermedad multidisciplinaria y compleja, donde los avances diagnósticos y terapéuticos en los últimos años le han impreso un interés especial, habiéndose observado mejoría en la supervivencia y calidad de vida de los enfermos. Si bien en algunas áreas del conocimiento de esta condición se ha avanzado en forma considerable, en otras faltan avances y definiciones. (Barberá, Subias y Subervioli , 2010)

La hipertensión pulmonar (HP) es una enfermedad hemodinámica y patofisiológica definida como un aumento de la presión arterial pulmonar (PAP) media \geq o igual 25 mmHG en reposo, medida durante el cateterismo cardiaco derecho. (O.M.S, 2012)

La hipertensión pulmonar es una enfermedad muy letal, con tasas de supervivencia por debajo del 10% a los 10 años de evolución. A pesar de ello, el conocimiento de los mecanismos fisiopatológicos que subyacen a su desarrollo y evolución se ha visto seriamente limitado por la falta de herramientas adecuadas con las que abordar el estudio de esta enfermedad. (Fuster y Sanz, 2007)

Hay una gran variedad de CPC que pueden conducir a la HTP, pero el grupo más importante es el formado por las lesiones con un cortocircuito izquierda-derecha. Dicho grupo incluye muchos defectos congénitos diferentes que presentan evoluciones diferentes, y ello tiene importancia. Los avances realizados en cardiología pediátrica y en cirugía han hecho aumentar el número de pacientes con CPC que sobreviven hasta la edad adulta, y han ayudado a prevenir la aparición del SE en muchos pacientes de los países occidentales, con lo que se ha producido una reducción de aproximadamente un 50% en la prevalencia a lo largo de los últimos 50 años. Alrededor del 5% de los adultos con CPC acaban sufriendo HTP. La prevalencia de la HTP en las CPC se ha estimado entre 1,6 y

12,5 millones de adultos, de los que un 25-50% presenta SE. Sin embargo, sigue creciendo el número de pacientes con malformaciones caracterizadas por la denominada fisiología de ventrículo único, que requieren un abordaje quirúrgico especial (anastomosis cavopulmonar parcial o total). (Begetti y Tissot, 2010)

La HTP es una complicación habitual en el paciente con cardiopatía o valvulopatía izquierda. Cerca de un 40% de pacientes con enfermedad del lado izquierdo del corazón presenta HTP y es la causa más frecuente de la misma (50%). Es un marcador pronóstico y tiene importantes implicaciones terapéuticas. En la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la HTP también es una complicación frecuente (cerca del 15-20% de las HTP), asociándose su presencia a menor sobrevida y peor evolución clínica. En ambas situaciones, el pronóstico de la enfermedad subyacente depende del grado de HTP acompañante. (Grignola y Gómez, 2009)

Los síntomas están relacionados con la disminución del gasto cardíaco, la insuficiencia cardíaca congestiva, las arritmias y la hipoxemia. Los pacientes suelen presentar una capacidad funcional adecuada hasta el segundo decenio de vida, pero posteriormente presentan una reducción progresiva de la tolerancia al esfuerzo, con cianosis también progresiva. (Bouzas y Gatzoulis, 2005)

Históricamente, los síntomas se han utilizado para guiar la actividad física a través de los años y a los pacientes se les ha aconsejado en la medida de lo posible evitar el esfuerzo asociado con mareos, disnea, o dolor en el pecho; por lo que se le dio anteriormente poca consideración respecto a las recomendaciones hacia la actividad física o el ejercicio de rehabilitación para personas con HTP. (Fowler et al, 2011)

Hasta el momento, no se había establecido un tratamiento estandarizado para la HTP y se tendía a recomendar, en términos generales, un manejo conservador

con el fin de evitar la desestabilización de una situación fisiológica equilibrada. (Bouzas y Gatzoulis, 2005)

La Sociedad Torácica Americana (ATS) y la Sociedad Respiratoria Europea (ERS) definen la rehabilitación pulmonar como "una intervención multidisciplinaria, basada en la evidencia, dirigida a pacientes con enfermedades respiratorias crónicas, quienes padecen de síntomas y generalmente encuentran disminuidas sus actividades diarias". Es decir, de acuerdo a la definición, la rehabilitación pulmonar debe ser considerada dentro del tratamiento individual de los pacientes con Hipertensión Pulmonar derivado de la EPOC que presentan disnea u otros síntomas respiratorios, tolerancia al ejercicio reducida, restricción en las actividades por causa de la enfermedad o una salud deteriorada. (Marín, Laude, y Morales, 2008)

Los objetivos de la rehabilitación pulmonar son: reducir los síntomas, mejorar la calidad de vida, aumentar la capacidad funcional y reducir la utilización de recursos. Estos objetivos deben ser logrados mediante un programa multidisciplinario personalizado compuesto por entrenamiento físico, educación, nutrición, soporte psicológico y terapia ocupacional. De todos estos, el entrenamiento físico es el componente más importante y, junto a la educación, son acciones que competen directamente al kinesiólogo. (Marín, Laude y Morales, 2008)

Hasta hace poco, inclusive, el ejercicio de rehabilitación se desanimó para los pacientes con HTP debido a la percepción de un riesgo alto en los resultados adversos físicos desencadenados en mortalidad. (Fowler et al, 2011)

American College of Sports Medicine (2005), considera que la actividad física actúa como factor protector de numerosas enfermedades crónicas degenerativas. Se ha demostrado en diversos estudios, que en pacientes con patologías crónicas

de índole cardíaca y pulmonar, las alteraciones similares responden bien al ejercicio de rehabilitación. (Fowler et al, 2011)

En los últimos años se ha considerado la limitación muscular periférica como un factor añadido a los ya clásicos, tales como la reducción de la capacidad ventilatoria, la limitación cardiovascular y de transporte e intercambio de gases. El hecho de que la capacidad de ejercicio tras un trasplante uni o bipulmonar no presente diferencias sería también un claro argumento de que no sólo los factores tradicionales influirían en la capacidad de ejercicio de estos pacientes. Por otra parte, en pacientes con fallo cardíaco crónico y un grado de limitación funcional similar al de los enfermos con Hipertensión Pulmonar secundario al EPOC se ha descrito una disminución de la fuerza del cuádriceps, que correlaciona con la capacidad de ejercicio. Asimismo, se ha observado que incluso en el sujeto normal se produce un descenso significativo del consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx) tras sólo 21 días de permanecer en cama. (Montemayor y Ortega, 2001)

Según Heyward (2006), la prescripción está diseñada para aumentar la capacidad física, promover la salud por medio de la disminución de los riesgos para enfermedades crónicas y asegurar la efectividad durante la participación en un programa. Se debe tener presente que los beneficios son relativos a cada uno de los participantes, puesto que cada uno de ellos tendrá niveles de salud e intereses diferentes; de aquí la importancia de que cualquier actividad física esté precedida de una evaluación médica. Es posible que la escasez de datos sobre el impacto de la actividad física y el ejercicio sobre los resultados en la HTP tengan dificultades para proporcionar asesoramiento coherente en relación con la actividad física y para identificar qué pacientes son adecuados para el ejercicio de rehabilitación. (Fowler, 2011)

La reciente introducción de la terapia específica de la HTP está dirigida a la mejora de la hemodinámica central y el pronóstico. A pesar de la terapia, sin embargo,

muchos pacientes con HTP continúan experimentando un deterioro significativo en la función física y calidad de los beneficios observados. Estos han estimulado un interés en los efectos del ejercicio de rehabilitación en pacientes con HTP, pero, antes de un estudio de viabilidad publicado en Japón en 2005, no hubo informes de rehabilitación con ejercicio en esta población. Entre los años 2006 y junio de 2010, otros tres estudios, con un total de sujetos con hipertensión arterial pulmonar, que se habían sometido a la rehabilitación, fueron publicadas. Mejoras en la capacidad de ejercicio y la calidad de vida se observaron consecuentemente, sin ningún tipo de efectos adversos clínicos o deterioro. (Fowler et al, 2011)

En un estudio realizado por Fowler et al (2011), se demostró que el efecto del entrenamiento respiratorio y ejercicio en la capacidad respiratoria se asocia con una mejora significativa en calidad de vida, medida por el cuestionario SF-36. Los factores que pueden conducir al deterioro de la calidad de vida en HTP son la disnea, las limitaciones funcionales, los efectos adversos de la terapia, el aislamiento social y los problemas emocionales, tales como la ansiedad y la depresión. Este estudio, manifestó por primera vez que el entrenamiento del ejercicio en pacientes con severa HTP ofrece beneficiosos efectos psicológicos y físicos, dando lugar a una mejora de la salud relacionados con la calidad de vida. (Fowler et al, 2011)

El estudio de Mereles et al, no fue diseñado para evaluar si el ejercicio mejora la supervivencia, por lo que no se pueden establecer conclusiones con respecto a los efectos a largo plazo. La mayoría de los cambios en las variables medidas durante el programa de ejercicio eran favorables a la reducción de la presión sistólica de la arteria pulmonar la presión arterial, el máximo la frecuencia cardíaca, la elevación del umbral anaeróbico, pero la tasa de reposo del corazón no se redujo. Así, aunque la práctica de ejercicio es una terapia complementaria que puede mejorar la calidad de vida de los pacientes con HTP, aún no se puede equiparar con las mejores terapias en la supervivencia. (Mereles, 2006)

La práctica de ejercicio puede tener un impacto a corto plazo en el funcionamiento y el bienestar de los pacientes seleccionados con HTP que sea igual a las mejores terapias farmacéuticas actuales. Sin embargo, aún se desconoce si este efecto es para la supervivencia o para la mejora duradera. Los estudios sugieren que el entrenamiento físico debe ser considerado para todos los pacientes con HTP en algún momento de su plan de tratamiento, reconociendo que no todos los pacientes serán capaces o califiquen. Debido a que la práctica de ejercicio tiene efectos a corto plazo en rendimiento en el ejercicio de que son similares a los tratamientos farmacológicos, el futuro. (Mereles, 2006)

El entrenamiento físico mejora la mecánica ventilatoria y el intercambio de gases. Las estrategias no están estandarizadas, pero están avaladas por estudios que muestran mejoría en los principales síntomas limitantes de la HTP, en especial de la disnea de esfuerzo. Las técnicas de control de la respiración producen un aumento del volumen corriente, un descenso de la frecuencia respiratoria y mejoran la eficacia de los músculos respiratorios. La ejercitación de los músculos respiratorios optimiza el consumo energético y la utilización del oxígeno al mejorar la dinámica torácica. (Miravittles, Nabera, Lamban, Gobartt, Martín, Chapman y 2006)

Los resultados de diversos estudios permiten identificar la necesidad de más investigaciones para apoyar la elaboración de directrices sobre la actividad física y el ejercicio de rehabilitación de la población HTP. Por esta razón, se pretende realizar un protocolo institucional que permita adecuarse a las demandas de nuestra población.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de distintos métodos de ejercicio físico (aeróbico y combinado), sobre la capacidad funcional cardiorrespiratoria y la salud mental en sujetos con Hipertensión pulmonar.

1.3.1 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de un programa de ejercicio físico aeróbico sobre la capacidad funcional cardiorrespiratoria de sujetos con HTP.
- Establecer el efecto de un programa de ejercicio físico contraresistencia sobre la capacidad funcional cardiorrespiratoria de sujetos con HTP.
- Comprobar el efecto de un programa de ejercicio físico contrarresistencia sobre la salud mental en sujetos con HTP.
- Valorar el efecto de un programa de ejercicio físico aeróbico sobre la salud mental en sujetos con HTP.
- Comparar los efectos de los distintos programas de ejercicio físico, sobre la capacidad cardiorrespiratoria y la salud mental en sujetos con HTP.

1.3.3 Conceptos claves:

Hipertensión Arterial Pulmonar (HTP), capacidad funcional cardiorrespiratoria, ejercicio físico y calidad de vida.

Capítulo II

Marco Conceptual

2.1 Hipertensión arterial pulmonar (HTP)

2.1.1 Definición

La Hipertensión Arterial Pulmonar (HTP) se define como un grupo de enfermedades caracterizadas por el incremento progresivo de la resistencia vascular pulmonar (RVP), que da lugar a insuficiencia ventricular derecha y muerte prematura. El diagnóstico es hemodinámico (es el estudio anatómico y funcional del corazón y especialmente de la dinámica de la sangre en el interior de las estructuras sanguíneas como arterias, venas, vénulas, arteriolas y capilares) y se establece si existe una elevación de la presión media de la arteria pulmonar (PAPm) superior o igual a 25 mm/Hg (con presión capilar pulmonar, normal o inferior a 15 mm /Hg) en reposo. La presión de la arteria pulmonar es directamente proporcional al flujo y a la resistencia vascular del árbol pulmonar. (Flox, 2010)

2.1.2 Epidemiología

La HTP es una enfermedad muy letal, con tasas de supervivencia por debajo del 10% a los 10 años de evolución. A pesar de ello, el conocimiento de los mecanismos fisiopatológicos que subyacen a su desarrollo y evolución se ha visto seriamente limitado por la falta de herramientas adecuadas con las que abordar el estudio de esta enfermedad. (Fuster y Sanz, 2007)

La HTP afecta con mayor frecuencia a las mujeres en una relación 1.7:1 y, comúnmente, se expresa en la cuarta década de la vida. El diagnóstico habitualmente es efectuado entre 18 y 24 meses posteriores al inicio de los síntomas, debido al carácter inespecífico de ellos, tales como disnea, fatiga o dolor torácico, de modo que es frecuente detectar enfermos con severa limitación funcional y estrecho margen terapéutico. La sobrevida histórica promedio es de 2.8 años luego del diagnóstico. (Zagolin, Wainstein, Uriarte y Parra, 2006)

La prevalencia de la HTP en la presión capilar pulmonar (CPC) se ha estimado entre 1,6 y 12,5 millones de adultos, de los que un 25-50% presenta Síndrome Eisenmenger (SE). Sin embargo, sigue creciendo el número de pacientes con malformaciones caracterizadas por la denominada fisiología de ventrículo único, que requieren un abordaje quirúrgico especial. (Begetti, Tissot, 2010)

En la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), la HTP también es una complicación frecuente (cerca del 15-20% de las HTP), asociándose su presencia a menor sobrevida y peor evolución clínica. En ambas situaciones, el pronóstico de la enfermedad subyacente depende del grado de HTP acompañante. (Grignola y Gómez, 2009)

Aproximadamente, 6% sigue una distribución familiar, con una relación similar hombre-mujer y de transmisión autosómica dominante con penetrancia incompleta, es decir, suele saltar generaciones. La presencia del gen no implica desarrollo de la enfermedad y es así como uno de los genes identificados como responsables de la enfermedad, conocido como PPH1 (locus 2q 31-32), tiene una expresión clínica en menos de 20% de los portadores. Recientemente, se ha correlacionado a las mutaciones en el gen II del receptor de la proteína morfogenética ósea (BMPR II) con las lesiones vasculares proliferativas observadas en los pacientes con HTP, sugiriendo que se trataría del mismo gen PPH1. (Zagolin, Wainstein, Uriarte, Parra, 2006)

2.1.3 Anatomía patológica

La HTP desde un punto de vista histopatológico, el compromiso vascular va desde hipertrofia de la íntima y capa media de la arteriola pulmonar, asociada a trombosis in situ, hasta lesiones plexiformes fibróticas en su etapa terminal. (Zagolin, Wainstein, Uriarte y Parra, 2006)

Los defectos septales auriculares y ventriculares (los defectos septales son un tipo de problemas cardíacos congénitos en los cuales existe un hoyo en la pared que separa las cámaras del corazón. La palabra "septal" se refiere a la pared entre cámaras, y el término congénito describe una afección que ha estado presente desde antes de nacer. La enfermedad cardíaca congénita se manifiesta en sólo 4 a 12 de cada 1000 nacimientos) son defectos cardíacos complejos que pueden desarrollar HTP. Si estos defectos permanecen sin reparación, se mantiene un cortocircuito izquierda-derecha (es una alteración de la circulación donde los vasos con sangre oxigenada se comunican con los vasos de sangre no oxigenada y se ocasiona una falla pulmonar masiva), con un aumento del flujo sanguíneo hacia la circulación pulmonar. Con el paso del tiempo, la luz de las arteriolas disminuye, debido en parte a la proliferación de los múltiples componentes de la pared vascular inducida en parte por el aumento de la tensión de cizallamiento. Estos cambios se asocian con disfunción endotelial y muscular determinando un aumento persistente de la resistencia vascular pulmonar. (Girignola, Gómez, 2009).

En cuanto la Presión Arterial Media Pulmonar (PMAP) aumenta, el cortocircuito se invierte (de derecha a izquierda), produciéndose desoxigenación de la sangre arterial lo cual se manifiesta clínicamente con la aparición de cianosis labial y subungueal. Este fenómeno de cortocircuito derecha-izquierda con resistencias vasculares pulmonares elevadas, define el síndrome de Eisenmenger (SE) y representa una HTP particularmente severa, con pobre tolerancia al ejercicio y

mala calidad de vida, aunque con una mayor sobrevida comparada con las otras formas de HTP. (Girignola, Gómez, 2009)

Recientemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012) reclasificó la HTP considerando las siguientes categorías: idiopática (antes denominada primaria), asociada a enfermedades del tejido conectivo (ETC), al uso de anorexígenos, HIV, shunts intracardíacos, porto-pulmonar (agujero o pasaje que permite el paso anómalo de fluidos de un lado del cuerpo humano a otro) y, además, agregó algunas entidades infrecuentes tales como: enfermedad veno-oclusiva y angiomatosis capilar pulmonar. Se consideran factores de riesgo definitivo para el desarrollo de HTP el uso o antecedente de consumo de anorexígenos tales como aminorex o fenfluramina, y el ser de sexo femenino; muy probable, el uso de anfetaminas, L-triptofano y el embarazo e improbable, el uso de anticonceptivos, estrógenos, tabaquismo y obesidad.

Aproximadamente un 50% de los pacientes con limitación crónica del flujo aéreo (LCFA) mayores de 50 años, desarrollan HTP, aumento de la resistencia vascular pulmonar, hipertrofia y disfunción del ventrículo derecho, lo que contribuye de manera importantemente a su mortalidad. Se ha demostrado que la sobrevida de estos pacientes se reduce aproximadamente a la mitad en relación con la de otros con igual compromiso funcional pero sin hipertensión pulmonar, lo que demuestra la importancia de su tratamiento precoz. (Lisboa, 1995)

Los cambios morfológicos en la vasculatura de los enfermos con LCFA se deben a varios factores: alteraciones producidas por la hipoxia, efectos del envejecimiento sobre la circulación pulmonar, alteraciones vasculares inflamatorias y proliferativas asociadas al tabaco y destrucción del parénquima. Las alteraciones iniciales son proliferación interna con fibrosis y formación longitudinal de músculo, hipertrofia e hiperplasia de la túnica media en las arterias pulmonares y muscularización de las arteriolas. Estas alteraciones son relativamente leves y potencialmente

reversibles. Frente a una HTP persistente, se produce degeneración de las fibras musculares con reemplazo de la túnica media (es una capa formada por capas concéntricas de células musculares lisas entre las cuales se interponen cantidades variables de elastina, fibras reticulares y proteoglicanos, que en las arterias está bastante más desarrollada que en las venas, y que prácticamente no existe en los capilares) por tejido conjuntivo. (Lisboa, 1995)

La hipoxemia en los enfermos con LCFA se produce por un trastorno de ventilación /perfusión (V/Q) secundario a la obstrucción bronquial y, con menos frecuencia, por hipoventilación alveolar, en la cual se asocian hipoxemia, hipercarbia (es un importante trastorno que consiste en el aumento de la PaCO₂ por sobre el límite superior normal de 45 mmHg) y acidosis (es un término clínico que indica un trastorno hidroelectrolítico que puede conducir a acidemia, y que viene definido por un pH sanguíneo inferior a 7.35. Contribuyen también al efecto vasoconstrictor los episodios transitorios de hipoxemia que se producen en estos pacientes durante el sueño. (Lisboa, 1995)

La vasoconstricción pulmonar por hipoxia es el mecanismo más importante de hipertensión pulmonar. Se plantea que la hipoxia alveolar produce vasoconstricción tanto en forma directa, por su acción sobre el músculo liso de los vasos pulmonares, como indirecta, por liberación de sustancias vasoconstrictoras desde células del parénquima pulmonar. (Lisboa, 1995)

La HTP engloba a un gran número de entidades clínicamente muy similares y con características patológicas comunes: hipertrofia de la media, proliferación de la íntima la cual caracteriza un papel funcional de los canales iónicos en el proceso de modulación fenotípica de las células musculares lisas de la pared arterial (a nivel de las arteriolas pulmonares) e hipertrofia del ventrículo derecho (VD). (Tuder, Mercki, Richter, 2007)

2.1.4 Lesiones de la íntima

Principales responsables de la reducción de la luz y del aumento de resistencias a nivel de las pequeñas arterias pulmonares. Estas lesiones consisten en:

d.1) Lesiones excéntricas: son inespecíficas y fruto de la organización de trombos.

d.2) Lesiones concéntricas: organización de células endoteliales y miofibroblastos en “hojas de cebolla”, con importante reducción de la luz. Son características de la HTP severa.

d.3) Lesiones plexiformes: proliferación de células endoteliales y musculares lisas a nivel de la bifurcación de las pequeñas arterias musculares preacinarias e intracinarias (<100 μ m), con una red de canales revestidos por endotelio en su interior. Es el hallazgo histopatológico típico de la HTP severa, pero no patognomónico. Recientemente se han asociado con infección por el herpes virus humano-851, que ha demostrado una potencial capacidad angioproliferativa. (Tuder, Mercki, Richter, 2007)

2.1.5 Fisiopatología y patogenia

La fisiopatología de la HTP reside en la disfunción del VD y la inadecuada redistribución del flujo sanguíneo pulmonar, debido al remodelado vascular pulmonar. El VD está adaptado a trabajar en un circuito de altos flujos y capacitancia y baja presión: las resistencias vasculares pulmonares son 10 veces menores a las sistémicas en condiciones normales. El lecho pulmonar puede soportar incrementos de 3 a 4 veces el gasto cardiaco (GC) sin incrementos en sus presiones. De hecho, en individuos sanos, las resistencias vasculares pulmonares disminuyen cuando el GC aumenta durante el ejercicio. (Flox, 2010)

En febrero de 2008 se celebró en Dana Point (California) el 4^o Simposio sobre Hipertensión Pulmonar, donde expertos de todo el mundo introdujeron nuevos

cambios en la clasificación, aunque manteniendo el esquema de la reunión de Venecia.

En el grupo 1, (tabla 1) se mantuvo el término HAP idiopática para los casos esporádicos sin causa conocida, pero se cambió el término “familiar” por el de “heredable”, dada la posibilidad de mutaciones espontáneas de nodo y la variabilidad en la penetrancia de las alteraciones genéticas que hacen posible la presencia de este tipo de HTP asociada a trastornos genéticos aunque sin agregación familiar. (Barst y Rubin, 2008)

Por otro lado, un cierto número de entidades poco frecuentes incluidas en este grupo en la clasificación de Venecia (HTP asociada a trastornos tiroideos, glucogenosis, enfermedad de Gaucher, telangiectasia hemorrágica hereditaria, hemoglobinopatías, síndromes mieloproliferativos, esplenectomía) se trasladaron al grupo 5, (tabla 1) ante la ausencia de pruebas del componente arterial en estos cuadros. La importante implicación de este cambio es la retirada de la indicación del tratamiento vasodilatador pulmonar en estas entidades. Por el contrario, la esquistosomiasis pasó a pertenecer a este grupo ante la evidencia de una fisiopatología y respuesta a fármacos similar a otras formas de HTA a pesar de originarse en una parasitosis. (Barst y Rubin, 2008)

Tabla 1
Clasificación actualizada de la Hipertensión Pulmonar (Dana Point, 2008)

-
1. Hipertensión Arterial Pulmonar (HAP)
 2. Hipertensión pulmonar causada por cardiopatía izquierda
 3. Hipertensión pulmonar por enfermedades pulmonares y/o hipoxemia
 4. Hipertensión pulmonar tromboembólica crónica
 5. HP con mecanismos poco claros o multifactoriales
-

En la HTP, cuando la presión pulmonar se eleva como consecuencia de los cambios anatómicos producidos en las arteriolas, las paredes del ventrículo derecho (VD) sufren una hipertrofia concéntrica, con mantenimiento de los diámetros intracavitarios, con el fin de disminuir la tensión parietal, Ley de Laplace (la ley de Laplace explica el aumento progresivo de la tensión en la pared al dilatarse la arteria. Hay que recordar que la presión en su interior es la presión arterial del individuo y que la tensión aumenta al aumentar el diámetro). Durante esta fase (**fase compensada**) no presenta disnea y el VD es capaz de mantener el gasto cardiaco (GC) sin elevación de la presión en la AD y los pacientes permanecen asintomáticos. (Flox, 2010)

Conforme las presiones pulmonares aumentan, estos mecanismos adaptativos fracasan. Iniciándose entonces la **fase sintomática**. Al principio, la hipertrofia progresiva y la fibrosis miocárdica del VD provocan el fallo de su función diastólica. Más tarde comienza a dilatarse, lo que ocasiona un incremento de la tensión parietal y una disfunción sistólica. (Flox, 2010)

El incremento de la frecuencia cardíaca (FC), de la masa y tensión parietal aumentan las demandas de oxígeno (O₂) del VD que en combinación con una disminución de la perfusión endomiocárdica acaban produciendo isquemia, que se manifiesta como dolor torácico, lo que contribuye al empeoramiento de su función sisto-diastólica. (Gómez, Bialostozky, Zajarias, 2001)

En los pacientes con HTP, el flujo en la arteria coronaria derecha presenta un patrón bifásico con una importante reducción del flujo durante la sístole y un aumento durante la diástole. En los casos con severa hipertrofia del VD el flujo medio de la arteria coronaria derecha por gramo de miocardio, está marcadamente disminuido. (Gómez, Bialostozky y Zajarias, 2001)

Por otro lado, la dilatación VD ocasiona una dilatación del anillo; lo contribuye a la disminución del GC y al aumento de la presión en AD, que se manifiestan como intolerancia al esfuerzo y síntomas congestivos. En este contexto se activan mecanismos neurohormonales (BNP) que hoy se sabe, son marcadores pronósticos de la enfermedad. (Oudiz, 2005)

Paralelamente al remodelado del VD y sus consecuencias, el remodelado vascular pulmonar causa un incremento del espacio muerto fisiológico, es decir, aumenta el número de alvéolos que estando sanos y bien ventilados no están profundamente (buena ventilación) en reposo. Con el avance de la enfermedad y la progresión del remodelado, el número de alvéolos perfundidos es cada vez menor, como también lo es el reclutamiento de los mismos durante el esfuerzo. Esta alteración de la relación ventilación pulmonar (V/P) provoca una progresiva ineficiencia ventilatoria que es responsable de la disnea de esfuerzo de estos pacientes: precisan ventilar más para captar O₂ y eliminar dióxido de carbono (CO₂). (Oudiz, 2005)

Por otro lado, tanto la progresiva disminución del GC así como la disminución del lecho capilar (son los vasos sanguíneos de menor diámetro, están formados solo por una capa de tejido, lo que permite el intercambio de sustancias entre la sangre y las sustancias que se encuentran alrededor de ella) ocasionan que el tiempo de tránsito de los hematíes (célula de la sangre de forma redonda u ovalada y que contiene hemoglobina que le da el color rojo y se encarga de transportar el oxígeno a todas las partes del cuerpo) a lo largo de la membrana alvéolo capilar sea menor, con lo cual el tiempo disponible para la oxigenación de la hemoglobina disminuye, provocando distintos grados de hipoxemia durante el ejercicio. (Tumminello, Guazzi, Lancellotti y Pierard, 2009)

La progresiva dilatación y aumento de la presión telediastólica del VD desvía el septo interventricular hacia la izquierda, comprometiendo el llenado del VI. Además, conforme aumenta la presión en AD, la presión en el seno coronario

también aumenta ocasionando un estado congestivo del miocardio del VI que contribuye a disminuir su complianza. De esta forma, la disminución de la precarga del VI también contribuye a disminuir el GC. (Tumminello, Guazzi y Lancellotti, Pierard, 2009)

En la fase descompensada, la disnea es evidente en reposo y los síntomas congestivos son marcados. El bajo GC ocasiona fatiga y cuadros presincoales o sincopales con esfuerzos pequeños. (Piazza y Goldhaber, 2005)

En los pacientes con Foramen Oval Permeable (FOP) El foramen oval es una apertura natural que permite el paso, durante la vida fetal, de la sangre oxigenada de la aurícula derecha a la izquierda evitando de este modo su entrada en los pulmones. Con los cambios en la circulación que se producen en el momento del nacimiento, el aumento de la presión en la aurícula izquierda favorece su cierre progresivo. En algunas personas no se produce este cierre, permaneciendo abierto tras el nacimiento cuando la presión en AD sobrepasa la de aurícula izquierda (AI) se produce un cortocircuito derecha-izquierda. Este cortocircuito, que puede estar presente basalmente, se incrementa con el ejercicio (al aumentar la presión en AD) contribuyendo a aumentar la hipoxemia y la acidosis y limitando aún más la capacidad funcional. (Piazza y Goldhaber, 2005)

2.1.6 Síntomas

La enfermedad puede sospecharse a través de los síntomas. La disnea es el más frecuente (60%). Cuando aparece disfunción del VD, comienzan a manifestarse la fatiga (19%), el angor (7%), el síncope y presíncope de esfuerzo (8-5% respectivamente) y por último los edemas (3%). Debido a la inespecificidad de la clínica, no es de extrañar que sin un alto grado de sospecha, el diagnóstico se retrase varios años (hasta una media de 2). Los signos se derivan de la

sobrecarga y fallo del VD y del desarrollo de insuficiencia cardíaca derecha (tabla 3). (Bull, 2005)

Tabla 2
Signos clínicos que indican la HTPA

Signos físicos	Implicaciones
Componente pulmonar acentuado del segundo ruido (R2) componente pulmonar audible en el ápice.	Presión pulmonar elevada produciendo un aumento de cierre de la válvula pulmonar.
Soplo eyectivo sistólico.	Súbita interrupción de la apertura de la válvula pulmonar en la arteria pulmonar con alta presión; la onda de presión refleja la elevada resistencia vascular pulmonar.
Signo de Dressler +	Flujo sanguíneo transvalvular pulmonar turbulento.
Injurgitación yugular	Presión del ventrículo derecho elevada e hipertrofia ventricular derecha presente.
Onda A +	Elevada presión de llenado ventricular derecho

Signos que indican severidad de la HTP (HTP moderad o severa)

Soplo diastólico	Regurgitación pulmonar
Soplo holosistólico que se incrementa con la inspiración.	Regurgitación pulmonar
Injurgitación yugular: incremento de la onda V	Regurgitación tricuspidea
Reflujo hepatoyugular	Regurgitación tricuspidea
Pulso hepático	Regurgitación tricuspidea; falla del ventrículo derecho

Avanzada HTP con fallo del VD

Tercer ruido cardiaco en el VD	Disfunción del VD
Ingurgitación yugular marcada	Disfunción del VD y/o regurgitación tricuspidea
Hepatomegalia	Disfunción del VD y/o regurgitación tricuspidea
Edema periférico	Disfunción del VD y/o regurgitación tricuspidea
Ascitis	Disfunción del VD y/o regurgitación tricuspidea
Presión arterial baja, presión del pulso disminuida, extremidades frías.	Disfunción del VD y/o regurgitación tricuspidea

Signos físicos que apuntan a una posible causa subyacente o asociada a una HTP

Cianosis central	Hipoxemia, shunts derecho -a- izquierdo, cardiopatía congénita, enfermedad pulmonar intersticial, el hipoxia, enfermedad venocluciva pulmonar.
Hallazgos auscultatorios cardiacos (soplos sistolicos, soplos diastolicos, chasquido de apertura y galope)	Cardiopatía congénita o adquirida, o enfermedad vascular.
Rales, crepitantes disminución de los ruidos respiratorios.	Edema y/o congestión pulmonar
Rales finos, uso de los músculos inspiratorios accesorios, disnea jadeante espiración prolongada, tos productiva.	Enfermedad pulmonar parenquimatosa

Obesidad, sifoescleosis, amígdalas Posible alteración de la ventilación
agrandadas,

Esclerodactilia, artritis, rachs Alteraciones del tejido conectivo
cutáneo, telangiectacia, calcinosis.

Obstrucción o insuficiencia venosa Posible trombosis venosa
periférica.

Tomado de: Simposio Internacional de Hipertensión Pulmonar (2009)

En estados más avanzados de la enfermedad, incluso la actividad más mínima puede producir alguno de los síntomas (tabla 2). Algún síntoma adicional puede incluir un ritmo cardíaco irregular (palpitaciones o una sensación punzante fuerte, pulso acelerado, mareos o desmayos, progresiva pérdida de aliento durante ejercicio o actividades y dificultad para respirar en reposo. Con el tiempo, se puede hacer difícil el realizar cualquier actividad a medida que empeora la enfermedad. (Bull, 2005)

Tabla 3
Síntomas de la Hipertensión Arterial Pulmonar

	Inicial (%)	Eventual (%)
Disnea	60	98
Fatiga	19	73
Dolor torácico	7	47
Presíncope	5	41
Edema	3	37

Tomado de: Simposio Internacional de Hipertensión Pulmonar (2009)

La hipertensión pulmonar en las etapas más avanzadas es el momento en que se empieza a sospechar de ella, pues la presentación es más evidente e importante y es cuando el paciente se hace desobediente y no responde a las terapéuticas básicas de la insuficiencia cardíaca. (Bortman, 2009)

2.1.7 Diagnóstico

La HTP puede ser causada por varias condiciones médicas; un examen físico completo, una historia clínica completa y una buena descripción de los síntomas son necesarios para poder descartar otras enfermedades y así poder hacer el diagnóstico correcto.

1. Auscultar para ver si se escucha sonidos anormales en el corazón como un sonido alto de la válvula pulmonar, un soplo sistólico de regurgitación tricúspide, o un galope debido a un fallo ventricular.
2. Inspeccionar la vena yugular en el cuello para ver si hay signos de obstrucción.
3. Examinará tu abdomen, piernas, y tobillos para ver si retienes líquidos.
4. Examinará tus uñas para ver si tienen un tono azulado.
5. Buscar señales de enfermedades subyacentes que puedan estar causando la hipertensión pulmonar.

Otras pruebas que pueden realizarse incluyen:

1) Pruebas de sangre:

- a) Panel metabólico completo (CMP por sus siglas en inglés): Examina las funciones del hígado y los riñones
- b) Análisis de sangre de los auto-anticuerpos, como ANA, ESR, y otros: investiga si hay enfermedades vasculares del colágeno
- c) La hormona estimuladora del tiroides (TSH por sus siglas en inglés): investiga si hay problemas del tiroides
- d) VIH (HIV por sus siglas en inglés): una prueba para localizar el virus de la inmunodeficiencia humana
- e) Gases de la sangre arterial (ABG por sus siglas en inglés): Determina el nivel de oxígeno en la sangre arterial.
- f) Hematología completa (CBC por sus siglas en inglés): Una prueba para detectar infecciones, hemoglobina elevada, y anemia
- g) Péptido natriurético de tipo B (BN por sus siglas en inglés): un marcador del fallo cardíaco

2) Ecocardiograma por Doppler: Usa ondas de sonido para mostrar el funcionamiento del ventrículo derecho, para medir el flujo sanguíneo a través de las válvulas del corazón, y luego calcular la presión sistólica de la arteria una ecocardiografía permite observar el corazón latiendo y ver las válvulas cardíacas y otras estructuras de dicho órgano. (Zagolin, Wainstein, Uriarte, Parra, 2006)

La ecocardiografía es considerada el mejor método de búsqueda y detección de pacientes con HTP siendo el examen que motiva la evaluación de estos pacientes en un centro especializado. El diagnóstico de certeza de HTP exige efectuar un cateterismo derecho para la medición directa de presiones y gasto cardíaco. Este examen, además, permite realizar la prueba de reactividad vascular, utilizando adenosina, óxido nítrico o prostaciclina, con el propósito de reconocer a los pacientes con posibilidad de respuesta a terapia con bloqueadores del calcio. (Zagolin et al. 2006)

El ecocardiograma confirma dicha sospecha.

El electrocardiograma (ECG) puede mostrar signos de hipertrofia ventricular derecha (87%) y eje derecho (79%), sin embargo su ausencia no descarta la existencia de HTP. Aunque el ECG presenta escasa sensibilidad (55%) y especificidad (70%) como herramienta de *screening* si ha demostrado ser útil en el pronóstico: la presencia de dilatación de aurícula derecha (AD) o hipertrofia del VD se asocian con un incremento de 2.8 y 4.3 veces respectivamente del riesgo de mortalidad a los 6 años. (Bossone, Paciocco, Larussi, 2002)

3) Rayos-X del Tórax: Muestra un ventrículo derecho agrandado y las arterias pulmonares agrandadas. La radiografía de tórax puede mostrar un aumento de tamaño de VD, AD y de las arterias pulmonares proximales con signos de oligohemia periférica. En el 6% de los pacientes puede ser normal. Su sensibilidad y especificidad también son bajas y no existe correlación entre la magnitud de los hallazgos y el grado de HTPA. (Trow T, Ardle J, 2007)

La prueba de caminar durante 6 minutos: Determina el nivel de tolerancia al ejercicio y el nivel de saturación de oxígeno en la sangre durante el ejercicio. Desde el punto de vista funcional, sin lugar a dudas, el test de caminata de 6 minutos es el más recomendado: de fácil realización, bajo costo y excelente correlación con sobrevida, progresión de la enfermedad y respuesta a la terapia. (Zagolin, Wainstein, Uriarte, Parra, 2006)

Prueba de la función pulmonar: Busca otras enfermedades de los pulmones como la enfermedad crónica obstructiva pulmonar y fibrosis idiopática pulmonar entre otras.

Polisonograma u oximetría durante la noche: Detecta la apnea del sueño (que resulta en bajos niveles de oxígeno durante la noche).

Cateterismo de la parte derecha del corazón: Mide varias presiones del corazón (ej. dentro de las arterias pulmonares, la que viene de la parte izquierda del corazón), el ritmo al que el corazón es capaz de bombear sangre, y encuentra cualquier escape o agujero entre los lados derecho e izquierdo del corazón.

Escáner ventilación perfusión: (V/Q scan por sus siglas en inglés). Busca evidencia de coágulos de sangre en el camino hacia los pulmones.

Angiograma pulmonar: Busca coágulos de sangre bloqueadores en las arterias pulmonares.

Tomografía Axial Computerizada: (CT scan por sus siglas en inglés) del Pecho: Busca coágulos de sangre y otras enfermedades del pulmón que puedan contribuir a o empeorar la hipertensión pulmonar. (Cleveland Clinic, 2012)

Son considerados criterios de mal pronóstico la presencia de síncope, una capacidad funcional III o IV según la OMS, un test de caminata inferior a 332 m, una presión de aurícula derecha (PAD) superior a 10 mmHg, una presión de arteria pulmonar media (PAPM) superior a 55 mmHg, un índice cardíaco (IC) inferior a 2,1 y una saturación de oxígeno inferior a 63%. (Zagolin, Wainstein, Uriarte, Parra, 2006)

2.1.8 Pronóstico

Los pacientes con HTP primaria tienen pronóstico desfavorable. Los valores de PAP y los parámetros indicadores de insuficiencia del ventrículo derecho son elementos determinantes principales en el pronóstico. Según una fórmula recientemente propuesta, la probabilidad de supervivencia se relaciona en forma inversa con los valores de PAP y de presión en la aurícula derecha y en forma directa con el índice cardíaco. La clase funcional (según la *New York Heart Association*), la tolerancia al ejercicio y la respuesta a los vasodilatadores también son factores predictivos del pronóstico. Los enfermos que muestran una reducción superior al 30% en la resistencia vascular pulmonar (RVP) en relación con el tratamiento con vasodilatadores de acción corta tienen una evolución favorable a largo plazo. (Barberá, 2002)

2.1.9 Perspectivas de futuro

Las nuevas opciones de tratamiento surgieron de la idea de que la disfunción del endotelio es el trastorno fisiopatológico esencial en el desarrollo de la HTP por mayor liberación de factores vasoconstrictores (endotelina I y angiotensina II) y menor disponibilidad de elementos vasodilatadores: óxido nítrico y prostaciclina. Por lo tanto, los inhibidores de la angiotensina II o de la endotelina I, podrían ser de utilidad. Los análogos de la prostaciclina que se administran por vía inhalatoria (iloprost) o subcutánea (treprostinil) representan otras opciones. (Barberá, 2008)

Recientemente se publicaron resultados favorables en relación con el uso de sildenafil, un inhibidor de la fosfodiesterasa 5. El fármaco tiene acción vasodilatadora bastante selectiva sobre la vasculatura pulmonar y puede emplearse en forma simultánea con otros medicamentos. (Barberá, 2008)

2.1.10 Tratamiento

A pesar del continuo desarrollo en el conocimiento de esta devastadora enfermedad, en el momento actual no existe tratamiento curativo. Su pronóstico antes del desarrollo de las recientes opciones terapéuticas era ominoso, con una mediana de supervivencia de 2.8 años tras el diagnóstico. El tratamiento se basa en: medidas generales, incluyendo modificaciones del estilo de vida, tratamiento médico convencional y específico. Sus objetivos son mejorar los síntomas y aumentar la supervivencia. (Laughlin, Shillington, Rich, 2009)

1. Anticoagulantes orales

En 1984 se demostró que la anticoagulación con warfarina aumentaba significativamente la supervivencia de pacientes con HTP idiopática. Las observaciones confirmaron la participación de trombos en la oclusión de las arterias pulmonares. En la actualidad, todos los enfermos con HTP arterial deben ser anticoagulados. (Barberá, 2002)

2. Vasodilatadores orales

Se utilizaron antagonistas de los canales de calcio en dosis más altas que las que se usan en el tratamiento de la hipertensión sistémica. Los enfermos que presentan una buena respuesta en la prueba de reactividad pulmonar suelen evolucionar favorablemente con la administración de estos agentes, particularmente nifedipina en dosis altas. La combinación de anticoagulación y tratamiento vasodilatador se asocia con pronóstico muy favorable y con una

sobrevida del 100% a los 5 años. El principal problema está dado por los sujetos que no tienen evidencia de respuesta en la prueba vasoreactividad, lo que ocurre en la mayoría de los casos. De hecho, en más de dos tercios de los enfermos, la reacción suele ser no significativo o intermedio (sólo descenso de la RVP a expensas de un mayor gasto cardíaco sin modificación sustancial de la PAP). (Barberá, 2002)

3. Prostaciclina

Aunque son potentes vasodilatadores, su efecto a largo plazo parece depender de otros mecanismos (antiproliferativos, antiinflamatorios y antitrombóticos) que explican las razones por las que en los pacientes con test agudo vasodilatador negativo existe un beneficio a largo plazo.

Sus efectos son: 1) relaja la célula muscular lisa; 2) previene o revierte los cambios estructurales en la pared del vaso (efecto antirremodelado); 3) inhibe la trombosis intravascular por su efecto antiagregante plaquetario; 4) suprime la inflamación perivascular. (Jiménez, Escribano, Meneses 2006)

El fármaco modificó notablemente el manejo de los enfermos en los últimos años. El primer estudio controlado, publicado en 1996, comparó la eficacia de la prostaciclina intravenosa (PcIV) y del tratamiento convencional a lo largo de 12 semanas de seguimiento. El ensayo demostró que la administración continuada de PcIV se asociaba con prolongación significativa de la supervivencia de los enfermos con problemas pulmonares (0% vs. 20% en el grupo de pacientes tratado en forma convencional). (Barberá, 2002)

La prostaciclina mejoró la hemodinámica pulmonar, aumentó la tolerancia al ejercicio y mejoró la calidad de vida de los pacientes. Un estudio posterior a largo plazo confirmó la utilidad de esta alternativa. Asimismo, destaca el autor, el beneficio de la prostaciclina se constata no sólo en pacientes con prueba vascular

pulmonar positiva, lo cual parece indicar que su acción incluye algún mecanismo independiente de la vasodilatación. (Barberá, 2002)

En la actualidad se considera que la prostaciclina mejora la función endotelial y modifica favorablemente el proceso de remodelamiento vascular. Hoy en día, la PclV continua es un tratamiento ampliamente aceptado en pacientes con HTP primaria y clase funcional III-IV. Asimismo es útil en sujetos con HP asociada con otras enfermedades. La vida media de la prostaciclina es de sólo 2 a 5 minutos, por lo que debe aplicarse por vía intravenosa en forma continua a través de un catéter central permanente, con una bomba de infusión continua. (Barberá, Escribano, Gómez, Martínez, 2008)

Las contraindicaciones para la administración de EP son: hipersensibilidad al fármaco o sus excipientes (glicina, manitol, hidróxido sódico), hipotensión arterial (TA sistólica < 80 mm Hg), sospecha de hemangiomatosis capilar o enfermedad venooclusiva e insuficiencia cardíaca izquierda secundaria a enfermedades del corazón izquierdo. Si durante la infusión del fármaco se produjese desaturación sistémica de O₂ o edema agudo de pulmón hay que valorar la posibilidad de enfermedad venooclusiva o hemangiomatosis capilar pulmonar. (Paguezuelos, Miranda, Gómez, Capellas, 2008)

Los efectos secundarios más frecuentes son hipotensión, cefalea, rubor facial, dolor de mandíbula, diarrea, náuseas y mialgias en miembros inferiores. Son dosis dependientes y responden a la disminución lenta de dosis. La sobredosificación del fármaco puede crear un estado hiperdinámico con alto GC, que desencadena una descompensación hemodinámica e insuficiencia cardíaca (Paguezuelos et 2008)

Las complicaciones más serias se derivan del sistema de infusión: desde pequeñas infecciones del orificio de salida y tunelitis subcutánea hasta la

bacteriemia y la sepsis. Se ha de retirar el catéter lo antes posible y administrar antibioterapia. Otras complicaciones son la trombosis de la vena subclavia y el neumotórax yatrógeno durante el implante del catéter. (Paguezuelos et 2008)

Pautas de tratamiento

El algoritmo se basa en el resultado de la prueba de respuesta vascular pulmonar. En presencia de una reacción favorable, el enfermo puede recibir un antagonista del calcio (habitualmente nifedipina o diltiazem), en asociación con anticoagulación. En un paciente con resultado no significativo y sintomatología leve (clase I o II) sólo se efectuará tratamiento anticoagulante. En sujetos muy sintomáticos está indicada la infusión continua de prostaciclina y la anticoagulación. El trasplante de pulmón se considerará sólo en pacientes que no responden favorablemente a las restantes medidas terapéuticas (Barbera, 2002).

2.1.11 Trasplante pulmonar

La indicación de trasplante se establece ante el fracaso del tratamiento médico máximo.

El momento de su indicación es controvertido, ya que el tiempo medio en lista de espera electiva es prolongado (de 17 a 36 meses, dependiendo del país). De hecho, iniciar la evaluación del paciente para trasplante en situación de insuficiencia cardíaca refractaria o CF IV puede llevar a su muerte en lista de espera. Las contraindicaciones son: edad > 55 años para trasplante bipulmonar o >65 años para cardiopulmonar o unipulmonar, disfunción de otros órganos vitales, infección crónica por VHC con enfermedad hepática confirmada con biopsia, serología para AgHBs positiva, infección por VIH, neoplasia maligna activa en los últimos 2-5 años, tabaquismo activo u otras drogodependencias. (Trulock, Taylor, 2004)

2.2 REHABILITACIÓN RESPIRATORIA

La rehabilitación pulmonar es un recurso terapéutico no farmacológico dirigido a pacientes con HTP secundaria a la EPOC; sus principales objetivos son: reducir los síntomas, mejorar la calidad de vida y aumentar la participación física y emocional de los pacientes en las actividades cotidianas. Los pacientes con HTP se benefician con los programas de entrenamiento, que mejoran tanto la tolerancia al ejercicio como la sensación de disnea y fatiga. (Marín, Laude, Morales, 2008)

Pinheiro y Salinas (2011) Menciona que los pacientes que tienen disnea tienden a disminuir su actividad física, pierden fuerza muscular, disminuyen de peso y agravan aún más el funcionamiento muscular. Por tanto es necesario evitar el sedentarismo y más bien se debe favorecer el ejercicio físico y la actividad.

Según Ravinovich (2004) el programa de rehabilitación comprende el entrenamiento muscular que a su vez consta de:

- a) Entrenamiento a resistencia de extremidades inferiores.
- b) Entrenamiento a resistencia de extremidades superiores.
- c) Entrenamiento en fuerza de extremidades.
- d) Entrenamiento de músculos respiratorios.

No se ha establecido el tiempo que debe mantenerse la rehabilitación, sin embargo es aconsejable iniciar con un programa intensivo por un tiempo no menor de 4 a 6 semanas y luego continuar en domicilio por varios meses, valorándose de acuerdo con la respuesta, especialmente en la disminución de la disnea y la mejoría de la calidad de vida. (Celli B, Anzueto A, Berg B. 2004)

La intolerancia al ejercicio y la disnea, definida como "...una experiencia subjetiva de incomodidad respiratoria que se compone de sensaciones cualitativamente diferentes que varían en intensidad", son los síntomas más comunes de la HTP

secundaria a la EPOC y aumentan progresivamente a medida que la enfermedad avanza. La intolerancia al ejercicio es multifactorial, siendo la limitación ventilatoria el evento predominante en la enfermedad avanzada. Son múltiples los factores que determinan esta limitación ventilatoria, dentro de ellos están las anormalidades integradas entre la mecánica ventilatoria y la función de los músculos respiratorios, así como el aumento en la demanda ventilatoria (como resultado de anormalidades en el intercambio gaseoso) además de alteraciones del control neural de la respiración. (Marín, Laude, Morales, 2008)

Se ha comprobado en numerosos estudios que la rehabilitación pulmonar, y principalmente el entrenamiento físico, producen una mejoría significativa de la disnea, de la capacidad para realizar ejercicio y de la calidad de vida. A pesar de estos beneficios, durante mucho tiempo se ha señalado que la rehabilitación pulmonar, específicamente el entrenamiento físico, no provoca cambios en la función pulmonar propiamente, ya que no modifica los resultados obtenidos en las pruebas de función pulmonar realizadas con posterioridad al entrenamiento. (Marín, Laude, Morales, 2008)

El efecto del entrenamiento físico sobre la capacidad para realizar ejercicio y sobre la disnea en los pacientes con HTP secundaria a la EPOC es dependiente de la dosis. Sin embargo, a pesar de que en la mayoría de los programas de rehabilitación pulmonar está incluido el entrenamiento físico, no existe una estandarización de los parámetros de la carga necesarios para lograr los cambios esperados, como hipertrofia de las fibras musculares tipo II, aumento del número de mitocondrias y aumento de enzimas que facilitan la fosforilación oxidativa, lo que no ha sido suficientemente estudiado en pacientes con HTP, secundaria al EPOC. (Celli et 2004)

Los cambios estructurales y bioquímicos en el músculo producto del ejercicio, ocurrirán siempre y cuando el estímulo del entrenamiento en términos de

frecuencia, intensidad y duración sea el adecuado. La mayoría de los programas incluyen sesiones de ejercicio de 30 minutos o más, 2 a 5 veces a la semana por 6 a 12 semanas. Aunque 2 veces a la semana es aceptable desde el punto de vista de las mejoras fisiológicas, la frecuencia óptima sería de 3 veces por semana, durante 8 semanas, ya que se logra un equilibrio entre costo del programa y beneficios alcanzados. (Marín, y otros, 2008)

En cuanto a la relación entre severidad de la enfermedad y duración del entrenamiento, se ha observado que pacientes con EPOC severo se benefician de la rehabilitación durante al menos 6 meses, mientras que en pacientes con EPOC leve a moderado los beneficios se pueden alcanzar con programas de rehabilitación más cortos, de 2 o 3 meses. (Marín y otros, 2008)

Un punto importante se relaciona a la intensidad del ejercicio necesaria para alcanzar la respuesta esperada al entrenamiento. Para los pacientes con capacidad ventilatoria limitada, los criterios basados en la frecuencia cardíaca o el consumo máximo de V_{O2max} para seleccionar la intensidad del entrenamiento son probablemente inadecuados. (Marín y otros, 2008)

Por resultar un método mucho más práctico, se recomienda determinar la carga del entrenamiento en base a un porcentaje de la carga máxima alcanzada por el paciente durante una prueba incremental en cicloergómetro. Esta es una prueba sencilla que se puede realizar las veces que sea necesario durante el programa de rehabilitación tanto para evaluar el avance del paciente como para ajustar las cargas de entrenamiento a medida que mejora su condición física. (Marín y otros, 2008)

En ocasiones, el grado de disnea referido, especialmente durante el esfuerzo, y su cuantificación mediante escalas puede ser dispar respecto a los datos de función pulmonar. Ésta sería entonces una de las indicaciones para la realización de

prueba de ejercicio cardiopulmonar. Esta exploración es, sin embargo, relativamente compleja y no está fácilmente disponible. (Pavié y De la Prima, 2011)

Como alternativa se dispone de exploraciones más accesibles y menos complejas, como la prueba de marcha durante 6 min. (P6MM). Estas dos pruebas de esfuerzo, siendo muy diferentes por la respuesta fisiológica que implican, tienen en común que son capaces de inducir disnea. Por tanto, son útiles para reproducir este síntoma en un medio controlado y conocer el grado de limitación sintomática del paciente. (Osses, Yáñez, Barría, Palacios, Dreyse, Días y Lisboa, 2010)

Tabla 4
Escala de disnea

Grado 0	Ausencia de disnea excepto al realizar ejercicio intenso.
Grado 1	Disnea al andar de prisa o al subir una cuesta un poco pronunciada.
Grado 2	Incapacidad para mantener el paso de otras personas de la misma edad, caminando en llano, o tener que parar a descansar al andar en llano al propio paso.
Grado 3	Tener que parar a descansar al andar unos 100 metros o a los pocos minutos de andar en llano.
Grado 4	La disnea impide al paciente salir de casa o aparece con actividades de su vida diaria (vestirse, desvestirse, asearse)

Tomado de: Modificada del British Medical Research Council

La disnea es el síntoma más frecuente y, a veces, el único síntoma de los pacientes con HTP. Por lo tanto, su tratamiento es fundamental para el correcto seguimiento de estos pacientes. El tratamiento de la disnea se basa, fundamentalmente, en el tratamiento de los mecanismos fisiopatológicos que la causan (en reposo o durante el ejercicio), como son la hiperventilación, el esfuerzo inspiratorio, la hiperinsuflación dinámica. La modificación de estos factores

contribuye a disminuir los niveles ventilatorios y, por consiguiente, la sensación de disnea. (Gallego, Samaniego, Alonso, Carrizo y Marín, 2002)

En personas con HTP los principios del ejercicio juegan un papel muy importante a la hora de prescribir actividad física y ejercicio, que sean orientados en la rehabilitación de músculos respiratorios y periféricos, ya que de la utilización de los mismos se garantizará y asegurará aún más la integridad de la persona. (Rabe, Hurd, Anzueto, Barnes, Buist, Claverly y Zielinski , 2007)

Está claro que el ejercicio físico mejora la calidad de vida de las personas sanas e incluso puede influir en la supervivencia. Bajo esta premisa podríamos suponer que el ejercicio físico en los pacientes con HTP podría asociarse con los mismos beneficios. (Serra R, Bagur C, 2004).

Capítulo III

Metodología

3.1 Tipo de estudio

El estudio fue realizado con un modelo experimental, en el que se buscará conocer en qué medida los programas de ejercicio físico aeróbico y contrarresistencia contribuyen en el mejoramiento de la capacidad funcional cardiorespiratoria y la salud mental en pacientes de sexo masculino y femenino con Hipertensión Pulmonar Arterial (HTP del centro hospitalario Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia.

3.2 Participantes

En el estudio participaron 30 sujetos, 10 de género masculino y 20 de género femenino diagnosticados previamente con HTP moderada a severa, con un promedio de edad de 57 años.

Se escogieron hombres y mujeres ya que la enfermedad se presenta por igual en ambos sexos; por otra parte, la delimitación en el tamaño de la muestra se hizo con el fin de brindar un manejo, supervisión y control adecuado de los participantes durante la investigación, como consecuencia de las complicaciones secundarias que suelen presentar con la enfermedad, considerando además las condiciones de infraestructura y equipo disponible.

3.3 Instrumentos y materiales

3.3.1 Escala de ansiedad y depresión

El cuestionario de Salud General de Golberg (GHQ)

El General Health Questionnaire (GHQ) fue desarrollado con la intención de identificar la severidad de disturbios psiquiátricos menores, por lo que se considera un instrumento que mide la salud mental y no el estado de salud general que tendría que incluir el autoreporte de sintomatología física. Dicho instrumento reporta según García (2000) un coeficiente alfa de Cronbach de 0.89, lo cual nos habla a favor de una buena consistencia interna de este instrumento (García, 2000).

El (GHQ) también ha sido empleado para evaluar la asociación de la salud mental con algunos elementos psicosociales tales como los problemas psicosociales en la mujer y la familia, la migración, el apoyo social, el status socioeconómico, las condiciones sociopolíticas adversas, y las situaciones sociales y ambientales especiales (Anexo 1).

Muy interesante ha sido la aplicación el GHQ en los estudios acerca del desempleo y otras situaciones del ámbito laboral en su repercusión sobre la salud y el bienestar humanos. También ha sido aplicado para estudiar a repercusión sobre la salud mental y el bienestar, de situaciones estresantes de diversa índole, tales como accidentes, desastres naturales, estrés postraumático vinculado a situaciones de guerra y otras situaciones de estrés relacionadas con la vida militar. (García, 2000).

A pesar de que existen diversas versiones de este cuestionario en cuanto al número de ítems, todos permiten evaluar niveles de salud mental (autopercebida en individuos o grupos en riesgo), la efectividad de medidas de promoción de

salud o protección de enfermedades y estudiar la asociación de la salud mental con indicadores de salud objetivos y con otras categorías psicosociales (García, 2000).

La amplia utilización del GHQ en diversas latitudes confirma la conveniencia de su aplicación en nuestro medio, con el fin de aprovechar la experiencia acumulada y además permitir la comparación de nuestros resultados con los obtenidos en otras culturas (García, 2000).

Este cuestionario consta de 12 ítems que deben ser respondidas escogiendo una de las posibles respuestas, planteadas al sujeto en escala Likert (0 a 4). Cuando el ítem está formulado de manera que expresa un síntoma, la respuesta "mucho menos que de costumbre" toma el valor 0 y la respuesta "mucho más que de costumbre", toma el valor 4. Pero si el ítem está redactado de manera positiva, los valores para calificar cada categoría se invierten (García, 2000).

En la actualidad el método más utilizado es el método Likert, en particular en la versión castellana, que empleamos en el presente trabajo, con valores de 0 a 3 en las categorías de respuesta. Según este método el valor máximo que se puede obtener en la escala es de 36 puntos y el mínimo de cero puntos. El puntaje total se obtiene por sumatoria simple de las calificaciones en cada uno de los ítems (García, 2000).

3.3.2 Escala de Borg (Disnea)

Otro de los instrumentos empleados fue la escala modificada de Borg, por medio de la cual se puede medir el grado de disnea (sensación de falta de aire) que percibe la persona de manera subjetiva al ser sometida a un esfuerzo físico considerable. Dicha escala numérica ha mostrado un coeficiente de confiabilidad

(r^2) de 0.99; reportado por Guyatt, Sullivan, & Thompson (1995), que al igual que el cuestionario anterior, es sumamente alto por lo que resulta apropiado para la presente investigación.

La escala de Borg (Anexo 2) está constituida en un rango de 0 a 10, la escala determina la intensidad de disnea y tiene agregado al número una expresión escrita, que ayuda a categorizar la sensación de la disnea del sujeto al que se le realiza la prueba. El resultado se registra y se codifica, el intervalo entre los rangos de la escala aumenta progresivamente, el número 10 manifiesta la mayor percepción de la disnea (del esfuerzo). La escala de Borg modificada es fácil de usar si se instruye bien al paciente (Valencia, Jiménez, Días y Mazadiego, 2012).

En la actualidad se recomienda su uso en la realización de pruebas de esfuerzo físico como la marcha de 6 min, y en su versión modificada que puntúa el 10 como disnea casi máxima, brinda la posibilidad de dejar abierta una puntuación superior (disnea máxima) para obtener una mejor diferencia respecto a una basal muy alta y evitar el “efecto techo” (Ries, 2004).

3.3.3 Signos vitales

Además se realizará medición de signos vitales: frecuencia cardiaca, y oximetría de pulso para controlar la saturación arterial de oxígeno, como medio preventivo ante posibles complicaciones potenciales de tipo cardiorrespiratorias.

La frecuencia cardiaca y oximetría de pulso se realizará con un equipo electrónico marca Datex Ohmeda 3800 suministrado por el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia.

3.3.4 Caminata de 6 minutos (test de los seis minutos “6mwt”)

La prueba de caminata de los 6 minutos (Guyatt, 1995), para medir la resistencia cardiorrespiratoria, la cual se ha aplicado desde 1968 como un excelente predictor de la morbimortalidad en sujetos neumópatas, así como para evaluar resultados de tratamientos de rehabilitación pulmonar en sujetos con HTP y otras neuropatías, la cual se realiza en terreno plano, en un tramo de 30 metros, marcado por conos cada 5 metros. (Gutiérrez, Beroíza, Cartagena, Caviedes, Céspedes, Oyarzún, Schonffeldt, 2009)

Según López y Carbone (2005), dentro de las indicaciones adecuadas para realizar un test de caminata de 6 minutos, se deben mencionar pacientes con:

1. Pacientes con HTP, enfermedades del intersticio pulmonar, secuelas pulmonares y evaluar respuesta al tratamiento, predictor de mortalidad.
2. Insuficiencia Cardíaca.
3. Programas de rehabilitación cardiopulmonar.
4. Enfermedad vascular periférica.
5. Hipertensión pulmonar primaria. (López y Carbone, 2005)

De acuerdo con los estudios realizados por Guyad (1995) se refiere que las contraindicaciones absolutas y relativas se pueden distribuir de la siguiente manera:

a) Contraindicaciones Absolutas

- a.1) Saturación de O₂ <90%.
- a.2) Angor inestable o IAM en el mes previo.
- a.3) HTA inestable (PAS >180 PAD >100).
- a.4) Arritmia no controlada o frecuencia cardíaca basal >120/min.

b) Contraindicaciones Relativas

- b.1) Dificultad en la comprensión del test.
- b.2) Trastornos musculoesqueléticos.
- b.3) Interrupción del test.
- b.4) Dolor precordial.
- b.5) Disnea intolerable.
- b.6) Imposibilidad para continuar la marcha.
- b.8) Caída de la saturación arterial por debajo de 86%.

Dentro del equipo que se necesita para realizar la prueba, se tiene:

1. Estetoscopio
2. Esfigmomanómetro
3. Oxímetro de pulso
4. Cronómetro
5. Cilindro de oxígeno portátil
6. Equipo de reanimación
7. Una silla
8. Escala de Borg
9. Cinta métrica

Se debe de decir al paciente que debe traer ropa cómoda, un calzado adecuado, que evite comer 2 horas antes de la prueba y si el paciente utiliza algún tipo de broncodilatadores debe hacerlo 1 hora antes de la prueba.

Antes de comenzar la prueba, el paciente debe de permanecer en reposo durante 15 minutos previos y explicar al paciente la Escala de Borg, el recorrido a seguir y el rol del personal de salud.

Al paciente se le indicara "Usted realizará una caminata durante 6 min, el objetivo es que camine tan rápido como pueda para lograr un mayor recorrido. Puede

disminuir la velocidad si lo necesita. Si se detiene debe reiniciar la marcha tan rápido como sea posible. Aguarde hasta que yo le diga que puede comenzar a caminar. No debe hablar mientras camina a menos que tenga algún problema” (Casas, 2002). Luego se obtendrá frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y tensión arterial basal, antes de iniciar la marcha.

Se realizará la prueba y se anotarán las respectivas vueltas.

Según Casas (2002) se debe detener la marcha por:

- a) Dolor torácico.
- b) Incoordinación o confusión mental.
- c) Disnea intolerante.
- d) Fatiga muscular extrema o calambres.
- e) Saturación de oxígeno inferior a 85%.

Al finalizar los 6 min, explicarle que se detenga, a fin de medir la distancia desde la última vuelta registrada.

Sentar al paciente, registrando Saturación de Oxígeno, tensión arterial, frecuencia cardiaca, presión arterial (TA), síntomas, y grado de la Escala de Borg, durante 3 minutos

3.3.5 Fuerza muscular

Existe un procedimiento (Tanteo) que permite determinar el peso con el que la persona puede comenzar a realizar ejercicio físico con pesas de manera confortable por primera vez. Con las cuales es necesario determinar de forma segura el peso a utilizar en cada ejercicio con el que se comenzará a entrenar; también puede ser usado en personas con un nivel de experiencia importante en

este tipo de ejercicios y en los que hacer pruebas máximas se torna peligroso, como lo son algunos ejercicios con mancuernas (Villarino, 2007).

Lo primero que se debe hacer es explicar la técnica del ejercicio a la persona ya que son principiantes y desconocen casi en su totalidad como realizar los movimientos de una forma correcta. Después de estar seguro de que el sujeto ha entendido la técnica apropiada, se le coloca un peso moderado y se le pide que realice la cantidad de repeticiones con que se iniciará el ejercicio. Una vez que logra esto (si durante la ejecución se ven signos físicos de que el peso es muy elevado o de que no está trabajando cómodamente, se debe detener la actividad y colocar para la siguiente ocasión menos peso) se le pregunta como sintió el peso, ofreciendo tres opciones “liviano”, “cómodo” o “pesado” (Villarino, 2007).

En el caso específico de esta investigación se trabajará con la escala de Borg. Si él indica que el peso es “cómodo”, ya se tiene la carga con la que se puede comenzar el programa de acondicionamiento o de introducción de la persona, si indica cualquiera de las otras dos opciones, se debe modificar el peso. Con este sistema se asegura de no estresar demasiado al sujeto que comienza con el entrenamiento, además se tiene la seguridad de que se le está poniendo una carga o peso con el cual él indica que se siente cómodo trabajando, ya que está considerando su percepción de esfuerzo, se asegura no conducirlo a un sobreentrenamiento y de que rápidamente la persona comience a mejorar. Para finalizar, se debe recordar que mientras se use este procedimiento, se debe estar constantemente preguntándole al sujeto como siente el peso ya que la percepción de esfuerzo o la fuerza real del sujeto pueden variar (Villarino, 2007).

3.3.6 Consumo máximo de Oxígeno

En la aplicación de la prueba de caminata de 6 minutos se utilizó el consumo máximo de oxígeno el cual se determinara mediante la fórmula establecida (Anexo 3).

3.4 Procedimiento

Primeramente se solicitó el permiso a la jefatura médica del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, seguidamente al servicio de Neumología, permiso que fue otorgado. Cada paciente tiene que ser referido por la Dra. Marlene Jiménez Carro y evaluado por la jefatura de rehabilitación pulmonar.

El procedimiento para la distribución muestral se realizó de forma aleatoria, dándole a cada uno de los participantes la misma probabilidad de ser incluido en cada uno de los tres diferentes grupos del estudio; se tomó una bolsa donde se introdujo 10 papелitos con la sigla AE, 10 con CR y 10 con CTL y cada paciente fue asignado al grupo correspondiente. Cada uno de ellos fue referido a la consulta de rehabilitación pulmonar, donde para su posible inclusión debía cumplir con los siguientes criterios: presencia de limitación respiratoria crónica, disnea a pesar del manejo médico, y una reducida tolerancia al ejercicio o restricción en actividades de la cotidianidad que lo condujeran a la pérdida progresiva de la independencia. (Anexo 4).

A los pacientes que integraron el programa se les explico en qué consistía el proyecto de investigación; una vez aclaradas todas las dudas que puedan surgir se le entrego a cada paciente el consentimiento informado (Anexo 5) para que lo lea y firme si está de acuerdo en colaborar formando parte de uno de los cuatro grupos que tendrá el estudio.

Posteriormente se le entrego el cuestionario GHQ de salud mental, se le pedio que lo lea detenidamente y conteste de la forma más sincera cada una de las interrogantes que presenta el instrumento; en el caso de que la persona no sepa leer, el evaluador deberá hacerlo en cada uno de los ítems para que el sujeto pueda emitir su respuesta

Una vez contestados los cuestionarios, se tomó en cada paciente sus signos vitales en reposo, como saturación y frecuencia cardiaca, se le explico cómo interpretar la escala de esfuerzo percibido sobre la disnea, de manera que el paciente indique cual es la percepción que tiene sobre la misma antes de iniciar con el programa de intervención por medio del ejercicio físico; a continuación se le explicó al paciente cada uno de los pasos para realizar de forma adecuada el protocolo seleccionado según el grupo al cual fue seleccionado.

En el grupo de contrarresistencia se le explico la prueba de un 8RM con el objetivo de establecer la carga inicial de trabajo y se le explicara los diferentes ejercicios que conciernen al programa (Anexo 6).

Al finalizar con el programa se le dio al paciente el descanso necesario para que éste se recupere.

Obtenidos los respectivos pesos de cada sujeto se indicó en su programa de ejercicio (programa contrarresistencia), la intensidad, duración y frecuencia del mismo respetando las características individuales, así como las notas u observaciones necesarias para su adecuada ejecución de igual manera en el grupo de aeróbico se utilizara un programa donde se utilizó la bicicleta estacionaria, elíptica y banda sin fin anotando frecuencia cardiaca y saturación de oxígeno. Cada sección tuvo una duración de una hora la cual incluye calentamiento, estiramiento y programa de ejercicios. (Anexo 7).

Al finalizar el primer lapso de seis semanas, los sujetos fueron evaluados

nuevamente con el objetivo primordial de evidenciar los cambios en su condición general, haciendo uso de los instrumentos y materiales descritos anteriormente y se evaluaron por último a las doce semanas como evaluación final

3.5 DISEÑO

Diseño metodológico

Grupo A	O	X	O	X	O
Grupo B	O	X	O	X	O
Grupo C	O		O		O

O = Evaluación
X = Tratamiento

3.6 Análisis estadístico

Para llevar a cabo las mediciones, en cada caso, se utilizó equipo debidamente calibrado, previo a la realización de los ejercicios, con el fin de garantizar la confiabilidad del estudio y se pasó lista de asistencia, para corroborar que las personas en el grupo correspondían realmente a las que iniciaron el conjunto de ejercicios.

El criterio estadístico corresponde a la comparación de medias con base en un $\alpha = 0,05$ y con T de Student dado el tamaño de la muestra y según el punto específico con los grados de libertad correspondientes. Los cuadros y gráficos

muestran los resultados obtenidos después de la tabulación y aplicación de la comparación de medias entre grupos.

Capítulo IV

Análisis e Interpretación de los Datos

4. RESULTADOS DE LOS DATOS

Para llevar a cabo el estudio, en este caso de tipo experimental, se organizaron tres grupos con 10 sujetos cada uno; previamente se aplicaron los criterios de inclusión/exclusión, de la siguiente forma: un primer grupo el cual ejecutaría Ejercicios Aeróbicos, debidamente documentados y estandarizados, el cual fue denominado (AE) para mantener claramente definida su pertenencia y evitar que alguno de ellos confundiera el grupo, un segundo grupo llevaría a cabo actividades denominadas de Contra-Resistencia (CR) y el tercer grupo denominado de control (CTL) que no haría ningún tipo de actividad, este grupo tiene la función de cumplir como referencia para establecer la bondad de los resultados por comparación y con la idea de determinar el estado conocido como estadísticamente significativo. En los todos los participantes se conserva el tratamiento recomendado.

Para las mediciones, en cada caso, se utilizó equipo debidamente calibrado, previo a la realización de los ejercicios, con el fin de garantizar la confiabilidad del estudio y se pasó lista de asistencia, para corroborar que las personas en el grupo correspondían realmente a las que iniciaron el conjunto de ejercicios.

El criterio estadístico corresponde a la comparación de medias con base en un $p < 0,05$ y con T de Student dado el tamaño de la muestra y según el punto específico con los grados de libertad correspondientes. Los cuadros y gráficos muestran los resultados obtenidos después de la tabulación y aplicación de la comparación de medias entre grupos. Entonces, se hizo la comparación entre el Grupo AE y el Grupo CR, con el fin de establecer si las variaciones obtenidas son

estadísticamente significativas con un alfa ($p < 0,05$) indicado (Miller, 1986: p, 245). Esos resultados se muestran a continuación en los cuadros del 1 al 6.

En los cuadros 7 al 18, se hace la comparación de las medias de los resultados obtenidos entre cada uno de los grupos de actividades vs las medias del grupo de control, siempre con $p < 0,05$. Así se comparó AE vs CTL con las variables metros, FC, SAT, Disnea, Vo_{2Max} y HGQ, otro tanto se llevó a cabo entre AE y CTL.

Cuadro 1
Metros recorridos durante el tiempo establecido de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0,05$

Variable	Evaluaciones	AE		CR		CTL	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS
Metros	Semana 1	356.400	132.844	384.800	146.732	354.500	120.592
	Semana 6	382.700	107.127	421.200	146.931	348.100	108.327
	Semana 12	391.600*	121.131	429.100**	132.463	344.600***	107.426

Fuente: Elaboración propia

*Aumentó el recorrido $p < 0.05$. **Aumentó el recorrido $p < 0.05$. ***Disminuyó el recorrido. $p < 0.05$.

Variable Metros

En el inicio de la investigación se hizo la medición de los metros recorridos por cada uno de los tres grupos en estudio, la medición se llevó a cabo individualmente y al finalizar el recorrido, con el propósito de mantener la confiabilidad del estudio, se mantuvo el mismo procedimiento en todos los casos y en los tres grupos, con el propósito de garantizar la igualdad de condiciones y evitar sesgos.

Al comparar las medias del pre (semana 1) y el pos (Semana 12) del grupo AE, hay evidencia estadística significativa; con un $p < 0.05$, que los ejercicios aeróbicos aumentaron la distancia recorrida en 35.200 metros.

En el grupo de contra-resistencia (CR), con el mismo recorrido con $p < 0.05$, en el antes y después, aumentó 44.800 metros el recorrido entre 1-12 semanas, es estadísticamente significativo.

En cuanto al grupo CTL y la distancia promedio recorrida entre la semana 1 y la 12, disminuyó en 9.900 metros, con $p < 0.05$.

Primeramente se hizo la comparación entre el pre y el pos del grupo AE, con el fin de establecer si las variaciones en el valor de las medias serían estadísticamente significativas.

Al comparar las medias del pre (semana 1) y el pos (Semana 12) correspondientes al grupo AE, queda demostrado que las variaciones establecidas son estadísticamente significativas; es decir, se puede afirmar con un $p < 0.05$, que los ejercicios aeróbicos contribuyen a aumentar la distancia recorrida después de 12 semanas de su práctica. (1.833 vs 2.169) del estadístico de prueba. Se nota un aumento entre el pre y el pos de 35.200 metros en promedio en el recorrido.

También al analizar el comportamiento de la desviación estándar se nota una disminución correspondiente a ± 11.713 metros, la cual al reducirse implica que la picudez de la curva de probabilidad se hizo menos amplia, es decir los datos se concentran más hacia la media, la dispersión de los datos es menor.

En referencia con el grupo denominado de contra-resistencia (CR), se puede indicar que el recorrido en metros, mostró un aumento, con $p < 0.05$, de 44.800 metros.

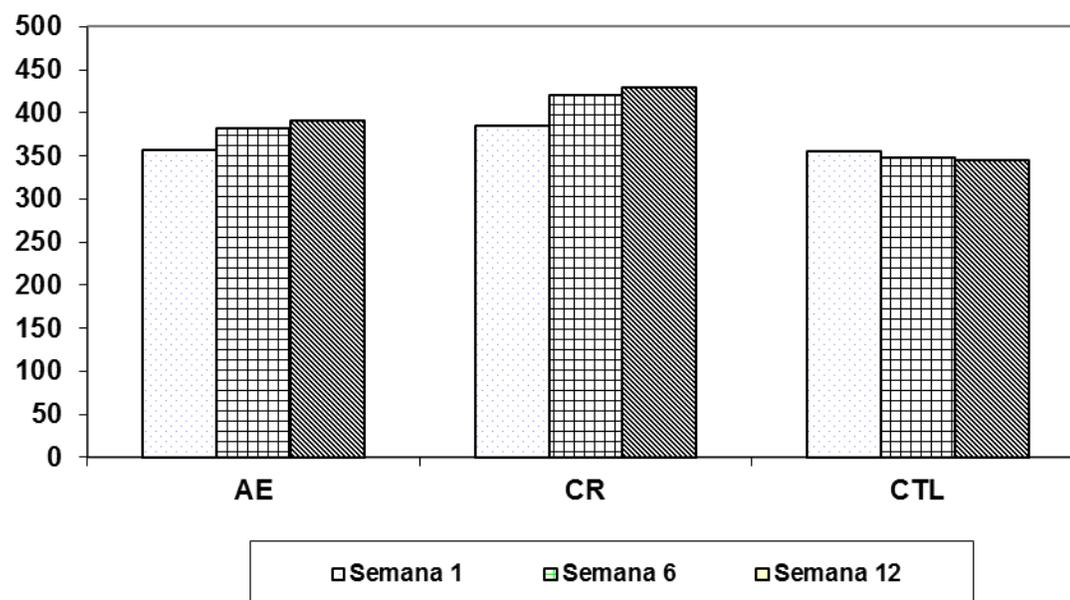
Por otro lado y en relación con la desviación estándar, se observó una disminución de ± 14.269 metros, es decir los datos se agruparon hacia el centro o sea hacia la media con una menor dispersión, mejorando la curtosis de la curva.

Siempre en las pruebas sobre el recorrido en metros durante el tiempo preestablecido, el grupo de Control (CTL), muestra que los metros recorridos al comparar la primera semana y la semana doce, esa distancia se redujo en 9.900 metros $p < 0.05$. Esta situación se evidencia al observar que el resultado de la aplicación del método estadístico de análisis muestra un número negativo y el cual al ser comparado con el valor de referencia: -1.833 resulta en -1.717, mayor de ese valor.

También el valor de la desviación estándar sufre una contracción (± 13.2 metros) no se tiene idea de las causas que la producen, puesto que en ese grupo no se hizo ninguna actividad particular.

En síntesis, los ejercicios de aeróbicos o de contrarresistencia si producen cambios estadísticamente significativos en la media de los metros recorridos durante el tiempo establecido.

Gráfico 1
Metros recorridos durante el tiempo establecido de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contra-resistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 1

El gráfico muestra el comportamiento de las medias de los metros recorridos durante el tiempo establecido y de acuerdo con cada grupo. En el grupo AE se puede ver la tendencia hacia arriba, igual situación se presenta en el caso del grupo CR, en cuanto al grupo CTL, la tendencia es hacia abajo.

Cuadro 2
Frecuencia cardiaca (FC) de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$

Variable	Evaluaciones	AE		CR		CTL	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS
FC	Semana 1	92.700	11.538	85.100	11.742	91.600	9.070
	Semana 6	86.600	7.619	83.900	9.975	92.400	8.276
	Semana 12	85.000	7.732	82.500	10.233	94.900	8.647

Fuente: Elaboración propia

*Se redujo la FC $p < 0.05$. ** No hay variación FC $p < 0.05$. ***Aumento la FC $p < 0.05$.

Variable Frecuencia Cardiaca (FC)

Al evaluar la frecuencia cardiaca (FC) de los grupos en estudio, se observa que en el grupo de AE, se redujo en 7.700 latidos por minuto en la semana 12 con $p < 0.05$.

La desviación estándar obtenidas en este grupo fueron de ± 11.538 en la primera semana (pre) y de 7.732 en el pos, con una reducción en la dispersión de los datos.

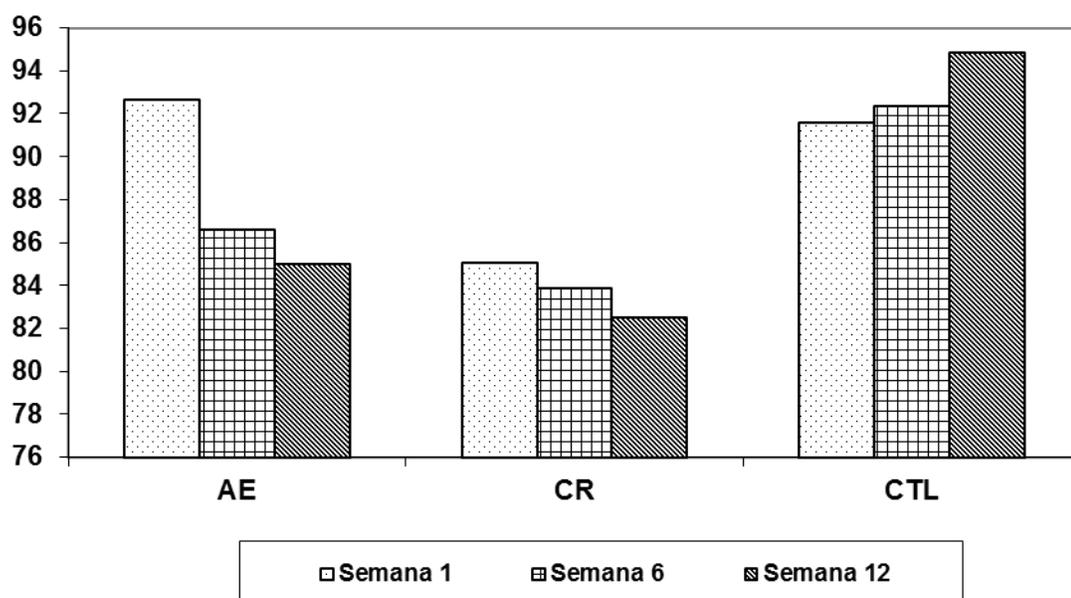
Adicionalmente, en el grupo de CR, se puede observar que la frecuencia inicial en la semana 1, fue de 85.100 latidos por minuto, en tanto que al final de la semana doce ese valor fue de 82.500, sin variación estadísticamente significativa con $p < 0.05$.

La desviación estándar, muestra en la primera semana (pre) ± 11.742 y en la semana 12 (pos) ± 10.233 , una reducción (1.509) en la dispersión de los datos.

En el grupo control (CTL), los datos recolectados muestran que la frecuencia cardiaca promedio en la primera semana, fue de 91.600 latidos por minuto y que en la semana 12 fue de 94.900, aumentó la frecuencia cardiaca promedio de 3.300 latidos y que este resultado es estadísticamente significativo con $p < 0.05$.

La desviación estándar fue de (pre) ± 9.070 en la semana 1 y 12 (pos) ± 8.647 , también en este caso se redujo la dispersión de la media relativa a la FC.

Gráfico 2
Frecuencia cardiaca (FC) de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$.



Fuente: Cuadro 2

Se puede ver en el gráfico la tendencia de la FC hacia la baja en el transcurso de las actividades tanto las de aeróbicos (AE), como las de contra-resistencia (CR), aunque fue más pronunciada en la primera. En cuanto al grupo control (CTL) la tendencia tiene un comportamiento inverso; en otras palabras, la tendencia es hacia el aumento del número de latidos cardiacos por minuto.

Cuadro 3
Disnea de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$.

Variable	Evaluaciones	AE		CR		CTL	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS
Disnea	Semana 1	1.400	1.160	2.050	2.160	1.900	0.876
	Semana 6	0.700	0.850	1.450	0.966	2.100	0.994
	Semana 12	1.000	1.633	0.450	0.516	2.600	1.075

Fuente: Elaboración propia

*Se redujo no es significativa $p < 0.05$. ** Se redujo la Disnea $p < 0.05$. ***Aumentó la Disnea $p < 0.05$.

Variable Disnea (con escala de Borg)

Desde el punto de vista de los resultados obtenidos al evaluar el comportamiento de las medias de las mediciones realizadas en la primera semana de pruebas y la doceava semana de actividades, sobre la Disnea, se observa que en el grupo AE, la media inicial fue de 1.400 y que al final fue de 1.000 con una diferencia de 0.400 hacia abajo entre la primera y la última semana de la prueba.

También es importante anotar que la prueba estadística correspondiente con $p < 0.05$ y valores de referencia de -1.833 y valor real de la prueba de -1.206, este valor es mayor que el de referencia, por lo tanto no es significativa.

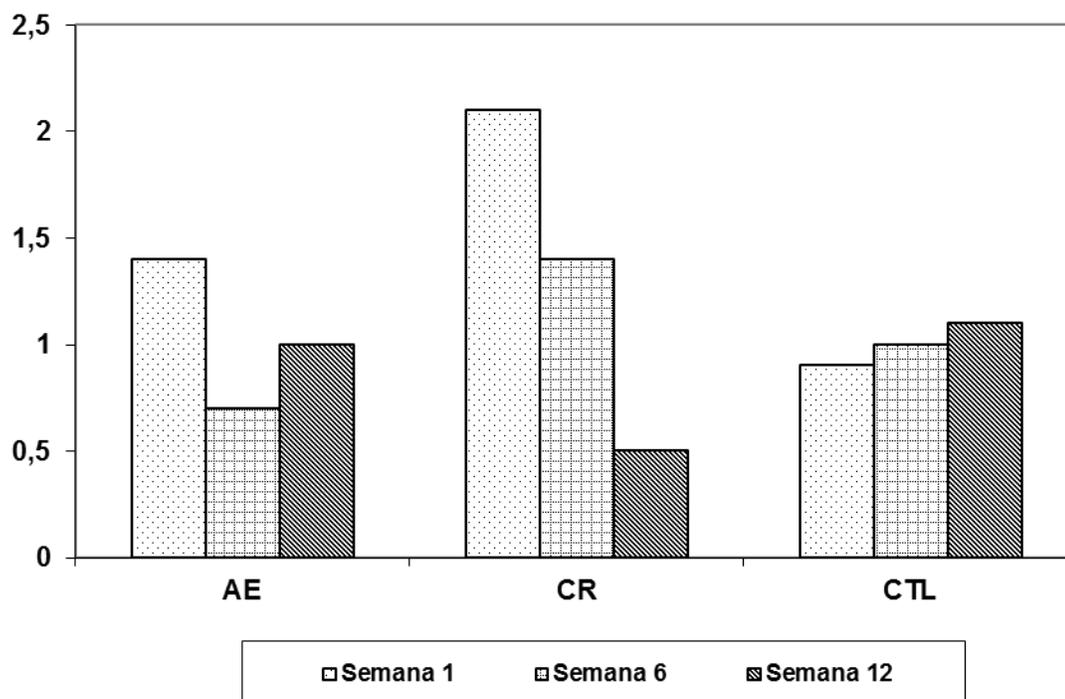
También se nota un incremento en la dispersión de los datos al pasar la desviación estándar inicial de ± 1.160 a ± 1.633 en el promedio de la medición final.

En cuanto al comportamiento de los datos en el grupo CR, se nota que en la primera semana la media fue de 2.050 en tanto que en la semana 12 fue de 0.450, al comprobar este comportamiento estadísticamente, se puede afirmar que existe evidencia estadística significativa para afirmar que hay una variación en el grupo CR, sobre la Disnea. La comparación entre el valor de referencia ($p < 0.05$) -1.833 y el resultado obtenido de -2.228, este valor es inferior al de referencia.

Por otro lado la desviación estándar muestra una reducción en su dispersión al pasar de ± 2.160 en la primera semana (pre) a ± 0.516 en la semana 12, con una mayor concentración alrededor del eje de simetría.

En el caso del grupo de control (CTL), los datos registrados en el cuadro, muestran que en promedio la Disnea, en la primera semana del estudio (pre), fue de 1.900 y que en la última semana del estudio (pos) fue de 2.600 y que en este sentido al comparar estos datos con el valor $p < 0.05$ de referencia de 1,833 se obtuvo 3.280, entonces se puede afirmar que el aumento en la disnea del grupo CTL fue estadísticamente significativo. Adicionalmente, al comparar la desviación estándar al inicio del estudio y al final, la dispersión pasó de ± 0.876 a ± 1.075 , con un aumento en la dispersión de los datos.

Gráfico 3
Disnea de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 3

El cuadro muestra el comportamiento de los datos de los tres grupos en estudio, así se tiene que en el grupo AE, la tendencia de la Disnea es hacia abajo, de la misma forma se manifiesta la tendencia del grupo CR y en el grupo CTL, la tendencia es hacia arriba; en este último grupo aumentó la dificultad respiratoria.

Cuadro 4
Saturación de oxígeno de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$

Variable	Evaluaciones	AE		CR		CTL	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS
SAT	Semana 1	90.000	6.667	89.400	6.222	91.300	6.430
	Semana 6	91.300	4.945	92.700	3.889	90.400	6.114
	Semana 12	92.600	5.461	92.700	3.199	89.800	5.922

Fuente: Elaboración propia

*No es significativa $p < 0.05$. ** Aumentó la SAT $p < 0.05$. ***Se redujo la SAT $p < 0.05$.

Variable SAT (Valores normales de (SaO₂): 94-100% MedlinePlus)

La evaluación del comportamiento de los valore relacionados con la variable SAT en el grupo de aeróbicos (AE), muestra en la primera semana una media de 90.0000 en tanto que en la semana 12 esa medida arroja 92.600, con un incremento de 2.600. Al comparar estos datos en busca de significancia estadística y con $\alpha = 0.05$ y un valor de referencia de 1.833 se obtuvo un valor real de 1.751, lo que indica que las variaciones no son estadísticamente significativas.

En cuanto a la desviación estándar se puede notar que sufrió una disminución de ± 6.667 a ± 5.461 disminuyendo de esa forma la dispersión de los datos o con una mayor concentración alrededor del eje de simetría.

Asimismo, al analizar el comportamiento de los datos obtenidos en el caso del grupo CR, se nota que al inicio la media de las mediciones en la primera semana dio 89.400 y que en la semana 12, esas mediciones fueron de 92.700, con una diferencia de 3.300 y que al comparar esos datos con el estadístico de prueba y con $p < 0.05$, con un valor de referencia de 1.833 y un valor real obtenido de 1.857, existe evidencia estadística suficiente para afirmar que la SAT aumentó entre la primera semana del estudio y la semana 12, con la aplicación de ejercicios de contra-resistencia.

La desviación estándar en esta ocasión pasó de ± 6.222 a ± 3.199 con una disminución sustancial en la dispersión de los datos y una mayor concentración de las mediciones alrededor del eje de simetría.

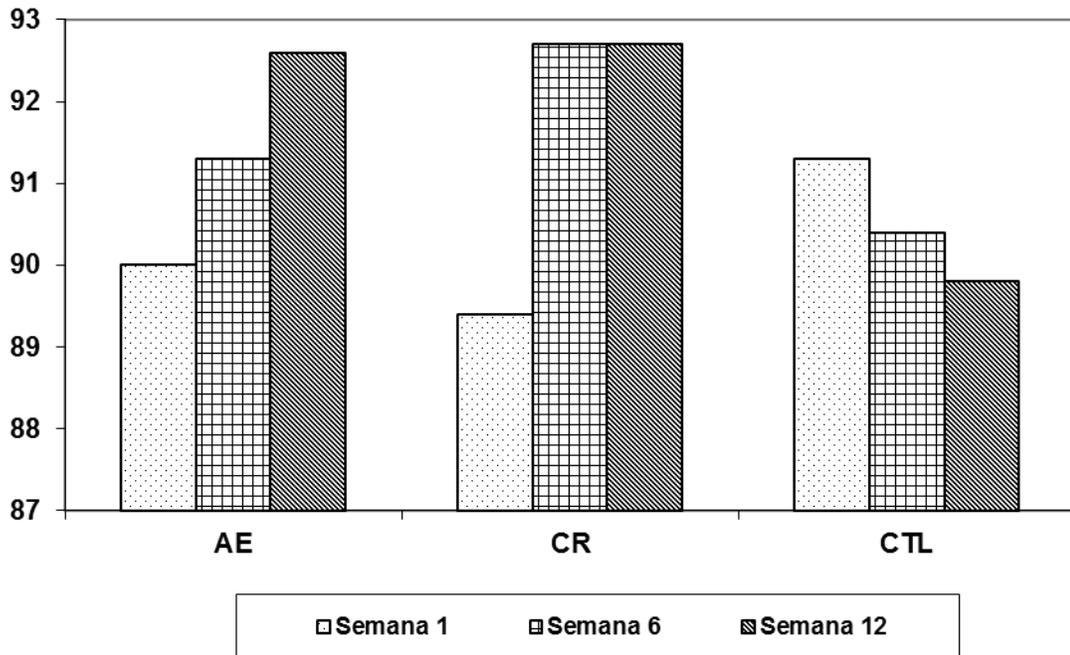
El comportamiento del grupo CTL, es representado por medio de los datos registrados durante el intervalo del estudio, así se puede notar que en la primera semana, el promedio obtenido de las mediciones fue de 91.300 y que al analizar los datos recolectados en la semana 12, el promedio obtenido fue de 89,800, con una disminución de 1.500.

El análisis estadístico con $p < 0.05$ y el valor de referencia correspondiente de -1.833 (se utiliza este valor de referencia negativo, por cuanto la tendencia de las mediciones tiende a la baja) y un valor real de -3.143, se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que la SAT en el grupo CTL se redujo.

Además, desde el punto de vista de la desviación estándar, también sufrió una reducción en su dispersión al pasar de ± 6.430 a ± 5.922 . Con una mayor concentración de las mediciones alrededor del eje de simetría.

Gráfico 4

Saturación de oxígeno (SAT) de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 4

En este gráfico se nota el comportamiento de la variable SAT y en cada uno de los tres grupos en estudio, en el grupo AE, la tendencia en la saturación de oxígeno es creciente, otro tanto ocurre con el grupo CR, aunque se manifiesta con mayor fuerza entre la semana 1 y la semana 6, la tendencia se mantiene con poca variación entre la semana 6 y la semana 12. El grupo control presenta una situación inversa a los dos grupos anteriores, ya que la tendencia es hacia la baja, en otras palabras, conforme transcurrió el tiempo de realización de las actividades, la SAT disminuyó.

Cuadro 5
VO₂ max de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE),
Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL),
según media y desviación estándar (DS) y p<0.05

Variable	Evaluaciones	AE		CR		CTL	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS
VO ₂ max	Semana 1	26.010	1.080	26.639	2.348	25.647	2.003
	Semana 6	26.780	1.430	26.587	2.251	25.500	1.767
	Semana 12	26.020	1.160	26.690	2.150	25.320	1.800

Fuente: Elaboración propia

*Sin variación p<0.05. ** Sin variación p<0.05. ***Se redujo VO₂ max p<0.05.

Variable VO₂ max

Se refiere a la cantidad de O₂ que el organismo puede absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo. El comportamiento de la variable VO₂ max se recoge en los datos registrados en el cuadro, así en la semana 1 (pre) y el grupo denominado AE, la media fue de 26.010 y en la semana 12, (pos) fue de 26.020, al aplicar la prueba estadística respecto de las medias, con el valor de referencia de 1.833 y p<0.05, el valor real de la prueba de 0.051, se puede afirmar que existe evidencia estadística significativa para indicar que no hay diferencia en las medias contrastadas.

Además, la desviación estándar muestra un valor de ±1.080 al inicio de la prueba y de ±1.160, esta situación muestra un incremento en la dispersión de los datos, Con una mayor dispersión de las mediciones alrededor del eje de simetría. Para la misma variable (VO₂ max) y el grupo de contra-resistencia CR, se puede ver que la media registrada de los datos de la primera semana del estudio y p<0.05, fue de 26.639 y, para la semana 12 fue de 26.690, con una diferencia de 0,51.

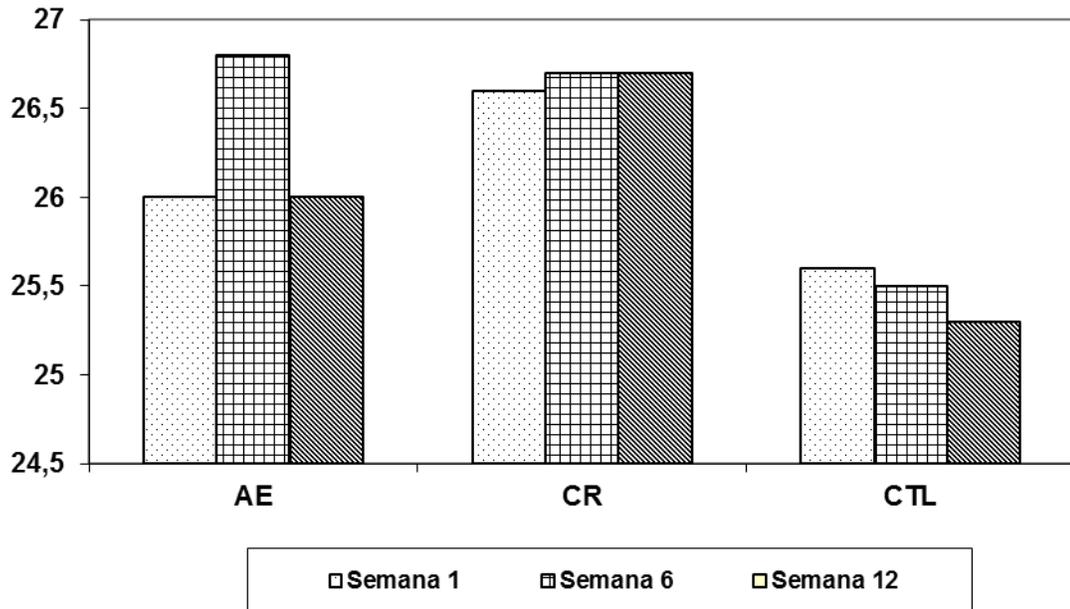
Cuando se aplicó la prueba estadística (p<0.05) con un valor de referencia de 1.833 y un valor real obtenido de 0.492, se puede concluir que no existe evidencia estadística suficiente para afirmar cambios en este valor. En referencia con la

desviación estándar, el valor inicial fue de ± 2.348 y en la semana 12 de ± 2.150 , la variación en esta ocasión fue de 0,198, en el sentido de un aumento en la dispersión de los datos.

Un tercer punto por evaluar correspondió al grupo control (CTL), en este caso los datos registrados muestran que en la primera semana la media resultante fue de 25.647 y para la doceava semana de 25.320, entonces, estadísticamente se nota que la variación registrada y al aplicar el valor de referencia de -1.833 por tratarse de una disminución de los valores registrados, se obtuvo un valor real de -2.532 ($p < 0.05$) de lo cual se deduce que si existe evidencia estadística suficiente para afirmar que la VO_2 max en el grupo CTL sufrió una disminución.

En cuanto a la desviación estándar, se nota que en la primera semana el valor de ese indicador fue de ± 2.003 y que disminuyó para la medición efectuada al finalizar la semana 12, con un ± 1.800 , esto indica una disminución en la dispersión de los datos, muestra una mayor concentración alrededor del eje de simetría.

Gráfico 5
VO₂ max de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE), Grupo 2, ejercicios contra-resistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL), según media y desviación estándar (DS) y p<0.05



Fuente: Cuadro 5

El comportamiento de la variable Vomax entre la primera y la segunda semana, respecto de los datos obtenidos del grupo AE, muestra una tendencia hacia el alza; sin embargo, entre la semana 6 y la semana 12, la tendencia se revierte y los valores vuelven al nivel de la primera semana. En el grupo CR, se puede ver una tendencia sostenida hacia el alza y en cuanto al grupo CTL, la tendencia es hacia la baja en forma sostenida.

Cuadro 6
GHQ de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE),
Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL),
según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$

Variable	Evaluaciones	AE		CR		CTL	
		Media	DS	Media	DS	Media	DS
GHQ	Semana 1	11.700	5.229	11.700	4.001	14.000	3.055
	Semana 6	5.900	4.358	6.300	2.627	14.200	2.741
	Semana 12	4.400	2.716	3.300	1.059	16.300	3.335

Fuente: Elaboración propia

*Mejoró la GHQ $p < 0.05$. ** Mejoró la GHQ $p < 0.05$. ***Desmejoró la GHQ $p < 0.05$.

Variable GHQ

La variable denominada GHQ, por su lado, muestra que la media de los valores registrados, para el grupo AE y en la primera semana fue de 11.700 y que en la semana 12 ese dato fue de 4.400. Así las cosas, se aplicó la prueba estadística para determinar el comportamiento de la variable en estudio, se nota que con este indicador y un valor de referencia de -1.833, ($p < 0.05$) dado que es una tendencia a la baja y con un valor real de la prueba de -5.543, se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que en este caso se presentó una reducción en el indicador utilizado.

Además, respecto de la desviación estándar en la primera semana fue de ± 5.229 y que en la semana 12 llegó a ± 2.716 , entonces la dispersión de los datos se redujo prácticamente a la mitad en el sentido de un aumento en la concentración de los datos alrededor del eje de simetría.

El grupo CR o contra-resistencia la registrar los datos relativos al comportamiento de las medidas, mostró, en la primera semana, una media de 11.700 y para la doceava semana ese valor fue de 3.300. En esas circunstancias, al aplicar la

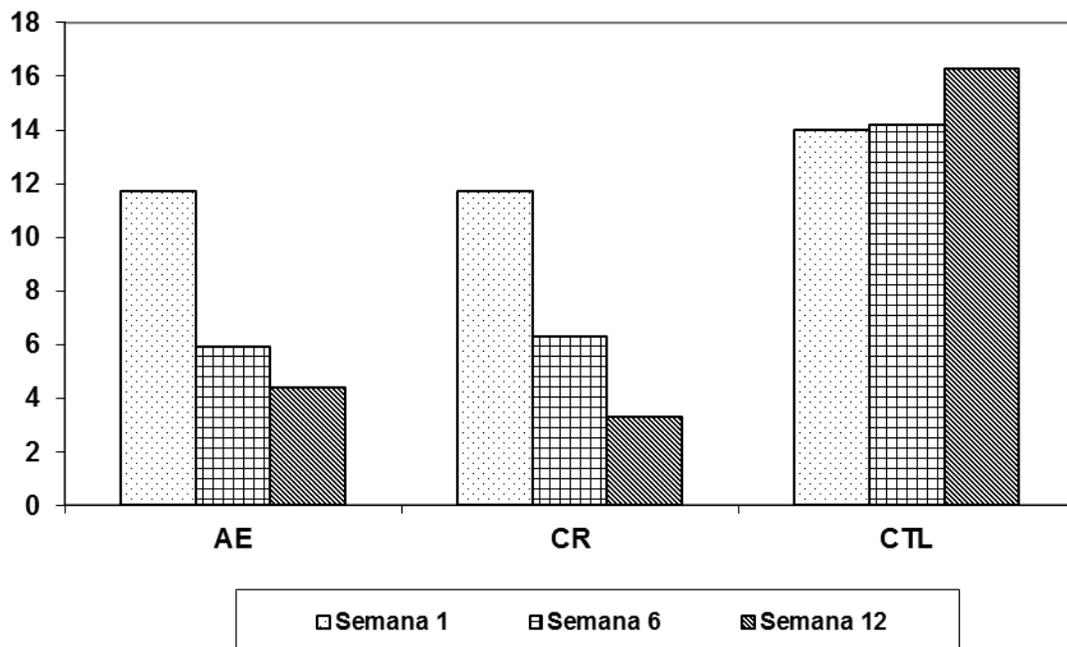
prueba estadística con un valor de referencia de -1.833, ($p < 0.05$) por existir tendencia a la baja y un valor real obtenido de -6.215, se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los ejercicios de contra-resistencia resultaron efectivos.

En el caso de la desviación estándar se nota que en la primera semana fue de ± 4.001 y que para la doceava semana ese valor alcanzó ± 1.059 , se puede ver una disminución en la dispersión de los datos congruente con la variación en las medias, con una mayor concentración de los datos alrededor del eje de simetría.

El grupo CTL, por su lado, muestra los siguientes datos registrados en el cuadro, en la primera semana la media fue de 14.000 y para la semana 12 ese valor fue de 16.300, se puede observar a diferencia de los dos grupos anteriores, un aumento en el valor de las medias. Al aplicar la prueba estadística para determinar el comportamiento de la variable, los datos indican lo siguiente: con el valor de referencia de la prueba estadística de 1.833 ($p < 0.05$) y un valor real de 4.445, se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para indicar que en cuanto al grupo CTL desmejoró su situación.

La desviación estándar, por su parte, muestra en la primera semana un ± 3.055 y para la semana 12, ese valor fue de 3.335, hincando claramente un incremento en la dispersión de los datos alrededor del eje de simetría.

Gráfico 6
GHQ de los tres grupos en estudio, Grupo 1, ejercicios aeróbicos (AE),
Grupo 2, ejercicios contrarresistencia (CR) y Grupo 3, Control (CTL),
según media y desviación estándar (DS) y $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 6

En este gráfico se ve el comportamiento de la variable GHQ y para el grupo AE, la tendencia es hacia la baja de los valores de la escala de medición, otro tanto ocurre con el grupo CR y en cuanto al grupo CTL, la tendencia es hacia arriba de la escala de medición.

Cuadro 7
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según metros recorridos, media con teórico $p < 0,05$

Variable	Evaluaciones T de estudent	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
Metros	$p < 0,05$	391.600	344.600	-1.734 y 1.734	0.918

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según metros recorridos, media con teórico $p < 0,05$

Variable	Evaluaciones T de estudent	Media		CTL	
		CR	CTL	Intervalo	Real
Metros	$p < 0,05$	429.100	344.600	-1.734 y 1.734	1.567

Fuente: Elaboración propia

Variable Metros

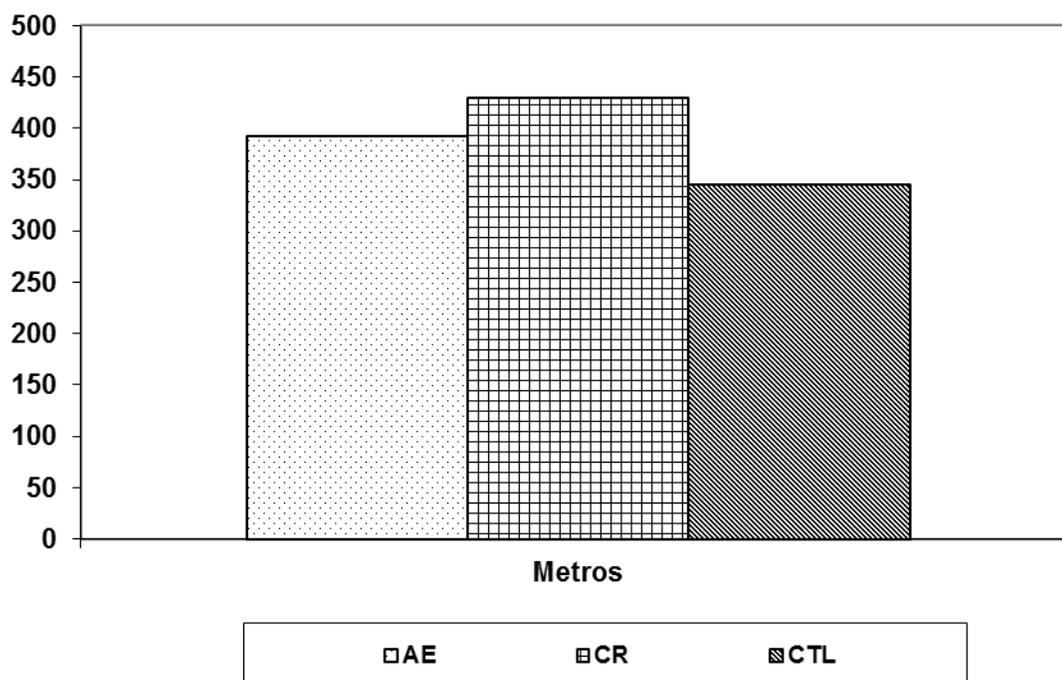
Un análisis adicional en el cual se hace la comparación entre el grupo AE y el grupo control muestra el comportamiento de la variable metros, de tal manera que las medias generadas a partir de la semana 12 (pos) de ambos grupos, muestra lo siguiente: el grupo AE con una media de 391.600 metros recorridos y los sujetos incluidos en el grupo CTL reportaron 344.600 metros recorridos.

Se aplicó la prueba estadística con $p < 0,05$, en este caso con un valor de referencia de -1.734 a 1.734 y un valor real obtenido de 0.918.

Los resultados muestran que no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que la media de los metros recorridos es diferente entre estos dos grupos de sujetos sometidos a la medición.

En cuanto al análisis comparativo de las medias de los metros recorridos por el grupo CR y el grupo CTL, se aplicó la prueba estadística correspondiente con un valor de referencia de -1.734 a 1.734 con $p < 0.05$ y el dato real obtenido de 1.567, en este caso también no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que las medias en cuestión son diferentes, por cuanto el valor real se ubica entre los dos valores de referencia.

Gráfico 7
Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según metros recorridos, media con teórico $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 7, 8

En este gráfico se puede ver el comportamiento de la variable Metros en los tres grupos en estudio. El mayor recorrido fue logrado por el grupo CR, aunque su variación no es estadísticamente significativa y el grupo control mostró el menor recorrido de acuerdo con los datos registrados sobre el tema.

Cuadro 9
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según frecuencia cardiaca, media con teórico $p < 0.05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
FC	$p < 0.05$	85.000	94.900	-1.734 y 1.734	-2.699

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según frecuencia cardiaca, media con teórico $p < 0,05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		CR	CTL	Intervalo	Real
FC	$p < 0.05$	82.500	94.900	-1.734 y 1.734	-2.927

Fuente: Elaboración propia

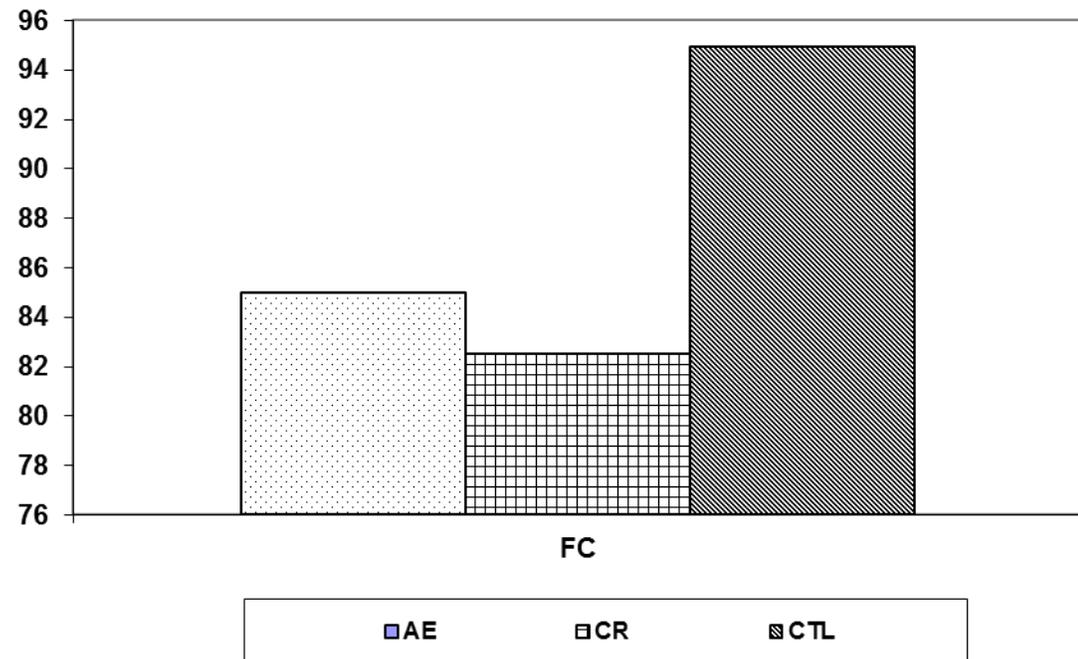
Variable FC

Aquí se comparan los grupos AE y CR con el grupo CTL, con respecto a la variable FC. El análisis de la variable FC, muestra los siguientes resultados. En la semana 12 (pos) los datos obtenidos de la media del grupo AE (cuadro 9), fue de 8.500 y el grupo control mostró una media de 94.900.

Al aplicar la prueba estadística con $p < 0.05$ y valores de referencia de -1.734 a 1.734 y el valor real obtenido de -2.699, se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para indicar que la FC fue inferior en el grupo AE.

El grupo CR, por su lado, muestra una media de 82.500 y el grupo control (CTL) de 94.900. Al aplicar la prueba estadística con -1.734 a 1.734 con $p < 0.05$, se puede observar que el valor real de -2.927 es inferior al valor de referencia, de tal manera que se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para indicar que la frecuencia cardiaca del grupo CR es inferior a la del grupo control CTL.

Gráfico 8
Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según FC, media con teórico $T \alpha 0,05$



Fuente: Cuadro 9, 10

El gráfico permite tener una idea del comportamiento de la variable FC, entre los grupos en estudio, es posible notar la diferencia de la frecuencia cardíaca entre los dos grupos de prueba y el grupo control.

Cuadro 11
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según disnea, media con teórico $p < 0.05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
Disnea	$p < 0.05$	1.000	2.600	-1.734 y 1.734	-2.588

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según disnea, media con teórico $p < 0,05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		CR	CTL	Intervalo	Real
Disnea	$p < 0.05$	0.450	2.600	-1.734 y 1.734	-5.740

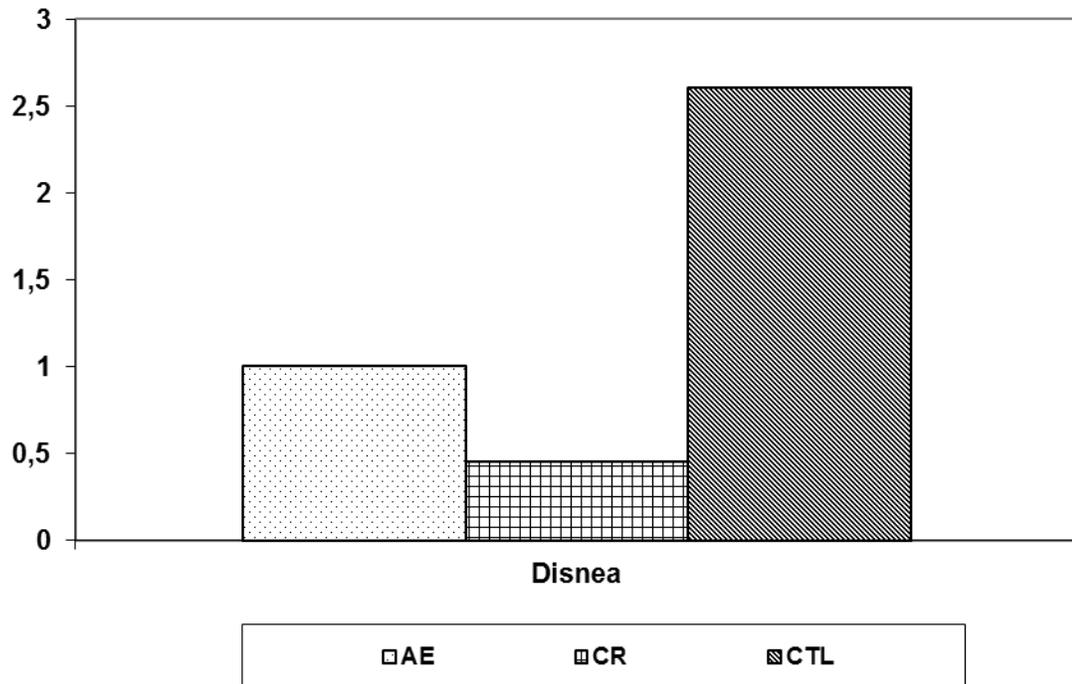
Fuente: Elaboración propia

Variable Disnea

Corresponde en esta ocasión analizar el comportamiento de la variable Disnea y el análisis comparativo entre el grupo de aeróbicos (AE) y el grupo control (CTL). Así, la media obtenida del grupo AE, fue de 0.450 y la media obtenida del grupo CTL fue de 2.600.

Al aplicar la prueba estadística correspondiente con un valor de referencia de -1.734 a 1.734, con $p < 0.05$, se obtiene un valor real de -2.588, este valor es inferior al valor de referencia, por tanto se puede afirmar que existe evidencia estadística suficiente para indicar que ambas medias son diferentes. También, al comparar el grupo de contra-resistencia (CR) y el grupo control (CTL), cuyas medias son 0.450 y 2.600 respectivamente. Al aplicar la prueba para determinar la significancia estadística se observa que con el valor de referencia -1.734 o 1.734 y $p < 0.05$, el valor real obtenido fue de -5.740, de tal manera que existe evidencia estadística suficiente para indicar que ambas medias son diferentes.

Gráfico 9
Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según Disnea, media con teórico $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 11, 12

Nuevamente en este gráfico se puede observar el comportamiento de los grupos en comparación respecto de la variable Disnea. Los dos grupos incluidos en las rondas de ejercicios muestran un nivel de Disnea inferior al registrado por el grupo control CTL.

Cuadro 13
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según SAT, media con teórico $p < 0,05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
SAT	$p < 0.05$	92.600	89.800	-1.734 y 1.734	1.099

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 14
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según SAT, media con teórico $p < 0,05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		CR	CTL	Intervalo	Real
SAT	$p < 0.05$	92.700	89.800	-1.734 y 1.734	1.363

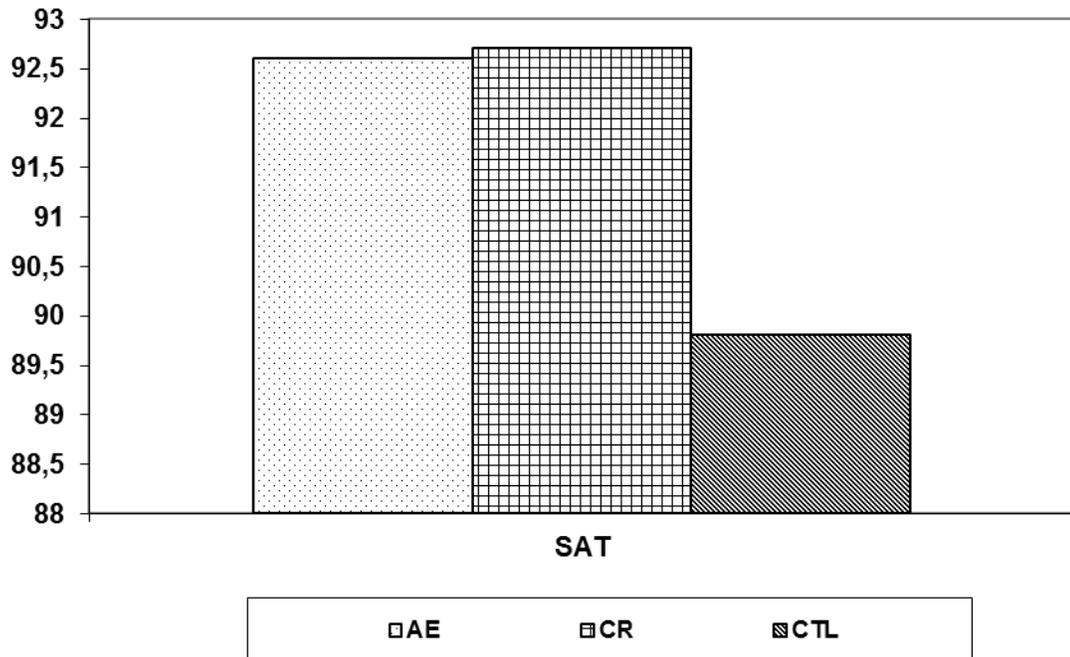
Fuente: Elaboración propia

Variable SAT

Toca el turno al análisis de la variable SAT, entre el grupo de aeróbicos (AE) y el grupo control (CTL). Cuando se aplicó la prueba para determinar la significancia estadística se observa que con el valor de referencia -1.734 o 1.734, correspondiente con $p < 0.05$, el valor real obtenido fue de 1.099, el cual se ubica entre los límites del valor de referencia, por tanto no existe evidencia estadística suficiente para indicar que ambas medias son diferentes (CR y CTL).

Para el caso del grupo contra-resistencia CR y el grupo control (CTL) y al analizar la variable SAT, se aplicó la prueba estadística cuyos valores de referencia son -1.734 o 1.734 y $p < 0.05$, el valor real obtenido fue de 1.363, de tal manera que no existe evidencia estadística suficiente para indicar que ambas medias son diferentes.

Gráfico 10
Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según SAT, media con teórico $p < 0,05$



Fuente: Cuadro 13, 14

A juzgar por las apariencias, la media de la variable SAT es mayor en los dos grupos de actividades y en contra del grupo CTL, sin embargo los valores obtenidos de la aplicación de la prueba estadística muestran que no hay diferencia significativa en las diferencias de las medias.

Cuadro 15
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según VO₂ max, media con teórico p<0,05

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
VO ₂ max	p<0.05	26.020	25.320	-1.734 y 1.734	1.026

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 16
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según Vomax, media con teórico T α 0,05

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
VO ₂ max	p<0.05	26.690	25.320	-1.734 y 1.734	1.528

Fuente: Elaboración propia

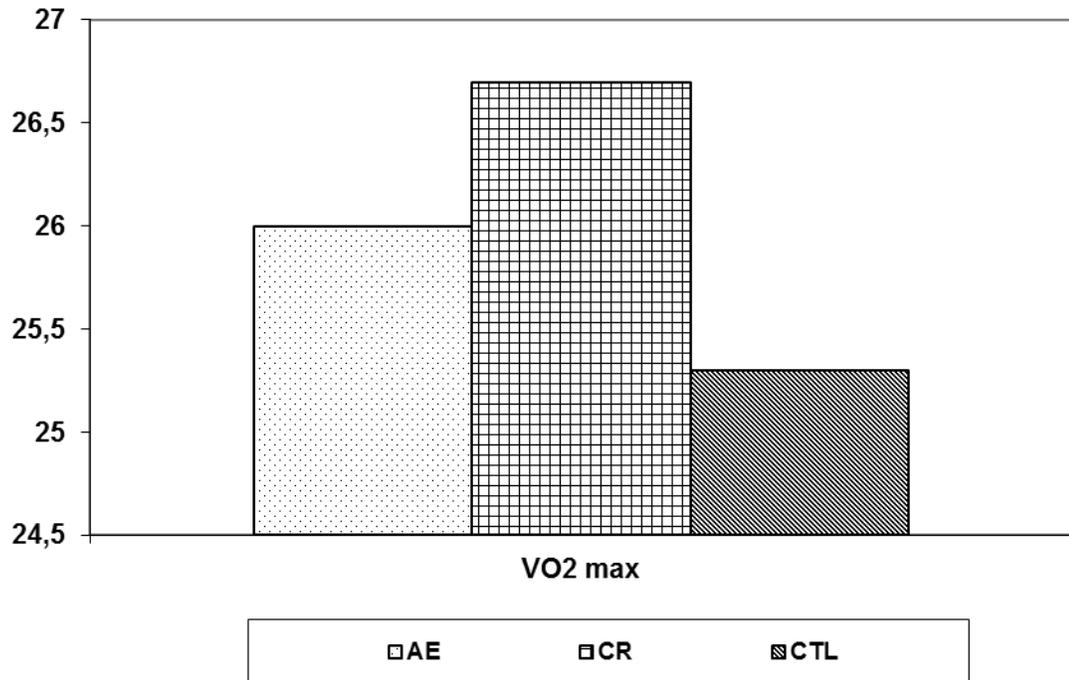
Variable VO₂max

La variable VO₂ max se analizó desde el punto de vista de las medias, al final del proceso, entonces para el grupo aeróbicos (AE) ese dato fue de 26.690 y para el grupo control (CTL) fue de 25.320.

Se aplicó el estadístico de prueba con un valor de referencia de -1.734 o 1.734 y p<0.05. El valor real obtenido en este caso fue de 1,026, de tal manera que al quedar este valor dentro del rango de exclusión, se puede afirmar que no hay evidencia estadística suficiente para afirmar que estas medias son diferentes.

Los grupos en contraste en esta ocasión comprenden al grupo contra-resistencia (CR) y el grupo control (CTL) y la variable VO₂ max, para tal efecto se utiliza el estadístico de prueba para la evaluación de medias cuyo valor de referencia es -1.734 o 1.734 y p<0.05. Se obtiene como resultado de la prueba 1.528, este valor queda dentro del valor de exclusión, de tal manera que no existe evidencia estadística suficiente para afirmar que ambas medias son diferentes.

Gráfico 11
Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según VO₂ max, media con teórico $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 15, 16

Los datos registrados en este gráfico no son del todo concluyentes, porque muestra variaciones en los tres grupos en estudio. Se puede ver como al concluir el análisis estadístico no hay evidencia de que las diferencias sean significativas.

Cuadro 17
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE) y Grupo Control (CTL), según GHQ, media con teórico $p < 0.05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
GHQ	$p < 0.05$	4.400	16.300	-1.734 y 1.734	-8.749

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18
Comparación del pre y el pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (CR) y Grupo Control (CTL), según GHQ, media con teórico $T \alpha 0,05$

Variable	Evaluaciones T de student	Media		CTL	
		AE	CTL	Intervalo	Real
GHQ	$p < 0.05$	3.300	16.300	-1.734 y 1.734	-11.748

Fuente: Elaboración propia

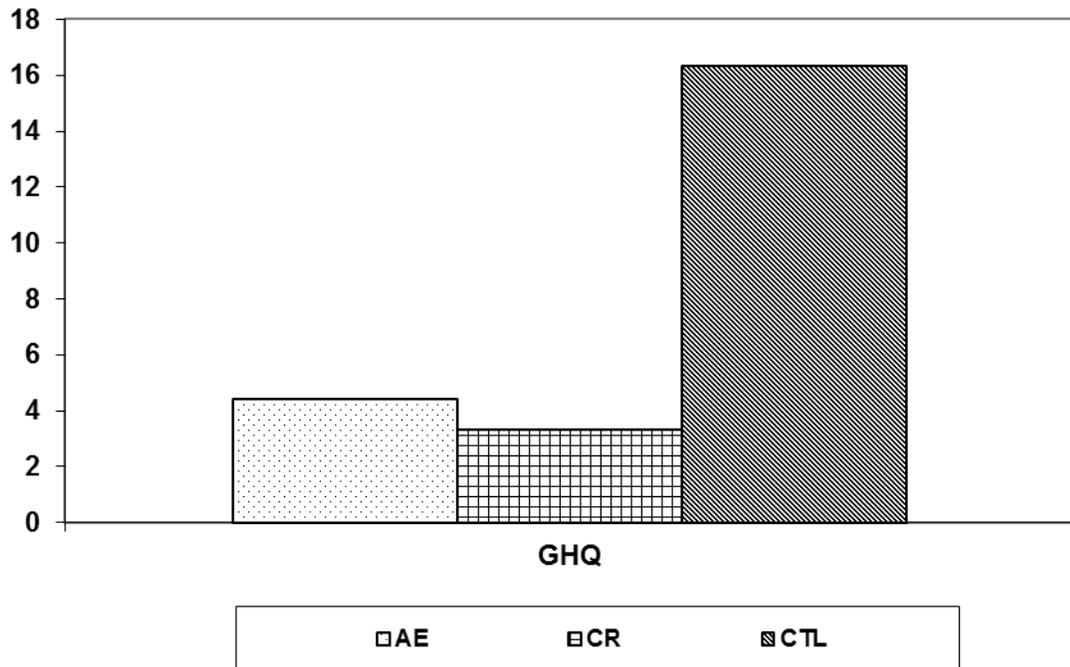
Variable GHQ

Con relación a la variable GHQ se analizó desde la óptica de las medias, al final del proceso (pos), así se tiene que para el grupo aeróbicos (AE) ese dato fue de 4,400 y para el grupo control (CTL) fue de 16,300.

Cuando se aplicó el estadístico de prueba con un valor de referencia de -1.734 o 1.734 y $p < 0.05$. El valor real obtenido en este caso fue de -8.749, de tal manera que se puede afirmar que hay evidencia estadística suficiente de que estas medias son diferentes.

Los grupos en contraste en esta ocasión son el grupo contra-resistencia (CR) y el grupo control (CTL) y la variable HGQ, para tal efecto se utiliza el estadístico de prueba para la evaluación de medias cuyo valor de referencia es -1.734 o 1.734 y $p < 0.05$. El resultado obtenido de la prueba fue -11.748, este valor muestra que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que ambas medias son diferentes.

Gráfico 12
Comparación de medias del pos entre Grupo con ejercicios aeróbicos (AE), (CR) y Grupo Control (CTL), según GHQ, media con teórico $p < 0.05$



Fuente: Cuadro 17, 18

En este caso, las diferencias son estadísticamente significativas al encontrar diferencias sustanciales en el comportamiento de la medias. La parte emocional sufrió un impacto considerable puesto en evidencia con la aplicación de la escala de medición utilizada en este caso. Aunque en el caso de los grupos AE y CR, las diferencias no son tan evidentes.

Capítulo V

Discusión

4. Discusión

En los pacientes con Hipertensión Arterial Pulmonar, leve o moderada, la disminución del rendimiento en el ejercicio, la calidad de vida y la capacidad para realizar actividades de la vida diaria no guardan proporción con las pruebas eco cardiográficas (Hernández y Rivas, 2000).

Un impacto o mejoría real se observa con frecuencia, únicamente después de agregar al tratamiento un programa de ejercicio físico. La propuesta de la rehabilitación como complemento terapéutico en estos pacientes es reciente. En la última década se han realizado estudios con un buen diseño metodológico que ponen de manifiesto los efectos benéficos del ejercicio físico. (Lacasse, 2007)

Todo programa de rehabilitación tiene como objetivo desarrollar a través de un programa de manera individual para cada paciente y que busca disminuir sus síntomas, educarlo sobre el manejo integral de la enfermedad, recuperar su autonomía como ser individual ante su familia y la sociedad, reacondicionarlo físicamente para alcanzar una óptima capacidad de ejercicio físico y mejorar su calidad de vida. Los logros alcanzados pueden ser medidos utilizando variables fisiológicas e incluso psicosociales que evalúen la percepción de los sujetos participantes. (Hernández y Rivas, 2000)

Diversos estudios que han evaluado los cambios en la tolerancia al ejercicio en pacientes con HTP antes y después de rehabilitación física y cardiopulmonar han sido comparados, en donde a pesar de la variación de las características de los

programas incluidos, se mostró que existen mejorías significativas (Hernández y Rivas, 2000).

Frecuencia cardiaca

La disminución significativa en la frecuencia cardiaca se puede deber a diversos factores tales como: 1- incremento en la actividad muscular de la caja torácica, lo que conlleva a un aumento en la presión negativa mediastínica, favoreciendo así el retorno venoso, y el volumen de eyección cardiaco; 2- al optimizarse el V/Q, favoreciendo la oxigenación alveolo-capilar, mejorará la vasodilatación en el mismo, ya que el factor hipóxico, mediador de la vasoconstricción pulmonar, se disminuyó en forma importante.

De acuerdo con el estudio realizado, los pacientes presentan una disminución en la FC posterior a la ejecución de diferentes programas de ejercicio aplicados, tomando en cuenta que el grupo de estudio son portadores de HTP, con diferentes factores etiológicos, lo cual de forma compensatoria presentan un aumento en la frecuencia cardiaca, debido al aumento en resistencia vascular periférica, deterioro general, secundario a esta patología. (Gold, 2007)

En los pacientes con HTP, el gasto cardiaco aumenta de manera desproporcional al consumo de oxígeno, diferente a la de sujetos sanos, con lo cual la diferencia entre el contenido arterial y venoso de oxígeno sea parecida; a pesar de que la respuesta al gasto cardíaco sea normal, los pacientes con HTP presentan una mayor taquicardia según aumenta el nivel de esfuerzo físico, lo que implica que el volumen sistólico probablemente sea más bajo (López y Fernández, 2006).

La magnitud de los cambios en FC depende fundamentalmente, del número y tamaño de grupos musculares implicados en el ejercicio. El ejercicio con los miembros superiores a una intensidad determinada, desencadena una respuesta

de la FC mayor que si se realiza con miembros inferiores, debido a un mayor reclutamiento de unidades motoras tipo II durante el trabajo con brazos que con el trabajo con piernas. Además se acompaña de una cinética más lenta del consumo de oxígeno (López y Fernández, 2006).

La reducción en la frecuencia cardíaca observada en la muestra de esta investigación, puede deberse a alteraciones morfológicas y vasculares sistémicas, que pueden optimizar la función cardíaca, asimismo parece haber regulación descendente de los receptores beta del corazón, reduciendo la sensibilidad del corazón a la estimulación por catecolaminas (Wilmore y Costill, 2004).

La evidencia científica refiere que al mejorar el flujo de sangre a nivel periférico durante el ejercicio, se da un incremento en la perfusión sistémica y en la respuesta ventilatoria, que compensa la mayor demanda energética a nivel muscular, con la que se optimiza la oxigenación muscular y la extracción de CO₂ de las células involucradas en el trabajo realizado (López y Fernández, 2006).

Por consiguiente, observando todos estos beneficios fisiológicos asociados a la práctica de ejercicio físico y considerando las dificultades y afectaciones en los y las pacientes que tienen esta enfermedad, se muestra que un programa con las características del que se implementó puede mejorar la funcionalidad de las y los pacientes con HTP.

Caminata de 6 minutos

La mayoría de los artículos que evalúan problemas cardíacos y pulmonares relacionados con test de ejercicios y capacidad funcional son evaluados con la caminata de 6 minutos ya que es de gran importancia la información que provee realizar dicho test.

Las revisiones científicas tienen importantes méritos, al explicar acerca de la influencia de la función del ventrículo derecho sobre la capacidad de ejercicio y los síntomas, además acerca de las anomalías que contribuyen a reducir la capacidad del ejercicio en la HTP.(Luna, 2000)

La mejoría en la caminata de 6 minutos en los pacientes es un factor de correlación directo con la calidad de vida, el incremento en ambas es demostrado con una mejoría en el NYHA, confirmando de manera fehaciente su utilidad para valorar dichas patologías.(Guyatt, 1995)

La intolerancia al ejercicio en estos pacientes era atribuida a limitaciones de reserva cardiaca, respuesta cronotrópica alterada, ineficiencia ventilatoria y/o alteraciones de Ventilación/perfusión. Sin embargo, los estudios recientes atribuyen como potencial contribuyente a dicha limitación, la disfunción muscular. (Luna, 2000)

En el presente estudio se disminuyó el sedentarismo uno de los grandes factores que perjudican a los pacientes con HTP y a la vez se mejoró su tolerancia al ejercicio, disminuyendo limitaciones a una mejor clase funcional. Acorde con una mejor calidad de vida. (Gold 2007).

Disnea

Los pacientes con HTP presentan una asociación de síntomas cardiopulmonares, los cuales se asocian directamente con una disnea importante, en algunos casos de origen inexplicable. Uno de los mayores componentes que provocan esta disnea, según estudios es la disfunción cardiaca derecha y las anomalías sistémicas y periféricas, que se comprometen aún más con el esfuerzo físico. (Casanova y García, 2005).

El tratamiento de la disnea se basa, fundamentalmente en el tratamiento de los mecanismos fisiopatológicos que la causan (en reposo o durante el ejercicio), como son la polipnea, el esfuerzo inspiratorio y la hiperinsuflación dinámica (Casanova y García, 2005).

El entrenamiento de sesiones de ejercicio físico, de contrarresistencia, en áreas específicas con rangos de intensidad entre 50 y 80% da como resultado una disminución de la disnea, aumentando la tolerancia al ejercicio y las actividades cotidianas, e incluso la misma tolerancia al ejercicio aeróbico (Barreiro, Gea y Marín, 2007). Por lo tanto se puede inferir, que la mejoría en la disminución de la disnea, se puede atribuir al ejercicio físico realizado en los pacientes, sobre todo al trabajo contrarresistencia, ya que se daba un entrenamiento muscular específico. (Casanova y García, 2005).

Se explica, que las mejoras en la percepción de la disnea, se generan por incrementos en la relación ventilación perfusión (V/Q), dado que al mejorar la fuerza muscular se aumenta de forma indirecta las presiones intrapulmonares, lo que favorece una redistribución de gases a nivel pulmonar, que conlleva a una mayor utilización alveolar y disminución del espacio muerto anatómico. En forma conjunta al incrementar la actividad física en los pacientes con HTP, necesariamente se favorece un incremento en el gasto cardiaco, y por ende, una mayor perfusión pulmonar y aprovechamiento del gas alveolar disponible para el intercambio gaseoso, disminuyendo la sensación de disnea, ante las mejoras bioquímicas detectadas por los quimiorreceptores que disminuyen los estímulos nerviosos al centro respiratorio, regulando así la sensación de sed de aire (disnea) (West, 2000).

Al presentarse mejoras en la V/Q de manera directa se va a presentar un incremento en la PaO₂, lo cual, va a dar como resultado un incremento en la

saturación arterial de oxígeno, favoreciendo la utilización de oxígeno tisular y así incrementando la tolerancia muscular a mayores esfuerzos físicos. (Giménez y Servera, 2001)

En conclusión, los cambios en la disnea, evaluados por medio de la escala de Borg, pueden ser respuesta de varios factores que fueron alterados en forma positiva en estos pacientes, como lo son: las mejoras en actividad muscular, respiratoria y periférica, el incremento en la perfusión pulmonar como sistémica y la seguridad en sí mismos, factor influyente directamente sobre la autoestima, que favorece un mayor control de la ansiedad y las mejoras fisiológicas descritas anteriormente, (V/Q y disminución de Vd), disminuyendo así la falta de aire y optimizando así su condición en general. (Casanova y García, 2005).

Saturación de oxígeno

Generalmente la limitación en el ejercicio del paciente con HTP se debe principalmente a consecuencias de alteraciones hemodinámicas pulmonares. Y en casos tardíos un compromiso de eyección del Corazón derecho para perfundir el pulmón en sí. Y así mismo realizar las adaptaciones sistémicas para la captación del oxígeno a nivel tisular periférico durante el ejercicio. (Harrison, Braunwald, et al, 2002)

El incremento en la oximetría de pulso (SaO_2), se pudo observar en el grupo CTL, se explica según Güell (2000) porque la atrofia muscular, debido a varios factores como son la inmovilidad, la desnutrición, la hipoxemia y los corticoides, entre otros; provoca una disminución del número de mitocondrias, reducción en la actividad enzimática del músculo y una serie de alteraciones en la microcirculación de la fibra muscular, lo que dificulta el intercambio de gases de la fibra muscular y

provoca una disminución de la capacidad del metabolismo, favoreciendo una caída rápida del músculo en fatiga.(Harrison 2002)

Con un estímulo específico y localizado a un determinado grupo de músculos, se puede contrarrestar la deficiencia de perfusión, que presentarán un aumento en la capacidad aeróbica. Otras investigaciones también han puesto de manifiesto el incremento en el tamaño de las fibras tipo 1 (oxidativas) y el número de mitocondrias. De igual forma, se ha visto la existencia de un aumento en los valores de mioglobina y de capilares, facilitando así el aporte y utilización de oxígeno en el músculo (Barreiro, Geo y Marín, 2005).

De lo anterior se puede concluir que, el aumento de capilaridad muscular, transporte de oxígeno, modificación del patrón respiratorio, aumento de la presión positiva de la vía aérea superior, (respiración con labios semicerrados) y aumento de la fuerza muscular, se traduce en una mejora de la función en la caja torácica, y se refleja como una mejora en la saturación de oxígeno en el EPOC (Casanova, García y de Torres, 2005).

Consumo Máximo de Oxígeno

Es importante recordar que el consumo de Oxígeno pico (VO_{2pico}) en estos pacientes esta reducido y presenta una reducción significativa durante el ejercicio, reflejo de alteraciones en ventrículo derecho, el cual reduce la eyección cardiaca y un déficit de oxígeno durante la ejecución del mismo. Las alteraciones en las Presiones arteriales de Oxígeno (PaO_2) y de Dióxido de carbono ($PaCO_2$) en

estos pacientes, refieren algunos estudios, podrían reflejar la baja tolerancia de a la sintomatología durante el ejercicio físico.

La dificultad de transferencia de gas alrededor de la membrana alveolo-capilar puede causar un incremento anormal en la diferencia alveolo-arterial de PO_2 durante el ejercicio. La causa más común en reposo de hipoxemia es el desbalance V/Q, y este no es un predictor de hipoxemia durante el ejercicio. En muchos casos la relación V/Q mejora durante el ejercicio, así la PaO_2 puede incrementar, aunque generalmente permanece sin cambios. (Thierer, 2009).

Dado que en estos pacientes los tiempos para lograr adaptaciones en la capacidad cardiorrespiratoria son más prologados, por factores atribuibles al impacto de la enfermedad, la duración de la sesión debe imperar sobre la intensidad y a medida que se logren mejorías paulatinas en la tolerancia al ejercicio, incrementar las cargas de trabajo con el fin de incitar un mayor esfuerzo, por parte de la musculatura esquelética y alcanzar así una disminución en la aparición de la fatiga de miembros inferiores y de la formación precoz de ácido láctico (Pinochet, et al, 2002).

Dicha mejoría refleja una mayor tolerancia del paciente al realizar algún tipo de esfuerzo físico, donde a medida que se incrementan las demandas de los músculos activos, ocurre una transición en las vías energéticas utilizadas, para lograr llevar a cabo dichas tareas, es así donde el organismo tras sufrir una creciente demanda metabólica y un insuficiente aporte de oxígeno, recurre a nuevas fuentes que suplan nueva energía para continuar el máximo tiempo posible con un óptimo rendimiento físico (Ravinovich y otros, 2004).

En los pacientes con HTP que se trabajó en este estudio se demostró que los pacientes, incrementan su consumo de oxígeno con el ejercicio, según López (2006), en estos pacientes se apoya la reducción de actividad de las enzimas

relacionadas con el metabolismo oxidativo, e indican que en estos pacientes hay una reducción de la capacidad oxidativa (capacidad de realizar ejercicio aeróbico), situación que se logró revertir con un programa estructurado y dirigido de ejercicio, que resultó en un incremento de su $VO_{2m\acute{a}x}$.

Se puede relacionar que las mejoras en consumo de oxígeno también mejora el gasto cardiaco de igual forma en la diferencia arterio venosa de oxígeno $D(a-v)O_2$, y a las mejoras en la perfusión periférica las cuales van a favorecer en el ejercicio la capacidad de extraer oxígeno por los tejidos de los sujetos.(López, 2006).

Además al realizar ejercicio el consumo de oxígeno debe tener una relación lineal con la intensidad, y aunque no se alcanzó un punto de cambio en el VO_2 , bastante frecuente en este tipo de paciente por ser portadores de HTP, con limitaciones funcionales y sedentarios, el incremento en éste como en el tiempo de la prueba, indica una mejoría evidente de todos y cada uno de los sujetos participantes del estudio.

Cuestionario de Salud Mental

Muchos estudios, han demostrado que programas de ejercicios bien establecidos y controlados mejoran la capacidad de los pacientes con EPOC, por lo consiguiente siendo la HTP secundaria al EPOC mejora su calidad de vida, estabilizándolos de manera óptima y disminuyendo los eventos adversos de la patología en sí.

La depresión y la ansiedad tienen una alta prevalencia en la HTP. Estos pacientes desarrollan una sensación de "pánico o fobia" al esfuerzo que hace que el simple hecho de pensar que van a levantarse de la silla les produzca un aumento desmesurado de la disnea. Güell et al (2004), demostraron que la familiarización

con el esfuerzo reducía de forma considerable la disnea durante la realización de una actividad.

Un estudio longitudinal sobre depresión en pacientes con varias condiciones médicas ha sido publicado, en este estudio recolectó información sobre depresión basado en un mismo cuestionario del centro de estudios epidemiológicos de depresión. Usando esos cuestionarios para determinar desórdenes depresivos que pueden resaltar en alto grado, basados sobre la naturaleza en sí de la enfermedad crónica y que no es el mismo evento verificado clínicamente. Los síntomas físicos (fatiga, insomnio, dolor precordial) son una parte integral de los cuestionarios de depresión, pero eso no es suficiente para distinguir entre sí, síntomas de la “depresión generada” y la generada por la condición física. Lo anterior descrito puede resultar en sobre-reporte de depresión (Van Dent, 2009).

Se ha encontrado que los pacientes con diversas enfermedades crónicas que tienen un alto nivel de satisfacción en relación con el apoyo social, presentan un mejor grado de adaptación a la enfermedad, y es más importante la percepción que tiene el paciente de lo adecuado del soporte social que el soporte que realmente recibe. Algunos estudios han podido comprobar, de acuerdo con la teoría de la amortiguación, que la percepción de disponer de apoyo protege a las personas de los efectos patogénicos de los eventos estresantes; Vinaccia y otros (2006).

Estos datos confirman la importancia de las variables psicosociales en la manera cómo las personas asumen su enfermedad y cómo éstas afectan su calidad de vida (Vinaccia y otros, 2006).

En los pacientes que participaron en este estudio, se evidenció una mejoría estadísticamente significativa en lo referente a salud mental, demostrándose una mejoría de al menos 50%, en su sintomatología de ansiedad y depresión, la cual

fue atribuible probablemente al grado de independencia logrado posterior al programa de ejercicio, lo cual contribuyó directamente en su autoconfianza, consiguiendo mejorar su calidad de vida en general.

Capítulo VI

Conclusiones

5. Conclusiones

- ❖ Desde el punto de vista pulmonar no se puede revertir el daño causado por la HTP, pero si se puede mejorar el reclutamiento de fibras musculares con programas de ejercicio físico, los cuales permitieron una mayor oxigenación a los pacientes.
- ❖ El ejercicio aeróbico y el ejercicio contrarresistencia mostraron buenos resultados reflejados en parámetros como disminución de FC y disnea, ya que se estimuló grandes grupos de músculos los cuales contribuyeron en la producción de células tipo II.
- ❖ Al demostrarse mejoras a nivel pulmonar y sistémico con el ejercicio, se aumenta el VO_2 en el paciente HTP, lo que proyecta un mejor trabajo respiratorio y una mejor respuesta a las actividades diarias.
- ❖ El aumento de ejercicio en los pacientes hace que haya un mejor movimiento del flujo sanguíneo lo cual le permite que la FC se mantenga o/y descienda paulatinamente.
- ❖ El sedentarismo es uno de los principales enemigos del paciente con HTP pero se ha demostrado que el ejercicio en estos pacientes mejora su independencia y actividades cotidianas.

- ❖ 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 ejercicio es una de las formas como revertir la ansiedad y la depresión ya que el paciente con HTP tiende más a socializarse lo cual mejora su nivel de independencia y se incorpora más rápido a la sociedad.
- ❖ La caminata de 6 minutos es una prueba que se ha demostrado que con el ejercicio aumenta el número de metros recorridos lo cual nos indica mayor tolerancia al ejercicio y mejor ventilación perfusión.
- ❖ 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, entre otros.
- ❖ La disnea es un gran problema en los pacientes con HTP y al disminuir dichos pacientes mejoran su calidad de vida.

Capítulo VII

Recomendaciones

7. Recomendaciones

- ❖ Desde el punto de vista pulmonar no se puede revertir el daño causado por la HTP, pero si se puede mejorar el reclutamiento de fibras musculares con programas de ejercicio físico, los cuales permitieron una mayor oxigenación a los pacientes.
- ❖ El ejercicio aeróbico y el ejercicio contrarresistencia mostraron buenos resultados reflejados en parámetros como disminución de FC y disnea, ya que se estimuló grandes grupos de músculos los cuales contribuyeron en la producción de células tipo II.
- ❖ Al demostrarse mejoras a nivel pulmonar y sistémico con el ejercicio, se aumenta el VO_2 en el paciente HTP, lo que proyecta un mejor trabajo respiratorio y una mejor respuesta a las actividades diarias.
- ❖ El aumento de ejercicio en los pacientes hace que haya un mejor movimiento del flujo sanguíneo lo cual le permite que la FC se mantenga o/y descienda paulatinamente.
- ❖ El sedentarismo es uno de los principales enemigos del paciente con HTP pero se ha demostrado que el ejercicio en estos pacientes mejora su independencia y actividades cotidianas.

- ❖ 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 ejercicio es una de las formas como revertir la ansiedad y la depresión ya que el paciente con HTP tiende más a socializarse lo cual mejora su nivel de independencia y se incorpora más rápido a la sociedad.
- ❖ La caminata de 6 minutos es una prueba que se ha demostrado que con el ejercicio aumenta el número de metros recorridos lo cual nos indica mayor tolerancia al ejercicio y mejor ventilación perfusión.
- ❖ 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, entre otros.
- ❖ La disnea es un gran problema en los pacientes con HTP y al disminuir dichos pacientes mejoran su calidad de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Sport Medicine. (2005). Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. 2º edición, Editorial Paidotribo. Barcelona, España.
- Ardila, R. (2003). Calidad de vida: una definición inegradora. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 161-164.
- Barbera, J. (2002). Hipertensión Pulmonar: Criterios Actuales de Diagnóstico y Tratamiento. *Bagó: Ética al servicio de la salud*, 590-596.
- Barberá, J., Escribano, P., Morales, P., Gómez, M. O., Martínez, Á., & Antonio, R. (2008). Estándares asistenciales en hipertensión pulmona. *Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica (SEPAR) y la Sociedad Española de Cardiología (SEC)*, 87-99.
- Barst, R., & Rubin, L. (2008). 4th World Symposium on Pulmonary Hypertension. *Dana Point*, 11-14.

- Beghetti, M., & Tissot, C. (2010). Hipertensión pulmonar en los cortocircuitos congénitos. *Revista Española de Cardiología*, 1179-1193.
- Bortman, G. (2009). Presentación clínica y clasificación actual de la hipertensión arterial pulmonar. *Revista Insuficiencia Cardíaca*, 27-32.
- Bossone, E., Paciocco, G., Iarussi, D., Agretto, A., Iacono, A., & Gillespie, B. R. (2002). The Prognostic Role of the ECG in Primary Pulmonary Hypertension. *Chest Journal*, 513-518.
- Bouzas, B., & Gatzoulis, M. (2005). Hipertensión arterial pulmonar en adultos con cardiopatía congénita. *Revista Española de Cardiología*, 465-469.
- Cáneva, J. O. (2010). *Montpellier*. Obtenido de <http://www.montpellier.com.ar/separatas/188.pdf>
- Casas, A. Vilaró, R. Ravinovich, (2002). Prueba de marcha de seis minutos. *Servei de Pneumologia i A1. Iergia respiratoria (ICPCT)*. Barcelona, España.
- Casanova Macario, García Talavera Martín y Torres Tajés. (2005). La disnea en el EPOC. Instituto de investigaciones, Unidad de Neumología. Hospital Universitario, La Candelária. España, *Archivo Bronconeumología*, volumen 41,
- Celli, B., MacNee, W., Anzueto, A., & Berg, B. (2004). Standards for the diagnosis and treatment of patients with COPD: a summary of the ATS/ERS position paper. *European respiratory journal*, 932.946.
- Dougherty, J. (2005). *Educación, Física y Deportes*. Barcelona: Editorial Reverté S.A.
- Flox, Á. (2010). *Factores determinantes de la respuesta al ejercicio en pacientes con hipertensión arterial pulmonar severa*. España: Biblioteca Universidad Complutense.

Fowler, R., Jenkins, S., Maiorana, A., Gain, K., O'Driscoll, G., & Gabbay, E. (2011). Australian perspective regarding recommendations for physical activity and exercise rehabilitation in pulmonary arterial hypertension. *JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY HEALTHCARE*, 451-462.

Fuster, V., & Sanz, J. (2007). Hipertensión pulmonar: nuevos conocimientos a través de tecnología de imagen. *Revista Española de cardiología*, 2-9.

Gallego, M., Samaniego, J., Alonso, J., A, S., Carrizo, & S Marín, J. (2002). Disnea en la EPOC: relación de la escala MRC con la disnea inducida en las pruebas de marcha y de ejercicio cardiopulmonar máximo. *Archivos de Bronconeumología*, 112-116.

García, V. (2000). Manual para la utilización del cuestionario de salud general de Goldberg. Adaptación cubana. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 88-97.

Gimenez, M., Servera, E. (2001). Prevención y Rehabilitación en Patología Respiratoria Crónica. Madrid: Médica Panamericana.

GLOBAL STRATEGY FOR THE DIAGNOSIS, MANAGEMENT, AND PREVENTION OF CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE (GOLD), UPDATED 2007, Disclosure forms for GOLD Committees are posted on the GOLD Website, www.goldcopd.org

Gómez, A., Bialostozky, D., Zajarias, A., Santos, E., & Palomar, A. (2001). Right ventricular ischemia in patients with primary pulmonary hypertension FREE. *Journal of the American College of Cardiology*, 1137-1142.

Grignola, J. C., & Gomez, M. (2009). Bosentan: Rol en el tratamiento de la hipertensión arterial pulmonar. *SIMPOSIO INTERNACIONAL DE HIPERTENSIÓN PULMONAR*, 11-22.

- Güel R. Rosa. (2002). EPOC y músculos periféricos. Archivos de Bronco neumología. Hospital de la Santa Cruz i de Sant Pau. Barcelona, 36, 519-524.
- Gutierrez, M., Beroiza, T., Cartagena, C., Caviedes, I., Céspedes, J., Oyarzún, M., . . . Schonfeldt, P. (2009). Prueba de caminata de seis minutos. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias*, 15-24.
- Guyatt, G., Sullivan, M., & Thompson, P. (1995). The 6 minutes walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. *Canadian Medical Association Journal*, 919-923.
- Harrison, F., Braunwald, E., Fauci, A., Kasper, D., Hauser, S., Longo, D., Jameson, J., (2002). Principios de Medicina Interna, Vol. II, 15° edición. Mc Graw Hill. México.
- Hernández, G., & Rivas, E. (2000). Rehabilitación cardiopulmonar. *Revista Cubana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular*, 48-54.
- Heyward, V. (2006). *Evaluación y prescripción del ejercicio*. España: Editorial Paidotribo.
- Jiménez, C., Escribano, P., & Meneses, R. (2004). Eficacia del sildenafil por vía oral como terapia de rescate en pacientes con hipertensión arterial pulmonar severa en tratamiento crónico con prostaciclina. *Revista Cardiología Española*, 946-951.
- Lacasse, Y, (2007). Pulmonary Rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. <http://W.Mrw.interscience.wiley.com/Cochrane/clsysrew/articles/framehtml>., visita: 12 de Febrero, 2013, 10 am

- Lisboa, C. (1995). HIPERTENSION PULMONAR Y CORAZON PULMONAR CRONICO EN LCFA. *Universidad Católica de Chile*, 44-46.
- López, J. Orlando. Carbone, Sandra. (2005). Prueba de Marcha de seis Minutos. Sociedad de Tisiología y Neumología de Buenos Aires.
- López, J y Fernández, A. (2006). *Fisiología del Ejercicio (3ª ed)*. Panamericana.
- Luna, P. (2000). Estandarización de la prueba de caminata de 6 minutos. *Revista Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias*. México, 14 (13), 205-210.
- Maillo, M., & Malaguti, C. (2006). Prueba de marcha de seis minutos. Una actualización práctica del posicionamiento oficial de la ATS. *ARCHIVOS DE ALERGIA E INMUNOLOGIA CLINICA*, 132-142.
- Marín, K., Laude, R., & Morales, C. (2008). Entrenamiento físico y educación como parte de la rehabilitación pulmonar en pacientes con EPOC. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 286-290.
- McLaughlin, V., & McGoon, M. (2006). Contemporary Reviews in Cardiovascular Medicine:Pulmonary Arterial Hypertension. *University of Michigan*, 1417-1431.
- McLaughlin, V., & McGoon, M. (2006). Contemporary Reviews in Cardiovascular Medicine:Pulmonary Arterial Hypertension. *Circulation*, 1417-1431.
- Mereles, D., Ehlken, N., Kreuzscher, S., Ghofrani, S., Hoeper, M., Halank, M., . . . Herth, F. (2006). Exercise and respiratory training improve exercise capacity and quality of life in patients with severe chronic pulmonary hypertension. *National Center for Biotechnology Information*, 1482-1489.
- Miravittlesa, M., Rozaa, C., Naberanb, K., Lambanc, K., Gobarttd, N., Martíne, A., & Chapman, K. (2006). Attitudes Toward the Diagnosis of Chronic

Obstructive Pulmonary Disease in Primary Care. *Archivos de Bronconeumología*, 3-8.

Montemayor, T y Ortega, F. (2001). Estrategias de entrenamiento muscular en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. ¿Entrenamiento de resistencia, de fuerza o combinado? Fuente <http://www.archbronconeumol.org/cgi-bin/wdbcgi.exe/abn/mrevista.go?pident=13017452>

Organización Mundial de la Salud. (22 de setiembre de 2012). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de http://www.who.int/topics/mental_health/es/

Osses, R., Yáñez, J., Barría, P., Palacios, S., Dreyse, J., Días, O., & Lisboa, C. (2010). Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años. *Revista Médica de Chile*, 1124-1130.

Oudiz, R. (2005). The role of exercise testing in the management of pulmonary arterial hypertension. *Seminars in respiratory and critical care medicine*, 379-384.

Pavié, J., De la Prida, M., & al, e. (2011). Evaluación clínica de los pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 94-103.

Piazza, G., & Goldhaber, S. (2005). The acutely decompensated right ventricle: pathways for diagnosis and management. *Beth Israel Deaconess Medical Center*, 1836-1852.

- Pinheiro, G., & Saldias, F. (2011). Entrenamiento muscular inspiratorio en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica. *Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias, Scielo*, 116-123.
- Pinochet Villafranca, Diaz, L., Leiva, Borzonet. Y Lisboa. (2002). Quality of Life in Patients with Chronic Pulmonary Obstructive Disease and the Impact of Physical Training. *Revista Médica de Chile*, Vol. 129, Núm. 4. Santiago.
- Pleguezuelos, E., Miranda, A., Gómez, C., & Capellas, F. (2008). *Rehabilitación integral en el paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Prat, T. (2003). *Prescripción de la actividad física en pacientes con cardiopatía coronaria*. Barcelona: Paidotribo.
- Rabe, K., Hurd, S., Anzueto, A., Barnes, P., Buist, S., Claverly, P., . . . Zielinski, J. (2007). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 532-555.
- Rabinovich, R., Villaró, J., & Roca, J. (2004). Evaluación de la tolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC. Prueba de marcha de 6 minutos. *Archivos de Bronconeumología*, 80-85.
- Ries, A. (2004). Position Paper of the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation Scientific Basis of Pulmonary Rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 418-419.
- Serra, R., & Bagur, C. (2004). *PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO FÍSICO PARA LA SALUD*. Barcelona: Editorial Paidotribo.

- Subias, E., Barberà Mir, J., & Subervioli, V. (2010). Evaluación diagnóstica y pronóstica actual de la hipertensión pulmonar. *Revista Española de Cardiología*, 583-596.
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2007). *Using Multivariate Statistics*. Boston: Pearson Education.
- Thierer, J. (2009). Importancia del diagnóstico precoz en la hipertensión pulmonar. *Revista Insuficiencia Cardiaca*, 52-59.
- Trow, T., & McArdle, J. (2007). Diagnosis of Pulmonary Arterial Hypertension. *Clinics in Chest Medicine*, 59-73.
- Trulock, E., Edwards, L., Taylor, D., Boucek, M., Keck, B., & Hertz, M. (2004). The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: twenty-first official adult lung and heart-lung transplant report. *The Journal of heart and Lung Transplantation*, 804-815.
- Tuder, R., Marecki, J., Richter, A., Fijalkowska, I., & Flores, S. (2007). Pathology of Pulmonary Hypertension. *Johns Hopkins University School of Medicine*, 23-42.
- Tumminello, G., Guazzi, M., & Lancellotti, P. (2009). Exercise ventilation inefficiency in heart failure: pathophysiological and clinical significance. *European Heart Journal*, 673-678.
- Valencia, A., Jiménez, J., Días, L., & Mazadiego, M. (2012). Correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno durante la prueba de esfuerzo máxima en pacientes postinfartados. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 5-9.
- Van Dent Bemt, Lissette., (2009). The Risk for Depression Comorbidity in Patients with COPD. *The American College of Physicians, Chest-* volumen 135, Issue 1 (January), Copyright 2009.

- Villarino, C. (2007). NUEVAS TECNOLOGÍAS EN MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN. *Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación y medicina física*, 1-32.
- Vinaccia Stefano, Quiana Japey y Zapata Carla. (2006). Calidad de vida relacionada con la salud y emociones negativas en pacientes con diagnóstico con EPOC. *Psicología desde el Caribe*, Universidad de San Buenaventura, Barranquilla, Julio.
- West, J. (2000). *Fisiología Respiratoria*. (ed. 7°), Editorial Médica Panamericana. Barcelona, España.
- Wilmore y Costill (2004). *Fisiología del Deporte y del Esfuerzo*. 5^{ta} Edición. Editorial. Paidotribo. Barcelona, España.
- Zagolin, M., Wainstein, E., & Uriarte, P. (2006). Caracterización clínica, funcional y hemodinámica de la población con hipertensión. *Revista Médica de Chile*, 589-595

A n e x o s

Anexo 1
Escala de Salud General

Escala de Salud General. GHQ

Instrucciones: Lea cuidadosamente estas preguntas. Nos gustaría saber si usted ha tenido algunas molestias o trastornos y cómo ha estado de salud en las últimas semanas. Conteste a todas las preguntas. Marque con una cruz la respuesta que usted escoja. Queremos saber los problemas recientes y actuales, no los del pasado.

1) Ha podido concentrarse bien en lo que hace?

Mejor que lo habitual____ Igual que lo habitual____ Menos que lo habitual____
Mucho menos que lo habitual ____

2) Sus preocupaciones le han hecho perder mucho sueño?

No, en absoluto____ No más que lo habitual____ Bastante más que lo habitual____
Mucho más____

3) Ha sentido que está jugando un papel útil en la vida?

Más que lo habitual____ Igual que lo habitual____ Menos útil que lo habitual____
Mucho menos____

4) Se ha sentido capaz de tomar decisiones?

Más capaz que lo habitual____ Igual que lo habitual____ Menos capaz que lo habitual____
Mucho menos____

5) Se ha sentido constantemente agobiado y en tensión?

No, en absoluto____ No más que lo habitual____ Bastante más que lo habitual____ Mucho más____

6) Ha sentido que no puede superar sus dificultades?

No, en absoluto____ No más que lo habitual____ Bastante más que lo habitual____ Mucho más____

7) Ha sido capaz de disfrutar sus actividades normales de cada día?

Más que lo habitual____ Igual que lo habitual____ Menos que lo habitual____ Mucho menos____

8) Ha sido capaz de hacer frente a sus problemas?

Más capaz que lo habitual____ Igual que lo habitual____ Menos capaz que lo habitual____ Mucho menos____

9) Se ha sentido poco feliz y deprimido?

No, en absoluto____ No más que lo habitual____ Bastante más que lo habitual____ Mucho más____

10) Ha perdido confianza en sí mismo?

No, en absoluto____ No más que lo habitual____ Bastante más que lo habitual____ Mucho más____

11) Ha pensado que usted es una persona que no vale para nada?

No, en absoluto____ No más que lo habitual____ Bastante más que lo habitual____ Mucho más____

12) Se siente razonablemente feliz considerando todas las circunstancias?

Más feliz que lo habitual____ Aproximadamente lo mismo que lo habitual____ Menos feliz que lo habitual____ Mucho menos que lo habitual____

Anexo 2
Escala de disnea de Borg

Tabla 2. Escala de Disnea de Borg

	0	Sin disnea
	0,5	Muy, muy leve. Apenas se nota
	1	Muy leve
	2	Leve
	3	Moderada
	4	Algo severa
	5	Severa
	6	
	7	Muy severa
	8	
	9	
	10	Muy, muy severa (casi máximo)
	•	Máxima

Anexo 3
Fórmula para determinar consumo de oxígeno

$$\text{VO2 max} = (0.02 \times \text{mts recorridos}) - (0.191 \times \text{edad}) - (0.07 \times \text{peso}) + (0.09 \times \text{talla}) + (0.26 \times \text{doble producto} \times 0.001) + 2.45$$

Anexo 4
PROTOCOLO DE HTP

PROTOCOLO DE REHABILITACIÓN EN HIPERTENSIÓN PULMONAR HOSPITAL DR. RAFAEL ÁNGEL CALDERÓN GUARDIA

Justificación

La población del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia durante los últimos años ha crecido mucho, son cada vez más los pacientes referidos con Hipertensión Pulmonar de distintos servicios para su estudio y tratamiento, aunque se desconozca el número exacto de pacientes en este momento.

Muchos de los pacientes no han sido diagnosticados y tratados de manera uniforme porque no existe un servicio donde los pacientes se estudien y traten bajo un protocolo basado en la evidencia.

La necesidad de un servicio de Hipertensión Pulmonar (HTP) es importante, porque se puede tener un tiempo específico para estos pacientes y se podrán realizar sesiones multidisciplinarias en las cuales se discutirán los casos, toma de decisiones y tratamiento, además evaluar si ameritan procedimientos quirúrgicos o trasplantes.

En este momento el servicio de Neumología se ha dispuesto citar a estos pacientes los días lunes y miércoles de cada semana, para llevar a cabo un plan piloto de ejercicio físico supervisado en esta población, con el cual, podamos mejorar la condición de salud y calidad de vida en estos usuarios.

Definición

La hipertensión pulmonar es un aumento de la presión en las arterias de los pulmones. Es un cuadro serio para el cual existen tratamientos, pero no una cura. En esta enfermedad, los vasos sanguíneos que transportan la sangre con poco oxígeno desde el corazón hasta los pulmones, se endurecen y se estrechan. El corazón debe hacer un mayor esfuerzo para bombear sangre. Con el transcurso del tiempo, el corazón se debilita, no puede cumplir su función y puede desarrollarse una insuficiencia cardiaca.

Existen dos tipos principales de hipertensión pulmonar. Uno es hereditario o aparece sin una razón conocida. El otro, se relaciona con otro cuadro, generalmente una enfermedad del corazón o pulmón.

El tratamiento de la (HTP) incluye tratar la enfermedad cardíaca o pulmonar, medicinas, oxígeno y, algunas veces, un trasplante pulmonar.

La (HTP) es una enfermedad infrecuente, grave, devastadora y potencialmente letal. Se ha estimado una incidencia anual, en la población general, de 1 a 2 casos por millón de habitantes. Afecta principalmente a mujeres jóvenes que consultan ante síntomas inespecíficos, tales como disnea, fatiga o dolor torácico, que presentan 18 a 24 meses previo al diagnóstico. El curso es progresivo y la sobrevida limitada. Se ha comunicado una sobrevida promedio de 2,8 años, aunque fluctúa entre 6 y 58 meses según el nivel de gravedad y progresión de la enfermedad.

Recientemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) reclasificó la HTP considerando las siguientes categorías: idiopática (antes denominada primaria), asociada a Enfermedades del Tejido Conectivo (ETC), al uso de anorexígenos, HIV, shuntintracardíacos, porto-pulmonar y, además, agregó algunas entidades infrecuentes tales como: enfermedad veno-oclusiva y angiomatosis capilar pulmonar. Se consideran factores de riesgo definitivos para el desarrollo de HTP el uso o antecedente de consumo de anorexígenos tales como aminorex o fenfluramina, y el ser de sexo femenino; muy probables, el uso de anfetaminas, L-triptofano y el embarazo e improbables, el uso de anticonceptivos, estrógenos, tabaquismo y obesidad.

La ecocardiografía es considerada el mejor método de búsqueda y detección de pacientes con HTP siendo el examen que motiva la evaluación de estos pacientes en un centro especializado. El diagnóstico de certeza de HTPA exige efectuar un cateterismo derecho para la medición directa de presiones y gasto cardíaco. Este examen, además, permite realizar la prueba de reactividad vascular, utilizando adenosina, óxido nítrico o prostaciclina, con el propósito de reconocer a los pacientes con posibilidad de respuesta a terapia con bloqueadores del calcio.

La evaluación clínica de estos pacientes incorpora la categorización de ellos según el nivel de clase funcional, ya sea por una variante de la NYHA propuesta por la OMS (de I a IV), que agrega a la disnea la presencia de fatiga, síncope o dolor torácico.

Desde el punto de vista funcional, sin lugar a dudas, el test de caminata de 6 min es el más recomendado: de fácil realización, bajo costo y excelente correlación con sobrevida, progresión de la enfermedad y respuesta a la terapia.

Son considerados criterios de mal pronóstico vital la presencia de síncope, una capacidad funcional III o IV según la OMS, un test de caminata inferior a 332 m8, una presión de aurícula derecha (PAD) superior a 10 mmHg, una presión de arteria pulmonar media (PAPM) superior a 55 mmHg, un índice cardíaco (IC) inferior a 2,1 y una saturación de arteria pulmonar inferior a 63%.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar el efecto que tiene la rehabilitación integral en los pacientes con Hipertensión Pulmonar, logrando una mayor tolerancia al ejercicio y obteniendo mejoría en la calidad de vida.

Específicos

- Mejorar la capacidad funcional cardiorrespiratoria del paciente con Hipertensión Pulmonar mediante el ejercicio físico.
- Procurar mejorar los hábitos alimentación del paciente, estableciendo programas de educación nutricional.
- Promover estilos de vida saludables, por medio del ejercicio físico.
- Reducir el desacondicionamiento físico, especialmente en lo relacionado a la disnea.
- Integrar a los pacientes a sus actividades de la vida diaria y laboral de forma placentera y productiva.

- Integrar a los familiares de los pacientes para tener un abordaje desde una perspectiva biopsicosocial.

- Realizar trabajos de investigación para ampliar la información que nos permita brindar mejor atención a los pacientes.

EVALUACIÓN DEL PACIENTE

- a. Toma de signos vitales
 - Presión arterial
 - Saturación de oxígeno
 - Frecuencia cardiaca
- b. Evaluación con el protocolo de flexibilidad
- c. Evaluación de la fuerza mediante un 8 RM
- d. Evaluación de la resistencia y tolerancia al ejercicio mediante la caminata de 6 minutos.
- e. La escala de Borg
- f. Evaluación funcional del sistema osteoarticular con el fin de detectar alguna anomalía o circunstancia que obligue a adaptar el programa con ejercicios especiales
- g. Valoración Biomecánica
- h. Evaluación de medidas antropométricas
 - Talla
 - Peso
- i. Se aplicara un test para la valoración de salud mental GHQ (12 ítems)

METODOLOGIA DE INGRESO

- a. Explicar el programa
- b. Entregar y firmar consentimiento informado
- c. Llenar boleta de aspectos generales

INSTALACIONES

Las actividades se realizaran en el gimnasio del Hospital Dr. Rafael Ángel Calderón Guardia, las sesiones serán 3 días por semana durante 1 hora, incluyendo tanto los ejercicios como la parte de educación.

EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO

Neumólogo

Especialista en Movimiento Humano

Promotor de la salud

Psicólogo

Nutricionista

Equipo Material

Bandas sin fin

Bicicletas

Elípticas

Banca de press

Mancuernillas

Grabadora

Colchonetas

Equipo para toma de signos vitales

Equipo de oxigenoterapia

Equipo de intubación

CRITERIOS DE INCLUSIÓN AL PROGRAMA

- Las personas tienen que ser referidas del servicio de neumología por la Dra. Marlene Jiménez Carro con diagnóstico de HTP
- Ecocardiograma.
- Insuficiencia respiratoria grado II, III.
- Tener disposición de cooperación.
- Entender indicaciones.
- Manejo médico óptimo
- Edad entre 19 y 60 años
- Sexo masculino y femenino
- Marcha independiente
- Oximetría de pulso mayor a 89% (reposo)
- Radiografía de tórax
- Pruebas de función pulmonar

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN DEL PROGRAMA

1. Discapacidad física o mental severa que le impida seguir el protocolo de los ejercicios
2. El paciente debe ser valorado por el equipo médico previamente para considerar la exclusión en cada caso específico
3. Pacientes sin tratamiento.
4. Sujetos pocos colaboradores.
5. Oximetría de pulso menor 80% en reposo
6. Pacientes con insuficiencia cardíaca no tratada cuyo Vo₂ menor de 20. (Anexo

RECOMENDACIONES GENERALES PARA ASISTIR AL GIMNASIO

- Desayunar 40 min. antes de asistir a realizar el ejercicio.
- Traer ropa cómoda que le facilite la realización de cualquier ejercicio.
- Tener continuidad en el programa.
- Traer una botella con agua
- Traer una toalla (pañó) pequeña

Anexo 5
Consentimiento informado
Programa Rehabilitación Pulmonar

**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
(Programa de Rehabilitación pulmonar)**

a. I. INFORMACIÓN GENERAL

1. ¿Qué es?

Es un programa multidisciplinario, cuyo componente principal son ejercicios supervisados. Es una terapia para pacientes con enfermedades del pulmón o con factores de alto riesgo. Este programa NO sustituye su control médico usual, el cual debe seguir en su hospital de referencia. El paciente debe venir con una epicrisis y referencia detallada y exámenes de laboratorio recientes hechos en su hospital de adscripción.

2. ¿Para qué sirve?

Permite mejorar la capacidad de ejercicio del paciente, lo cual le prolongará la sobrevivencia, además va a mejorar su calidad de vida para reincorporarse a sus actividades habituales. Esto se logra a través de adaptaciones paulatinas del pulmón y del organismo al ser sometido a un ejercicio continuado y programado, además contar con apoyo psicológico, nutricional y medicamentoso. Además debe cambiar estilos de vida poco saludables como el fumado.

3. ¿Cómo se realiza?

Se realiza en forma mixta, es decir, se inicia con una valoración por el médico que refiere, luego se realiza una valoración de un especialista en movimiento humano, con el fin de prescribir ejercicio adecuadamente y de acuerdo a sus necesidades. Se citará para la valoración previa y luego se continuara en un proceso de adaptación de tres meses, con citas todos los miércoles en el gimnasio del

hospital, donde realizará una sesión de ejercicio bajo control, y concluido este tiempo se continuará con citas bimensuales.

4. ¿Qué riesgos tiene?

Pueden existir síntomas (cansancio muscular, mareos, dolor de pecho, dolor en las piernas, palpitaciones, sensación de ahogo) o signos (hipertensión arterial, taquicardia, taquipnea) que se aliviarán o desaparecerán al cesar la actividad física. En ciertos casos de enfermedad pulmonar severa pudieran presentarse trastornos del ritmo cardíaco graves, desmayos y muy ocasionalmente infarto de miocardio o insuficiencia cardíaca; el riesgo de muerte es excepcional. Otros riesgos o complicaciones que podrían aparecer, dada su situación clínica y sus circunstancias personales, son.....

.....
.....

En su actual estado clínico, los beneficios derivados de la realización de este programa superan los posibles riesgos. Por este motivo le ha sido indicado por su neumólogo tratante. Si aparecieran complicaciones, el personal médico y de enfermería que le atiende está capacitado y dispone de los medios para tratar de resolverlas.

5. ¿Hay otras alternativas?

Este tratamiento le ha sido indicado por su neumólogo tratante luego de considerar otras alternativas terapéuticas, y ha considerado que es la mejor opción en su caso.

Antes de firmar este formulario, no dude en pedir cualquier aclaración adicional que desee.

b. II. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PACIENTE

Nombre:.....

Edad:.....

Nº Identificación:.....Fecha:

c. III. DECLARACIONES Y FIRMAS

i. PACIENTE

El licenciado. me ha explicado de forma satisfactoria qué es, cómo se realiza y para qué sirve el **programa de rehabilitación pulmonar**. También me ha explicado los riesgos existentes, las posibles molestias o complicaciones, y que es el procedimiento más adecuado para mi situación clínica actual.

He comprendido perfectamente todo lo anterior y doy mi consentimiento para que me incorporen al programa de rehabilitación pulmonar, aceptando y asumiendo los riesgos y complicaciones que puedan ocurrir, liberando al personal médico y a la institución de toda responsabilidad. Además acepto las condiciones que establece el programa.

.....

(Firma, Nombre completo y número de cédula)

ii. REPRESENTANTE LEGAL*

El Terapeuta Lic. me ha explicado de forma satisfactoria qué es, cómo se realiza y para qué sirve el **programa de rehabilitación pulmonar**. También me ha explicado los riesgos existentes, las posibles molestias o complicaciones, y que es el procedimiento más adecuado para su situación clínica actual.

He comprendido perfectamente todo lo anterior y doy mi consentimiento para que lo incorporen al programa de rehabilitación pulmonar, aceptando y asumiendo los riesgos y complicaciones que puedan ocurrir, liberando al personal médico y a la institución de toda responsabilidad. Además acepto las condiciones que establece el programa.

.....
(Firma, Nombre completo y número de cédula)

*Orden de prelación: cónyuge, hijos, padres, hermanos, otros.

iii. MÉDICO

Dr.....

He informado a este paciente, y/o a su representante legal, del propósito y naturaleza del **programa de rehabilitación pulmonar**, así como de sus riesgos y complicaciones potenciales, y el paciente acepta y asume la responsabilidad de estos riesgos y complicaciones, liberando al personal médico y a la institución de toda responsabilidad. Además acepta las condiciones que establece el programa.

.....
(Firma y código del médico responsable)

d. IV. NOTA

Si usted no acepta este consentimiento, hágalo constar:

.....
(Firma, Nombre completo y número de cédula)

.....
(Firma, Nombre completo y número de cédula de los testigos)

Anexo 6
Programa de ejercicios de contrarresistencia

Programa contrarresistencia

Para el primer mes se establecerá de la siguiente manera:

- Calentamiento: 10 minutos
- Estiramiento general: (pausa activa)
- Semana: 1 y 2: 2 series de 8 a 10 repeticiones
3 y 4: 3 series de 10 a 12 repeticiones
- Estiramiento final: (recuperación e hidratación)
- Intensidad: semana
1 y 2: (40 - 50% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido
3 y 4: (40 - 50% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido).

- Semana: 5 y 6: 2 series de 8 a 10 repeticiones
7 y 8: 3 series de 10 a 12 repeticiones
- Estiramiento final: (recuperación e hidratación)
- Intensidad: semana
5 y 6: (50 - 60% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido
7 y 8: (50 - 60% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido).

- Semana: 9 y 10: 2 series de 8 a 10 repeticiones
11 y 12: 3 series de 10 a 12 repeticiones
- Estiramiento final: (recuperación e hidratación)
- Intensidad: semana

9 y 10: (60 - 70% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido

11 y 12: (60 - 70% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido).

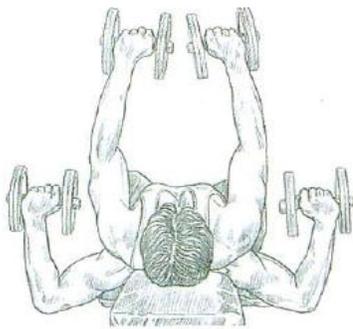
- Frecuencia: 3 días a la semana de manera continua

- Ejercicios:
 1. Press de banco plano con mancuernas
 2. Remo vertical
 3. Extensión de piernas
 4. Curl de piernas acostado
 5. Curl de bíceps con mancuernas de pie
 6. Press francés en banco plano con mancuernas
 7. Elevaciones laterales de los brazos con mancuernas

Programa de Ejercicio Contra Resistencia

1. Press de banco plano con mancuernas

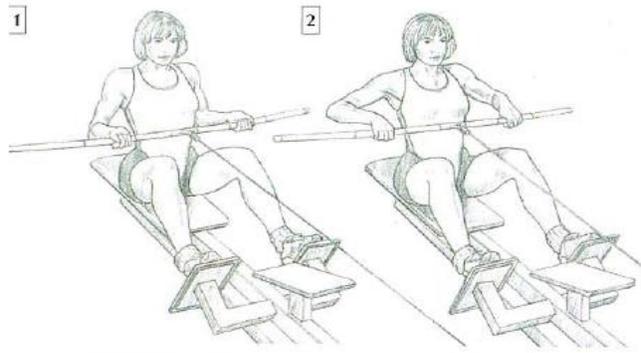
Colocado cómodamente sobre un banco o superficie plana, con los pies en el suelo para asegurar estabilidad, los brazos extendidos verticalmente y cogiendo las mancuernas con las manos; inspirar y bajar las mancuernas flexionando los codos a la altura de los hombros, donde al llegar a esta posición nuevamente se deberá espirar y extender los brazos hasta adoptar la posición inicial.



EJECUCIÓN DEL EJERCICIO

2. Remo Vertical

Sentado de frente a los remos, pies anclados, torso flexionado; inspirar y llevar el mango hasta la base del esternón, enderezando la espalda y llevando los codos hacia atrás lo más lejos posible. Espirar y regresar lentamente a la posición inicial.



3. Extensión de piernas

Sentado sobre una silla con respaldar cómodo, apoyando los brazos a los lados de la misma y con los pies en contacto con el suelo, inspirar y efectuar una extensión de las piernas hasta quedar casi en una posición horizontal. Al adoptar dicha posición se espirará retomando a la vez la forma de inicio.



4. Curl de piernas acostado

Acostado boca abajo, con las manos a los lados de la banca. Inspirar y espirar mientras se flexionan las piernas hasta formar un ángulo de 90 grados, para volver luego a la posición de inicio.



5. Curl de bíceps con mancuernas, de pie

En posición de pie, con una mancuerna en cada mano, inspirar y flexionar ambos brazos, finalizar la flexión con una espiración y retomar la posición de inicio



6. Press francés en banco plano con mancuernas

Acostado boca arriba en una banca plana y con una mancuerna en cada mano. Inspirar y espirar mientras se extienden los antebrazos; luego regresar a la posición inicial.



7. Elevaciones laterales de los brazos con mancuernas

De pie o sentado con la espalda recta, los brazos paralelos al cuerpo con una mancuerna en cada mano. Inspirar y espirar mientras se elevan los brazos hasta la altura de los hombros con los codos ligeramente flexionados; al terminar regresar a la posición de inicio.



Anexo 7
Programa de ejercicios Aeróbico

Programa Aeróbico

Para el primer mes se establecerá de la siguiente manera:

- Calentamiento: 10 minutos
- Estiramiento general: (pausa activa)
- Semana: 1 y 2: 10 minutos en elíptica
10 minutos en bicicleta
10 minutos en banda sin fin
3 y 4: 10 minutos en elíptica
10 minutos en bicicleta
10 minutos en banda sin fin
- Estiramiento final: (recuperación e hidratación)
- Intensidad: semana
1 y 2: (40 - 50% según la escala de esfuerzo percibido).
3 y 4: (50 - 60% según la escala de esfuerzo percibido).
- Semana: 5 y 6: 12 minutos en elíptica
12 minutos en bicicleta
12 minutos en banda sin fin
7 y 8: 12 minutos en elíptica
12 minutos en bicicleta
12 minutos en banda sin fin
- Estiramiento final: (recuperación e hidratación)
- Intensidad: semana

5 y 6: (50 - 60% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido)

7 y 8: (50 - 60% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido).

- Semana: 9 y 10: 12 minutos en elíptica
12 minutos en bicicleta
12 minutos en banda sin fin
11 y 12: 12 minutos en elíptica
12 minutos en bicicleta
12 minutos en banda sin fin
- Estiramiento final: (recuperación e hidratación)
- Intensidad: semana
9 y 10: (60 - 70% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido)
11 y 12: (60 - 70% de una prueba de tanteo y según la escala de esfuerzo percibido).
- Frecuencia: 3 días a la semana de manera continua

**Programa de Rehabilitación Cardiopulmonar
Hospital Calderón Guardia**

Nombre _____

N° de identificación _____

Edad _____ peso _____ estatura _____

FCmax _____ fecha de cambio _____

Semanas de trabajo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Intensidad												
Duración												
Frecuencia												
Modalidad												
Sesión	1		2		3		4		5		6	
	FC	Sat										
Pre												
Post												
Sesión	7		8		9		10		11		12	
	FC	Sat										
Pre												
Post												

Observaciones: