



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**HOSPITAL REGIONAL 1° DE OCTUBRE, ISSSTE**

**MEJORÍA EN PARÁMETROS CARDIOPULMONARES Y PERCEPCIÓN DE  
FATIGA EN PACIENTE OBESO POSTERIOR A PROGRAMA DE EJERCICIO  
DE RESISTENCIA**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA DE REHABILITACIÓN

PRESENTA:

**DRA. KARIME RAMÍREZ TAPIA**

ASESORES:

DR. ÁNGEL OSCAR SÁNCHEZ ORTIZ

DRA. LILIANA CORIA SERRANÍA

DR. GUSTAVO ADOLFO RAMÍREZ LEYVA

CIUDAD DE MÉXICO

SEPTIEMBRE 2024



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**GOBIERNO DE  
MÉXICO**



**NUEVO  
ISSSTE**  
INSTITUTO DE SEGURIDAD  
Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO

**HOSPITAL REGIONAL "1° DE OCTUBRE"  
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN  
OFICIO No. 090201/4.23/045/2024**

Ciudad de México, a 15 de marzo de 2024

**Asunto: Carta aprobación Comité de Ética en Investigación**

No. Registro CONBIOÉTICA-09-CEI-012-20170421

**DR. ÁNGEL OSCAR SÁNCHEZ ORTIZ  
INVESTIGADOR RESPONSABLE  
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
PRESENTE**

En seguimiento a la revisión de protocolo titulado **"MEJORÍA EN PARÁMETROS CARDIOPULMONARES Y PERCEPCIÓN DE FATIGA EN PACIENTE OBESO POSTERIOR A PROGRAMA DE EJERCICIO DE RESISTENCIA."** con número de registro interno **114.049.2023** y en cumplimiento a la normatividad Institucional Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y el Decreto de la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, me permito informarle que el dictamen por el Comité de Ética en Investigación fue el siguiente:

**APROBADO**

Y emite las siguientes recomendaciones:

Se le informa que deberá entregar informes semestrales o cuando así se requiera de los avances de dicho estudio, en formato institucional de Seguimiento de Protocolo.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**DR. IRAM GAMALIEL JAIME GAMIZ  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**

C.c.p. minuta  
IGJC/ebm\*



**GOBIERNO DE  
MÉXICO**



**NUEVO  
ISSSTE**  
INSTITUTO DE SEGURIDAD  
Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO

**HOSPITAL REGIONAL "1º DE OCTUBRE"  
COMITÉ DE INVESTIGACIÓN  
OFICIO No. 090201/4.22/040/2024**

Ciudad de México, a 15 de marzo de 2024

**Asunto: Carta aprobación Comité de Investigación**

No. Registro COFEPRIS 17 CI 09 005 135

**DR. ÁNGEL OSCAR SÁNCHEZ ORTIZ  
INVESTIGADOR RESPONSABLE  
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
PRESENTE**

En atención a la solicitud de revisión del protocolo titulado: **"MEJORÍA EN PARÁMETROS CARDIOPULMONARES Y PERCEPCIÓN DE FATIGA EN PACIENTE OBESO POSTERIOR A PROGRAMA DE EJERCICIO DE RESISTENCIA."** con número de registro interno **114.049.2023** me permito informarle que el dictamen por el Comité de Investigación fue el siguiente:

**APROBADO**

Así mismo, se le informa que deberá entregar informes semestrales o cuando así se requiera de los avances de dicho estudio, en formato institucional de Seguimiento de Protocolo.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**

**DRA. NANCY HERNÁNDEZ FLORES  
PRESIDENTA DEL COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**

C. c. p. minuta  
NHF/ebm\*

APROBACIÓN DE TESIS

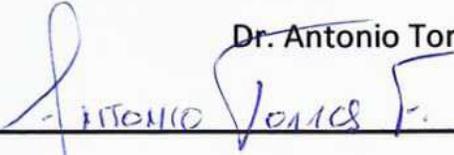
INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL  
ESTADO

HOSPITAL REGIONAL "1° DE OCTUBRE"

MEDICINA DE REHABILITACIÓN

" MEJORÍA EN PARÁMETROS CARDIOPULMONARES Y PERCEPCIÓN DE FATIGA EN  
PACIENTE OBESO POSTERIOR A PROGRAMA DE EJERCICIO DE RESISTENCIA "

RPI: 445.2024

  
Dr. Antonio Torres Fonseca

---

Encargado de la Coordinación de Enseñanza e Investigación

  
Dr. Ángel Oscar Sánchez Ortiz

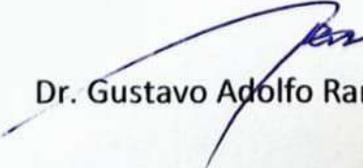
---

Jefe del servicio de Medicina Física y Rehabilitación

  
Dra. Liliana Coria Serranía

---

Médico adscrito del servicio de Medicina Física y Rehabilitación

  
Dr. Gustavo Adolfo Ramírez Leyva

---

Médico adscrito del servicio de Medicina Física y Rehabilitación

*Dedico este trabajo de tesis a mis padres. Sé que sin el apoyo de ambos no habría llegado al lugar en donde estoy, y agradezco a su esfuerzo el resultado de mis logros.*

## Agradecimientos

Es tanta la gente a la que tengo que dar gracias pese a ser un trabajo chiquito, que espero que basten unas pocas palabras para transmitírselos.

Nuevamente y en primer lugar, a mis padres. Mi mamá Karina y mi papá Felipe. Sin ellos no habría logrado recorrer todo este camino, y aunque sé que apenas comienzo, no habría podido llegar a donde estoy sin el apoyo de ambos.

A mi compañero incondicional de este viaje que ha sido la residencia. Carlos, pese a que no conocías este mundo de la medicina, te has mostrado incondicional con tu apoyo, y sé que si no te hubiera cruzado la vida conmigo, estar aquí hubiera sido más difícil de lo que fue. Confío en que nos queden muchos pasos que dar, uno al lado del otro.

A mis hermanas de la vida, Denise y Rocío. Cada una carga la mitad de mi corazón, y su amistad ha sido fundamental para recordarme fuerte y querida durante estos 4 años. Fue una prueba más para nuestra amistad que hemos logrado superar.

A mis asesores, que han sido tanto maestros como guías en esta etapa:

- Al doctor Sánchez, por ser un ejemplo de lo grande que la Rehabilitación puede llegar a ser y lo mucho a lo que quiero aspirar lograr
- Al doctor Ramírez, por hacerme sentir que puedo tener un amigo y un tutor en la misma persona, siempre siendo paciente y tendiéndome una mano
- A la doctora Coria, por su apoyo constante en cada paso que se dio durante el trabajo, y su pequeña Alice, que me hizo cumplir dentro de tiempo con las entregas

A mis “consejeros” de tesis, que, con uno o dos consejos, me han ayudado a encaminar esta especialidad, no solo para el presente trabajo, sino en múltiples ocasiones. Aída, Lina, Rubén, muchas gracias a los tres.

Y finalmente a todos mis compañeros de la residencia que, en algún momento, se ofrecieron a prestarme su ayuda, desde la realización de una prueba, la captación de pacientes o el apoyo durante una guardia. A todos ustedes les deseo el mejor de los éxitos.

## ÍNDICE

I. Resumen	1
II. Abstract	2
III. Introducción	3
IV. Antecedentes	3
V. Planteamiento del problema	10
VI. Justificación	10
VII. Hipótesis	11
VIII. Objetivos	11
IX. Material y métodos	11
X. Resultados	16
XI. Discusión	18
XII. Conclusiones	21
XIII. Bibliografía	22
XIV. Anexos	24

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

- IMC: índice de masa corporal
- FCR: fitness cardiorrespiratorio
- MET: unidad metabólica en reposo

## RESUMEN

**Introducción.** La obesidad es un problema de salud que afecta a más de 650 millones de adultos, con un aproximado de 11% en hombres y 15% en mujeres, lo cual repercute de forma directa en la aparición de enfermedades cardiovasculares, metabólicas, trastornos del aparato locomotor y en un deterioro de su calidad vida (OMS 2022).

Se ha demostrado que el ejercicio es una herramienta eficaz para revertir las alteraciones metabólicas causadas por la lipotoxicidad; sin embargo, no todas las modalidades de ejercicio físico son adecuadamente toleradas por los pacientes que padecen obesidad.

**Objetivo.** Evaluar la mejoría en los parámetros cardiopulmonares que tiene un programa de ejercicio físico de resistencia estructurado e individualizado en pacientes con obesidad con la prueba de ejercicio submáximo, posterior a las 4 semanas de entrenamiento.

**Método.** Estudio piloto: analítico, longitudinal, prospectivo y de intervención en 30 pacientes (hombres y mujeres) con obesidad. Programa estructurado de ejercicio físico de resistencia durante 1 mes (12 sesiones). Se valorará antes y después de la intervención el fitness cardiopulmonar y percepción de fatiga a través de una prueba submáxima de ejercicio.

**Resultados.** Se espera que la mejoría tras el programa sea de al menos la ganancia de 1 MET en la prueba de esfuerzo en cicloergómetro.

**Conclusiones.** Un programa individualizado de ejercicio de resistencia en pacientes con obesidad mejora el fitness cardiopulmonar y disminuye la percepción de fatiga con actividad.

**Palabras claves:** obesidad, fitness cardiorrespiratorio, METs, VO<sub>2</sub>max, potencia

## **ABSTRACT**

Obesity is a health problem that affects more than 650 million adults, with approximately 11% in men and 15% in women, which has a direct impact on the appearance of cardiovascular and metabolic diseases, and musculoskeletal disorders. and in a deterioration in their quality of life (WHO 2022).

Exercise has been shown to be an effective tool to reverse metabolic alterations caused by lipotoxicity; However, not all physical exercise modalities are adequately tolerated by patients suffering from obesity.

### **Objectives:**

To evaluate the improvement in cardiopulmonary parameters that a structured and individualized resistance physical exercise program has in patients with obesity with the submaximal exercise test, after 4 weeks of training.

### **Materials and methods:**

A pilot study: analytical, longitudinal, prospective and intervention study in 30 patients (men and women) with obesity. Structured resistance physical exercise program for 1 month (12 sessions). Cardiopulmonary fitness and perception of fatigue will be assessed before and after the intervention through a submaximal exercise test.

### **Results**

It is expected that the improvement after the program will be at least a gain of 1 MET in the cycle ergometer stress test.

### **Conclusions**

An individualized resistance exercise program in patients with obesity improves cardiopulmonary fitness and decreases the perception of fatigue with activity.

**Keywords:** obesity, cardiorespiratory fitness, METs, VO<sub>2</sub>max, power

## **INTRODUCCIÓN**

Estadísticas recientes indican que el sobrepeso y la obesidad continúan su implacable aumento global, con un número de personas con exceso de peso corporal que llega a más de 2 mil millones, que representan alrededor del 30 % de la población mundial. El Global Burden of Disease Group informó en 2017 que “desde 1980, la prevalencia de la obesidad se ha duplicado en más de 70 países y ha aumentado continuamente en la mayoría de los demás países”. En niños, UNICEF en 2017 concluyó que “no ha habido avances para frenar la tasa de sobrepeso en más de 15 años”. (Caballero, 2019).

El aumento observado de la obesidad en las últimas décadas es preocupante debido al aumento de enfermedad metabólica y cardiovascular, riesgo asociado con el aumento de la adiposidad, resultando en costos de atención médica inaceptablemente altos y reducción de la calidad de vida. (Carbone & Ozemel, 2019).

Hay una serie de iniciativas en todo el mundo que muestran que todavía hay muchas oportunidades para implementar programas de prevención y atención de la obesidad. (Caballero, 2019)

Medidas farmacológicas, no farmacológicas e intervenciones quirúrgicas son consideradas como preventivas para prevenir el desarrollo de enfermedades metabólicas en personas con sobrepeso u obesidad, destacando la importancia de intervenciones oportunas en esta población. (Carbone & Ozemel, 2019)

La actividad física es uno de los métodos más eficaces para mejorar la salud, composición corporal y función física, y su práctica es apta para todas las poblaciones. Sus beneficios son conocidos para las personas sedentarias que, al iniciarse en ella, mejoran su condición física mediante la reducción de los factores de riesgo. (Matias & Toselli, 2022)

## **ANTECEDENTES**

**Obesidad:** De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-1, la obesidad es una enfermedad crónica que año tras año ha ido incrementando en prevalencia, a tal punto que se considera una epidemia global. (s/a, 2022). Se define como un estado anormal de salud caracterizado por exceso de grasa corporal, principalmente debido al desbalance entre la ingesta calórica y el gasto energético. (Herrera-Santelice & Tabach-Apraiz, 2021)

De acuerdo a la OMS, se define el sobrepeso como un IMC (índice de masa corporal)  $>25\text{kg}/\text{m}^2$ , y obesidad  $>30\text{kg}/\text{m}^2$ , y describe estas dos condiciones como acumulación de grasa anormal o excesiva asociada a incremento en el riesgo a la salud. (OMS 2019)

**Epidemiología:** A nivel mundial 13% de los adultos mayores de 18 años son obesos, lo cual corresponde a medio billón de individuos. (Rejane & Baglioni, 2016)

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018), en México del total de adultos de 20 años y más 39.1% tiene sobrepeso y 36.1% obesidad (75.2%), mientras que en el caso de los niños de 0 a 4 años 22.2% tiene riesgo de sobrepeso y los de 5 a 11 años 35.6% muestran esta condición. (Secretaría de Salud, 2012)

La NOM 174-SSA1-1998, para el manejo integral del paciente con obesidad, el tratamiento del paciente adulto obeso requiere un manejo integral con manejo a cargo del médico, apoyando medidas psicoconductuales y nutricionales para modificar conductas alimentarias nocivas a la salud; asimismo, instalar un programa de actividad física de acuerdo a la condición clínica de cada paciente. (Secretaría de Salud, 1998)

En 2019, la prevalencia de obesidad era discretamente menor en mujeres jóvenes que en hombres, de edades entre 20 y 44 años, mientras que esta tendencia se invertía entre los grupos mayores de 45 años, probablemente debido a la menopausia en las mujeres. La prevalencia de obesidad es en general mayor en mujeres que en hombres de cualquier edad, y alcanza su pico máximo entre los 50 y 65 años, con un discreto descenso posterior a esa edad. (s/a, 2022)

Nuestro país tiene una de las tasas más altas de obesidad: casi uno de cada tres adultos es obeso. Como consecuencia, los mexicanos viven en promedio 4.2 años menos debido al sobrepeso, la mayor reducción en la esperanza de vida de todos los países analizados. Las repercusiones sobre la economía son destacables: el sobrepeso representa el 8,9% del gasto en salud, y reduce la producción del mercado de trabajo en una cuantía equivalente a 2.4 millones de trabajadores a tiempo completo por año. La OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) detalló que en 2019 el impacto económico de la obesidad y el sobrepeso en México representó un gasto aproximado de 26,000 millones de dólares. Todo ello se traduce en que el sobrepeso reduce el PIB de México en un 5,3 %; el mayor impacto registrado entre los países analizados. (OECD Health Policy Studies, 2019)

### **INDICADORES ANTROPOMÉTRICOS DE OBESIDAD**

Existen varios índices para evaluar la adiposidad. La adiposidad total se mide con el IMC, que por su simplicidad se utiliza en estudios epidemiológicos y como prueba para la evaluación inicial de la obesidad. La grasa se puede medir con varios índices. (Segura-Fragoso & Rodríguez-Padial, 2019)

El IMC se usa para reflejar la obesidad general y pese a no ser la medición más exacta, está bien asociada al porcentaje de grasa corporal en la mayoría de los grupos. Se calcula al dividir el peso entre la talla en metros al cuadrado. Según este indicador, un IMC entre 25 kg/m<sup>2</sup> y 29,9 kg/m<sup>2</sup> significa sobrepeso, lo que incrementa el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas. (s/a, 2022) Un IMC mayor de 30 kg/m<sup>2</sup> incrementa la tasa de mortalidad provocada por enfermedades cardiovasculares entre 50 a 100% más que en un individuo con un IMC entre 20 y 25 kg/m<sup>2</sup>. (Oviedo & Morón de Salim, 2006)

### **LA OBESIDAD COMO DISCAPACIDAD**

Se ha demostrado que la obesidad es causa de limitaciones tanto físicas como emocionales y sociales. La obesidad es un factor de riesgo para el incremento de enfermedades crónicas el cual aumenta progresivamente a partir del aumento de peso, incluyendo padecimientos cardiovasculares, principalmente cardiopatías, hipertensión arterial sistémica y evento vascular cerebral, y enfermedades metabólicas como: resistencia a la insulina, diabetes mellitus tipo 2 y dislipidemia. De igual forma la obesidad es un predisponente para padecer trastornos del aparato locomotor, ya que existe un aumento en la carga articular lo que favorece a padecer osteoartritis. Se dice que por cada 5 kg de aumento de

peso aumenta el riesgo de osteoartritis de rodilla en un 35%; además, perjudica la calidad muscular y disminuye la habilidad física. (Petridou, A & Siopi, A, 2018)

Los pacientes obesos en su mayoría son sedentarios, lo que conlleva a una gran pérdida muscular por desuso y a una mayor ganancia de tejido graso (obesidad sarcopénica). Esto provoca un estado de intoxicación grasa e inadecuado metabolismo de los sustratos energéticos que es agravado de forma secundaria por la mala calidad muscular (sarcopenia) y su mal funcionamiento, siendo un predictor de discapacidad en las actividades de la vida diaria, así como en la marcha y el equilibrio. (Hsu & Liao, 2019)

Todas estas se consideran enfermedades causales de importantes deficiencias y discapacidad secundaria, y se sugiere que ante estos hallazgos y al existir diferencias fisiológicas y biomecánicas en estos pacientes, se tomen en cuenta dichos padecimientos a la hora de hacer recomendaciones de ejercicio. Este instrumento se ha mostrado sensible a los cambios en el estado de salud en varios grupos de pacientes, lo cual es de gran importancia si se pretende medir los resultados en calidad de vida en atención primaria a lo largo del tiempo. (Petridou, A & Siopi, A, 2018)

### **LA OBESIDAD Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE VIDA**

Tanto el desempeño físico como el funcionamiento psicosocial se ven afectados negativamente por el exceso de peso, con mayores deficiencias asociadas con mayores grados de obesidad. Después de la pérdida de peso la calidad de vida relacionada con la salud mejora significativamente, incluso cuando la pérdida de peso ha sido de pequeña a moderada. Los beneficios de pérdidas de peso dramáticas son especialmente grandes, y estos los beneficios continúan por varios años. (Kolotkin & Meter, 2001)

Estudios en pacientes con pérdidas dramáticas de peso reportan mejoría en el desempeño sexual, reflejado en mayor interés sexual, placer y frecuencia, así como aumento en actividades físicas y sociales. Así mismo, experimentan mejora en la confianza y autopercepción, con datos de mejoría en la imagen corporal. (Kolotkin & Meter, 2001)

Debido al hecho de que el mantenimiento de la pérdida de peso a largo plazo es difícil de alcanzar, la atención debe enfocarse a impulsar y mantener cambios positivos en el estilo de vida. Enfatizar los problemas de calidad de vida en el tratamiento de la obesidad puede ayudar a motivar a los pacientes a mantener la motivación a largo plazo. (Kolotkin & Meter, 2001)

No basta con que el paciente obeso baje de peso, mejore sus complicaciones o prolongue sus expectativas de vida, sino que además debe sentirlo así, como un beneficio que mejore tanto su salud física como emocional.

### **EJERCICIO Y OBESIDAD**

Cada vez más evidencia sugiere que las modificaciones del estilo de vida con la intervención del ejercicio son la estrategia no farmacológica predominante para atenuar la acumulación excesiva de grasa visceral y las complicaciones relacionadas en personas con obesidad (Zhang & Tong, 2020)

La adición de ejercicio a una dieta baja en calorías produce mayor pérdida de peso y grasa corporal que la dieta por sí sola, mientras que el entrenamiento de fortalecimiento ayuda a evitar la pérdida de masa

magra; el entrenamiento de resistencia causa disminución de la grasa visceral y hepática e incrementa la aptitud física cardiovascular. Además, es una herramienta potente para modificar el metabolismo del músculo esquelético favoreciendo a la movilización de sustratos energéticos como la glucosa y ácidos grasos libres, principalmente con el objetivo de mantener un balance. (Marc-Hernández & Ruiz-Tovar, 2019)

El ejercicio se define como un tipo de actividad física que consiste de movimiento corporal planeado, estructurado y repetitivo, ejecutado con el objetivo de mejorar y/o mantener uno o más componentes de la aptitud física que a su vez se define como la habilidad de desempeñar actividades diarias con vigor y atención, sin fatiga indebida, y con amplia energía para disfrutar de tiempo para realizar actividades de ocio y enfrentar emergencias inesperadas. (ACM guidelines for testing).

Además de placer, el ejercicio mantiene la agilidad corporal, ejerce una influencia psicológica y social profunda; su deficiencia predispone a la obesidad y afecciones metabólicas degenerativas. En síntesis, el ejercicio favorece la salud física y psíquica. (Fisiología ejercicio UNNE).

Los beneficios del ejercicio superan los riesgos en la mayoría de los adultos. Un programa de ejercicio idealmente debe ser diseñado para cumplir los objetivos individuales de salud y aptitud física dentro del contexto de estado de salud y función de cada paciente, así como su entorno físico y social. (ACM guidelines for testing)

Son muchos los pacientes obesos que rehúyen inicialmente de la realización del EF en lugares públicos como gimnasios por problemas de imagen. Por otra parte, el paciente obeso presenta numerosas limitaciones físicas que le impiden sumarse a programas convencionales de ejercicio. Es por ello que la monitorización personalizada ofrecería las ventajas de motivar y obligar al paciente, hacerle consciente de sus posibilidades, evitar lesiones y obviar el impacto del inicio del programa en un ambiente extraño. (Sánchez-Ortega & Sánchez-Juan, 2013).

## **PARÁMETROS CARDIORRESPIRATORIOS**

El fitness cardiorrespiratorio (FCR) se define como el componente del fitness fisiológico que se relaciona con la capacidad de los sistemas circulatorios y respiratorios para proveer de oxígeno a las mitocondrias del músculo esquelético para producir energía durante la actividad física. Refleja la capacidad integrada de transportar oxígeno desde la atmósfera a las mitocondrias para realizar trabajo físico. (Cristi-Montero & Ramírez-Campillo, 2016)

El FCR es un marcador fuerte e independiente del riesgo de mortalidad cardiovascular y por todas las causas. Un incremento de FCR en 1-MET se asocia con una mejoría considerable (10-25%) en la supervivencia. (Cristi-Montero & Ramírez-Campillo, 2016)

Un nivel de FCR <5 MET en adultos se asocia con un alto riesgo de mortalidad, mientras que niveles por arriba de los 8-10 MET se asocian con mayor supervivencia. (Cristi-Montero & Ramírez-Campillo, 2016)

## **PRESCRIPCIÓN DE EJERCICIO EN EL PACIENTE OBESO**

El ejercicio bien dosificado e individualizado puede tener un rol preventivo y terapéutico más efectivo que un fármaco en diversas patologías asociadas a la obesidad. La duración del ejercicio se prescribe como la cantidad de tiempo que se realizará la actividad física. En la mayoría de los adultos se recomienda acumular entre 30 y 60 minutos al día (con un promedio superior a los 150 minutos por semana) de actividad de intensidad moderada; sin embargo, menos de 20 minutos al día pueden ser benéficos, especialmente en pacientes previamente sedentarios. (ACM Guidelines for testing).

La ACSM (American College of Sport Medicine) recomienda un gasto calórico de 1500 a 1800 Kcal por semana mediante una actividad aeróbica moderada a intensa, con el fin de lograr un buen estado de salud y reducir los riesgos de mortalidad. (ACM Guidelines for testing)

La OMS recomienda 150 minutos semanales de moderada intensidad o 75 minutos de actividad física vigorosa. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. (OMS 2019).

La IASO (International Association for the Study of Obesity) ha recomendado de 60 a 90 minutos por día para conseguir un adecuado control de peso corporal. (Saris & Blair, 2003).

En el paciente obeso, sedentario y con complicaciones y/u otros factores asociados a la obesidad resulta difícil una adecuada adherencia al tratamiento, esto debido a que la intensidad y/o dosificación a la que se somete el paciente no es la adecuada; resultando en riesgo de lesiones osteomusculares, frustración por metas no obtenidas y abandono al tratamiento por la no individualización terapéutica. Existen diferentes pruebas validadas y fáciles de reproducir que nos ayudan a determinar la capacidad física y tolerancia al ejercicio de una persona.

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) corresponde a la máxima cantidad de oxígeno que el organismo es capaz de absorber, transportar y utilizar por unidad de tiempo. La medición directa del mismo representa el "estándar de oro" para la valoración de la capacidad funcional máxima de las personas y su asociación con la potencia aeróbica máxima (PAM), cuando se mide en el cicloergómetro o mediante velocidad aeróbica máxima (VAM) alcanzada en el treadmill, permite hacer prescripciones de ejercicio y posibilita el control de la sesión de entrenamiento al existir una relación lineal entre el comportamiento del consumo de oxígeno durante la prueba incremental y la frecuencia cardiaca (19). Sin embargo, se debe tener en consideración que el costo del equipamiento y los requerimientos técnicos de la operación, hacen que no sea una prueba de valoración habitual en población no deportista. Para estas situaciones, la valoración indirecta de la capacidad funcional a través de pruebas de valoración submáximas resulta más adecuada. (ACM Guidelines for testing)

## **PRUEBA DE ESFUERZO**

Comúnmente se utiliza el rango de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) como parámetro para determinar salud cardiorrespiratoria y aptitud física. Los criterios secundarios tradicionales para la determinación de un  $VO_{2max}$  'verdadero' incluyen valores de umbral para la tasa de intercambio respiratorio (RER), la frecuencia cardíaca máxima (FCmax) y la concentración de lactato en sangre después del ejercicio. La prueba de rampa (o una prueba de ejercicio gradual similar) se usa para

determinar un  $VO_2$  máx preliminar y una tasa de trabajo máxima mediante el uso de un aumento gradual en la tasa de trabajo diseñado para conducir al agotamiento en el tiempo recomendado de 8 a 12 min. (Mahoney & Baughman, 2021)

Tradicionalmente se aplica una tasa supramáxima de la tasa de trabajo máxima inicial, pero algunas pruebas sugieren que las tasas de trabajo máximas y submáximas también son capaces de provocar un "verdadero  $VO_2$  máx". (Mahoney & Baughman, 2021)

La prueba de estrés ergométrico está indicada para atletas, personas asintomáticas y pacientes con una amplia gama de enfermedades. Se puede utilizar para medir la capacidad y la reserva de rendimiento físico y para evaluar el pronóstico de pacientes con diversas enfermedades, así como para monitorear y guiar el entrenamiento físico y el entrenamiento. Igualmente es útil para evaluar el tratamiento, controlar las intervenciones y evaluar el pronóstico. (Löllgen & Leyk, 2018).

Los métodos estandarizados más utilizados para realizar una prueba de esfuerzo son en cicloergómetro (bicicleta) y banda sin fin (caminadora). La ergometría se utiliza principalmente para medir el estado físico y la resistencia, con el fin de controlar los efectos del entrenamiento físico. Los aumentos en rampa del rendimiento y los aumentos en pequeños pasos a intervalos breves tienen la ventaja de permitir un aumento relativamente rápido del rendimiento cardiocirculatorio. Los aumentos de rendimiento de 40 W o 1,5 km/h cada 3 a 5 minutos a menudo se utilizan para evaluar tanto el componente cardiocirculatorio como el metabólico del rendimiento. (Löllgen & Leyk, 2018).

El año 1973, el fisiólogo sueco Gunnar Borg, crea una escala para valorar percepciones respecto al esfuerzo físico, la que permitió determinar y planificar la intensidad del ejercicio a nivel psicofisiológico, sin depender exclusivamente de parámetros más complejos. (Benites, Julio. 2022).

Inicialmente se denominó Escala de Esfuerzo Percibido (RPE por sus siglas en inglés) con una escala progresiva de 6 a 20, construida para establecer una relación lineal con la intensidad de ejercicio y frecuencia cardíaca. Posteriormente en el año 1982, Borg desarrolla una escala de 0 a 10 (CR-10 Category Scale for the Rating of Perceived Exertion), siendo actualmente la más utilizada debido a su carácter más práctico. (ANEXO 1)

Diversos estudios científicos han demostrado en distintas poblaciones, una correlación significativa entre el esfuerzo percibido usando la Escala de Borg y parámetros tales como la frecuencia cardíaca y el lactato en sangre para determinar el umbral anaerobio (Scherr J, et al.); el consumo de oxígeno y el umbral de lactato para la aptitud aerobia (Abe et al.), con resultados que son independientes del sexo, la edad, la modalidad de ejercicio y el nivel de actividad física. (Löllgen & Leyk, 2018).

Los principales parámetros a medir y monitorear incluyen el rendimiento alcanzado (en vatios o km/h), la frecuencia cardíaca (FC), la presión arterial (PA), frecuencia respiratoria (RR), entre otros. La percepción subjetiva del esfuerzo se valora en la escala de Borg que va de 0 (muy, muy fácil) a 20 (esfuerzo máximo). Borg eligió este rango de valores para reflejar la frecuencia cardíaca de personas sanas que realizan trabajo físico: la puntuación de Borg multiplicada por 10 se puede utilizar para comparar la percepción subjetiva del esfuerzo con la frecuencia cardíaca durante el trabajo en cuestión.

Las diferencias sustanciales, si están presentes, pueden reflejar la sobreestimación o subestimación del sujeto de sus propias reservas. (Löllgen & Leyk, 2018).

La escala de Borg modificada relaciona el esfuerzo percibido al hacer un esfuerzo físico con un valor numérico que va desde el 0 (mínimo esfuerzo) hasta el 10 (esfuerzo extremo). No requiere instrumentos de medición, dado que es una escala subjetiva, en la que cada persona evalúa el esfuerzo físico que está haciendo, en este caso su corazón. Relacionaremos mayor cansancio a mayor sudoración (si no es por calor externo), mayor enrojecimiento, mayor dificultad respiratoria y mayor presión en el pecho. (Benites, Julio. 2022).

## **DOSIFICACIÓN DE EJERCICIO**

La investigación ha demostrado que tasas de trabajo tan bajas como el 80 % y tan altas como el 135 % de la tasa de trabajo máxima alcanzada durante una prueba de rampa son suficientes. (Mahoney & Baughman, 2021)

Según el Colegio Americano de Deportes (ACSM), Colegio Europeo de Ciencias del Deporte, y el Colegio Americano de Cardiología y grupo de trabajo de la American Heart Association, el ejercicio constante con los niveles mínimos de actividad física recomendados aproximadamente 150 min de ejercicio de intensidad moderada por semana) sin restricción dietética puede inducir una pérdida de peso modesta (alrededor de 2 a 3 kg), pero es inadecuado para la pérdida de peso clínicamente significativa ( $\geq 5\%$ ). Para lograr eso, las personas deberían completar aproximadamente 225 a 420 minutos de ejercicio por semana. (Petridou & Siopi, 2018).

El ejercicio de moderada intensidad se caracteriza por 3 a 6 METS (unidad de medida del índice metabólico), o trabajo entre el 64 al 76% de la frecuencia cardiaca máxima calculada. Algunas de estas actividades incluyen caminar rápido, pedalear la bicicleta o nadar a velocidad moderada. (Petridou & Siopi, 2018)

Dividir el programa de ejercicio diario en múltiples períodos cortos parece ser tan efectivo en el control del peso como realizar ejercicio del mismo volumen total en bloque. (Petridou & Siopi, 2018)

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) se caracteriza por sesiones de ejercicio de alta intensidad alternadas con periodos de descanso o ejercicio de baja intensidad. Se ha convertido recientemente en una estrategia popular de pérdida de peso en la población general; así mismo, ha demostrado ser factible y bien tolerado por personas con obesidad. (Petridou & Siopi, 2018)

La evidencia demuestra que este tipo de ejercicio mejora la sensibilidad a la insulina en adultos con sobrepeso y obesidad (con o sin diabetes); de igual forma, disminuye la presión sistólica en 3mmHg en promedio, la diastólica en 2mmHg en promedio, reduce la grasa intrahepática y se muestra efectivo en mejorar los valores de VO<sub>2</sub>max. (Oppert & Bellicha, 2021)

## **EJERCICIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDAD**

En la última década, se ha demostrado que el entrenamiento a intervalos de alta intensidad, HIIT (high-intensity interval training), que incluye sesiones cortas de ejercicio de alta intensidad separadas por

períodos de recuperación pasiva o activa a baja intensidad, induce beneficios similares o superiores en la salud cardiometabólica en poblaciones sanas y clínicas con menos compromiso de tiempo (Gripp, 2020)

El HIIT es una estrategia eficiente en el tiempo para mejorar la capacidad aeróbica, la sensibilidad a la insulina, la presión arterial y la composición corporal en comparación a otros programas, como el MICT (Moderate Intensity Continuous Training) (Gripp, 2020)

lahunt et al. demostraron que 6 semanas de entrenamiento en HIIT aumentó tanto la capacidad aeróbica como anaeróbica en pacientes femeninas sanas sedentarias. El HIIT supervisado se asoció con una alta adherencia, un aumento en el VO2 máx y una disminución en la dosis de insulina en pacientes con diabetes tipo 1, así como un aumento en la sensibilidad a la insulina de todo el cuerpo. (Gripp, 2020)

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La obesidad es un problema de salud pública que a nivel mundial afecta a más de 650 millones de adultos, lo cual repercute de forma directa en la aparición de múltiples complicaciones y en la afectación en su calidad vida, se ha demostrado que el ejercicio es la herramienta más eficaz para disminuir y/o revertir las alteraciones metabólicas causadas por la lipotoxicidad.

En la actualidad se cuenta con múltiples intervenciones terapéuticas estudiadas para el manejo de la obesidad; sin embargo, no existe una estandarización y no todas las modalidades son bien toleradas por este tipo de pacientes, por lo que se busca mejorar la tolerancia al ejercicio mediante un programa de ejercicio de resistencia y observar los cambios que se pueden presentar en los parámetros cardiopulmonares y la percepción de fatiga al ejercicio.

Dada la situación anteriormente descrita, se formuló la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la mejoría en los parámetros cardiopulmonares y percepción de fatiga en paciente obeso, valorado posterior a programa de ejercicio de resistencia por prueba submáxima de ejercicio y escala de Borg?

### **JUSTIFICACIÓN**

La obesidad es un problema de salud en nuestro país, representa el principal factor de riesgo para complicaciones multisistémica, disminuyendo la calidad y la esperanza de vida.

El programa de ejercicio en el paciente obeso, debe ser personalizado y elaborarse con base en valoraciones clínicas subjetivas y ser supervisado; logrando de esta forma, mayor adherencia al tratamiento, con menor riesgo de complicaciones y lesiones durante el ejercicio, además complementa y mejora las expectativas en el tratamiento global de la obesidad.

Con la realización del presente protocolo podremos obtener resultados preliminares acerca de la efectividad de la implementación de un programa de ejercicio de resistencia personalizado en paciente obeso, evaluando los parámetros cardiopulmonares y la resistencia a la fatiga, que, a su vez, se reflejarán

en una disminución de la tasa de mortalidad de acuerdo a los METs calculados posterior a la prueba de esfuerzo

## **HIPÓTESIS**

El programa individualizado de ejercicio de resistencia, mejorará el fitness cardiorrespiratorio y la percepción de fatiga posterior al esfuerzo evaluado por prueba submáxima de ejercicio y escala de Borg en pacientes con obesidad derechohabientes del servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1o de Octubre, ISSSTE, logrando un aumento de al menos 1 MET respecto a la valoración inicial

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la mejoría en los parámetros cardiopulmonares que tiene un programa de ejercicio físico de resistencia estructurado e individualizado en pacientes con obesidad con la prueba de ejercicio submáximo, posterior a las 4 semanas de entrenamiento.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar la capacidad aeróbica pre y posterior a las 4 semanas del programa de ejercicio de resistencia individualizado en paciente obeso, medido con la prueba de ejercicio submáxima en cicloergómetro.
- Comparar la fatiga pre y posterior a las 4 semanas del programa de ejercicio de resistencia individualizado en paciente obeso, mediante la escala de Borg.
- Describir si hubo cambios respecto a medidas antropométricas en los pacientes evaluados, posterior al programa de ejercicio (peso, talla, IMC).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Diseño y tipo de estudio**

Estudio piloto: analítico, longitudinal, prospectivo y de intervención

### **Población de estudio**

Pacientes hombres y mujeres con obesidad derechohabientes del ISSSTE.

### **Universo de trabajo**

Pacientes que se encuentran en el servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE como parte del tratamiento integral de obesidad, con un índice de masa corporal mayor o igual a 30Kg/m<sup>2</sup> y que cumplan con los criterios de inclusión.

### **Criterios de inclusión**

- Pacientes pertenecientes al servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre del ISSSTE con obesidad.
- Pacientes de cualquier sexo.
- Pacientes mayores de 18 años.

- Pacientes con índice de masa corporal igual o mayor a 30Kg/m<sup>2</sup>.
- Pacientes con o sin Hipertensión arterial sistémica que esté en control.
- Pacientes con o sin Diabetes mellitus que esté en control.
- Consentimiento informado por escrito y firmado.
- Pacientes en seguimiento con los servicios de psicología y nutrición.
- Pacientes con disponibilidad para acudir al programa de entrenamiento dentro de las instalaciones del hospital.

### **Criterios de exclusión**

Pacientes con:

- Enfermedad articular que limite el ejercicio.
- Amputación de uno o ambos miembros pélvicos.
- Lesión de nervio periférico que limita el uso de cicloergómetro.
- Hipertensión arterial sistémica descontrolada.
- Glicemia en ayuno mayor a 250mg/dl.
- Cirugía bariátrica reciente.
- Inestabilidad cardiopulmonar.
- Antecedente de mal apego a tratamientos establecidos
- Dificultad para acudir al servicio para realizar las sesiones de entrenamiento
- Que no deseen participar en el protocolo

### **Criterios de eliminación**

- Pacientes que no acudan a la realización del programa de ejercicios por 3 o más sesiones.
- Pacientes que no acudan a la prueba de esfuerzo previa a entrenamiento o a la revaloración posterior al programa.
- Pacientes que durante el programa de ejercicio cursen con descontrol de sus niveles de glucosa, tensión arterial o bien, con algún problema articular agudo que les impida continuar con éste.

### **Tipo de muestreo**

El tipo de muestreo de este estudio es “no probabilístico, por juicio”. Se incluirán a pacientes que cumplan con los criterios de inclusión y que deseen participar en el estudio

### **Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra**

Se realizó estudio piloto, en el cual para conocer la varianza de las variables de interés se siguieron las recomendaciones generales de 30 pacientes para obtener un límite superior de confianza del 80% de 1.297 y límite superior de confianza del 95% de 1654 (Whitehead 2015).

Se utilizó un grupo experimental de un total de 30 pacientes.

<b>Factores para el cálculo de muestra utilizando el método de límite superior de confianza</b>		
Tamaño de muestra en estudio piloto	Límite de confianza superior al 80%	Límite de confianza superior al 95%
20	1.400	1.917
24	1.349	1.783

30	1.297	1.654
40	1.244	1.527
50	1.211	1.450
70	1.172	1.359
100	1.139	1.287
200	1.093	1.190

### Descripción operacional de las variables

Nombre variable	Definición	Tipo de variable	Unidad de medida
Peso corporal	Medida de la masa corporal total de un individuo. La medición del peso refleja el crecimiento de los tejidos corporales como un todo, informa sobre el tamaño corporal total, es la medida más sensible de crecimiento, refleja tempranamente las variaciones en la ingesta de alimentos y la influencia en el estado nutricional de factores externos agudos.	Dependiente	Kilogramos (kg)
Índice de masa corporal	Indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos.	Dependiente	Kilogramos por metro cuadrado (kg/m <sup>2</sup> )
Frecuencia cardiaca	Número de contracciones del corazón o de pulsaciones por unidad de tiempo.	Dependiente	Latidos por minuto (lpm)
Tensión arterial sistólica	Es la presión cuando los ventrículos bombean sangre fuera del corazón	Dependiente	Milímetros de mercurio (mmHg)
Saturación de oxígeno	El nivel de oxígeno en sangre calculado con un oxímetro; indica cuánto oxígeno transporta su sangre en relación al máximo que sería capaz de transportar.	Dependiente	Porcentaje (%)
Percepción de fatiga	Sensación de disminución de la capacidad para afrontar factores estresantes físicos	Independiente	Escala de Borg (puntaje de 0 a 10)
Potencia aeróbica máxima	Máximo trabajo efectuado a la que se puede consumir O <sub>2</sub> durante el ejercicio de todo el cuerpo al nivel del mar.	Independiente	Watts (W)
Consumo de oxígeno (VO <sub>2</sub> ) pico	Representa el límite funcional aproximado de la capacidad del cuerpo para entregar y extraer	Independiente	Mililitros/kilogramo*minuto mL/(kg·min)

	oxígeno en los músculos para satisfacer las demandas metabólicas del ejercicio vigoroso.		
Diabetes Mellitus	Grupo de alteraciones metabólicas que se caracteriza por hiperglucemia crónica, debida a un defecto en la secreción de la insulina, a un defecto en la acción de la misma, o a ambas.	Dependiente	Niveles de insulina en sangre (mg/dl)
Hipertensión arterial	Trastorno por el cual los vasos sanguíneos presentan aumento de la resistencia vascular debido a vasoconstricción arteriolar e hipertrofia de la pared vascular que conduce a elevación de la presión arterial sistémica $\geq 149/90$ mmHg	Dependiente	Tensión arterial elevada (mmHg)
Obesidad	Estado anormal de salud caracterizado por exceso de grasa corporal, principalmente debido al desbalance entre la ingesta calórica y el gasto energético	Dependiente	IMC
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento expresado en años, estimada desde la fecha de nacimiento hasta la fecha en que se ingrese a estudio al paciente.	Cuantitativa	Escala numérica
Sexo	Sexo que se describe en el expediente clínico por características fenotípicas	Cualitativa	Hombre o mujer

### Procedimiento

1. Se invitó a los pacientes del servicio de Medicina Física y Rehabilitación con índice de masa corporal mayor o igual a 30kg/m<sup>2</sup> a ingresar a un programa de ejercicio individualizado. Dicho programa tuvo una duración de 4 semanas, con una frecuencia de 3 días a la semana, en sesiones de 30 minutos.
2. Se explicó a los pacientes en qué consiste el programa al cual se les invitó a participar, los riesgos y beneficios del mismo, y se les solicitó que firmaran la hoja de consentimiento informado (anexo).
3. Se realizó la valoración inicial tomando las mediciones antropométricas: peso, talla y bioimpedancia para después determinar índice de masa corporal, peso y porcentaje de grasa (bácula OMRON modelo HBF 514-C)
4. Se realizó prueba de esfuerzo submáxima en cicloergómetro (modelo: SciFit, programado en rampa, con parámetros iniciales de potencia 20Watts, aumentando 20Watts cada 2 minutos. Se tomaron

medidas iniciales y a intervalos de percepción de fatiga según Borg, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno (con oxímetro de pulso) y tensión arterial (baumanómetro análogo modelo BA160ED) previo al programa de ejercicio.

ADD: todos los equipos reciben calibración periódica en su programa de mantenimiento semestral.

5. Se individualizó el programa de ejercicio de acuerdo con los resultados de la prueba de esfuerzo submáxima en cicloergómetro a cada uno de los pacientes.

6. Los pacientes acudieron 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes), una vez al día, fuera en la mañana o en la tarde, durante 4 semanas al servicio de Medicina Física y Rehabilitación donde realizaron el programa de entrenamiento en cicloergómetro. Previo a cada sesión de ejercicios, los participantes debían completar un calentamiento de 5 minutos, que consistía de estiramientos dinámicos y pedaleo en cicloergómetro sin resistencia. A continuación, se programó el equipo de acuerdo a los parámetros establecidos para cada paciente en particular, esto de acuerdo al 70% de su VO<sub>2</sub>max calculada en la prueba de esfuerzo, con un tiempo total de trabajo de 24 minutos, en 3 intervalos de tiempo con 4 minutos de esfuerzo (VO<sub>2</sub>max 70%) por 4 minutos de descanso activo (VO<sub>2</sub>max 50%). Al finalizar, el paciente continuó pedaleando durante 2 minutos más, nuevamente sin resistencia, como parte del enfriamiento. Para terminar, realizó un set de ejercicios de estiramientos para los grupos musculares utilizados (cuádriceps, isquiotibiales, tríceps sural).

7. El programa de ejercicio supervisado se llevó a cabo en las instalaciones del servicio de Medicina Física y Rehabilitación del hospital 1° de Octubre del ISSSTE.

8. Cada día que acudieron a la realización del programa de ejercicio se tomó la frecuencia cardiaca, cifras de tensión arterial y saturación de oxígeno (antes, durante y después), a fin de no exceder los límites máximos establecidos para cada paciente.

ADD: en caso de que el investigador detectara cualquier signo o síntoma de riesgo o deterioro cardiovascular se suspendería la sesión de ejercicio y se canalizaría al paciente al servicio de urgencias, con el Dr. Óscar Reyes, jefe de servicio de urgencias médicas.

9. Al término de las 4 semanas del programa de ejercicio se realizaron las pruebas y evaluaciones posteriores: somatometría para IMC, bioimpedancia para porcentaje de grasa y prueba de esfuerzo submáxima final para valoración de parámetros cardiopulmonares.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se incluyeron en el presente estudio piloto 30 pacientes que cumplieron criterios de selección, de los cuales el 86.7% (26) fueron mujeres, 13.3% fueron hombres (tabla 1). La media de edad fue de 43.87 (DE 10.81). Para potencia inicial el promedio de Watts fue de 90.67, promedio de watts final fue de 114 (DE 34), VO2max inicial tuvo una media de 13.38 (DE 3.26) mientras que VO2 más final fue de 17.08 (DE 4.03). En cuanto a METS inicial la media fue de 3.81 (DE 0.92) mientras que la media en METS final fue de 4.87 (DE 1.15). en incremento en METS la media estadística fue de 1.05 (DE 0.60), resto de estadística descriptiva de variables se presentan en la tabla 2.

		<b>Sexo</b>			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	F	26	86.7	86.7	86.7
	M	4	13.3	13.3	100.0
	Total	30	100.0	100.0	

Tabla 1. Distribución de participantes por sexo

	<b>Estadísticos descriptivos</b>								
	N Estadístico	Mínimo Estadístico	Máximo Estadístico	Media Estadístico	Desv. estándar Estadístico	Asimetría		Curtosis	
						Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
Edad	30	21	64	43.87	10.814	-.362	.427	-.215	.833
Potencia inicial (watts)	30	40	160	90.67	28.154	.285	.427	.072	.833
Potencia final (watts)	30	40	180	114.00	34.099	.057	.427	-.072	.833
VO2 max inicial	30	7.16	21.90	13.3890	3.26229	.234	.427	.089	.833
VO2 max final	30	8.63	25.60	17.0830	4.03268	-.120	.427	-.271	.833
Borg máximo inicial	30	4	10	8.00	1.554	-.709	.427	.143	.833
Borg máximo final	30	5	10	8.37	1.273	-.648	.427	.246	.833
METS inicial	30	2.04	6.20	3.8143	.92750	.204	.427	-.003	.833
METS final	30	2.40	7.30	4.8737	1.15662	-.151	.427	-.262	.833
Aumento en METS	30	-.1500000000	2,6500000000	1,0593333333	,60014327791	.125	.427	.989	.833
TA sistólica máx inicial	30	130	180	160.00	14.765	-.316	.427	-.723	.833
TA sistólica máx final	30	125	170	151.47	11.224	-.105	.427	-.041	.833
FC máxima inicial	30	115	165	140.80	15.895	-.013	.427	-1.140	.833
FC máxima final	30	102	171	144.30	18.662	-.692	.427	-.192	.833
Talla (m)	30	1.49	1.80	1.6313	.08076	.119	.427	-.390	.833
Peso inicial (kg)	30	79.0	148.1	110.933	14.6694	.093	.427	.296	.833
Peso final (kg)	30	76.9	140.8	109.460	14.5366	-.187	.427	-.224	.833
IMC inicial	30	34,243010113	49,003569304	41,592670179	3,7707867519	-.049	.427	-.266	.833
IMC final	30	34,177777778	48,631766805	41,031541664	3,7304598784	-.137	.427	-.121	.833
N válido (por lista)	30								

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las variables

Para el análisis bivariado se realizó Prueba en T de muestras pareadas para las variables de potencia, VO2 máxima, Borg máximo, METS, TA sistólica, Frecuencia cardiaca máxima, peso, IMC, comparando el valor registrado antes del programa de entrenamiento y los resultados obtenidos posterior a 4 semanas de entrenamiento, encontrando significancia estadística para las variables: potencia [IC 95 (-29)-(-16)], VO2 máx [IC 95 (-4.47)-(-2.91)], Mets [IC 95 (-1.2)-(-0.83)], [IC 95 (0.68-2.25)] e IMC [ic 95 (0.27-0.84) con un nivel de significancia estadística de <0.001. (Tabla 3-4)

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					Significación			
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	Borg máximo inicial - Borg máximo final	-.367	1.326	.242	-.862	.128	-1.515	29	.070	.141
Par 2	Potencia inicial (watts) - Potencia final (watts)	-23.333	13.979	2.552	-28.553	-18.114	-9.143	29	<.001	<.001

Tabla 3. Prueba en T para mediciones repetidas

**Prueba de muestras emparejadas**

		Diferencias emparejadas					Significación			
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	VO2 max inicial - VO2 max final	-3.69400	2.08043	.37983	-4.47084	-2.91716	-9.725	29	<.001	<.001
Par 2	METS inicial - METS final	-1.05933	.60014	.10957	-1.28343	-.83524	-9.668	29	<.001	<.001
Par 3	TA sistólica máx inicial - TA sistólica máx final	8.533	14.253	2.602	3.211	13.856	3.279	29	.001	.003
Par 4	FC máxima inicial - FC máxima final	-3.500	13.177	2.406	-8.420	1.420	-1.455	29	.078	.156
Par 5	Peso inicial (kg) - Peso final (kg)	1.4733	2.1050	.3843	.6873	2.2594	3.834	29	<.001	<.001
Par 6	IMC inicial - IMC final	.56112851504	.76780643938	.14018163555	.27442487873	.84783215135	4.003	29	<.001	<.001

Tabla 4. Prueba en T para mediciones repetidas

Se realizó correlación de Pearson entre incremento en METS y las variables MORg máximo, Edad, frecuencia cardiaca, IMC, METS, peso, potencia, talla, TA sistólica y VO2 máxima para encontrar aquellas variables que se asocian al incremento en capacidad de ejercicio encontrando lo siguiente:

- Se observó una correlación positiva muy débil para Borg (final, inicial), frecuencia cardiaca (inicial), IMC (final, inicial), METS inicial, peso (final, inicial), potencia (inicial), talla, TA sistólica (final) y VO2 inicial. Se encontró una correlación negativa muy débil para TA sistólica inicial.
- Encontramos una correlación positiva débil para frecuencia cardiaca final (0.277)
- Se observó una correlación positiva moderada METS final (IC 95 0.311-0.792), potencia final (IC 95 0.176-0.732), VO2 máx final (IC 95 0.304-0.789)
- Se obtuvo una correlación negativa moderada entre Edad e incremento en METS (Tabla 5)

## Correlations

Variable	Variable2	Correlation	Count	Statistic		Notes
				Lower C.I.	Upper C.I.	
Borg máximo final	Aumento en METS	.072	30	-.296	.421	
Borg máximo inicial	Aumento en METS	.011	30	-.350	.370	
Edad	Aumento en METS	-.320	30	-.610	.045	
FC máxima final	Aumento en METS	.277	30	-.092	.580	
FC máxima inicial	Aumento en METS	.098	30	-.272	.442	
IMC final	Aumento en METS	.064	30	-.303	.415	
IMC inicial	Aumento en METS	.121	30	-.250	.461	
METS final	Aumento en METS	.603	30	.311	.792	
METS inicial	Aumento en METS	.105	30	-.265	.449	
Peso final (kg)	Aumento en METS	.103	30	-.267	.447	
Peso inicial (kg)	Aumento en METS	.147	30	-.225	.482	
Potencia final (watts)	Aumento en METS	.505	30	.176	.732	
Potencia inicial (watts)	Aumento en METS	.130	30	-.241	.469	
Talla (m)	Aumento en METS	.096	30	-.273	.441	
TA sistólica máx final	Aumento en METS	.034	30	-.331	.389	
TA sistólica máx inicial	Aumento en METS	-.119	30	-.459	.252	
VO2 max final	Aumento en METS	.599	30	.304	.789	
VO2 max inicial	Aumento en METS	.103	30	-.267	.447	

Missing value handling: PAIRWISE, EXCLUDE. C.I. Level: 95.0

**Tabla 5.** Correlación con incremento en METS

## DISCUSIÓN

Tomando en cuenta únicamente a los pacientes que completaron el protocolo (n=30), no se reportó ninguna lesión ni evento adverso. A continuación, se presentan las características sociodemográficas de los pacientes reclutados:

Se observa un patrón predominante en el rango de edad de 40 a 49 años, lo cual corresponde con la estadística poblacional, donde se establece que 75.2% de las personas mayores de 20 años presentan sobrepeso y obesidad; el grupo de población correspondiente a los adultos de 40 a 60 años es el que concentra las prevalencias más altas (85%), grupo que en nuestro estudio representa el 63% de la población.

Por sexo se obtuvo un mayor número de pacientes femeninos, con una proporción de 85% mujeres por 15% de hombres participantes. Se sabe que en la población mexicana con sobrepeso y obesidad la proporción es mayor en mujeres (76.8%) que en hombres (73.5%). En nuestro estudio pudiera explicarse la predominancia de pacientes femeninos con las evidencias de los efectos negativos de la masculinidad hegemónica en la salud de mujeres y hombres, que son apabullantes, y que evidencian su involucramiento en la salud (de los hombres) como escasas, aunque algunas de ellas ya se señalan en la salud sexual y reproductiva y las paternidades.

Existen parámetros fisiológicos que sugieren si se ha realizado un esfuerzo máximo. Los más utilizados son: el VO2, la frecuencia cardiaca, el cociente respiratorio, la concentración de lactato y la escala

subjetiva de percepción del esfuerzo realizado (escala de Borg). A partir de estos parámetros se pueden establecer unos valores que indiquen si el sujeto, cuando termina la prueba, lo hace por razones fisiológicas (máximo esfuerzo) o no. A estos valores se les conoce como criterios de maximalidad.

En nuestro piloto, los pacientes alcanzaron un estado de fatiga máximo, y pese a que se considere la prueba de esfuerzo realizada como “submáxima”, habiendo rebasado la mayoría de ellos el Borg 8 esperado, concluimos que se refleja en un adecuado esfuerzo para el ejercicio. De ahí que no “mejoren” los parámetros”, pero no se considera que este número tenga que bajar, y de manera aislada no refleja mejoría ni retroceso. Lo importante a considerar es su relación con la potencia alcanzada.

La eficiencia mecánica (EM) se refiere a la capacidad de un individuo para transferir la energía consumida por el trabajo externo. Una EM disminuida, podría representar un mayor gasto energético durante el ejercicio y, por tanto, puede verse limitada en términos de actividad física. La potencia es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo (vatio o watt). La mayoría de los pacientes lograron un aumento en la potencia comparando su prueba inicial y final, con algunos de los pacientes manteniéndose en el mismo nivel de trabajo, pero ninguno disminuyendo respecto a su valoración inicial.

Pese a que el aumento de potencia no es el punto de estudio de este piloto, proporciona información importante sobre las adaptaciones biomecánicas y el uso de las fuentes de energía asociadas al entrenamiento clínico y por tanto a la capacidad funcional de los pacientes.

Una EM disminuida, que indica que se consume más energía en una determinada producción de trabajo, podría representar un mayor costo energético de la respiración durante el ejercicio, una eficiencia alterada en la producción de ATP (ATP producido por  $O_2$  consumido) o un mayor costo de contracción de ATP (ATP consumido por producción de trabajo). Por lo tanto, los individuos con valores más bajos de EM deberían ser menos eficientes con respecto al rendimiento y, por lo tanto, pueden verse limitados en términos de actividad física.

La aptitud cardiorrespiratoria, medida por el consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ), está relacionada con la capacidad funcional y el rendimiento humano y se ha demostrado que es un predictor sólido e independiente de la mortalidad por todas las causas y por enfermedades específicas. El  $VO_2$  máximo se define como el consumo de oxígeno cuando se activan grandes grupos de músculos esqueléticos a máxima intensidad.

El  $VO_{2max}$  puede mejorar significativamente a cualquier edad con entrenamiento de resistencia regular. Recientemente, un estudio de seguimiento poblacional de 579 hombres de mediana edad sugirió que un  $VO_{2max}$  1 ml/kg/min más alto en el reexamen a los 11 años se asociaba con una reducción del riesgo relativo del 9% en la mortalidad por todas las causas, enfatizando la importancia de manteniendo un buen fitness cardiorrespiratorio a lo largo de las décadas (27). Como lo describen Myers et al. (28), es necesario un  $VO_2$  máximo de 17,5 ml/kg/min (5 MET) para un estilo de vida y una mayor tasa de supervivencia. Si el  $VO_{2max}$  disminuye por debajo de 3 MET, el metabolismo basal requiere más del 30% del  $VO_2$  máx. Esta situación muy pronto conduce al agotamiento y la descompensación del sistema circulatorio y respiratorio, y así muerte natural.

La mayoría de los pacientes (n= 28) protocolizados mejoraron su VO<sub>2</sub>max al finalizar el piloto, entre 0.2 y 9.25ml/kg/min. Sin embargo, el valor absoluto no es significativo por sí solo para determinar la mejoría, puesto que va relacionado al peso corporal del paciente, y en el caso de este piloto, al tratarse de pacientes con obesidad, se requiere considerar el peso inicial y final del paciente, análisis que se logra de manera más objetiva con la comparación de METs iniciales y finales.

En lo que sugiere el estudio realizado por Myers y cols, se reportó que por cada 1 MET de mejoría en la capacidad aeróbica, se disminuyó en 12% la tasa de mortalidad por cualquier causa en una población de más de 6.000 hombres seguidos por más de 6 años.

De acuerdo a los resultados logrados con el programa de resistencia, más del 50% de los pacientes (n=17) aumentaron  $\geq 1$ MET, 30% aumentaron entre 0.5 y 1MET (n=9) y los restantes no presentaron aumento significativo o ninguno en absoluto. Esto coincide con la no ganancia en la potencia durante la prueba de revaloración. Vale la pena recordar también que el cálculo es directamente proporcional a la pérdida de peso, por lo que en aquellos pacientes que no hubo pérdida, o incluso hubo ganancia ponderal, es esperado que no haya aumento en los METs alcanzados.

Las adaptaciones cardiovasculares con el entrenamiento son principalmente: *a)* aumento del volumen sistólico; *b)* incremento del volumen de las cavidades cardiacas y los grosores parietales; *c)* disminución de la frecuencia cardiaca tanto en reposo como en ejercicio de intensidad submáxima, y *d)* mejora de la perfusión miocárdica.

El gasto cardiaco aumenta durante la actividad física, debido a que aumentan los dos factores de los que depende: frecuencia cardiaca y volumen sistólico. Durante el ejercicio intenso, el volumen sistólico puede llegar a duplicarse; si bien en personas no entrenadas dicho aumento es muy poco evidente, en los deportistas en buena forma es considerable y sigue elevándose hasta alcanzar su máximo a niveles de esfuerzo comprendidos entre el 50 y el 60% del consumo máximo de oxígeno. A partir de este nivel de esfuerzo, el volumen sistólico se estabiliza hasta intensidades de ejercicio muy elevadas.

Los programas de ejercicio de alto componente dinámico previenen la hipertensión arterial y disminuyen la presión sanguínea tanto en adultos normotensos como en aquellos con hipertensión arterial. Este efecto es más acusado en pacientes hipertensos, con una reducción media de 6-7 mmHg en las presiones sistólicas, frente a 3 mmHg en normotensos.

Se observa de acuerdo con las mediciones máximas alcanzadas durante las pruebas de ejercicio inicial y final que los pacientes disminuyen en promedio 10mmHg la tensión arterial sistólica máxima de esfuerzo. De la misma manera, aumentan la media de frecuencia cardiaca en alrededor de 10 lpm, lo que indica un mayor gasto cardiaco. Sin embargo, ninguno llegando a FC de riesgo para ninguno de estos dos parámetros.

El principal objetivo de esta tesis era proponer un programa de ejercicio personalizado para pacientes con obesidad y mejorar parámetros cardiorrespiratorios en estos pacientes. Se propuso un programa piloto durante 12 semanas, al final de las cuales, encontramos mejoría en la mayoría de los pacientes, valorada objetivamente en la ganancia de METs para la actividad física.

Probamos que el entrenamiento en cicloergómetro es accesible en nuestra unidad y bien tolerado por esta población de pacientes, con un ritmo de trabajo mantenido entre el 50 y 70% (según lo propuesto), sin pérdida del esfuerzo durante el programa. Ningún paciente requirió de la activación de la ruta de emergencia, ni la suspensión de las sesiones de ejercicio, por motivos de inestabilidad hemodinámica ni cardiorrespiratoria.

Durante la revisión de la bibliografía encontramos pocas publicaciones enfocadas al estudio de programas de resistencia en pacientes obesos, sobre todo, con el amplio rango de edad que se manejó en este piloto. La gran mayoría se enfoca en programas máximos o supramáximos.

De acuerdo con la revisión que se hizo, es posible plantea que los individuos con obesidad son capaces de realizar una prueba de esfuerzo submáximo y, con ella, un programa de ejercicio de resistencia personalizado supervisado, sin complicaciones

### **Conclusiones**

En resumen, nuestros resultados demuestran que es posible desarrollar un programa de ejercicio durante un periodo de tiempo establecido, de manera programada, personalizada y supervisada, con resultados satisfactorios en cuanto a la mejoría del fitness cardiorrespiratorio del paciente obeso, puesto si en el corto periodo de 1 mes que propone este piloto, más del 50% de los pacientes aumentaron 1MET.

Este protocolo puede ser utilizado como precedente para la implementación de nuevos programas de ejercicio en el paciente con obesidad. Dentro de las limitantes del estudio se encuentra una muestra pequeña en un periodo corto de tiempo, así como una valoración posterior inmediata al término del ejercicio. Sería necesario proponer un universo de estudio más grande, con una muestra más homogénea y valorar si la mejoría observada persiste más allá de las 4 semanas. Así mismo, completar un programa de al menos 3 meses de entrenamiento y revalorar al finalizarlo.

Se confirma el ejercicio en cicloergómetro como una herramienta útil de entrenamiento para el paciente con obesidad, que cumple con parámetros de esfuerzo de manera fácil y segura para el paciente.

### **Perspectivas**

Con los resultados obtenidos de este protocolo, se propone el planteamiento de un programa estructurado a largo plazo para el paciente con obesidad, con realización del ejercicio en casa, y monitoreo mediante la consulta externa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caballero, B. (2019). Humans against Obesity: Who Will Win? *Advances in Nutrition*, 4-9.
- Carbone, S., & Ozemel, C. e. (2019). Obesity, risk of diabetes and role of physical activity, exercise training and cardiorespiratory fitness. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 327-333.
- Herrera-Santelice, A., & Tabach-Apraiz, A. (2021). Effect of physical exercise in bariatric surgery patients: protocol of a randomized controlled clinical trial. Obtenido de BCM: <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05056-4>
- Hsu, K.-J., & Liao, C.-D. e. (2019). Effects of Exercise and Nutritional Intervention on Body Composition, Metabolic Health, and Physical Performance in Adults with Sarcopenic Obesity: A Meta-Analysis. Taiwan.
- Mahoney, J., & Baughman, B. (2021). Determining the Optimal Workrate for Cycle Ergometer Verification Phase Testing in Males with Obesity. *Sports Medicine*, 9-30.
- Marc-Hernández, A., & Ruiz-Tovar, J. (2019). Impact of Exercise on Body Composition and Cardiometabolic Risk Factors in Patients Awaiting Bariatric Surgery. *Obesity Surgery*, 2-10.
- Matias, C., & Toselli, S. e. (2022). Editorial: New Training Strategies and Evaluation Methods for Improving Health and Physical Performance. *International Journal of Environment Research and Public Health*, 1-4.
- OECD Health Policy Studies. (2019). The Heavy Burden of Obesity. The economics of prevention.
- Oppert, J.-M., & Bellicha, A. e. (2021). Exercise training in the management of overweight and obesity in adults: Synthesis of the evidence and recommendations from the European Association for the Study of Obesity Physical Activity Working Group. *Obesity Reviews*, 1-12.
- Oviedo, G., & Morón de Salim, M. e. (2006). Indicadores antropométricos de obesidad y su relación con la enfermedad isquémica coronaria. *Nutricion hospitalaria*, 694-698.
- Petridou, A., & Siopi, A. (2018). Exercise in the management of obesity. *Metabolism Clinical and Experimental*, 163-170.
- Rejane, E., & Baglioni, S. e. (2016). What Is the Best Treatment before Bariatric Surgery? Exercise, Exercise and Group Therapy, or Conventional Waiting: a Randomized Controlled Trial. Obtenido de *Obesity Surgery*: DOI 10.1007/s11695-016-2365-z
- s/a. (2022). A 2022 update on the epidemiology of obesity and a call to action: as its twin COVID-19 pandemic appears to be receding, the obesity and dysmetabolism pandemic continues to rage on. *Metabolism*, 133-140.
- Secretaria de Salud. (1998). NORMA Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998, Para el manejo integral de la obesidad. Obtenido de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/174ssa18.html>
- Secretaria de Salud. (2012). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición . Obtenido de <https://ensanut.insp.mx/>
- Segura-Fragoso, A., & Rodríguez-Padial, L. e. (2019). Anthropometric measurements of general and central obesity and discriminative capacity on cardiovascular risk: RICARTO study. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 323-332.
- Zhang, H., & Tong, T. e. (2020). Exercise training-induced visceral fat loss in obese women: The role of training intensity and modality. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1-14.

- Petridou, A & Siopi Aikaterina, (2018). Exercise in the management of obesity. *Metabolism Clinical and Experimental* 92 (2019) 163–169
- Kolotkin, R & Meter, K. (2001). Quality of life and obesity.. *The international Association for the Study of Obesity: obesity reviews* 2. 219-229.
- Sánchez-Ortega, L. & Sánchez-Juan, C. (2013). Valoración de un programa de ejercicio físico estructurado con obesidad mórbida pendientes de cirugía bariátrica. *Nutrición hospitalaria* 29. 64-72.
- Saris WHM, Blair SN, van Baak MS, (2003). How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASo 1 Stock Conference and consensus statement, *Obesity Review*
- Cristi-Montero, C & Ramírez-Campillo, R. (2016). Fitness cardiorrespiratorio se asocia a una mejora en marcadores metabólicos en adultos chilenos. *Revista Médica Chilena* 144: 980-989.
- Löllgen, H & Leyk, D. (2018). Exercise Testing in Sports Medicine. *Deutsches Ärzteblatt International* 115(24): 409-416.
- Benites, Julio. (2022). Escala de Borg Modificada. EUA Recuperado de <https://es.linkedin.com/pulse/escala-de-borg-cr-10-para-la-percepci%C3%B3n-esfuerzo-ben%C3%ADtez-dom%C3%ADnguez>

## ANEXOS

### ANEXO 1. Escala de Borg para percepción de fatiga



**ANEXO 2**

**HOJA DE CAPTURA DE DATOS**

Primera/segunda valoración      Fecha: \_\_\_\_\_

Expediente:	Sexo:	Escolaridad:		
Teléfono:	Edad:	Ocupación:		
Comorbilidades:	Estado civil:	Peso:	Talla:	IMC:
Farmacología:				

<i>Potencia (Watts)</i>	<i>Frecuencia cardiaca (latidos x minuto)</i>	<i>Tensión arterial (mmHg)</i>	<i>Saturación de oxígeno (%)</i>	<i>BORG</i>
0 (basal)				
20				
40				
60				
80				
100				
120				
140				
160				
180				
1 min reposo				
3 min reposo				

Motivo de suspensión de la prueba: \_\_\_\_\_

**Cálculos para programa de ejercicio:**

## **ANEXO 3**

### **Consentimiento informado**

**HOSPITAL REGIONAL 1° DE OCTUBRE, ISSSTE**

**Servicio de Medicina Física y Rehabilitación**

**CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Estudio piloto: Mejora en parámetros cardiopulmonares y percepción de fatiga en paciente obeso posterior a programa de ejercicio de resistencia**

#### **I. La justificación y los objetivos de la investigación**

Se me ha explicado que padezco obesidad y que ésta me ha llevado a tener una mala resistencia al ejercicio y por lo tanto afecta mi calidad de vida, por lo que se me propone participar en el proyecto de investigación denominado “Estudio piloto: Mejora en parámetros cardiopulmonares y percepción de fatiga en paciente obeso posterior a programa de ejercicio de resistencia” con el propósito de estudiar esta modalidad de ejercicio como complemento de mi tratamiento.

#### **II. Procedimientos**

Estoy informado que se me preguntan datos generales necesarios para el fin del estudio, como: edad, sexo, escolaridad, ocupación, estado civil; así como también me pesarán, medirán y se me hará la prueba de esfuerzo en cicloergómetro, la cual consiste en una prueba submáxima (quiere decir que voy a subir a un aparato similar a una bicicleta, que irá subiendo de dificultad, mientras me toman signos y me preguntan cómo me voy sintiendo, hasta el momento en que yo considere que ya no puedo más); además de responder de forma consciente una serie de cuestionarios para valorar las consecuencias de mi obesidad en mis actividades de la vida diaria. Igualmente, se me ha informado que debo acudir a un programa de ejercicio de resistencia personalizado en el servicio de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital Regional 1° de Octubre, el cual me comprometo a asistir y realizar con constancia y disciplina. Posteriormente se me realizarán 1 evaluación más con una temporalidad de 1 mes entre una y otra, entre las cuales será evaluado nuevamente siguiendo el mismo procedimiento.

#### **III. Molestias y eventos adversos**

Se me explicó que durante la valoración de la prueba de esfuerzo puedo sentir fatiga y/o agotamiento (mucho cansancio), además de sensación de falta de aire, dolor de pecho, palpitaciones y dolor muscular; al realizar mi programa de ejercicio de resistencia puedo experimentar cansancio, dolor articular y/o muscular en los segmentos corporales trabajados durante la actividad física, estando acompañado y vigilado por un médico en todo momento, por lo que no se pone en peligro mi vida ni mi salud.

#### **IV. Beneficios**

Mi condición física y tolerancia al ejercicio pueden mejorar reflejados en la realización de mis actividades diarias al participar en este estudio. Además de lograr bajar de peso, bienestar físico y emocional (sentirme mejor) siempre que yo muestre interés y adecuado apego a tratamiento. Los resultados de este estudio ayudarán a determinar un mejor tratamiento de la obesidad en cuanto a la actividad física.

#### **V. Garantía de recibir respuesta a preguntas y aclaración**

Se me ha asegurado que puedo preguntar todo lo relacionado con las evaluaciones y programa de ejercicio en caso de tener dudas, mismas que serán aclaradas de la mejor manera.

#### **VI. Libertad de retirar su consentimiento en cualquier momento y dejar de participar en el estudio.**

Se me aclaró que puedo abandonar el estudio en cuanto yo lo decida por cualquiera que fuese el motivo, sin que esto afecte mi atención médica por parte de mi médico y del servicio tratante.

**VII. Privacidad y anonimato**

Si elijo participar en este estudio, el investigador obtendrá información sobre mí y mi salud mediante la hoja de datos propia del estudio de investigación.

Autorizo la publicación de los resultados de mi estudio a condición de que en todo momento se mantendrá en completo anonimato mi nombre e identidad.

Con fecha de \_\_\_\_\_, habiendo comprendido lo anterior y una vez que se me aclararon todas mis dudas surgidas con respecto a mi participación en el estudio. YO \_\_\_\_\_,

ACEPTO participar en el proyecto, previamente conocido, y me comprometo con la realización del mismo.

\_\_\_\_\_  
Nombre y firma del paciente

\_\_\_\_\_  
Nombre del investigador responsable

\_\_\_\_\_  
Testigo 1

\_\_\_\_\_  
Testigo 2