



# Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Enfermería

## **EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN AGUA SOBRE LOS NIVELES DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES CON OBESIDAD.**

Que como parte de los requisitos para obtener el Título de  
Licenciada en Fisioterapia

Presenta

Diana Jocelyn Martínez Rivas

Dirigido por:

M.I.M Verónica Hernández Valle

Codirector:

LFT. Jorge Sarabia Orozco

Querétaro, Qro. a Agosto 2022

## Oficio de votos aprobatorios

Santiago de Querétaro, Patrimonio de la Humanidad

Fecha

### H. CONSEJO ACADÉMICO

De la Facultad de Enfermería de la U. A. Q.

Presente:

Por este conducto, nos permitimos aprobar el trabajo \_\_\_\_\_ (título) \_\_\_\_\_ elaborado por la (el) C. \_\_\_\_\_ nombre del (de la) alumno (o) \_\_\_\_\_, Pasante de la licenciatura de \_\_\_\_\_, que reúne los requisitos de un trabajo de \_\_\_\_\_ (*indicar tipo de trabajo*) \_\_\_\_\_ como modalidad de Titulación.

Sin más por el momento, se extiende el presente dictamen para los fines que el comité considere pertinente.

Atentamente

“Educo en la Verdad y en el Honor”

Nombre y firma del director de tesis	Nombre y firma del codirector	Nombre y firma del vocal
Nombre y firma del suplente		Nombre y firma del suplente

## Resumen

**Introducción:** La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial de gran trascendencia en la salud pública en México y de creciente prevalencia. Es una de las enfermedades con mayor incidencia en nuestro país, al nivel urbano llega a tener una prevalencia del 60 %, tiene como consecuencia el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas como la hipertensión, la diabetes mellitus, el infarto agudo de miocardio. Ante este panorama, se hace muy importante activar los mecanismos de intervención para contrarrestar esta situación, entre los que el ejercicio físico en agua es un mecanismo primario para la prevención y el tratamiento del problema. **Objetivo:** Determinar los efectos de un programa de ejercicio en agua en pacientes con obesidad para mejorar la composición corporal y capacidad funcional. **Material y métodos:** Estudio cuasi experimental de tipo antes y después, longitudinal, prospectivo, prolectivo, y analítico en 10 pacientes del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Se implementó un programa de ejercicio físico en agua en dónde se evaluó el porcentaje de grasa corporal y la capacidad funcional antes y después de realizar el programa. Para el análisis se realizó estadística descriptiva con frecuencias absolutas y relativas, promedios, desviación estándar, porcentajes, gráficas. Se utilizó la prueba de Shapiro Wink como prueba de normalidad de los datos. **Resultados:** El puntaje máximo del cuestionario de salud SF-36 antes del programa de ejercicio obtuvo un rango entre 58.2 y 72.9 con una media de 63.4 y en la medición final una media de 75.70 con un rango entre 65.9 y 81.9 lo que nos dice que hubo una mejora de 12.3 puntos al final de la investigación. Por otro lado, el porcentaje de grasa antes del programa de ejercicio obtuvo un rango entre 34.7% y 58% con una media de 48.6% y en la medición final una media de 47.2% con un rango entre 33.9% y 56.2 % lo que nos dice que hubo una disminución de 1.4 % de grasa al final de la investigación. **Conclusiones:** un programa de ejercicio físico en agua con una duración de 10 semanas tiene efectos positivos en la composición corporal y capacidad funcional de los pacientes con obesidad.

**Palabras clave:** Obesidad, composición corporal, capacidad funcional, ejercicio físico en agua.

## Summary

**Introduction:** Obesity is a multifactorial chronic disease of great transcendence in public health in Mexico and of increasing prevalence. It is one of the diseases with the highest incidence in our country, with a prevalence of 60% in urban areas, and as a consequence it leads to the development of chronic degenerative diseases such as hypertension, diabetes mellitus, and acute myocardial infarction. In view of this situation, it is very important to activate intervention mechanisms to counteract this situation, among which physical exercise in water is a primary mechanism for the prevention and treatment of the problem. **Objective:** To determine the effects of an exercise program in water in patients with obesity to improve body composition and functional capacity. **Methods:** A quasi-experimental, longitudinal, prospective, prospective, prolective, and analytical before-and-after study in 10 patients of the Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (National Institute of Medical Sciences and Nutrition Salvador Zubirán). A physical exercise program in water was implemented in which body fat percentage and functional capacity were evaluated before and after the program. Descriptive statistics with absolute and relative frequencies, averages, standard deviation, percentages, and graphs were used for the analysis. The Shapiro Wink test was used as a test of normality of the data. **Results:** The maximum score of the SF-36 health questionnaire before the exercise program obtained a range between 58.2 and 72.9 with a mean of 63.4 and in the final measurement a mean of 75.70 with a range between 65.9 and 81.9 which tells us that there was an improvement of 12.3 points at the end of the research. On the other hand, the percentage of fat before the exercise program obtained a range between 34.7% and 58% with a mean of 48.6% and in the final measurement a mean of 47.2% with a range between 33.9% and 56.2% which tells us that there was a decrease of 1.4% of fat at the end of the research. **Conclusions:** a physical exercise program in water with a duration of 10 weeks has positive effects on body composition and functional capacity of patients with obesity.

**Key words:** Obesity, body composition, functional capacity, physical excersice program in wáter.

## Dedicatorias

A mi mamá que amo y admiro, que desde el cielo me motivó cada día a culminar este ciclo a pesar de las adversidades.

A mi papá que con su ejemplo me ha enseñado a perseverar hasta alcanzar mis metas propuestas.

A mis hermanos a quienes quiero y confío en que serán orgullo de nuestros padres.

A mis maestros y sinodales quienes han sido mi guía para lograr realizar exitosamente esta tesis.

## Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Querétaro, institución educativa que me dio la oportunidad de tener los espacios y herramientas para aprender, ejercer y fortalecer mi profesión.

Gracias al Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán que me abrió sus puertas y me educó con su excelencia y profesionalismo en la última etapa de mi carrera.

A mis maestros que me dieron sus conocimientos y enseñanzas personales y profesionales durante toda la carrera.

A la maestra Verónica Hernández quien me motivó y ayudó a terminar correctamente este proyecto.

A mis amigos y amigas que me acompañaron en cada momento de la vida universitaria.

# Índice

<b>Oficio de votos aprobatorios</b> .....	2
Resumen.....	3
Summary.....	4
Dedicatorias.....	5
Agradecimientos.....	6
Índice.....	7
Índice de cuadros.....	8
Abreviaturas y siglas.....	9
I. Introducción.....	10
II. Antecedentes.....	12
II. Fundamentación teórica.....	17
IV. Hipótesis.....	39
V. Objetivos.....	40
V.1 Objetivo general.....	40
V.2 Objetivos específicos.....	40
VI. Material y métodos.....	41
VI.1 Tipo de investigación.....	41
VI.2 Población o unidad de análisis.....	41
VI.3 Muestra y tipo de muestra.....	41
VI.3.1 Criterios de selección.....	41
Criterios de inclusión:.....	41
Criterios de exclusión:.....	42
Criterios de eliminación:.....	42
VI. 3.2 Tabla 4. Variables estudiadas.....	42
VI.4 Técnicas e instrumentos.....	43
VI.5 Procedimientos.....	47
VI.5.1 Análisis estadístico.....	48
VI.5.2 Consideraciones éticas.....	49
VII. Resultados.....	50
VIII. Discusión.....	55
IX. Conclusiones.....	57

X. Propuestas.....	59
XI. Bibliografía.....	60
XII. Anexos.....	63
X1.1 Hoja de recolección de datos .....	63
X1.2 Instrumentos (cuando proceda).....	63
X1.3 Carta de consentimiento informado (cuando proceda).....	69

## Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
Tabla 1	Clasificación del IMC	13
Gráfica 1	Prevalencia de sobrepeso y obesidad en población de 20 o más años	19
Tabla 2	Rango de esfuerzo percibido	28
Tabla 3	Repeticiones en reserva	29
Tabla 4	Variables estudiadas	42
Gráfica 2	Estado nutricional de la muestra de estudio	50
Tabla 5	Porcentaje de grasa corporal inicial y final	51
Gráfica 3	Porcentaje de grasa corporal inicial y final	52
Tabla 6	Puntaje de cuestionario SF-36 inicial y final	53
Gráfica 4	Puntaje de cuestionario SF-36 inicial y final	54



## Abreviaturas y siglas

- 1- CV (calidad de vida)
- 2- CVS (calidad de vida relacionada a la salud)
- 3- ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud de Salud y Nutrición)
- 4- FC (frecuencia cardíaca)
- 5- HTA (hipertensión arterial)
- 6- IMC (índice de Masa Corporal)
- 7- IMCO (Instituto Mexicano de la Competitividad)
- 8- INNSZ (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán)
- 9- KG (kilogramos)
- 10-LDL (low density lipoprotein en inglés)
- 11-M2 (Metro cuadrado)
- 12-MET (unidad de medida)
- 13-OA (osteoartrosis)
- 14-OMS (Organización Mundial de la Salud)
- 15-RIR (repeticiones en reserva)
- 16-RM (repetición máxima)
- 17-RPE (rango de esfuerzo percibido)
- 18-VLDL (very low density lipoprotein en inglés)
- 19-Vo2 Max (volumen máximo de oxígeno)

# I. Introducción

En los últimos datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se descubre que existen en el mundo más de 250.000.000 de obesos, en 2016 más de 1900 millones de adultos tenían sobrepeso y más de 650 millones eran obesos. Cada año mueren como mínimo 2.8 millones de personas a causa de la obesidad o sobrepeso. La prevalencia de la obesidad se ha casi triplicado entre 1975 y 2016.

La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial de gran trascendencia en la salud pública en México y de creciente prevalencia, las complicaciones que conlleva repercuten económicamente en las personas que la padecen debido a la complejidad del tratamiento que se requiere por los diversos sistemas que se ven afectados en esta enfermedad. (Ciangura et al., 2017) Además, la obesidad deja de ser un problema meramente estético cuando adquiere un grado tal que aumenta la morbimortalidad y altera la calidad de vida de quien la padece.

Es una de las enfermedades con mayor incidencia en nuestro país, al nivel urbano llega a tener una prevalencia del 60 %, tiene como consecuencia el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas como la hipertensión, la diabetes mellitus, el infarto agudo de miocardio, las hiperlipidemias, así como osteomusculares: osteoartrosis, lumbalgia, hiperuricemia; es por ello que su tratamiento se convierte en una parte importante de la rehabilitación, el solo aumento de peso cambia el centro de gravedad del cuerpo y modifica la biomecánica de las articulaciones, las cuales son sometidas a un mayor impacto.

Ante este panorama, se hace muy importante activar los mecanismos de intervención para contrarrestar esta situación, entre los que la actividad física es un mecanismo primario para la prevención y el tratamiento del problema. Se han realizado investigaciones y guías para el control de la obesidad, recomendándose modificación de los hábitos dietéticos y ejercicio; sin embargo, los programas de ejercicio analizados con ejercicio físico convencional en gimnasio no son tan beneficiosos para un paciente con obesidad que hará ejercicio por primera vez, debido al gran impacto articular que pueden llegar a realizar, al dolor y fatiga que este genera y por lo tanto al gran porcentaje de abandono que este tipo de ejercicio tiene.

Es por esto por lo que, diversos estudios analizan la diferencia entre el ejercicio en agua y el ejercicio en tierra teniendo resultados estadísticamente significativos en los beneficios del

ejercicio en agua. Desventajosamente, en México no existen estudios que avalen dichos beneficios y a nivel mundial existen pocos estudios que realicen este tipo de ejercicio específicamente en pacientes con obesidad, por esta razón y tomando en cuenta la información estudiada se considera que una intervención de ejercicio físico en agua influiría positivamente en los niveles de composición corporal y capacidad funcional de los pacientes y por lo tanto se podrían prevenir las comorbilidades que la obesidad presenta.

Algunos autores han concluido que un tipo de ejercicio aeróbico en gimnasio es difícil para una persona obesa debido a la excesiva carga de peso que se hace en las articulaciones y por lo tanto agrava el dolor y hay mayor disertación por parte del paciente. Tomando en cuenta esta información se ha estudiado realizar el ejercicio dentro del agua ya que se utiliza la flotabilidad y esto puede ayudar a disminuir el peso corporal, manteniendo la estabilidad superior en comparación con lo que ofrece un ejercicio en tierra.

## II. Antecedentes

### **Obesidad**

Desde 1997 la Organización Mundial de la Salud define la obesidad como una enfermedad debido a su dimensión epidémica y a su repercusión, la obesidad es una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud, ésta se desarrolla por diferentes factores como son los sociales, conductuales, psicológicos, metabólicos, celulares y moleculares. Una forma simple de medir la obesidad es el índice de masa corporal (IMC). (OMS, 2020)

El índice de masa corporal (IMC) es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos entre el cuadrado de su talla en metros ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ); este advierte obesidad cuando exista un valor igual o mayor a  $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ , o bien la presencia de exceso de masa grasa en la zona central del cuerpo obtenida por la medición del perímetro de la cintura, se considera obesidad en los adultos si la medida es igual o mayor a los 90 cm en los hombres u 80 cm en las mujeres. (OMS, 2020)

Otra medida para diagnosticar la obesidad es el porcentaje de grasa en el cual depende si es hombre o mujer la persona. En el adulto joven con buena salud, la masa grasa representa habitualmente el 10-15% del peso en el hombre y el 20-25% en la mujer. Esta masa grasa realiza varias funciones indispensables como órgano de almacenamiento energético, protección mecánica, termorregulación, etc. (Ciangura et al., 2017, pág. 7)

El IMC en algunas ocasiones es insuficiente para generar un diagnóstico de sobrepeso u obesidad, por lo que es necesario relacionarlo con otras medidas antropométricas o estudio de densitometría, resonancia o impedancia magnética que permitan estimar la cantidad de grasa en un cuerpo. (Garvey et al., 2016, pág. 9)

Tabla 1. Clasificación del IMC

Clasificación del IMC	
Insuficiencia ponderal	< 18.5
Intervalo normal	18.5 - 24.9
Sobrepeso	≥ 25.0
Preobesidad	25.0 - 29.9
Obesidad	≥ 30.0
Obesidad de clase I	30.0 - 34.9
Obesidad de clase II	35.0 - 39.9
Obesidad de clase III	≥ 40.0

(Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2020)

La obesidad es una enfermedad crónica multifactorial de gran trascendencia en la salud pública en México y de creciente prevalencia, las complicaciones que conlleva repercuten económicamente en las personas que la padecen debido a la complejidad del tratamiento que se requiere por los diversos sistemas que se ven afectados en esta enfermedad. (Cianguara et al., 2017, pág. 7)

Asimismo, la obesidad deja de ser un problema meramente estético cuando adquiere un grado tal que aumenta la morbilidad y altera la calidad de vida de quien la padece. La obesidad, especialmente la de distribución central, supone un incremento importante de morbilidad por su asociación con enfermedades que afectan a la mayoría de los sistemas del organismo (hipertensión, dislipidemia, diabetes tipo 2, enfermedad coronaria, infarto cerebral, patología biliar, síndrome de apnea obstructiva del sueño, osteoartropatía y ciertos tipos de cáncer). El riesgo de mortalidad por enfermedad cardiovascular está aumentado en la obesidad y se ha demostrado que la obesidad grave se relaciona con un acortamiento de la esperanza de vida. (Moreno et al., 2016, pág. 197)

Svensson S et al., (2017) mencionan que se ha reportado que personas con sobrepeso y obesidad pueden llegar a tener una puntuación más baja de calidad de vida relacionada con la salud que las personas con peso normal. SF-36 es un cuestionario comúnmente utilizado para explorar la salud física y mental, donde cuanto mayor sea la puntuación, mejor es el estado de salud. (pág. 1)

Un estudio realizado por Suleen S Ho et al., en el 2012 demostró que un programa de entrenamiento de 12 semanas que comprende ejercicios de resistencia combinados con ejercicio cardiovascular, de intensidad moderada durante 30 min, cinco días a la semana resultó en mejoras en el perfil de riesgo cardiovascular, pérdida de peso, pérdida de grasa y aptitud cardiorrespiratoria que las modalidades por separado de entrenamiento aeróbico y de resistencia. Sus variables de medición fueron bioquímica sanguínea, densitometría ósea y determinación de apolipoproteína B48, realizaron medición antes del entrenamiento de 12 semanas y después. Por otro lado, en un estudio realizado en 2018 por Mandaric S. y Sibinovic A. concluyeron que un programa de ejercicio en agua que igualmente estaba conformado por ejercicio cardiovascular y ejercicios de fuerza para grupos musculares específicos tuvo resultados estadísticamente significativos en cuanto a la disminución de cinco pliegues cutáneos, grasa corporal y aumento de masa muscular. El programa de ejercicio fue realizado durante 8 semanas, 3 veces por semana con una duración de 45 minutos por sesión.

### **Costos de la obesidad**

La obesidad es responsable del 1 al 3 % del total de los gastos de atención médica en la mayoría de los países (5 a 10 % en Estados Unidos de Norteamérica) y que los costos aumentarán rápidamente en los próximos años debido a las enfermedades relacionadas con la obesidad. En Latinoamérica, específicamente en Brasil, se estima que el costo total anual de todas las enfermedades relacionadas con el sobrepeso y la obesidad asciende a \$2.1 mil millones de dólares, de estos \$ 1.4 mil millones de dólares (68.4 % del costo total) se emplean en hospitalizaciones y \$ 679 millones de dólares, en procedimientos ambulatorios. (Dávila et al, 2014, pág. 245)

En México, se estima que la atención de enfermedades causadas por la obesidad y el sobrepeso tiene un costo anual aproximado de 3 mil 500 millones de dólares. El costo directo estimado que representa la atención médica de las enfermedades atribuibles al sobrepeso y la obesidad (enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, hipertensión, algunos cánceres, diabetes mellitus tipo 2) se incrementó en un 61 % en el periodo 2000-2008, al pasar de 26 283 millones de pesos a por lo menos 42 246 millones de pesos.

La Secretaría de Salud estima que el costo total de la obesidad en 2017 fue de 240 mil millones de pesos y seguirá aumentando hasta alcanzar los 272 mil millones en 2023, un aumento de 13% en seis años. Un estudio realizado por el Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO) calculó que los costos totales solamente de la diabetes asociados a la obesidad en el 2013 ascendieron a 85 mil millones de pesos al año, de los cuales 73% corresponden a gastos para tratamiento médico, 15% al costo generado por pérdidas debidas al ausentismo laboral, y 12% al costo por pérdidas de ingreso debido a mortalidad prematura. El costo indirecto por la pérdida de productividad por muerte prematura atribuible al sobrepeso y la obesidad ha aumentado de 9 146 millones de pesos a 25 099 millones de pesos en el 2008. Esto implica una tasa de crecimiento promedio anual de 13.51 %. El costo total del sobrepeso y la obesidad (suma del costo indirecto y directo) ha aumentado de 35 429 millones de pesos en 2000 al estimado de 67 345 millones de pesos en 2008.

Los costos sociales por dicha enfermedad ascienden a más de 85 mil millones de pesos al año. De esta cifra, 73% corresponde a gastos por tratamiento médico, 15% a pérdidas de ingreso por ausentismo laboral y 12% a pérdidas de ingreso por mortalidad prematura. (IMCO, 2015)

Se estima que cada año se pierden más de 400 millones de horas laborables por diabetes asociada al SPyO, lo que equivale a 184,851 empleos de tiempo completo. Esto a su vez representa el 32% de los empleos formales creados en 2014.

Para una persona es 21 veces más barato cambiar de hábitos que tratar una diabetes complicada. El costo de un prediabético obeso que modifica su dieta y actividad física es de 92,860 pesos en un acumulado a 30 años del diagnóstico. Sin embargo, si no cambia sus hábitos, por diversas complicaciones médicas puede llegar hasta 1.9 millones de pesos en 30 años, llevando a la bancarrota a su familia. (IMCO. 2015 “Kilos de más, pesos de menos: Los costos de la obesidad en México”).

### **Tratamientos para la obesidad**

El tratamiento de esta enfermedad debe integrar la consecución y el mantenimiento de un estilo de vida saludable, es decir, la mejora de los hábitos alimenticios, realizar ejercicio físico y evaluar un cambio en los determinantes sociales y ambientales. La estrategia más

eficaz para la pérdida de peso es la combinación entre la limitación de energía y el aumento de gasto energético. (Lecube et al., 2016, pág. 4)

Esto se realiza mediante la conjunción de dieta y ejercicio físico. Las recomendaciones dietéticas están orientadas a una dieta hipocalórica, con un mayor consumo de verduras y frutas, disminución de la ingesta de carnes altamente procesadas y alimentos azucarados. (Cano et al., 2017, pág.90)



## II. Fundamentación teórica

“El movimiento corporal humano como referente teórico, fundamenta el saber y hacer de la profesión de fisioterapia, constituye su objetivo de estudio, comprensión y manejo, como elemento esencial de la salud y el bienestar del hombre” (Calvo Soto, 2020, pág.37). Con base en esto, este trabajo está fundamentado en el modelo patocinesiologico planteado por Helen Hislop en 1975 que se define como “estudio de la anatomía y la fisioterapia en su relación con movimientos anómalos”. Destaca su estudio acerca de cómo la anomalía afecta a los sistemas y al movimiento. En el caso de la obesidad el componente alterado es el metabólico, esta alteración genera desbalance de movimiento o una alteración de movimiento. La fisioterapia busca restaurar la homeostasis motriz de la persona o de sus subsistemas, iniciando por la célula, los tejidos, los órganos, los sistemas, la persona, y finalmente la familia. En esta investigación seguimos este modelo iniciando por mejorar la composición corporal (% de grasa) para así mejorar el movimiento y la capacidad funcional de la persona.

## **Obesidad**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la obesidad es una enfermedad crónica, caracterizada por el aumento de la grasa corporal, asociada a mayor riesgo para la salud.

Pocas enfermedades crónicas han avanzado en forma tan alarmante en la mayoría de los países durante las últimas décadas como ha ocurrido con la Obesidad, motivo de preocupación para las autoridades de salud debido a las nefastas consecuencias físicas, psíquicas y sociales.

### **Epidemiología**

Según la encuesta nacional de salud (ENSANUT, 2016) para adultos de 20 años y más la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad pasó de 71.2% en 2012 a 72.5% en 2016. Las prevalencias tanto de sobrepeso como de obesidad y de obesidad mórbida fueron más altas en el sexo femenino. Aunque las prevalencias combinadas de sobrepeso y obesidad no son muy diferentes en zonas urbanas (72.9%) que en rurales (71.6%), la prevalencia de sobrepeso fue 4.5 puntos porcentuales más alta en las zonas rurales, mientras que la prevalencia de obesidad fue 5.8 puntos porcentuales más alta en las zonas urbanas.

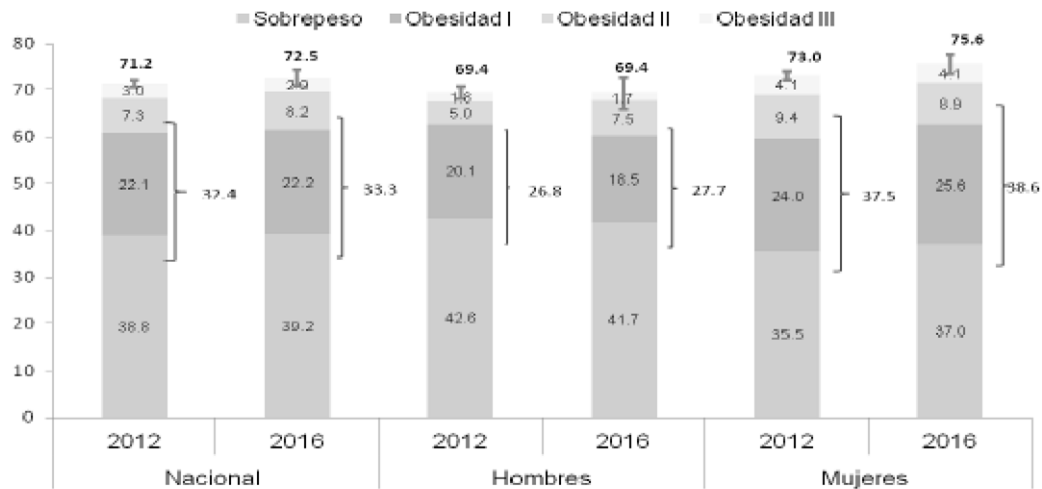
La prevalencia de obesidad abdominal fue de 76.6%, siendo mayor en mujeres que en hombres (87.7% vs 65.4%) y en los grupos de 40 a 79 años comparados con el grupo de 20 a 29 años.

Los beneficios más importantes de comer saludablemente y practicar actividad física reportados por más de la mitad de la población (50.7%) fueron el sentirse bien física y emocionalmente, evitar enfermedades (33.6%), rendir más en sus actividades diarias (9.7%) y disminuir gastos médicos (6%). (ENSANUT, 2016).

Por otro lado, los principales obstáculos para alimentarse saludablemente fueron la falta de dinero para comprar frutas y verduras (50.4%), falta de conocimiento (38.4%) y tiempo (34.4%) para preparar alimentos saludables, falta de una alimentación saludable en la familia

(32.4%), preferencia por consumir bebidas azucaradas y comida chatarra (31.6%), falta de motivación (28.3%) y desagrado por el sabor de las verduras (23%). El 81.6% de la población adulta gusta del sabor de las bebidas azucaradas, sin embargo, la mayoría (92.3%) no las consideran saludables. Respecto a la autopercepción del peso no saludable, prácticamente la mitad de la población (48.4%) se identificó con sobrepeso y una minoría con obesidad (6.7%). A pesar de que el 40% de los encuestados afirmó que la obesidad es de carácter hereditario, casi su totalidad la asocia al consumo de bebidas azucaradas (88.3%), no comer verduras y frutas (84.3%), ver televisión o usar computadora (89.3%), y el no realizar actividad física (94.8%). (ENSANUT, 2016)

Gráfica 1. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en población de 20 o más años



(Fuente: ENSANUT, 2016)

## Fisiopatología

El tejido adiposo blanco es un órgano endocrino mayor, productor y regulador de una numerosa cantidad de péptidos, proteínas, hormonas, metabolitos y señales de inflamación celular conocidas como “adipocinas”, las cuales modulan procesos metabólicos desde el tracto intestinal hasta el cerebro. Junto a este tejido, macrófagos y células endoteliales se suman a la capacidad secretora del tejido adiposo. (Kilian et al., 2014, pág. 916)

El tejido adiposo blanco secreta gran cantidad de citocinas proinflamatorias, a estas se les conoce como “adipocitocinas”. Es por este sistema hormonal que en la obesidad los parámetros homeostáticos son alterados, con una inclinación de la balanza a un estado proinflamatorio, debido a un estrés generado en el adipocito, que inicialmente es un sistema de almacenamiento del excedente de energía en forma de triglicéridos, al saturarse el sistema o no poder compensar con la hiperplasia de los adipocitos se desarrolla una hipertrofia del adipocito, que genera estrés en el retículo endoplásmico, daño mitocondrial, liberación de moléculas reactivas de oxígeno, liberación de adipocinas inflamatorias y alteración de la cascada de coagulación. (Carmona, 2019, pág. 13)

La obesidad se caracteriza porque tiene una evolución crónica en diferentes fases: constitución y posterior mantenimiento del exceso de peso. El estadio inicial de constitución se caracteriza por un desequilibrio energético, muy dependiente de la conducta alimentaria y de la actividad física. Clínicamente, existe un aumento del almacenamiento adiposo y un aumento adaptativo de la masa magra. Comúnmente se piensa que el desarrollo de la masa grasa es secundario a un desequilibrio del balance energético, sin embargo, podría existir una anomalía primaria del tejido adiposo con mayores capacidades de almacenamiento. La fase de mantenimiento es el resultado de un nuevo equilibrio energético y de cambios de las capacidades de almacenamiento. Una fase de empeoramiento de la enfermedad conduce al estadio de obesidad establecida caracterizada por la aparición de comorbilidades. (Cianguara et al., 2017, pág. 2)

Un cúmulo creciente de evidencias científicas han demostrado que las alteraciones en la composición corporal caracterizadas por el aumento de la masa grasa, además de aumentar la probabilidad de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y neoplásicas, pueden participar en la modulación de ciertas enfermedades inflamatorias. (Alvarez-Nemegyei et al., 2018, pág. 2)

## **Etiología**

La obesidad es una condición multifactorial, según la OMS, sus principales causas son el cambio dietético que se orienta hacia el consumo de alimentos altamente calóricos y con pocos aportes nutricionales, la disminución de la actividad física, el medio ambiente, la

comercialización y distribución de alimentos, el crecimiento urbano la cultura, condiciones genéticas y metabólicas. (Castro García, 2015, pág. 33)

García (2015) clasifica las causas de la obesidad en principales y secundarias debido a que las causas que presenta la OMS no explican realmente porqué sucede la obesidad. A continuación, se enlista la clasificación:

#### Causas primarias:

- Condiciones laborales (incremento de la jornada laboral, disminución del salario, incremento de los precios)
- Concentración en la distribución de alimentos
- Concentración en la producción de alimentos
- Producción de alimentos nocivos

#### Causas secundarias:

- Consumo de alimentos altamente calóricos con poco aporte nutricional
- Disminución de la actividad física
- Cambio cultural
- Principales comorbilidades
- Cardiovasculares

Algunos estudios clínicos indican que la obesidad se asocia a muerte súbita. Aunque el progreso a insuficiencia cardíaca puede ser la causa más común de muerte en pacientes que tienen cardiomiopatía por obesidad, también que la muerte súbita es más común en pacientes obesos aparentemente sanos que en sujetos delgados. Estudios electrofisiológicos han demostrado en sujetos con obesidad un aumento en la irritabilidad eléctrica que puede desencadenar la aparición de arritmias ventriculares, incluso en ausencia de disfunción ventricular o insuficiencia cardíaca.

#### Alteraciones respiratorias


“La obesidad altera la mecánica ventilatoria y es responsable de un síndrome restrictivo y/o de una disminución del volumen espiratorio residual. La asociación con asma o con hiperreactividad bronquial favorecida por algunas adipocinas puede añadir un componente obstructivo”. (Ciangura et al., 2017, pág. 4)

Las consecuencias de estas comorbilidades pueden ser: accidentes en la vía pública, HTA pulmonar y sistémica, trastornos del ritmo y de la conducción cardíaca, insuficiencia cardíaca.

### Reumatológicas

Las enfermedades reumatológicas pueden ser responsables de discapacidad funcional y alteración de la calidad de vida. Son muy frecuentes sobre todo a mayor edad de la persona.

“La artrosis, en particular femorotibial (gonartrosis), es la comorbilidad más frecuente. Está ligada al aumento de la carga soportada por las articulaciones y asimismo favorecida por el estado inflamatorio crónico relacionado con la obesidad.” (Ciangura et al., 2017, pág. 5)

Ettinger y cols. (1994) evaluaron los efectos de la comorbilidad sobre la discapacidad y encontraron que las personas con un IMC > 30 kg/m<sup>2</sup> tenían 4.2 veces más posibilidades de tener OA de rodillas en comparación con las personas con un IMC normal. La OA de rodillas y la obesidad estuvieron, cada una de ellas, asociadas significativamente con una disminución importante de la función física con un riesgo relativo de 4.3 y de 1.7, respectivamente. (Ciangura et al., 2017) 

Independientemente de que el efecto mecánico de la obesidad sobre las articulaciones de carga contribuya al desarrollo de la OA, estudios recientes han demostrado que la OA está afectada por factores metabólicos sistémicos asociados con la obesidad. De forma muy interesante, el tejido adiposo contribuye a la respuesta inflamatoria sistémica en la OA y, por lo tanto, a la patogénesis de esta enfermedad. (Duarte Salazar & Miranda Duarte, 2014, pág. 54)

### Metabólicas

Las principales complicaciones metabólicas de la obesidad están relacionadas con la insulinoresistencia y forman parte del síndrome metabólico. Al igual que para las complicaciones cardiovasculares, las complicaciones metabólicas son más frecuentes en caso de obesidad abdominal. El riesgo de desarrollar una diabetes tipo 2 se multiplica por 10 en caso de obesidad, y a la inversa, el 75% de los pacientes diabéticos tipo 2 son obesos.

La presencia de antecedentes familiares de diabetes aumenta mucho este riesgo. Las anomalías lipídicas más frecuentes son una hipertrigliceridemia y una disminución del colesterol dependiente de las lipoproteínas de alta densidad. La hiperuricemia es frecuente, con riesgo de gota. La afectación metabólica hepática (esteatosis, esteatohepatitis no alcohólica) es frecuente, con riesgo de fibrosis y posiblemente de cirrosis con posterior carcinoma hepatocelular. (Ciangua et al., 2017, pág. 5)

### Psicológicas y sociales

La obesidad es fuente de prejuicios, de discriminación social, y está asociada a una disminución de la calidad de vida. El “ideal de delgadez” puede participar en el desarrollo de un TCA (restricción alimentaria, compulsiones posteriores) que favorece la ganancia de peso. La depresión puede ser determinante en la ganancia de peso, pero también secundaria. La valoración de la repercusión de la obesidad en la calidad de vida forma parte del estudio sistemático, así como la valoración del dolor, que constituye una causa importante de alteración de esta calidad de vida. (Ciangua et al., 2017, pág. 5)

### **Ejercicio físico**

El ejercicio físico es aquella actividad que se programa, se controla en intensidad, tipo, duración y frecuencia, además de tener un objetivo claro para lograr efectos positivos para la salud. Por lo tanto, recomendar a un obeso que haga actividad física sin ninguna orientación, en algunas ocasiones puede ser insuficiente para lograr bajar peso y en otras ocasiones el obeso puede exagerar en la intensidad o tipo de actividad física. (Medrano Echeveria, 2014, pág. 8)

Se deben tomar en cuenta los siguientes factores para dosificar ejercicio:

- Frecuencia (nivel de repetición): la cantidad de veces que la persona realiza actividades físicas (a menudo expresada en número de veces a la semana).
- Tiempo (duración): la duración de la sesión de ejercicio físico.
- Tipo: la modalidad específica de ejercicio que la persona realiza (por ejemplo, aeróbico o anaeróbico).
- Intensidad (nivel de esfuerzo): el nivel de esfuerzo que implica la actividad física (a menudo descrita como leve, moderada o vigorosa).

Los MET son la forma objetiva de cuantificar la intensidad del ejercicio. Un MET se define como el costo energético de estar sentado tranquilamente y es equivalente a un consumo de 1 kcal/kg/h. Se considera una actividad ligera si requiere menos del 40% del consumo máximo de oxígeno o es menor a cuatro METS; moderada si requiere del 40 al 60% del consumo máximo de oxígeno o va de cuatro a seis METS; y vigorosa si se requiere más del 60% del consumo máximo de oxígeno del individuo o tiene un costo absoluto mayor a los seis METS.

En la prescripción del ejercicio con fines de prevención cardiovascular, se pueden obtener beneficios con programas de intensidad ligera-moderada (40-60% del consumo máximo de oxígeno) y beneficios adicionales con programas de intensidad vigorosa (> 60% del consumo máximo de oxígeno). (Medrano Echeveria, 2014, pág. 11)

Según la OMS (2016) los ejemplos de ejercicio moderado (3-6 METS) son los siguientes:

- caminar a paso rápido
- bailar
- jardinería
- tareas domésticas
- caza y recolección tradicionales
- participación activa en juegos y deportes con niños y paseos con animales domésticos
- trabajos de construcción generales (p. ej., hacer tejados, pintar, etc.)
- desplazamiento de cargas moderadas (< 20=kg).



Se consideran ejercicios vigorosos:

- footing;
- ascender a paso rápido o trepar por una ladera
- desplazamientos rápidos en bicicleta
- aerobio
- natación rápida
- deportes y juegos competitivos (p. ej., juegos tradicionales, fútbol, voleibol, hockey, baloncesto)
- trabajo intenso con pala o excavación de zanjas
- desplazamiento de cargas pesadas (> 20 kg)

Beneficios del ejercicio físico:

- Disminución de los riesgos del infarto
- Aumento del bombeo sanguíneo al corazón y disminución del ritmo cardiaco
- Disminución de la presión arterial
- Disminución de los niveles de lactato en sangre
- Incremento de la capacidad pulmonar
- Mejora de la oxigenación muscular periférica
- Mejora del tono muscular
- Mejora de la calidad del sueño
- Aumenta la autoestima
- Mejora la libido y la satisfacción sexual

## **Tipos de ejercicio**

Ejercicio aeróbico:

El ejercicio de predominio aeróbico se refiere a aquel que depende fundamentalmente del sistema aeróbico de producción de energía. Son de tipo continuo y utilizan grandes grupos musculares. Es por esto que este tipo de ejercicios son capaces de generar un elevado gasto

de energía. Sin embargo, este gasto de energía, así como el combustible que se utilizará en forma predominante durante el ejercicio, dependen fundamentalmente de la intensidad del mismo. Los ejercicios de predominio aeróbico utilizan una mezcla de combustible de lípidos e hidratos de carbono. El porcentaje de contribución de esta mezcla al ejercicio es fundamentalmente dependiente de la intensidad. Durante ejercicios continuos de baja intensidad, el combustible que predomina son los lípidos, pero a medida que la intensidad del ejercicio aeróbico se incrementa, la contribución de los hidratos de carbono va creciendo. Por otra parte, está demostrado que a una intensidad de trabajo continuo que permita sostener un ritmo estable, a medida que aumenta la duración del ejercicio, la contribución de los lípidos es cada vez mayor. (Trapp et al., 2016, pág. 686)

El ejercicio aeróbico usa como base el oxígeno, por tal razón tiene una base aeróbica, y se debe entender que la cuantificación de intensidad se mide por el VO<sub>2</sub> máx. y por la FC. El VO<sub>2</sub>, nos indica la cantidad de oxígeno que se consume o utiliza en el organismo por unidad de tiempo. El hecho de hacer ejercicio físico provoca un aumento del flujo respiratorio, y el VO<sub>2</sub> presenta una relación lineal con la intensidad, a mayor intensidad de ejercicio, mayor VO<sub>2</sub>, de manera simple se puede observar que mientras se realiza el ejercicio aumenta la respiración y con ello se hace más difícil hablar durante el ejercicio. (Trapp et al., 2016, pág. 686)

Para el tratamiento de la obesidad y/o sobrepeso se usan tradicionalmente ejercicios de baja-moderada intensidad (50-60% de la capacidad física máxima conocida como VO<sub>2</sub> máx.), 30-50 min por cada sesión,  $\geq 3$  veces por semana. Sin embargo, tales recomendaciones han producido una mínima reducción de la masa grasa y una baja de peso corporal insuficientes para propósitos de salud. (Trapp et al., 2016, pág. 687)

Como una alternativa más eficiente se plantea el ejercicio de alta intensidad intermitente (HIIT) con mayores efectos sobre la masa grasa subcutánea y abdominal. Esta modalidad de ejercicio se caracteriza por períodos cortos de ejercicio (seg o min) efectuados a alta intensidad ( $\geq 100\%$  VO<sub>2</sub> máx.) seguidos de descanso (activo o inactivo) entre cada serie de ejercicio. Tal actividad se repite un número de veces que varía según la modalidad empleada entre 10-60 ciclos. El propósito de esta modalidad es inducir adaptaciones celulares en el músculo esquelético que son proporcionales a la intensidad del ejercicio e involucran

incrementos en la síntesis de proteínas tanto estructurales como de transporte de sustratos y de enzimas involucradas en la respiración mitocondrial. (Sifuentes et al, 2016, pág. 1258)

Los estudios que han presentado mejoras en el fitness cardiovascular, muscular y composición corporal, realizaron un protocolo de ejercicio que al menos considerara ejercicios 3 veces por semana, con sesiones de 12 min de duración como mínimo, considerando ejecuciones de 30s y pausas de 30s, durante 12 semanas, con una intensidad cercana o superior al 90% de la VAM, incluyendo 1 sesión a la semana de ejercicios de fuerza, siendo el método “all-out” el más utilizado por los trabajos analizados, esta intensidad se puede evaluar por medio de la escala de percepción de esfuerzo. (Poblete et al., 2016, pág. 62)

Se ha informado que el entrenamiento de alta intensidad es agradable para las personas con sobrepeso y obesidad, anteriores estudios han concluido que HIT es eficiente en el tiempo para aumentar el VO<sub>2</sub>máx y la aptitud cardiorrespiratoria y reducir factores de riesgo metabólico.

En personas clasificadas como obesas, el entrenamiento con ejercicios de alta intensidad mejora de la calidad de vida relacionada con la salud evaluada con SF-36. (Svensson et al., 2017, pág. 8)

### Ejercicio con sobrecarga

Corresponden a ejercicios que se desarrollan principalmente en un régimen de acción muscular dinámica. Emplean diversos tipos de resistencias externas para su ejecución. Se utilizan pesas libres, máquinas de resistencia variable, poleas, dispositivos isocinerciales, bandas elásticas, etc. Su principio de acción se basa en aumentar las exigencias de tensión muscular por sobre las actividades de la vida diaria. Conocer la carga que supere el umbral de adaptación, pero, que no supere el umbral máximo de tolerancia, es de los aspectos más importantes en un programa de ejercicio con sobrecarga, tanto para generar adaptaciones reales y para hacer el plan más eficiente. (Jorquera & Cancino, 2012, pág. 231)

La forma de valorar la exigencia del trabajo con sobrecarga es generalmente en base al porcentaje de una repetición máxima (%1RM). Una repetición máxima corresponde al 100% de la fuerza máxima dinámica, o el peso (carga) que se puede movilizar solo una vez. La RM

sirve para prescribir intensidades de trabajo de carga con porcentajes de peso de este máximo que se pueda levantar. Dependiendo del objetivo que se busque, se tendrán prescripciones que estarán orientadas a trabajar con el 70-80% de la RM máx. (trabajo de fuerza con pocas repeticiones) al 50-60% trabajo de resistencia con mayor número de repeticiones y al 30-40% trabajos de potencia con mayor número de series y repeticiones. (Jorquera & Cancino, 2012)

También existen opciones de cuantificación subjetiva como lo son el rango de esfuerzo percibido (RPE) y las repeticiones en reserva (RIR) como se muestra en la tabla 2 y 3. El RPE es la intensidad subjetiva del esfuerzo, tensión, fatiga o malestar que pueda presentar la persona durante el ejercicio. El RIR son las repeticiones que le quedan a la persona para llegar al fallo muscular. (Helms et al., 2016, pág. 43)

Tabla 2. Rango de esfuerzo percibido

<b>RPE</b>	<b>SENSACION SUBJETIVA DE LA PERSONA</b>
<b>10</b>	ESFUERZO MÁXIMO
<b>9</b>	EXTREMADAMENTE DIFÍCIL
<b>8</b>	MUY DIFÍCIL
<b>7-6</b>	DIFÍCIL
<b>5</b>	ALGO DIFÍCIL
<b>4-3</b>	CÓMODO
<b>2</b>	FÁCIL
<b>1</b>	MUY FÁCIL

(Fuente: elaboración propia con base en Helms et al., 2016)

El método de la repetición máxima es el más utilizado clínicamente, sin embargo existen algunos problemas a la hora de trabajar con ese método ya que el RM varía todos los días por diferentes cuestiones, psicológicas, sociales, fatiga, nutrición, sueño, motivación, situaciones adversas, por esta razón existe una tabla que relaciona el RPE con RM y esto ofrece una solución al problema planteado anteriormente, ya que no se tiene que medir diariamente el RM, sino que, directamente con el número del RPE, se sabrá con que RM se está trabajando. (Helms et al., 2016, pág. 45)

El entrenamiento con cargas, como mínimo, ha impedido el aumento de la grasa corporal en las poblaciones de estudio, y, en la mitad de los estudios, ha logrado reducir el porcentaje de grasa corporal significativamente hasta un 10%. De esta forma, el entrenamiento

con cargas es una estrategia a tener en cuenta a la hora de disminuir, o al menos de prevenir, los aumentos de grasa corporal. A pesar de las diferencias metodológicas en los programas utilizados, todos los estudios tienen como punto común una frecuencia semanal de entrenamiento de 2-3 sesiones de unos 40-45 minutos de duración y con unas cargas superiores al 40%RM. Así, esta parece ser una configuración del entrenamiento adecuada para prevenir y/o disminuir el aumento de grasa corporal en personas obesas. (Balsalobre Fernández & Tejero González, 2015, pág. 382)

Tabla 3. Relación con 1RM porcentual, repeticiones realizadas y RPE basado en RIR

Repeticiones en reserva								
RPE	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>10</b>	100%	95%	91%	87%	85%	83%	81%	79%
<b>9.5</b>	97%	93%	89%	86%	84%	82%	80%	78%
<b>9</b>	95%	91%	87%	85%	83%	81%	79%	77%
<b>8.5</b>	93%	89%	86%	84%	82%	80%	78%	76%
<b>8</b>	91%	87%	85%	83%	81%	79%	77%	75%
<b>7.5</b>	89%	86%	84%	82%	80%	78%	76%	74%
<b>7</b>	87%	85%	83%	81%	79%	77%	75%	73%

(Fuente: Elaboración propia con base en Helms et al., 2016)

Efectos del ejercicio físico en pacientes con obesidad según (Melo Cazal, Bouzas Marins, Natali, Vallejo Soto, & Sillero Quintana, 2019) :

- Aumento de densidad ósea
- Disminución de grasa corporal
- Aumento de masa grasa
- Mejor tolerancia a la glucosa
- Mejora de la frecuencia cardiaca en reposo
- Aumento del tiempo en ejercicios submáximos de resistencia
- Mejora del metabolismo basal

Por cada 1 kg de peso perdido existe una disminución de 0,5 mmHg en la presión arterial sistólica y de 1 cm de contorno de cintura en los pacientes obesos.

### **Ejercicio en agua**

Los ejercicios en agua tienen varias ventajas, el agua puede reducir la carga de peso debido a la flotabilidad. También puede proporcionar un buen ejercicio aeróbico que no sea perjudicial y fácil de aprender. La resistencia al agua fortalece los músculos y la presión hidráulica y la temperatura del agua pueden aumentar la función circulatoria de la sangre. Ha sido reportado que el ejercicio físico en agua ayuda no solo a la reducción de peso y al fortalecimiento de la musculatura, sino también al alivio del dolor; y su efecto se extiende a mejorar la calidad de vida. (Lim J.Y et al., 2010, pág. 724)

Los ejercicios acuáticos, que utilizan la flotabilidad del agua, pueden ayudar a reducir la grasa corporal manteniendo una estabilidad superior en comparación con los ejercicios en el suelo. Por lo tanto, el ejercicio acuático es muy recomendable para los pacientes que padecen obesidad. Los ejercicios acuáticos con resistencia, como la natación, pueden mejorar en parte los factores de fuerza física, junto con la resistencia. Estos ejercicios no solo mejoran las funciones del sistema respiratorio y del sistema circulatorio, sino que también ayudan a desarrollar la fuerza muscular, la resistencia y la flexibilidad, afectando efectivamente los cambios en la composición corporal. (Bo-Ae Lee y Deuk-Ja Oh, 2014, pág. 189)

Los ejercicios en el agua son los que tienen un mayor impacto en la recuperación del paciente. Específicamente en el campo de la recuperación funcional, además contribuye a la motivación del paciente por los beneficios psicológicos y la sensación de bienestar que aporta. (Martín Cordero, 2008, pág. 107).

Generalidades en el ejercicio físico en agua:

Aunque es necesario individualizar los tratamientos en función de diversos parámetros, existen una serie de normas generales a la hora de realizar un tratamiento de hidrocinesiterapia, que vienen determinadas por los principios o bases físicas de la hidroterapia.

En primer lugar, y sobre la temperatura del agua, en general se considera que ésta debe estar entre 34° y 36°, es decir, la denominada temperatura indiferente, que inicialmente provocará una ligera relajación y facilitará la ejecución de la cinesiterapia; debe evitarse una temperatura superior porque aumentarían los efectos hipotensores y el trabajo cardíaco, lo que puede provocar mareo, shock, congestión, etc. En esta adaptación se debe seguir siempre el principio de progresión, para lo que nos apoyaremos en:

Efectos de la hidrostática: Basándonos en la flotación, dirigiremos la dirección del movimiento de forma que éste se vea facilitado o resistido, de la misma forma que modificaremos la profundidad de inmersión.

Efectos de la hidrodinámica: Modificando la velocidad, ángulo de realización y dirección de ejecución de los ejercicios para modificar la resistencia que opone el agua al movimiento.

Empleo de accesorios que modifican bien la superficie o la incidencia en el agua, facilitando o dificultando el movimiento (flotadores, aletas, manguitos, etc.).

(Cameron H, 2009)

Método de trabajo en el ejercicio en agua:

Incluiría por un lado los ejercicios donde se produce un desplazamiento de todo el cuerpo, como la natación y la marcha, y, por otro lado, los ejercicios de uno o varios segmentos corporales, estando el paciente estabilizado en una determinada posición. Durante la realización de los mismos el sujeto controla la amplitud del movimiento, dirección, velocidad

de ejecución, etc., bajo las directrices del fisioterapeuta o bien es el fisioterapeuta el que aplica el ejercicio pasivo.

### Efectos e indicaciones

Durante el ejercicio físico en agua, el cuerpo adquiere calor, no sólo a través del agua, sino también de todos los músculos que se contraen al realizar los ejercicios. Cuando el paciente entra en el agua en un primer momento, los vasos cutáneos se contraen momentáneamente y tiene lugar un aumento de la resistencia periférica y de la presión sanguínea. Sin embargo, después las arteriolas se dilatan, lo cual hace disminuir la resistencia periférica y la presión sanguínea, mejorando el gasto cardíaco y aumentando así la circulación de retorno. (Cameron H, 2009)

Asimismo, aumenta la demanda de oxígeno y la producción de dióxido de carbono, elevándose de este modo el trabajo de ventilación y disminuyendo el volumen de reserva espiratoria, gracias a un aumento del recorrido diafragmático. En realidad, todo esto se traduce en un aumento del metabolismo, que tiene consecuencias también a nivel renal. El ejercicio en el agua provoca una disminución de la hormona antidiurética y de la aldosterona, que se acompaña de un aumento de la liberación de sodio y de potasio, lo cual también favorece una disminución de la presión sanguínea y mejora la eliminación de los productos de desecho metabólicos. (Cameron H, 2009)

Algunos de los efectos terapéuticos más destacados en el ejercicio en agua son: el fortalecimiento de los músculos débiles, el desarrollo de la potencia o de la resistencia de manera que el músculo no se fatigue o bien que se produzca con la menor rapidez; el aumento de la circulación sanguínea y, por tanto, una mejora en la oxigenación muscular, junto con la disminución de la sensibilidad de los nociceptores, proporcionan un efecto analgésico importante que favorece la relajación muscular. Otro de sus principales efectos es mejorar la percepción del esquema corporal, la coordinación motriz y el equilibrio. (Cameron H, 2009)

La presión hidrostática aumenta con la profundidad; de ello resulta una disminución del peso corporal, una elevación del centro de gravedad y una facilitación del equilibrio estático y dinámico, lo cual hace que los esfuerzos necesarios para realizar movimientos sean menores. (Cameron H, 2009)



Un estudio de Lee en 2014 demostró una diferencia en porcentaje de grasa corporal dentro de dos grupos, se encontró una diferencia significativa en el grupo que realizó ejercicio en agua ( $t = 4,87$ ) y no hubo diferencia significativa en el grupo control ( $t = -1,335$ ). Hubo una diferencia significativa en el post-test de diferencia entre los grupos ( $t = -6,78$ ).

Como resultado de la prueba de la diferencia en la cantidad de masa libre de grasa dentro de los grupos, el grupo que realizó ejercicio en agua ( $t = 4,87$ ) mostró una diferencia significativa y el grupo de control ( $t = -1,26$ ) no mostraron una diferencia significativa.

La investigación avanzada relacionada con la composición corporal reveló que, para cada frecuencia de un ejercicio acuático a largo plazo, puede ayudar a controlar el balance energético negativo, lo que resulta en una disminución de la grasa corporal continúa en pacientes obesos. Esto es debido al hecho de que el ejercicio acuático a largo plazo, como un ejercicio aeróbico, consume eficazmente la grasa corporal (Owens et al., 1999 citado en Lee, 2014)

### Contraindicaciones

En relación con el tratamiento de hidrocinesiterapia, deben conocerse aquellas situaciones en las que está contraindicado el ejercicio en el agua, como es el caso de los procesos infecciosos que comportan un riesgo de contaminación de la piscina y de transmisión a los demás pacientes, así como la agravación del mismo (conjuntivitis vírica, otitis, sinusitis, bronquitis, tuberculosis, etc.). (Cameron H, 2009)

La hidrocinesiterapia tampoco podrá utilizarse en pacientes con estados febriles, que se acompañan a menudo con malestar general, vómitos y tampoco en aquellas personas con alteraciones de la termorregulación, incontinencia urinaria y fecal. Por otra parte, las patologías cardiovasculares y respiratorias graves, como la insuficiencia respiratoria grave, insuficiencia cardíaca e hipertensión arterial grave, así como también la hipotensión, úlceras varicosas, coronariopatías que dan lugar a crisis anginosas de repetición, debido al riesgo por la inestabilidad que presentan. (Cameron H, 2009)

## **Composición corporal**

“El análisis de la composición corporal constituye una parte fundamental en la valoración del estado nutricional.” (González Jiménez, 2013, pág. 69)

Wang et al., definen la composición corporal como aquella rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones cuantitativas entre los componentes y los cambios cuantitativos en los mismos relacionados con factores influyentes. (González Jiménez, 2013, pág. 69)

“Permite relativizar e interpretar con mayor precisión y racionalidad determinados acontecimientos o adaptaciones funcionales en un sujeto sometido a un proceso de cambio, bien natural o artificial”. (Costa Moreira et al., 2015. pág. 388)

Los principales componentes del organismo humano están organizados en cinco niveles, jerarquizados según su connotación biológica, siendo estos el nivel atómico, el molecular, el celular, el tisular y el global. En el nivel atómico, la masa corporal está compuesta básicamente por once elementos químicos, así la composición corporal podría dividirse en oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, calcio, fósforo, potasio, azufre, sodio, cloruro y magnesio. (Costa Moreira et al., 2015, pág. 388)

A nivel molecular, la composición corporal puede ser dividida en seis componentes: los lípidos, las proteínas, los carbohidratos, los minerales óseos, los minerales no óseos y el agua. La composición corporal en el nivel celular tiene tres compartimentos: las células, los líquidos y los sólidos extracelulares. Por otro lado, el nivel tisular de la composición corporal está formado por cinco componentes: el tejido adiposo, tejido muscular esquelético, tejido óseo, órganos y vísceras y tejido residual. Por último, en el nivel global la composición corporal no es resultado del fraccionamiento del cuerpo, pero sí de las propiedades de éste como talla, índice masa corporal, superficie corporal y densidad corporal. (Costa Moreira et al., 2015)

Actualmente, los métodos de análisis de la composición corporal son divididos en tres grupos: el directo, los indirectos y los doblemente indirectos. El método directo tiene que ver con la disección de cadáveres y aunque cuenta con una excelente fiabilidad, su aplicación y utilidad es muy limitada. (Costa Moreira et al., 2015, pág. 388)

Métodos indirectos:

- Densitometría
- Tomografía axial computarizada
- Resonancia Magnética Nuclear
- Doblemente INDIRECTOS

Los métodos doblemente indirectos de análisis de la composición corporal también son técnicas para medir la composición corporal in vivo y en general, fueron validados a partir de los métodos indirectos y por eso, presentan un margen de error muy grande, cuando son comparados con los métodos indirectos. Entretanto, en razón de los altos costes de los métodos indirectos y de la sofisticación metodológica, los métodos doblemente indirectos como la antropometría y la impedancia bioeléctrica ganan importancia debido a su sencillez, seguridad, facilidad de interpretación y bajas restricciones culturales. Además, estos métodos presentan mejor aplicación práctica y menor coste financiero, lo que permite su empleo en investigaciones y estudios epidemiológicos. (Costa Moreira , Alonso Aubin, Patrocinio de Oliveira, & Candia Luján, 2015)

Impedancia bioeléctrica

La impedancia bioeléctrica se utiliza para el cálculo del agua total del cuerpo, masa grasa y masa libre de grasa. Este método se basa en el principio de que la conductividad del agua del cuerpo varía en los diferentes compartimentos, así este método mide la impedancia a una pequeña corriente eléctrica aplicada a medida que pasa a través del cuerpo. La impedancia varía de acuerdo con el tejido que se está evaluando, siendo que la masa libre de grasa presenta una buena conductibilidad eléctrica por poseer elevada concentración de agua y electrólitos, mientras la masa grasa no es un buen conductor eléctrico, lo que permite decir que la impedancia es directamente proporcional a la cantidad de grasa corporal. Los valores de impedancia bioeléctrica se convierten en valores que reflejan el agua corporal total o líquido extracelular para posteriormente, a través de ecuaciones, conocer la masa muscular. La fiabilidad y precisión de este método puede sufrir influencia de varios factores como el tipo de instrumento, puntos de colocación de los electrodos, nivel de hidratación, alimentación, ciclo

menstrual, temperatura del ambiente y la ecuación de predicción utilizada. De esta manera, algunos cuidados deben ser observados antes de la realización de la impedancia bioeléctrica.

Las principales ventajas de este método son su carácter no invasivo, que el aparato es relativamente barato, la evaluación presenta un bajo coste, es de fácil aplicación y es un método muy rápido. Entretanto, presenta desventajas como limitaciones de aplicación en pacientes que presentan retención de líquidos, edemas periféricos, problemas hidrostáticos o que haga uso de medicación diurética. (Costa Moreira , Alonso Aubin, Patrocinio de Oliveira, & Candia Luján, 2015)

## **Capacidad funcional**

La capacidad funcional se define como la facultad fisiológica del hombre, en sus componentes morfológicos, cardiopulmonares, neuromotores y psicológicos. se refiere al conjunto de actividades que un individuo realiza en su vida cotidiana y que necesita efectuar por sí mismo ya sea en su actividad laboral, recreativa o de ejercicio planeado. (Gamiz Matuk., et al. 2016, pág. 141)

La calidad de vida de los pacientes está determinada más por su capacidad funcional que por el número o tipo de enfermedades específicas que padecen. Por otro lado, la declinación en el estado funcional suele ser la forma de presentación inicial de muchas enfermedades en pacientes, por lo que la evaluación funcional representa un componente esencial del cuidado clínico de los pacientes. (Schapira & Jauregui, Capitulo 3)

Por función se entiende la capacidad de ejecutar las acciones que componen nuestro quehacer diario de manera autónoma, es decir, de la manera deseada a nivel individual y social. El deterioro funcional es predictor de mala evolución clínica y de mortalidad, independientemente de su diagnóstico. El objetivo de las escalas de valoración funcional es determinar la capacidad de una persona para realizar las actividades de la vida diaria de forma independiente. (Ferrín, Ferreira González, & Meijde Miguez, 2011, pág. 11)

La evaluación funcional según Schapira & Jáuregui tiene las siguientes características:

Reconoce la declinación funcional como la expresión de una enfermedad subyacente: por ejemplo, el hecho de que un paciente que habitualmente viajaba en cualquier medio de transporte sin dificultades comience a tener problemas para hacerlo, se desoriente o tenga confusiones con el dinero, constituye un signo de deterioro del estado funcional que debe tomarse como signo de que algo perjudicial está ocurriendo.

Permite evaluar y objetivar el grado de independencia del paciente que, a su vez, está íntimamente relacionado con la calidad de vida y el costo asistencial.

Incrementa la efectividad del examen clínico: esto es así porque aporta una sistemática en el abordaje del paciente y utiliza escalas que permiten objetivar su deterioro o mejoría.

Ayuda a diagnosticar el deterioro y facilita el seguimiento y la evaluación de los tratamientos implementados. La evaluación funcional no hace diagnóstico de enfermedades,

pero detecta el deterioro y constituye el puntapié inicial para comenzar una evaluación más profunda del paciente. (Schapira & Jauregui, Capítulo 3)

La obesidad desencadena un círculo vicioso y junto con el proceso de la enfermedad provoca intolerancia al ejercicio, que resulta en incremento de la prevalencia de obesidad.

La capacidad funcional describe la capacidad fisiológica que sustenta la ejecución de tareas físicas que demandan intervención del sistema cardiorrespiratorio.

Una de las alteraciones más importantes que sufre el obeso es en la capacidad de desarrollar actividades de la vida diaria como la marcha. Esta importante actividad sufre grandes alteraciones producto de los diversos cambios morfológicos y metabólicos del obeso.

Un paciente obeso verá disminuida su velocidad al caminar, sus pasos serán más cortos y anchos, lo que alterará la biomecánica de la marcha llevándolo a un mayor gasto energético y una menor eficiencia en el desarrollo de actividad física. La aptitud física involucra el acondicionamiento cardiopulmonar, la resistencia muscular, la fuerza, flexibilidad y la composición corporal. (González & Achiardi, 2016, pág. 19).

## IV. Hipótesis

**Hipótesis de trabajo:** Un programa de intervención fisioterapéutica conformado por ejercicio físico en agua, tiene efectos positivos en la capacidad funcional y composición corporal en los pacientes con obesidad.

**Hipótesis nula:** Un programa de intervención fisioterapéutica conformado por ejercicio físico en agua no tiene efectos positivos en la composición corporal y capacidad funcional en pacientes con obesidad.

## V. Objetivos

### V.1 Objetivo general

Determinar los efectos de un programa de ejercicio en agua en pacientes con obesidad para mejorar la composición corporal y capacidad funcional.

### V.2 Objetivos específicos

- Conocer los datos sociodemográficos de los pacientes del programa a través de la historia clínica.
- Conocer su composición corporal antes y después del programa de ejercicio físico en agua, a través de una báscula de impedancia.
- Conocer la capacidad funcional antes y después del programa de ejercicio en agua, a través del cuestionario SF-36.
- Conocer la capacidad funcional antes y después del programa de ejercicio en agua, a través del test de caminata 6 minutos.



## VI. Material y métodos

### VI.1 Tipo de investigación

Características: Cuasiexperimental de tipo antes y después.

Longitudinal: se hará una medición del % de grasa y capacidad funcional antes de iniciar la intervención fisioterapéutica y después de la misma.

Prospectivo: Porque se esperan efectos positivos en la composición corporal y aumento de la capacidad funcional.

Prolectivo: se recabará información del paciente.

Analítico: se verificarán los efectos del programa de ejercicio físico en agua en los pacientes con obesidad.

### VI.2 Población o unidad de análisis

Pacientes del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Grupo experimental: pacientes con obesidad que realizarán ejercicio en el área de hidroterapia.

### VI.3 Muestra y tipo de muestra

La muestra es de tipo no probabilística, con sujetos elegidos de manera no aleatoria por conveniencia y que participaron en la intervención de forma voluntaria de noviembre 2019 a marzo 2020.

#### VI.3.1 Criterios de selección

Criterios de inclusión:

- Pacientes de género masculino y femenino
- Edad entre 30 y 65 años
- Diagnóstico de obesidad grado 1, 2 o 3, de acuerdo al IMC
- Pacientes sin problemas de movilidad limitantes

- Derechohabientes del INNSZ
- Que acepten participar en el estudio mediante carta de consentimiento informado

**Criterios de exclusión:**

- Portadores de diabetes mellitus o hipertensión arterial descontrolada
- Que sean incapaces de realizar la caminata de 6 minutos
- Pacientes con cardiopatía
- Que estén bajo tratamiento farmacológico para la obesidad
- Que realicen cualquier programa de ejercicio
- Pacientes con estados alérgicos agudos, infecciones activas, micosis, incontinencia urinaria
- Pacientes con insuficiencia coronaria
- Pacientes que tengan excesivo miedo al agua
- Pacientes con alguna enfermedad no controlada

**Criterios de eliminación:**

- Que abandonen el estudio
- Que no cumplan con todas las valoraciones requeridas
- Que no asistan al 80% de las sesiones de tratamiento

VI. 3.2 Tabla 4. Variables estudiadas

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Tipo de variable</b>
<b>Edad</b>	Cantidad de años cumplidos a la fecha de aplicación del estudio	A través de una identificación oficial	Años	Cuantitativa Continua
<b>Sexo</b>	División del género humano en dos grupos	Se preguntó el género	Femenino Masculino	Cualitativa Nominal
<b>Obesidad</b>	Acumulación normal o excesiva de grasa	Calculando IMC con bascula	IMC	Cualitativa ordinal
<b>Ejercicio anaeróbico</b>	Ejercicio físico en donde se utiliza energía de fuentes	A través de RM	KG	Cualitativa nominal

	inmediatas no oxidadas			
<b>Ejercicio aeróbico</b>	Ejercicio físico que se lleva a cabo manejando la frecuencia cardiaca	A través de la frecuencia cardiaca	RPM	Cualitativa nominal
<b>Porcentaje de grasa antes del programa</b>	Cantidad de grasa encontrada en el organismo antes de realizar el programa de ejercicio	Calculada con báscula de impedancia bioeléctrica OMRON	%GC	Cualitativa ordinal
<b>Porcentaje de grasa después del programa</b>	Cantidad de grasa encontrada en el organismo después de realizar el programa de ejercicio	Calculada con báscula de impedancia bioeléctrica OMRON	%GC	Cualitativa ordinal
<b>Capacidad funcional antes del programa</b>	Capacidad de ejecutar las acciones que comprometen el quehacer diario, de manera autónoma antes de realizar el programa de ejercicio	Mediante el puntaje del cuestionario de salud SF-36	Calificación del cuestionario de salud SF-36	Cuantitativa de razón
<b>Capacidad funcional después del programa</b>	Capacidad de ejecutar las acciones que comprometen el quehacer diario, de manera autónoma después de realizar el programa de ejercicio	Mediante el puntaje del cuestionario de salud SF-36	Calificación del cuestionario de salud SF-36	Cuantitativa de razón

#### VI.4 Técnicas e instrumentos

##### **Caminata de 6 minutos**

La prueba de marcha de seis minutos (TM6M) es la prueba simple de ejercicio más utilizada; es una prueba funcional submáxima que se utiliza para reflejar y evaluar la capacidad física. La TM6M es útil, económica y fácil de aplicar. Es una herramienta para analizar la capacidad funcional de personas activas físicamente, sedentarias o portadoras de enfermedades crónicas. Es utilizado para verificar la respuesta de un individuo al ejercicio físico, arroja datos generalizados del sistema respiratorio, cardiaco y metabólico, así como un análisis global del desempeño físico. (Salas Figueroa & Terraza Olivares , 2015, pág. 23)

Lisboa y cols. (2008) mencionan que algunas ventajas de TM6M son las exigencias mínimas de equipamientos tecnológicos, el bajo costo, no requiere maquinaria especializada,

fácil aplicación y carente de riesgos mayores. Destacando también su alto valor predictor del estado funcional de los pacientes.

El test se lleva a cabo en una superficie plana de 30 metros de largo en la que durante 6 minutos el paciente debe caminar lo más rápido que pueda para lograr la mayor distancia posible. Esta prueba resulta fácilmente administrable y entendible ya que la caminata es una actividad común y frecuente hasta en los pacientes con un precario estado de salud (ATS 2002). Previo al test al paciente se le deben checar la presión sanguínea, oximetría de pulso, sensación subjetiva de fatiga y frecuencia cardíaca. (Salas Figueroa & Terraza Olivares , 2015, pág. 22).

En esencia, consiste en medir la máxima distancia que el paciente es capaz de caminar en 6 minutos, en un recorrido corto en un pasillo, evaluando simultáneamente la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno y el grado de disnea.

Por lo general las personas sanas pueden caminar entre 400 y 700 metros en 6 minutos, dependiendo de la edad, estatura y sexo.

Su base fisiológica es que la distancia conseguida en un recorrido llano durante el tiempo definido (6 minutos) es una expresión de la capacidad del individuo para el ejercicio submáximo, lo que permite una evaluación de esta capacidad en distintas patologías respiratorias. La PM6M se influye, además de por una patología cardio-respiratoria subyacente, por factores motivacionales y musculoesqueléticos que proporcionan una valoración global de la capacidad de ejercicio y puede reflejar la actividad diaria de los pacientes mejor que otras pruebas de laboratorio. (Gonzalez Mangado & Rodriguez Nieto, 2016, pág. 18)

En la evaluación de una intervención terapéutica se considera significativa una diferencia mayor de 32 metros en la distancia caminada antes y después de la intervención.

Para determinar si la distancia que el paciente caminó es comparable con la distancia que la mayoría de la población de su mismo grupo etario caminaría, se utilizan valores de referencia calculados a partir de la fórmula matemática derivada de ecuaciones de regresión basadas en la edad, peso y género, en personas de edades comprendidas entre 40 y 80 años. (Manual de medición de la caminata de seis minutos. Convenio,2016).

## **Cuestionario de salud SF-36**

El cuestionario de salud SF-36 fue desarrollado a principios de los noventa, en Estados Unidos, para su uso en el Estudio de los Resultados Médicos (Medical Outcomes Study, MOS). Es una escala genérica que proporciona un perfil del estado de salud y es aplicable tanto a los pacientes como a la población general. Ha resultado útil para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en la población general y en subgrupos específicos, comparar la carga de muy diversas enfermedades, detectar los beneficios en la salud producidos por un amplio rango de tratamientos diferentes y valorar el estado de salud de pacientes individuales. Sus buenas propiedades psicométricas, que han sido evaluadas en más de 400 artículos, y la multitud de estudios ya realizados, que permiten la comparación de resultados, lo convierten en uno de los instrumentos con mayor potencial en el campo de la CVRS. (Villagut, y otros, 2005, pág. 136)

El Cuestionario de Salud SF-36 está compuesto por 36 preguntas (ítems) que valoran los estados tanto positivos como negativos de la salud. Se desarrolló a partir de una extensa batería de cuestionarios empleados en el MOS, que incluían 40 conceptos relacionados con la salud. Para crear el cuestionario, se seleccionó el mínimo número de conceptos necesarios para mantener la validez y las características operativas del test inicial. El cuestionario final cubre 8 escalas, que representan los conceptos de salud empleados con más frecuencia en los principales cuestionarios de salud, así como los aspectos más relacionados con la enfermedad y el tratamiento. (Villagut, y otros, 2005, pág. 136)

La traducción al español del cuestionario ha sido descrita con detalle. Se siguió un protocolo común en los países participantes en el proyecto internacional de adaptación del cuestionario original, el International Quality of Life Assessment (IQOLA). El cuestionario original desarrollado en Estados Unidos fue traducido al español por 2 personas bilingües cuya lengua materna era el español. Cada uno de ellos realizó una traducción independiente de los ítems del cuestionario y de las opciones de respuesta. (Villagut, y otros, 2005, pág. 136)

Antes de producir la versión definitiva del cuestionario, se llevó a cabo un estudio empírico de calibración de sus opciones de respuesta, que demostró la ordinalidad de éstas,

esto es, la validez de su ordenación o secuencia, y una gran equivalencia con la versión original americana.

Los 36 ítems del instrumento cubren las siguientes escalas: Función física, Rol físico, Dolor corporal, Salud general, Vitalidad, Función social, Rol emocional y Salud mental. Adicionalmente, el SF-36 incluye un ítem de transición que pregunta sobre el cambio en el estado de salud general respecto al año anterior. Este ítem no se utiliza para el cálculo de ninguna de las escalas, pero proporciona información útil sobre el cambio percibido en el estado de salud durante el año previo a la administración del SF-36. (Villagut, y otros, 2005)

Conceptos como calidad de vida (CV) o calidad de vida relacionada con la salud (CVS), permiten estudiar y evaluar el estado de salud como un predictor de CV personal, lo cual, se convierte en la unidad fundamental para la medición de resultados en investigaciones dentro de este campo. Aunque no exista consenso, la CVS se mide por medio de la función física, del estado psicológico, de la función y la interacción social y de los síntomas físicos, todos ellos elementos del espectro de indicadores para la medición de 5 dominios principales relacionados con la salud: mortalidad, morbilidad, incapacidad, incomodidad e insatisfacción. (Sanchez Aragón, García Meráz, & Martínez Trujillo , 2015, pág. 6)

En la búsqueda por la medición del constructo, el Cuestionario de Salud SF-36 toma en cuenta la percepción del individuo respecto a su CVS y así obtener un perfil de éste que refleja dimensiones no sólo clínicas del concepto de enfermedad, sino un completo bienestar físico, psíquico y social. Por lo tanto, esta medida es un elemento importante en los estudios sobre el estado de salud y sus determinantes y juega un papel de interés en la comprensión de los mecanismos que son la base de la percepción del estado de salud, de la prosperidad y del bienestar en general. (Sanchez Aragón, García Meráz, & Martínez Trujillo , 2015, pág. 8)

Las escalas del SF-36 están ordenadas de forma que a mayor puntuación mejor es el estado de salud. Para el cálculo de las puntuaciones, después de la administración del cuestionario, hay que realizar los siguientes pasos:

1. Homogeneización de la dirección de las respuestas mediante la recodificación de los 10 ítems que lo requieren, con el fin de que todos los ítems sigan el gradiente de «a mayor puntuación, mejor estado de salud».
2. Cálculo del sumatorio de los ítems que componen la escala (puntuación cruda de la escala).

3. Transformación lineal de las puntuaciones crudas para obtener puntuaciones en una escala entre 0 y 100 (puntuaciones transformadas de la escala).

Para cada dimensión del SF-36, los ítems se codifican, agregan y transforman en una escala con recorrido desde 0 (peor estado de salud) hasta 100 (mejor estado de salud) utilizando los algoritmos e indicaciones que ofrece el manual de puntuación e interpretación del cuestionario<sup>16,28</sup>. Por tanto, una mayor puntuación en las diferentes dimensiones indica un mejor estado de salud y/o una mejor calidad de vida. (Iraurgi Castillo, Póo, & Márkez Alonso, 2004, pág. 611)

### **OMRON Balanza de control corporal –Modelo HNF-514C**

La balanza calcula los valores aproximados del porcentaje de grasa corporal, el porcentaje de músculo esquelético, el metabolismo basal (en reposo) y el nivel de grasa visceral utilizando el método de IB (Impedancia bioeléctrica). La balanza también calcula el IMC (Índice de masa corporal) y la edad corporal, además del peso.

El analizador de cuerpo completo ofrece una comprensión total de la composición del cuerpo para ayudar a alcanzar y/o mantener las metas de condición física. A diferencia de otras balanzas de composición corporal que dependen de mediciones de pie a pie, la balanza de OMRON mide el cuerpo entero (de brazos a pies), lo cual provee un perfil exacto comprobado clínicamente.

Durante el transcurso del día, el contenido de agua en la parte superior e inferior del cuerpo cambia a medida que la gravedad desplaza más agua a las extremidades inferiores. Esto significa que la impedancia eléctrica del cuerpo también varía. Si las piernas contienen más agua, otras balanzas, como las de pie a pie, podrían mostrar lecturas incorrectas de grasa corporal. La balanza de control corporal OMRON realiza mediciones de las manos y los pies, lo cual reduce la influencia que tiene el movimiento del agua sobre los resultados de composición corporal. (Manual de instrucciones OMRON HEALTHCARE, 2014)

## **VI.5 Procedimientos**

- Se realizaron los procesos de investigación para el comité del instituto.

- Se reclutó a los pacientes de la consulta externa que acudan a fisioterapia y que cumplan con los criterios de inclusión.
- Se seleccionó a los pacientes que no tuvieran las contraindicaciones ya descritas.
- Se seleccionó a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.
- Se realizó una junta informativa con todos los pacientes seleccionados en donde se abordará el tema, objetivos y riesgos del estudio.
- Calendarización de las sesiones de tratamiento.
- Se realizaron las mediciones iniciales (antropometría, % de grasa corporal, caminata de seis minutos y escala SF-36).
- Se realizó el tratamiento que corresponde a cada grupo durante 10 semanas, 3 veces por semana. (ANEXO 1)
- Se hicieron las Mediciones finales (antropometría, % de grasa, caminata de seis minutos y escala SF-36).
- Agradecimiento a los pacientes y entrega de resultados.

### VI.5.1 Análisis estadístico

Los resultados fueron divididos según las variables, para posteriormente ser analizados por frecuencias absolutas y relativas, promedios, desviación estándar, porcentajes, gráficas y correlación en tablas de contingencia entre variables cuantitativas y categóricas. Se utilizó la prueba de Shapiro Wink como prueba de normalidad ya que es la muestra aplicable para muestras pequeñas (menos de 50).

Se utilizó paquete estadístico SPSS V.23.

Los resultados se plasmaron en tablas.



## VI.5.2 Consideraciones éticas

Esta investigación tiene su base en el reglamento vigente, por ende, se somete ante el presente Comité de investigación Local en salud para su revisión, evaluación y aceptación.

Para el presente estudio se consideró la declaración de Helsinki 2013 y las Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud con seres humanos – CIOMS/OMS (2016).

También se consideró el artículo 4o de la Ley General de Salud en donde se desglosan los principios éticos que garantizan la dignidad y el bienestar de las personas sujetas a la investigación. Los materiales y procedimientos en esta investigación no implican un riesgo para los participantes.

Todo esto se tomará en cuenta para el cumplimiento de los objetivos del estudio. Con énfasis en la privacidad, confidencialidad, integridad e intimidad de las participantes, así como su dignidad. Por tal motivo, la aplicación del presente tratamiento será con base en el respeto y profesionalismo.

Se dará a firmar el consentimiento informado y también se llevará a cabo una plática para dar a conocer la investigación y los objetivos de esta, así como la explicación de los beneficios y posibles riesgos.

Finalmente es importante mencionar que los participantes podrán retirarse de la investigación cuando lo deseen y que esto no afectará la atención médica dentro del instituto.

## VII. Resultados

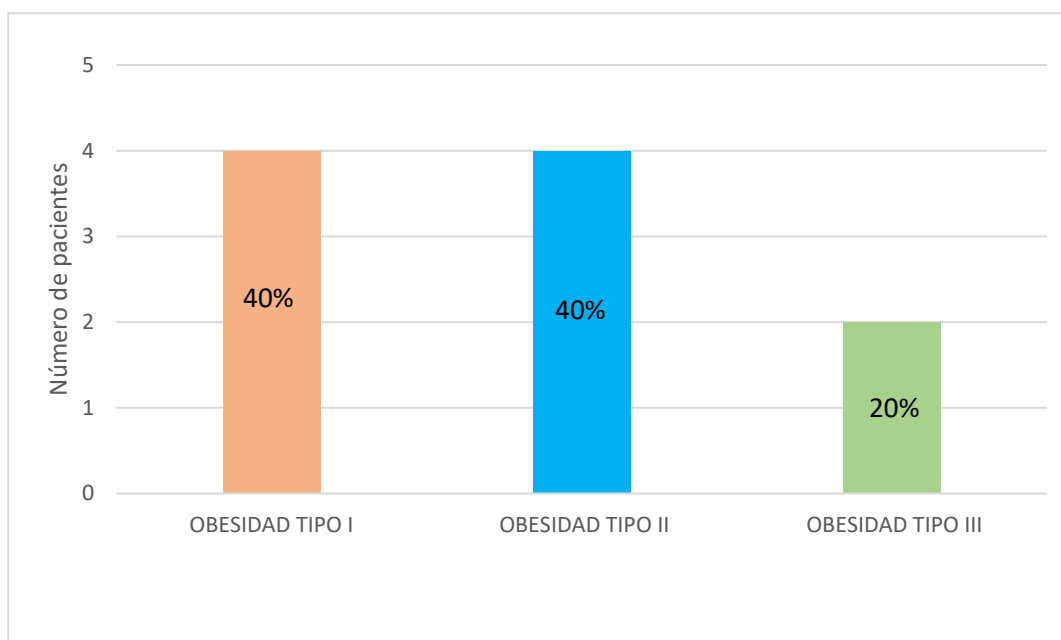
Se analizó a un total de 10 pacientes que acudieron al servicio de fisioterapia del instituto durante el periodo noviembre 2019- marzo 2020.

La población de este estudio estuvo conformada por 10 pacientes lo que corresponde a un 80% (8) de género femenino y 20% (2) de género masculino, la edad promedio fue de 47.5 años con un mínimo de 31 y un máximo de 65 años.

El peso promedio fue de 94.7 kg con un mínimo de 78.3kg y un máximo de 125 kg. La estatura promedio fue de 159.1cm, siendo la mínima de 149 cm y la máxima de 170 cm.

El estado nutricional del grupo fue de 4 pacientes con obesidad tipo I, correspondiente al 40% (4), 4 pacientes con obesidad tipo II, correspondientes al 40% (4) y 2 pacientes con obesidad tipo III, que corresponde al 20% (2). Esta información se observa más claramente en la gráfica 3.

Gráfica 2. Estado nutricional de la muestra de estudio



Fuente: elaboración propia

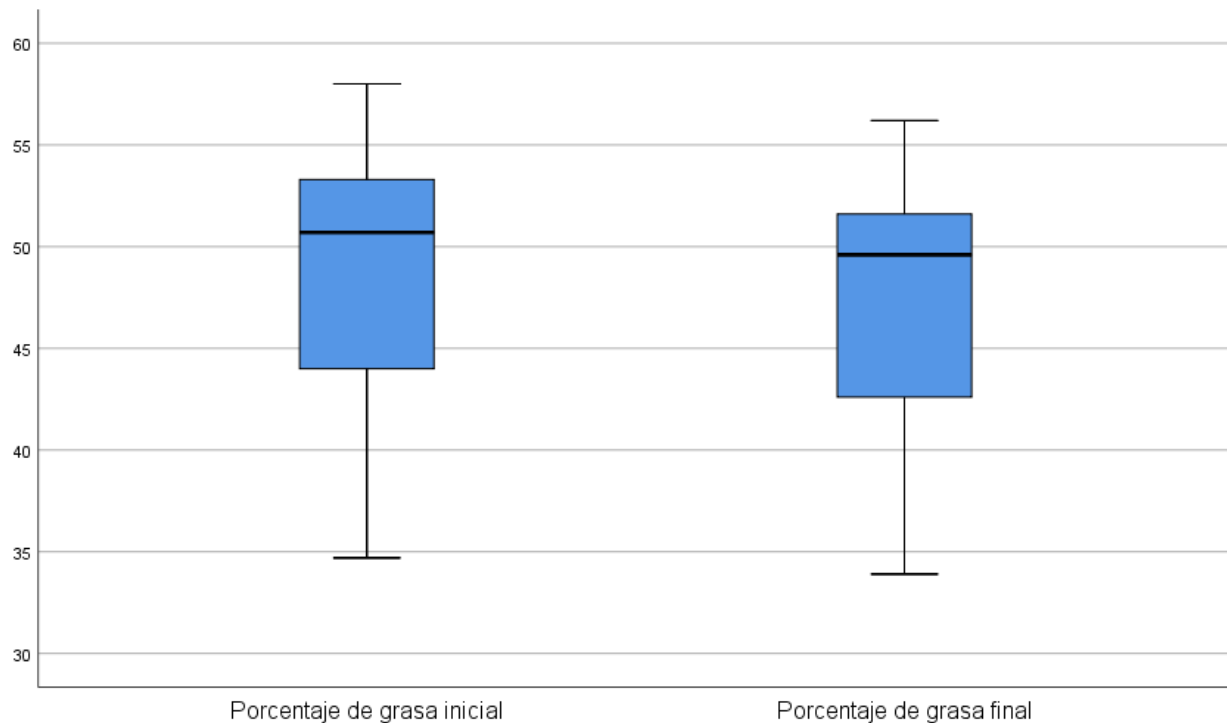
En la tabla 5 se muestran los datos del porcentaje de grasa corporal en la valoración antes del programa de ejercicios (inicial) y después de realizar el programa de ejercicio (final).

Tabla 5. Porcentaje de grasa corporal inicial y final			
	Mínimo	Máximo	Media
<b>Inicial</b>	34.7 %	58%	48.6%
<b>Final</b>	33.9 %	56.2%	47.2%

El porcentaje de grasa antes del programa de ejercicio obtuvo una media de 48.6% y en la medición final una media de 47.2%, por lo que es importante observar que hubo una disminución promedio de 1.4 % de grasa al final de la investigación.

El conjunto de datos del porcentaje de grasa inicial y final se graficaron en diagrama de cajas para observar la distribución de los datos antes y después del programa de ejercicio en agua, en la gráfica se puede observar cómo los valores al finalizar el programa presentan una tendencia de agrupación hacia valores menores que los registrados en el cuestionario previo. Se puede apreciar que existe una ligera disminución tanto en la media como en los puntajes mínimos y máximos de cada cuestionario.

Gráfica 3. Porcentaje de grasa inicial y final



Para seleccionar la prueba estadística de las variables principales primero se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, para determinar la normalidad de los datos.

Los datos cumplieron con una distribución normal.

Con base en esto se realizó una prueba de T de student para muestras relacionadas con un nivel de significancia de .05 donde los resultados mostraron una diferencia estadísticamente significativa (la T es igual a 8.363, g.l= 9,  $p=0.00$ ) para el porcentaje de grasa. Con esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta que un programa de ejercicio físico en agua tiene efectos positivos en la composición corporal (%grasa) en los pacientes con obesidad.

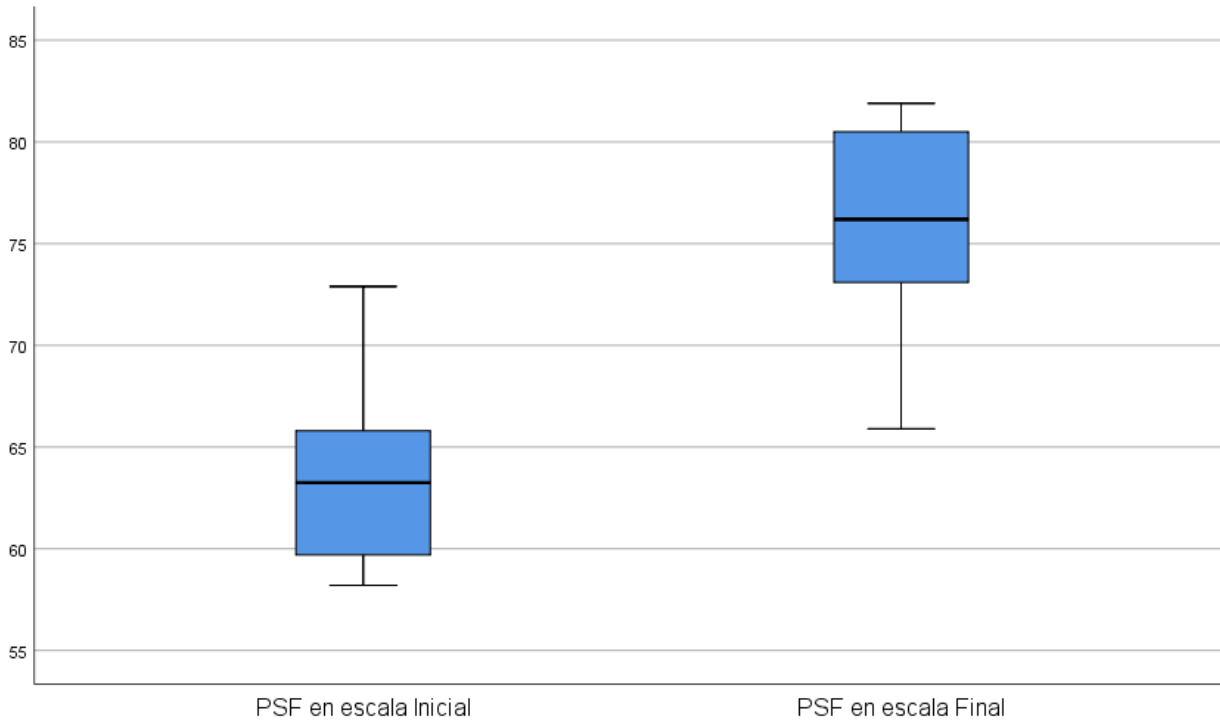
Por otro lado, en la tabla 6 se muestran los datos de la medición inicial y final que se obtuvieron en el cuestionario de calidad de vida relacionada a la salud SF-36.

Tabla 6. Puntaje de cuestionario SF36 inicial y final			
	Mínimo	Máximo	Media
Inicial	58.2	72.9	63.4
Final	65.9	81.9	75.7

En la medición antes de realizar el programa de ejercicios se obtuvo una media de 63.4 puntos y en la medición final una media de 75.70, por lo que es importante destacar que en promedio hubo un aumento de 12.3 puntos al final de la investigación. El puntaje máximo en la medición inicial fue de 72.9 y en la medición final fue de 81.9 este último se acerca más al 100 y nos dice que los pacientes tuvieron un mejor puntaje al finalizar el programa de ejercicio y por lo tanto una mejor capacidad funcional.

El conjunto de datos del cuestionario SF-36 inicial y final se graficaron en diagrama de cajas para observar la distribución de los datos antes y después del programa de ejercicio en agua, en la gráfica se puede observar cómo los valores al finalizar el programa presentan una tendencia de agrupación hacia valores mayores que los registrados en el cuestionario previo. Se puede apreciar que existe un claro incremento tanto en la media como en los puntajes máximos de cada cuestionario.

Gráfica 4. Puntaje de SF-36 inicial y final



Para seleccionar la prueba estadística de las variables principales primero se realizó la prueba de Shapiro-Wilk, para determinar la normalidad de los datos.

Los datos cumplieron con una distribución normal.

Con base en esto se realizó una prueba de T de student para muestras relacionadas con un nivel de significancia de .05 donde los resultados mostraron una diferencia estadísticamente significativa (la T es igual a -6.006, g.l= 9, p= 0.000) para el cuestionario SF36. Con esto se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el programa de ejercicio físico en agua mejora la capacidad funcional de los pacientes con obesidad, tomando en cuenta el cuestionario de salud SF36.

## VIII. Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo determinar si un programa de ejercicio físico en agua ayudaba a mejorar la composición corporal (% grasa corporal) y la capacidad funcional de personas con obesidad. Previamente Sulen S (2012), descubrió que 12 semanas de entrenamiento combinado reducían el riesgo cardiovascular y mejoraba composición corporal, para la rutina de ejercicio anaeróbico se tomó en cuenta la RM como en el presente estudio, la diferencia es que el estudio de Sulen no se realizó en agua. En cambio, un estudio de Sanja Mandaric (2018), descubrió que un programa de 8 semanas de ejercicio en agua tenía mejoras significativas en cuanto a la composición corporal de pacientes adolescentes con obesidad.

También Bo-Ae Lee y Deuk-Ja Oh (2014) realizaron un estudio para investigar los efectos del ejercicio en agua en la composición corporal y función física en pacientes obesos, tuvieron en total 10 pacientes que realizaron ejercicio en agua y 10 de grupo control con ejercicio en gimnasio. Al igual que en el presente estudio, se realizó el programa 3 veces por semana y se hicieron las mediciones iniciales y finales mediante bioimpedancia eléctrica para determinar la composición corporal. Concluyeron que el ejercicio acuático es muy recomendable para los pacientes que padecen obesidad. Los ejercicios acuáticos con resistencia, como la natación, pueden mejorar en parte los factores de fuerza física, junto con la resistencia. Estos ejercicios no solo mejoran las funciones del sistema respiratorio y del sistema circulatorio, sino que también ayudan a desarrollar la fuerza muscular, la resistencia y la flexibilidad, afectando efectivamente los cambios en la composición corporal.

Con base en esto podemos afirmar que un programa de ejercicio físico que dure entre 8 y 12 semanas puede tener mejoras en la composición corporal de pacientes con obesidad. En este estudio el rango de edad fue entre 30 y 60 años a diferencia de los estudios anteriormente mencionados en donde el rango de edad fue de 11 y 13 años, exceptuando el estudio de Sulen en donde el rango de edad fue entre 40 a 66 años.

Es importante destacar que al analizar los datos sociodemográficos en todos los estudios mencionados y en el presente estudio, se observa una predominancia, en cuanto al sexo femenino, ya que la mayoría de las pacientes estudiadas fueron mujeres.



## IX. Conclusiones

Con relación a los objetivos planteados en esta investigación y sustentado con los resultados de los análisis estadísticos, se puede decir, que un programa de ejercicio físico en agua con una duración de 10 semanas tiene efectos positivos en la composición corporal y capacidad funcional de los pacientes con obesidad, por lo tanto, se cumple la hipótesis de trabajo

El cuestionario de salud SF-36 es un buen instrumento para medir la funcionalidad y calidad de vida porque tiene diferentes apartados que evalúan desde lo psicológico hasta lo físico, en este estudio se vieron resultados estadísticamente significativos en el puntaje del cuestionario ya que todos los participantes aumentaron su calificación lo que significa una mejora en calidad de vida y función física.

De acuerdo a los datos sociodemográficos y resultados de este estudio, el género masculino presentó mayor disminución del porcentaje de grasa y mayor puntaje en la medición final del cuestionario SF-36, a diferencia del género femenino.

El porcentaje de grasa corporal disminuyó poco en todos los pacientes, sin embargo, fue un cambio estadísticamente significativo. Considerando que es un componente difícil de cambiar, concluimos que el programa de ejercicio es efectivo y podría tener mejores resultados combinado con una dieta específica.

El presente estudio de investigación permite enfocarse en nuevas áreas de tratamiento para la obesidad como lo es la hidroterapia, y puede servir como prevención de avance del grado de obesidad ya que ninguno de los pacientes escaló a otro nivel de obesidad durante las 10 semanas, sino que se conservaron y además lograron bajar su porcentaje de grasa corporal.

Considero que durante el programa todos los participantes se hicieron conscientes de la importancia que tiene el ejercicio físico en sus vidas, ya que siempre refirieron una sensación de bienestar físico y mental al concluir cada una de las sesiones. Además, el ejercicio en agua

me parece una de las mejores opciones para los pacientes con obesidad porque hay menos riesgo de lesiones, menos dolor al día siguiente y mayor motivación al ser una actividad divertida.

## X. Propuestas

Hacer conscientes a los médicos y nutriólogos, de que el ejercicio físico bien dosificado y supervisado es una parte fundamental para el control de la obesidad.

Integrar al programa de ejercicio físico un plan de alimentación personalizado con el objetivo de disminuir el porcentaje de grasa.

Promover el uso del tanque terapéutico para el tratamiento de las personas con obesidad.

Integrar al programa una sesión semanal de terapia psicológica, con el objetivo de disminuir el riesgo de deserción por problemas emocionales, familiares.

Enviar a todos los pacientes de la clínica de obesidad del instituto a una valoración de fisioterapia para realizar el programa de ejercicio en agua.

Aumentar 4 semanas más al programa de ejercicio, para ver mejores resultados.

Pedir un apoyo de transporte para los pacientes que tienen domicilio muy lejano del instituto y que por esa causa no aceptan entrar en el programa de ejercicio.

Tener mayor disponibilidad de horarios en el tanque terapéutico para poder realizar el programa.

Insistir en la importancia del cambio del estilo de vida en cada paciente y motivarlos a seguir realizando ejercicio físico durante toda su vida.

## XI. Bibliografía


- Alvarez, N., Pacheco , E., González, M., Lopez, R., May Kim, S., Martínez , L., & Quintal , D. (2018). Asociación entre obesidad y estado crítico de artritis reumatoide. *Reumatología clínica* , 1-6.
- Balsalobre Fernández, C., & Tejero González, C. M. (2015). Efecto del entrenamiento con cargas sobre la grasa corporal en personas obesas. Revisión sistemática. *Revista Internacional de medicina y ciencias del deporte*, 371-386.
- Bermudez Garcel, A., Serrano Gámez , N., & Leyva Montero, M. (2019). La importancia del ejercicio físico para disminuir la obesidad y su riesgo cardiovascular. *Scielo*, 275-280.
- Cameron H, M. (2009). Hidroterapia. En M. Cameron H, *Agentes físicos en rehabilitación* (págs. 245-282). Elsevier.
- Cano, R., Soriano , J., & Merino, J. F. (2017). Causas y tratamiento de la obesidad . *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 87-92.
- Carmona Hernández, Brandon Eduardo. (2019). "Efecto de la pérdida de peso sobre las funciones ejecutivas en adultos con obesidad". (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Psicología, UNAM. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/3530334>
- Carnero, E. A., Alvero , J. R., Giraldez, M. A., & Sardinha, L. B. (2015). La evaluación de la composición corporal "in vivo". *Nutrición hospitalaria*, 1957-1967.
- Castro García, E. (Marzo de 2015). *La obesidad en México como Problema de Salud; un acercamiento desde las condiciones de producción y consumo*. CDMX, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ciangura, C., Faucher, Opport, & Czerchows. (2017). Obesidad del adulto. *EMC Tratado de medicina*.
- Costa Moreira , O., Alonso Aubin, D., Patrocinio de Oliveira, C., & Candia Luján, R. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal. *revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*,, 387-394.
- Dávila Torres , J., González izquierdo, J., & Barrera Cruz, A. (2014). Panorama de la obesidad en México. *Revista médica del IMSS*, 240-249.
- Dolores Martínez Trujillo, Bertha, & Sánchez Aragón, Rozzana, & García Meraz, Melissa (2017). Encuesta de Salud SF-36: Validación en Tres Contextos Culturales de México. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación - e Avaliação Psicológica*, 3(45),5-16

- Duarte Salazar , C., & Miranda Duarte, E. (2014). Osteoartritis, obesidad e inflamación. *Medigraphic*, 53-60.
- Ferrín, M. T., Ferreira González, L., & Meijde Miguez, H. (2011). Escalas de evaluación funcional en el anciano. *Galicia Clínica*, 11-16.
- Gamiz Matuk, A., Palacios Butchartt, J. J., & Armando Hernández , A. G. (2016). Estudio observacional sobre la capacidad funcional de la población mexicana. *Revista Med Qui.*, 39-47.
- Garvey, T., Hurely, D., & Kushner, R. (2016). Patient-Centered Care of the Patient with Obesity. *ELSIEVER*, 9-11.
- González Jiménez, E. (2013). Composición corporal: estudio y utilidad clínica. *Endocrinología y nutrición*, 69-75.
- Gonzalez Mangado, N., & Rodriguez Nieto, M. J. (2016). Prueba de la marcha de los 6 minutos. *Medicina Respiratoria*, 15-22.
- González R. , Andrea, & Achiardi T. , Óscar (2016). Relación entre capacidad aeróbica y variables antropométricas en mujeres jóvenes físicamente inactivas de la ciudad de Concepción, Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 43(1),18-23.
- Helms, E. R., Cronin, J., Storey , A., & Zourdos, M. (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength and Conditioning Journal*, 42-49.
- IMCO, S. (27 de Enero de 2015). *imco.org*. Obtenido de <https://imco.org.mx/kilos-de-mas-pesos-de-menos-obesidad-en-mexico/>
- Iraurgi Castillo, Ioseba, Póo, Mónica, & Márkez Alonso, Iñaki. (2004). Valoración del índice de salud sf-36 aplicado a usuarios de programas de metadona: Valores de referencia para la Comunidad Autónoma Vasca. *Revista Española de Salud Pública*, 78(5), 609-621.
- Jorquera, C., & Cancino, J. (2012). Ejercicio, Obesidad y Síndrome metabólico. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 227-235.
- Killian, A., Ussen, A., & Gustafson , D. (2014). Adipokines: a link between obesity and dementia . *The Lancet Neurology*, 913-926.
- Lecube, A., Moreneo, S., Rubio, M., Martínez , P., Martí, A., Salvador, J., . . . García, P. (2016). Prevención diagnóstico y tratamiento de la obesidad. *Endocrinología y nutrición*, 1-8.
- López, J., & Cortés, M. (2011). Obesidad y Corazón. *Revista española de cardiología*, 140-149.
- Medrano Echeveria, M. (2014). Intervención de ejercicio físico aeróbico y de fuerza en el tratamiento de la obesidad. Estudio de caso. España: Universidad del país Vasco.
- Melo Casal, M., Bouzas Marins, J. C., Natali, A. J., Vallejo Soto, D. F., & Sillero Quintana, M. (2019). Efecto del ejercicio físico en la tasa metabólica en reposo: aplicación en el control de obesidad. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 272-277.

- Moreno, E., Zugasti, A., & Suárez, P. (2006). *La obesidad en el Tercer milenio*. Panamericana .
- OMS. (09 de Junio de 2020). *Who.int*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Poblete Aro, C. E., Rusell Guzman, J., Soto Muñoz, M., & Villegas González, B. E. (2015). Effects of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on the reduction of oxidative stress in type 2 diabetic adult patients. *Medwave*, 1-7.
- Salas Figueroa, A., & Terraza Olivares, D. (2015). EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL Y APTITUD FÍSICA EN PACIENTES OBESOS DE UN HOSPITAL DE SANTIAGO. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Sanchez Aragón, R., García Meráz, M., & Martínez Trujillo, B. (2015). Encuesta de salud SF-36: Validación en tres contextos culturales en México. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*, 5-16.
- Schapira, M., & Jauregui, R. (Capítulo 3). Evaluación funcional. *PROFAM Salud del anciano*, págs. 79-113. Obtenido de Capítulo 3.
- Sifuentes, G., Molina, C., Martínez, C., Mancilla, R., & Díaz, E. (2016). Disminución de la grasa corporal mediante ejercicio físico intermitente de alta intensidad y consejería nutricional en pacientes con obesidad. *Revista médica Chile*, 1254-1259.
- Svensson, E., Christiansen, L., & Wisén, A. (2017). The effect of different exercise intensities on health related quality of life in people classified as obese. *European Journal of Physicaltherapy*, 104-115.
- Trapp, E. G., Chrisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2016). The effects of high intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *Int J Obesity*, 684-691.
- Villagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Pablo, R., Permanyer, M., Quintana, J., . . . Alonso, Y. (2005). El cuestionario de salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Unidad de investigación de servicios sanitarios. Barcelona, España*, 135-150.

## XII. Anexos

### X1.1 Hoja de recolección de datos

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Nombre	Edad	Sexo	Numero de registro	IMC	DIABETES MELLITUS SÍ/NO	HIPERTENSIÓN ARTERIAL SÍ/NO	CARDIOPATÍAS SÍ/NO	TRATAMIENTO F	INFECCIONES ACTIVAS(MICOSIS, INCONTINENCIA SÍ/NO	INSUFICIENCIA CORONARIA SÍ/NO
<b>INFECCIONES ACTIVAS(MICOSIS, INCONTINENCIA</b>							<b>INSUFICIENCIA CORONARIA</b>			
<b>SÍ/NO</b>							<b>SÍ/NO</b>			
										

### XI.2 Instrumentos (cuando proceda)

#### **RUTINA DE EJERCICIOS**

**El tratamiento se llevará a cabo 3 veces por semana durante 10 semanas (lunes, miércoles y viernes)**

Etapa 1

Adaptación al medio acuático y Ejercicios de sobrecarga

#### **Sesión 1- 2:**

1.- Calentamiento: movilización de todas las articulaciones en dirección céfalo caudal.  
(10 repeticiones de cada movimiento)

- Flexión y extensión de cuello
- Lateralización de cuello
- Rotación de cuello
- Abducción de hombro
- Flexión de hombro
- Flexión y extensión de muñecas
- Flexión y extensión de codos
- Flexión y extensión de cadera
- Abducción y aducción de cadera
- Flexión y extensión de rodillas

- Flexión plantar y dorsiflexión de tobillos
- 2.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.
- 3.- Caminata normal en el tanque terapéutico, sin resistencia, 3 vueltas
- 4.- Inicio de ejercicio anaeróbico (con su propio peso y resistencia del agua)
- Flexión de codos, 15 repeticiones, 3 series
  - Flexión de hombros, 15 repeticiones, 3 series
  - Abducción horizontal de hombros, 15 repeticiones, 3 series
  - Flexión de codo en horizontal con flexión de 90 grados de hombro, 15 repeticiones, 3 series
  - Flexión de cadera con pierna estirada, 15 repeticiones, 3 series
  - Flexión de cadera y rodilla, 15 repeticiones, 3 series
  - Extensión de cadera con rodilla extendida, 15 repeticiones, 3 series
  - Abducción y aducción de cadera con rodilla extendida, 15 repeticiones, 3 series
  - Abducción de cadera con rodilla flexionada, 15 repeticiones, 3 series
  - En posición sedente, extensión de rodillas, 15 repeticiones, 3 series
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, flexión de rodillas, 15 repeticiones. 3 series
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, abducción de caderas. 15 repeticiones, 3 series
- 5.- Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes músculos
- Tríceps sural
  - cuádriceps
  - Isquiotibiales
  - Tríceps braquial
  - Dorsal ancho
  - Bíceps braquial
  - Glúteo mayor
- 6.- Ejercicios de respiración diafragmática
- 7.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.

### **Sesión 3:**

- 1.- Calentamiento: movilización de todas las articulaciones en dirección céfalo caudal. (10 repeticiones de cada movimiento)
- Flexión y extensión de cuello
  - Lateralización de cuello
  - Rotación de cuello
  - Abducción de hombro
  - Flexión de hombro
  - Flexión y extensión de muñecas
  - Flexión y extensión de codos
  - Flexión y extensión de cadera
  - Abducción y aducción de cadera
  - Flexión y extensión de rodillas
  - Flexión plantar y dorsiflexión de tobillos



2.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.

3.- Caminata normal en el tanque terapéutico, sin resistencia, 3 vueltas

4.- Inicio de ejercicio anaeróbico (tomando en cuenta RPE de 5, 10 repeticiones)

- Flexión de codos
- Flexión de hombros
- Abducción horizontal de hombros
- Flexión de codo en horizontal con flexión de 90 grados de hombro
- Flexión de cadera con pierna estirada
- Flexión de cadera y rodilla
- Extensión de cadera con rodilla extendida
- Abducción y aducción de cadera con rodilla extendida
- Abducción de cadera con rodilla flexionada
- En posición sedente, extensión de rodillas
- En posición sedente con las rodillas extendidas, flexión de rodillas
- En posición sedente con las rodillas extendidas, abducción de caderas

5.- Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes

5.- Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes músculos

- Tríceps sural
- cuádriceps
- Isquiotibiales
- Tríceps braquial
- Dorsal ancho
- Bíceps braquial
- Glúteo mayor

6.- Ejercicios de respiración diafragmática

7.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.

#### **Sesión 4-8:**

1.- Mismo calentamiento

2.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.

3.- Caminata normal en el tanque terapéutico, sin resistencia, 3 vueltas

4.- Inicio de ejercicio anaeróbico (tomando en cuenta RPE de 7, 10 repeticiones)

- Flexión de codos
- Flexión de hombros
- Abducción horizontal de hombros
- Flexión de codo en horizontal con flexión de 90 grados de hombro
- Flexión de cadera con pierna estirada
- Flexión de cadera y rodilla
- Extensión de cadera con rodilla extendida
- Abducción y aducción de cadera con rodilla extendida
- Abducción de cadera con rodilla flexionada
- En posición sedente, extensión de rodillas
- En posición sedente con las rodillas extendidas, flexión de rodillas

- En posición sedente con las rodillas extendidas, abducción de caderas
- 5.- Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes músculos
    - Tríceps sural
    - cuádriceps
    - Isquiotibiales
    - Tríceps braquial
    - Dorsal ancho
    - Bíceps braquial
    - Glúteo mayor
  - 6.- Ejercicios de respiración diafragmática
  - 7.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotidea por 20 segundos multiplicado por 3.

### **Sesión 9-13**

- 1.- Mismo calentamiento
- 2.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotidea por 20 segundos multiplicado por 3.
- 3.- Caminata normal en el tanque terapéutico, sin resistencia, 3 vueltas
- 4.- Inicio de ejercicio anaeróbico (tomando en cuenta RPE de 7.5, 10 repeticiones)
  - Flexión de codos
  - Flexión de hombros
  - Abducción horizontal de hombros
  - Flexión de codo en horizontal con flexión de 90 grados de hombro
  - Flexión de cadera con pierna estirada
  - Flexión de cadera y rodilla
  - Extensión de cadera con rodilla extendida
  - Abducción y aducción de cadera con rodilla extendida
  - Abducción de cadera con rodilla flexionada
  - En posición sedente, extensión de rodillas
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, flexión de rodillas
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, abducción de caderas
- 5.- Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes músculos
  - Tríceps sural
  - cuádriceps
  - Isquiotibiales
  - Tríceps braquial
  - Dorsal ancho
  - Bíceps braquial
  - Glúteo mayor
- 6.- Ejercicios de respiración diafragmática
- 7.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotidea por 20 segundos multiplicado por 3.

## Sesión 14-18:

### Combinación de ejercicio aeróbico y anaeróbico

- 1.- Mismo calentamiento
- 2.-Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.
- 3.-Caminata normal en el tanque terapéutico, sin resistencia, 3 vueltas
- 4.-Saltos con rodillas al pecho, cayendo con puntas, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.
- 5.-De lado, abrir y cerrar brazos y piernas saltando, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.
- 6.-Saltos flexionando rodilla, llevando talón a glúteo, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.
  
- 7.-Subir y bajar escalón lo más rápido posible, durante 1 minuto, descansar 2 minutos
- 8.-En posición sedente, realizar movimiento de bicicleta, durante 2 minutos
- 9.-Caminata rápida, 3 vueltas
- 10.- Inicio de ejercicio anaeróbico (tomando en cuenta RPE de 8, 8 repeticiones)
  - Flexión de codos
  - Flexión de hombros
  - Abducción horizontal de hombros
  - Flexión de codo en horizontal con flexión de 90 grados de hombro
  - Flexión de cadera con pierna estirada
  - Flexión de cadera y rodilla
  - Extensión de cadera con rodilla extendida
  - Abducción y aducción de cadera con rodilla extendida
  - Abducción de cadera con rodilla flexionada
  - En posición sedente, extensión de rodillas
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, flexión de rodillas
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, abducción de caderas
- 11.-Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes músculos
  - Tríceps sural
  - cuádriceps
  - Isquiotibiales
  - Tríceps braquial
  - Dorsal ancho
  - Bíceps braquial
  - Glúteo mayor
  
- 12.- Ejercicios de respiración diafragmática
- 13.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.

## Sesión 19-23

- 1.- Mismo calentamiento
- 2.-Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.
- 3.-Caminata normal en el tanque terapéutico, con resistencia de turbina en 23, 3 vueltas

- 4.-Saltos con rodillas al pecho, cayendo con puntas, con resistencia de turbina en 23, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.
- 5.-De lado, abrir y cerrar brazos y piernas saltando, con resistencia de turbina en 23, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.
- 6.-Saltos flexionando rodilla, llevando talón a glúteo, con resistencia de turbina en 23, 3 vueltas
- 7.-Subir y bajar escalón lo más rápido posible, con resistencia de turbina en 23, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.
- 8.-En posición sedente, realizar movimiento de bicicleta, con resistencia de turbina en 23, durante 2 minutos
- 9.-Caminata rápida, con resistencia de turbina en 23, 3 vueltas
- 10.- Inicio de ejercicio anaeróbico (tomando en cuenta RPE de 9, 8 repeticiones)
  - Flexión de codos
  - Flexión de hombros
  - Abducción horizontal de hombros
  - Flexión de codo en horizontal con flexión de 90 grados de hombro
  - Flexión de cadera con pierna estirada
  - Flexión de cadera y rodilla
  - Extensión de cadera con rodilla extendida
  - Abducción y aducción de cadera con rodilla extendida
  - Abducción de cadera con rodilla flexionada
  - En posición sedente, extensión de rodillas
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, flexión de rodillas
  - En posición sedente con las rodillas extendidas, abducción de caderas
- 11.-Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes músculos
  - Tríceps sural
  - cuádriceps
  - Isquiotibiales
  - Tríceps braquial
  - Dorsal ancho
  - Bíceps braquial
  - Glúteo mayor
- 12.- Ejercicios de respiración diafragmática
- 13.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.

## **Sesión 24-30**

- 1.- Mismo calentamiento
- 2.-Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.
- 3.-Caminata normal en el tanque terapéutico, con resistencia de turbina en 40, 3 vueltas
- 4.-Saltos con rodillas al pecho, cayendo con puntas, con resistencia de turbina leve, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.

5.-De lado, abrir y cerrar brazos y piernas saltando, con resistencia de turbina en 40, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.

6.-Saltos flexionando rodilla, llevando talón a glúteo, con resistencia de turbina en 40, durante 1 minuto, descansar 2 minutos.

7.-Subir y bajar escalón lo más rápido posible, con resistencia de turbina en 40, durante 1 minuto, descansar 2 minutos

8.-En posición sedente, realizar movimiento de bicicleta, con resistencia de turbina en 23, durante 2 minutos

9.-Caminata rápida, con resistencia de turbina en 23, 3 vueltas

10.- Inicio de ejercicio anaeróbico (tomando en cuenta RPE de 9.57, 7 repeticiones)

- Flexión de codos
- Flexión de hombros
- Abducción horizontal de hombros
- Flexión de codo en horizontal con flexión de 90 grados de hombro
- Flexión de cadera con pierna estirada
- Flexión de cadera y rodilla
- Extensión de cadera con rodilla extendida
- Abducción y aducción de cadera con rodilla extendida
- Abducción de cadera con rodilla flexionada
- En posición sedente, extensión de rodillas
- En posición sedente con las rodillas extendidas, flexión de rodillas
- En posición sedente con las rodillas extendidas, abducción de caderas

11.-Ejercicios de estiramiento, sostenidos por 15 segundos para los siguientes músculos

- Tríceps sural
- cuádriceps
- Isquiotibiales
- Tríceps braquial
- Dorsal ancho
- Bíceps braquial
- Glúteo mayor

12.- Ejercicios de respiración diafragmática

13.- Toma de frecuencia cardiaca basal, arteria radial o carotídea por 20 segundos multiplicado por 3.

## 2. Cuestionario SF-36

### XI.3 Carta de consentimiento informado (cuando proceda)

Nombre del estudio: EFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO EN AGUA SOBRE LOS NIVELES DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y CAPACIDAD FUNCIONAL EN PACIENTES CON OBESIDAD.

. Licenciatura de Fisioterapia. Facultad de Enfermería de la UAQ. Fecha:

Número de Registro ante el Comité de Investigación: \_\_\_\_\_

Objetivo del estudio y justificación: El objetivo de esta investigación es determinar los efectos de un programa fisioterapéutico de hidrocinesiterapia para mejorar la composición corporal y capacidad funcional en los pacientes con obesidad. Esto debido a que la obesidad es una enfermedad de gran importancia epidemiológica en nuestro país y puede desarrollar enfermedades crónico-degenerativas en las personas que la padezcan. Por esta razón diversos autores han estudiado protocolos de ejercicio que ayuden a mejorar la composición corporal y capacidad funcional de los pacientes.

Procedimiento: Intervención fisioterapéutica en pacientes con obesidad que consiste en ejercicio aeróbico y anaeróbico dentro del agua, durante 10 semanas.

Posibles riesgos: Investigación con riesgo mayor que el mínimo.1) Caídas. Se evaluará el riesgo de caídas acorde a LA ESCALA DE HEINDRICH II, en caso de presentar riesgo moderado y alto, durante el estudio de densitometría, se contará con la presencia del investigador principal para llevar a cabo la intervención para su prevención de caídas.

Posibles beneficios que tendrá al participar en el estudio: mejorar la composición corporal, mejorar la capacidad funcional y calidad de vida, prevenir enfermedades crónico-degenerativas asociadas a la obesidad, disminuir el esfuerzo y el tiempo en la realización de las actividades de la vida diaria, aumentar su recuperación física.

Usted tiene derecho a que los resultados sean confidenciales y utilizados sólo para cumplir con los objetivos de la investigación, a retirarse de la investigación sin que afecte su atención y a recibir información sobre los resultados del estudio.

Nombre del paciente: \_\_\_\_\_

Se le está invitando a participar en un estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debió comprender cada uno de los apartados previos. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad de preguntar cualquier duda. Una vez que haya comprendido el estudio y esté de acuerdo en su participación, se le pedirá que firme este formato.

Certifico que hablo, leo y escribo español y que entiendo en su totalidad esta declaración de consentimiento informado, y que todas mis dudas han sido resueltas. Acepto participar en este proyecto de investigación.

Firma del participante

Nombre y Firma del investigador

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio deberá dirigirse con:

Investigador responsable:

Diana Jocelyn Martínez Rivas

Investigador asociado:

Liliana Rodríguez

Víctor Manuel López Morales

