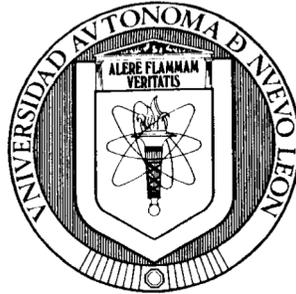


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO Y NUTRICIÓN PARA  
PACIENTES CON CIRUGÍA BARIÁTRICA

Por

DULCE LILIANA BERNAL ARMENDÁRIZ

PRODUCTO INTEGRADOR

REPORTE DE PRÁCTICAS PROFESIONALES

Como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE

CON ORIENTACIÓN EN PROMOCIÓN DE LA SALUD

Nuevo León, agosto 2020

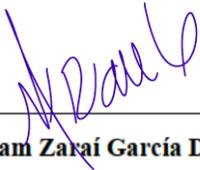
Los miembros del Comité de Titulación de la Maestría en Actividad Física y Deporte integrado por la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Reporte de Prácticas titulado “Propuesta de un programa de entrenamiento y nutrición para pacientes con cirugía bariátrica” realizado por la Lic. Dulce Liliana Bernal Armendáriz, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Promoción de la Salud.

COMITÉ DE TITULACIÓN



---

**Dra. Blanca R. Rangel Colmenero**  
Asesor Principal



---

**Dra. Myriam Zarai García Dávila**  
Co-asesor



---

**Dr. Gerardo Enrique Muñoz Maldonado**  
Co-asesor



---

**Dra. Blanca R. Rangel Colmenero**  
Subdirección de Estudios de Posgrado e  
Investigación de la FOD

Julio, 2020.

FICHA DESCRIPTIVA  
Universidad Autónoma de Nuevo León  
Facultad de Organización Deportiva

Fecha de Graduación: Agosto, 2020

**DULCE LILIANA BERNAL ARMENDÁRIZ**

**Título del Producto Integrador:** PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO Y NUTRICIÓN PARA PACIENTES CON CIRUGÍA BARIÁTRICA.

**Número de Páginas:** 51

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte con Orientación en Promoción de la Salud.

**Resumen del reporte de prácticas profesionales/tesina:**

El objetivo del diseño de esta propuesta de programa de entrenamiento y nutrición para pacientes con cirugía bariátrica es mejorar el estado bioquímico y antropométrico de estos pacientes.

Se realizó una búsqueda basada en evidencia para la elaboración de dicha propuesta, se utilizaron palabras claves, truncadores y operadores booleanos para hacer más precisa la búsqueda. Se contemplaron aquellos artículos que donde los pacientes tuvieran una cirugía bariátrica igual o mayor a 3 meses para la implementación del programa. En base a la información recolectada se elaboró el producto de dicho escrito. El diseño de la propuesta contempla 5 fases: calentamiento, esfuerzo, hidratación, ejercicio y vuelta a la calma. Entrenamiento de 3 sesiones semanales, duración de 60 min, FCmáx 50-70%, con un tiempo de implementación de 12 sem.

En suma, este tipo de programas de entrenamiento ha contribuido a conocer la problemática de los pacientes con cirugía bariátrica, el cual se espera que llegue a otros lugares y sirva para futuras investigaciones en el área de la actividad física y deportiva este tipo de población.

FIRMA DEL ASESOR PRINCIPAL: \_\_\_\_\_



## **Agradecimientos**

Este trabajo se lo dedico con mucho amor a ti Dios por guiarme y darme luz siempre en mi camino. Aunque el sendero se torne fiero, tu siempre estas ahí para acompañarme.

Muchas gracias a mi familia, a mi papa, mamá, hermano y hermanas que han estado siempre ahí apoyandome para seguir adelante. Sobre todo mi papá, el Dr. Jaime Bernal, que es un gran ejemplo para mí y hombre digno de admirar, a cual amo y respeto mucho. A mi mamá, la Sra. Ana María Almendáriz, que siempre me escucha cuando más lo necesito, y a mi hermano, el futuro ingeniero químico con una gran capacidad intelectual el cual se apreció y estimo mucho, ya que el siempre está ahí para sacarme una gran sonrisa y hacer mis días aún más alegres. A mi novio, Jerson Nuñez, que siempre me ha apoyado también en lograr mis sueños y objetivos en esta vida.

Quien diría que llegaría este momento, el verme sentada y redactar la parte final de un trabajo que empecé hacer durante estos dos maravillosos años de la maestría.

Agradezco enormemente a las personas que acogieron para realizar mis prácticas profesionales; a la Lic. Mayra Cañamar en la Dirección General de Deportes, y al Dr. Gerardo Muñoz Maldonado en el Hospital Universitario- '*Dr. José Eleuterio González*', por haberme aceptado en esta institución y para brindar el servicio como nutrióloga a la comunidad universitaria y así de la misma manera, en la ciudad de Monterrey, Nuevo León con sus respectivos municipios que me ha cogido durante toda mi estancia de estudios, que bien puedo llamarlo como uno de mis hogares.

También agradezco a todos mis maestros, maestras y personas que laboran en la universidad, por brindarme la ayuda y atención cuando lo solicité. Gracias Dra. Blanca Rangel y a la Dra. Rosa María Cruz Castruita que pusieron a mi disposición el saber del conocimiento y seguir trabajando arduamente para mejorar en esta área de actividad física y deporte guiado a mejorar la salud de nuestra población.

A mis amigos, para aquellos que aún en la distancia siempre han estado ahí. A mi gran amigo Yair, que pese a la distancia siempre me ha apoyado anímica y moralmente, muchas gracias, amigo. De los más cercanos y que conozco por hace bastante tiempo, gracias Catalán por

escucharme siempre, tanto los buenos como en los malos ratos. En general a mis verdaderos amigos, muchas gracias.

Por último, a todas esas personas que no mencioné, pero también formaron de esto, a ellos también les agradezco de corazón por brindarme su atención, compañía y el haber compartido grandes momentos juntos que nunca olvidaré.

Gracias Dios, gracias por haberme permitido concluir una vez más con uno de mis objetivos, por hacerme apreciar lo bonito y hermosa que es la vida, y hacerme ver que nuestros sueños sólo se logran cuando somos perseverantes y trabajamos duro por ellos. Por lo cual, hago énfasis en lo siguiente: 'Ningún sueño se logra si no confiamos en nosotros mismo, confía en ti y lograrás cosas maravillosas'.

*'Sólo cree en ti'*

*Dulce Bernal*

## Tabla de Contenido

<b>Agradecimientos .....</b>	<b>3</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>Antecedentes teóricos.....</b>	<b>10</b>
Sobrepeso y Obesidad.....	10
Sobrepeso y Obesidad México .....	11
Complicaciones del Sobrepeso y Obesidad.....	12
Fisiología de la obesidad .....	12
Tratamientos obesidad.....	17
Cirugía bariátrica .....	17
Actividad física en la obesidad.....	20
<b>Antecedentes empíricos .....</b>	<b>22</b>
Evidencia actividad física poscirugía bariátrica .....	22
<b>Caracterización.....</b>	<b>24</b>
<b>Nivel de Aplicación .....</b>	<b>26</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>27</b>
Objetivo Principal .....	27
Objetivos específicos .....	27
<b>Tiempo de realización.....</b>	<b>28</b>
<b>Estrategias y actividades.....</b>	<b>29</b>
<b>Recursos.....</b>	<b>30</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>31</b>
Entrenamiento .....	32
Prueba caminata 6 minutos .....	33
Dieta .....	33
Recordatorio de 24 horas.....	34
Bioquímico clínico .....	34
Protocolo toma de Sangre .....	34
Biometría hemática .....	35
Perfil lipídico y Proteína C reactiva .....	36
Análisis Citocinas inflamatorias .....	36
Antropometría.....	39
Peso corporal e IMC.....	39
<b>Producto .....</b>	<b>40</b>
Programa de entrenamiento.....	40
• Estructura de la sesión .....	41
• Fase de Calentamiento.....	41
• Fase de Esfuerzo .....	41
• Fase de Hidratación.....	42
• Fase de Ejercicios .....	42
• Fase Vuelta a la Calma .....	42
<b>Conclusión.....</b>	<b>43</b>

<b>Referencias .....</b>	<b>45</b>
<b>Evaluación de la práctica .....</b>	<b>53</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>55</b>
Anexo 1.....	56
Anexo 2.....	57
Anexo 3.....	59

## Introducción

El sobrepeso y la obesidad son factores determinantes de la salud y están asociados a cambios metabólicos adversos, incluyendo aumento de la presión arterial, niveles desfavorables de colesterol y aumento de la resistencia a la insulina. Aumentando, el riesgo de enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, diabetes tipo II (DT2) y ciertos tipos de cáncer (OMS, 2000). Desde el año de 1980 hasta el 2016 el sobrepeso y la obesidad se ha triplicado a nivel mundial, llegando a ese año a 1900 millones de adultos mayores a 18 años con sobrepeso, de los cuales, más de 600 millones presentaban obesidad, lo que implica una prevalencia en adultos mayores de 18 años de 39% de sobrepeso y 13% de obesidad en el mundo (OMS, 2019). Por lo cual, se necesita de una intervención efectiva que reduzca la incidencia de las complicaciones en la salud relacionados al sobrepeso y obesidad.

La cirugía bariátrica pudiese ser una solución para acatar este problema en pacientes con un índice de masa corporal (IMC)  $\geq 40$ , o aquellos que tengan un IMC  $\geq 35$  con 1 o más comorbilidades relacionadas, ej: DT2, hipertensión, apnea obstructiva, entre otras. (Mechanick et al., 2013). Existen varios tipos de cirugías que se adaptan a las necesidades de cada paciente, pero la más usualmente utilizada es la cirugía laparoscópica, las cuales incluyen Bypass Gástrico Roux-en-Y (RYGB), gastrectomía en manga (SG) y banda gástrica ajustable laparoscópica (LAGB). El RYGB es un procedimiento irreversible donde se reduce el estómago a 2/3 de su tamaño actual el cual tiene una derivación o anastomosis hacia el intestino delgado, siendo este un método restrictivo y malabsortivo por lo cual los pacientes logran tener una pérdida efectiva de peso corporal teniendo una pérdida del exceso de peso aproximadamente del 50% después de los 3 años (McGrice & Paul, 2015; Puziferri et al., 2014). En el año 2013, según la Federación Internacional para la Cirugía de la Obesidad y Enfermedades metabólicas (IFSO; por sus siglas en inglés '*International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders* ') se realizaron un total de 143,038 cirugías bariátricas, y en el caso de México unos 7,850 procedimientos reportados (Angrisani et al., 2015).

Actualmente, existe evidencia científica que respalde la inclusión de un componente como es la actividad física (AF) en programas diseñados para promover la pérdida de peso y el mantenimiento del peso perdido a largo plazo (Perri, Martin, Leermakers, Sears y Notelovitz,

1997). Por otra parte, se ha demostrado que la AF reduce la mortalidad y el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo II; pudiendo tener remisión, algunos tipos de cáncer, además de mejorar la salud mental y la calidad de vida relacionada con la salud (Manley, 1996). Durante los programas de pérdida de peso, se tiene la teoría que la AF contribuye al gasto calórico diario total al mismo tiempo que reduce la masa libre de grasa (FFM; por sus siglas en inglés '*Fat Free Mass*') y el gasto de energía en reposo (REE) en proporción a la ingesta dietética reducida (Jakicic et al., 2001). Estudios recientes de pacientes que se han sometido a una cirugía bariátrica que auto informaron tener un patrón regular en la realización de AF, se observa que contribuye a una mayor pérdida de exceso de peso y disminución en el parámetro del índice de masa corporal (IMC), así como a una mejor calidad de vida relacionada con la salud. Aunque generalmente se reconoce que la AF es beneficiosa para mejorar los resultados de pérdida de peso después de una cirugía para la pérdida de peso, los resultados no han sido concretos con respecto a la proporción de sujetos que realmente participa en programas de AF en estados postoperatorios y los resultados de los beneficios que puedan atribuir; como lo son es sus parámetros antropométricos y bioquímicos (Evans et al., 2007).

Para justificar dicha propuesta nos enfocamos en resolver la problemática de lograr una pérdida de peso adecuada a largo plazo, sabiendo que el ejercicio físico se considera esencial para dicho objetivo. Pero, actualmente, existe poca evidencia acerca de realizar ejercicio antes o después una cirugía bariátrica y como este ayuda a proporcionar una mejora adicional en los resultados de salud (Coen & Goodpaster, 2010). En la actualidad, no existe evidencia de que se haya llevado a cabo un programa de ejercicios en México para personas con cirugía bariátrica superior o igual a 3 meses en donde se demuestre los beneficios de este.

Este programa propuesto, está adaptado para adultos de 18-64 años de edad de ambos sexos que se hayan realizado una cirugía bariátrica en un período mayor o igual a tres meses ( $\geq 3$  meses), debido a que ésta es la edad donde la cirugía no implica un riesgo de salud y no aumenta su grado de mortalidad y que, además, pudieran adoptar un cambio de hábito como lo es la práctica del ejercicio y un aumento en la actividad física (Mechanick et al., 2013). En México se observa que el 57.6% de la población de 18 años y más es inactiva físicamente, siendo las mujeres menos activas con un 64% frente a los hombres con un 50.2% (INEGI, 2018).

Por lo cual, el objetivo del presente de este reporte es diseñar un programa de entrenamiento y nutrición que mejore el estado bioquímico y antropométrico de pacientes con

cirugía bariátrica. A los pacientes que puedan tomar este tipo de programa se evaluará sus parámetros antropométricos, parámetros bioquímicos, evaluación dietaria y condición física para valorar su estado de salud antes y después del programa de entrenamiento con duración de 12 semanas. La aportación de esta propuesta permitirá la creación de programas de entrenamiento y recomendaciones generales para la realización de la actividad física en este grupo poblacional específico.

La hipótesis planteada se espera que con el entrenamiento físico las personas post cirugía bariátrica que realicen actividad física de manera regular mejoren sus distintos parámetros para mejorar su estado de salud y mantener el peso perdido tras la cirugía.

## **Antecedentes teóricos**

### ***Sobrepeso y Obesidad***

Se define como sobrepeso y obesidad a la acumulación anormal y excesiva de grasa corporal que puede perjudicar la salud. El IMC es la medida más aceptada para la detección de estas enfermedades y la más utilizada para comparación entre poblaciones. Ésta se obtiene dividiendo el peso en kilogramos de una persona por el cuadrado de su talla expresada en metros ( $\text{kg/m}^2$ ) (OMS, 2016).

La clasificación del IMC propuesto por la OMS define como sobrepeso a partir de un IMC mayor o igual a  $25 \text{ kg/m}^2$ , y para obesidad con IMC mayor igual a  $30 \text{ kg/m}^2$ . La obesidad a su vez se clasifica en 3 clases, como obesidad de clase I con un IMC de  $30\text{-}34.9 \text{ kg/m}^2$ , obesidad de clase II con un IMC de  $35\text{-}39.9 \text{ kg/m}^2$ , y la obesidad clase III u obesidad mórbida a partir de un IMC igual o superior a  $40 \text{ kg/m}^2$  (OMS, 2019).

El sobrepeso y la obesidad, aumenta el riesgo de padecer enfermedades crónico-degenerativas, aumenta así mismo la mortalidad prematura y el costo económico que le genera a la sociedad, además de disminuir la calidad de vida de las personas (Hussain y Bloom, 2011).

El aumento excesivo de peso corporal es un proceso gradual que suele iniciarse las primeras etapas de la vida que van desde la niñez y la adolescencia, esto surge a partir de una

mayor ingesta y un bajo gasto energético. Dentro de los factores que desencadenan este problema se involucran factores genéticos y ambientales que determinan un trastorno metabólico que conduce a una excesiva acumulación de grasa corporal más allá del valor esperado según el género, talla y edad (Mitchell y col., 2011).

En todo el mundo, la prevalencia de sobrepeso y obesidad combinada aumentó a un 27,5% en adultos entre los años de 1980 y 2013, por lo cual la cantidad de personas que presentaban este padecimiento aumentó de 857 millones en 1980 a 2,1 mil millones para el año 2013 (Ng et al., 2014). De acuerdo con proyecciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) se estima que más de las dos terceras partes de la población mundial padecerán sobrepeso u obesidad para el año 2020 (Franco, 2012).

### ***Sobrepeso y Obesidad México***

Hoy en día, México ocupa uno de los primeros lugares en tener una alta prevalencia de sobrepeso u obesidad (Franco, 2012).

De la misma forma, en nuestro país lo adultos de 20 años o más, según datos obtenidos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2018) y la ENSANUT medio camino 2016 (ENSANUT MC, 2016) se observa que la prevalencia en ambas categorías de sobrepeso y obesidad fue de un 75.2% en la ENSANUT 2018, y de un 72.5% en la ENSANUT MC 2016, siendo aun mayor en las mujeres con 76.8% en ambas categorías, mientras que hombres obtuvieron 73.0%; y que la prevalencia de obesidad ( $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) es también más alta en el sexo femenino (40.2%) que en el masculino (30.5%). (ENSANUT, 2018; ENSANUT MC, 2016).

En cuanto al panorama económico, se estima que los costos directos que generó la atención de la enfermedad en el año 2015 en todas las instituciones del sector salud y seguros privados, en la cual se reporta una cifra de \$342,226,541 MXN. Por otra parte, también se registró los costos indirectos generados por este padecimiento el cual ascendió a una cantidad de \$778, 427, 475 MXN (Moreno, García-García, Soto, Capraro, y Limón, 2014).

Por otra parte, en 2017 se registró una cifra de decesos en el país de 264,000 personas esto causados a padecimientos que acarrea el sobrepeso y la obesidad, de las cuales se encuentran: DT2, enfermedades cardiovasculares, osteoartritis, y diversos tipos de cáncer (INEGI, 2017).

## ***Complicaciones del Sobrepeso y Obesidad***

Uno de los mayores problemas que acarrea el sobrepeso y obesidad es la diabetes tipo II. La DT2 es una enfermedad crónica degenerativa que ocurre cuando los niveles de glucosa en sangre superan a los valores normales, y que esto con el tiempo también puede generar otros problemas como enfermedades al corazón, problemas visuales, enfermedad en el riñón, entre otros (ADA, 2020)

Actualmente no hay discusión acerca de que la obesidad esté asociada a la intolerancia a la glucosa o que este cause DT2. El mecanismo se cree que es implícito a la resistencia a la insulina. Sin embargo, hoy en día existe poca evidencia que mida con precisión la resistencia a la insulina en el organismo, esto debido en gran parte al procedimiento que se realiza para obtener dicho parámetro y que, por ende, es difícil llevar a cabo en estudios epidemiológicos (Gutch y col., 2015).

Al mismo tiempo, se ha encontrado fuerte correlación entre la hipertensión y obesidad. La hipertensión o presión arterial alta es una enfermedad común en la cual la sangre fluye a través de los vasos sanguíneos, o arterias, a presiones más altas de sus valores normales. Se le denomina presión arterial a la fuerza en que la sangre empuja hacia las paredes de las arterias mientras que el corazón bombea sangre que oscila normalmente entre 120/80 mm Hg, valores mayores consecuentes a  $\geq 130/80$  mm Hg es cuando se estaría hablando de presión arterial alta (Cryer, Horani, & DiPette, 2016)

En un estudio de cohorte donde participaron 82,473 personas, se asoció que el IMC y la hipertensión en personas mayor o igual a 18 años. Así mismo, hubo un marcado aumento en el riesgo de presentar hipertensión con el aumento de peso (Huang et al., 1998).

Por último, otra afección debido a esta enfermedad es el hecho de que el grado de mortalidad se ve aumentada hasta 1.29 veces más, lo que restaría de 5-7 años de vida. Estos datos recabados en la encuesta nacional (Segula, 2014)

## ***Fisiología de la obesidad***

En balance a los efectos hormonales esperados tras la pérdida de peso, existe evidencia que contrarresta esta idea. Se observa que existe un aumento sostenido del apetito en adultos que siguen un plan de reducción de peso corporal; y no solo del apetito en sí mismo (e.j. hambre, deseo de comer), también existe un aumento en la satisfacción que posee el alimento y de las preferencias

por alimentos con un alto contenido calórico. Existen varias hipótesis sobre qué mecanismo fisiológico ocasiona la ganancia de peso perdido. Una de ellas es el mecanismo de regulación de la leptina (Sumithran y Proietto, 2013).

La leptina ha sido identificada como una hormona de los adipocitos, dentro de sus funciones principales es controlar la ingesta calórica y metabolismo, manteniendo un control homeostático sobre el tejido adiposo (Friedman, 2014). Se ha demostrado que los niveles de leptina se reducen dentro de las 24 horas de restricción energética. Estas reducciones de leptina desencadenan una respuesta de defensa ocasionando hambre, que inclusive persiste con un exceso de reservas de energía. Niveles por debajo del umbral de leptina conduce a una reducción en la tasa metabólica, aumento del apetito, disminución de la función tiroidea y aumento del sistema nervioso simpático. (Ochner, Barrios, Lee, & Pi-Sunyer, 2013). Esta deficiencia de leptina tras la pérdida de peso, añadido a una mayor respuesta de alimentos, hace que el organismo entre en desbalance energético, promoviendo la recuperación del peso perdido (Anastasiou, Karfopoulou y Yannakoulia, 2015).

Otra de las hormonas implicadas tras la pérdida de peso incluye aumento de los niveles de grelina, polipéptido inhibitorio gástrico (GIP) y polipéptido pancreático (PP), mientras que se disminuye el péptido tirosina-tirosina (PYY), colecistoquinina (CCK), la insulina y la amilina. El péptido similar al glucagón tipo 1 (GLP-1) se ha reportado de forma variable. Todas las hormonas antes mencionadas inhiben la ingesta de alimentos, con excepción de la grelina, que estimula el hambre, y GIP, que al parecer tiene función en el almacenamiento de energía. Como tal, se puede observar que estos cambios favorecen la recuperación de peso perdido, mediante el aumento del apetito, la reducción de la sensación de saciedad y el aumento de las reservas de energía (Sumithran y Proietto, 2013).

Las incretinas son una serie de hormonas intestinales distintas que usualmente se denominan; GIP (también conocido como péptido insulínico dependiente de la glucosa) un aminoácido peptídico secretado desde el enteroendócrino por las células K en el área del duodeno y yeyuno proximal, y el GLP-1 una hormona peptídica de 31 aminoácidos secretado por las células L encontradas en el intestino delgado y grueso. (Rehfeld, 2018). Primeramente, tenemos que el GLP-1 su función principal es aumentar la secreción de insulina e inhibir la del glucagón. Se ha encontrado que regula la síntesis, secreción y captación de los lípidos hepáticos, a consecuencia existe una reducción de la grasa hepática, pero los ensayos clínicos para evaluar su efectividad aún

están en curso. Por otra parte, tenemos al GIP, que su mecanismo de acción es aumentar la secreción de la insulina disminuyendo estados altos de glucosa en sangre, pero al mismo tiempo estimula la secreción de glucagón por lo cual aumenta la síntesis de triglicéridos en el tejido adiposo, esto por mecanismos incompletamente entendidos (Campbell & Drucker, 2013).

El PP, es un polipéptido de 36 aminoácidos secretado por las células PP endocrinas del páncreas. Su función principal es la autorregulación de las actividades de la secreción pancreática; tanto endocrina como exocrina. Tiene efectos en los niveles de glucógeno hepático y secreciones gastrointestinales. Se ha visto aumentada después de comidas con alto aporte de proteínas, en periodos de ayuno, ejercicio e hipoglicemia aguda. La homeostasis energética del PP es controvertida, ya que a nivel periférico disminuye la obtención de un alimento, pero esta sensación aumenta a nivel central. Se ha observado que en inyecciones periféricas se disminuye el apetito y la ingesta de alimentos, pero el mecanismo neural es incierto. (Cummings & Overduin, 2007).

La amilina es una hormona de 37 aminoácidos secretada por las células beta del páncreas. Esta hormona inhibe el vaciado gástrico, el ácido gástrico y la secreción de glucagón. También, se disminuye la ingesta de alimentos por lo cual se ha utilizado en tratamientos para la DT2 causando una pérdida de peso progresiva leve (Cummings & Overduin, 2007).

Además de esta, se encuentra la insulina que es una hormona secretada por las células  $\beta$  del páncreas. Esta hormona se ve elevada una vez que la glucosa se encuentra por el torrente sanguíneo, por lo cual, su función principal es controlar los niveles de glucosa en sangre. La insulina en si no sirve para bajar de peso o este implicado en mecanismos de saciedad, sin embargo, la obesidad y la DT2 puede generar una resistencia a ella aumentando los niveles de glucosa y el estado inflamatorio (Dandona, Aljada y Bandyopadhyay, 2004).

Por otro lado, el estado inflamatorio es un estado fisiológico el cual se ve aumentado en personas que padecen de sobrepeso y obesidad ya que presentan un exceso en tejido adiposo. El tejido adiposo juega un rol fundamental en el estado inflamatorio, ya que cuando hay un exceso de este los niveles del factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF-  $\alpha$ ), interleucinas (IL)-6, IL-1 $\beta$ , CCL2 y otros implicados en el mecanismo inflamatorio se encuentran elevados, lo cual inhibe la señalización de la insulina y por lo mismo, una captación adecuada de la glucosa (Gregor y Hotamisligil, 2011).

La grelina, es un ácido péptidico de 28 aminoácidos producida en el tracto gastrointestinal y regula la ingesta de alimentos aumentando el apetito. En personas saludables, la expresión de la

grelina aparece en los estados de ayuno, pero esta se ve disminuida una vez que se consume un alimento. Se ha observado que cuando los niveles de grelina aumentan, aumenta de la misma manera la necesidad de ingerir un alimento, y al mismo tiempo disminuye el gasto de energía, lo que da como resultado un aumento de peso corporal. Esto sucede debido a que la grelina periférica debe de activar las regiones hipotalámicas apropiadas a través de una vía indirecta. El glutatión (GSH-R) se localiza en las neuronas vagas aferentes, entonces es cuando la grelina manda una señal desde el estómago a través del nervio vago. Debido a esta señalización periférica de la grelina, que viaja hasta el núcleo del tracto solitario por parte del nervio vago, alcanza el núcleo arqueado del hipotálamo. Después de estas señales, es cuando se produce la síntesis de grelina en el estómago ante la respuesta del hambre, posterior a esto, circula por el torrente sanguíneo y sirve como una señal periférica informando al núcleo arqueado del sistema nervioso central para poder estimular la alimentación. Una vez aumentada estas señalizaciones, aumenta la ingesta acumulada de alimentos y disminuye el gasto energético. Se ha observado que la grelina también se encuentra en el núcleo arqueado (ARC) del hipotálamo, región involucrada en la regulación del apetito. Esta localización parece tener un papel en la grelina hipotalámica responsable de la ingesta de alimentos. En el ARC, las neuronas contenedoras de grelina envían señales al neuropéptido Y (NPY) y a las neuronas que expresan proteínas relacionadas con Agouti (AGRP) estimulando así la liberación de péptidos orexigénicos y suprimir los péptidos anorexigénicos (Xu y col., 2019).

En personas con sobrepeso y obesidad existe un balance entre la ingesta y el gasto de energía. La grelina en estos casos, se ve reducida en comparación con personas que tiene un peso corporal normal. Los niveles de grelina son más bajos en adiposidad visceral que en adiposidad subcutánea. Uno de los mecanismos de la obesidad debidos a la dieta es la resistencia a la grelina que surge a partir de la reducción de las señales NPY/AGRP suprimiendo la respuesta neuroendocrina. Por lo cual, las personas con obesidad intentan aumentar la ingesta de alimentos ocasionando hiperfagia producida por la resistencia a la grelina (Sato et al., 2014). Esto se debe a que, en las personas con un exceso de peso corporal, la concentración o niveles de grelina en sangre es menor que en personas con un peso corporal normal. Ya que, el tejido adiposo visceral es más sensible a niveles bajos si se compara con el tejido adiposo subcutáneo, lo cual indica que, en personas con obesidad, el depósito de triglicéridos se encuentra en el tejido adiposo visceral, una vez teniendo el peso corporal ideal, los niveles de grelina se estabilizan. Esto sucede debido a que la grelina se activa con la enzima grelina-O-aciltransferasa (GOAT), haciendo que la grelina se

una a un receptor de tipo del secretagogo de la hormona del crecimiento (GHS-R). La GHS-R se expresa en el hipotálamo, corazón, pulmón, páncreas, intestino y tejido adiposo. Al activarse estos receptores se aumenta la ingesta de alimentos e incremento de la adiposidad y secreción de la hormona del crecimiento (Palacios, 2014).

Por otra parte, también nos encontramos moléculas en sangre que cumplen un papel primordial en nuestro organismo como el colesterol. Esta molécula se encuentra anclada en las células del cuerpo humano, permitiendo así su movilidad, permeabilidad y función. El colesterol es producido de manera autónoma por nuestro organismo en el hígado por los hepatocitos, o bien, puede provenir de los alimentos consumidos por nuestra dieta; principalmente en forma de triglicéridos (TG). Para que el colesterol cumpla su función y sea transportado a través del torrente sanguíneo, este debe de ser empaquetado en forma de partículas de lipoproteína. Estas lipoproteínas varían en densidad, debido a la concentración relativa de lípidos y proteínas que posee cada partícula. Dentro de las cuales encontramos a las lipoproteínas de alta densidad (HDL; por sus siglas en inglés '*High Density Lipoprotein*'), de baja densidad (LDL; por sus siglas en inglés '*Low-Density Lipoprotein*'), de muy baja densidad (VLDL; '*Very Low-Density Lipoprotein*') y los quilomicrones (QM). Estos últimos son partículas de lipoproteínas de un tamaño enorme que se sintetizan en los enterocitos (células epiteliales del intestino) (Maldonado, Ramírez, García, Ceballos y Méndez, 2012).

El metabolismo de los lípidos; que se realiza mediante vía exógena de la dieta, son absorbidos en el intestino por los QM, son secretados por la linfa y pasan al torrente sanguíneo a través del conducto torácico. Posteriormente, los QM se someten a la lipólisis rápida por parte de la Lipoproteína Lipasa (LPL) en los lechos capilares extrahepáticos, un proceso que elimina algunos TG y deja pequeños residuos de QM que incorporan el resto de los lípidos provenientes de los alimentos hacia el hígado. En la vía endógena, el hígado utiliza los remanentes de los QM, lípidos y colesterol para producir partículas de VLDL (Tomkin y Owens, 2012). El aumento en sangre de estas dos lipoproteínas QM y VLDL, hacen que se eleven las concentraciones de TG después de una comida con un alto contenido en grasa, lo que ocasiona una hipertrigliceridemia posprandial o en ayunas (Soca, 2009).

Las VLDL son lipoproteínas compuestas por triglicéridos de origen endógeno sintetizadas a través del hígado. Este tipo de lipoproteínas son transportadas por el torrente sanguíneo desde el hígado hacia el músculo y el tejido adiposo, donde la LPL se activa

hidrolizando los TG de las VLDL, liberando con ello ácidos grasos libres que pueden ser almacenados por los adipocitos. La pérdida de los TG y algunas de sus apolipoproteínas, convierte a las VLDL en LDL. Las LDL son sintetizadas de la misma manera en el hígado, estas tienen una alta concentración de colesterol, moderada en fosfolípidos y no contiene triglicéridos. Nuestro organismo cuenta con receptores específicos a LDL en casi todas las membranas celulares, que distingue, recibe e incorpora las LDL. Debido a su elevada aterogenicidad es de gran interés clínico, ya que este representa entre un 60-70% del colesterol sérico total y su función primordial es el del transporte del colesterol desde el hígado hacia tejidos periféricos. (Maldonado et al., 2012).

Continuando así, tenemos al HDL que es atribuido a su factor protector contra enfermedades cardiovasculares, extrae el colesterol de las lesiones ateroscleróticas y lo transporta hacia el hígado para su posterior metabolismo y eliminación vía intestinal. Al igual que las anteriores lipoproteínas se sintetiza en el hígado. En el plasma sanguíneo, el HDL se convierte en un éster de colesterol por acción del Éster Colesterol Transferasa (LCAT). Mientras que circulan en sangre las partículas de HDL estas van adquiriendo más colesterol proveniente del mismo torrente sanguíneo, que además estas partículas de HDL eliminarán el colesterol a través de un proceso de transporte inverso de colesterol desde los tejidos periféricos y de ateroma en las arterias hasta el hígado, llevando así casi el 30% del colesterol sérico. Por lo mismo, una alta concentración de colesterol en sangre y tejidos nos lleva a diferentes consecuencias patológicas (Zhang et al., 2011).

Evitar la ganancia del peso perdido en individuos que redujeron su peso corporal tras una intervención y reducir las consecuencias patológicas es casi inevitable. En cualquier caso, los individuos que padecen obesidad se enfrentan a una dura batalla en el extremo de tener que superar los potentes agentes biológicos que aparecen durante las intervenciones conductuales, lo que fomenta la importancia de aumentar los esfuerzos para prevenir a la población de la obesidad.

### ***Tratamientos obesidad***

#### *Cirugía bariátrica*

En pacientes con obesidad mórbida se recomienda realizar un tratamiento médico quirúrgico debido que con este procedimiento se alcanza una pérdida de peso ponderal a mediano

y largo plazo, así como una remisión de comorbilidades asociadas y calidad de vida. Este tipo de cirugías induce cambios estructurales y fisiológicos en el sistema gastrointestinal que provocarán una reducción de ingesta de alimentos y a una malabsorción de nutrientes que pueden comprometer el estado nutricional del paciente; como un bajo aporte de proteínas y/o déficit de algunos micronutrientes. Para poder disminuir estas complicaciones, el manejo debe de realizarse siempre con un equipo multidisciplinario el cual está sujeto a ciertos criterios de selección de pacientes, a una protocolización y adecuado seguimiento clínico a largo plazo (Ocón, Pérez, Gimeno, Benito y García 2005).

Las juntas directivas de la asociación Americana de Endocrinólogos Clínicos (AAEC; por sus siglas en inglés '*American Association of Clinical Endocrinologists*'), la Sociedad de Obesidad (TOS; por sus siglas en inglés '*The Obesity Society*') y la Sociedad Americana de Cirugía Metabólica y Cirugía Bariátrica (ASMBS; por sus siglas en inglés '*American Society for Metabolic & Bariatric Surgery*') realizaron una guía de la práctica clínica para el manejo del paciente pre y post operatorio donde se indica los criterios de selección para quienes se puede realizar este tipo de tratamientos. Los pacientes a quienes se les debe de ofertar estos procedimientos son aquellos con un IMC  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> sin existencia de problemas médicos y de los cuales la cirugía bariátrica no implique un riesgo mayor. Pacientes con un IMC  $\geq 35$  kg/m<sup>2</sup> con una o más comorbilidades relacionadas a la obesidad, incluyendo DT2, hipertensión, hiperlipidemia, apnea obstructiva del sueño, síndrome de hipoventilación por obesidad, síndrome de Pickwick, hígado graso no-alcohólico, esteatohepatitis, pseudotumor cerebral, enfermedad por reflujo gastroesofágico (ERGE), asma, enfermedad por estasis venosa. También se puede ofrecer este tipo de tratamiento aquellos pacientes con un IMC de 30-34.9 kg/m<sup>2</sup> con DT2 o síndrome metabólico, aunque la evidencia actual es limitada y sus efectos a largo plazo aún no están claros. El tipo de procedimiento variará de paciente a paciente y de los objetivos de la terapia; como pérdida de peso, control de la glucosa, entre otros, así mismo dependerá de la disponibilidad de expertos en el área y preferencias personales. Actualmente, no existe una evidencia contundente que avale a favor de la cirugía bariátrica para pacientes con este tipo de padecimiento, pero en general, se prefieren cirugías laparoscópicas que cirugías abiertas para reducir morbilidad y mortalidad postoperatoria. Los procedimientos ofertados nos encontramos con la Banda Gástrica Ajustable Laparoscópica (LAGB), Gastrectomía en Manga Laparoscópica (LSG), Bypass Gástrico Roux-en-Y (RYGB) y la derivación biliopancreática (BPD) y con cruce duodenal (BPD-DS). Es de suma importancia

que para los procedimientos de BPD y BPD-DS se mencione los riesgos nutricionales debido al aumento de la longitud del intestino delgado (Mechanick et al., 2013).

Las expectativas sobre la pérdida de peso deben tratarse antes de realizar cualquier tipo de cirugía, además de que se deberá de reportar el exceso de peso perdido tras el procedimiento. Las altas expectativas de pérdida de peso corporal es un problema muy común en pacientes con obesidad y pueden afectar de manera negativa en su adherencia en el seguimiento nutricional y de salud. En relación con esto, los pacientes deberían de estar consientes de los beneficios de la cirugía bariátrica y la pérdida de peso, incluyendo las mejoras en sus comorbilidades y calidad de vida. Una vez realizada la cirugía se debe de tener un adecuado manejo nutricional y seguimiento de este tanto a corto como largo plazo, ya que las deficiencias nutricionales después de la cirugía son comunes. Dentro de las recomendaciones nutricionales es esencial un conveniente consumo de proteínas. La ingesta de proteínas debe de oscilar entre un 60-80 g/d o una proporción de 1.1-1.5 g/kg del peso ideal (ej.  $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ), y de un rango de 90-120 g/d después de un procedimiento como el BPD/BPD-DS. La suplementación diaria también es primordial, por lo cual las recomendaciones se deben de incluir de 1 a 2 suplementos multivitamínicos diarios en adultos, de 1200-2400 de mg de calcio elemental, 3000 UI de vitamina D; ajustada a necesidades individuales, y 250-350  $\mu\text{g}$  de vitamina B12/d o 1000  $\mu\text{g}$  de vitamina B12/sem. (Sherf et al., 2017)

Los beneficios percibidos en la salud es la pérdida ponderal del peso corporal. En un estudio de seguimiento de 6 años se analizó a los pacientes que recibieron una cirugía bariátrica RYGB (con una retención de seguimiento de casi del 92% de los pacientes) se observó que tuvieron una pérdida del peso corporal del 27.7% (95% IC, 26.6%-28.9%) del peso corporal inicial. De los cuales, el 94% de los pacientes tubo un control del peso corporal a los 2 y 6 años después de haberse realizado la cirugía (Adamas y col., 2012).

Los beneficios observados en estudios recientes se encuentran una remisión de la DT2 de casi un 72.3%, sin embargo, se necesita revisión del tema en estudios clínicos aleatorizados de los cuales existe poca evidencia (Sjöström et al., 2014).

De la misma manera, se ha reportado remisión de la hipertensión de casi el 38.2%. La cual se definió una presión arterial menor a 140/90 sin algún tipo de medicamento. Igualmente, hubo una tasa de remisión del 60.4% de hiperlipidemia. Está se definió como colesterol inferior a 200 mg/dl, HDL superior a 40 mg/dl, LDL inferior a 160 mg/dl y TG inferior a 200 mg/dl. Estos estudios no informaron el uso de medicamentos hipolipemiente. Existen pocos estudios a largo

plazo como estos que demuestren efectivamente los beneficios de la cirugía bariátrica, ya que la mayoría de las investigaciones reportan evaluaciones incompletas, por lo cual se propone estudios que refuercen esta parte esencial (Puzziferri et al., 2014).

En el año 2014, se registraron un total de 579,517 de cirugía bariátricas, de las cuales 2,500 correspondieron para México (Angrisani et al., 2017). Obando en el 2020, investigó que porcentaje de la población realmente tenían una pérdida de peso efectiva. Realizó un análisis retrospectivo en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Siglo XXI durante el periodo 2012-2017. Del análisis, solamente 130 pacientes fueron tomados para la presentación de los resultados, de los cuales 106 (81.6%) eran mujeres. La mayoría de estos pacientes antes de la cirugía, presentaron glucosa elevada (31%), diabetes tipo 2 (26%), hipertensión (57%), dislipidemia (29%, entre otros (7%). El 80% de esta población perdió solo el 50% del exceso de peso corporal al año después de la cirugía, pudiendo ser mayor, esto debido a la falta de atención durante el seguimiento del plan nutricional y de la prescripción de actividad física en los primeros meses de la intervención (Cadena-Obando et al., 2020).

### *Actividad física en la obesidad*

La actividad física está definida como cualquier movimiento que realiza el cuerpo humano expresado por los músculos esqueléticos el cual implica un gasto de energía (Caspersen, Powell y Christenson, 1985).

Las pautas o recomendaciones en adultos de un rango de edad de 18-64 años es realizar  $\geq 150$  minutos de actividad aeróbica con una intensidad de moderada, o bien  $\geq 75$  minutos de actividad aeróbica a intensidad vigorosa cada semana para percibir los beneficios en la salud. Estas actividades aeróbicas se deberán de practicar en sesiones de 10 minutos de duración cada una, como mínimo hasta completas los 150 minutos o más a la semana. Se ha identificado que la falta de actividad física ha sido el cuarto factor de mortandad a nivel mundial, el cual representa el 6% de las defunciones al año, seguido de la presión arterial con un 13%, glucosa elevada 6% y, por último, con un 5% el sobrepeso y obesidad de mortalidad en el mundo (OMS, 2010).

Los niveles de inactividad física a nivel mundial se han ido incrementando a nivel mundial en varios países, atrayendo en si varias complicaciones a la salud como enfermedades cardiovasculares, diabetes, así aumentando los factores de riesgo como presión arterial alta, glucosa elevada y un aumento a padecer de sobrepeso u obesidad. Estas complicaciones han sido

influenciadas por tres grandes factores: envejecimiento poblacional, urbanización no planificada y la globalización, lo cual resulta en ambientes y comportamientos poco saludables (OMS, 2009). Se ha demostrado que participar en actividad física de manera regular se reduce el riesgo de la enfermedad coronaria y ataques al corazón, diabetes, hipertensión, cáncer de colon, cáncer de seno y depresión. Además, se ha observado también que la actividad física es clave fundamental del control del gasto de energía, ya que mantiene el balance energético y controla el peso corporal (WHO, 2010). Por otra parte, se ha analizado el hecho en personas con obesidad, al parecer la actividad física reduce el riesgo de estas enfermedades, disminuyendo el riesgo de mortalidad y el ahorro por gastos médicos. Sin embargo, es posible seguir teniendo sobrepeso u obesidad, pero al mismo tiempo la práctica de actividad física padece ser un factor protector de aumentar el riesgo de estas enfermedades (Fox y Hillsdon, 2007).

En México, el panorama de la realización de la actividad física y deportivas no es muy favorecedor, ya que de la población de 18 años o más, un total de 57.6% (21,425,450 de personas) fueron inactivos físicamente en el año 2017, lo cual del resto fue físicamente activo. Para este mismo año, se observa una tendencia más alta la realización de actividad física por parte de los hombres con un 49.8%, contra las mujeres con un 36%. De los cuales, se hace la diferencia quienes cumplieron la recomendación para obtener los beneficios para la salud, y solo el 49.1% desarrollaron un nivel adecuado (INEGI, 2018).

En cuanto a los factores que desencadenan la de falta actividad física en nuestro país se suman las altas jornadas laborales, la edad; a mayor edad las personas son menos activas que la población más joven o con menos edad, estado civil; especialmente el estar casado, y el transporte; el tiempo que se le dedica de trasladarse a un lugar a otro son causas frecuentes a que las personas dediquen no dediquen tiempo a la práctica de las actividades físicas o deportivas (Rodríguez et al., 2013).

Promover programas que promuevan la práctica de actividad física y se adquiera como hábito para la salud de la población en general, y en este caso, para personas que se efectuaron una cirugía bariátrica.

## **Antecedentes empíricos**

### ***Evidencia actividad física poscirugía bariátrica***

Stegen y col. (2011) realizaron un estudio para analizar el efecto del entrenamiento físico después de una cirugía bariátrica. Se seleccionaron solamente 19 sujetos para el estudio donde se clasificó en 2 grupos; el grupo que solamente tuvo la cirugía (GB), y el grupo que tenía la cirugía y entrenamiento físico (GB+E). El programa de ejercicio para el grupo de GB+E, fue ejercitarse por lo menos 3 veces a la semana durante un periodo de 12 semanas (36 sesiones). Cada sesión de entrenamiento tenía una duración de 75 min., se incluyeron 10 min. de calentamientos cardiovasculares, 25 min de fuerza, 30 min. de entrenamiento de resistencia y 10 min. de vuelta a la calma. El entrenamiento de resistencia consistía en 10 min. de bicicleta, 10 min. de caminata. y 10 min. de subidas y bajadas con escalón (derivado del inglés 'stepping'). El ejercicio se inició a una FC<sub>máx</sub> del 60% para aumentarla progresivamente hasta el 75% del FC<sub>máx</sub>. Así continuando, con el entrenamiento de fuerza la intensidad se calculó a partir de valores de 1 repetición máxima (1RM). El nivel inicial fue del 60% de 1RM, que aumentó hasta el 75% de 1RM. Los pacientes se habituaron a los ejercicios y al equipo durante las primeras 3 sesiones de entrenamiento. En las siguientes 15 sesiones, se realizaron 2 series de 15 repeticiones al 60% de 1 RM. En las últimas 18 sesiones, se realizaron 3 series de 10 repeticiones al 75%. Los períodos de descanso entre series de repetición fueron de aproximadamente 60 segundos. En sus resultados destacaron que ambos grupos tuvieron la misma disminución de peso corporal (GB:  $-26,6 \pm 14,6$  kg; GB+E:  $-22,7 \pm 5,7$  kg), no hubo diferencias en su IMC (GB:  $-8,3 \pm 4,1$  kg/m<sup>2</sup>; GB+E:  $-8,1 \pm 2,5$  kg/m<sup>2</sup>). Por otro lado, se observó que la pérdida de peso disminuye la fuerza muscular y no mejora la capacidad aeróbica, resultados inferiores a ( $p < 0.05$ ). Se concluye, que se puede demostrar que la disminución del peso corporal reduce la fuerza muscular y no mejora la capacidad aeróbica. Además de que un programa de ejercicios de resistencia podría prevenir e incluso aumentar la fuerza en la mayoría de los músculos, y que también mejora la capacidad submáxima y funcional. Se propone que los ejercicios de entrenamiento en los primeros 4 meses después de la cirugía bariátrica es efectiva y debe promoverse (Stegen, Derave, Calders, Van y Pattyn, 2011).

En otro estudio realizado por Evans y col. (2007), querían observar el efecto de la recomendación de AF de 150 minutos a la semana (150 min/sem), a los 3,6 y 12 meses después de la cirugía bariátrica con aquellos que no realizaban la recomendación de AF. Se analizaron 178

pacientes; 3 (n=178), 6 (n=128) y 12 meses (n=209). Se hizo un análisis de las diferencias de la pérdida de peso a través de un método de covarianza en cada punto, edad y el índice de masa corporal preoperatoria se utilizaron como covariables. No hubo sesión de entrenamiento, los resultados expresados se obtuvieron a través del cuestionario de actividad física auto-reportada en su versión corta (IPAQ; por sus siglas en inglés '*Physical Activity Questionnaire*'). Los pacientes que informaron al ver realizado >150 min/sem de AF moderada tuvieron significativamente una mayor pérdida de peso, IMC y pérdida de peso total a los 3, 6 y 12 meses ( $p<0.05$ ). El porcentaje de pérdida de exceso de peso fue 56.0%, versus 50.5% que no cumplieron con la recomendación de 150 min/sem. En conclusión, mantener la recomendación de realizar 150 minutos a la semana en pacientes poscirugía bariátrica disminuye el peso corporal a los 3, 6 y 12 meses. Por lo cual, se debe de alentar a este tipo de población a cumplir con la recomendación o aumentar la misma, para una mayor pérdida de peso y como fase de mantenimiento (Evans et al., 2007).

Por otro lado, Kaviani y colaboradores (2017), decidieron hacer un estudio para comparar el efecto de un programa de entrenamiento de duración de 20 semanas con ejercicios mínimamente supervisado (PEMS) y supervisados en el gimnasio (SEG) sobre la disminución del peso corporal y la resistencia a la insulina. Se analizaron IMC, perfil de lípido, glucosa en ayunas e insulina al inicio y a la semana 20 después del término de la sesión de ejercicios. El entrenamiento para SEG se les planificó una caminata de 30 min. 5 días a la semana, la cual se aumentaría el tiempo gradualmente hasta 60 min. al final de la 4<sup>o</sup> semana. Este grupo tuvo 2 visitas al gimnasio por semana. Para el otro grupo, PEMS, se planificó de la misma manera sin embargo no asistieron al gimnasio, pero su actividad fue seguida por teléfono cada 2 semanas y una visita cada mes. La muestra fue de 80 pacientes del género femenino (PEMS = 38 and SEG = 42). Como parte de los resultados, se obtuvo una reducción ligera en el parámetro del IMC del SEG (8.61 95% IC 7.76–9.45) en comparación con PEMS (5.18 95% CI 3.91–6.46) ( $p<0.01$ ). Sin embargo, no hubo cambios significativos en los otros parámetros; como de insulina y glucosa en ayunas. Se concluye que ambos métodos de entrenamiento como el SEG y el PEMS, son igual de efectivos para mejorar el perfil lipídico y la resistencia a la insulina en ambos grupos, y se observó una mejora para el grupo SEG en el índice de masa corporal. Por último, se propone realizar programas de ejercicios dentro de casa mínimamente supervisado, aunque ambos métodos deben de considerarse para la realización de actividad física en este tipo de poblaciones (Kaviani et al., 2017).

Shah y su equipo de trabajo (2011) llevaron a cabo un estudio para ver el efecto de un programa de entrenamiento con ejercicios de alto volumen (HVEP; por sus siglas en inglés '*High Intensity Exercise Program*'). Se reclutaron 33 pacientes que obtuvieron una cirugía bariátrica (grupo control n=12, HVEP n=21). El objetivo del programa era gastar  $\geq 2000$  kcal/semana con ejercicios de intensidad moderada a un 60–70% del consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ). La primera semana tuvieron que gastar 500 kcal y fue aumentado gradualmente cada semana hasta lograr el objetivo de  $\geq 2000$  kcal/sem. Se analizó el  $VO_{2m\acute{a}x}$  al inicio, 6° y 12° semana, peso, circunferencia de cintura (CC), porcentaje de grasa total, perfil de lípidos, insulina, glucosa en ayunas, glucosa posprandial, presión arterial, calidad de vida y dieta. Los resultados obtenidos fue que a partir de la 4° semana el grupo HVEP el 53% tuvo un gasto  $\geq 2000$  kcal/sem y el resto gastó  $\geq 1500$  kcal/sem. El conteo de pasos, el tiempo reportado y la energía gastada durante la actividad física moderada, el  $VO_{2m\acute{a}x}$  en relación con el peso y la glucosa posprandial mejoraron significativamente durante 12 semanas en el grupo HVEP en comparación con el grupo control (efecto programa por semana  $P=0.009$  -0-03). La calidad de vida fue ligeramente significativa para ambos grupos. No hubo efecto en el peso corporal, ingesta calórica, gasto de energía en reposo, perfil de lípidos, glucosa en ayunas, insulina en ayunas y posprandial. En conclusión, se observa que este tipo de entrenamientos con ejercicios de alto volumen son benéficos ya que mejora la condición física y disminuye la glucosa posprandial en pacientes que con una cirugía bariátrica (Shah, Snell, Rao, Adams-Huet, Quittner, Livingston y Garg, 2011).

### **Caracterización**

Los pacientes candidatos a una cirugía bariátrica; la mayoría de ellos con IMC superior a  $40 \text{ Kg/m}^2$ . Son personas cuyo peso corporal excedente presentan elevadas complicaciones en su estado de salud. Una de las principales características a nivel físico, es la disminución de su movilidad, sobre todo en la parte inferior del cuerpo. En este caso, es cuando aparece el término de movilidad funcional, la cual se describe como cualquier movimiento que realizamos en nuestra vida diaria o ya sea de moverse de un lugar a otro; como caminar o andar en bici, por lo cual este tipo de movilidad hace que la persona participe en actividades físicas mejorando así su calidad de

vida. Sin embargo, cuando la persona padece de sobrepeso u obesidad, esta movilidad se ve disminuida. Una característica exclusiva en estas personas es el exceso de tejido en zonas inferiores, superior y principalmente en el área del abdomen que limita su movilidad (Forhan y Gill, 2013)

Otra característica de las personas que sufren de exceso de peso, son los dolores musculoesqueléticos. Se ha observado un patrón de la caminata distinto entre personas con peso normal y exceso de peso, esto debido a una reducción sustancial del torque en la rodilla e impacto reducido en las articulaciones de las extremidades inferiores; rodilla y cadera. Este patrón se puede mantener en un periodo de tiempo, sin embargo, este problema aumenta a largo plazo. Ya que, es más probable que adultos con obesidad tienen más probabilidad osteoartritis (OA) de rodilla que aquellos individuos que tienen un peso saludable. Esto esta altamente relacionado con el IMC, a mayor índice de masa corporal la persona tendrá mayor probabilidad de padecer OA de rodilla (DeVita y Hortobágyi, 2003; Grotle, Hagen, Natvig, Dahl y Kvien, 2008).

Por otra parte, también se ha observado que las personas con sobrepeso y sobre todo con obesidad, tienden a ser personas introvertidas y tímidos los cuales no gustan de relaciones sociales. Un aspecto psicopatológico de esta población es el síndrome de atracón que son parte de los desordenes alimenticios. Este desorden esta caracterizado por comer grandes cantidades de comidas en un período corto de tiempo, haciendo que la persona se sienta culpable y avergonzada del acto ya que en este momento ellos refieren una perdida del control en sí mismos (Abilés et al., 2010).

Se ha visto que con el ejercicio físico se mejora la aptitud física o el estado de salud físico, las relaciones sociales, disminuye el estado anímico de la vergüenza, parece ser un factor protector ante el dolor; haciendo que este no aumente, además de mejorar algunos marcadores cardiometabólicos y previniendo la mortalidad prematura (Baillot et al., 2016; Ren, Lu, Zhang y Xu, 2018).

Es por eso la necesidad de crear una propuesta de un programa de entrenamiento para este tipo de población, y así mejorar su estado de salud de manera integral.

## **Nivel de Aplicación**

El nivel de aplicación que tiene el Hospital Dr. José Eleuterio González es de 3er. nivel de atención, ya que según el Sistema Nacional de Salud es la red de hospitales de alta especialidad con avanzada tecnología. Aquí es donde se tratan enfermedades de baja prevalencia, de alto riesgo y las enfermedades más complejas. En ellos se atiende a los pacientes que remiten los hospitales de segundo nivel. Son los Centros Médicos Nacionales (CMN), Unidades Médicas de Alta Especialidad (Umaes), los Institutos Nacionales de Salud, que se concentran en su mayoría en la Ciudad de México, y los Hospitales Regionales de Alta Especialidad, de los cuales existen actualmente seis en distintas regiones del país (López, Durán y Hernández, 2012). Y según las funciones esenciales de la salud pública cae dentro de: Salud Ocupacional y Salud de Enfermedades Crónicas. Debido a que se da seguimiento de la legislación sobre la salud de los trabajadores y seguimiento del cumplimiento de normativas que fomenten comportamientos saludables (Muñoz y et al., 2000).

## **Objetivos**

### ***Objetivo Principal***

Diseñar un programa de entrenamiento y nutrición que mejore el estado bioquímico y antropométrico de pacientes con cirugía bariátrica.

### ***Objetivos específicos***

- Valorar capacidad física mediante la prueba de la caminata de 6 minutos antes de iniciar el programa.
- Evaluar perfiles bioquímicos de los pacientes que obtengan la intervención; antes, durante y al final del programa de entrenamiento.
- Evaluar parámetros inflamatorios con la prueba de la proteína C reactiva a pacientes que tengan la intervención, la cual se realizará, antes, durante y final del programa de entrenamiento.
- Evaluar los cambios antropométricos de los pacientes adscriptos al programa; peso y talla, para la obtención del IMC.
- Realizar una base de datos con dichos parámetros para la elaboración de resultados.
- Comparar los resultados obtenidos con otros estudios similares al propuesto en dicho programa.

## Tiempo de realización

<b>Cronograma de actividades</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>	<b>Marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>Mayo</b>
Realizar una invitación a personas que tengan una cirugía bariátrica (>3m) a participar en el programa de ejercicios.	x				
Presentar consentimiento informado a personas participantes del proyecto.	x				
Entregar consentimiento informado al comité de bioética	x				
Seleccionar a los sujetos participantes que estarán dentro de la intervención del programa de ejercicios	x				
Realizar mediciones antropométricas y bioquímicas iniciales (M1)	x				
Realizar prueba del 6MW-Test antes del inicio del programa y al final de este.	x				
Efectuar la base de datos de los pacientes adscriptos al programa de entrenamiento	x				
Desempeñar la fase de adaptación del programa de entrenamiento a los pacientes enlistados (duración: 2 semanas)		x	x	x	
Ejecutar la fase de entrenamiento con ejercicios de intensidad moderada				x	
Realizar mediciones antropométricas y bioquímicas (M2)				x	
Realizar seguimiento de la fase de entrenamiento del programa de ejercicios				x	
Realizar mediciones antropométricas y bioquímicas finales (M3)					x
Efectuar el análisis estadístico de la base de datos					x
Presentar los resultados obtenidos					x
Conclusión y termino del proyecto					x

## **Estrategias y actividades.**

Para lograr nuestro objetivo principal y específicos, la estrategia para la elaboración de la propuesta fue armar un plan de búsqueda para presentación final del programa de entrenamiento.

Para la síntesis de literatura se realizó una búsqueda y selección de los artículos, en las bases de datos: PubMed, Medline, Scielo, Biomed Central, EBSCO, Nature, Springer, Wiley, Elsevier. Las fechas establecidas para la consulta se realizarán a máximo 10 años dentro del período del 2010 al 2020, en caso de no encontrar artículos en las fechas establecidas se irán buscando y seleccionando artículos posteriores que cumplan con los criterios de inclusión.

La búsqueda se realizó utilizando las palabras claves 'Cirugía Bariátrica, Bariatric Surgery, Cirugías para la Pérdida de Peso, Weight Loss Surgery, Entrenamiento, Training, Ejercicio, Exercise, Actividad Física, Physical Activity, Obesidad, Obesity, Postcirugía Bariátrica, Post-Bariatric Surgery, Programa de Ejercicios, Exercise Program, Intensidad Moderada, Moderate intensity, Intensidad Vigorosa, High Intensity'. Se utilizará el truncador \* por ejemplo EXERCISE\* y los operadores booleanos AND y OR por ejemplo Obesity AND Bariatric Surgery OR Weight Loss Surgery. Y estuvo limitada por el año y fecha de publicación, la población de edad entre 18-64 años; no se tomaron en cuenta aquellas publicaciones con población de jóvenes <18 años, encuestas de frecuencia de actividad física para pacientes con cirugía bariátrica, intervenciones que se realizaron antes de la cirugía y estudios de casos. Los tipos de documentos son de texto completo, ensayos clínicos aleatorizado y de publicación periódica. Se realizó la búsqueda en inglés principalmente, pero también se tomó en cuenta las publicaciones en español, por si existía la posibilidad de que este tipo de investigaciones se hayan realizado en un país hispano hablante; por ejemplo, México, y no este no aparezca en el buscador en el idioma principal (Moncada-Hernández, 2014).

La selección de artículos se planteó en dos etapas: la primera etapa fue elegir los artículos por título verificando que se incluyeran las variables de interés y la segunda por palabras clave como: obesidad, sobrepeso, cirugías para perder peso, programas de entrenamiento, entre otras.

Posteriormente, se realizó la presentación de los artículos seleccionados mediante el uso de tablas para identificar los siguientes aspectos: autor, año de publicación, país donde se realizó la investigación, metodología, resultados y conclusión de los resultados. (Anexo 1)

Por último, se realizó la propuesta en base a la información recolectada para establecer una metodología clara que sea de manera accesible para llevarse a cabo.

## **Recursos**

- **Recursos físicos**

Para espacios físicos, será imprescindible contar con área lo suficientemente grande para colocar caminadores (mínimo 5 caminadoras con un máximo de 20) para poder realizar la actividad. En su caso, se puede solicitar el permiso o préstamo de un área para trabajar dicho proyecto, como, por ejemplo: áreas prestadas por algún tipo de sector gubernamental (sector educativo, salud, deportiva, entre otras), gimnasios privados, sólo por mencionar algunos. Determinada el área, se solicitará la compra o préstamo de los siguientes materiales: caminadoras, conos o conos chicos flexibles, bandas delimitadoras, cronómetro, relojes Polar H10 Heart Rate Sensor, Kempele, Finlandia) que evalúen la frecuencia cardíaca; la cantidad de relojes variará dependiendo de los pacientes participantes, computadora, hojas de papel blanco, impresora, carpetas o folder, plumas, lápices, botellas de agua o un dispensador de agua, snacks saludables, un kit de emergencia. Además de otros espacios físicos como un consultorio clínico y laboratorio de análisis.

- **Recursos humanos**

Se trabajará con un equipo multidisciplinario: médico cirujano, nutriólogo, psicólogo, especialista en el área de actividad física, ejercicio y deporte, analista o laboratorista clínico y paramédico. El número de personal variara; como se comentaba con anterioridad, dependiendo del rango de participantes establecidos por el programa, por ejemplo: si se tiene un máximo de participantes de 20 personas, sólo será necesario contar con una persona de cada rubro.

- **Software y métodos**

Para el recurso y creación de la base de datos se utilizará el uso de un programa estadístico informático como el creado por la empresa *International Business Machines Corporation (IBM®)*, el programa SPSS (por sus siglas en inglés ‘*Statistical Package for the Social Sciences*’) en su versión más reciente (SPSS Statistics Version 26), puede a ver más variantes, el uso de la versión no.22 también puede funcionar. Existen otros programas estadísticos, pero esto dependerá de los parámetros que se quiere obtener como resultado.

- **Recursos financieros**

Los fondos disponibles serán obtenidos mediante canales y redes de apoyo, sean del sector público o gubernamentales, tanto como de sector privado que se comprometan en apoyar dicha propuesta para la mejora del estado de salud de esta población. El desarrollo de un sistema operativo será fundamental para este trabajo. Planes y procesos para la adquisición de bienes: pagos al personal de apoyo, materiales, análisis clínicos, etc. serán esenciales para que el programa tenga un mejor resultado.

## **Metodología**

El desarrollo de programas de ejercicio para pacientes con poscirugía bariátrica en entornos clínicos que cumplan las recomendaciones propuestas por las organizaciones mundiales en salud pública para la actividad física es importante en cirugía bariátrica como parte de un tratamiento viable para la obesidad severa. Actualmente, existe poca evidencia de que un programa de ejercicios de intensidad moderada sirva como método para disminuir el peso corporal o mantener el mismo, y sea factible en este tipo de pacientes y mejore sus parámetros biológicos.

Por lo cual, se propone un programa de entrenamiento de ejercicios moderados con una duración de 12 semanas para pacientes poscirugía bariátrica. La elegibilidad como criterios de inclusión incluyen tener un IMC mayor o igual a 35 kg/m<sup>2</sup>, también, que hayan sido sometidos a una cirugía los 3 meses anteriores, edad de 18-64 años. Como criterios de exclusión, el estudio se limita a incluir a aquellos sujetos que tengan un peso mayor o igual a 180 kg, que tengan alguna limitación funcional; como no ser capaz de subir 10 escaleras o caminar una distancia de 0.4 Km, debido a la artritis u otra causa musculoesqueléticas, que tomen o con anterioridad hayan tomado

pastillas para bajar de peso, enfermedades cardiovasculares graves, hipertensión no controlada, hematocrito <30%, enfermedad renal crónica, trastornos tiroideos, enfermedad pulmonar lo suficientemente grave para impedir con su participación durante el entrenamiento físico, o enfermedades neuropsiquiatrias importantes que impiden la competencia o el cumplimiento, estar embarazadas, lactando o consumir drogas (Shah et al., 2011).

Por último, para el análisis se realizarán mediciones antropométricas (peso e IMC), glucosa en ayunas, perfil lipídico (HDL, LDL, Colesterol total y Triglicéridos), citocinas inflamatorias y proteína C reactiva al inicio, a la mitad del programa y término de este.

### ***Entrenamiento***

El objetivo del ejercicio en el grupo que tendrá el programa es gastar  $\geq 150$  min/semana en ejercicios aeróbicos de intensidad moderada al 59-70% de su frecuencia cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>). Los pacientes serán instruidos para lograr estos objetivos. Gradualmente, se les dará las indicaciones para cada sesión del programa; las primeras 2 semanas tendrán como objetivo la adaptación del sujeto al plan de ejercicios, en esta fase la duración de la sesión durara sólo 30 min (10 min. fase de calentamiento+15 min fase de ejercicio+5 min de enfriamiento) a una intensidad del 40-59% de su FC<sub>máx</sub>, para después aumentar esta intensidad gradualmente en la tercera semana del programa, en donde la duración de la sesión será de 45 min (10 min. fase de calentamiento+30 min fase de ejercicio+5 min de enfriamiento) con intensidad de 59-70% de su FC<sub>máx</sub>.

A cada sujeto se le pedirá que realice el ejercicio en la cinta de correr en una determinada velocidad (0.3 mi) y pendiente (1 grado de inclinación) manteniendo la constante de 40-59% FC<sub>máx</sub> las primeras 2 semanas, y de 59-70% FC<sub>máx</sub> a partir de la tercera semana.

Una vez que se alcance la intensidad deseada y los sujetos aumenten su forma física, se les pedirá que aumenten su intensidad para mantener el mismo nivel de esfuerzo percibido. Además de esto, también les pedirá a los sujetos que realicen ejercicio físico al menos 5 días a la semana.

La obtención de la frecuencia cardíaca máxima será realizada a partir de la ecuación  $(211 - .8 \times \text{edad})$  (Tanaka., Monahan y Seals, 2001). Por último, se les monitoreara la FC<sub>máx</sub> durante los

ejercicios usando un monitor de frecuencia cardíaca monitores Polar H10 Heart Rate Sensor, Kempele, Finlandia) (Shah et al., 2011).

### ***Prueba caminata 6 minutos***

La prueba de caminata de 6 minutos (6WM; por sus siglas en inglés ‘6 minutes walk’). Es una prueba para evaluar la condición aeróbica y ha sido frecuentemente usado en pacientes con cirugía bariátrica para medir su actividad física (Josbeno, Jakicic, Hergenroeder y Eid, 2010). Se realiza la prueba en 2 días alternos según la American Thoracic Society, el resultado de la segunda prueba se toma para el análisis. Durante la prueba, el evaluador necesita estimular a los sujetos y se les indica que deben de realizar la prueba lo más rápido posible sin correr por un pasillo de 30 m sobre una superficie plana en un tiempo de 6 minutos (ATS, 2002).

### ***Dieta***

Para optimizar la dieta y prevenir deficiencias nutricionales, los sujetos en ambos grupos se les indicará que sigan las pautas dietéticas desarrolladas para pacientes de cirugía posbariátrica por según pautas por la ASMB e indicaciones del grupo interdisciplinario del hospital de cirugía bariátrica (Stocker, 2003; Mechanick et al., 2013). Las instrucciones se proporcionarán a través de asesoramiento dietético individual. Se les pedirá que limiten su consumo de energía a aproximadamente 1,200–1,500 kcal/día. Esto se logrará limitando el tamaño de las porciones, los alimentos densos en energía y bebidas con alto contenido energético. También se les pedirá que mastiquen bien sus alimentos y que cada comida principal les tome por lo menos 20 minutos, no beber 30 minutos antes, durante y después de cada comida para prevenir malestares como vómitos, diarrea, el síndrome de dumping, consumir como mínimo mayor o igual a 60 g de proteína por día para preservar masa corporal magra (LBM; por sus siglas en inglés ‘Lean Body Mass’), consuma las fuentes de alimentos proteicos antes que las fuentes de alimentos con contenido en grasa o carbohidratos, consumir al menos 5 porciones de frutas y verduras al día, beber 2 litros de agua al día; en forma frecuente de pequeñas cantidades. Se les pide además que eviten alimentos y bebidas con azúcar añadida y jugo de fruta para prevenir el síndrome de dumping.

Por último, se les pedirá a todos los sujetos que tomen suplementos multivitamínicos de vitaminas y minerales como se recomienda para este tipo de paciente (Stocker, 2003; Mechanick

et al., 2013) para aquellos pacientes con cirugía bariátrica que requieran terapia suplementaria complementaria debido a su riesgo por deficiencias nutricionales, deberá ser atendido siempre de manera individualizada.

### ***Recordatorio de 24 horas***

La ingesta dietética se evaluará en 2 días (1 día de la semana y un día de fin de semana) para el registro de alimentos de alimentos con una técnica validada (Thompson y Byers, 1994).

El recordatorio de 24 horas recolecta los datos de ingesta lo más detallada posible. Este se apoya con el uso de réplicas de alimentos, utensilios de cocina, platos, vasos, imágenes, entre otros para que apoyen al entrevistador a obtener una información parecido a la realidad con el consumo de la persona. Se utiliza un formato con diferentes apartados: alimento, descripción del alimento, lugar donde se consumió, método de preparación, porción del alimento; grosor, hielo en bebidas, para obtener así los gramos y código del alimento. Para el recordatorio de 24 horas, el entrevistador informa al sujeto que recuerde lo consumido en las últimas 24 horas. Se comienza consumido en la mañana hasta el último alimento consumido antes de despertarse (Thompson y Byers, 1994).

Para el cálculo de energía y nutrientes, se realiza una base con el registro de alimentos utilizando el programa ‘My Food Record’ versión 2019, registrada por del departamento de agricultura de los estados unidos (USDA; por sus siglas en ingles ‘*United States Department of Agriculture*’) (USDA, 2019).

### ***Bioquímico clínico***

#### *Protocolo toma de Sangre*

La toma de sangre se seguirán las técnicas descritas por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM). El procedimiento consiste en la colocación de una bata, cubre bocas y lentes transparentes para seguridad por disposiciones de trabajo con material biológico (NOM-087-ECOL-SS1-2002 en el Nivel I y NOM-017-STPS-2008) (NOM, 2012; NOM 2008). La preparación para la toma de la muestra, la zona más idónea es en la fosa antecubital, la parte anterior del brazo, frete y bajo el codo. Se esteriliza la zona con alcohol etílico al 70% la zona de venopunción y permitir el secado

del área. Se detecta la vena cubital mediana o la cefálica (la que tenga mas calibre), la cual se detecta con movimientos de abrir o cerrar la mano, se procede a aplicar un torniquete en una zona de 10 cm arriba de la zona de venopunción para aumentar la presión intravascular y evitar la contaminación de la zona. Se coloca el brazo del paciente inclinándolo hacia abajo desde la altura del hombro y se realiza la venopunción con una aguja estéril doble bisel (BD Vacutainer Precision Glide) colocado en un soporte portatubo como dispositivo de transferencia (Holder) (BD Vacutainer Luer-Lok Access Device). A continuación, se coloca un tubo de muestra de Heparina de sodio (BD Vacutainer Sodium Heparin) de 4 ml en el dispositivo de transferencia hasta obtener la muestra de sangre de acuerdo con el protocolo del CLSI (CLSI, 2007). Una vez obtenida la muestra de sangre en el tubo, se procede a realizar movimientos suaves con el tubo y ponerlo en el mezclador (Stuart Roller Mixer SRT6D) para evitar la coagulación. Al finalizar, los tubos se colocan en una centrifuga (Solbat J-40) a 3000 rpm por 3 minutos. Una vez separado el plasma de los leucocitos y glóbulos rojos, se realizan alícuotas de 500  $\mu\text{g}$  en microtubos Eppendorf de 1.5 ml con una micropipeta automática de 100 a 1000  $\mu\text{g}$  (BioPette autoclavable) con la respectiva puntilla y se almacenan en un ultracongelador a  $-80^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior uso. Se espera realizar una toma de muestra al inicio del programa (M1) y una al finalizar (M2).

### *Biometría hemática*

Se utiliza el método de Impedancia eléctrica por conteo y método SFT libre de cianuro mediante el analizador automático Mindray BC-2800.

El procedimiento se muestra a continuación:

1. Se toma una muestra de 100  $\mu\text{l}$  de sangre total en un microtubo de EDTA.
2. Se selecciona análisis de sangre completa, y se coloca el microtubo en la aguja del equipo con un diámetro de apertura de 80  $\mu\text{m}$ .
3. La muestra colectada es de 13  $\mu\text{l}$ .
4. La obtención del resultado se muestra posterior a los 3 minutos, con 19 parámetros (WBC, Lymph#, Mid#, Gran#, Lymph%, Mid%, Gran%, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, RDW-CV, RDW-SD, PLT, MPV, PDW, PCT) agrupados en tres poblaciones sanguíneas (WBC, RBC, PLT) y 3 histogramas (WBC, RBC, PLT).

### *Perfil lipídico y Proteína C reactiva*

Método de fotometría de absorbancia mediante el analizador COBAS C111 en celdas de muestra STAT. Se utilizó el sistema de reactivo dual del kit CRPLX (Proteína C Reactiva Latex). Reactivo 1: Tampón TRIS con BSA e Ig de ratón estabilizadas con NaN<sub>3</sub> (0.09%) como conservante.

Reactivo 2: Formada de dos partículas de látex cubiertas con anti-CRP de ratón en buffer de glicina, estabilizadas con NaN<sub>3</sub> (0.09%) como conservante.

### *Análisis Citocinas inflamatorias*

Posterior a la obtención de muestra sanguínea se etiquetaron los tubos con la descripción correspondiente (fecha, nombre, número de toma) se procedió a centrifugar las muestras y separar el plasma en tubos eppendorf a 3000 rpm durante 3 minutos, realizando alícuotas de 70 µl en microtubos de un solo uso y almacenaron a -80° C para su análisis, evitando los ciclos de congelación y descongelación.

El protocolo que se siguió para el análisis de citocinas se enlista a continuación:

1. Se realiza la calibración y validación del equipo Bio-Plex 200 con los diluyentes específicos para el kit de calibración, siguiendo las instrucciones que marca el programa con el llenado de los pocillos en la placa. Los kits adquiridos para realización de este protocolo son:  
-Citocinas: kit de citocinas Bio Plex Pro Human Th17 cytokine panel, con # de manual 10023381.
2. Se inicia con la asignación del número total de pozo que se utiliza en las placas, dando lugar a la fila 1 y 2, para ubicar el blanco en A3 y A4, protocolo para citocinas B3, B4, C3 y C4.
3. Se preparan los controles, estándares y muestras de la siguiente manera: primero, se golpea suavemente el frasco que contiene el diluyente liofilizado (pastilla) en una superficie sólida para asegurar que la pastilla está en el fondo del frasco.
4. Posteriormente, se reconstituye en un frasco en un solo frasco de estándar con 781 µl del diluyente estándar HB (*standard diluent HB*) para las citocinas y el isotipificación (*isotyping diluent*).

5. Se agita tanto el control estándar en vortex por 5 segundos e incubo en hielo por 30 minutos tanto estándar como control, se comienza y termina la dilución para garantizar mayor rendimiento.
6. Durante el periodo de incubación, se preparan las muestras, las cual se descongelan mantenidas en agua en hielo, preparadas listas antes del ensayo.
7. La muestra se diluye en 1:4 (esto es tomar 40  $\mu$ l de muestra y 120  $\mu$ l del diluyente sencillo HB, posterior a esto, se agrega un diluyente sencillo a todas las muestras.
8. Se preparan diluciones seriales para la curva estándar y así obtener las concentraciones y un blanco con la solución diluyente estándar. Se agita en vortex por 5 segundos entre cada dilución, en la preparación serial se pipetea cuidadosamente utilizando micropipetas calibradas, así como nuevas puntas para cada transferencia, especificado por el protocolo anterior se etiqueta 8 tubos de eppendorf nuevos de 1.5 ml (S2 Y S8 y blanco), se añadieron 150  $\mu$ l de la solución diluyente del estándar a los tubos S2-S8, el estándar se reconstituyo con 781  $\mu$ l del diluyente estándar HB (*standard diluent HB*) para citocinas.
9. Para la preparación de las perlas acopladas iniciaremos calculando el volumen que se utiliza, en este caso se agrega 324  $\mu$ l de perlas y 6156  $\mu$ l de amortiguador de ensayo (*assay buffer*) a un tubo eppendorf de 15 ml, se agita en vortex a velocidad media durante 30 segundos, abrir con cuidado la tapa y pipetear hasta que ningún liquido quede atrapado en el amortiguador, esto es importante para asegurar la máxima recuperación de las perlas, no se debe centrifugar el vial ya que esto hace que las perlas se asienten en el tubo, se protege de la luz con papel aluminio, equilibrando a temperatura ambiente 24° C, se descubre la placa y se pipetea el volumen requerido 50  $\mu$ l del tubo de polipropileno a cada pocillo, agitando entre cada línea, este caso se recomienda utilizar una pipeta multicanal para la facilidad de uso y eficiencia así, también es importante mencionar que los pozos nos utilizados de la placa de ensayo deben ser cubiertos con una película de sellado, se lavan los pocillos dos veces 100  $\mu$ l diluyente de lavado (*wash station*) en un equipo Bio-Plex handheld magnetic washer (#10023087), se agita el vortex con las muestras, los estándares, el blanco y controles por 5 segundos. Se transfiere 50  $\mu$ l a cada uno de la muestra apropiada, al pocillo correspondiente de la placa de

ensayo es importante cambiar la punta de la pipeta después de cada transferencia de volumen (verificar), por último, se cubre e incuba en oscuridad durante 1 hora a temperatura ambiente (RT) con agitación a  $850 \pm 50$  rpm.

10. Para preparar y añadir los anticuerpos de detección se realizan en el momento de las muestras están incubadas, se calcula el volumen de anticuerpos de detección tomando en cuenta el 20% excedente (168.75  $\mu$ l anticuerpo detección 20x y 3106.25  $\mu$ l de diluyente de anticuerpo de detección) los cuales se preparan 10 minutos antes de su uso, se añade volumen necesario del diluyente anticuerpo de detección a un tubo de polipropileno de 15 ml, se agita en vortex los anticuerpo de detección 20x durante 15-20 segundos a velocidad media, a continuación se lleva a centrifuga (spin) 30 s para recoger todo el volumen en la parte inferior del tubo, se toman 168.75  $\mu$ l y se diluye con 3206.25  $\mu$ l del diluyente de anticuerpo, después de la incubación de perlas, las muestras, los estándares, los blancos y los controles, se retira lentamente la película de sellado y se desecha, se lavan los pocillos 3 veces con 100  $\mu$ l diluyente de lavado Bio-Plex, y se agita en vortex suavemente durante 5 segundos los anticuerpos de detección diluido 1x, agregando 25  $\mu$ l a cada pocillo de la placa de ensayo utilizando una pipeta multicanal, se cubre e incuba en la oscuridad durante 30 min a temperatura ambiente con agitación a  $850 \pm 50$  rpm.
11. Por último, se prepara estreptavidina-PE (SA-PE) el cual debe de ser preparado en el momento que los anticuerpos de detección se incubaron, se calculo el volumen de esta (SA-PE debe de estar preparado 10 min antes de su uso), ya calculado se añade estreptavidina-PE (SA-PE) a un tubo eppendorf de 15 ml, se agita en vortex la solución de estreptavidina-PE (SA-PE) durante 5 segundos a velocidad media, se realiza una centrifugación de menos de 30 segundos para recoger el volumen en la parte inferior del vial, se toman 69.4  $\mu$ l y se agrega 6868.13  $\mu$ l de amortiguador de ensayo (*assay buffer*) tomando en cuenta el 25%, en tubos corning de 15 ml, después de la incubación del anticuerpo de detección, se retira lentamente y desecha la película de sellado, se lavan los pocillos tres veces con 100  $\mu$ l del diluyente de lavado Bio-Plex y se agita el vortex la disolucion1x de la estreptavidina-PE (SA-PE) a velocidad media durante 5

segundos, se coloca 50 µl de muestra a cada pocillo usando una pipeta multicanal, se cubre e incuba en la oscuridad durante 10 minutos a temperatura ambiente con agitación a  $850 \pm 50$  rpm, seguido de la etapa de incubación de estreptavidina-PE (SA-PE), se retira lentamente y se desecha la película de sellado, se lavan los pocillos 3 veces con 100 µl diluyente de lavado Bio-Plex, se resuspende la placa añadiendo 125 µl de amortiguador de ensayo (assay buffer) en cada pocillo, se cubre la placa con una nueva hoja de película de sellado agitando a la temperatura ambiente a  $850 \pm 50$  rpm durante 30 segundos y retirando lentamente la película de sellado. Para finalizar, se procede a la lectura en el equipo Bio-plex® 200 Systems siguiendo el protocolo recomendado por la casa comercial.

### ***Antropometría***

#### *Peso corporal e IMC*

La evaluación antropométrica de cada participante se realizará por una nutrióloga previamente capacitada y con métodos estandarizados. Para la toma del peso, se les indicará a los pacientes que previamente asistan en estado de ayuno y vistiendo ropa ligera. Se utilizará una báscula digital (TANITA HBF-514CLA, Illinois, EE. UU.) (Lohman, Roche y Martorell, 1988) para la medición. Antes de que el paciente se coloque en la bascula se procede en indicarle que deberá de subirse sin zapatos, calcetas o calcetines, sin joyas o cualquier objeto de metal que obstruya la lectura.

El índice de masa corporal se obtuvo con la ecuación en base al peso expresado en kilos dividiéndolo por la estatura en metros al cuadrado propuesta por la Organización Mundial de Salud. De la misma manera se clasifico de acuerdo a su IMC; sobrepeso un  $25 \text{ kg/m}^2$ , y para obesidad con IMC mayor igual a  $30 \text{ kg/m}^2$ . A su vez, la obesidad se clasifica en 3 clases, como obesidad de clase I con un IMC de  $30\text{-}34.9 \text{ kg/m}^2$ , obesidad de clase II con un IMC de  $35\text{-}39.9 \text{ kg/m}^2$ , y la obesidad clase III u obesidad mórbida a partir de un IMC igual o superior a  $40 \text{ kg/m}^2$  (OMS, 2019).

## **Producto**

### ***Programa de entrenamiento***

El programa de ejercicios está propuesto para ser llevado a cabo de manera controlada y supervisado por personal capacitado: promotor de la salud, nutriólogo o nutricionista, médico, médico del deporte o licenciado en ciencias del ejercicio y/o deporte.

Primeramente, se empezará por la etapa de adaptación, la cual tendrá una duración de 2 semanas. El objetivo de esta etapa es preparar al sujeto para la actividad física, se adapte al equipo, espacio físico y manejo de estos. A cada participante se les monitoreará la FC<sub>máx</sub> durante los ejercicios usando un sensor de frecuencia cardíaca (monitores Polar H10 Heart Rate Sensor, Kempele, Finlandia) que serán entregados por el personal. Para el uso del monitor, se humedecerán las áreas de los electrodos de la banda, después se conectará el sensor al elástico, posteriormente se colocará la banda en el tórax: justo por debajo del área de los pectorales, procurando que el transmisor este en posición central y de manera vertical. Se requiere la instalación del Polar Beat (Polar Beat versión 3.4.2) el cual se utiliza vía Smartphone, y para esto se debe de crear una cuenta Polar Flow, una vez creado la cuenta e iniciado sesión el Polar Beat sincroniza de manera automática los archivos registrados a través del sensor cardíaco.

En cada sesión a los participantes se les colocará el sensor de la frecuencia cardíaca y se monitorizarán los parámetros de FC, nivel del esfuerzo percibido utilizando la escala de Borg (Borg, 1998) y una prueba de glucosa tomada con un glucómetro para aquellas personas que tengan un historial de Diabetes o glucosa no controlada. Para la muestra de sangre del glucómetro se necesitarán guantes desechables sin látex, alcohol etílico al 70%, lancetas, gasas de 2x2 y tiras reactivas. Evalúa los sitios para la punción de la piel. Haga que el paciente se lave las manos con agua tibia y jabón, coloque al paciente en una posición semi-erguida en el sofá o cama. Limpie cuidadosamente el área a punción con alcohol etílico al 70%. Asegúrese que el área de punción este completamente seca. Retire una tira reactiva del recipiente y vuelva a sellar, no toque el área de la almohadilla de prueba de la tira reactiva. Siga las instrucciones del fabricante para preparar el glucómetro para medición. Coloque la tira de reactivo que no se utilizará en el glucómetro o sobre una superficie limpia y seca (por ejemplo, una toalla de papel) con la almohadilla de prueba hacia arriba. Este paso depende de las instrucciones del fabricante. Colóquese los guantes. Mantenga el área a pinchar es una posición libre de otras áreas. Seleccione el sitio de punción

apropiado y realice una punción en la piel. Apriete suavemente sobre el sitio para producir una gran gota de sangre. Transfiera la gota de sangre a la tira de reactivo y aplique siguiendo las instrucciones del fabricante. Presione inmediatamente el temporizador en el medidor (a menos que comience de manera automática con la inserción de la tira de reactivo). Aplique presión, o pídale al paciente que aplique presión, al sitio de punción usando una gasa de 2 x 2 o tejido limpio. Lea los resultados en la pantalla de la unidad. Retírese los guantes y coloque los restos en contenedores biológicos. Limpie el área. (Karter et al., 2006) Los criterios para la realización de la actividad física es tener una glucosa entre 80-200 mg/dL, valores superiores a estos, la realización de los ejercicios no se podrá llevar a cabo y se derivará al médico inmediatamente.

Dependiendo de otros signos y síntomas que presente el participante antes y/o durante la realización de los ejercicios físicos se controlaran los parámetros se le podrá prohibir su participación del proyecto. En caso de presentar hipoglucemia, descrita como glucosa en sangre con un valor de  $<70$  mg/dL (3.9 mmol/L) pero no a inferior a  $>54$  mg/dL (3.0 mmol/L), una concentración menor a esta requiere de atención médica inmediata. Los síntomas de la hipoglicemia son temblores, irritabilidad, confusión, hambre y taquicardia, donde el personal deberá de estar alerta ante estas situaciones. Un tratamiento rápido durante un estado de glucosa inferior a 70 mg/dL, es la administración de glucosa de 15-20 g, aunque se puede administrar cualquier forma de carbohidrato que contenga glucosa, si la hipoglucemia sigue, se repite el procedimiento pasados unos 15 min. Una vez que el individuo vuelve al estado normal, procederá a tomar una comida o merienda para prevenir nuevamente el estado de hipoglucemia (ADA, 2020).

- *Estructura de la sesión*

El rango de los ejercicios físicos moderados será de 40-59% FC<sub>máx</sub>, que es un nivel óptimo de ritmo cardiaco para aquellos sujetos que apenas están comenzando con un programa de entrenamiento y se calculará con la formula  $(211-.8 \times \text{edad})$  (Tanaka et al., 2001).

- *Fase de Calentamiento*

La fase de calentamiento tiene como objetivo preparar el cuerpo para la actividad física, la cual consistirá en una caminata lenta de 5-10 minutos con movimientos de rotación en las articulaciones de extremidades superiores e inferiores.

- *Fase de Esfuerzo*

Terminada la fase de calentamiento, se realizará posteriormente ejercicios físicos progresivos de intensidad y duración durante la marcha. La intensidad inicial será de 40% FC<sub>máx</sub> (correspondiente a la intensidad de las dos semanas de adaptación), basados en los resultados

obtenidos por la prueba de marcha de 6 minutos, el cual será realizado al inicio, 6° y 12° semana del programa (3 pruebas en total) para poder así ir modificando la intensidad de los ejercicios hasta llegar a un 70% (Heyward, 2008, p100-101)

- *Fase de Hidratación*

Uno de los puntos a tratar durante el período de ejercicios, es el hecho de considerar que los sujetos con exceso de peso, y, sobre todo, el sujeto que tiene una cirugía bariátrica requiere un mayor consumo de líquidos que los mantenga hidratados en comparaciones con personas con un peso saludable. Se debe destacar que, después de la cirugía el consumo de líquidos se reduce considerablemente debido a la capacidad del estómago. A los sujetos participantes se le dará la indicación de beber agua en sorbos pequeños con una cantidad de 100-160 ml/hr, manteniendo una temperatura controlada en el área a realizar la sesión (King y Bond, 2013).

- *Fase de Ejercicios*

En la fase de adaptación de duración de 2 semanas, se le indica al sujeto participante subirse al tapiz rodante (Treadmill HP Cosmos), donde colocarán sus brazos en ambos lados sujetándose de las barras superiores, después se le colocará la cinta de seguridad, la cual tiene como función apagar la maquina en caso de que se desprenda del sujeto.

Se procederá por encender el tapiz rodante con una intensidad al 40% FC<sub>máx</sub> obtenida por la fórmula para cada participante, donde mantendrá dicha intensidad durante 15 minutos. Durante este periodo se evaluará el nivel de fatiga utilizando la escala de Borg y se les preguntará si presentan algún malestar que les impida continuar con la actividad.

Posteriormente a las dos semanas de adaptación, se modificará la intensidad hasta unos 59% FC<sub>máx</sub> con una duración de 30 min. La intensidad se modificará de manera progresiva hasta llegar los 70% FC<sub>máx</sub>, de esta manera completar el programa de ejercicios, cada sesión de ejercicios al finalizar tendrá su fase de vuelta a la calma.

- *Fase Vuelta a la Calma*

Al final de cada sesión de ejercicios, se iniciará con la fase de vuelta a la calma o enfriamiento, la cual tiene como objetivo evitar lesiones y facilitará la recuperación del esfuerzo realizado anteriormente. Tendrá una duración de 5 min y se iniciará a una intensidad <69%FC<sub>max</sub> hasta llegar a unos 55% o 40% de su frecuencia cardíaca (Corrales, 2012, p155-156). Reduciendo la velocidad en el tapiz rodante a unos 2.4 km/hr (1.5 mph) por cada minuto que pase (Tulumen et al., 2011)

Los sujetos participantes serán evaluados al inicio, a la mitad del programa y al término de este. Además, a los participantes se les dará un informe de su avance a la 6° y 12° semana. Por último, toda la información obtenida será vaciada en una base de datos para su posterior análisis.

## **Conclusión**

Por último, el desarrollo de las prácticas profesionales I y II, se puso en manifiesto los conocimientos obtenidos para el trabajo de titulación final para la obtención del grado de maestría en actividad física y deportes con orientación en el área de promoción de la salud, en el cual se fortalecieron y adquirieron nuevos conocimientos sobre el área de las ciencias del deporte con el fin de ayudar a la población.

El desarrollo de esta propuesta de programa de entrenamiento ha contribuido a conocer la problemática de los pacientes con cirugía bariátrica, el cual se espera que llegue a otros lugares y sirva para futuras investigaciones; sea a nivel nacional como para el resto del mundo.

México siendo uno de los países con mayor población de sobrepeso y obesidad a nivel mundial, carece de programas de entrenamiento y sobre todo para pacientes que recién se realizan una cirugía para bajar de peso. Por lo cual, el motivo de elección de este tema fue de importancia y de relevancia para la elaboración de una proposición para la elaboración de un programa de entrenamiento que cumpla con las características necesarias para este tipo de población y además, que sea efectivo.

En base a la evidencia demostrada en esta propuesta de un programa de entrenamiento y nutrición para pacientes con cirugía bariátrica, queda claro la efectividad y los beneficios que aportan hacia la salud de las personas, como en mejorar su capacidad física, flexibilidad, ciertos parámetros bioquímicos; como perfil lipídico y resistencia a la insulina, solo por mencionar algunos. Por lo cual, es de suma importancia implementar este tipo de programas a esta población para mejorar su estado de salud.

Una de las debilidades al inicio de esta propuesta, fue los escasos de artículos publicados en este tema de programas de entrenamiento y que se hayan realizado después de una cirugía bariátrica, específicamente, a partir del 3 mes posoperatorio. No obstante, no solo fue un reto la búsqueda de programas de entrenamiento, si no en general el contenido de actividad física y cirugía

bariátrica. Actualmente, no existen guías de recomendación especial para este tipo de población, únicamente existen recomendaciones generales propuestos por la ASMBS. Por esta razón, el campo de la actividad física, ejercicio y deporte en pacientes con pre y poscirugía bariátrica es un área relevante y de importancia para futuras investigaciones.

Al estar en el departamento de Cirugía General en el área de Consulta Externa, cumpliendo el rol como Nutrióloga, me ayudó a comprender y observar de manera diaria los problemas y necesidades que se enfrentaban los pacientes a los cuales se les practicaba una cirugía bariátrica, a quienes además, también se les brindó el servicio de una manera ética y profesional atendiendo cada una de sus necesidades en particular, ya que se observó la necesidad de dar recomendaciones de la práctica de la actividad física por demanda del propio paciente.

La propuesta se espera que cumpla con objetivo una mejora de la salud a través de la promoción para la salud con la práctica frecuente de actividad física y la adecuada elección de alimentos para una alimentación balanceada y compararlos con aquellos que no lleven este tipo de programa, y así de esta manera el paciente con cirugía bariátrica; mejore su estado de salud.

En concreto, se hacen unas sugerencias para mejorar esta propuesta de programa de entrenamiento para cirugías bariátricas, sería de interés medir la adherencia o participación, además que sería conveniente evaluar la calidad de vida antes y después de programa de entrenamiento, ya que está propuesta sólo se basa en parámetros fisiológicos para medir su efectividad. Por último, llevar un análisis más detallado como lo que se trabajó en esta propuesta, aumentará las posibilidades de que este programa sea aún más efectivo, ya que se conoce lo que se quiere lograr y como se puede llevar acabo para lograrlo.

## Referencias

1. Abilés, V., Rodríguez-Ruiz, S., Abilés, J., Mellado, C., García, A., De La Cruz, A. P., & Fernández-Santaella, M. C. (2010). Psychological characteristics of morbidly obese candidates for bariatric surgery. *Obesity surgery*, *20*(2), 161-167.
2. American Diabetes Association (ADA). (2020). 2. Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes—2018. *Diabetes care*, *41*(Supplement 1), S13-S27.
3. Anastasiou C., Karfopoulou E., Yannakoulia M. (2015) Weight regaining: From statistics and behaviors to physiology and metabolism. *Metabolism*. 30;64(11):1395-407.
4. Angrisani, L., Santonicola, A., Iovino, P., Formisano, G., Buchwald, H., & Scopinaro, N. (2015). Bariatric surgery worldwide 2013. *Obesity surgery*, *25*(10), 1822-1832.
5. Angrisani, L., Santonicola, A., Iovino, P., Vitiello, A., Zundel, N., Buchwald, H., & Scopinaro, N. (2017). Bariatric surgery and endoluminal procedures: IFSO worldwide survey 2014. *Obesity surgery*, *27*(9), 2279-2289.
6. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, *166*, 111-117.
7. Baillot, A., Mampuya, W. M., Dionne, I. J., Comeau, E., Méziat-Burdin, A., & Langlois, M. F. (2016). Impacts of supervised exercise training in addition to interdisciplinary lifestyle management in subjects awaiting bariatric surgery: a randomized controlled study. *Obesity surgery*, *26*(11), 2602-2610.
8. Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human kinetics.
9. Cadena-Obando, D., Ramírez-Rentería, C., Ferreira-Hermosillo, A., Albarrán-Sanchez, A., Sosa-Eroza, E., Molina-Ayala, M., & Espinosa-Cárdenas, E. (2020). Are there really any predictive factors for a successful weight loss after bariatric surgery?. *BMC Endocrine Disorders*, *20*(1), 20.
10. Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, *100*(2), 126.

11. Clinical and Laboratory Standards Institute, (CLSI). (2007). *Procedures for the Collection of Diagnostic Blood Specimens by Venipuncture; Approved Stanrd. CLSI document H3-A6* (6<sup>th</sup> ed.). Wayne, Pennsylvania, USA: Clinical and Laboratory Standards Institute.
12. Coen, P. M., & Goodpaster, B. H. (2016). A role for exercise after bariatric surgery?. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 18(1), 16-23.
13. Corrales, B. S., De Haro, V. M., & Blas, J. M. (2012). *Actividad física en poblaciones especiales: Salud y calidad de vida*. Wanceulen SL.
14. Cryer, M. J., Horani, T., & DiPette, D. J. (2016). Diabetes and hypertension: a comparative review of current guidelines. *The Journal of Clinical Hypertension*, 18(2), 95-100.
15. Dandona, P., Aljada, A., & Bandyopadhyay, A. (2004). Inflammation: the link between insulin resistance, obesity and diabetes. *Trends in immunology*, 25(1), 4-7.
16. DeVita, P., & Hortobágyi, T. (2003). Obesity is not associated with increased knee joint torque and power during level walking. *Journal of biomechanics*, 36(9), 1355-1362.
17. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT). (2018). *Presentación de Resultados* (ENSANUT 2018). Recuperado de: [ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut\\_2018\\_presentacion\\_resultados.pdf](http://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf)
18. Evans, R. K., Bond, D. S., Wolfe, L. G., Meador, J. G., Herrick, J. E., Kellum, J. M., & Maher, J. W. (2007). Participation in 150 min/wk of moderate or higher intensity physical activity yields greater weight loss after gastric bypass surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 3(5), 526-530.
19. Food, U. S. D. A. (2019). *Nutrient Database for Dietary Studies 2015–2016. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service: Beltsville, MD, USA.*
20. Forhan, M., & Gill, S. V. (2013). Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 27(2), 129-137.
21. Fox, K. R., & Hillsdon, M. (2007). Physical activity and obesity. *Obesity reviews*, 8, 115-121.
22. Franco, S. (2012). Obesity Update 2012. Recuperado de Organization for the Economic Cooperation and Development (OECD): <http://www.oecd.org/health/49716427.pdf>
23. Friedman, J. (2014). Leptin at 20: an overview. *J Endocrinol*, 223(1), T1-8.

24. Gregor, M. F., & Hotamisligil, G. S. (2011). Inflammatory mechanisms in obesity. *Annual review of immunology*, 29, 415-445.
25. Grotle, M., Hagen, K. B., Natvig, B., Dahl, F. A., & Kvien, T. K. (2008). Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: an epidemiological study in the general population with 10 years follow-up. *BMC musculoskeletal disorders*, 9(1), 132.
26. Gutch, M., Kumar, S., Razi, S., Gupta, K., & Gupta, A. (2015). Assessment of insulin sensitivity/resistance. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 19(1), 160.
27. Heyward, V. H. (2008). *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio*. Ed. Médica Panamericana.
28. Huang, Z., Willett, W., Manson, J., Rosner, B., Stampfer, M., Speizer, F., & Colditz, G. (1998). Body weight, weight change, and risk for hypertension in women. *Annals of internal medicine*, 128(2), 81-88.
29. Hussain, S., & Bloom, S. (2011). The pharmacological treatment and Management of Obesity, *Postgraduate Medicine*. 123:1, 34-44 DOI: [10.3810/pgm.2011.01.2243](https://doi.org/10.3810/pgm.2011.01.2243)
30. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Características de las defunciones registradas en México durante 2017* (no. 525/18, 31) Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/DEFUNCIONES2017.pdf>
31. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Módulo de práctica deportiva y ejercicio físico. Recuperado de: [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/moprade/moprade2018\\_01.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/moprade/moprade2018_01.pdf)
32. Jakicic, J. M., Clark, K., Coleman, E., Donnelly, J. E., Foreyt, J., Melanson, E., ... & Volpe, S. L. (2001). Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(12), 2145-2156.
33. Josbeno, D. A., Jakicic, J. M., Hergenroeder, A., & Eid, G. M. (2010). Physical activity and physical function changes in obese individuals after gastric bypass surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 6(4), 361-366.
34. Karter, A. J., Parker, M. M., Moffet, H. H., Spence, M. M., Chan, J., Ettner, S. L., & Selby, J. V. (2006). Longitudinal study of new and prevalent use of self-monitoring of blood glucose. *Diabetes care*, 29(8), 1757-1763.

35. Kaviani, S., Dadgostar, H., Mazaherinezhad, A., Adib, H., Solaymani-Dodaran, M., Soheilipour, F., & Hakiminezhad, M. (2017). Comparing minimally supervised home-based and closely supervised gym-based exercise programs in weight reduction and insulin resistance after bariatric surgery: A randomized clinical trial. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 31, 34.
36. King, W. C., & Bond, D. S. (2013). The importance of pre and postoperative physical activity counseling in bariatric surgery. *Exercise and sport sciences reviews*, 41(1), 26.
37. Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual* (Vol. 177, pp. 3-8). Champaign, IL: Human kinetics books.
38. López, M., Durán, F., & Hernández, T. (2012). La calidad de la atención a la salud en México a través de sus instituciones. *Doce años de experiencia. Secretaría de Salud*, 1.
39. Maldonado Saavedra, O., Ramírez Sánchez, I., García Sánchez, J. R., Ceballos Reyes, G. M., & Méndez Bolaina, E. (2012). Colesterol: Función biológica e implicaciones médicas. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 43(2), 7-22.
40. Manley, A. F. (1996). *Physical activity and health: a report of the surgeon general*. Diane Publishing. Consultado el 05 de febrero de 2020. [gov/nccdphp/sgr/sgr.htm](http://gov/nccdphp/sgr/sgr.htm).
41. McGrice, M., & Paul, K. D. (2015). Interventions to improve long-term weight loss in patients following bariatric surgery: challenges and solutions. *Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy*, 8, 263.
42. Mechanick, J. I., Youdim, A., Jones, D. B., Garvey, W. T., Hurley, D. L., McMahon, M. M., ... & Dixon, J. B. (2013). Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient—2013 update: cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, the Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. *Obesity*, 21(S1), S1-S27
43. Mitchell, N., Catenacci, V., Wyatt, H., & Hill, J. (2011). Obesity: overview of an epidemic. *Psychiatric Clinics*, 34(4), 717-732.
44. Moncada-Hernández, S. G. (2014). Cómo realizar una búsqueda de información eficiente. Foco en estudiantes, profesores e investigadores en el área educativa. *Investigación en educación médica*, 3(10), 106-115.

45. Moreno, A., García-García, J., Soto, E., Capraro, S., & Limón, C. (2014). Epidemiología y determinantes sociales asociados a la obesidad y la diabetes tipo 2 en México. *Revista Médica del Hospital General de México*, 77(3), 114-123.
46. Muñoz, F., López-Acuña, D., Halverson, P., Macedo, C. G. D., Hanna, W., Larrieu, M., ... & Zeballos, J. L. (2000). Las funciones esenciales de la salud pública: un tema emergente en las reformas del sector de la salud. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 8, 126-134
47. Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., ... & Abraham, J. P. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The lancet*, 384(9945), 766-781.
48. Norma oficial Mexicana. (2002). NOM-087-ECOL-SS1-2002, *Protección ambiental, Salud ambiental, Residuos peligrosos, biológico, infecciosos, Clasificación y especificaciones de manejo*.
49. Norma oficial Mexicana. (2008). NOM-017-STPS-2008, *Equipo de protección personal, selección, uso y manejo en los centros de trabajo*.
50. Ochner, C. N., Barrios, D. M., Lee, C. D., & Pi-Sunyer, F. X. (2013). Biological mechanisms that promote weight regain following weight loss in obese humans. *Physiology & behavior*, 120, 106-113.
51. Ocón Bretón, J., Pérez Naranjo, S., Gimeno Laborda, S., Benito Ruesca, P., & García Hernández, R. (2005). Eficacia y complicaciones de la cirugía bariátrica en el tratamiento de la obesidad mórbida. *Nutrición Hospitalaria*, 20(6), 409-414.
52. Organización Mundial de la Salud (OMS) (2019). *Obesidad y Sobrepeso*. Ginebra, Suiza. OMS. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
53. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Recuperado de: [https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO\\_TRS\\_894/en/](https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/)
54. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. World Health Organization.
55. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *Temas de Salud*. OMS. Recuperado de: <http://www.who.int/topics/obesity/es/>

56. Organización Mundial de la Salud (OMS). (2009). *Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks*. Geneva: World Health Organization.
57. Palacios Alaiz, E. (2014). Regulación Endocrina de la Obesidad. *Primer Curso Avanzado sobre Obesidad. Instituto España. R. Acad. Nacional Farmacia Ed. Antonio L Doadrio Villarejo*.
58. Perri, M. G., Martin, A. D., Leermakers, E. A., Sears, S. F., & Notelovitz, M. (1997). Effects of group-versus home-based exercise in the treatment of obesity. *Journal of consulting and clinical psychology, 65*(2), 278.
59. Puzziferri, N., Roshek, T. B., Mayo, H. G., Gallagher, R., Belle, S. H., & Livingston, E. H. (2014). Long-term follow-up after bariatric surgery: a systematic review. *Jama, 312*(9), 934-942.
60. Ren, Z. Q., Lu, G. D., Zhang, T. Z., & Xu, Q. (2018). Effect of physical exercise on weight loss and physical function following bariatric surgery: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ open, 8*(10), e023208.
61. Rodríguez R., Salazar J., & Cruz A. (2013). Determinantes de la actividad física en México. *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 21(41), 185-209. Recuperado en 13 de febrero de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572013000100008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572013000100008&lng=es&tlng=es).
62. Sato, T., Ida, T., Nakamura, Y., Shiimura, Y., Kangawa, K., & Kojima, M. (2014). Physiological roles of ghrelin on obesity. *Obesity research & clinical practice, 8*(5), e405-e413.
63. Segula, D. (2014). Complications of obesity in adults: a short review of the literature. *Malawi Medical Journal, 26*(1), 20-24
64. Shah, M., Snell, P. G., Rao, S., Adams-Huet, B., Quittner, C., Livingston, E. H., & Garg, A. (2011). High-volume exercise program in obese bariatric surgery patients: a randomized, controlled trial. *Obesity, 19*(9), 1826-1834.
65. Shamah, L., Cuevas, N., Rivera, D., & Hernández, Á. (2016). Encuesta Nacional de Nutrición y Salud de Medio Camino 2016 (ENSANUT MC 2016). Informe final de resultados. Consultado el 05 de febrero de 2020. <https://www.insp.mx/ensanut/medio-camino-16.html/>.

66. Sherf Dagan, S., Goldenshluger, A., Globus, I., Schweiger, C., Kessler, Y., Kowen Sandbank, G., ... & Sinai, T. (2017). Nutritional recommendations for adult bariatric surgery patients: clinical practice. *Advances in Nutrition*, 8(2), 382-394.
67. Sjöström, L., Peltonen, M., Jacobson, P., Ahlin, S., Andersson-Assarsson, J., Anveden, Å., ... & Näslund, I. (2014). Association of bariatric surgery with long-term remission of type 2 diabetes and with microvascular and macrovascular complications. *Jama*, 311(22), 2297-2304.
68. Soca, P. E. M. (2009). Dislipidemias. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 20(6), 12.
69. Stegen, S., Derave, W., Calders, P., Van Laethem, C., & Pattyn, P. (2011). Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obesity surgery*, 21(1), 61-70.
70. Stocker, D. J. (2003). Management of the bariatric surgery patient. *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, 32(2), 437-457.
71. Sumithran, P., & Proietto, J. (2013). The defence of body weight: a physiological basis for weight regain after weight loss. *Clinical Science*, 124(4), 231-241.
72. Sumithran, P., & Proietto, J. (2013). The defence of body weight: a physiological basis for weight regain after weight loss. *Clinical Science*, 124(4), 231-241.
73. Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the american college of cardiology*, 37(1), 153-156.
74. Thompson, F. E., & Byers, T. (1994). Dietary assessment resource manual. *The Journal of nutrition*, 124(suppl\_11), 2245s-2317s.
75. Tomkin, G. H., & Owens, D. (2012). The chylomicron: relationship to atherosclerosis. *International journal of vascular medicine*, 2012.
76. Tulumen, E., Khalilayeva, I., Aytemir, K., Ergun Baris Kaya, F. E. S. C., Sinan Deveci, O., Aksoy, H., ... & Ozkutlu, H. (2011). The reproducibility of heart rate recovery after treadmill exercise test. *Annals of noninvasive electrocardiology*, 16(4), 365-372.
77. Universidad Autónoma de Nuevo León. (2019). *Historia*. Recuperado de: <http://www.medicina.uanl.mx/hu/acerca-de/historia/>

78. Xu, H., Pang, Y., Chen, J., Cao, J., Sheng, Z., Yuan, J., ... & Dong, J. (2019). Systematic Review and Meta-analysis of the Change in Ghrelin Levels After Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obesity surgery*, 29(4), 1343-1351.
79. Zhang, L., Song, J., Cavigiolio, G., Ishida, B. Y., Zhang, S., Kane, J. P., ... & Ren, G. (2011). Morphology and structure of lipoproteins revealed by an optimized negative-staining protocol of electron microscopy. *Journal of lipid research*, 52(1), 175-184.

# Evaluación de la práctica



## PERFIL Y EVALUACIÓN DE PRÁCTICAS

A) Perfil de alumnos o egresados para llevar a cabo prácticas en su institución.

Datos de la Empresa:

Empresa/Institución: Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"  
Departamento/Área: Clinica General / Clinica Bariátrica

Instrucciones: por este medio solicitamos indicar el perfil y actividades que su institución requiere de un practicante de la Maestría en Actividad Física y Deporte con orientación en Promoción de la Salud.

Perfil integral del practicante:

Conocimiento: Básico en el área de la salud  
Habilidades: Análisis e interpretación del estado físico y nutricional de un paciente  
Aptitudes: Disposición y trabajo en equipo  
Competencias: Desarrollar una estrategia de actividad física integral

Actividades a realizar por el practicante:

Orientar y desarrollar rutinas de ejercicio en base a las necesidades y capacidades de cada paciente.

B) Desempeño del alumno que esta terminando prácticas en su institución.

Datos del practicante:

Nombre del alumno: Dulce Liliano Bernal Armenta  
Programa educativo: Maestría en Actividad Física y Deporte  
Orientación: Promoción de la salud

Favor de indicar el desempeño del practicante actual en relación al perfil y actividades indicadas por usted en la parte superior

Buen desempeño.

Comentarios:

Excelente trabajo.

Dr. med. Gerardo Enrique Méndez Méndez

Tutor responsable de la práctica  
[Nombre, firma y/o sello]



JEFATURA  
SERVICIO DE  
CIRUGIA GENERAL



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA

## Evaluación de Desempeño de la Práctica

### Datos del alumno:

Matrícula:	1980942
Nombre del Alumno:	Dulce Libana Bernal Armendariz
Programa educativo:	Maestría en Actividad Física y Deporte
Orientación:	Promoción de la Salud

### Datos de la Empresa:

Empresa/Institución:	Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González"
Departamento/Área:	Cirugía General / Cirugía Bariátrica

### Evaluación

	Excelente	Bueno	Regular	Malo
Asistencia	✓			
Conducta	✓			
Puntualidad	✓			
Iniciativa	✓			
Colaboración	✓			
Comunicación	✓			
Habilidad	✓			
Resultados	✓			
Conocimiento profesional de su carrera	✓			

### Observaciones:

Excelente desempeño.

*Dr. med. Gerardo Enrique Nuñez Meléndez*  
 Nombre y firma del Tutor responsable de la práctica



*Jefe del Servicio de Cirugía General*  
 Puesto del Tutor responsable de la práctica



JEFATURA  
 Sello de la institución/dependencia  
 CIRUGÍA GENERAL

Avenida Universidad s/n, Ciudad Universitaria, C.P. 66455  
 San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México  
 Tels: (81) 13.40.44.50 13.40.44.51

# **Anexos**

## Anexo 1

Tabla 1

Evidencia de artículos incluidos para la elaboración de la propuesta del programa de entrenamiento para pacientes poscirugía bariátrica

Año	Autor	Objetivo	Población	Diseño	Intervención	Descripción			Resultado	
						Frecuencia	Intensidad	Duración	G.Intervención	G.Control
2011	Shah et al.	assess the feasibility of a high-volume exercise program (HVEP)	RYGB surgery patients 18-65 y (n=33)	randomized controlled trial	Programa de ejercicio de alta intensidad	Gastar >2000 Kcal a la semana	60-70% VO2max	12 sem	(n=21) 50% de los pacientes mejoraron su capacidad física, glucosa postprandial (Interacción entre grupos p = 0.03), aumentaron su cantidad de pasos a mayor >5500 (p<0.0001), VO2max 19.2 ± 4.2 ml/kg/min (mean±SD), (p = 0.009 y p = 0.001 (mean±SD)	(n=12) cambios ligeor en pasos (P = 0.03), no cambios en grupo control en VO2max y otros parametros
2011	Stegen et al.	Efecto de un programa de entrenamiento para pacientes con cirugía bariátrica	(n=15) Pacientes post-cirugía bariátrica media de edad 40,5±8,1	Estudio piloto	programa combinado de entrenamiento de resistencia y fuerza.	Sesión de 75 min	Fuerza: 1RM al 60% hasta llegar al 75% 1RM Resistencia: 3 primeras sesiones al 60% Fcmax hasta llegar al 75% Fcmax	12 sem	(n=11) Prevención de la disminución de la masa y fuerza muscular (cuadriceps p=0.002 ), mejora capacidad aeróbica maxima (p=0.049), capacidad funcional mejoró significativamente (6MWD p=0.010)	(n=7) presión de mano 7%
2007	Evans	compar la pérdida de peso a los 3, 6 y 12 meses después de la cirugía de bypass gástrico (GBS) entre los pacientes que cumplen con los 150 minutos recomendados de PA del American College of Sports Medicine y aquellos que no cumplen con la recomendación (150 min / semana)	(n=178) Pacientes con cirugía bariátrica, media de edad 42.3±10.8	?	Evaluación de aquellos que cumplen la recomendación >150 min/sem	Personas que realizaron >150 min	Moderada a intensa	No reportado	(n=90) Aquellos que cumplieron con la recomendación mínima de >150 min/sem tuvieron mayor pérdida de peso despues de la operación (P<0.05)	(n=88) no cambios
2017	Kaviani et al	comparar el efecto de los programas de ejercicio en el hogar mínimamente supervisados y supervisados en el gimnasio sobre la reducción de peso y la resistencia a la insulina después de la cirugía bariátrica	(n=80) Mujeres con cirugía bariátrica Roux-y, >18 años	Ensayo clínico aleatorizado	programa de ejercicio basado en el hogar mínimamente supervisado (MSHB) o muy supervisado en el gimnasio (CSGB).	Para las caminatas grupales supervisadas en el gimnasio, una caminata de 5 días a la semana que comienza desde 30 minutos diarios y aumenta a 60 minutos diarios. Para la caminata grupal mínimamente supervisada en el hogar, se planificó una caminata de 5 días a la semana a partir de 30 minutos diarios y aumentando a 60 minutos diarios al final del primer mes.	Moderada (porcentaje no reportado)	20 sem	Grupo control parcialmente supervisado en gimnasio (n=42) IMC (p<0.001). No hubo cambios entre grupos en parámetros de perfil lipídico.	Grupo control parcialmente supervisado desde casa (n=38) grupo control parcialmente no hubo cambios significativos

*Anexo 2*

**RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO**

DULCE LILIANA BERNAL ARMENDÁRIZ

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte

Con Orientación en Promoción a la Salud

Reporte de Prácticas Profesionales/Tesina: PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO Y NUTRICIÓN PARA PACIENTES CON CIRUGÍA BARIÁTRICA

Campo temático: Salud

Lugar y fecha de nacimiento: Hermosillo, Sonora, México. 25 de noviembre del 1992

Lugar de residencia: Monterrey, Nuevo León.

Procedencia académica: (Facultad/Instituto/Campus y Nombre de la Universidad): Departamento de Ciencias Químico Biológicas/ Universidad de Sonora/Hermosillo/ Universidad de Sonora.

Experiencia Propedéutica y/o Profesional:

*Profesional*

**Nutrióloga**, en la empresa/organismo **Hospital Universitario ‘Dr. José Eleuterio González’**

**Periodo:** agosto 2019-enero 2020

**Dirección:** Dr. José Eleuterio González (Gonzalitos) S/N, Mitras Centro, 64460 Monterrey, N.L.

**Teléfono:** 81 8389 1111

**Área Funcional:** **Área Médica Clínica y Deportiva**

**Nombre del puesto:** Nutrióloga

**Funciones:** Nutrióloga especializada en atención en deportistas de alto rendimiento representativo de ‘TIGRES’.

**Nutrióloga en el Deporte**, en la empresa/organismo **Dirección General de Deportes**

**Periodo:** enero 2019-junio 2019

**Dirección:** Avenida Universidad SN, Ciudad Universitaria, 66451 San Nicolas de los Garza, N.L.

**Teléfono:** 01 81 1340 4355

**Área Funcional: Área Médica y Rehabilitación Deportiva**

**Nombre del puesto:** Nutrióloga

**Funciones:** Nutrióloga especializada en atención en deportistas de alto rendimiento representativo de ‘TIGRES’.

**Nutriológicoal,** en la empresa/organismo **Universidad de Sonora**

**Periodo:** agosto 2016- junio 2017

**Dirección:** Blvd. Colosio y Reforma S/N, Col. Centro, Edificio 7J planta baja, Hermosillo, Sonora, México

**Área Funcional:** Nutrición Clínica, Investigación

**Nombre del puesto:** Nutrióloga

**Funciones:** Para población infantil (Escolares y Adolescentes) se dio evaluación antropométrica, pláticas ilustrativas de nutrición, videos, dinámicas, sección de actividad física, preparación de un almuerzo saludable y taller sobre una alimentación correcta por parte del programa ‘Planeta Nutrición’. Para la evaluación del programa se aplicaron dos encuestas; una antes de la sesión y otra al finalizar el programa, tal como lo plantean algunas recomendaciones para la evaluación del impacto de programas preventivos y de promoción de salud. En población adulta, se dio consulta privada a pacientes con sobrepeso y obesidad, donde se impartió asesoría nutricional, evaluación antropométrica y pláticas informativas por parte del programa ‘Equilíbrate’.

E-mail: [dulcebernal0@gmail.com](mailto:dulcebernal0@gmail.com)

*Anexo 3*  
(VoBo)