



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**FORMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE  
FUERZA RESISTENCIA DE LOS MÚSCULOS DEL CORE PARA EL SOBREPESO Y  
LA OBESIDAD EN ADULTOS**

**JULIAN ERNESTO GARCIA VACA**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Movimiento Corporal Humano

Bogotá, Colombia

2023

**FORMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE  
FUERZA RESISTENCIA DE LOS MÚSCULOS DEL CORE PARA EL SOBREPESO Y  
LA OBESIDAD EN ADULTOS**

**JULIAN ERNESTO GARCIA VACA**

Trabajo final de maestría para optar al título

De:

**Magíster en fisioterapia del deporte y la actividad física**

Director (a):

**Karim Martina Alvis Gómez**

Co director(a):

**Gustavo Adolfo Pineda Ortiz**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Departamento de Movimiento Corporal Humano

Bogotá, Colombia

2023

## **Agradecimientos**

*No es posible iniciar mis agradecimientos, sin poder reconocer los cambios tan grandes que ha tenido mi vida durante este proceso, agradezco a Dios por cada experiencia, persona, vivencia que me han hecho ser lo que actualmente soy, por darme la fuerza de salir adelante, no dejarme derrumbar y por ofrecerme tantas bendiciones; agradezco a mi ángel, mi madre, ella me impulso a estar aquí y que todo este sueño de poder graduarme de esta universidad se convierta en orgullo , espero que en el cielo pueda ver este triunfo, me duele pensar que no estará de forma presencial, que no pueda escuchar su voz o tocarla...no sé cómo cerrar esta idea, es tanto lo que quisiera expresar ,no existe forma alguna de terminar mis agradecimientos a este gran ser; agradezco a mi padre por su apoyo, por el amor que me expresa, por inculcar en mí, la curiosidad por conocer el por qué de las cosas ,por ayudarme a proyectarme, y analizar los distintos escenarios que ofrece la vida; agradezco a mi esposa y a mi hijo, ellos han prolongado mi vida y me han hecho más fuerte, son el motor de mi alma y nada de lo que actualmente hago podría tener sentido o valor sin que estuvieran conmigo, han convertido el negro y blanco en una diversidad de colores, gracias por todo el tiempo, espacio, acompañamiento, por no dejar que este sueño se derrumbara, por motivarme a seguir y no rendirme, por encontrar mil soluciones a los problemas; agradezco a mis maestros, Karim y Gustavo, me han trasmitido tanta pasión por mi profesión, a pesar que aún queda mucho camino por recorrer, me han pulido tanto, me siento un factor diferencial y es gracias a ellos; gracias a mis hermanos y sobrinas ,por la unión, por ser personas que alegran mi vida; infinitas gracias a todos los que he mencionado por su tiempo, por hacer parte del proceso y hacer que este momento tan difícil, porque me ha costado mucho, pueda hoy decir que es una realidad.*

## *Resumen*

### **Formulación y validación de un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core para el sobrepeso y la obesidad en adultos.**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde el año 1980, la obesidad se ha duplicado en todo el mundo, convirtiéndose en un importante factor de riesgo para presentar enfermedades no trasmisibles. Es considerada como una problemática de salud pública, se calcula que hay 2.100 millones de personas adultas en el mundo, que padecen dicha condición, y anualmente causa la muerte de 2.8 millones de personas, sus principales razones son multifactoriales, interaccionando entre factores genéticos, conductuales y ambientales, que pueden influir en la respuesta individual a la dieta y la actividad física. De tal manera, se han generado así, una serie de respuestas por parte de distintos foros y organismos internacionales, para el control de dicho factor de riesgo cardiometabólico, destacando cambios de hábitos alimenticios y de actividad física. Diversas investigaciones han establecido protocolos o alternativas de solución, combinando aspectos nutricionales, psicológicos y de actividad física, demostrando que se tienen efectos a nivel funcional, metabólico, muscular y cardiovascular. El presente trabajo busca centrar su atención en los aspectos musculares que puedan tener influencia en el control del sobrepeso y la obesidad, principalmente, en un grupo muscular que no ha sido tan reconocido en su papel de oxidación de las grasas, si no más por su papel estabilizador de la columna vertebral, músculos que hacen parte de un componente llamado Core. La atención de los investigadores del presente documento en este tipo de musculatura, se basa en el conocimiento previo del papel que juegan en los procesos de ventilación y estabilización, en el conocimiento del tipo de fibra dominante de estos músculos, en buscar aportar soluciones no únicamente en el control del sobrepeso y la obesidad, sino también en los riesgos y barreras inherentes a los procesos de atención y monitorización de las cargas de entrenamiento. De acuerdo a la revisión de la literatura, se encuentra potencial aplicación de la utilización de los músculos del Core para el control del sobrepeso y la obesidad, sin embargo, a pesar que se encuentran estudios que aportan conocimiento sobre el papel metabólico de este tipo de musculatura, esta herramienta no ha sido explotada arduamente al encontrar delimitados estudios que hablan del tema. La información encontrada revelan que el entrenamiento de ejercicios centrales, proporcionó mejoras significativas en la capacidad funcional, el estado físico, la actividad física, la fatiga, la disminución a resistencia a la insulina, mejoran y revientan el daño de la función mitocondrial inducido por la obesidad, así mismo, se visualiza el papel al reducir el factor de riesgo metabólico, previniendo la presencia de enfermedades cardiovasculares y disminuyendo la presencia de

enfermedades osteomusculares. No obstante, el presente estudio, buscó revisar y analizar la información relacionada con los parámetros requeridos para llegar a producir el efecto deseado, buscando formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo sustentado en evidencia, que permita tener algún impacto en el control del sobrepeso y la obesidad, que disminuya el impacto articular, que mejore los procesos de ventilación ,pero así mismo, que sea adaptada a escenarios comunitarios y clínicos donde muchas veces no se cuenta con un monitoreo de precisión.

**Palabras clave:** Obesidad, Pérdida de peso, Entrenamiento de resistencia, Fortalecimiento del Core, Estabilización de la columna.

## ***Abstract***

### **Formulation and validation of a core muscle endurance strength training protocol for overweight and obesity in adults**

According to the World Health Organization (WHO), since 1980, obesity has doubled worldwide, becoming an important risk factor for non-communicable diseases. It is considered a public health problem, it is estimated that there are 2.1 billion adults in the world who suffer from this condition, and annually it causes the death of 2.8 million people, its main reasons are multifactorial, interacting between genetic and behavioral factors. and environmental, which can influence the individual response to diet and physical activity. In this way, a series of responses have been generated by different forums and international organizations, for the control of said cardiometabolic risk factor, highlighting changes in eating habits and physical activity. Various investigations have established protocols or alternative solutions, combining nutritional, psychological and physical activity aspects, demonstrating that they have effects at a functional, metabolic, muscular and cardiovascular level. The present work seeks to focus attention on the muscular aspects that may have an influence on the control of overweight and obesity, mainly, in a muscle group that has not been as recognized in its role in fat oxidation, but more for its stabilizing role of the spine, muscles that are part of a component called Core. The attention of the researchers of this document on this type of musculature is based on prior knowledge of the role they play in the ventilation and stabilization processes, on knowledge of the dominant fiber type of these muscles, on seeking to provide solutions not only in the control of overweight and obesity, but also in the risks and barriers inherent to the processes of care and monitoring of training loads. According to the review of the literature, there is a potential application of the use of Core muscles for the control of overweight and obesity, however, although there are studies that provide knowledge about the metabolic role of this type of musculature, this tool has not been arduously exploited when finding limited studies that talk about the subject. The information found reveals that core exercise training provided significant improvements in functional capacity, physical condition, physical activity, fatigue, decreased insulin resistance, improved and reversed damage to mitochondrial function induced by Obesity, likewise, plays a role in reducing the metabolic risk factor, preventing the presence of cardiovascular diseases and reducing the presence of musculoskeletal diseases. However, the present study sought to review and analyze the information related to the parameters required to produce the desired effect, seeking to formulate and validate from a content perspective, a protocol supported by evidence, which allows having some impact on the control. of overweight and obesity, that reduces joint impact, that improves

ventilation processes, but also that it is adapted to community and clinical settings where precision monitoring is often not available.

**Keywords:** Obesity, Weight loss, Resistance training, Core strengthening, Spinal stabilization.

## Tabla de Contenido

Introducción.....	10
Antecedentes .....	12
<b>MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>16</b>
<b>1. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>16</b>
<b>2. Justificación .....</b>	<b>19</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Objetivo General .....</b>	<b>22</b>
<b>3.2 Específicos. ....</b>	<b>22</b>
<b>4. Supuesto Teórico .....</b>	<b>22</b>
<b>5. Glosario .....</b>	<b>23</b>
<b>6. Marco teórico.....</b>	<b>25</b>
<b>6.1 Obesidad.....</b>	<b>25</b>
<b>6.2 ¿Qué consecuencias trae la obesidad? .....</b>	<b>27</b>
<b>6.3 Fibras tipo 1 : Su papel en la oxidación de las grasas .....</b>	<b>28</b>
<b>6.4 Entrenamiento fuerza resistencia en obesidad.....</b>	<b>29</b>
<b>6.5 Métodos de entrenamiento de fuerza del paciente con obesidad.....</b>	<b>30</b>
<b>6.6 ¿Qué es el Core? .....</b>	<b>31</b>
<b>6.7 Características específicas de los músculos del Core.....</b>	<b>33</b>
<b>6.8 Factores que modifican la relación estabilización-ventilación .....</b>	<b>34</b>
<b>6.9 Entrenamiento de resistencia muscular en Core .....</b>	<b>35</b>
<b>6.9.1 Intensidad de la carga muscular en el trabajo del Core .....</b>	<b>36</b>
<b>7. Metodología.....</b>	<b>37</b>
<b>7.1 Tipo de estudio.....</b>	<b>37</b>
<b>7.2 Fase I: Revisión y análisis de la evidencia .....</b>	<b>38</b>
<b>7.3 Fase II: Análisis y formulación del protocolo .....</b>	<b>41</b>
<b>7.4 Variables del estudio .....</b>	<b>42</b>
<b>7.4.1 Variables para la formulación del protocolo .....</b>	<b>42</b>
<b>7.4.2 Variables de la validación .....</b>	<b>43</b>
<b>7.4.3 Variables de resultado relacionadas con la obesidad sobre las cuales se espera tener impacto.....</b>	<b>44</b>



7.5 Fase III: Validación de contenido del protocolo formulado .....	45
7.6 Consideraciones éticas.....	50
7.7 Consentimiento Informado para experto evaluador .....	50
<b>8. Resultados y Análisis de los resultados.....</b>	<b>51</b>
8.1 Revisión y sistematización de la evidencia .....	51
8.2 Formulación del protocolo.....	55
8.2.1 Sistema de banderas .....	55
8.2.2 Delimitación poblacional del protocolo .....	57
8.2.3 Exclusión de participantes del protocolo.....	58
8.2.4 Criterios empleados en la planificación y la prescripción de la carga de entrenamiento. ....	59
8.2.4.1 Dosificación de la intensidad en términos de demanda muscular por niveles .....	59
8.2.4.2 Estructura general del programa de entrenamiento y ondulación de la carga.....	59
8.3 Validación del protocolo formulado .....	67
8.4 Matrices de calificación diligenciadas y resultados cuantitativos. ....	69
8.5. Comentarios por parte de los evaluadores .....	73
<b>9. Alcance y limitaciones .....</b>	<b>74</b>
<b>10. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>75</b>
<b>11. Bibliografía.....</b>	<b>76</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 1. Guía de validación de expertos .....</b>	<b>85</b>
<b>Anexo 2 Carta invitación experto evaluador .....</b>	<b>86</b>
<b>Anexo 3 Formulario de consentimiento informado para experto evaluador .....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo 4. Consentimientos informados diligenciados. ....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo 6. Link excel planificación y prescripción ejercicio .....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 7. Cartilla protocolo de entrenamiento .....</b>	<b>96</b>

## Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) desde el año 1980, la obesidad se ha duplicado en todo el mundo, convirtiéndose en un importante factor de riesgo para presentar enfermedades no trasmisibles. Es considerada como una problemática de salud pública, se calcula que hay 2.100 millones de personas adultas en el mundo, que padecen dicha condición., y anualmente causa la muerte de 2.8 millones de personas, sus principales razones son multifactoriales, interaccionando entre factores genéticos, conductuales y ambientales, que pueden influir en la respuesta individual a la dieta y la actividad física. (<https://www.portafolio.co/mas-contenido/obesidad-y-sobrepeso-una-realidad-que-enfrentar-544154>)

De tal manera, se han generado así, una serie de respuestas por parte de distintos foros y organismos internacionales, para el control de dicho factor de riesgo cardiometabólico, destacando cambios de hábitos alimenticios y de actividad física.

Diversas investigaciones (34)(42)(43)(51), han establecido protocolos o alternativas de solución, combinando aspectos nutricionales, psicológicos y de actividad física, demostrando que se tienen efectos a nivel funcional, metabólico, muscular y cardiovascular. El presente trabajo busca centrar su atención en los aspectos musculares que puedan tener influencia en el control del sobrepeso y la obesidad, principalmente, en un grupo muscular que no ha sido tan reconocido en su papel de oxidación de las grasas, si no más por su papel estabilizador de la columna vertebral, músculos que hacen parte de un componente llamado Core.

La atención de los investigadores del presente documento en este tipo de musculatura, se basa en el conocimiento previo del papel que juegan en los procesos de ventilación y estabilización, (56) en el conocimiento del tipo de fibra dominante de estos músculos, (46)(47)(56) en buscar aportar soluciones no únicamente en el control del sobrepeso y la obesidad, sino también en los riesgos y barreras inherentes a los procesos de atención y monitorización de las cargas de entrenamiento.

De acuerdo a la revisión de la literatura, se encuentra potencial aplicación de la utilización de los músculos del Core para el control del sobrepeso y la obesidad, sin embargo, a pesar que se encuentran estudios que aportan conocimiento sobre el papel metabólico de este tipo de musculatura, esta herramienta no ha sido explotada arduamente al encontrar delimitados estudios que hablan del tema. La información encontrada revelan que el entrenamiento de ejercicios centrales, proporcionó mejoras

significativas en la capacidad funcional, el estado físico, la actividad física, la fatiga, la disminución a resistencia a la insulina, mejoran y revierten el daño de la función mitocondrial inducido por la obesidad, así mismo, se visualiza el papel al reducir el factor de riesgo metabólico, previniendo la presencia de enfermedades cardiovasculares y disminuyendo la presencia de enfermedades osteomusculares(56)(67)(72)(74). No obstante, el presente estudio, busca revisar y analizar la información relacionada con los parámetros requeridos para llegar a producir el efecto deseado, buscando formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo sustentado en evidencia, que permita tener algún impacto en el control del sobrepeso y la obesidad, que disminuya el impacto articular, que mejore los procesos de ventilación ,pero así mismo, que sea adaptada a escenarios comunitarios y clínicos donde muchas veces no se cuenta con un monitoreo de precisión.

## Antecedentes

Cada vez más personas presentan un depósito excesivo de grasa en los tejidos adiposos. (23)(56) Su causa principal es un desequilibrio crónico entre la ingesta y el gasto de energía a favor de la primera. El camino hacia la lucha contra la obesidad (excluyendo las intervenciones farmacéuticas), necesariamente pasa por crear un balance energético negativo. Una gran cantidad de estudios han demostrado que el enfoque más eficaz para lograr un balance energético negativo es una combinación de dieta, ejercicio, y modificación del comportamiento (79)

Incrementar el gasto energético diario para inclinar el equilibrio energético es una estrategia eficaz en el tratamiento de la obesidad, y cuanto mayor sea el efecto negativo en balance energético, mayor será la pérdida de peso.(79)(80) Se puede obtener un mayor gasto de energía aumentando la actividad física, identificando que el ejercicio acelera la glucogenólisis en los músculos y el hígado; la glucólisis, el ciclo del ácido cítrico y la fosforilación oxidativa en el músculo; lipólisis en tejido adiposo y músculo; y oxidación de ácidos grasos en músculo. Todos estos efectos se logran principalmente a través de la estimulación del cuerpo ante una carga de trabajo mayor a la tasa metabólica basal.(79)(82)

Dicha estimulación podría decirse que va en relación al volumen de ejercicio, el cual determina el gasto energético y así mismo depende de duración e intensidad. Según el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) declaración de posición del Colegio Europeo de Ciencias del Deporte, Colegio Americano de Cardiología y Grupo de trabajo de la American Heart Association , manifiestan los niveles mínimos de actividad física, recomendando aproximadamente 150 minutos de ejercicio de intensidad moderada por semana, sin restricción dietética que pueden inducir una pérdida de peso alrededor de 2 a 3 kg, pero que puede ser inadecuada para una pérdida de peso, clínicamente significativa ( $\geq 5\%$ ). (63)(70)(71). Para lograr eso, los individuos deben completar aproximadamente de 225 a 420 minutos de ejercicio por semana (1)(2)(65)(79)(80) Por lo tanto, aunque 150 minutos de actividad física moderadamente intensa por semana pueden proporcionar importantes beneficios para la salud y ayudar en el control de peso, es necesaria una mayor cantidad de actividad física para pérdida de peso y control exitoso del peso a largo plazo (79)(81) Se estima que cada 50 minutos de ejercicio por semana resultan en una pérdida de aproximadamente 1 kg durante un período de 6 meses. Entonces, si uno hace ejercicio durante 250 minutos cada semana, se puede esperar una pérdida de 5 kg en 6 meses. (80)

El ejercicio de intensidad moderada se caracteriza por 3 a 6 cambios metabólicos equivalentes de tarea o de trabajo de 64% al 76% de la frecuencia cardíaca máxima.(80)(81)

Dentro de las propuestas que más se resaltan para control del sobrepeso y la obesidad, se identifica el entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT), y el entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT), el primero se caracteriza por breves series de ejercicio de alta intensidad alternadas con períodos de descanso o ejercicio de baja intensidad. HIIT, siendo recientemente una estrategia popular de pérdida de peso en la población general (80) (81) (82). Según un metaanálisis realizado por Jelleyman y compañeros de trabajo (81) el HIIT causó una reducción significativa de 1,3 kg en el peso corporal en comparación con los grupos de control que no hacían ejercicio, pero no en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT). HIIT y MICT parecen ser igualmente eficaces en la reducción de grasa corporal, incluso en ausencia de cambios en el peso corporal, en personas obesas, a pesar del hecho de que HIIT requiere aproximadamente un 40% menos de compromiso de tiempo (81). Un metaanálisis realizado por Türk y colaboradores (81) mostró una reducción significativa en el porcentaje de grasa corporal con HIIT en comparación con el método tradicional, aunque puede no ser factible en personas obesas con problemas físicos. (81).

El programa en personas obesas debe comenzar con una intensidad moderada y aumentar en un 5% de la intensidad del ejercicio cada seis sesiones de entrenamiento, hasta el 65% de la capacidad máxima. Después de que se hayan logrado suficientes adaptaciones, es mejor insertar repeticiones cortas del entrenamiento por intervalos a una intensidad submáxima. (81) (82) Se necesitan estudios futuros para determinar el tipo óptimo de HIIT para personas obesas, asegurando el cumplimiento y la evitación a largo plazo, sumado la posibilidad de presentar lesiones. (81)(82)

Donnelly y asociados (83) sometió a 22 mujeres obesas no entrenadas a dos entrenamientos de 18 meses de duración programas (uno con ejercicio continuo, el otro con ejercicio intermitente), ninguno de los cuales provocó una pérdida de peso clínicamente significativa (siendo del 1% al 2%). Sin embargo, el colesterol HDL aumentó (en promedio, de 40 a 46 mg/dL) y el área bajo la curva de insulina sérica en un análisis de glucosa oral. La prueba de tolerancia disminuyó en un 30%. En la misma línea, Kraus y colegas (84) sometieron a 58 hombres y mujeres sedentarios con sobrepeso a cualquiera de los dos programas de entrenamiento, ninguno de los cuales provocó una reducción de peso superior al 2% después de ocho meses. Sin embargo, los grupos tenían un mejor perfil lipídico al final de la intervención.

Ahora bien, si bien se identifican cambios en el perfil lipídico, y una reducción del peso corporal mediante la implementación de estos métodos, se identifican unos posibles riesgos o limitaciones.(88) Una de las principales limitaciones en la comprensión fundamental del HIIT, radica que predominantemente su evidencia se basa en poblaciones sanas, y se tiende en diferentes estudios a excluir a pacientes con hipertensión o comorbilidades cardíacas, condiciones que suelen estar presentes en población obesa.(88) Los estudios que no excluye a este tipo de población estiman que bien si el entrenamiento supervisado de este tipo de metodología se puede reducir con un adecuado seguimiento, es indiscutible que el entrenamiento HIIT impone un riesgo excesivo de eventos cardíacos agudos en pacientes con comorbilidades cardiometabólicas.(85) (86) (87). La preocupación está bien fundada en que el ejercicio de alta intensidad eleva transitoriamente el riesgo de precipitar un evento cardíaco, manifestando que no siempre se conoce un problema, y que aparentemente se encuentra oculto en la población obesa. Se manifiesta que, la precipitación para eventos cardiovasculares corresponde a aproximadamente 6 veces más frecuentemente que las cargas de trabajo moderadas con otro tipo de entrenamientos (85) (86) (87), así mismo este tipo de entrenamientos, aumenta el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, dadas sus características de muy alta exigencia, suponiendo el riesgo principal en lesiones de rodilla (87) (88).

Se considera difícil practicar ejercicio de intensidad alta o moderada en personas obesas, ya que los ejercicios son desafiantes y exigentes. Debido a que los ejercicios tempranos de transferencia de peso en personas obesas causan dolor de rodilla e inician o aceleran procesos degenerativos como la osteoartritis.(80)(84)

La osteoartritis como otros tipos de lesión desde el punto de vista osteomuscular, también se sustenta desde las disfunciones musculares con las que cuenta el paciente con sobrepeso u obesidad, identificando que el tejido adiposo conduce a grandes niveles de producción de sustancias como la proteína C-reactiva, TNF- $\alpha$ , IL-6 e IL-1 $\beta$ , que causan inflamación sistémica e infiltración grasa. (22)(43).

Los cambios estructurales y funcionales en el músculo, derivan en el uso del entrenamiento de fuerza como estrategia para controlar y revertir dichas disfunciones a nivel muscular.(37)(43)(80)(81) La literatura contempla, el entrenamiento de fuerza resistencia como la mejor opción para conseguir un balance energético negativo al revertir las disfunciones musculares que limitan la producción de energía.

Se cree que los ejercicios de estabilización central son ejercicios seguros para comenzar el entrenamiento físico en personas con obesidad severa (56) (57) (70) Se han realizado algunos estudios para verificar los efectos de Pilates, una opción para el ejercicio de estabilización central para personas obesas. Sin embargo, debido a preocupaciones metodológicas (p. ej., falta de un grupo de control, tamaño de muestra pequeño y falta de una descripción metodológica completa), aún no se dispone de resultados concluyentes. (46). De acuerdo a los estudios encontrados referente al entrenamiento de la musculatura central para el control del sobrepeso y la obesidad, se ha podido establecer que el fortalecimiento de los músculos centrales mejora la eficiencia respiratoria y la actividad del diafragma.(46)(47)(53)(67) un estudio experimental de 6 semanas entre 46 personas que fueron seleccionadas mediante muestreo intencional , mediante la aplicación de un entrenamiento convencional y otro aplicando entrenamientos en los músculos del Core, identificando primero baja deserción en la población de estudio, concluyo que la aplicación de este tipo de entrenamientos(Core), logro una reducción del dolor a corto plazo en pacientes con artrosis de rodilla, y adicionalmente mejoro la mecánica ventilatoria.(73) Un ensayo clínico aleatorizado(70) ,encontró que el entrenamiento de los músculos del Core, maximiza la generación de fuerza y minimiza las cargas articulares en todo tipo de actividades tanto para deportistas como para no deportistas.(70) Finalmente diversos estudios que centran su atención en el control del peso por medio de la estimulación de la musculatura central (53)(67)(69)(77), han manifestado características para obtener tal fin, manifiestan que los entrenamientos deben ser aplicados entre 12 y 18 semanas, con frecuencias de entrenamiento entre las dos y tres semanas, con lo cual se puede mejorar la función ventilatoria y tener algunos indicadores de impacto sobre el perfil lipídico y la disminución a la resistencia a la insulina, datos encontrados al mejorar la funcionalidad y tolerancia de las personas al ejercicio físico. Sin embargo, no se cuentan con detalles más cercanos a la manera óptima de prescribir de ejercicio físico desde los programas formulados basados en el principio del Core pese a su potencial.

## MARCO CONCEPTUAL

### 1. Planteamiento del Problema

Varias organizaciones del mundo como el American College of Sports Medicine, la American Heart Association, el Centre for Disease Control and Prevention y el Department of Health of London, han atendido y buscan prevenir enfermedades no transmisibles originadas por el sobrepeso y la obesidad, recomendando realizar al menos 30 minutos de actividad física de intensidad moderada, 5 o más días por semana, o en su defecto, 20 minutos de actividad física de alta intensidad 3 o más días por semana, como estrategia para el control del peso corporal y el sedentarismo. Estas recomendaciones se basan en la sólida evidencia que ha demostrado la influencia del ejercicio físico, tanto aeróbico como anaeróbico, o de fuerza en el tratamiento y la prevención de varias enfermedades cardiometabólicas (1) (15) (17).

Como resultado de dichos esfuerzos por parte de estas organizaciones para estandarizar prácticas clínicas enfocadas en la promoción de la actividad física y el entrenamiento, se han encontrado también estudios que formulan protocolos de intervención basados en actividad física y ejercicio, para controlar el sobrepeso y la obesidad como los entrenamientos continuos de intensidad moderada, entrenamientos tipo crossfit, entrenamientos intervalicos de alta intensidad (HITT),(62)(63)(64) entre otros,(70)(71)(72)(73). Se ha identificado, no obstante, que este tipo de enfoques tienen diversas limitaciones, donde no todos los enfoques se dirigen a cualquier tipo de población, si no que se ponderan a aquellos que aparentemente pueden ser sanos. Esto mismo deriva que las demandas físicas no sean acordes especialmente a la población objeto en todas sus dimensiones, desconociendo barreras a la hora del desarrollo del ejercicio, donde se destaca el aumento del riesgo cardiovascular por la exigencia de los entrenamientos, el aumento del impacto articular que puede ser un factor contribuyente para la aparición de lesiones musculo esqueléticas y la baja tolerancia ante las cargas de entrenamiento (80)(81). Adicionalmente, los procesos biológicos en un paciente sin alteración del peso corporal incluyen mecanismos tanto periféricos como centrales que trabajan en conjunto para lograr la homeostasis energética, sin embargo, en las condiciones de sobrepeso u obesidad se da una alteración sistémica, los procesos tanto centrales como periféricos entran en una competencia por el recurso del oxígeno, conocido como reflejo metabólico de la musculatura respiratoria. (75)(76)(77)(78)



La competencia por el oxígeno, se puede derivar por diferentes puntos, por un lado encontramos restricciones de la mecánica toraco-pulmonar por la localización de la grasa(56), y por otro lado se presenta una limitación en la capacidad oxidativa, por ende limitación para la pérdida de peso significativa, dada una alteración de las fibras tipo I(64), encontrando que enfermedades subyacentes del paciente con sobrepeso u obesidad predisponen al cuerpo a un proceso de inflamación sistémica, donde sustancias como: la interleucina I, III y V, el aumento en la cantidad de citoquinas y el factor de necrosis tumoral,(47)(49)(63) por diferentes reacciones bioquímicas tienden a reducir dicha capacidad oxidativa general. Una reducción de los mecanismos oxidativos, lleva al cuerpo a depender de metabolismos menos dependientes de oxígeno, como hidratos de carbono y especies reactivas de oxígeno,(56) dando paso a un círculo vicioso positivo, donde pondera el metabolismo no oxidativo, tal cual como sucede por ejemplo en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica(56)(59), aumentando así los procesos de la ventilación.

Consecuentemente, el aumento en el costo de la ventilación puede derivar la no adherencia en términos de tolerancia al ejercicio; Se resaltan diversas limitaciones y barreras en el trabajo del paciente con sobrepeso y obesidad, una vez se inicia un proceso de entrenamiento, empiezan a ser más evidentes componentes neuromecánicos que afectan el balance muscular, aumentando el impacto articular y así la presencia de dolor. (33)(35)(47)(52). Adicionalmente El paciente con sobrepeso y obesidad requiere de un proceso de monitorización adecuado dadas la patologías subyacentes que derivan en un aumento de la morbimortalidad. (1)(5)(9)(14) Sin embargo, la realidad de muchos centros de salud es que no cuentan con los insumos o equipos necesarios para dicho control. Es también conocido por múltiples fuentes de investigación (56)(67)((69)(77), que los entrenamientos de fuerza de resistencia de los músculos respiratorios mejoran el performance general, con el cual se puede mejorar la tolerancia a los ejercicios e inclinar la balanza hacia un balance energético negativo que promueva la pérdida de peso

Finalmente, siendo el entrenamiento del Core un enfoque alternativo y potencial de ejercicio terapéutico en la obesidad por su impacto en la función ventilatoria y el uso preferente de fibras tipo I (53)(67)(69)(77), surge la pregunta de cómo diseñar el programa de entrenamiento basadas en estos principios dado la multiplicidad de variables involucradas.

Por lo tanto El desarrollo del presente trabajo investigativo, radica en cómo diseñar y validar una estrategia centrada en fuerza de resistencia de los músculos del Core, que otorgue beneficios en composición corporal y que se adapte a una población (personas con sobrepeso u obesidad) que típicamente presenta comorbilidades que limitan su participación en programas convencionales de entrenamiento por el impacto articular que genera y así poder estandarizar una prescripción específica con sistematización de actividades, con seguimiento y trazabilidad de la misma.

## 2. Justificación

Recientemente, la OMS afirmó que las enfermedades no transmisibles como la obesidad y el sobrepeso, superan en número de casos y en mortalidad a enfermedades transmisibles, arrojando cifras considerablemente importantes de personas que padecen dicha condición, más de mil millones de adultos en el mundo presentan sobrepeso y más de 300 millones padecen obesidad mórbida; Condición que se ha convertido en un problema de salud pública a nivel mundial. Adicionalmente (31)(32)(46)(57) manifiesta que el 46% de la mortalidad mundial está relacionado con aspectos que incluyen la dieta y el ejercicio, aun así, estudios arrojan que para la mayoría de los pacientes obesos la pérdida de peso resulta difícil y aún más su mantenimiento.

Las consecuencias fatales para la salud de la inactividad física se conocen desde hace años. Un estudio global de 2018, descubrió que más de una cuarta parte de la población mundial ya hace muy poco ejercicio y la tendencia sigue aumentando. La proporción de personas sedentarias también ha seguido aumentando en Europa. En Alemania, alrededor del 42% de la población se ve afectada por la inactividad física. A nivel global en el año 2023, se ha firmado una declaración denominada Hamburgo, un “*Plan de acción global sobre actividad física*”(1)(2).

Vale precisar que, en Colombia las enfermedades no trasmisibles son responsables del 75 % de la mortalidad (42) y generan un alto costo al sistema, puesto que pueden ser responsables de hasta el 36 % de los costos totales de una institución de salud; pero el 80 % de estas enfermedades son consideradas prevenibles y se encuentran fuertemente asociadas con estados de obesidad (42).

Es tan alarmante la situación en la cual los gobiernos se encuentran en términos de salud pública, que para el 2020 en Colombia se propuso un proyecto de Ley de Prohibición de bebidas azucaradas; así mismo como antecedente se conoce el Plan de Acción 2013-2019 para la prevención y el control de las enfermedades no transmisibles por parte de la OMS(1).En Colombia, en el 2001 se implementó la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional; se desarrolló el Plan Nacional de Alimentación y Nutrición 1996-2005 y se promulgó la Ley 1355 del 14 de octubre de 2009.

Simultáneamente, autores (19)(27)(36)(71) han demostrado que el ejercicio físico tiene efectos a nivel funcional, metabólico, muscular y cardiovascular desarrollando protocolos para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad, constatando que el programa de actividad física más efectivo para este fin

combina ejercicios aeróbicos y anaeróbicos llegando a considerar un mínimo de 180 minutos de actividad a la semana (28). A la vez, la prescripción de ejercicio de fortalecimiento muscular ha mostrado que puede modificar sustancialmente respuestas y adaptaciones fisiológicas, que al estimular el aumento de masa muscular contribuye a un balance energético negativo, lo que podría traducirse en disminución del tejido adiposo y del peso corporal total (56)(70)(75) Sin embargo, los enfoques convencionales usualmente generan un alto componente de impacto articular no adecuado para las comorbilidades subyacentes en esta población (80)(81)(82)(83) Adicionalmente, muchos métodos de entrenamiento no han sido focalizados de forma concomitante hacia a la musculatura ventilatoria pese a los beneficios clínicos que puede representar. El reflejo metabólico de los músculos respiratorios es considerado como un factor limitante del rendimiento(16)(18), dado que inicia la fatiga de la musculatura respiratoria, que a través de las vías aferentes III y IV alcanza el nivel supra-espinal, provocando una respuesta simpática por vasoconstricción de la musculatura periférica locomotora, que intensifica la fatiga de la musculatura activa e incrementa también la percepción de esfuerzo, contribuyendo a la limitación del rendimiento ligado al ejercicio intenso de tipo aeróbico y afectando la tolerancia al ejercicio (18)(19). En efecto, se ha documentado que el incremento del trabajo ventilatorio altera la respuesta del centro respiratorio a la hipercapnia y a la hipoxemia y conlleva el desarrollo de un síndrome de hipoventilación-obesidad. (46)(47).

Como alternativa, las características fisiológicas que componen la fibra de los músculos centrales pueden llegar a ser un eje transversal y fundamental a los procesos que se requieren para el control del sobrepeso y la obesidad en virtud de su pertenencia a una unidad anatómica-funcional en común (el *Core*) que desempeña la función dual la estabilidad lumbar y el control de la ventilación (48). Es de importancia mencionar que el umbral de activación como estímulo para el entrenamiento de la fuerza este tipo de fibra muscular se encuentra entre el 25% al 40% de la máxima contracción voluntaria (MCV)(46)(56). lo cual incrementa la probabilidad de alcanzar las zonas de entrenamiento de la fuerza resistencia y máxima con paradigmas tanto más extensivos como intensivos respectivamente (40)(41)(78). Se pretende que este bajo umbral del entrenamiento pueda mejorar la función de la bomba respiratoria, reduciendo el costo de la ventilación, la competencia central y periférica por recursos y aumenta la posibilidad de adaptación a regímenes de carga más extensivos. Concomitantemente, se espera los beneficios del ejercicio extensivo como el aumento del factor de crecimiento fibroblástico, renovación del endotelio vascular, aumento de los procesos de mito-génesis, aumentando el metabolismo oxidativo

y así un mayor proceso de lipólisis, para contrarrestar los efectos negativos del sobrepeso y la obesidad sobre la salud. (46)(52)(56)

Este tipo de estudio busca no solo aportar conocimiento para conseguir el control del sobrepeso y obesidad, desde la fisioterapia nosotros buscamos la salud y la calidad de vida más allá del rendimiento, dado lo anterior, busca atender las limitaciones y problemáticas inherentes a dicha población (sobrepeso u obesidad), como puede ser la baja adherencia al ejercicio físico por la disminución de la tolerancia al ejercicio físico,(58)(59)(63)(73)(78) derivado de un aumento del costo de la ventilación dada la competencia entre musculatura central y periférica; busca también , disminuir el impacto a nivel articular, ser un parámetro base para iniciar de forma segura el ejercicio físico (46)(47)(53)(67)(69), minimizando riesgos en la atención que puede derivarse del aumento de la ventana aguda al ejercicio, que acompañado de patologías subyacentes al sobrepeso y obesidad puede llegar a aumentar probabilidad de padecer un suceso de seguridad, por otro lado se puede llegar a minimizar dichos riesgos en la atención, buscando ajustarnos a la realidad que existe en diferentes escenarios comunitarios y clínicos, donde no se cuentan en muchas ocasiones con seguimiento o monitoreo de precisión.(48)(51)(73)(78)

Con lo anterior, se busca formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo que describa el efecto del entrenamiento de la fuerza resistencia sobre los músculos del Core para el control del sobrepeso y la obesidad para la población colombiana. Como la práctica clínica requiere evidencia, nosotras proponemos, fortalecer la hipótesis subyacente a esta propuesta con un concepto de expertos. El enfoque de investigación se relaciona al obtener delimitados estudios del tema, donde se aborde la musculatura del Core como una zona con potencial como target terapéutico, en el control del sobrepeso y la obesidad. Necesario si se requiere el ensayo en humanos, donde se busca esclarecer la conceptualización teórica sobre los aspectos necesarios para conseguir los resultados estimados como se expone con otros métodos de intervención, pero así mismo de las barreras, riesgos, beneficios adicionales, limitaciones que puede representar este enfoque de investigación. (90)

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo General**

Formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento basado en fuerza resistencia de los músculos del Core para el control del sobrepeso y la obesidad en adultos entre los 18 y 59 años de edad población colombiana.

#### **3.2 Específicos.**

1. Identificar a través de una revisión analítica los protocolos, modos o métodos que existen para el control de la obesidad, con el fin de ponderar la información.
2. Analizar la evidencia que se encuentra alrededor de los entrenamientos de fuerza resistencia sobre la obesidad y el sobrepeso, con el fin de sistematizar la información y estructurarla en un protocolo específico.
3. Validar desde la perspectiva de contenido, el protocolo formulado a través de un juicio de pares expertos evaluadores del tema.

### **4. Supuesto Teórico**

El entrenamiento combinado de fuerza resistencia de los músculos del Core, tiene efectos sobre el control del sobrepeso y la obesidad en personas adultas entre los 18 y 59 años de edad población colombiana.

## **5. Glosario**

Dentro de la presente investigación los conceptos claves se describirán a continuación:

### **Entrenamiento:**

Proceso de ejercicio que busca un grado más o menos acentuado de mejora o cambio de estado (físico, motor, cognitivo, afectivo) (8).

### **Factor de Riesgo:**

Cualquier rasgo, característica o exposición de un individuo que aumente su probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión. (9)

### **Hipertensión arterial:**

La hipertensión arterial (HTA) es un factor de riesgo cardiovascular asociado a un aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares. Su diagnóstico, tratamiento y control han contribuido en las últimas décadas a disminuir la incidencia de dichas enfermedades. El estudio DARIOS estimó una prevalencia de HTA en España del 47% en varones y 39% en mujeres. Recientemente, el *American College of Cardiology* y la *American Heart Association* (ACC/AHA) han modificado, rebajando el punto de corte para el diagnóstico a 130/80mmHg, introduciendo asimismo modificaciones en su tratamiento. Esta propuesta no ha sido aceptada por las Sociedades europeas cardiovasculares, que siguen manteniendo la cifra de 140/90mmHg. (14)

### **Hiperglicemia basal:**

La hiperglucemia es el término técnico que utilizamos para referirnos a los altos niveles de azúcar en la sangre. El alto nivel de glucemia aparece cuando el organismo no cuenta con la suficiente cantidad de insulina o cuando la cantidad de insulina es muy escasa. La hiperglucemia también se presenta cuando el organismo no puede utilizar la insulina adecuadamente.(15)

### **Dinamometría Manual:**

Es una técnica no invasiva, predictor de morbimortalidad, en la cual se puede medir la fuerza muscular estática máxima del miembro superior. Con esta prueba podemos identificar diferentes componentes como el magro, el contenido mineral de los huesos; a través de su implementación sirve como estimador de la condición física y el estado nutricional de un individuo. (16)

**Circunferencia de cintura:**

La circunferencia de la cintura es una indicación indirecta de la cantidad de tejido adiposo intra abdominal, frecuentemente llamado grasa visceral. Una gran circunferencia de cintura está asociada con un mayor riesgo de diabetes tipo 2, colesterol alto, presión arterial alta y enfermedad cardiovascular debido al exceso de grasa abdominal. (12)

**Ruffier Dickson:**

Es una prueba utilizada para medir la resistencia aeróbica ante una carga de corta duración, teniendo presente, la frecuencia cardiaca en reposo, frecuencia cardiaca inmediata a la terminación de la demanda física y a la frecuencia cardiaca de recuperación.(32)

**IPAQ:**

Es un cuestionario internacional para medir el nivel de actividad física, en población entre los 18-65 años, es un instrumento desarrollado en respuesta al problema de hallar un método para estimar los niveles habituales de actividad física de una forma estandarizada para ser usada en todo el mundo. (38)

**Bioimpedancia:**

Es una técnica simple, rápida y no invasiva que permite la estimación de porcentaje de agua, masa grasa, o masa magra, se basa en la oposición que ofrecen los tejidos corporales al paso de la corriente eléctrica, la cual es alta en la masa grasa y baja en la masa libre de grasa. (31)

**Fuerza:**

La capacidad que permite desarrollar un trabajo mediante la oposición y/o superación de una resistencia ya sea interna o externa, modificando el estado de reposo o movimiento de un cuerpo a través del accionar de los músculos. (17)

**Fuerza resistencia:**

Se relaciona a la habilidad de sostener un nivel de fuerza requerido por el mayor tiempo posible, vinculado a un rendimiento específico, de modo que los niveles de tensión no se reduzcan significativamente como para perjudicar el rendimiento. (37)(41)



**Core:**

La palabra core traduce núcleo, así mismo se recibe el nombre de core al conjunto de estructuras musculares como lo son elevador del ano, pubococcígeo, iliococcígeo, puborrectal y coccígeo, recto del abdomen, transverso del abdomen, oblicuo externo y oblicuo interno, multífido de la columna, erector de la columna, esplenio, longísimo torácico y semiespinoso, afirmando que las estructuras ya mencionadas son la base de apoyo para los diferentes segmentos del cuerpo. (20)

**6. Marco teórico****6.1 Obesidad**

La obesidad es una enfermedad causada específicamente por el desequilibrio entre el consumo calórico y el gasto energético. La energía que el organismo utiliza proviene de 3 fuentes: carbohidratos, proteínas y grasas. La capacidad de almacenar carbohidratos en forma de glucógeno, igual que la de proteínas, es limitada. Solo los depósitos de grasas se pueden expandir con facilidad para dar cabida a niveles de almacén superiores a las necesidades. Los alimentos que no se consumen como energía, se almacenan, y, por lo tanto, es la grasa la principal fuente de almacén y origen de la obesidad. (43) En síntesis, la obesidad es considerada una enfermedad multifactorial (1), que se origina en una gran diversidad de factores que incluyen aspectos genéticos, sedentarismo (rendimiento motor limitado), sobrealimentación, alteraciones de apetito y saciedad, malos hábitos alimenticios y otros diversos factores endocrinos, neurológicos, psicológicos.

Sea cual sea la etiología de la obesidad, el camino para su desarrollo es el mismo, un aumento de la ingestión y/o una disminución del gasto energético. (43) Los lípidos procedentes de la dieta o sintetizados a partir de un exceso de carbohidratos de la dieta, son transportados al tejido adiposo como quilomicrones o lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL). Los triglicéridos de estas partículas son hidrolizados por la lipoproteinlipasa localizada en los capilares endoteliales, introducidos en el adiposito y reesterificados como triglicéridos tisulares (44). Durante los períodos de balance positivo de energía, los ácidos grasos son almacenados en la célula en forma de triglicéridos; por eso, cuando la ingestión supera el gasto, se produce la obesidad.

Todo exceso de energía introducida cambia la energía interna del organismo y se transforma en energía química, y como principal almacén está el tejido graso. Un ingreso energético (IE) mayor que el gasto o

consumo energético total (CET), inevitablemente causará un aumento del tejido adiposo, que siempre se acompaña del incremento de la masa magra, así como también del peso corporal, en cuyo control el CET desempeña una función importante (43).

El CET guarda relación con la masa magra corporal y la mezcla metabólica oxidada está relacionada con los alimentos ingeridos, la capacidad de adaptación del cuerpo y la velocidad de consumo energético. (43) Para mantener el equilibrio energético, es necesario oxidar la mezcla de combustible ingerida. Cualquier desviación ya sea mayor o menor, provocará un desbalance.(27)

Por lo tanto, el peso corporal puede variar en relación con la ingestión (IE) y/o el GET, que es igual al consumo energético en reposo o basal (CEB) más el consumo energético durante la actividad física (CEA) más el consumo energético en la termogénesis (CET)(27)

$$\text{CET} = \text{CEB} + \text{CEA} + \text{CET}.$$

El consumo energético basal (CEB) representa hasta el 70 % del CET<sup>19</sup> y depende, a su vez, del peso corporal total, del período en que se encuentre el individuo ya sea ayuno, sobrealimentado, en restricción dietética u obeso, porque para cualquiera de estos estados existe un sistema de regulación preciso, cuya función es mantener el peso corporal. Las variaciones en el peso corporal llevan aparejados cambios en el CEB. El aumento de peso se produce en 2/3 a expensas del tejido adiposo, y 1/3 de masa magra; el CEB de estos tejidos es de 5 cal/kg y 40cal/kg, respectivamente<sup>27</sup> y como el aumento de peso no es solo dependiente del tejido graso, se produce invariablemente un aumento del gasto energético encaminado al mantenimiento del nuevo equilibrio establecido por el sistema. Pero mientras no existe un límite superior para la ganancia a expensas del tejido graso, sí lo hay para la masa magra, que es de hasta 100 kg en el hombre y 70 en la mujer,<sup>19</sup> de forma que, una vez llegado a ese límite, futuras ganancias de peso serán a expensas del tejido adiposo. Lo contrario ocurre con la pérdida de peso, que, aunque está basada en la pérdida de grasa, también se pierde masa no grasa, lo que provocará una caída del consumo energético, proporcional a la pérdida de estas, cuyo fin es mantener el equilibrio. Es decir, las variaciones en el consumo energético basal que dependen del peso corporal imponen un ritmo para mantener este último, pero a su vez determinan, junto al ingreso energético, ganancias o pérdidas; mientras mayor es el peso corporal a expensas de tejido graso por aumento del ingreso energético, menor es el consumo energético, y un consumo energético basal bajo es un buen predictor de futuras ganancias de peso. (28)

## 6.2 ¿Qué consecuencias trae la obesidad?

Las consecuencias de la obesidad alcanzan proporciones catastróficas. El riesgo de muerte súbita de los obesos es tres veces mayor que el de los no obesos, y es el doble para el desarrollo de insuficiencia cardíaca congestiva (ICC), enfermedad cerebrovascular (ECV) y cardiopatía isquémica (CI), mientras la posibilidad de desarrollar de diabetes mellitus (DM) es 93 veces mayor cuando el índice de masa corporal (IMC) pasa de 35.13. (45), dada la resistencia a la insulina.

La mortalidad encontrada se da principalmente en la afección del funcionamiento de los sistemas cardiovascular y respiratorio (2).

Referente al componente respiratorio, la obesidad influye sobre la mecánica ventilatoria, la sobrecarga de peso afecta las propiedades elásticas de la caja torácica, esto se ha demostrado al encontrar variaciones asociadas a la obesidad de algunas capacidades pulmonares, tales como son la capacidad residual funcional o la capacidad pulmonar total, se asociarían a cambios de las resistencias elásticas del tórax y del pulmón. (46)(47)(65)(66)

Los cambios elásticos del tórax y del pulmón, llevan así mismo a un incremento en los requerimientos ventilatorios, afectando el patrón respiratorio, observando que los individuos obesos desarrollan una respiración más rápida y superficial que la de los sujetos no obesos para adaptarse al incremento de tejido graso en la pared torácica. (46)(47)

Los cambios en la configuración del tórax pueden dar lugar a una inadecuada relación longitud-tensión y, en consecuencia, dificultar la obtención de presiones inspiratorias adecuadas, se acompaña en algunos casos de infiltración grasa de los músculos inspiratorios, lo que favorecería la disfunción muscular y como se mencionaba anteriormente el cambio en el patrón respiratorio más esta infiltración grasa puede ocasionar una hipertrofia muscular secundaria al mayor trabajo respiratorio que supone la sobrecarga mecánica. (47)

Así mismo, y no menos importante, se identifica situaciones problemas a nivel osteomuscular y articular, dado a que un peso corporal excesivo crea un mayor estrés de carga, que aplicado, ocasiona condiciones de desalineación articular principalmente en extremidades inferiores, procesos inflamatorios y degenerativos, que podrían disminuir la función física por presentar una movilidad deteriorada y asociarse a dolor fundamentalmente, para las articulaciones que soportan el peso corporal, siendo principalmente la columna vertebral, caderas y rodillas. El exceso de kilogramos de forma

permanente aumenta la presión en las articulaciones citadas y favorece su degeneración. Por parte de la columna vertebral van a incidir sobre aspectos biomecánicos de estabilización, haciendo que en ella se den alteraciones posturales en sus componentes morfológicos y derivarán en una modificación de la posición del centro de gravedad fuera de su base de sustentación lo cual elevará en el reposo y la actividad física los costos energéticos y el trabajo cardiopulmonar de las personas que tienen esta situación, reduciendo sus niveles de resistencia e involucrando el desarrollo de la actividad física, llevándoles a perder eficiencia, eficacia y calidad en sus desempeños de movimiento dentro de las diversas actividades en que se pudieran involucrar (57)(65)(66)(71)

### **6.3 Fibras tipo 1 : Su papel en la oxidación de las grasas**

El sistema muscular representa entre un 40 a 50% del peso corporal total, a este se le atribuyen diversas funciones como la locomoción, mantenimiento de postura, termogénesis y metabolismo energético. Esta última es muy reconocida debido a la gran influencia que tiene como órgano productor y secretor de proteínas (miosinas) con funciones endocrinas; de las cuales una parte participan en la modulación de procesos inflamatorios, mientras que otras contribuyen a la regulación del metabolismo aumentando la lipólisis y mejorando la sensibilidad a la insulina (22).(57)(59)

El proceso de lipólisis se da principalmente en las fibras tipo 1, la utilización de lípidos durante el ejercicio se da en el siguiente orden:

Movilización – Circulación – Captación – Activación – Translocación – B Oxidación – Oxidación Mitocondrial.

Los principales estímulos lipolíticos al inicio del ejercicio en el hombre son el aumento de la concentración de adrenalina y la disminución de la insulina circulante. Cuanto mayor es el flujo de sangre que llega al tejido adiposo, mayor es la movilización de los ácidos grasos o AGL, esta regulación vascular esta mediada por la adenosina. Los ácidos grasos se transportan al tejido muscular unidos a la albumina.(56)(59)(63)

Antes de ser oxidados los ácidos grasos, experimentan un proceso de activación por el cual elevan su nivel energético para posteriormente ceder su energía. Este proceso se da en el sarcoplasma y consiste en la unión de una coenzima A (CoA) al ácido graso, y da lugar al complejo acil-coa. Este complejo puede re esterificarse y almacenarse en forma de triglicérido en la propia célula o bien oxidarse. EL

Acil-coa debe entrar al interior de la mitocondria para oxidarse (principalmente fibras tipo 1). En la membrana mitocondrial se une a un transportador especifico que depende de la carnitina y está situado en el espacio intermembrana (20)(28) . Su función es trasportar a los grupos acilos a través de la membrana mitocondrial. La carnitina se acompaña de diversas formas de acil-carnitin transferasas; estas se encuentran en la membrana mitocondrial en dos formas: en la membrana externa una forma convierte el acil-coa en acilcarnitina, y en la membrana interna, el complejo acil-carnitina vuelve a transformarse en Acil-Coa por otra forma de la enzima que libera la carnitina y une un Coa de nuevo al Acil. (McArdle W, Katch F, Katch V. Fundamentos de Fisiología del Ejercicio).

De este modo la concentración de Acil-carnitin transferasas será mayor cuanto mayor sea el número y el tamaño de las mitocondrias por este motivo los ácidos grasos son oxidados preferentemente en las fibras tipo 1. (33)(28) Dentro de la mitocondria, los acil-coa se someten a la B-oxidación . Este proceso consiste en la oxidación del radical acilo en el carbono beta. Dando lugar de nuevo a un acil-coa (esta vez con n-2 átomos de carbono) más un acetil-Coa. Es un proceso cíclico hasta que todo el acil o ácido graso se divide en fragmentos de 2 átomos de carbono en forma de Acetil –Coa. Durante el proceso de b-oxidación se reduce un NAD y un FAD y se transforma en NADH Y FADH. Luego el Acetil-coa entra al ciclo de Krebs, y se produce la energía.(28)

#### **6.4 Entrenamiento fuerza resistencia en obesidad**

Se han encontrado diversos enfoques de entrenamiento de resistencia en general para controlar el sobrepeso y la obesidad como los entrenamientos continuos de intensidad moderada, entrenamientos tipo crossfit y entrenamientos interválicos de alta intensidad (HITT), (62)(63)(64). Sin embargo, estos enfoques son de difícil aplicación en el campo del fitness terapéutico y para la salud por la estricta monitorización de la intensidad requerida. Por lo tanto, nos enfocaremos directamente en la fundamentación del entrenamiento de fuerza para esta población.

Las características óptimas de los programas específicos de fuerza incluyen el uso de acciones musculares concéntricas, excéntricas e isométricas y la realización de ejercicios bilaterales y unilaterales de una y múltiples articulaciones.(31)Además, se recomienda que los programas de fuerza secuencien los ejercicios para optimizar la preservación de la intensidad del ejercicio (grandes antes de los ejercicios de grupos de músculos pequeños, ejercicios de múltiples articulaciones antes de los ejercicios de una

sola articulación y de mayor intensidad antes de los ejercicios de menor intensidad).(37) Para el entrenamiento de principiantes (individuos no entrenados sin experiencia),se recomienda que las cargas correspondan a un rango de repeticiones de un máximo de 8 a 12 repeticiones (RM). Para el entrenamiento intermedio (individuos con aproximadamente 6 meses de experiencia) a avanzado (individuos con años de experiencia) se recomienda que los individuos utilicen un rango de carga más amplio de 1 a 12 RM de forma periodizada con énfasis eventual en cargas pesadas. (37)(48)(52) (1-6 RM) usando períodos de descanso de 3 a 5 minutos entre series realizadas a una velocidad de contracción moderada (1-2 s concéntrica; 1-2 s excéntrico). Cuando se entrena con una carga de RM específica, se recomienda aplicar un aumento de carga del 2 al 10 % cuando el individuo pueda realizar la carga de trabajo actual durante una o dos repeticiones sobre el número deseado. La recomendación para la frecuencia de entrenamiento es 2-3 días por semana (-1) para entrenamiento principiante, 3-4 días semana (-1) para entrenamiento intermedio y 4-5 días semana (-1) para entrenamiento avanzado (37)(48)(58)

## **6.5 Métodos de entrenamiento de fuerza del paciente con obesidad**

Desde el punto de vista mecánico, la fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo, así como la causa capaz de deformar los cuerpos, bien por presión (compresión) o por estiramiento o tensión. Asimismo, se pueden observar distintas interpretaciones del término fuerza, desde el punto de vista fisiológico, la fuerza se entiende como la capacidad de producir tensión como resultado de una acción muscular iniciada y sincronizada a través del sistema nervioso. De esta forma, la fuerza es la capacidad de un músculo o grupo muscular para producir tensión bajo unas determinadas condiciones.(37)

Los ejercicios de fuerza se rigen principalmente bajo los principios de entrenamiento de individualización, sobrecarga y especificidad. La individualización contempla que ningún individuo es igual a otro y por lo se requiere una planificación únicamente para él (22)(25)La sobrecarga tiene en cuenta que se debe exponer a un mayor nivel de tensión muscular para aumentar la fuerza(37), mientras que la especificidad contempla que es necesario ser preciso en cómo se lleva a cabo cada ejercicio (movimientos, posición, tensión muscular, velocidad, etc.) para incrementar el rendimiento del individuo que lo realiza (22)(25)(43).

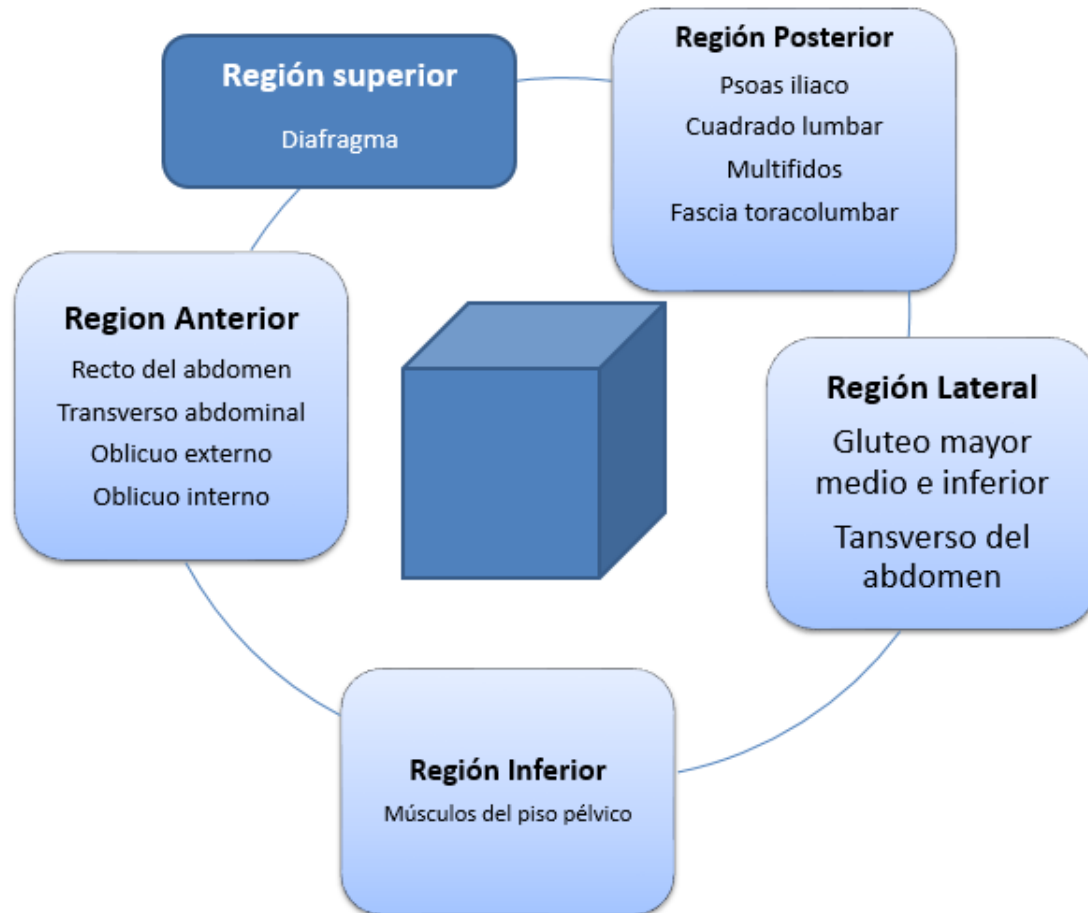
De igual manera, se debe contemplar, las diferentes formas en las que se puede desarrollar dichos ejercicios, se puede identificar: resistencia muscular, en los cuales se mantienen las contracciones musculares durante un tiempo prolongado, permitiendo que el ejercicio pueda ser realizado varias veces; ejercicios de potencia o fuerza explosiva donde se logra alcanzar la fuerza máxima en el menor tiempo posible, venciendo la fatiga y cargas que requieren el uso de la fuerza inmediatamente. La realización de ejercicios de fuerza al involucrar tensiones musculares, requiere el uso de energía para efectuar las actividades físicas que pueden provenir del tejido adiposo (25)(37) Si los ejercicios requieren una fuerte intensidad, duración y frecuencia como los ejercicios de fuerza, el gasto energético requerido es mayor, de tal manera pudiendo tener un aporte considerable en la disminución de la grasa corporal y a su vez manteniendo o mejorando la masa muscular o masa magra (37).

Para fines del presente trabajo se expresará únicamente el sistema de entrenamiento basado en resistencia, donde se especifica que la carga de entrenamiento se debe encontrar entre el 30-70% de la carga máxima, con frecuencias de entrenamiento de 2 a 3 días por semana, de 6-10 repeticiones para personas desacondionadas y entre 15 y 25 repeticiones para personas en categorías intermedias o avanzadas de entrenamiento, con periodos de recuperación cortos entre series.(22)(25)(37)(43)

## 6.6 ¿Qué es el Core?

La denominación **Core**, ostenta el significado de núcleo, caja o compartimiento que está compuesto de una base, un techo, superficie frontal, posterior y laterales. La parte superior o techo está formado por el diafragma, la base se compone del suelo pélvico, la porción anterior está formado por los músculos abdominales, mientras que la parte posterior está compuesta por los paraespinales y la fascia toracolumbar. Así mismo, comprende todo el complejo de unión Lumbo-pélvico-abdominal, incluso con alcance torácico por la continuidad de estas estructuras.(55)

A continuación, se realiza una descripción anatómica de las principales estructuras que lo componen, para posteriormente, establecer su relación con la mecánica ventilatoria.(56)



**Gráfico 1.Descripción anatómica de los músculos del Core. Elaboración propia. (56)**

La capa muscular exterior se compone de los músculos de potencia (recto abdominal, psoas iliaco, dorsal ancho y los erectores del raquis)(56). La capa muscular media está conformada por los músculos de la pared abdominal (oblicuos externos, oblicuo interno, transverso abdominal) y estabilizadores de la columna.(50)(56)Y la capa más interna se compone de los músculos intersegmentales (multífidos, Intertransversos, interespinosos) y estructuras propioceptivas, tales como receptores kinestésicos, terminacionesnerviosas que proporcionan retroalimentación neuronal para el control de los movimientos a través del Feedback sensitivo (retroalimentación) y Feedforward motor (anticipación).(53)(56)



## 6.7 Características específicas de los músculos del Core

El *Core* se reconoce como el centro de la cadena cinética, actuando como una unidad estabilizadora (controla el micro-movimiento a nivel segmentario) se constituye en un punto de transición armónica de las fuerzas de los miembros inferiores de la parte superior extremidades, y viceversa.(52) Los patrones de activación anormal en las extremidades modifican del mismo modo el timing a nivel del Core, revelando así la interconexión funcional de los mismos segmentos de una cadena cinética. (42)(54)

En ausencia de enfermedad el sistema motor a través de los músculos centrales, diafragma y transversos (*Core*) controlan simultáneamente las funciones posturales y ventilatorias, por medio de la activación coordinada de las unidades motoras respectivas, que, en principio, reciben comandos neurales diferenciados.(51) Los impulsos neurales que garantizan la estabilización son de múltiple origen involucrando de forma constante el sistema motor piramidal, extrapiramidal y ajustes medulares reflejos que vinculan la secuencia de activación (tanto anticipatoria como de ajuste a los cambios de posición) del sistema local y sistema global dentro de una cadena cinética. (53)(55).

Por su parte los impulsos de la ventilación se originan principalmente desde las regiones del tronco encefálico (centro neumotáxico, centros respiratorios ventral, dorsal y quimiorreceptores centrales), que generan descargas de carácter tónico e inhibitorio hacia las motoneuronas respiratorias para generar el ciclo respiratorio. No obstante, los *inputs* del córtex motor que controla de forma particular los movimientos funcionales y tareas ventilatorias bajo el control de la voluntad (hiperventilación voluntaria, apneas transitorias y maniobras de presión máxima), puede ser parcialmente independiente de los centros respiratorios (en el caso de las neuronas frénicas).(55)(49)

Para conseguir la estabilización, las características de la fibra muscular, de los músculos del Core son de tipo I. Los humanos tienen básicamente dos diferentes tipos de fibras musculares hablando desde su clasificación más grande, el tipo I (fibras de contracción lenta, aeróbicas u oxidativas [ST]), son fibras con una alta resistencia a la fatiga.(17) y el tipo II (fibras de contracción rápida o anaeróbicas [FT]).(17)

## 6.8 Factores que modifican la relación estabilización-ventilación

En efecto, a pesar de estas funciones simultáneas de los músculos locales del Core, en ciertas circunstancias que requieren una compensación respiratoria de gases arteriales o incrementan el trabajo respiratorio, el sistema motor presenta un conflicto entre realizar ciclos de contracción-relajación rítmicos para responder a la demanda ventilatoria o mantener de forma constante ciertos niveles de activación que garanticen una presión intrabdominal adecuada. No obstante, ante un esfuerzo aeróbico desafiante el sistema prioriza el mantenimiento de la ventilación por encima de la estabilización. A pesar de la integración de órdenes ventilatorias y posturales que tienen lugar en las motoneuronas frénicas, en condiciones de esfuerzo ventilatorio (durante el ejercicio o como producto del incremento de las demandas respiratorias) tienden a superponerse los impulsos del drive químico. En estos casos se incrementa el drive respiratorio normal.(46)(47)(53)

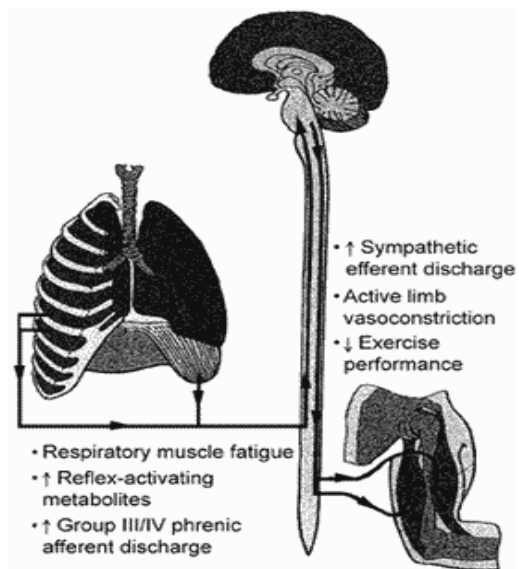
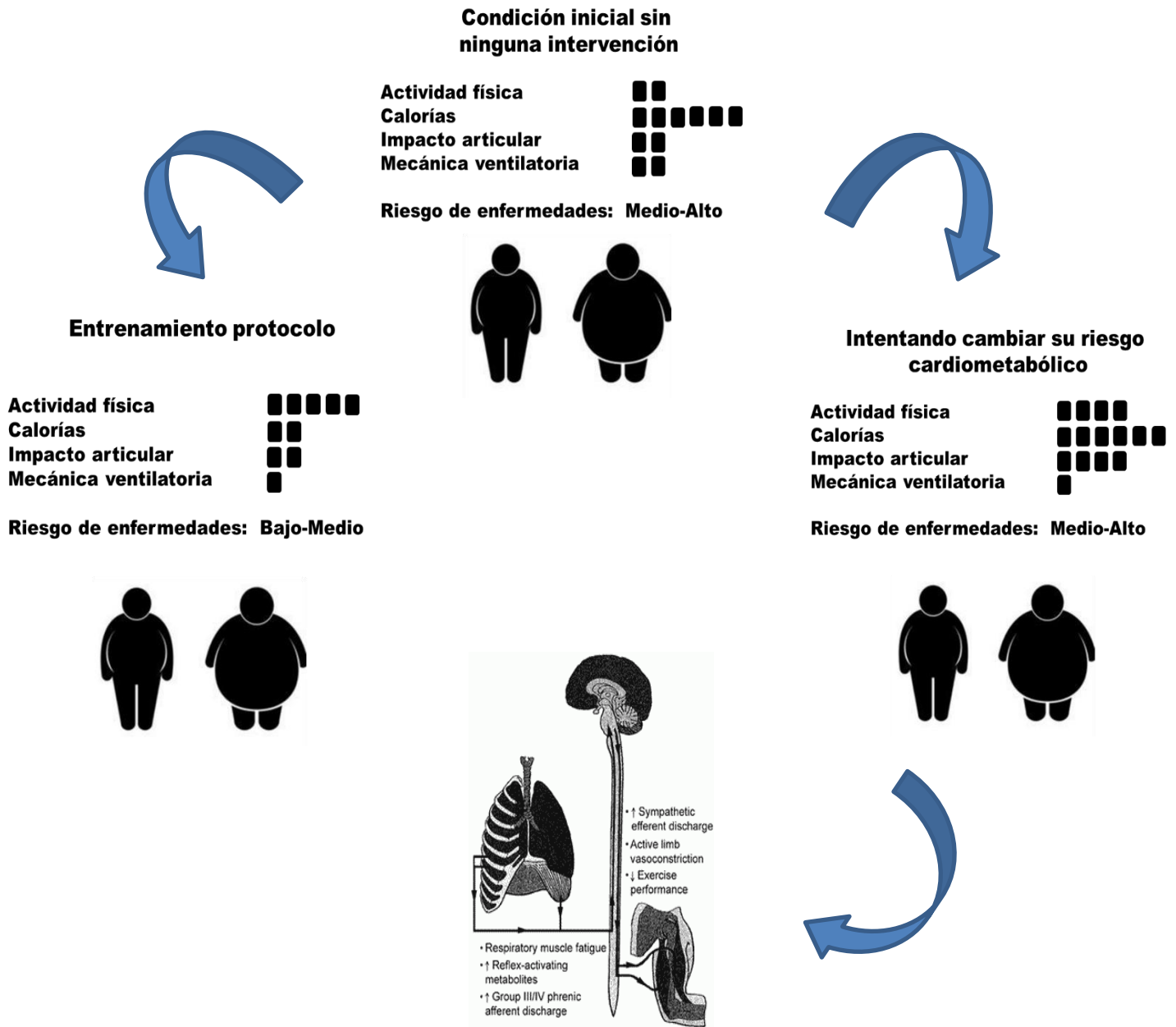


Gráfico 2. Reflejo metabólico. (Romer y Polkey 2008 ).Fuente



**Gráfico 3. Relación entre otros modelos de control del sobrepeso y la obesidad, con el protocolo formulado.**

### 6.9 Entrenamiento de resistencia muscular en Core

Las características inherentes de la musculatura central pueden determinar la intensidad y el volumen necesario para provocar adaptaciones a la carga. Por ejemplo, la mayor composición de fibras musculares de tipo oxidativo (> 80% fibras tipo I) en los músculos locales, requieren de una intensidad

baja (< 40%) de un volumen elevado de trabajo muscular que genere la fatiga suficiente para un efecto de entrenamiento. Se requiere de por lo menos el 30% de la máxima contracción voluntaria (MCV) es necesaria para un efecto de entrenamiento aeróbico que deben conseguirse en los músculos de la pared abdominal cuando la tarea es repetida.(47)(51)(53) Esto implica varios conjuntos que involucran muchas repeticiones (por ejemplo, > 15 por serie) las cuales se debe implementar de manera progresiva tomado también como indicador el esfuerzo percibido global (escala de Borg Modificada). La intensidad del trabajo también puede estar relacionada con el tiempo que se emplee en una determinada ejecución. Este oscila 30 y 45 segundos, utilizando supuestos basados también en su composición de fibras I y funciones de estabilización de este tipo tónicas. En el punto donde mantener la contracción de un ejercicio durante 45 segundos ya implica una demanda importante, la progresión se puede llevar a cabo mediante el empleo de cargas externas. Por su parte los ejercicios estáticos (isométricos) utiliza una duración de 10 segundos o más cuando se utilizan cargas submáximas (tales como el peso corporal) y entre 5 y 10 segundos con resistencia externa. (57)(58)(59)

De forma complementaria se expresa que la intensidad de ejercicio es el principal factor determinante del grado de oxidación de grasas o carbohidratos durante el ejercicio. (43) En forma relativa, los ácidos grasos serán más importantes durante el ejercicio de baja intensidad. Durante el ejercicio al 25 % VO<sub>2</sub>máx casi todo el gasto de energía es derivado de las grasas.

### **6.9.1 Intensidad de la carga muscular en el trabajo del Core**

En la literatura no se encuentran mediciones respecto a cómo evaluar el nivel o intensidad de trabajo muscular de los ejercicios del Core y el Pilates. No obstante, como ha sido señalado, algunos estudios (47)(49)(66)(67) (cuantifican la presión transdiafragmática desarrollada durante la ejecución de los ejercicios del Core, mientras que otros describen la intensidad de la actividad electromiográfica en la pared abdominal. Varios estudios han establecido una relación aproximadamente lineal, entre la señal electromiográfica de músculos centrales y la producción de fuerza, por lo cual este parámetro puede otorgar una medida del nivel de trabajo muscular. En términos generales, para los músculos esqueléticos se requieren una activación entre el 25% y el 40% de la Máxima contracción voluntaria (MCV) para trabajar resistencia muscular y un nivel >60% para incrementar fuerza. Sin embargo, se han encontrado algunos hallazgos que deben ser considerados en particular al prescribir trabajo de resistencia muscular

y fuerza muscular para los músculos locales, los cuales presentan un menor umbral de activación electrofisiológico con respecto a otros músculos esqueléticos.

Para resaltar los niveles de activación muscular central en términos de un % de la máxima contracción voluntaria (% MCV medido a través de la señal EMG). Se ha propuesto que el umbral de activación de activación necesario para mejorar resistencia y fuerza muscular a nivel de los músculos del Core es del 30% y el 45% de la MCV respectivamente (menor al nivel de activación requerido para otros músculos que es usualmente entre el 60 y el 80% de la MCV para ganancias de fuerza). No obstante, en este punto se requieren más investigaciones.

## **7. Metodología**

De acuerdo a la formulación de los objetivos específicos, se da el desarrollo del estudio, en el mismo orden en el cual fueron estructurados cada uno de ellos, de tal manera encontraremos la descripción metodológica.

### **7.1 Tipo de estudio.**

El presente estudio, es de tipo formulativo, en el cual se busca formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core, para el control del sobrepeso y la obesidad.(90)(91)

El protocolo va dirigido a adultos entre los 18-59 años de edad, sin discriminar entre hombres y mujeres, que se encuentren con sobrepeso u obesidad y que, en el momento de realizar el protocolo de entrenamiento de fuerza y resistencia para los músculos del Core, no estén realizando alguna dieta nutricional o realicen algún entrenamiento específico durante la semana.

El estudio está organizado en tres fases:

1. Revisión y sistematización de evidencias
2. Formulación del protocolo
3. Validación del contenido del protocolo

Se describe a continuación cada una de las fases metodológicas

## 7.2 Fase I: Revisión y análisis de la evidencia

Los criterios de inclusión de la información a utilizar son: libros preferiblemente en inglés, además de artículos en inglés, francés, portugués y español, que se encuentren entre los años 2010-2021. En el caso de los artículos deben ser metaanálisis, ensayos clínicos o revisiones sistemáticas, que cuenten con libre acceso y se encuentren en las bases de datos Pubmed, Clinical trials, Science direct o Google académico.

Se excluirán los libros o artículos que centren sus métodos de control del sobrepeso y la obesidad en los grupos poblacionales de infancia, adolescencia y adultos mayores, que su año de publicación este del 2009 y tiempos anteriores, estudios de casos y controles y opiniones basadas en experiencias, así mismo los libros o artículos que se centren en métodos de la medicina tradicional china u oriental.

1.Revisión analítica de la información, accesible, encontrada en los libros y artículos que cuenten con los criterios de inclusión. De acuerdo a los artículos serán medidos mediante la escala ACP y SIGN, con el fin de aplicar la mejor evidencia para la formulación y validación del protocolo para el control del sobrepeso y la obesidad.

2. Implementación códigos Mesh y descriptores de ciencia de la salud. Se utilizará el filtro de artículos de libre acceso acompañado del filtro de año, comenzando desde el 2010 hasta el 2023. Posterior a estos filtros, se revisará el resumen ejecutivo, verificando que los estudios incluyan la categoría “adultos”. Se revisarán los aspectos metodológicos y las conclusiones. Los anteriores procedimientos permitirán determinar el número de artículos útiles para la formulación del protocolo.

Las fórmulas de búsqueda a utilizar son:

- Obesity AND weight loss AND resistance training
- Obesity AND weight loss AND core strengting
- Obesity AND core strengting AND spinal stabilization

3. Identificación de artículos primarios y secundarios que aporten componentes para la construcción del protocolo.

Es considerado para este estudio, artículo primario, aquel documento que presenta de manera directa parámetros específicos de prescripción del entrenamiento, como: volumen, intensidad, duración, frecuencia, densidad.

Artículo secundario, como aquel documento que a pesar de no ofrecer de manera directa información para la prescripción del entrenamiento, cuenta con información general para desarrollar asociaciones teóricas que refuercen o soporten la toma de decisiones.

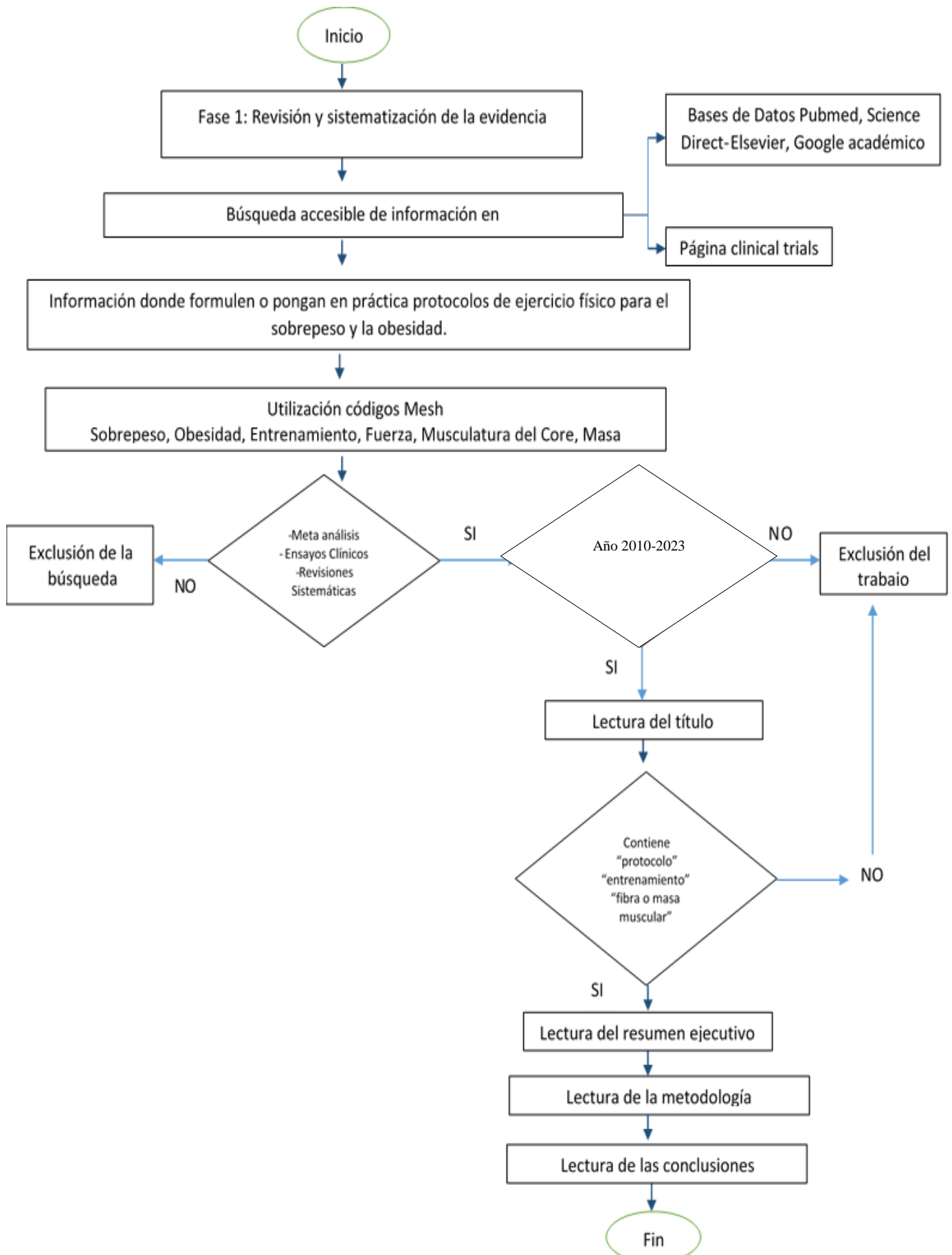


Gráfico 4. Flujograma fase 1, revisión y análisis de la información. Elaboración propia.



### **7.3 Fase II: Análisis y formulación del protocolo**

1. Tipificación de las variables del estudio; variables de validación; variables en las que se espera tener impacto, donde es importante resaltar, que no esperan abordar con el presente estudio, si no se espera desarrollar en una futura investigación.
2. Tipificación del diagnóstico de la condición de las personas con sobrepeso y obesidad.
3. Caracterización de las personas a las que aplica el protocolo, estandarizando sus diagnósticos médicos y funcionales con los que ingresarán o se excluirán del protocolo.
4. Se determinarán las banderas de alerta
5. Se estandarizará la intervención en términos de prescripción de ejercicio referente a volumen, intensidad, duración, frecuencia, junto con las modalidades de avance, ondulación de la carga, tiempos de exposición al protocolo.
6. Estimación de los resultados esperados y criterios de salida.

## 7.4 Variables del estudio

### 7.4.1 Variables para la formulación del protocolo

VARIABLES	NATURALEZA	NOMBRE	DEFINICIÓN OPERATIVA	TIPO DE VARIABLE	VALORES POSIBLES
Parámetros de prescripción	Cualitativa	<b>Intensidad del trabajo muscular</b>	Ejercicios estratificados de menor a mayor dificultad por evidencia EMG previa	Categorial	Nivel 1 Nivel2 Nivel 3 hasta Nivel 21
	Cuantitativa	<b>Intensidad global</b>	Escala de Borg modificado instrumento utilizado para identificar la percepción de esfuerzo	Ordinal	0-10 0 reposo total; 1esfuerzo muy suave;2 suave;3 esfuerzo moderado;4 un poco duro;5-6 duro; 7-8-9 muy duro;10 esfuerzo máximo
	Cuantitativa	Duración del entrenamiento	Es la extensión de tiempo de una carga	Continua	Meses y semanas.
	Cuantitativa	Duración por sesión	Es la extensión de tiempo de una carga en cada sesión	Continua	Horas y minutos.
	Cuantitativa	Frecuencia semanal	Es la repetitividad o periodicidad del estímulo durante una semana	Continua	Días
	Cualitativa	Tipo de ejercicio	Tipo de contracción : se refiere al tipo de ejecución muscular en términos de acortamiento o elongación	Categorial	Isometrica No-isometrica
	Cuantitativa	Progresión del entrenamiento	Es el proceso de aumento de la intensidad, duración, frecuencia o cantidad de una actividad o ejercicio.	Continua	Volumen: días de entrenamiento y tiempo de duración de la sesión. Intensidad global: Borg modificado, intensidad de trabajo muscular se estratifica con los niveles de dificultad

	Cualitativa	Alertas o Banderas de riesgo	Prevención para evitar sufrir consecuencias o resultados no esperados en función de variables fisiológicas como el nivel de tensión arterial y el esfuerzo percibido (Borg)	Categorial	Roja Naranja Amarilla
--	-------------	------------------------------	---	------------	-----------------------------

**Tabla 1. Variables formulación del protocolo. Elaboración propia.**

#### 7.4.2 Variables de la validación

VARIABLES	NATURALEZA	NOMBRE	DEFINICIÓN OPERATIVA	TIPO DE VARIABLE	VALORES POSIBLES
Evaluable	Cualitativa	Pares expertos	Se considera experto a la persona que ha adquirido conocimiento y habilidades a través de los años, en las áreas de actividad física, deporte, sobrepeso y obesidad, con competencias para la prescripción y planificación de la actividad física y el ejercicio, con la capacidad de comprender la fisiología de los factores de riesgo cardio-metabólico, rutas metabólicas, métodos de entrenamiento y que tenga la capacidad de ser resolutivo en el correcto manejo de cargas internas y externas, entendiendo las necesidades de los pacientes o usuarios	Ordinal	<ol style="list-style-type: none"> <li>Nutricionista, magister en actividad física para la salud.</li> <li>Licenciado en Educación física, recreación y deporte, especialista en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo, magister en ciencias y tecnologías del deporte.</li> <li>Médico fisiatra, especialista en auditoria y garantía en calidad de salud.</li> </ol>
Índice estadístico	Cuantitativa	Coefficiente Alfa de Cronbach	Índice usado para medir la confiabilidad del tipo de consistencia interna de una escala.	Nominal discreto	0.53 o menos confiabilidad nula 0.54 a 0.59 confiabilidad baja 0.60 a 0.65 confiable 0.66 a 0.71 muy confiable 0.72 a 0.99 excelente confiabilidad 1 confiabilidad perfecta

**Tabla 2. Variables de validación. Elaboración propia.**

### 7.4.3 Variables de resultado relacionadas con la obesidad sobre las cuales se espera tener impacto.

VARIABLES	NATURALEZA	OPERACIÓN	DEFINICIÓN	NIVEL DE MEDICIÓN	VALOR
Relacionadas con la obesidad	Cuantitativa	IMC	Es la relación entre el peso y la altura, utilizada para clasificar la masa corporal.	Nominal continuo	Normopeso entre 18.5 y 24.9 Sobrepeso el IMC entre 25 y 29.9 Obesidad se establece con IMC > 30
Nivel de actividad física y de fitness	Cuantitativa	Índice Cintura Cadera	Es el valor que se obtiene al dividir el perímetro de la cintura con el perímetro de cadera, clasifica el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.	Nominal continuo	Mujeres: Bajo: Menor de 0.80 Moderado: 0.81 a 0.85 Alto: Superior a 0.86 m Hombres: Bajo: inferior 0,95 Moderado: 0,96 a 1 Alto: Superior a 1
	Cuantitativa	IPAQ	Instrumento para evaluar el nivel de actividad física de adultos entre 18 y 69 años de edad.	Nominal continuo	Bajo: Menos de 2 días de actividad física en la semana Moderado: 3-5 días con actividad física Alto: 5-7 días de la semana realiza actividad física
	Cuantitativa	Dinamometría MMSS	Parámetro que mide la fuerza muscular estática máxima.	Nominal continuo	Hombres 10 a 19 bueno 32.61-43.65 20 a 29 bueno 40.21-45.85 30 a 39 bueno 39.21 a 48.70 40 a 49 bueno 39.01-46.30 50 a 59 bueno 33.61-37.05 60 a 69 bueno 30.11-38.50 Mujeres 10 a 19 bueno 22.31-28.35 20 a 29 bueno 28.46-31.70 30 a 39 bueno 23.46 a 27.40

**Tabla 3. Variables esperadas de impacto. Elaboración propia.**

### 7.5 Fase III: Validación de contenido del protocolo formulado

1. Se seleccionará un grupo de tres expertos, con formación en las áreas de fisiología del ejercicio, actividad física, endocrinología, fisioterapia y nutrición. Pudiendo ser:
  - Preparador físico
  - Entrenador deportivo
  - Fisioterapeuta
  - Nutricionista
  - Endocrinólogo
  - Medico fisiatra

Es importante precisar que para esta investigación se considera experto a la persona que:

- **Nivel de formación:** Cuenta con título universitario de Magister o Doctorado.
  - **Años de experiencia:** Tiene tres años mínimo de experiencia profesional en las áreas mencionadas anteriormente, desde el momento de grado de su maestría o doctorado.
  - **Experiencia en investigación:** Tiene como mínimo dos publicaciones investigativas.
7. Se realizará una carta de invitación en la cual se convocará a participar, especificando el objetivo del trabajo y el papel de calificar con una matriz, bajo su conocimiento y experiencia, si los criterios técnicos del programa, cuentan con la evidencia suficiente y son correctamente aplicados en el protocolo de control del sobrepeso y la obesidad.
  8. De los expertos seleccionados se hará envío de la carta de invitación para participar en el estudio, donde se establece su rol en la investigación y la forma de calificar los diferentes ítems, así mismo se hará envío del consentimiento informado para expresar su voluntad de participación. (anexo 2 y 3)
  9. Firma del consentimiento informado por parte de los expertos para su participación.
  10. Envío del documento y matriz para la calificación del nivel de cumplimiento de cada uno de los ítems, los cuales son:

- A. Revisión y análisis de la evidencia.
- B. Formulación del protocolo (diagnóstico que aplican, edades, parámetros de prescripción del ejercicio, escogencia de los ejercicios).
- C. Claridad, diseño del protocolo formulado.

Para esto, los expertos deberán asignar un porcentaje a cada criterio, según considere. Los porcentajes irán desde 0% NO CUMPLE, hasta 100% CUMPLE EN SU TOTALIDAD.

A continuación, se anexa el formato a utilizar por los pares expertos:

MATRIZ DE CALIFICACIÓN PAR EVALUADOR														
FASE	SUB FASE	Valoración del par evaluador (0 %= No cumple -100%= Cumple en su totalidad)												Observación
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA	¿Considera que la implementación de códigos Mesh o palabras claves fue correcta?													
	¿ Ofrece la revisión de la información aportes suficientes para la construcción del protocolo?													
	¿ La información recolectada cumple con criterios de buen nivel de evidencia?													
FORMULACIÓN DEL PROTOCOLO	¿La escogencia de la edad de los participantes cuenta con criterios suficientes para su inclusión?													
	¿Se identifican los diagnósticos adyacentes a los procesos de sobrepeso y obesidad?													
	¿La inclusión y exclusión de las personas para el protocolo cuenta con su debida caracterización por patologías y se argumenta desde la evidencia cada una de las decisiones?													
	Las banderas de alerta se encuentran estratificadas y son acordes con el nivel del riesgo?													
	¿Los parametros de prescripción del ejercicio fisico, corresponden desde la teoria con los objetivos del control del sobrepeso y la obesidad para personas entre los 18 y 59 años de edad?													
	¿El tiempo total de proyección del protocolo es el adecuado?													
	¿La frecuencia de entrenamiento en termino de días es el adecuado?													
	¿El tiempo de duración de la sesión de entrenamiento es e adecuado?													
	¿El volumen de ejercicio cuenta con las caarcterísticas de variabilidad y prograsión de la carga?													
	¿La intensidad de ejercicio fisico desde el inicio hasta el final del protocolo va en relación a los principios de entrenamiento y es acorde a los objetivos a cumplir?													
	¿Las densidades van acorde a los tiempos de inicio del protocolo de acuerdo a la adaptación del paciente, cuenta con criterios de seguridad y permite asi mismo el adecuado estrés metabolico sobre el cuerpo del paciente?													
	¿ Los criterios de monitoreo del entrenamiento permiten realmente hacer un seguimiento al paciente?													
	¿Se contempla dentro del protocolo los principios de adaptación a la carga, variabilidad, y progresión, dando paso al proceso de supercompensación?													
	¿Los resultados esperados por parte de los investigadores son coherentes y se soportan desde la evidencia?													
	¿Se contempla en el documento los criterios de salida del paciente?													
	¿El protocolo formulado cuenta con criterios suficientes para conseguir la validez de contenido?													
	¿Considera que existe relación y coherencia entre todos los elementos que se presentan en el protocolo?													
	¿El protocolo formulado cuenta con la suficiente claridad para ser entendido por profesionales y pacientes?													

**Tabla 4. Matriz de calificación par evaluador. Elaboración propia.**

11. Retorno por parte de los expertos con sus comentarios, sugerencias y sus calificaciones iniciales.
12. Si se encuentra un nivel de concordancia del 60% entre los pares expertos desde el primer envío del documento, se considerará validado el protocolo formulado. Sin embargo, si se presentan comentarios o sugerencias, serán discutidos por el grupo de trabajo para realizar los ajustes.
13. Realización de los ajustes dados por los expertos.
14. Envío del documento a los expertos con los ajustes realizados.
15. Una vez que se obtienen los resultados de los expertos se procede al análisis de los datos. Para lograr esta consistencia de validación se plantea utilizar el coeficiente del alpha de Cronbach, teniendo como estándar alcanzar el 0,60- 0,70 para considerar que el instrumento formulado consiguió la validación.

A continuación, se presenta la siguiente ilustración, de las fases anteriormente mencionadas.



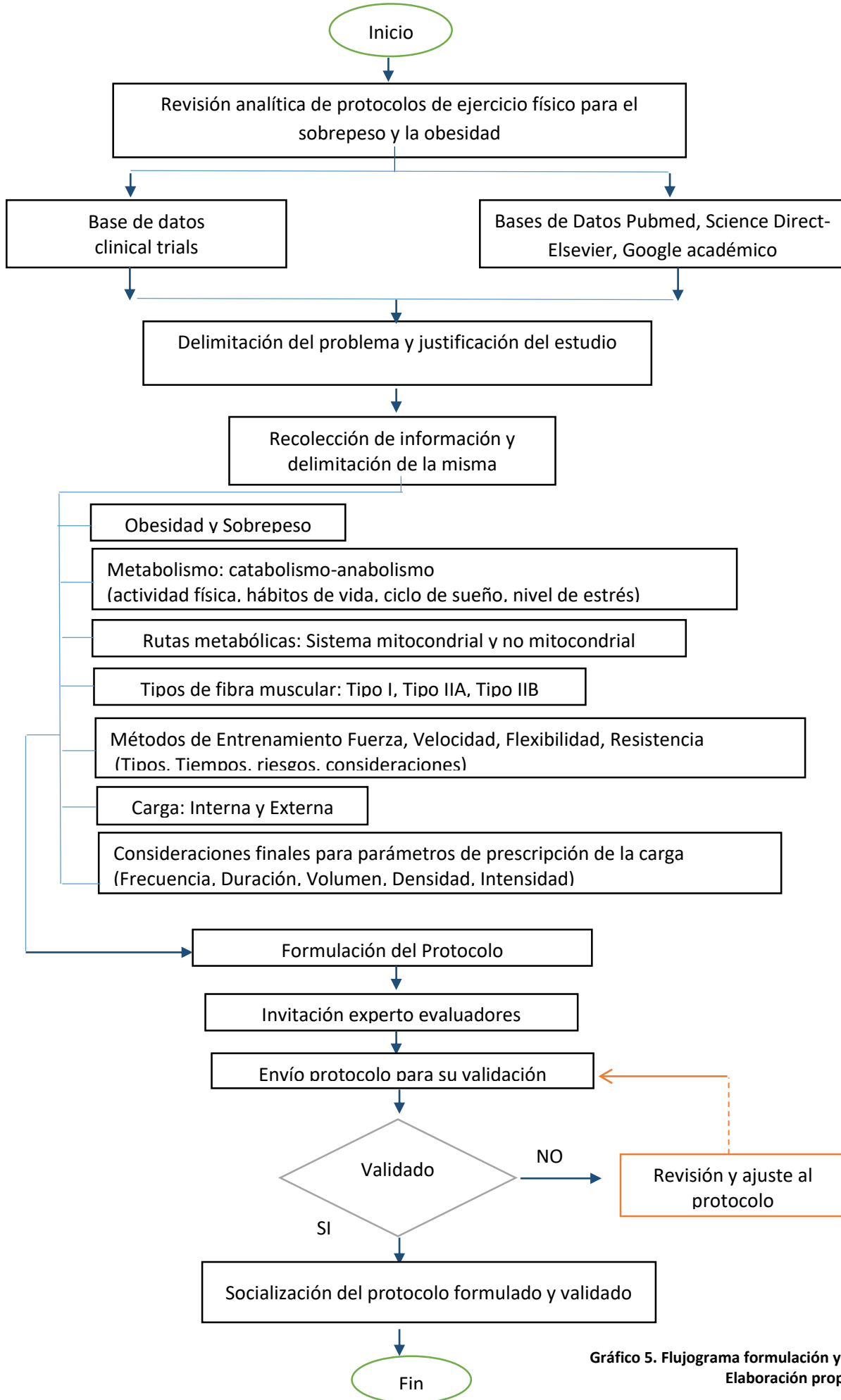


Gráfico 5. Flujograma formulación y validación protocolo. Elaboración propia

## **7.6 Consideraciones éticas**

De acuerdo con los principios establecidos en la resolución 008430 de octubre de 1993 que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, esta investigación se considera como una investigación sin riesgo contemplando que “Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención. En concordancia con lo expuesto, se tuvieron presentes los lineamientos de las Buenas prácticas clínicas consignadas en la Resolución No. 2378 de 2008. Es importante finalizar dando a conocer que la presente investigación no cuenta con conflicto de interés, ni dilemas éticos a la hora de presentar las propuestas de trabajo.

## **7.7 Consentimiento Informado para experto evaluador**

Se tiene previsto la invitación de expertos evaluadores para cumplir con la validación de contenido del protocolo formulado, para garantizar su libre decisión de participar en el presente estudio y siempre velar por su seguridad, se pedirá la firma de un consentimiento informado, el cual se encuentra en los anexos, desarrollado conforme a los lineamientos de las buenas prácticas clínicas consignadas en la Resolución N°2378 de 2008.

Se encuentra formato de consentimiento informado para el par evaluador en anexo número 3.

## 8. Resultados y Análisis de los resultados

Los resultados se presentan conforme a la formulación de los objetivos y la metodología establecida por fases, las cuales son:

1. Revisión y sistematización de evidencia
2. Formulación del protocolo
3. Validación del contenido del protocolo

En concordancia a lo expresado anteriormente se encuentra:

### 8.1 Revisión y sistematización de la evidencia

A partir del siguiente flujograma, se describe como fue el proceso de revisión y selección de la evidencia.

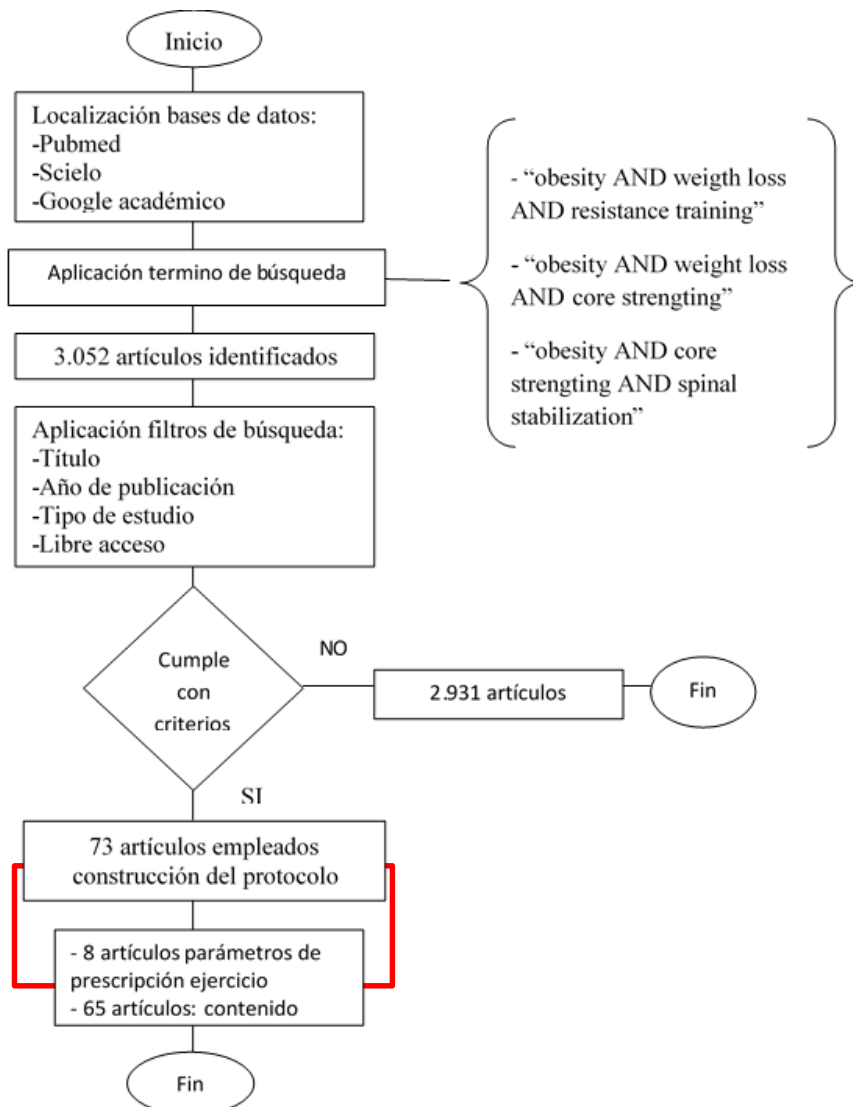


Gráfico 6. Flujograma revisión y sistematización de la evidencia Elaboración propia.

Como se aprecia en el gráfico 3 flujograma de revisión y sistematización de la evidencia, de acuerdo a la estrategia de búsqueda se identificaron 8 artículos primarios ,que como se habló en los aspectos metodológicos ,son considerados los que aportan de manera directa, parámetros directos de prescripción de ejercicio físico, por otro lado se identificaron 65 artículos secundarios que de manera general contribuyen de igual manera a la construcción del protocolo. A continuación, se socializa la bibliometría desarrollada en relación a los 8 artículos que aportaron directamente los parámetros para la prescripción del ejercicio. Es importante precisar que para su construcción se toman los lineamientos dados por la escala ACP y SIGN.

SUSTENTO BIBLIOGRÁFICO CONSTRUCCIÓN PROTOCOLO							
ARTÍCULO	NIVEL DE EVIDENCIA	APORTES	Volúmen	Densidad	Intensidad	Frecuencia	Duración
Resistance training leads to large improvements in strength and moderate improvements in physical function in adults who are overweight or obese: a systematic review	C	Entrenamiento de fuerza resistencia de manera combinada reducen el peso corporal(expresado en porcentaje de grasa) con incremento en la sensibilidad a la insulina.	8 a 12 repeticiones × 4 series	-	-	3 veces por semanas	10 semanas de entrenamiento
High intensity training in obesity: a Meta-analysis	A	El entrenamiento de ejercicios centrales,proporcionó mejoras significativas en la capacidad funcional, el estado fisico, la actividad fisica, la fatiga	8 a 10 repeticiones × 3 a 4 series	-	moderado a intenso	3 veces por semanas	12 semanas de entrenamiento Carga = 75 a 80% 1RM
Leigh A Madden , Rebecca V Vinco	B	El entrenamiento de resistencia conduce a grandes mejoras en la fuerza y mejoras moderadas en la función física en adultos con sobrepeso u obesos	8 a 12 repeticiones × 3 series	=	moderado	3 veces por semanas	12 semanas de entrenamiento
Effect of resistance training frequency on gains in muscular strength: a systematic review and meta-analysis	A	Los hallazgos demostraron que el entrenamiento con ejercicios aeróbicos moderados mitigó la resistencia a la insulina inducida por la obesidad al mejorar la función mitocondrial y revirtió el daño estructural mitocondrial inducido por la obesidad al mejorar la dinámica mitocondrial y la mitofagia.	18 a 22 repeticiones × 3 a 4 serie Carga = 20RM	=	vigoroso	3 veces por semanas	12 semanas
Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults	C	IMC con sobrepeso influye en la alineación de la postura del pie y la estabilidad corporal. En consecuencia, se debe considerar el IMC durante el tratamiento de rehabilitación de las lesiones de las extremidades inferiores y el equilibrio corporal.	8 a 12 repeticiones × 3 series Carga = 60% 1RM	-	14-17 Borg	3 veces por semanas	12 semanas

The effect of weekly set volume on strength gain: a meta-analysis	A	Recomendaciones sobre el número adecuado de sesiones semanales series por ejercicio de resistencia requeridas para obtener el deseado las ganancias de fuerza son un tema que divide a los investigadores, los médicos y entrenadores físicos.	El 80% de 1RM con una frecuencia de entrenamiento de 2 días semana y cuatro series por grupo muscular provocan ganancias superiores en fuerza.  En poblaciones no entrenadas, recomendaron la carga en 60% de 1RM durante 3 días semana y empleando cuatro series por ejercicio.	-	Moderado	2-3 veces por semana	16 semanas
Efficacy of core exercises in patients with osteoarthritis of the knee: A randomized controlled clinical trial	A	La combinación de ejercicios de activación de los músculos centrales y el tratamiento convencional fue más eficaz en la reducción del dolor a corto plazo en pacientes con artrosis de rodilla.	15 repeticiones × 3 a 4 series	-	6-7 Borg	3 veces por semana	12 semanas
Randomized controlled trial to evaluate the effects of combined progressive exercise on metabolic syndrome in breast cancer survivors: rationale, design, and methods	A	Recomendaciones para reducir el síndrome metabólico, prevenir enfermedades cardiovasculares y diabetes, desde el reconocimiento de los efectos relacionados con el metabolismo desde el ejercicio aeróbico y de resistencia combinado .	3 series de 10 repeticiones 65-80% FC máximo	45 segundos de descanso entre series	6-7 Borg	3 veces por semana	16 semanas

**Tabla 5. Fuente bibliográfica parámetros prescripción de ejercicio físico. Elaboración propia.**

## **8.2 Formulación del protocolo**

En la formulación del protocolo, se realiza la caracterización de los diagnósticos, condiciones médicas, funcionales, criterios de inclusión y exclusión de usuarios del mismo. Se estandariza igualmente la prescripción del ejercicio físico en referente al volumen, intensidad, duración, frecuencia, tipo de ejercicio y se establecen banderas de alerta. (65)(67).

### **8.2.1 Sistema de banderas**

El sistema de banderas identifica, proporciona, detecta dentro de la multidimensional de variables que pueden influir en el comportamiento humano, una predicción de comportamiento para la toma de decisiones o, la derivación de un resultado. (65) (67), este sistema, contempla categorías para el razonamiento clínico, hipótesis o plan de intervención.

Dentro de estas categorías, se pueden encontrar: banderas rojas (relacionadas con factores clínicos), banderas rosadas (variables que potencian un tratamiento), banderas naranjas (aspectos psicosociales), banderas amarillas (juicios, creencias, valoraciones) entre otras. (65)

En este trabajo investigativo se adoptan las banderas rojas, amarillas y naranjas, al ser consideradas las principales categorías de medición y delimitación del riesgo en un ambiente clínico. Se formulan con base a estudios descriptivos, referentes en el área de entrenamiento deportivo como lo es Louis Gifford, Helene Polajko, Jhoanne Elphinston, , a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y el Colegio Americano de Medicina del Deporte(ACSM) ,al momento de desarrollar un programa de entrenamiento muscular, donde manifiestan las posibles respuestas que puede cursar el paciente con sobrepeso y obesidad. (65) (67)

A continuación, se describen los principales aspectos a considerar:

<b>BANDERAS DE ALERTA</b>	
<b>ROJA</b> (Signos y síntomas relacionados con detección de patologías subyacentes graves)	<p>Detenga el desarrollo de este protocolo si presenta:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dificultad marcada para respirar (su boca y dedos de las manos se ponen moradas, siente hormigueo)</li> <li>2. Dolor en mandíbula, dolor punzante en espalda que se irradia a los brazos.</li> <li>3. Visión borrosa, náuseas, vértigo o mareo, se acompaña de palpitaciones.</li> <li>4. Dolor muscular o articular intenso.</li> <li>5. Debilidad muscular que le impide levantar los brazos, dificultad para hablar, presenta asimetría facial.</li> </ol>
<b>NARANJA</b> (Aspectos psicosociales)	<p>Puede suspender la sesión o el desarrollo completo del protocolo de entrenamiento si presenta:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ansiedad</li> <li>2. Depresión</li> <li>3. Sensación de inutilidad</li> <li>4. Miedo a lesionarse</li> <li>5. Estrés o irritabilidad</li> </ol>
<b>AMARILLA</b> (Creencias, valoraciones y juicios)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Es importante que el profesional entienda que "cada uno tenemos un cuerpo diferente. Cada uno tenemos un código neurológico en base a cómo hemos ido aprendiendo a lo largo de nuestra vida. Así que las soluciones para tu cuerpo y para tu código neurológico son únicas para ti" (Helene Polatajko).</li> <li>2. Cada profesional debe tener su criterio y experiencia propia usando la información que se expresa en este documento con responsabilidad, seguridad y profesionalidad. Por requerimientos legales expresamos que los autores, no se hacen responsables de posibles lesiones o daños que los lectores puedan generar en sus pacientes.</li> <li>3. Debe implementar este protocolo de manera consecutiva, ejecutando las sesiones en los tiempos dados, ya sea en duración por sesión y por día de entrenamiento. De no poder desarrollar el protocolo de tal manera, no dar continuidad al mismo.</li> </ol>

**Tabla 6. Banderas de alerta. Elaboración propia.**



### 8.2.2 Delimitación poblacional del protocolo

A continuación, se identifican las principales complicaciones y enfermedades relacionadas con el sobrepeso y la obesidad, dadas en diferentes sistemas, de los más comúnmente mencionados están, el metabólico, cardiovascular, psicológico y osteomuscular. Complicaciones o enfermedades identificadas en estudios realizados (57)(59)(63) En su estudio de morbilidad y mortalidad asociadas a la obesidad.

<b>Tipificación patologías- complicaciones derivadas del Sobrepeso u Obesidad</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Complicaciones</b>	<b>Enfermedades</b>
<b>Metabólicas</b>	Litiasis renal	Diabetes tipo II
	Colelitiasis	Síndrome metabólico
	Esteatosis hepática	Síndrome de ovario poliquístico
<b>Cardiovascular</b>	Dislipidemia	Hipertensión arterial
	Hipertrofia ventricular izquierda	Miocardiopatías
	Disfunción diastólica	Enfermedad coronaria
	Dilatación auricular izquierda	
	Disfunción sistólica	
	Fibrilación auricular	
<b>Psicológico</b>	Estrés físico	Apnea del sueño
	Depresión	
	Ansiedad	
	Alteración conciencia corporal	
	Baja autoestima	
<b>Osteomuscular</b>	Lumbalgia	Artrosis
	Radiculopatía	Espondilólisis
		Osteoartritis
		Espondilolistesis

**Tabla 7. Tipificación complicaciones y enfermedades derivadas del sobrepeso y la obesidad. Elaboración propia.**

Es importante resaltar el papel que tiene el ejercicio físico al proporcionar un estímulo que promueve adaptaciones muy específicas y variadas de acuerdo con el tipo, intensidad y duración del ejercicio, realizado en forma de dosis respuesta. Por ello, es considerada, junto a la dieta, estresante por estimular metabólica y mecánicamente diversos sistemas corporales en diversos grados, promoviendo adaptaciones morfológicas y bioquímicas variadas.(63) En este contexto, el estrés de la actividad y el ejercicio físico puede producir una respuesta positiva general, reflejada en un incremento del

rendimiento físico o una reducción de factores de riesgo cardiometabólicos, como lo es el sobrepeso y la obesidad, control de una enfermedad como lo puede ser la hipertensión, la diabetes, o enfermedades derivadas por aumento de cargas como pueden ser las que hacen parte del sistema osteomuscular o por la liberación de neurotransmisores que modulan o mejoran procesos de atención, de percepción, estados comportamentales por la emoción o el estímulo a órganos endocrinos encargados de la síntesis de hormonas.(37)(56)

### **8.2.3 Exclusión de participantes del protocolo**

Así mismo, de las complicaciones o enfermedades anteriormente ilustradas en la gráfica, se determina exclusión para el protocolo, las personas que presenten: obesidad tipo III o IV, hipertrofia ventricular izquierda, disfunción diastólica, dilatación auricular izquierda, disfunción sistólica fibrilación auricular, enfermedad coronaria o cualquier tipo de miocardiopatías, dado que toda sesión individual aguda incrementa el riesgo tanto de eventos cardíacos adversos no fatales como la muerte cardíaca súbita. Esta es la llamada “paradoja del riesgo del ejercicio”; las reducciones a largo plazo del riesgo obtenidas a través de la actividad física están ligadas a incrementos agudos y transitorios del riesgo. Factores de riesgo que contribuyen al riesgo cardiovascular como aumento de la actividad protrombótica y factores inflamatorios, desequilibrio electrolítico principalmente del sodio y del potasio, aumento de las catecolaminas, aumento de la actividad simpática y menor estimulación vagal, aumento de la frecuencia cardíaca, aumento de la tensión arterial sistólica, lo cual deriva en mayor irritabilidad miocárdica.

Una vez se detiene la actividad se puede producir disminución del retorno venoso, se produce una disminución del gasto cardíaco lo cual lleva a una disminución de la tensión arterial, lo cual podría considerarse en personas aparentemente sanas un excelente beneficio de la práctica deportiva, pero en pacientes con algún tipo de miocardiopatías puede derivar en menor perfusión miocárdica y al tener asociados posibles problemas en la fracción de eyección del ventrículo izquierdo(FEVI), alteración en la velocidad de conducción eléctrica para la despolarización y repolarización de sus aurículas o ventrículos, dispone un alto riesgo para la aparición de un evento adverso ya descrito anteriormente en la paradoja del ejercicio físico.(14)(28)(56)De aquí nace la exclusión para estos pacientes, ya que es necesario la prescripción y planificación de forma más detallada y específica, y así mismo mencionar el aumento de pruebas y exámenes para mejor caracterización del paciente para su identificación en necesidades, capacidades, objetivos y pronósticos.(49)(56)

## **8.2.4 Criterios empleados en la planificación y la prescripción de la carga de entrenamiento.**

### **8.2.4.1 Dosificación de la intensidad en términos de demanda muscular por niveles**

Como se enuncio en la sección de metodología (subsección 7.4), la variable fundamental de dosificación consistió en la Intensidad del trabajo muscular. Se describe a continuación los 21 niveles de progresión con su activación EMG de acuerdo con la literatura recuperada: seguir enlace disponible para la visualización de cada uno de los ejercicios mencionados.

<https://n9.cl/listadeejercicios>

Las demás variables de prescripción incluyeron:

Intensidad global

Duración del entrenamiento

Duración por sesión

Frecuencia semanal

Tipo de entrenamiento

Tipo de ejercicio

Progresión del entrenamiento

Todas estas variables (ya definidas en la subsección 7.4) se detallan a continuación en la estructura del programa.

### **8.2.4.2 Estructura general del programa de entrenamiento y ondulación de la carga**

Se ha diseñado un documento tipo Excel altamente detallado del protocolo formulado, para acceder a él, copie y pegue el siguiente link en su navegador de preferencia.

<https://n9.cl/protocoloexcel>

Encontrará una única pestaña considerada como: el formato de planificación y prescripción del protocolo; de acuerdo a esta pestaña, el primer espacio que encontrará aquí, será una breve descripción de la intención del protocolo, de manera siguiente encontrará el sistema de banderas de alerta postulado, una correlación entre tipo de ejercicio, porcentaje de activación muscular por electromiografía de superficie junto con una correlación numérica del ejercicio, para optimizar la manera de presentación del ejercicio, en cada sesión de entrenamiento; se visualiza en esta pestaña la descripción del tiempo total del entrenamiento por macrociclos, mesociclos y microciclos, derivando en un proceso visual de ondulación de la carga de entrenamiento para el periodo total. Finalmente se presenta para las 18 semanas de entrenamiento, las sesiones de entrenamiento que componen cada semana, identificando los ejercicios a emplear, el volumen, frecuencia, intensidad, duración y densidad.

Adicionalmente se creó una guía visual del documento tipo Excel para facilitar la interacción del mismo

Remítase al documento adjunto.

<https://n9.cl/protocolovisual>

De acuerdo al sustento bibliográfico utilizado, se identificó una concordancia entre los artículos, en la duración de los protocolos para el control del sobrepeso y la obesidad, desde la actividad física, entre 12 y 16 semanas, con frecuencias de entrenamiento de 3 días por semana (28) (35) (70) (71) sin embargo, algunas actualizaciones (72)(73)afirman que se requiere de un tiempo mayor estimado entre 18 y 24 semanas, para que con el desarrollo de este tipo de musculatura del core, se genere el suficiente estrés metabólico para identificar variables en los parámetros de la composición corporal.

El estrés metabólico (39) (41), y para fines de este trabajo, es concebido como cualquier parámetro que provoque un aumento por encima de la tasa metabólica basal y que provoque un factor estimulante para generar una adaptación. (46)

Esta investigación, desde su propuesta de generar un tipo de entrenamiento de bajo impacto articular, decide establecer un ponderado de 18 semanas de entrenamiento, justificado en las gráficas A, B, C y D que mostrarán aspectos fisiológicos que sustentan el tiempo en mención.

(Dada la magnitud del esquema de prescripción y planificación del entrenamiento formulado, se encuentra adjunto un archivo tipo Excel, para conocimiento detallado de cada variable de prescripción

de las sesiones a desarrollar, dentro del programa de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core para el control del sobrepeso y la obesidad).

El entrenamiento formulado consta de, un periodo total de 18 semanas equivalentes a 4 meses y medio, para desarrollarse tres veces a la semana, con intervalos de descanso entre días, se realizó el trabajo enfatizando en la musculatura del Core, con la aplicación de ejercicios avalados y aplicados en diferentes estudios, por medio de la electromiografía de superficie (18) (56).

Se identifican tres periodos específicos de entrenamiento, el primero denominado **adaptación muscular**, con un tiempo de duración de cuatro semanas; El segundo periodo, de **fuerza resistencia**, desarrollado de la semana 5 a la semana 12; Para finalizar con el periodo **funcional**, en las semanas 13 a la 18.

Cada uno de los periodos anteriormente mencionados, contiene parámetros diferenciales y no repetitivos en términos del microciclo y este a su vez del volumen, intensidad, duración y densidad (anexo 6), observados en las gráficas A, B, C y D.

(A: acumulación, C: carga, R: recuperación, I: impacto).

En el primer periodo se identifican microciclos de A-A-C-R; En el segundo periodo C-C-I-A, C-I-I-R; y, por último, el tercer periodo de A-C-I-A, I-C.

De acuerdo con las gráficas, se identifican intensidades variantes cuyo propósito se reconoce en términos del cumplimiento de los mesociclos

#### **8.2.4.3 Mesociclo adaptación muscular**

Para este primer mesociclo, se identifican intensidades tipo meseta, con lo cual se identifican periodos de baja intensidad (gráfica A), bajo volumen (gráfica C) alta duración y densidad (gráfica B), con el objetivo de estimular factores de crecimiento celular como, IL8, LIF y F6F21, consideradas las anteriores como hormonas/citoquinas antioxidantes producidas por el mismo músculo, que se encuentra en proceso de entrenamiento, cuyas características, parten de los estímulos anteriormente mencionados, (69) (70) y que son susceptibles a cambios en relación a la dosis y respuesta.

De acuerdo a las características que contienen los pacientes a trabajar, al presentar múltiples comorbilidades, el colegio americano del deporte manifiesta dentro de sus criterios de alerta, iniciar con

periodos donde la carga no fluctuó de forma abrupta, que los periodos de recuperación sean altos (gráfico D) con el fin de disminuir la respuesta aguda ante el ejercicio físico. (53) .

#### **8.2.4.4 Mesociclo fuerza resistencia**

Para el segundo periodo, se observan cambios significativos para la prescripción de la carga de entrenamiento, identificados en cambios asimétricos entre semanas, en duración, , volumen, densidad e intensidad , de acuerdo a diversos autores, (19)(47)(65) se requiere aumentar las intensidades de moderadas a vigorosas tal como se observa en la gráfica A ,por medio del aumento de las repeticiones (gráfica C) y la disminución de los tiempos de carga y descarga (gráfica D), para estimular respuestas en la cascada de mecanotransducción, para que los músculos que han encontrado periodos de adaptación muscular, lleguen a una especificidad como el desarrollo de fuerza resistencia, estimulando factores de crecimiento mediante la producción de hormonas de crecimiento, ciclo oxigenasa 1 3 y 6 precursoras del colágeno para el aumento del número de mitocondrias por unidad de área, los estímulos anteriormente mencionados se rigen bajo el principio de supercompensación. (13)(18)(28)(54)

Existen puntos claves transversales a la duración, intensidad y el volumen, la semana 11, 15 y 17 (gráfica A, B, C y D) donde se espera que se den, los principales cambios en términos de la respuesta de algunas hormonas como la adrenalina, leptina, las mioquinas como la interleucina 6 y la 15, cuyos comportamientos se han estimado en los tiempos en mención. (36) La producción de las mismas está relacionada con factores de crecimiento muscular y disminución en la resistencia del organismo hacia los ciclos de apetito saciedad y finalmente mostrando su papel en el aumento en la oxidación de las grasas (aumento de la lipólisis) (11) (24) (70)

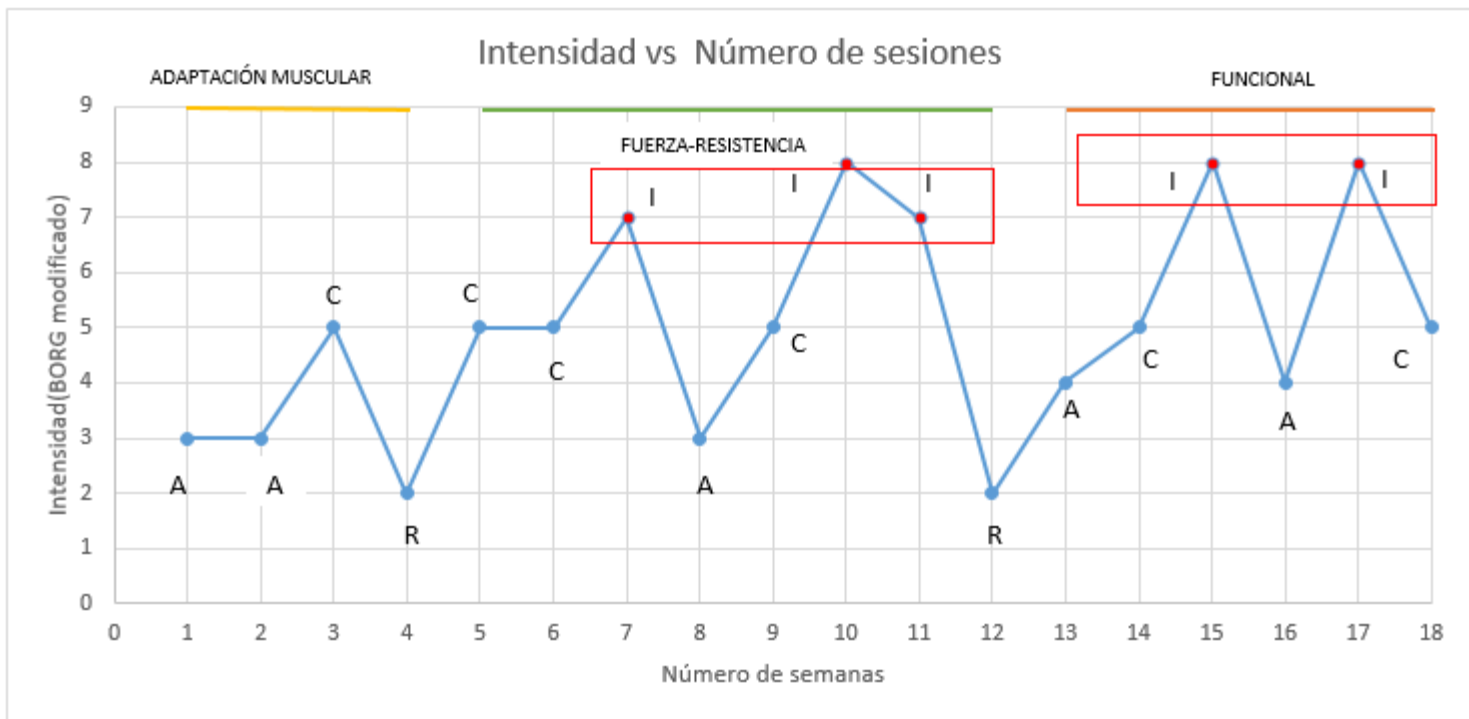
#### **8.2.4.5 Mesociclo funcional**

El periodo número 3 encontramos ya curvas más homogéneas en intensidad y duración (gráficas A, C), con periodos baja densidad (gráfica D), con el fin de preservar la señalización de células satélite, cuyo papel principal radica en brindar crecimiento y reparación de todo el músculo esquelético, mediante la activación, proliferación y diferenciación en la miofibrilla existente, de tal manera se mantiene la ventana de estrés suficiente para conservar respuestas adaptativas conseguidas en los anteriores ciclos. (45)(56)

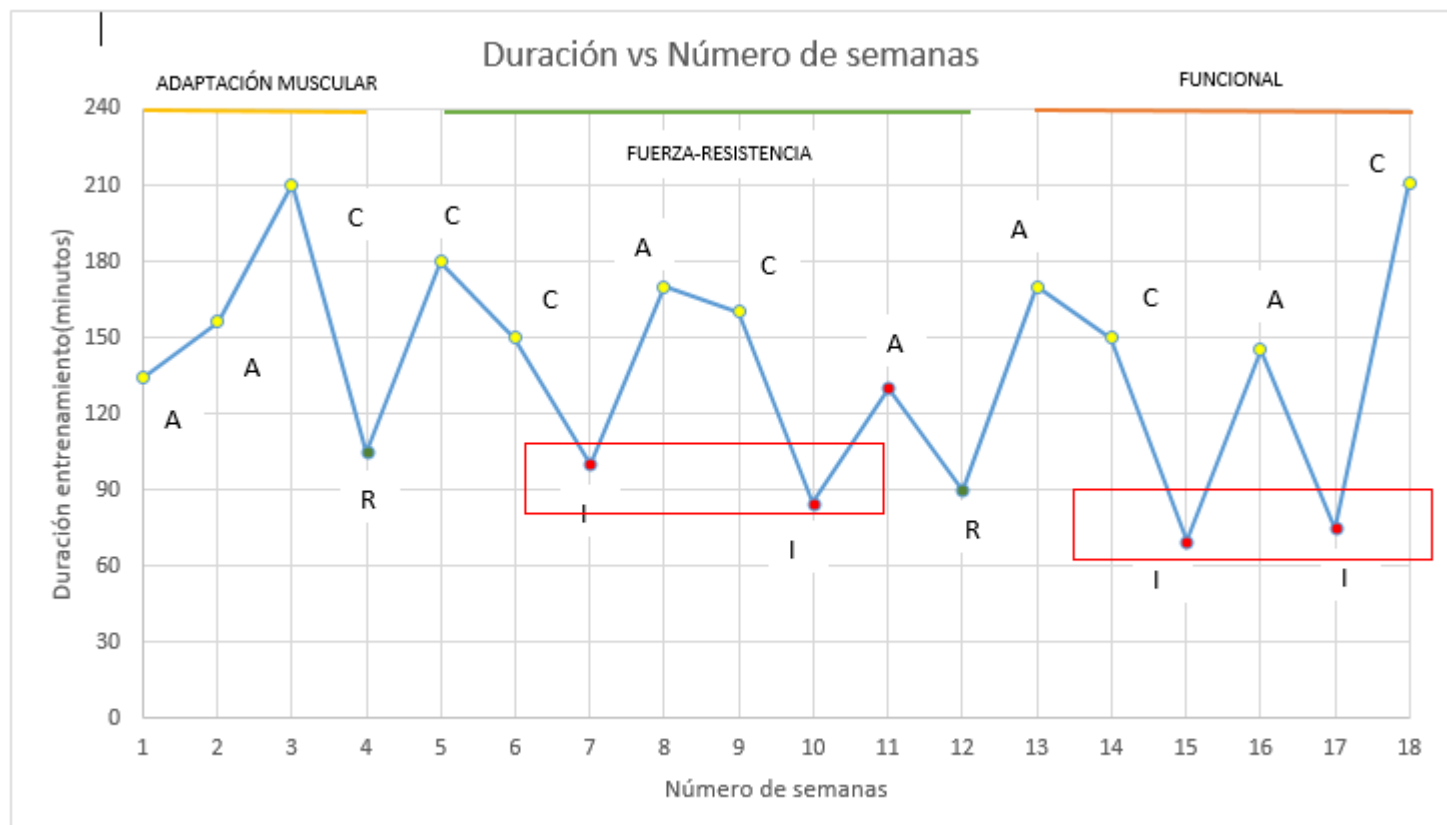
Por lo mencionado anteriormente, podemos encontrar una relación plausible para el control del sobrepeso y la obesidad, con el desarrollo del protocolo en mención, encontrando desde el punto de vista teórico , un aumento de la señalización de crecimiento muscular, posiblemente expresado en aumento de masa magra(mayor oxidación), un aumento de la actividad enzimática(mayor facilidad para la descomposición de triglicéridos), aumento de la resistencia muscular ,aumento de la acción hormonal relacionadas con los ciclos apetito –saciedad(equilibrio en la balanza del consumo y gasto) , para finalmente de manera combinada, pueda todo esto ser traducido en un parámetro de control del sobrepeso y la obesidad.

#### **8.2.4.6 Síntesis de la ondulación de la carga**

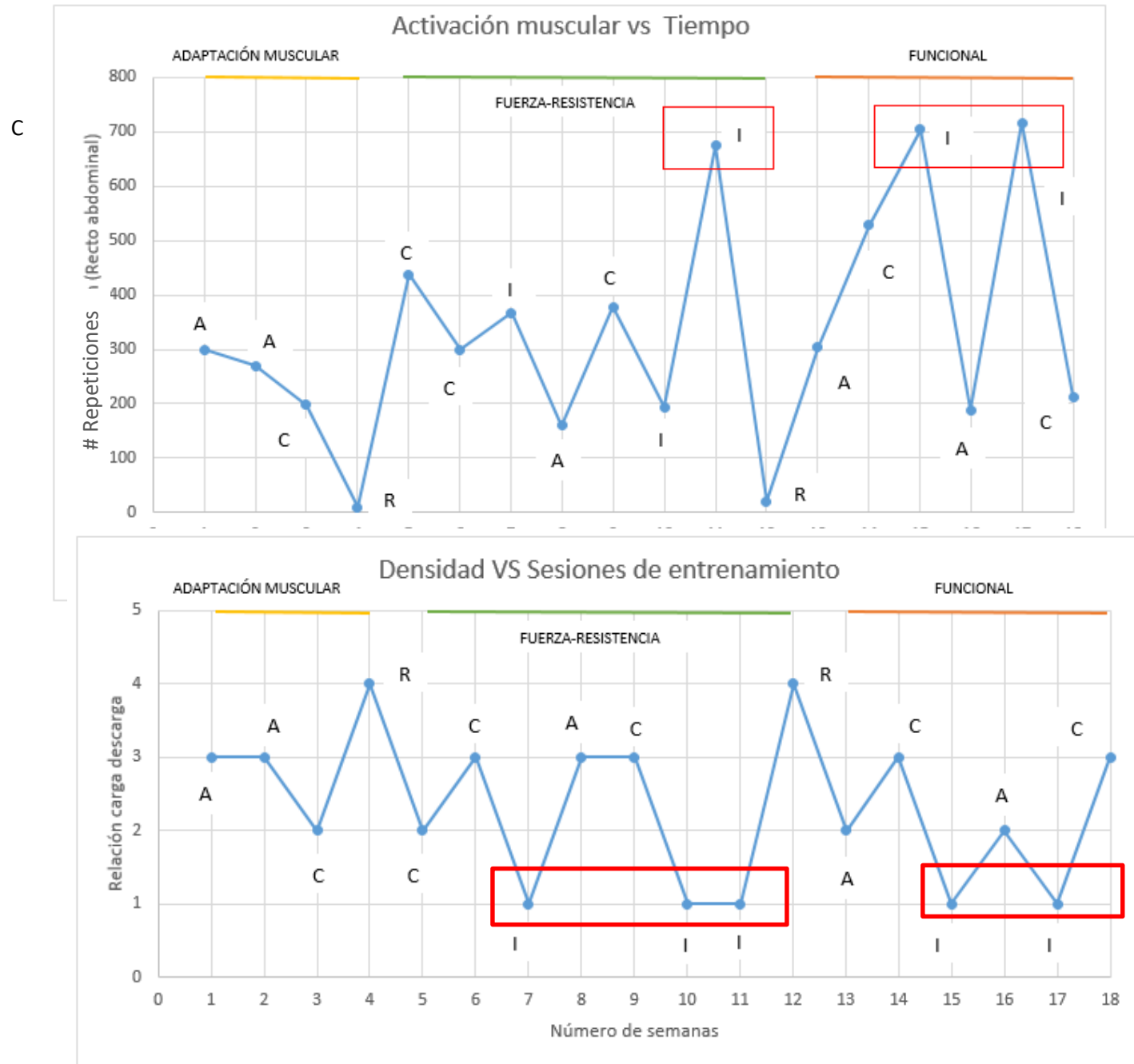
A



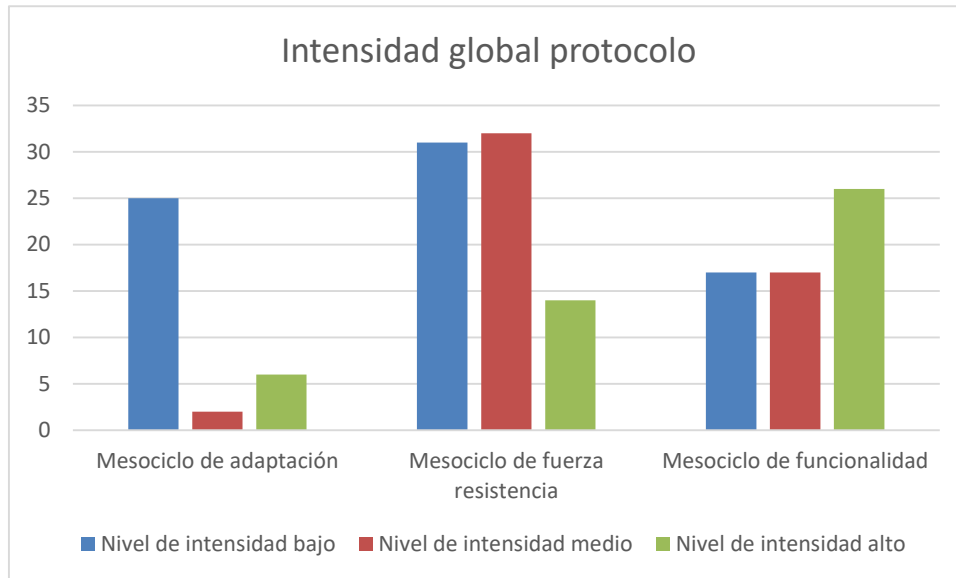
B







**Gráfico 7. Periodización del programa de entrenamiento. Elaboración propia**



**Gráfico 8. Intensidad global del protocolo. Elaboración propia**

Una vez formulado el protocolo se pasó a la fase de validación del mismo.

### 8.3 Validación del protocolo formulado

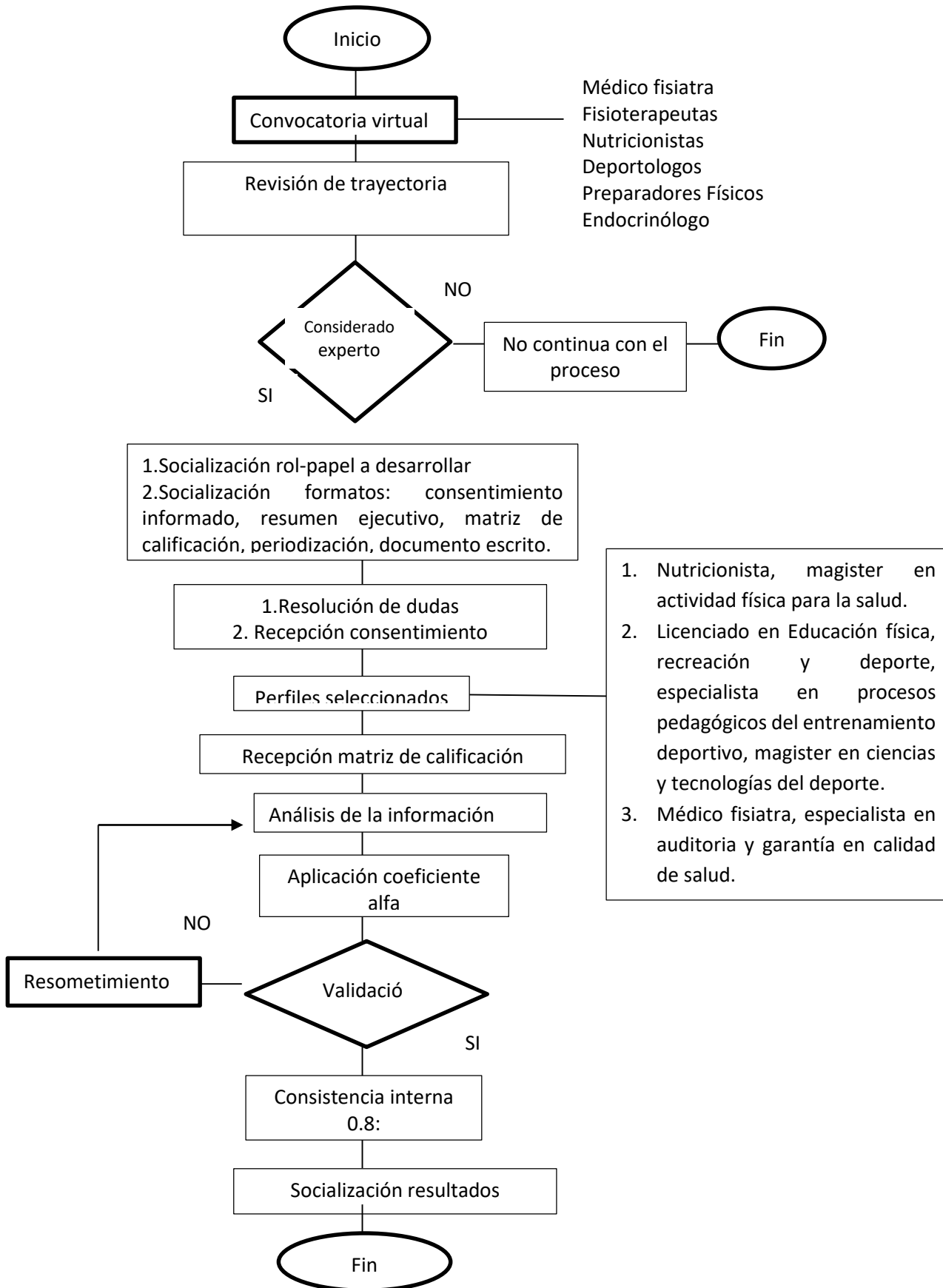


Gráfico 9. Proceso de validación. Elaboración propia.

Los perfiles seleccionados como expertos evaluadores obedecen a:

1. Nutricionista, magister en actividad física para la salud.
2. Licenciado en Educación física, recreación y deporte, especialista en procesos pedagógicos del entrenamiento deportivo, magister en ciencias y tecnologías del deporte.
3. Médico fisiatra, especialista en auditoria y garantía en calidad de salud.

En las siguientes paginas se adjunta el formato de evaluación completo y la tabla con el computo del análisis estadístico

Se identifica poca variación entre los expertos en el momento de calificar cada ítem del programa formulado (21 ítems), así mismo dentro de sus comentarios, no se identifica por parte de ellos, ajustes para realizar al protocolo, relacionado de manera estadística, con que ningún ítem de calificación estuvo en el 60% o por debajo de esta calificación estimada para requerir un ajuste en el instrumento. Por tal motivo, no fue necesario un segundo envío ni revisión del documento por parte de los expertos calificadores.



MATRIZ DE CALIFICACIÓN PAR EVALUADOR															
FASE	SUB FASE	Valoración del par evaluador (0 %= No cumple -100%= Cumple en su totalidad)											Observación		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA	¿Considera que la implementación de códigos Mesh o palabras claves fue correcta?												X		
	¿ Ofrece la revisión de la información aportes suficientes para la construcción del protocolo?												X	Se identifica metodología de filtro acorde a lo que necesita la presente investigación.	
	¿ La información recolectada cumple con criterios de buen nivel de evidencia?												X	Cuenta con buen nivel de evidencia, artículos dentro del periodo de tiempo adecuados.	
FORMULACIÓN DEL PROTOCOLO	¿La escogencia de la edad de los participantes cuenta con criterios suficientes para su inclusión?											X		Podría delimitarse un poco más, sin embargo se entiende el propósito de no segmentar con fines de mejorar el nivel de actividad física en la población sujeto de estudio.	
	¿Se identifican los diagnósticos adyacentes a los procesos de sobrepeso y obesidad?												X	Es suficientemente claro	
	¿La inclusión y exclusión de las personas para el protocolo cuenta con su debida caracterización por patologías y se argumenta desde la evidencia cada una de las decisiones?												X	Es suficientemente claro	
	Las banderas de alerta se encuentran estratificadas y son acordes con el nivel del riesgo?											X		Se aconseja nombrar que siempre debe ser autorizada por profesional o médico tratante.	
	¿Los parámetros de prescripción del ejercicio físico, corresponden desde la teoría con los objetivos del control del sobrepeso y la obesidad para personas entre los 18 y 59 años de edad?												X		
	¿El tiempo total de proyección del protocolo es el adecuado?												X		Se evidencia mayor tiempo al que habla la evidencia
	¿ La frecuencia de entrenamiento en términos de días es el adecuado?												X		Acorde con evidencia
	¿ El tiempo de duración de la sesión de entrenamiento es el adecuado?												X		
	¿ El volumen de ejercicio cuenta con las características de variabilidad y progresión de la carga?												X		Se identifica buena ondulación de la carga.
	¿La intensidad del ejercicio físico desde el inicio hasta el final del protocolo va en relación a los principios de entrenamiento y es acorde a los objetivos a cumplir?												X		Se identifican cargas progresivas a si mismo de recuperación, cumple con principios del entrenamiento.
	¿ Las densidades van acorde a los tiempos de inicio del protocolo de acuerdo a la adaptación del paciente, cuenta con criterios de seguridad y permite así mismo el adecuado estrés metabólico sobre el cuerpo del paciente?										X			Suceptible a la gran variabilidad de pacientes que se pueden encontrar.	
	¿Los criterios de monitoreo del entrenamiento permiten realmente hacer un seguimiento al paciente?												X		Por experiencia son más que suficientes y prácticos.
	¿Se contempla dentro del protocolo los principios de adaptación a la carga, variabilidad y progresión, dando paso al proceso de supercompensación?												X		
	¿Los resultados esperados por parte de los investigadores son coherentes y se soportan desde la evidencia?												X		Se sugiere realizar en una próxima investigación prueba piloto.
	¿Se contempla en el documento los criterios de salida del paciente?												X		
	¿El protocolo formulado cuenta con criterios suficientes para conseguir la validez de contenido?												X		
	¿Considera que existe relación y coherencia entre todos los elementos que se presentan en el protocolo?												X		
¿El protocolo formulado cuenta con la suficiente claridad para ser entendido por profesionales y pacientes?												X		Se debe contemplar explicación y descripción de la guía ilustrada, con el fin de minimizar riesgo.	

MATRIZ DE CALIFICACIÓN PAR EVALUADOR														
FASE	SUB FASE	Valoración del par evaluador (0 %= No cumple -100%= Cumple en su totalidad)										Observación		
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		100	
REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA EVIDENCIA	¿Considera que la implementación de códigos Mesh o palabras claves fue correcta?													
	¿ Ofrece la revisión de la información aportes suficientes para la construcción del protocolo?													Podría completar con algunos artículos más, no obstante la que se presenta esta adecuada.
	¿ La información recolectada cumple con criterios de buen nivel de evidencia?													Es clara la metodología de selección de la información.
FORMULACIÓN DEL PROTOCOLO	¿La escogencia de la edad de los participantes cuenta con criterios suficientes para su inclusión?													
	¿Se identifican los diagnósticos adyacentes a los procesos de sobrepeso y obesidad?													Se presentan de forma concisa
	¿La inclusión y exclusión de las personas para el protocolo cuenta con su debida caracterización por patologías y se argumenta desde la evidencia cada una de las decisiones?													Es pertinente la caracterización descrita.
	Las banderas de alerta se encuentran estratificadas y son acordes con el nivel del riesgo?													
	¿Los parámetros de prescripción del ejercicio físico, corresponden desde la teoría con los objetivos del control del sobrepeso y la obesidad para personas entre los 18 y 59 años de edad?													
	¿El tiempo total de proyección del protocolo es el adecuado?													Coincide con el tiempo mostrado en estudios que han presentado significancia estadística.
	¿ La frecuencia de entrenamiento en términos de días es el adecuado?													
	¿ El tiempo de duración de la sesión de entrenamiento es el adecuado?													
	¿ El volumen de ejercicio cuenta con las características de variabilidad y progresión de la carga?													Es adecuada la planificación para la población objetivo.
	¿La intensidad del ejercicio físico desde el inicio hasta el final del protocolo va en relación a los principios de entrenamiento y es acorde a los objetivos a cumplir?													Se presenta un adecuado manejo de la intensidad, que permitirá seguramente una mejor respuesta de adecuación.
	¿ Las densidades van acorde a los tiempos de inicio del protocolo de acuerdo a la adaptación del paciente, cuenta con criterios de seguridad y permite así mismo el adecuado estrés metabólico sobre el cuerpo del paciente?													
	¿Los criterios de monitoreo del entrenamiento permiten realmente hacer un seguimiento al paciente?													Se explican de forma clara y adecuada.
	¿Se contempla dentro del protocolo los principios de adaptación a la carga, variabilidad y progresión, dando paso al proceso de supercompensación?													
	¿Los resultados esperados por parte de los investigadores son coherentes y se soportan desde la evidencia?													Se aconseja revisar un par de estudios más para tener un mayor soporte.
	¿Se contempla en el documento los criterios de salida del paciente?													
	¿El protocolo formulado cuenta con criterios suficientes para conseguir la validez de contenido?													
¿Considera que existe relación y coherencia entre todos los elementos que se presentan en el protocolo?														
¿El protocolo formulado cuenta con la suficiente claridad para ser entendido por profesionales y pacientes?													Para profesionales la información se presenta de forma adecuada, sin embargo para los pacientes se debe moderar el tecnicismo y se más explicativo,	

COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH																																			
ITEMS																																			
Encuestados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	SUMA													
1	90	90	90	80	100	90	90	80	90	90	90	70	100	70	80	80	100	100	90	80	80	1830													
2	100	80	90	90	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	90	100	90	90	80	1990													
3	100	90	100	80	100	100	80	90	90	100	90	100	90	70	90	100	90	80	90	90	90	1910													
VARIANZA	22,2	22,2	22,2	22,2	0	22,2	66,7	66,7	22,2	22,2	22,2	200	22,2	200	22,2	88,9	22,2	88,9	0	22,2	22,2														
SUMATORIA DE VARIANZAS	1000																																		
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ITEMS	4266,66667																																		
$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right]$																																			
a: Coeficiente de confiabilidad del cuestionario. 0,8 k: Número de items del instrumento. 21 Σ: Sumatoria de las varianzas de los items. 1000 S: Varianza total del instrumento. 4267																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>RANGO</th> <th>CONFIABILIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.53 o menos</td> <td>Confiabilidad nula</td> </tr> <tr> <td>0.54 a 0.59</td> <td>Confiabilidad baja</td> </tr> <tr> <td>0.60 a 0.65</td> <td>Confiable</td> </tr> <tr> <td>0.66 a 0.71</td> <td>Muy confiable</td> </tr> <tr> <td>0.72 a 0.99</td> <td>Excelente confiabilidad</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Confiabilidad perfecta</td> </tr> </tbody> </table>																						RANGO	CONFIABILIDAD	0.53 o menos	Confiabilidad nula	0.54 a 0.59	Confiabilidad baja	0.60 a 0.65	Confiable	0.66 a 0.71	Muy confiable	0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad	1	Confiabilidad perfecta
RANGO	CONFIABILIDAD																																		
0.53 o menos	Confiabilidad nula																																		
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja																																		
0.60 a 0.65	Confiable																																		
0.66 a 0.71	Muy confiable																																		
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad																																		
1	Confiabilidad perfecta																																		

Gráfico 9. Validación de contenido mediante coeficiente alfa de cronbach. Elaboración propia.



## 8.5. Comentarios por parte de los evaluadores

Gran parte de los ítems del instrumento (más del 70%) obtuvieron una valoración de cumplimiento entre el 80 y el 100%, donde el **coeficiente alfa de cronbach mostro un confiabilidad de 0.8 (ponderada como alta)**

Es importante destacar que no se encuentran comentarios de fondo, que cambien o modifiquen los parámetros de prescripción de ejercicio. Sin embargo, el ítem donde se identifica mayor número de comentarios u observaciones corresponde al ítem número 14, el cual establece” ¿Las densidades van acorde a los tiempos de inicio del protocolo de acuerdo con la adaptación del paciente, cuenta con criterios de seguridad y permite así mismo el adecuado estrés metabólico sobre el cuerpo del paciente?”.

A pesar de ser el ítem con menos concordancia, no significa que no consiga un nivel alto de calificación.

Es de precisar que, la densidad dentro de la etapa de revisión y análisis de la literatura no cuenta con la suficiente información de manera directa, según se puede visualizar anteriormente en el desarrollo de la bibliometría de los 8 artículos primarios, pero cuenta con el sustento teórico, con base a los 65 artículos secundarios.

La razón por la cual se prescribió la densidad de tal manera, obedece a parámetros específicos de cada mesociclo, encontrados descritos en el apartado de resultados y análisis de los mismos, no obstante, se recuerda que: fueron tomadas densidades altas en el periodo adaptativo ,para disminuir la respuesta aguda ante el ejercicio que puede representar un alto riesgo cardiovascular pulmonar para los pacientes con sobrepeso y obesidad, que además pueden cursar con diferentes comorbilidades; para periodos de desarrollo de fuerza resistencia y funcional, se prescribe de manera baja, para aumentar la señalización de células satélite por cascada de mecano-transducción, para producir respuestas de crecimiento y reparación muscular, para que una vez producida esta señalización se sume a los procesos esperados de estabilización, ventilación y quema de grasa.

Sin embargo, los comentarios encontrados permiten visibilizar más, la necesidad de desarrollar una prueba piloto para ajustar los parámetros de prescripción y monitoreo a la carga de entrenamiento

## **9. Alcance y limitaciones**

Este estudio ofrece elementos basados en la evidencia y en el juicio de expertos en el tema, plausible para una posible intervención para el control del sobrepeso y la obesidad desde el abordaje de los músculos del Core.

Las principales limitaciones encontradas son:

1. La presente investigación al ser propositiva y formulativa, debe ser avalada con un estudio experimental, con lo cual se esclarecerán los beneficios o no del entrenamiento de los músculos del Core, para el control del sobrepeso y obesidad.
2. Este protocolo requiere ser concebido como un parámetro inicial para empezar con el ejercicio físico, sin embargo, una vez finalizado, se recomienda ajustar las cargas de entrenamiento y el monitoreo de este, de manera más precisa, de acuerdo a la carga interna, y a variables relacionadas con sexo y edad.
3. Se desarrollan vínculos teóricos hasta donde la poca evidencia permitió, relacionado con encontrar solamente el mínimo de expertos calificadores, que permitieran formular y validar el protocolo de entrenamiento.

## 10. Conclusiones y recomendaciones

1. Se identificó por medio de una revisión analítica en revistas y bases de datos, que los métodos de entrenamiento más utilizados para el control del sobrepeso u obesidad, son los entrenamientos combinados entre fuerza y resistencia, que pueden recurrir a métodos continuos extensivos, en circuito o métodos intervalitos de alta intensidad.
2. Los entrenamientos de fuerza resistencia, deben desarrollarse por un periodo de tiempo alrededor de tres a cuatro meses, con una frecuencia entre dos a tres días por semana, con intensidades moderadas a altas, para permitir el suficiente estrés metabólico que permita identificar cambios en el porcentaje de grasa corporal.
3. A pesar que son pocos los estudios que se encuentran en el campo, se identifica que los entrenamientos de los músculos del Core, tienen potencial aplicación en el control del sobrepeso y obesidad, ya que explota las relaciones fisiológicas entre la ventilación, estabilización aeróbica, el fitness aeróbico, por medio de programas extensivos, que demanden el suficiente gasto calórico.
4. El protocolo formulado de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core puede llegar a proporcionar un aumento de la señalización de crecimiento muscular, aumento de la actividad enzimática y hormonal, conteniendo los requerimientos necesarios para el control del sobrepeso y la obesidad en adultos entre los 18 y 59 años de edad, obteniendo , la validación de contenido, mediante juicio de pares expertos, con un puntaje de 0.8( excelente confiabilidad) en la aplicación del coeficiente alfa de Cronbach.

## 11. Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud . (9 de Junio de 2021). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Bray GA, Kim KK, Wilding JPH, World Obesity Federation. Obesity: a chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obes Rev* 2017; 18 (7): 715-23.
3. Mendivil, C. O., Sierra, I. D., & Pérez, C. E. (2014). Valoración del riesgo cardiovascular global y prevalencia de dislipemias según los criterios del NCEP-ATP III en una población adulta de Bogotá, Colombia. *Clínica e investigación en arteriosclerosis*, 16(3), 99-107.
4. Álvarez-Ceballos, J. C., Álvarez-Muñoz, A. M., Carvajal-Gutiérrez, W., González, M. M., Duque, J. L., & Nieto-Cárdenas, O. A. (2017). Determinación del riesgo cardiovascular en una población. *Revista colombiana de cardiología*, 24(4), 334-341.
5. Gómez, J. E. (2012). Cardiovascular morbidity and mortality in the world. *Revista Colombiana de Cardiología*, 19(6), 298-299.
6. Principales causas de mortalidad en Colombia. Bogotá, Colombia: Ministerio de Salud y Protección Social. 2010.
7. Sistema integrado de gestión académica administrativa y ambiental. Manual Del Sistema Integrado De Gestión - UN 2017. 2013;
8. Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.
9. (Organización Mundial de la Salud, 2020)
10. Universidad Nacional de Colombia. (2000). Una reflexión sobre el concepto de síndrome. *Revista de la Facultad de Medicina*, 1.
11. Fernández-Travieso, J. C. (2016). Síndrome Metabólico y Riesgo Cardiovascular. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 47(2), 106-119.
12. Personal Kaiser Permanente. (2019). Medición de la cintura. *Kaiser Permanente*, 1.

13. Fernandez-Avila DG, Alberto Garcia A, Mauricio Munoz O, Higuera A, Ruiz AJ, Aschner P, et al. Clinical Practice Guidelines for the Prevention, Early Detection, Diagnosis, Treatment and Monitoring of Dyslipidemia: Non-pharmacological Treatment with Exercise. *Univ Medica*. 2016;57(1):34-43.
14. Díez, J. M. B., Morodo, M. C., Roca, M. C., Subías, E. C., Jiménez, I. F., & de la Arada Acebes, A. M. (2019). Impacto de los nuevos criterios de la ACC/AHA sobre la prevalencia diagnóstica de hipertensión arterial. *Medicina Clínica*.
15. Archives.diabetes.org. (20 de marzo de 2015).
16. López G, Espinosa GM De, Francisco J, Martínez P, Marín V, Serrano M, et al. Hand grip dynamometry references by height ranges in pediatric and adolescent age Referencias para dinamometría manual en función de la estatura en edad pediátrica y adolescente. *Nutr clín diet hosp*. 2017;135-9.
17. Kostiukevych, V., & Stasiuk, V. (2017). Training process programming of qualified football players in higher education establishments. *Physical education, sports and health culture in modern society*, (2 (38)), 41-50.
18. Fernández-Bergés D, Cabrera De León A, Sanz H, Elosua R, Guembe MJ, Alzamora M, et al. Síndrome metabólico en España: prevalencia y riesgo coronario asociado a la definición armonizada y a la propuesta por la OMS. Estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol*. 2012;65(3):241-8.
19. Aschner P, Buendía R, Brajkovich I, Gonzalez A, Figueredo R, Juarez XE, et al. Determination of the cutoff point for waist circumference that establishes the presence of abdominal obesity in Latin American men and women. *Diabetes Res Clin Pract*. 2011;93(2):243-7.
20. Jaime Alberto Gallo, Juan Eugenio Ochoa, Jhon Kepa Balparda DA. Puntos de corte del perímetro de la cintura para identificar sujetos con resistencia a la insulina en una población colombiana Cut points of waist circumference to identify subjects with insulin resistance in a colombian population. 2013;1-9
21. Fernandez Travieso JC. Síndrome Metabólico y Riesgo Cardiovascular . *CENIC Ciencias Biológicas*. 2016;47:106-19.
22. Mej YN. Músculo esquelético: más allá de la locomoción. 2016;(April).

23. Carvajal CC. Síndrome metabólico: definiciones, epidemiología, etiología, componentes y tratamiento. *Med Leg Costa Rica*. 2017;34(1):175-93
24. Alonso Pinzón Duque O, Fernando López-Zapata D, Carlos Giraldo JT, Síndrome Metabólico RX, la Insulina Palabras clave R. Síndrome metabólico: enfoque fisiopatológico Metabolic syndrome: pathophysiological approach. *Investig Andin No Investig Andin No* [Internet]. 2015;31(31):17-170. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/2390/239040814005.pdf>
25. Deutz NEP, Ashurst I, Ballesteros MD, Bear DE, Cruz-jentoft AJ, Genton L, et al. The Underappreciated Role of Low Muscle Mass in the Management of Malnutrition. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2019;20(1):22-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2018.11.021>
26. Scott D, Park MS, Kim TN, Ryu JY, Hong HC, Yoo HJ, et al. Associations of Low Muscle Mass and The Metabolic Syndrome in Caucaisan
27. Organización Mundial de la Salud . (16 de 05 de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/detail/16-05-2018-investing-in-nonc.ommunicable-disease-control-generates-major-financial-and-health-gains>.
28. Lizarzaburu Robles, J. C. (2013, October). Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 74, No. 4, pp. 315-320). UNMSM. Facultad de Medicina.
29. González Bardanca, M. (2017). Síndrome metabólico, dieta y marcadores de inflamación.
30. Organizacion Mundial de la Salud. (s.f.). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de [https://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/es/](https://www.who.int/cardiovascular_diseases/es/)
31. Jiménez, Ó. H., & Ramírez-Vélez, R. (2011). El entrenamiento con pesas mejora la sensibilidad a la insulina y los niveles plasmáticos de lípidos, sin alterar la composición corporal en sujetos con sobrepeso y obesidad. *Endocrinología y nutrición*, 58(4), 169-174.
32. Pacheco-Armenta, M. C., & Jáquez-Torres, J. Á. (2017). Prevalencia de síndrome metabólico en la consulta externa. *Revista de Sanidad Militar*, 71(3), 264-275.
33. B.D. Kretschmer, P. Schelling, N. Beier. Modulatory role of food, feeding regime and physical exercise on body weight and insulin resistance. *Life Sciences.*, 76 (2005), pp. 1553-1573

34. Ramírez, M. Á., Rosety, J. M., Marcos-Becerro, J., Rosety, I., Ordóñez, F., Rosety-Rodríguez, M., ... & Rosety, M. Á. (2012). El ejercicio y el síndrome metabólico. *Revista Médica del Uruguay*, 28(4), 309-316.
- 35 Cipriani-Thorne, E., & Quintanilla, A. (2010). Diabetes mellitus tipo 2 y resistencia a la insulina. *Revista Medica Herediana*, 21(3), 160-171.
- 36 Carbajal Azcona, Á. (2013). Manual de nutrición y dietética.
- 37 Antonio J. de Paz Díaz. (s.f.). *Generalidades del entrenamiento de la fuerza*. Obtenido de <http://www.rfebs.es/wp-content/uploads/GENERALIDADES-DEL-ENTRENAMIENTO-DE-LA-FUERZA.pdf>
- 38 Universidad Nacional de Colombia. (s.f.). *UNAL*. Obtenido de [http://www.unal.edu.co/dnp/index\\_pad.html](http://www.unal.edu.co/dnp/index_pad.html)
- 39 Rosero, R. J., Polanco, J. P., Sánchez, P., Hernández, E., Pinzón, J. B., & Lizcano, F. (2020). Obesidad: un problema en la atención de Covid-19. *Revista Repertorio de Medicina y Cirugía*.
40. Organización Panamericana de la Salud . (8 de Septiembre de 2021). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/prevencion-obesidad>
41. Zhou F, Yu T, Du R, Fan G, Liu Y, Liu Z, et al. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. *Lancet*. 2020;395(10229):1054–62. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30566-3
42. Centers for Disease Control and Prevention. People at High Risk For Flu Complications [Internet]. 2020. Disponible en: <https://www.cdc.gov/flu/highrisk/index.htm>
43. Rodríguez Scull, Lidia Esther. (2003). Obesidad: fisiología, etiopatogenia y fisiopatología. *Revista Cubana de Endocrinología*, 14(2) Recuperado en 13 de octubre de 2022, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-29532003000200006&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-29532003000200006&lng=es&tlng=en).
44. Langhans W. Role of the liver in the metabolic control of eating: what we know and we do not know. *Neurosci-Biobehav Rev*. 1996;20:145-53.
45. Rubio M A. ¿Debemos incluir la determinación de resistin en la práctica clínica? *Endocrinología* 2003;50(3):91-3.
46. Wanke T, Formanek D, Auinger M, et al. Inspiratory muscle performance and pulmonary function changes in insulin dependent diabetes mellitus. *Am Rev Respir Dis*. 1991; 143: 97– 100.

47. Orange ST, Madden LA, Vince RV. Resistance training leads to large improvements in strength and moderate improvements in physical function in adults who are overweight or obese: a systematic review. *J Physiother.* 2020 Oct;66(4):214-224. doi: 10.1016/j.jphys.2020.09.009. Epub 2020 Oct 14. PMID: 33069607.
48. Türk Y, Theel W, Kasteleyn MJ, Franssen FME, Hiemstra PS, Rudolphus A, Taube C, Braunstahl GJ. High intensity training in obesity: a Meta-analysis. *Obes Sci Pract.* 2017 May 29;3(3):258-271. doi: 10.1002/osp4.109. PMID: 29071102; PMCID: PMC5598019.
49. Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis
50. Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009 Jul 8;2009(3):CD002759. doi: 10.1002/14651858.CD002759.pub2. PMID: 19588334; PMCID: PMC4324332.
51. Ralston GW, Kilgore L, Wyatt FB, Baker JS. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. *Sports Med.* 2017 Dec;47(12):2585-2601. doi: 10.1007/s40279-017-0762-7. PMID: 28755103; PMCID: PMC5684266.
52. Hernandez D, Dimaro M, Navarro E, Dorado J, Accoce M, Salzberg S, Policastro PO. Efficacy of core exercises in patients with osteoarthritis of the knee: A randomized controlled clinical trial. *J Bodyw Mov Ther.* 2019 Oct;23(4):881-887. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.06.002. Epub 2019 Jun 4. PMID: 31733777.
53. AlAbdulwahab SS, Kachanathu SJ. Effects of body mass index on foot posture alignment and core stability in a healthy adult population. *J Exerc Rehabil.* 2016 Jun 30;12(3):182-7. doi: 10.12965/jer.1632600.300. PMID: 27419113; PMCID: PMC4934962.
54. Hassannejad A, Khalaj A, Mansournia MA, Rajabian Tabesh M, Alizadeh Z. The Effect of Aerobic or Aerobic-Strength Exercise on Body Composition and Functional Capacity in Patients with BMI  $\geq 35$  after Bariatric Surgery: a Randomized Control Trial. *Obes Surg.* 2017 Nov;27(11):2792-2801. doi: 10.1007/s11695-017-2717-3. PMID: 28527156.
55. Ávila Enciso, Y, Pineda Ortiz, G y Salcedo Revelo, E. (2018). Principios de los métodos core y pilates y su relación con el abordaje terapéutico de la función muscular respiratoria y la capacidad de esfuerzo en personas con EPOC leve-moderada.



56. Bustos-Viviescas, B. J., Acevedo-Mindiola, A. A., & Lozano-Zapata, R. E. (2019). Valores de fuerza prensil de mano en sujetos aparentemente sanos de la ciudad de Cúcuta, Colombia. *MedUNAB*, 21(3), 363-377.
57. Ghroubi, S., Kossemtini, W., Mahersi, S., Elleuch, W., Chaabene, M., & Elleuch, M. H. (2016). Contribution of isokinetic muscle strengthening in the rehabilitation of obese subjects. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 59(2), 87-93.
58. Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., Wingfield, H. L., & Blue, M. N. (2016). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in overweight/obese women. *Journal of sports sciences*, 34(21), 2038-2046.
59. Orange, S. T., Madden, L. A., & Vince, R. V. (2020). Resistance training leads to large improvements in strength and moderate improvements in physical function in adults who are overweight or obese: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 66(4), 214-224.
60. Skrypnik, D., Bogdański, P., Mądry, E., Karolkiewicz, J., Ratajczak, M., Kryściak, J., ... & Walkowiak, J. (2015). Effects of endurance and endurance strength training on body composition and physical capacity in women with abdominal obesity. *Obesity facts*, 8(3), 175-187.
61. Ryan, B. J., Schleh, M. W., Ahn, C., Ludzki, A. C., Gillen, J. B., Varshney, P., ... & Horowitz, J. F. (2020). Moderate-intensity exercise and high-intensity interval training affect insulin sensitivity similarly in obese adults. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(8), e2941-e2959.
62. Schroeder, E. C., Franke, W. D., Sharp, R. L., & Lee, D. C. (2019). Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: A randomized controlled trial. *PloS one*, 14(1), e0210292.
63. Ratajczak, M., Skrypnik, D., Bogdański, P., Mądry, E., Walkowiak, J., Szulińska, M., ... & Karolkiewicz, J. (2019). Effects of endurance and endurance–strength training on endothelial function in women with obesity: A randomized trial. *International journal of environmental research and public health*, 16(21), 4291.
64. De Strijcker, D., Lapauw, B., Ouwens, D. M., Van de Velde, D., Hansen, D., Petrovic, M., ... & Calters, P. (2018). High intensity interval training is associated with greater impact on physical fitness, insulin sensitivity and muscle mitochondrial content in males with overweight/obesity, as opposed to

continuous endurance training: a randomized controlled trial. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, 18(2), 215.

65. Orange, S. T., Madden, L. A., & Vince, R. V. (2020). Resistance training leads to large improvements in strength and moderate improvements in physical function in adults who are overweight or obese: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 66(4), 214-224.

66. Nunes, P. R. P., Barcelos, L. C., Oliveira, A. A., Furlanetto Júnior, R., Martins, F. M., Orsatti, C. L., ... & Orsatti, F. L. (2016). Effect of resistance training on muscular strength and indicators of abdominal adiposity, metabolic risk, and inflammation in postmenopausal women: controlled and randomized clinical trial of efficacy of training volume. *Age*, 38, 1-13.

67. Toselli, S., Badicu, G., Bragonzoni, L., Spiga, F., Mazzuca, P., & Campa, F. (2020). Comparison of the effect of different resistance training frequencies on phase angle and handgrip strength in obese women: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(4), 1163.

68. O'Donoghue, G., Blake, C., Cunningham, C., Lennon, O., & Perrotta, C. (2021). What exercise prescription is optimal to improve body composition and cardiorespiratory fitness in adults living with obesity? A network meta-analysis. *Obesity Reviews*, 22(2), e13137.

69. Christensen, R. H., Wedell-Neergaard, A. S., Lehrskov, L. L., Legaard, G. E., Dorph, E., Larsen, M. K., ... & Ellingsgaard, H. (2019). Effect of aerobic and resistance exercise on cardiac adipose tissues: secondary analyses from a randomized clinical trial. *JAMA cardiology*, 4(8), 778-787.

70. Park, W., Jung, W. S., Hong, K., Kim, Y. Y., Kim, S. W., & Park, H. Y. (2020). Effects of moderate combined resistance-and aerobic-exercise for 12 weeks on body composition, cardiometabolic risk factors, blood pressure, arterial stiffness, and physical functions, among obese older men: a pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7233.

71. Mann, S., Jimenez, A., Steele, J., Domone, S., Wade, M., & Beedie, C. (2018). Programming and supervision of resistance training leads to positive effects on strength and body composition: results from two randomised trials of community fitness programmes. *BMC Public Health*, 18, 1-11.

72. Cao, L., Jiang, Y., Li, Q., Wang, J., & Tan, S. (2019). Exercise training at maximal fat oxidation intensity for overweight or obese older women: A randomized study. *Journal of sports science & medicine*, 18(3), 413.
73. Arif M, Gaur DK, Gemini N, Iqbal ZA, Alghadir AH. Correlación del Porcentaje de Grasa Corporal, Circunferencia de la Cintura y Relación Cintura-Cadera con la Fuerza Muscular Abdominal. *Salud* . 2022; 10(12):2467. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122467>
74. Maclean PS , Bergouignan A , Cornier MA , Jackman MR . "La respuesta de la biología a la dieta: el impulso para recuperar peso ". *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2011 ; **301** : R581 - R600 .
75. Vía Verde FL . Adaptaciones fisiológicas a la pérdida de peso y factores que favorecen la recuperación de peso . *Int J Obes (Londres)* 2015 ; **39** : 1188-1196 .
76. Hockele, L. F., Sachet Affonso, J. V., Rossi, D., & Eibel, B. (2022). Pulmonary and functional rehabilitation improves functional capacity, pulmonary function and respiratory muscle strength in post COVID-19 patients: pilot clinical trial. *International journal of environmental research and public health*, 19(22), 14899.
77. Mackała, K., Kurzaj, M., Okrzymowska, P., Stodółka, J., Coh, M., & Rożek-Piechura, K. (2020). The effect of respiratory muscle training on the pulmonary function, lung ventilation, and endurance performance of young soccer players. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 234.
78. Obert J, Pearlman M, Obert L, Chapin S. Estrategias populares de pérdida de peso: una revisión de cuatro técnicas de pérdida de peso. *Representante de Curr Gastroenterol* 2017;19:17–20. <https://doi.org/10.1007/s11894-017-0603-8>.
79. Türk Y, Theel W, Kastelen MJ, Franssen FME, Hiemstra PS, Rudolphus A, et al. Entrenamiento de alta intensidad en la obesidad: un metanálisis. *Obes Sci Pract* 2017;3:258–71. <https://doi.org/10.1002/osp4.109> .
80. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, et al. Los efectos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad sobre la regulación de la glucosa y la resistencia a la insulina: un metanálisis. *Obes Rev* 2015;16:942–61. <https://doi.org/10.1111/obr.12317>.
81. Wewege M, van den Berg R, Ward RE, Keech A. Los efectos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad versus el entrenamiento continuo de intensidad moderada sobre la composición corporal en adultos con sobrepeso y obesidad: una revisión sistemática y un metanálisis . *Obesidad Rev* 2017; 18:635–46. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>.
82. Donnelly JE, Jacobsen DJ, Heelan KS, Seip R, Smith S. Los efectos de 18 meses de ejercicio intermitente versus continuo sobre la capacidad aeróbica, el peso y la composición corporal, y la aptitud

metabólica en personas previamente sedentarias, moderadamente mujeres obesas. *IntJ Trastorno metabólico relacionado con la obesidad* 2000;24:566–72. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801198>.

83. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Efectos de la cantidad e intensidad del ejercicio sobre las lipoproteínas plasmáticas. *N Engl J Med* 2002;347:1483–  
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa020194>

84. Quindry, J. C., Franklin, B. A., Chapman, M., Humphrey, R., & Mathis, S. (2019). Benefits and risks of high-intensity interval training in patients with coronary artery disease. *The American journal of cardiology*, 123(8), 1370-1377.

85. Gayda, M., Ribeiro, P. A., Juneau, M., & Nigam, A. (2016). Comparison of different forms of exercise training in patients with cardiac disease: where does high-intensity interval training fit?. *Canadian journal of cardiology*, 32(4), 485-494.

86. Ribeiro, P. A., Boidin, M., Juneau, M., Nigam, A., & Gayda, M. (2017). High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: prescription models and perspectives. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 60(1), 50-57.

87. Türk, Y., Theel, W., Kasteleyn, M. J., Franssen, F. M. E., Hiemstra, P. S., Rudolphus, A., ... & Braunstahl, G. J. (2017). High intensity training in obesity: a Meta-analysis. *Obesity science & practice*, 3(3), 258-271.

88. Multani, G. K., Sutar, A., Nikhade, N., & Ghodey, S. (2019). Effect of core strengthening on cardiovascular fitness and flexibility in obese individuals: experimental study. *Int. J. Community Med. Public Health*, 6, 2235-2240.

89. Esteban Nieto, N. (2018). Tipos de investigación.

90. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2017). Alcance de la Investigación.

91. Multani, G. K., Sutar, A., Nikhade, N., & Ghodey, S. (2019). Effect of core strengthening on cardiovascular fitness and flexibility in obese individuals: experimental study. *Int. J. Community Med. Public Health*, 6, 2235-2240.

92. Batrakoulis, A. (2022). Psychophysiological adaptations to Pilates training in overweight and obese individuals: a topical review. *Diseases*, 10(4), 71.

93. Wang, Y., Chen, Z., Wu, Z., Ye, X., & Xu, X. (2021). Pilates for overweight or obesity: a meta-analysis. *Frontiers in physiology*, 12, 643455.



## Anexo 2 Carta invitación experto evaluador

Bogotá D.C, 12 de marzo de 2023

Señores(as)

Expertos Evaluadores

**Asunto:** Solicitud participación validación protocolo como expertos evaluadores.

Cordial saludo,

Por medio de la presente, queremos invitarle a participar en la validación del protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia más Core para el sobrepeso y la obesidad en adultos, formulado desde el proyecto “**FORMULACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ENTRENAMIENTO DE FUERZA RESISTENCIA DE LOS MUSCULOS DEL CORE PARA EL SOBREPESO Y OBESIDAD**” trabajo final de grado para optar al título de Magister en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Universidad Nacional de Colombia, del estudiante Julián Ernesto García Vaca, bajo la dirección principal de la Fisioterapeuta Karim Martina Alvis Gómez docente titular de la Universidad Nacional de Colombia y el codirectora Gustavo Adolfo Pineda Ortiz, docente becario de la facultad de medicina de la Universidad Nacional de Colombia.

Su función como experto evaluador será calificar de acuerdo a unos porcentajes que van de 0 a 100%, los ítems contemplados en el protocolo, la coherencia y la pertinencia de los temas abordados, se le hará una primera entrega del protocolo junto con la matriz de calificación, el valor mínimo establecido para conseguir la validación está contemplado en un puntaje del 60% según el coeficiente alfa de Cronbach, de no ser avalado en primer instancia el protocolo, se realizarán las correcciones pertinentes y se enviará de nuevo a usted; por otro lado si en el primer envío se consigue la validación del protocolo, pero usted realiza comentarios o sugerencias, serán tomadas en cuenta para de igual manera realizar los ajustes pertinentes.

Agradecemos la atención brindada y quedamos atentos a su confirmación para participar como expertos evaluadores de este protocolo, para nosotros es muy valioso contar con su experiencia en esta construcción teórica en pro del bienestar de pacientes con sobrepeso y obesidad.

Atentamente,



---

Karim Martina Alvis Gómez  
Director(a) Principal (1)  
Cargo: Profesora Titular Universidad Nacional de Colombia  
Número de teléfono: 3172696544  
Correo electrónico: [kmalvisg@unal.edu.co](mailto:kmalvisg@unal.edu.co)



---

Gustavo Pineda Ortiz  
Co director(a) (2)  
Cargo: Docente becario facultad medicina Universidad Nacional de Colombia  
Número de teléfono: 3114549096  
Correo electrónico: [gapineda@unal.edu.co](mailto:gapineda@unal.edu.co)



---

Investigador Principal (3)  
Datos de Contacto  
Nombre(s) Julián Ernesto García Vaca  
Apellidos Cargo Fisioterapeuta  
N° de teléfono Correo electrónico [julgarcia@unal.edu.co](mailto:julgarcia@unal.edu.co)

### **Anexo 3 Formulario de consentimiento informado para experto evaluador**

Título de la investigación:

Formulación y validación desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia más Core para el sobrepeso y la Obesidad en Adultos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como una enfermedad por desequilibrio calórico que deriva de una ingesta abundante de calorías por encima del consumo del organismo, la cual conlleva a un exceso de peso corporal. El estudio del tejido muscular ha avanzado en la investigación científica por sus propiedades en el control glucémico y lipídico, motivando este estudio para fortalecer las estrategias de prevención de la enfermedad y control de factores de riesgo cardiometabólico como el sobrepeso y la obesidad, pero que a pesar de los esfuerzos realizados hasta el momento no se logran esclarecer los métodos o modos más efectivos para su control; por otro lado no es de menos nombrar la gran emergencia a nivel mundial por el covid 19, donde se establece la obesidad y el sobrepeso como un factor agravante de la sintomatología con el contagio con dicho virus

El presente estudio busca formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core, para adultos entre los 18 y 59 años de edad, pertenecientes a la población colombiana; este estudio se desarrollará por parte del estudiante Julián Ernesto García Vaca de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Universidad Nacional de Colombia, identificado con cédula de ciudadanía 1014284584 de Bogotá, bajo la dirección de la profesora titular Karim Martina Alvis Gómez de la Universidad Nacional de Colombia y la codirección del Fisioterapeuta Gustavo Adolfo Pineda Ortiz.

Usted como experto evaluador, se beneficia en potencializar e inspirar futuras investigaciones que se puedan derivar del presente estudio, construyendo conocimiento y herramientas de atención en salud para la nación.

Asimismo, se deja constancia que se ha explicado puntualmente que, para este punto de la investigación, el presente estudio no representa ningún tipo de riesgo de acuerdo con los principios establecidos en la resolución 008430 de octubre de 1993 que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, contemplando que “Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención”

La participación en esta investigación es totalmente voluntaria y antes de iniciar la investigación se le explicara los alcances de la investigación y se aclararan dudas frente a la misma y usted decidirá si quiere participar o no.

Los datos personales serán confidenciales y sólo serán utilizados como parte de análisis globales relacionados con este estudio, para lo cual su nombre e identificación serán cambiados por un código, al momento de realizar el análisis de la información recolectada.

Usted tiene derecho a retirarse del estudio en el momento que así lo desee. Recuerde que su participación es voluntaria, no debe sentirse obligado a participar. Recuerde que este documento pierde su validez en el momento en que usted no quiera continuar participando de la investigación, sin que esto tenga ninguna



repercusión en su salud física, mental, en su bienestar o en la atención de los servicios de los cuales usted es usuario.

Si tiene alguna duda, o inquietud, por favor infórmela al finalizar la lectura de este consentimiento, o en cualquier momento de la investigación.

En consonancia con lo anteriormente expuesto le solicitamos diligencie la siguiente expresión de aceptación o no en el presente estudio y agradecemos de antemano su colaboración.

Yo, \_\_\_\_\_ he sido invitado(a) a participar como experto evaluador en el estudio “Formulación y validación de un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core para el control del sobrepeso y obesidad en adultos”. Entiendo que mi participación consistirá en dar mi concepto como experto del tema para validar el protocolo que esta investigación pretende. He leído y entendido este documento de Consentimiento Informado o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación. Cuando firme este documento de Consentimiento Informado recibiré una copia del mismo. Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este Consentimiento Informado para los propósitos descritos anteriormente. Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento. Al firmar esta hoja de Consentimiento Informado no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

\_\_\_\_\_  
Nombre del Experto evaluador  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Firma del Experto

\_\_\_\_\_  
Investigador principal  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Firma del Investigador

\_\_\_\_\_  
Investigador director(a)  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Firma del director(a)

\_\_\_\_\_  
Investigador codirector(a)  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Firma del codirector(a)

#### **Anexo 4. Consentimientos informados diligenciados.**

Título de la investigación:

Formulación y validación desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia más Core para el sobrepeso y la Obesidad en Adultos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como una enfermedad por desequilibrio calórico que deriva de una ingesta abundante de calorías por encima del consumo del organismo, la cual conlleva a un exceso de peso corporal. El estudio del tejido muscular ha avanzado en la investigación científica por sus propiedades en el control glucémico y lipídico, motivando este estudio para fortalecer las estrategias de prevención de la enfermedad y control de factores de riesgo cardiometabólico como el sobrepeso y la obesidad, pero que a pesar de los esfuerzos realizados hasta el momento no se logran esclarecer los métodos o modos más efectivos para su control; por otro lado no es de menos nombrar la gran emergencia a nivel mundial por el covid 19, donde se establece la obesidad y el sobrepeso como un factor agravante de la sintomatología con el contagio con dicho virus

El presente estudio busca formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core, para adultos entre los 18 y 59 años de edad, pertenecientes a la población colombiana; este estudio se desarrollará por parte del estudiante Julián Ernesto García Vaca de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Universidad Nacional de Colombia, identificado con cédula de ciudadanía 1014284584 de Bogotá, bajo la dirección de la profesora titular Karim Martina Alvis Gómez de la Universidad Nacional de Colombia y la codirección del Fisioterapeuta Gustavo Adolfo Pineda Ortiz.

Usted como experto evaluador, se beneficia en potencializar e inspirar futuras investigaciones que se puedan derivar del presente estudio, construyendo conocimiento y herramientas de atención en salud para la nación.

Asimismo, se deja constancia que se ha explicado puntualmente que, para este punto de la investigación, el presente estudio no representa ningún tipo de riesgo de acuerdo con los principios establecidos en la resolución 008430 de octubre de 1993 que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, contemplando que “Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención”

La participación en esta investigación es totalmente voluntaria y antes de iniciar la investigación se le explicara los alcances de la investigación y se aclararan dudas frente a la misma y usted decidirá si quiere participar o no.

Los datos personales serán confidenciales y sólo serán utilizados como parte de análisis globales relacionados con este estudio, para lo cual su nombre e identificación serán cambiados por un código, al momento de realizar el análisis de la información recolectada.

Usted tiene derecho a retirarse del estudio en el momento que así lo desee. Recuerde que su participación es voluntaria, no debe sentirse obligado a participar. Recuerde que este documento pierde su validez en el momento en que usted no quiera continuar participando de la investigación, sin que esto tenga ninguna repercusión en su salud física, mental, en su bienestar o en la atención de los servicios de los cuales usted es usuario.

Si tiene alguna duda, o inquietud, por favor infórmela al finalizar la lectura de este consentimiento, o en cualquier momento de la investigación.

En consonancia con lo anteriormente expuesto le solicitamos diligencie la siguiente expresión de aceptación o no en el presente estudio y agradecemos de antemano su colaboración.

Yo, Alejandro Camacho Alvarez he sido invitado(a) a participar como experto evaluador en el estudio “Formulación y validación de un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core para el control del sobrepeso y obesidad en adultos”. Entiendo que mi participación consistirá en dar mi concepto como experto del tema para validar el protocolo que esta investigación pretende. He leído y entendido este documento de Consentimiento Informado o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación. Cuando firme este documento de Consentimiento Informado recibiré una copia del mismo. Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este Consentimiento Informado para los propósitos descritos anteriormente. Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento. Al firmar esta hoja de Consentimiento Informado no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

Alejandro Camacho Alvarez

Nombre del Experto evaluador

Firma del Experto

Fecha 24-03-2023

Julián Ernesto García Vaca

Investigador principal

Firma del Investigador

Fecha 26-03-2023

Karim Martina Alvis Gómez

Investigador director(a)

Firma del director(a)

Fecha 26-03-2023

Gustavo Pineda Ortiz

Investigador codirector(a)

Firma del codirector(a)

Título de la investigación:

Formulación y validación desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia más Core para el sobrepeso y la Obesidad en Adultos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como una enfermedad por desequilibrio calórico que deriva de una ingesta abundante de calorías por encima del consumo del organismo, la cual conlleva a un exceso de peso corporal. El estudio del tejido muscular ha avanzado en la investigación científica por sus propiedades en el control glucémico y lipídico, motivando este estudio para fortalecer las estrategias de prevención de la enfermedad y control de factores de riesgo cardiometabólico como el sobrepeso y la obesidad, pero que a pesar de los esfuerzos realizados hasta el momento no se logran esclarecer los métodos o modos más efectivos para su control; por otro lado no es de menos nombrar la gran emergencia a nivel mundial por el covid 19, donde se establece la obesidad y el sobrepeso como un factor agravante de la sintomatología con el contagio con dicho virus

El presente estudio busca formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core, para adultos entre los 18 y 59 años de edad, pertenecientes a la población colombiana; este estudio se desarrollará por parte del estudiante Julián Ernesto García Vaca de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Universidad Nacional de Colombia, identificado con cédula de ciudadanía 1014284584 de Bogotá, bajo la dirección de la profesora titular Karim Martina Alvis Gómez de la Universidad Nacional de Colombia y la codirección del Fisioterapeuta Gustavo Adolfo Pineda Ortiz.

Usted como experto evaluador, se beneficia en potencializar e inspirar futuras investigaciones que se puedan derivar del presente estudio, construyendo conocimiento y herramientas de atención en salud para la nación.

Asimismo, se deja constancia que se ha explicado puntualmente que, para este punto de la investigación, el presente estudio no representa ningún tipo de riesgo de acuerdo con los principios establecidos en la resolución 008430 de octubre de 1993 que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, contemplando que “Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención”

La participación en esta investigación es totalmente voluntaria y antes de iniciar la investigación se le explicara los alcances de la investigación y se aclararan dudas frente a la misma y usted decidirá si quiere participar o no.

Los datos personales serán confidenciales y sólo serán utilizados como parte de análisis globales relacionados con este estudio, para lo cual su nombre e identificación serán cambiados por un código, al momento de realizar el análisis de la información recolectada.

Usted tiene derecho a retirarse del estudio en el momento que así lo desee. Recuerde que su participación es voluntaria, no debe sentirse obligado a participar. Recuerde que este documento pierde su validez en el momento en que usted no quiera continuar participando de la investigación, sin que esto tenga ninguna repercusión en su salud física, mental, en su bienestar o en la atención de los servicios de los cuales usted es usuario.

Si tiene alguna duda, o inquietud, por favor infórmela al finalizar la lectura de este consentimiento, o en cualquier momento de la investigación.

En consonancia con lo anteriormente expuesto le solicitamos diligencie la siguiente expresión de aceptación o no en el presente estudio y agradecemos de antemano su colaboración.

Yo, DIANA CAROLINA BOHORQUEZ he sido invitado(a) a participar como experto evaluador en el estudio “Formulación y validación de un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core para el control del sobrepeso y obesidad en adultos”. Entiendo que mi participación consistirá en dar mi concepto como experto del tema para validar el protocolo que esta investigación pretende. He leído y entendido este documento de Consentimiento Informado o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación. Cuando firme este documento de Consentimiento Informado recibiré una copia del mismo. Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este Consentimiento Informado para los propósitos descritos anteriormente. Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento. Al firmar esta hoja de Consentimiento Informado no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

DIANA CAROLINA BOHORQUEZ

Nombre del Experto evaluador  
Fecha 13-03-2023

Firma del Experto

Julián Ernesto García Vaca

Investigador principal  
Fecha 13-03-2023

Karim Martina Alvis Gómez

Firma del Investigador

Investigador director(a)  
Fecha 13-03-2023

Gustavo Pineda Ortiz

Firma del director(a)

Investigador codirector(a)  
**Nutricionista Dietista**  
**Mg. Actividad física para la salud**

Firma del codirector(a)

Título de la investigación:

Formulación y validación desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia más Core para el sobrepeso y la Obesidad en Adultos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como una enfermedad por desequilibrio calórico que deriva de una ingesta abundante de calorías por encima del consumo del organismo, la cual conlleva a un exceso de peso corporal. El estudio del tejido muscular ha avanzado en la investigación científica por sus propiedades en el control glucémico y lipídico, motivando este estudio para fortalecer las estrategias de prevención de la enfermedad y control de factores de riesgo cardiometabólico como el sobrepeso y la obesidad, pero que a pesar de los esfuerzos realizados hasta el momento no se logran esclarecer los métodos o modos más efectivos para su control; por otro lado no es de menos nombrar la gran emergencia a nivel mundial por el covid 19, donde se establece la obesidad y el sobrepeso como un factor agravante de la sintomatología con el contagio con dicho virus

El presente estudio busca formular y validar desde la perspectiva de contenido, un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core, para adultos entre los 18 y 59 años de edad, pertenecientes a la población colombiana; este estudio se desarrollará por parte del estudiante Julián Ernesto García Vaca de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Universidad Nacional de Colombia, identificado con cédula de ciudadanía 1014284584 de Bogotá, bajo la dirección de la profesora titular Karim Martina Alvis Gómez de la Universidad Nacional de Colombia y la codirección del Fisioterapeuta Gustavo Adolfo Pineda Ortiz.

Usted como experto evaluador, se beneficia en potencializar e inspirar futuras investigaciones que se puedan derivar del presente estudio, construyendo conocimiento y herramientas de atención en salud para la nación.

Asimismo, se deja constancia que se ha explicado puntualmente que, para este punto de la investigación, el presente estudio no representa ningún tipo de riesgo de acuerdo con los principios establecidos en la resolución 008430 de octubre de 1993 que establece las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, contemplando que “Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención”

La participación en esta investigación es totalmente voluntaria y antes de iniciar la investigación se le explicara los alcances de la investigación y se aclararan dudas frente a la misma y usted decidirá si quiere participar o no.

Los datos personales serán confidenciales y sólo serán utilizados como parte de análisis globales relacionados con este estudio, para lo cual su nombre e identificación serán cambiados por un código, al momento de realizar el análisis de la información recolectada.

Usted tiene derecho a retirarse del estudio en el momento que así lo desee. Recuerde que su participación es voluntaria, no debe sentirse obligado a participar. Recuerde que este documento pierde su validez en el momento en que usted no quiera continuar participando de la investigación, sin que esto tenga ninguna repercusión en su salud física, mental, en su bienestar o en la atención de los servicios de los cuales usted es usuario.

Si tiene alguna duda, o inquietud, por favor infórmela al finalizar la lectura de este consentimiento, o en cualquier momento de la investigación.

En consonancia con lo anteriormente expuesto le solicitamos diligencie la siguiente expresión de aceptación o no en el presente estudio y agradecemos de antemano su colaboración.

Yo, Alejandro Camacho Alvarez he sido invitado(a) a participar como experto evaluador en el estudio “Formulación y validación de un protocolo de entrenamiento de fuerza resistencia de los músculos del Core para el control del sobrepeso y obesidad en adultos”. Entiendo que mi participación consistirá en dar mi concepto como experto del tema para validar el protocolo que esta investigación pretende. He leído y entendido este documento de Consentimiento Informado o el mismo se me ha leído o explicado. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación. Cuando firme este documento de Consentimiento Informado recibiré una copia del mismo. Autorizo el uso y la divulgación de mi información a las entidades mencionadas en este Consentimiento Informado para los propósitos descritos anteriormente. Acepto voluntariamente participar y sé que tengo el derecho de terminar mi participación en cualquier momento. Al firmar esta hoja de Consentimiento Informado no he renunciado a ninguno de mis derechos legales.

ELIANA PATRICIA CUELLAR CARVAJAL

Nombre del Experto evaluador  
Fecha 7-03-2023

Julián Ernesto García Vaca

Investigador principal  
Fecha 7-03-2023

Karim Martina Alvis Gómez

Investigador director(a)  
Fecha 7-03-2023

Gustavo Pineda Ortiz

Investigador codirector(a)

Firma del Experto

Firma del Investigador

Firma del director(a)

Firma del codirector(a)

**Anexo 6. Link excel planificación y prescripción ejercicio**

[Protocolo \(3\).xlsx](#)

**Anexo 7. Cartilla protocolo de entrenamiento**

[PROTOCOLO VISUAL.pdf](#)