

Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario

Maestría en Actividad Física y Salud

Tesis:

**COMPARACIÓN ENTRE LOS EFECTOS DEL EJERCICIO AERÓBICO Y DE FUERZA
EN USUARIOS DIAGNOSTICADOS CON SINDROME METABÓLICO**

Maestrante: José Ventura Escalante Molano

Tutor: Dr. Luis Fernando Rodríguez

Bogotá 14 de febrero de 2020

Bogotá, febrero 14 de 2020

Índice:

• Introducción	Pág. 3
• Objetivo General	Pág.9
• Tipo de diseño de Investigación	Pág. 10
• Criterios de inclusión y exclusión	Pág. 11
• Protocolos de estudio	Pág. 18
• Resultados	Pág. 21
• Discusión	Pág. 23
• Conclusiones	Pág. 25

COMPARACIÓN ENTRE LOS EFECTOS DEL EJERCICIO AERÓBICO Y DE FUERZA EN USUARIOS DIAGNOSTICADOS CON SÍNDROME METABÓLICO

Estudio de caso

José Ventura Escalante Molano

Introducción

El Síndrome metabólico (MetS) cada día cobra relevancia, y a nivel mundial sigue siendo uno de los problemas de salud pública más importantes, con mayor prevalencia según la Organización Mundial de la salud ya que esta considera que una cuarta parte del total de la población mundial lo presenta representado más o menos en unas mil millones de personas; esta prevalencia va paralela a la incidencia de obesidad y la incidencia de diabetes tipo II, esto quiere decir que más o menos en los últimos 10 años la incidencia de MetS puede llegar a ser un tercio de toda la población de Estados Unidos[1]

Con un aumento vertiginoso en la morbimortalidad, ya que las alteraciones que componen este síndrome se relacionan con un riesgo incrementado de sufrir enfermedades cardiovasculares que son la principal causa de muerte en el mundo [2]. El MeTs fue definido por primera vez en 1988 por el Dr. Gerald Reaven, médico endocrinólogo de la Universidad de Stanford, denominó “síndrome X” a la concomitancia de hipertensión arterial, obesidad, dislipidemia y alteraciones en las concentraciones de glucosa, término que posteriormente se sustituyó por síndrome de resistencia a la insulina en 1991, denominándose finalmente como síndrome metabólico en 1992 [3] Sin embargo hay tres definiciones diferentes para el diagnóstico del síndrome metabólico que son las más usadas a nivel mundial:

	<i>Glucosa</i>	<i>Colesterol</i>	<i>Triglicéridos</i>	<i>Perímetro de cintura</i>	<i>Tensión Arterial</i>
<i>Organización</i>	<i>Presencia de resistencia</i>	<i>HDL < 0,9 mmol/</i>	<i>>1,7 mmol/L 150mg/dl</i>	<i>Relación cintura</i>	<i>140/90 mmHg</i>

<i>Mundial de la salud (OMS)</i>	<i>a la insulina o glucosa > 6.1 mmol / L (110 mg / dl), glucosa 2 h > 7.8 mmol (140 mg / dl)</i>	<i>L(35md/dl) hombres < 1,0 mmol/ L(40mg/dl) Mujeres</i>		<i>/ cadera > 0.9 (hombr es) o > 0.85 (mujere s) o IMC > 30 kg / m 2</i>	
<i>National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (ATP III)</i>	<i>Glucosa en sangre superior a 5,6 mmol / L (100 mg / dl) o tratamiento farmacológico para glucosa en sangre elevada</i>	<i>Colesterol HDL <1.0 mmol / L (40 mg / dl) en hombres, <1.3 mmol / L (50 mg / dl) en mujeres o tratamiento farmacológico para niveles bajos de HDL-C</i>	<i>Triglicéridos en sangre > 1.7 mmol / L (150 mg / dl) o tratamiento farmacológico para triglicéridos elevados</i>	<i>Cintura > 102 cm (hombr es) o > 88 cm (mujere s)</i>	<i>Presión arterial > 130/85 mmHg o tratamiento farmacológico para la hipertensión</i>
<i>Internatio nal Diabetes Federation (IDF)</i>	<i>Glucosa en sangre mayor a 5.6 mmol / L (100 mg / dl) o diabetes diagnóstica da</i>	<i>Colesterol HDL <1.0 mmol / L (40 mg / dl) en hombres, <1.3 mmol / L (50 mg / dl) en mujeres o</i>	<i>Triglicéridos en sangre > 1.7 mmol / L (150 mg / dl) o tratamiento farmacológico para</i>	<i>Cintura > 94 cm (hombr es) u > 80 cm (mujere s)</i>	<i>Presión arterial > 130/85 mmHg o tratamiento farmacológico para la hipertensión</i>

		<i>tratamiento farmacológico para niveles bajos de HDL-C</i>	<i>triglicéridos elevados</i>		
--	--	--	-------------------------------	--	--

En Estados Unidos el 34% de la población es diagnosticada anualmente con MetS [4] y su importancia radica que estas alteraciones que lo componen aumentan el riesgo y la predisposición de diabetes tipo II y enfermedades cardiovasculares, al igual que la muerte por otro tipo de causas [5] (cáncer de mama, cáncer de colon).

Como se mencionó anteriormente el síndrome metabólico aumenta la prevalencia de enfermedades cardiovasculares como el infarto agudo al miocardio y el accidente cerebrovascular, estos dos últimos han dejado en el mundo cifras muy preocupantes de muerte prematura y de años de vida saludable perdidos y un aumento en las cifras de discapacidad como consecuencia de los mismos. Para el año 2012 se estimó que la enfermedad cardiovascular dejó 17,9 millones de muertes en el mundo y un aproximado 347,5 millones de años de vida saludable ajustados por discapacidad en el 2015 [6], a esto se prevé que en el año 2030 23,5 millones de personas morirán por enfermedad cardiovascular en poblaciones que viven en países en vía de desarrollo o con ingresos bajos como Colombia, en contraste con las estadísticas de países con ingresos altos y desarrollados, ya que en estos se ve una disminución en la prevalencia de enfermedades cardiovasculares y de muertes debido a las mismas [7]

En Colombia en general no hay estudios que permitan saber exactamente cuál es la prevalencia de SM, sin embargo en algunas ciudades se ha hecho un esfuerzo por visualizar el problema; En la ciudad de Medellín [8] se realizó un estudio en niños y adolescentes entre los 6 y 18 años escolarizados de la zona urbana con una muestra de 2603 escolares, encontrando que en adolescentes la prevalencia fue del 6,6% y en niños del 5,1%. En la ciudad de Barranquilla [9] en una muestra de 62 sujetos de dos barrios de la ciudad, con edades entre los

20 y 64 años de edad, se encontró que 46 de estos sujetos presentaban SM según criterios del ATP III, es decir el 74,19% de la población evaluada.

Las poblaciones campesinas en Colombia por diferentes motivos han abandonado el campo y migrado a la ciudad, este tipo de desplazamientos también juega un papel importante en la aparición del SM y aún más cuando se relacionan poblaciones de diferentes zonas, causando que sus hijos de una u otra forma pierdan en su historia genética las adaptaciones que permanecían en los genes de sus padres y dando como resultado una posible predisposición a adquirir hipertensión arterial, diabetes y dislipidemias, factores que en comunión son responsables del síndrome metabólico [10]

En Colombia en el año 2013 se realizó un estudio de caso y controles donde se observaron los riesgos asociados al síndrome metabólico. Los resultados reafirman que uno de los factores que se asocian al síndrome metabólico es la no realización de actividad física AF (entendida como aquella que genera un incremento en la tasa metabólica, producto de cualquier movimiento realizado con los músculos esqueléticos; sin embargo, también se ha abordado desde una dimensión social, como una fuente de conocimiento, comunicación, emoción, salud y esparcimiento [11] el poco consumo de vegetales, la baja escolaridad y la obesidad [12]

Esto lo reafirma el estudio desarrollado en la ciudad de Armenia Colombia, donde un grupo de 125 conductores fueron evaluados para observar si tenía o no síndrome metabólico [13]. Este estudio concluyó que más del 80% de los conductores no cumplía con el mínimo tiempo recomendado de realización de actividad física a la semana y de este porcentaje el 62% presentaba SM con las recomendaciones de realizar actividad física.

En el mundo se sabe de la eficacia de la actividad física y del ejercicio físico (este último entendido como un componente de la actividad física, pero que se desarrolla de manera programada, secuencial, estructurada y con el fin de mantener o mejorar uno o más de los componentes del fitness) [14], como herramienta de promoción de la salud y de prevención de la enfermedad; por ejemplo los riesgos cardiovasculares asociados al síndrome metabólico disminuyeron en el norte de Europa con un programa de ejercicio físico a través de la marcha nórdica (disminución de la hipertensión arterial,

disminución del LDL, disminución de los triglicéridos y de la hemoglobina glicosilada [15]; este programa de ejercicio consistía en marchar con unos bastones y movilizar grandes grupos musculares. El ejercicio físico como prevención primaria y secundaria está más que evidenciado, en un estudio denominado Primary prevention of metabolic syndrome in the community using an evidence-based exercise program. Preventive Medicine [16] los resultados son muy significativos, todos los componentes del MetS de los usuarios que participaron en un programa de ejercicio físico se redujeron, excepto el colesterol total, (en el caso del SM está más que confirmado la relación directa entre los beneficios del ejercicio con la disminución del riesgo que conlleva el SM [17]. Los niveles de evidencia de las guías de rehabilitación cardiaca recomiendan el ejercicio físico con un nivel de evidencia IA.

En Colombia hay varios estudios [18] [19] donde abordan el tratamiento del síndrome metabólico desde el ejercicio físico [20]. Hay suficiente información de los efectos benéficos del ejercicio físico aeróbico [21] pero no hay suficiente información del ejercicio físico de fuerza, sobre todo en cuanto a los métodos de entrenamiento, la prescripción y el tiempo requerido para lograr resultados benéficos para los pacientes con MetS. En este orden de ideas, este estudio observara si se puede sugerir que hay efectos benéficos del ejercicio físico de fuerza que sean iguales o superiores en el tratamiento y en la prevención del Mets, comparado con el ejercicio físico de tipo aeróbico.

En el país hay algunos estudios que han abordado el ejercicio físico de fuerza en la mejoría de los niveles de colesterol LDL y HDL [22], En Colombia hay algunos estudios que han abordado el ejercicio físico de fuerza en la mejoría de los niveles de colesterol LDL y HDL otros sobre los niveles de cortisol y testosterona [23] pero pocos abordaron todos los componentes del MetS en este rango de edad (46 a 54 años de edad)

Descripción del proyecto de investigación

Tipo de estudio	Estudio de caso
Área temática	Ejercicio físico y síndrome metabólico
Líder del proyecto	José Escalante

Responsable	José Escalante
-------------	----------------

Criterios de selección según acrónimo PICO

Participantes (pacientes o población a estudiar incluyendo sus variables sociodemográficas)	Intervención	Comparación	Desenlace o medidas de resultado
<p>Pacientes con edades entre 46 y 54 años. Con MeTs metabólico según criterios de la IDF. Que estén controlados para la hipertensión arterial. Que con la aplicación del IPAQ corto se clasifiquen como personas insuficientemente activas. Con IMC entre 25,1 y 35 Kg/m². Que no presenten trastornos de la coagulación o alguna enfermedad hematológica.</p>	<p>Ejercicio físico de tipo aeróbico. Ejercicio físico de tipo de fuerza</p>	<p>Comparar los beneficios del ejercicio físico aeróbico sobre los componentes del MeTs. Coimparar los beneficios del ejercicio físico de fuerza sobre los componentes del MeTs.</p>	<p>Resultados primarios:</p> <p>Disminución del perímetro de cintura.</p> <p>Disminución de la glucosa en sangre.</p> <p>Disminución de los triglicéridos.</p> <p>Aumento del colesterol HDL</p> <p>Disminución del colesterol LDL</p> <p>Disminución de la presión arterial.</p>

Palabras clave: síndrome metabólico, ejercicio físico, ejercicio físico de fuerza y ejercicio físico aeróbico

Objetivo:

Describir los efectos de un programa de ejercicio físico de fuerza y uno de ejercicio físico de tipo aeróbico de 12 semanas de duración en dos pacientes con síndrome metabólico para analizar los cambios en los parámetros de diagnóstico según la IDF.

Objetivos específicos:

- Analizar los posibles cambios en perímetro de cintura en un programa de corta duración (12 semanas) de ejercicio físico aeróbico y de ejercicio físico de fuerza, para lograr relacionar la disminución del riesgo cardiometabolico ligado a este parámetro.
- Analizar los cambios a nivel de glucosa en sangre mediante medidas pre y post programa de ejercicio físico de tipo aeróbico y de fuerza para relacionar este resultado con el aumento o la disminución del riesgo cardiovascular en pacientes con MeTs.
- Analizar los cambios en tensión arterial en un programa de corta duración (12 semanas) de ejercicio físico aeróbico y de ejercicio físico de fuerza para relacionar este resultado con el riesgo cardiovascular de los pacientes con MeTs.
- Medir y evaluar los cambios en triglicéridos, HDL y LDL pre y post de un programa de ejercicio físico de fuerza y de tipo aeróbico de 12 semanas de duración y su relación como parámetro de riesgo cardiometabolico en el síndrome metabólico.

Metodología

Tipo de Diseño de Investigación

Estudio de caso

Consideraciones a la muestra:

La presente investigación tenía dentro del cálculo de la muestra reclutar 48 hombres sedentarios, los cuales estuviesen recién inscritos en un centro médico deportivo. Para lograr este tamaño de la muestra se tenía calculado un reclutamiento mayor, es decir, un reclutamiento de 100 hombres, calculando que se perderían durante todo el proceso el 50%.

Sin embargo después de 40 días de reclutamiento de la muestra fue imposible llegar a los 100 participantes para este estudio.

Después de varias evaluaciones y de aplicar los criterios de inclusión y exclusión solo se pudo obtener una muestra de 10 personas que firmaron y aceptaron participar en el estudio. De estas 10 personas 5 de ellas abandonaron durante las primeras dos semanas, quedando solamente 5, de las cuales 1 abandono después de la 4ª semana por motivos laborales y terminaron solo 4. De estas 4 personas se tomaron para este estudio de caso 2 y finalmente de estas dos una se le aplico un protocolo de ejercicio tipo aeróbico y a la otra se le aplico un protocolo de ejercicio de tipo de fuerza.

La siguiente investigación es un estudio de caso, se escogieron (2) pacientes y se compararan dos tipos de tratamiento basados en el ejercicio físico (ejercicio de fuerza y ejercicio aeróbico), donde el objetivo primordial será el describir los hallazgos encontrados después de 12 semanas de entrenamiento.

Este tipo de estudio permite a los investigadores analizar y describir la eficacia de dos métodos de entrenamiento a través del ejercicio físico, en la disminución de los factores de riesgo que están presentes en el síndrome metabólico, evaluando los sujetos de una manera natural, sin unos criterios muy estrictos de inclusión o de exclusión; permite responder a las preguntas clínicas más rápidamente que en un ensayo aleatorizado y tiene menos costos [24]

En esta descripción y análisis se incluyeron los datos de dos pacientes con diagnóstico de MetS, sedentarios y que estaban inscritos en un centro médico deportivo los cuales fueron seleccionados de un estudio de mayor envergadura. El estudio del cual se extraen los datos de los dos participantes

fue mucho más amplio y conto con el aval del comité de ética de la Universidad del Rosario. Cabe anotar que los dos sujetos que se seleccionaron para el estudio de caso firmaron un consentimiento informado que reposa en el centro de estudios en la medición de la actividad física CEMA de la Universidad del Rosario, los dos pacientes aceptaron participar en el estudio. El proyecto de investigación del cual se toman los dos usuarios tiene el número de aprobación por parte del comité de ética número ABN026-00000335

Criterios de inclusión:

Sujetos de sexo masculino que pertenezcan a un centro médico deportivo, con edades entre 46 y 54 años, diagnosticados con síndrome metabólico según la Federación Internacional de Diabetes (IDF), que se encuentren controlados para hipertensión arterial, que con la aplicación del IPAQ corto se clasifiquen como personas insuficientemente activas (que no realice actividad física o la que realiza no es suficiente para alcanzar las categorías 2 y 3 del IPAQ que corresponden a 600 Mets min/semana que corresponde actividad física moderada o los 3000 Mets min/semana donde el usuario se considera altamente activo) y con IMC entre 25,1 y 35 Kg/m². Por último que no tengan trastornos de la coagulación o alguna enfermedad hematológica.

Tabla 1. Los criterios según la IDF para el diagnóstico del MetS:

<p><i>Obesidad Central</i></p>	<p><i>Varones ≥ 90 centímetros de cintura</i> <i>Mujeres ≥ 80 centímetros de cintura</i> <i>Estos valores son referencia para latinoamericanos.</i> <i>Si el IMC es mayor a 30 Kg/m² se considera que hay obesidad central y no es necesario medir la circunferencia de la cintura</i></p>
<p><i>Nivel Alto de Triglicéridos</i></p>	<p><i>≥ 1,7 mmol/L (150mg/dL)</i> <i>o seguir un tratamiento específico como la tima de estatinas</i></p>

<i>Nivel Bajo de Colesterol HD</i>	<i>< 1,03 mmol/L (40mg/dl) varones</i> <i><1,29 mmol/L (50mg/dl) mujeres</i> <i>o seguir un tratamiento específico como la toma de estatinas</i>
<i>Hipertensión</i>	<i>Sistólica ≥ 130mmhg</i> <i>Diastólica ≥ 85mmhg</i> <i>o seguir un tratamiento específico para este trastorno de los lípidos</i>
<i>Glucosa</i>	<i>Glucosa en sangre mayor a 5.6 mmol / L (100 mg / dl) o diabetes diagnosticada</i>

Criterios de exclusión:

- Enfermedades infecciosas en las últimas dos semanas antes de iniciar la intervención
- Pacientes con Diabetes Mellitus.
- Pacientes tomando fármacos beta-bloqueadores.
- Problemas osteo-articulares y musculares que dificulten el ejercicio, contemplados por las evaluaciones pre-participación.
- Pacientes con contraindicaciones absolutas para la práctica de ejercicio físico.
- Sujetos fumadores y/o tomadores habituales (que consumen por la menos una vez a la semana cualquier bebida alcohólica).
- Sujetos consumidores habituales sustancias psicoactivas (que consumen por la menos una vez a la semana cualquier sustancia psicoactiva).
- Personas con enfermedades inmunosupresoras: VIH.

- Viajes a alturas menores a los 1.300 metros o mayores a 3500 metros sobre el nivel del mar en un periodo mayor a 3 semanas en los últimos 3 meses.

Protocolo de estudio

Los pacientes fueron abordados en la consulta clínica de entrada a un centro médico deportivo

1. A cada paciente se les realizó algunas preguntas y una evaluación médica;
2. Si el médico consideraba que puede ser un usuario con MetS se direccionaba a realizar tanto los exámenes de laboratorio como el IPAQ corto.
3. Si los resultados de laboratorio confirmaban que era un usuario con MetS y cumplía con los demás criterios de inclusión, se asignaba a uno de los dos protocolos de intervención, ya sea el protocolo de ejercicio físico de fuerza o el protocolo de ejercicio físico aeróbico.

Las muestras de laboratorio fueron tomadas previo ayuno de 10 horas de los participantes, y tres días antes de empezar su programa de ejercicio físico. Para la toma de sangre, el participante firma un consentimiento informado, y un laboratorio clínico debidamente habilitado por la secretaria distrital de salud procede a tomar la muestra (una bacterióloga y una auxiliar de laboratorio) la cual se conserva en tres tubos de ensayo y se centrifuga en los siguientes treinta minutos antes de la llegada al laboratorio. El transporte de la muestra se realizó en una unidad de laboratorio móvil para su adecuada preservación.

Para la toma del perímetro de cintura se tuvo en cuenta que el usuario debería tener 12 horas anteriores en las cuales no podía haber realizado ningún tipo de actividad física. Para la medición del perímetro de cintura se utiliza la técnica de manos cruzadas y la lectura se realiza con la cinta en posición lateral para una mejor visualización del cero. El evaluador toma la punta de la cinta con la mano derecha para que la mano izquierda manipule la cinta al nivel correcto, aplicando la tensión adecuada. Se le pide al participante que este en bípedo, relajado, con los brazos cruzados sobre el tórax. Luego, el evaluador tomó la medida de la circunferencia en el nivel del punto más estrecho entre

la 10° costilla y la cresta ilíaca. Al participante se le informó que mientras se procedía a la toma nunca debía cortar la respiración, que debe respirar normalmente y la medición se tomó al final de la espiración.

Para la toma de tensión arterial se le pidió al usuario que reposara diez minutos después de la llegada al centro médico deportivo. El usuario debía estar cómodamente sentado, con el brazo descubierto, extendido y apoyado sobre la mesa. Luego se procedió a tomar la tensión arterial con un tensiómetro de marca Welch Allyn teniendo en cuenta que el borde inferior del tensiómetro quedará de 2 a 3 cm por encima de la fosa cubital. El fonendoscopio se ubicó en el pulso radial que el profesional de la salud encontró, de tal manera que no generara ruidos con el tensiómetro y mucho menos que quedará por debajo del mismo. Se insufló el tensiómetro hasta no se sintió el pulso radial y se dieron 30mmHg más de presión. Posteriormente se desinfló la válvula y se dejó escapar el aire hasta la desaparición del primer y último ruido de Korotkoff [25]

Se realizó una prueba de capacidad aeróbica test de Rockport submaxima [26] que consistió en caminar lo más rápidamente posible 1609 metros.

Se evaluó la resistencia máxima RM. La RM (resistencia máxima), es definida como la máxima cantidad de peso que puede levantar un individuo, un número determinado de veces en un ejercicio determinado. Con estas dos evaluaciones se tuvo el punto de referencia para la prescripción de cada uno de los protocolos que desarrollaron los usuarios.

Para la valoración de esta cualidad física (RM) en los participantes (sujetos no entrenados o que no están habituados a los ejercicios de fuerza) existen diversas fórmulas que permiten el cálculo del RM a partir de cargas submaximas; las fórmulas más confiables para determinar este cálculo son las determinadas por Brzycki (1993) y Epley (1985):

-Brzycki: $\% 1RM = 102,78 - (2,78 \times N^{\circ} \text{ de Repeticiones hasta el fallo})$ – Empleada cuando se realizan menos de 10 repeticiones

-Epley $\% 1RM = (\text{peso levantado} \times 0.033 \times N^{\circ} \text{ de Repeticiones hasta el fallo}) + \text{peso levantado}$. – Empleada cuando se realizan más de 10 repeticiones.

Los músculos evaluados fueron en tren superior pectoral mayor, deltoides anterior, tríceps, dorsal ancho bíceps braquial, redondo mayor, deltoides posterior, romboides, Trapecio. En tren inferior se evaluaron los músculos Isquiotibiales, cuádriceps porción larga y corta del bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso, abductor mayor y abductor menor, aductores y pectíneo.

Por su parte existe una relación inversa entre el número de las repeticiones y el peso que debe movilizarse en una serie, donde a partir de esta relación se estiman los valores del porcentaje de peso que debe ser utilizado en los entrenamientos, y a su vez que son consecuentes con los objetivos impuestos. Los test de máximas repeticiones con pesos sub-máximos, arrojan un valor determinado a partir del número máximo de repeticiones realizadas, con un peso específico, lo que se relaciona con el rendimiento.

Los pasos para evaluar el RM de cada participante fue el siguiente:

Se tomaron los signos vitales de cada participante, teniendo en cuenta una posición de reposo, donde se monitoree frecuencia cardiaca, tensión arterial, peso.

La tensión arterial y la frecuencia cardiaca, se tomaron al inicio y final de la prueba, con el paciente sentado con los pies apoyados en el suelo.

1. Se realizó un calentamiento general con movilización articular y estiramiento de los segmentos involucrados durante la prueba con una duración de 5 minutos.
2. Se realizó Calentamiento específico: se realizara 10 repeticiones en cada máquina, con el objetivo de que la persona se familiarice con la técnica de ejecución del ejercicio.
3. Cada participante tuvo un descanso de 2 minutos
4. La carga inicial de la prueba se estableció de acuerdo a la ACSM y a las pruebas piloto realizadas.
 - Para miembros superiores serán 10 repeticiones con una carga inicial del 20% del peso corporal.

- Para miembros inferiores se harán 15 repeticiones con una carga inicial del 40% del peso corporal.

5. Se dio un descanso de 3 minutos entre cada intento.

6. Si el participante logra realizar las repeticiones indicadas, la progresión de la carga será de 2,5kg del peso corporal para miembros superiores y del 5kg para miembros inferiores.

7. De no completar las repeticiones establecidas u observar una mala técnica se complementará con la escala de percepción del esfuerzo modificada.

8. Para hallar la RM se requirió que el participante haya realizado para miembros superiores un máximo de 10 repeticiones, con un peso que logre un gran esfuerzo a la 10 repetición. Este resultado se le debe aplicar la fórmula de Brzycki.

9. Para hallar la RM se requirió que el participante haya realizado para miembros inferiores un máximo de 15 repeticiones, con un peso que logre un gran esfuerzo a la 15 repetición. Este resultado se le debe aplicar la fórmula de Eppley.

10. Terminada la prueba el usuario se llevó a la zona de estiramientos y realizo de forma controlada una activación mediante la técnica de facilitación muscular propioceptiva de todos los músculos y articulaciones involucradas.

Ninguno de los dos participantes fue fallida la prueba, pero en caso que esta hubiese sido fallida y que no se hayan podido terminar los ejercicios previstos, esta no se podía repetir el mismo día, debía esperarse que se dé una recuperación muscular, para no alterar de esta manera la prueba; el tiempo estimado para aplicar nuevamente la prueba es aproximadamente dos días después del primer intento.

Las pruebas realizadas en el test de RM y que posteriormente fueron las pruebas que se utilizaron para el entrenamiento de fuerza son las siguientes:

- Press vertical
- Remo polea
- Extensión lumbar máquina

- Prensa horizontal maquina
- Extensión rodilla sentado
- Flexión rodilla sentado
- Abdominal brazo de palanca corto
- Abductor cadera
- Aducción cadera
- Halon cerrado polea

La asignación de protocolos de intervención de ejercicio físico en MetS en el centro médico deportivo, está sujeto a la libre voluntad de los médicos tratantes y a la aceptación de los pacientes. Para este estudio de caso se tomaran dos protocolos de intervención: uno que haga más énfasis en ejercicio físico de tipo aeróbico, para aumentar el consumo de oxígeno, con una intensidad del 50%-55% del VO₂ pico o del 60 al 70 % de la frecuencia cardiaca máxima. Este protocolo aeróbico tendrá una duración de 1 hora por día. Dicho protocolo se realizó en banda sin fin, y se monitoreo a través de la frecuencia cardiaca con un monitor de ritmo cardiaco. El segundo que haga énfasis en ejercicio físico de fuerza, teniendo como peculiaridad la utilización de grandes grupos musculares, donde el usuario también realizara 5 minutos de calentamiento en banda.

El protocolo aeróbico se realizó teniendo en cuenta el análisis de distintos artículos que recomiendan ejercicio físico como herramienta terapéutica en el tratamiento de enfermedades crónicas no transmisibles y enfermedades cardiometabolicas, logrando como resultado un consenso entre los investigadores sobre el tipo de protocolo que se realizara y la prescripción del mismo.

Según Enric Subirats Bayego et al, la prescripción del ejercicio físico aeróbico debe realizarse entre el 40% del VO₂ estimado o el 50 % de la frecuencia cardiaca máxima, por lo menos tres días a la semana con una duración mínima de 30 minutos diarios, o dos días a la semana con una alta intensidad (80% de la frecuencia cardiaca máxima), con una duración mínima de 20 minutos. Sin embargo hay otros autores como Donge et al que indican que la intensidad

debe empezar sobre el 70% del VO2 o sobre el 60 % de la frecuencia cardiaca máxima.

Al revisar tanto los artículos como las recomendaciones del Colegio Americano de Medicina del Deporte y a su vez a la Asociación Americana del Corazón, se determinó las características que debería tener cada uno de los protocolos (Se revisaron 25 artículos de ejercicio aeróbico y 25 artículos de ejercicio de fuerza, todos los artículos están indexados en revistas científicas).

Se analizaron 50 artículos que fueron la base de la construcción del protocolo de ejercicio físico de fuerza y el protocolo de ejercicio físico aeróbico, se conformó un equipo de médicos y fisioterapeutas para su debido estudio. En este análisis se tuvo en cuenta el nivel de evidencia del artículo, el tipo de estudio, el objetivo del estudio, la población que se aplicó y las similitudes con la población del estudio que se va a realizar, la edad de los participantes, los criterios de inclusión y exclusión y las características de los protocolos que los autores implementaron en los mismos.

Además de esto se pidió a otros miembros pertenecientes al centro médico deportivo (CMD) y a los profesionales de cada uno de las sedes donde se pretendía capturar los pacientes que analizaran las variables de cada protocolo de ejercicio y dieran sus apreciaciones sobre el mismo.

Tabla 2. Protocolo de ejercicio aeróbico

ENTRENAMIENTO AEROBICO. Ejercicio aeróbico en banda sin fin. Caminar o trotar.				
Paciente 1	Semanas	Intensidad	Duración	Frecuencia
	<i>Semana: 1-6</i>	<i>60- 70%FCM</i>	<i>1 hora</i>	<i>3 días/sem</i>
	<i>Semanas: 7-12</i>	<i>70- 80%FCM</i>		

El protocolo de fuerza

Sobre ejercicio físico de fuerza se revisaron algunos artículos [27] y se designó el siguiente protocolo:

Cantidad: 3 días por semana; 3 series de 8 a 10 repeticiones. 10 máquinas diferentes.

Tabla 3. Protocolo de fuerza

PROTOCOLO ENTRENAMIENTO FUERZA			
EJERCICIOS	INTENSIDAD	DURACION	FRECUENCIA
<u>Paciente 2</u>			
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Press vertical</i> • <i>Remo polea</i> • <i>Extensión lumbar máquina</i> • <i>Prensa horizontal maquina</i> • <i>Extensión rodilla sentado</i> • <i>Flexión rodilla sentado</i> • <i>Abdominal brazo de palanca corto</i> • <i>Abductor cadera</i> • <i>Aducción cadera</i> • <i>Halon cerrado polea</i> • <i>Superman</i> • <i>Puente bipodal</i> 	<p><i>Semana 1-6</i></p> <p><i>Entre 60-70% de la RM</i></p> <p><i>Semana 7-12</i></p> <p><i>70-80% de la RM</i></p> <p><i>Se realizará en bloque es decir maquina por maquina</i></p>	<p><i>1 hora</i></p> <p><i>Cantidad: 3 días por semana;</i></p> <p><i>3 series de 8 a 10 repeticiones.</i></p>	<p><i>3 días/sem</i></p>

Realización del programa de ejercicio durante las 12 semanas:

El seguimiento de los dos usuarios se realizó durante tres días a la semana en los horarios que los usuarios podían asistir. El seguimiento comenzaba desde que el usuario llegaba a la sede y se le tomaban los signos vitales. Cada usuario tenía un protocolo (aeróbico o de fuerza) impreso con la sesión que debía realizar ese día. Para el seguimiento se desarrollaron unos formatos que permitieron consignar las variables de interés de los investigadores. Las intensidades del ejercicio serán monitoreadas por frecuencia cardiaca, % de la RM, % VO2 Pico, escala modificada de Borg. Este seguimiento fue realizado por una fisioterapeuta y en algunas ocasiones por un médico.

Parte de garantizar la calidad de la información recolectada se realizaron procesos de estandarización y recolección de datos.

Para tal fin se capacito en la toma de las distintas variables al personal que realizara el seguimiento, después se realizó un entrenamiento en las sedes donde serán reclutados los pacientes en compañía de los médicos y co-investigadores del proyecto.

Los profesionales que recolectaron la información en campo fueron fundamentales ya que no basta con unos instrumentos que estén bien calibrados y estandarizados si las mediciones están erradas, ya que conllevaría a una falta de validez y confiabilidad de los datos que se recolecten.

Durante los tres días semanales de seguimiento a los usuarios se les toma signos vitales.

Para contrarrestar un posible efecto de confusión, se les preguntaba periódicamente (una vez por semana) si estaban realizando un ejercicio físico diferente al protocolo asignado, ya que los resultados pueden verse alterados; si esta respuesta es afirmativa, se consignaba que tipo de ejercicio fue y la duración del mismo, ya que esto si repercutiría sobre los resultados finales, sin embargo cabe anotar que ninguno de los dos participantes realizo ejercicio físico de ningún tipo fuera del CMD.

Resultados:

Para en análisis de resultado se utilizó el porcentaje de cambio como parámetro para comparar los valores iniciales contra los valores finales.

Paciente 1 ejercicio aeróbico

Tabla 4. Resultados

<i>Variable de seguimiento</i>	<i>de</i>	<i>Evaluación inicial</i>	<i>Evaluación Final</i>	<i>% de cambio= Post-pre/pre*100</i>	<i>Porcentaje de variación</i>
<i>Perímetro Cintura Cm</i>	<i>de</i>	<i>110 cm</i>	<i>101 cm</i>	<i>101-110/110*100</i>	<i>8,18% Disminuyo</i>
<i>Glucosa Mg/dL</i>		<i>81 mg/dL</i>	<i>85 mg/dL</i>	<i>85-81/85*100</i>	<i>4,83% Aumento</i>
<i>Tensión Arterial mmHg</i>		<i>120/ 90 mmHg</i>	<i>125/80 mmHg</i>	<i>Sistolica=125-120/120*100 Diastolica=80-90/90*100</i>	<i>Aumento la sistólica el 10,4% y disminuyo la diastólica el 8,8%</i>
<i>Trigliceridos Mg/dL</i>		<i>266 mg/dL</i>	<i>157 mg/dL</i>	<i>157-266/266*100=</i>	<i>40,9,02% Disminuyo</i>
<i>Colesterol HDL Mg/dL</i>		<i>33 mg/dL</i>	<i>28 mg/dL</i>	<i>28-33/33*100</i>	<i>15,15% Disminuyo</i>
<i>Colesterol LDL Mg/dL</i>		<i>106 mg/dL</i>	<i>125 mg/dL</i>	<i>125-106/125*100</i>	<i>17,92% Aumento</i>

Paciente 2 ejercicio de fuerza

Tabla 5. Resultados:

Variable de seguimiento	de	Evaluación inicial	Evaluación Final	% de cambio= Post-pre/pre*100	Porcentaje de variación
Perímetro Cintura	de	112,5 Cm	106,8 cm	106,8- 112,5/112,5*100=	5,05% Disminuyo
Glucosa		96 Mg/dL	99 mg/dL	99-96/96*100	3,12% Aumento
Tensión Arterial		140/ 80 mmHg	134/80 mmHg	Sistolica=134- 140/140*100 Diastólica=80- 80/80*100	Disminuyo la sistólica el 9,5% y la diastólica permaneció igual.
Trigliceridos		158 mg/dL	123 mg/dL	123-158/158*100=	32,2% Disminuyo
Colesterol HDL		33 mg/dL	28 mg/dL	28-33/33*100=	15,15% Disminuyo
Colesterol LDL		109 mg/dL	109 mg/dL	109-109/109*100=	Permaneció igual

Discusión

Perímetro de cintura, triglicérido, colesterol HDL y LDL

El LDL y HDL es uno de los componentes que se analizaron ya que están asociados al síndrome metabólico, la aterosclerosis y la ECV [28]. En el paciente que realizó ejercicio aeróbico (EA) se evidenció que el LDL tuvo un incremento del 17,92% mientras en el paciente de ejercicio de fuerza (EF) no hubo cambios, sin embargo se puede observar que el paciente que realizó EA su VLDL disminuyó un 51,4% mientras que en el paciente que hizo EF hubo un aumento del VLDL de 108%;

Se puede suponer aunque no directamente, que la disminución del VLDL en el paciente de ejercicio aeróbico, es en sí una disminución de los factores de riesgo asociados con el MetS, ya que el VLDL está ligado a moléculas más pequeñas denominadas sdLDL que en este estudio no se midieron, y que son una subclase de colesterol LDL, que a su vez se asocia con el transporte y niveles elevados de triglicéridos (TG) y ácidos grasos libres (FFA) y una disminución de los niveles de HDL [29]; por lo cual este resultado podría indicar que ese 52,9% de disminución en los triglicéridos del paciente de (EA) y un 32,2% en el paciente de EF si reducen los factores de riesgo asociados a MeTs, ya que como lo indica el estudio de Jiahua Fan et al. Los niveles de sdLDL están relacionados con un aumento del perímetro de cintura, triglicéridos altos y un bajo HDL.

En estos dos pacientes el perímetro de cintura disminuyó y los triglicéridos también lo hicieron, por lo cual se podría inferir que hay una disminución de los sdLDL.

El ejercicio físico de fuerza se ha visto como una herramienta útil para disminuir los factores de riesgo cardiometabólicos ligados al MetS, sin embargo en este estudio de caso el paciente que realizó EF se observa que el HDL (que se considera una lipoproteína que protege contra la enfermedad coronaria) [30] en vez de aumentar sus niveles disminuyó, contrario al paciente de EA. Algunos artículos refieren [31] que el HDL en algunas patologías no es un marcador cardioprotector como se venía asegurando, ya que para que cumpla esta función debe ir asociado a un bajo nivel de LDL, aclarando que algunos autores sugieren que es más significativo los valores normales de HDL que los valores altos de LDL¹ y que los niveles elevados de

HDL no significa una disminución de los niveles de LDL, y además acompañado de niveles normales de HDL debe ir la disminución de los TG, (pero también hay unas mutaciones APOA1, ABCA1 o LCAT [32] que pueden generar que el HDL no cumpla una función cardioprotectora).

Sin embargo todas estas teorías y análisis no explican la disminución del HDL por ejercicio físico; en este paciente son muchas las hipótesis que se pueden generar, algunos autores encontraron que los aumentos de HDL por ejercicio físico son escasos y en entrenamiento de ejercicio de fuerza no se encontraron cambios significativos [33]

Uno factor importante que se debe tener en cuenta para próximos estudios es tener un control de la dieta y la ingesta calórica, ya que estos dos elementos si pueden influir directamente en los niveles de HDL y LDL y este seguimiento no se realizó en este estudio.

Glucosa

La glucosa y la insulinemia permanecieron dentro los rangos de normalidad en ambos pacientes. Si bien la insulina en el caso de EA se encontraba en rangos normales y termino de la misma manera, si hubo un aumento significativo de la misma en el caso de EF. Algunos artículos sugieren que el ejercicio físico de fuerza no tiene cambios en los niveles de insulina, ni disminuyen la grasa visceral ni corporal, ni en la resistencia a la insulina [34], pero se podía especular en este caso y como lo muestran otros investigadores en otros estudios [35] que el ejercicio de fuerza aumentará la sensibilidad a la insulina, mejorando el transporte de glucosa en los tejidos. El aumento de la glucosa en sangre no es un valor que el cual se pueda analizar a profundidad ya que esta se encuentra en rangos de valores de normalidad. Por otro lado el aumento de la insulinemia podría estar sujeta a que uno de los efectos del ejercicio físico es mejorar el transporte de la glucosa a los tejidos sin necesidad de la insulina, y este proceso se da como resultado de la fosforilación en las proteínas IRS_1 y en la translocación de los GLUT-4, lo cual hace que se pueda captar glucosa estimulada por la contracción muscular.

Los niveles de glucosa en los dos pacientes permanecieron dentro de los rangos de normalidad. Algunos resultados de otras investigaciones sugieren que el ejercicio de fuerza mejora los niveles de glicemia [36], sin embargo la

evidencia sigue siendo contradictoria, ya que otros autores evidencian en sus investigaciones un aumento de la glucosa [37].

Tensión arterial

En cuanto la tensión arterial se vio cambios tanto en tensión sistólica como en tensión diastólica. Los dos pacientes se encontraban medicados. En el EA hubo una disminución de la TA diastólica de 8,8% y un aumento de la sistólica de 4,16%. Estos resultados aunque son solo de tipo descriptivo son comparables con los encontrados por Jr MacDonald [38] donde se observó un descenso de la presión arterial diastólica de 7mmHg en hipertensos que estaban siendo tratados. Este descenso puede deberse a la disminución de los reactantes de fase aguda o a la disminución del colesterol y los triglicéridos, sin embargo también hay otras teorías que concluyen que la disminución de la tensión arterial diastólica está basada en cambios de la regulación vascular simpática y una vasodilatación dependiente del endotelio [39] [40]; el paciente que realizo EF no hubo cambio en la presión arterial diastólica. La presión sistólica disminuyo un 4,28% en el paciente que realizo EF. Estos resultados están acordes con lo encontrado en otros estudios [41] demostrando que el ejercicio físico aeróbico y el ejercicio físico son eficaces en el control de la hipertensión arterial. En este estudio de caso hay un control de la tensión arterial tanto en EA como en EF ya que ambos están por debajo de los criterios de hipertensión arterial de la IDF. El tratamiento no farmacológico ha sido estudiado y es muy recomendable en pacientes con hipertensión arterial grado I y los resultados son mayores en pacientes hipertensos que en los pacientes normo tensos [42].

Conclusiones

En el presente estudio de caso el objetivo fue describir y analizar los posibles cambios en los parámetros de diagnóstico del síndrome metabólico según la IDF de dos pacientes.

Uno que realizo un protocolo de ejercicio físico de fuerza y el otro que realizo un protocolo de ejercicio físico aeróbico. Otros estudios han demostrado que el ejercicio físico es una herramienta fundamental no farmacológica para el control de la hipertensión arterial [43] y para el control de los diferentes componentes del síndrome metabólico [44] [45].

Los análisis y descripciones de este estudio de caso sugieren que pudo haber una posible disminución de algunos de los factores de riesgo asociados al síndrome metabólico y a la enfermedad cardiovascular. Tanto el paciente EA como el EF disminuyeron el perímetro de cintura, que están asociados al incremento de la PCR y al estado pro inflamatorio de bajo grado que se da en el MetS, que a su vez en concentraciones elevadas disminuyen la adiponectina. Pero una disminución de ese tejido adiposo omental significa una disminución en los adipocitos y por consiguiente en los triglicéridos, además de las LDL. Sin embargo no hubo una disminución de los HDL, y pudo deberse a lo que describe el estudio de Cris A. et al que solo hay cambios en HDL por encima del entrenamiento de las 18 millas/semana en ejercicio aeróbico, y que en definitiva el ejercicio de resistencia produce un gasto menor en un tiempo igual al ejercicio aeróbico, y que no representa cambios ni en grasa visceral ni en HDL.

Se puede especular que si hubo una reducción en ambos pacientes del perímetro de cintura y de los triglicéridos, pudo haber un aumento de la adiponectina. Esta adiponectina es una citoquina que mejora la sensibilidad a la insulina, disminuye la proliferación y activación de células T, aumenta la función endotelial, previene la aterosclerosis, disminuye la HTA relacionada con los niveles bajos de HDL y los niveles altos de LDL [46].

La adiponectina además regula el metabolismo energético, estimula la oxidación de los ácidos grasos y disminuye los triglicéridos plasmáticos.

Esta disminución del perímetro de cintura lo que puede sugerir es una disminución de la grasa visceral y por ende del riesgo cardiometabólico, ya que al disminuir la grasa visceral hay un descenso de los reactantes de fase aguda, ya que el tejido adiposo se comporta como un órgano endocrino [47];

También se ha documentado que el perímetro de cintura es fundamental para el diagnóstico del MetS, ya que tiene una acción endocrina, paracrina y autocrina, activando la respuesta inflamatoria en los adipocitos y en el hepatocito, lo que genera finalmente procesos aterogénicos y resistencia a la insulina [48]. Por eso esta reducción del perímetro de cintura en un programa de ejercicio de tan solo 12 semanas, ya sea de fuerza o aeróbico es un avance

muy importante, claro sin dejar de lado las limitaciones que tiene este estudio y que solo se pretende describir y analizar los resultados.

Ligado a estos resultados también se observa una reducción del porcentaje graso tanto en EA como en EF. El tejido adiposo blanco es un reservorio de energía, la cual es almacenada en los adipocitos en forma de triglicéridos para después ser liberada, como se disminuyó tanto el porcentaje graso como los triglicéridos en EA y en EF, se disminuye el riesgo cardiovascular y cardiometabólico [49]. Cabe destacar que se pueden desglosar cada uno de los resultados.

La tensión arterial tuvo una disminución lo que se considera un efecto protector para enfermedad cardiovascular. Estudios han mostrado que el ejercicio aeróbico disminuye la tensión arterial sistólica TAS entre 5 a 11 mmhg, mientras la tensión arterial diastólica TAD de 3 a 8 mmhg; el ejercicio de fuerza disminuye la TAS en promedio 3 -4 mmhg y la TAD 6,1 [50]. Aunque en este estudio la reducción de TAS y TAD no son mayores, si se debe tener en cuenta que estas reducciones dependerán también de la dieta e ingesta calórica, lo cual se considera una falencia en este estudio de caso.

La RM aumentó significativamente en ambos pacientes. Algunos estudios han arrojado como resultado de sus investigaciones que los bajos niveles de fuerza prensil [51] está asociada a muerte cardiovascular, infarto agudo de miocardio y a accidente cerebro vascular [52]. En el estudio de Darlan Lopez et al [53] sus resultados concluyen que las mujeres que tenían un nivel bajo de fuerza muscular tenían un mayor riesgo cardiovascular asociado a su diagnóstico de MetS, y que las mujeres sin MetS con dos factores de riesgo cardiovascular y con menor fuerza muscular tenían riesgos parecidos a que si tuvieran MetS

El bajo fitness cardiorrespiratorio se ha asociado y establecido como factor de riesgo de enfermedad cardiovascular, sin embargo la fuerza muscular también se relacionó con muerte prematura como factor de riesgo independiente al fitness cardiorrespiratorio [54] por tal razón en este estudio de caso el aumento de la RM se asocia con la disminución del riesgo cardiovascular en estos dos pacientes diagnosticados con MetS.

En ambos tipos de ejercicio físico hay cambios tanto en marcadores metabólicos, antropométricos y de cualidades físicas, que pueden estar relacionados con la disminución del riesgo cardiovascular que se asocia al MetS, sin embargo es muy importante seguir realizando estudios de tipo experimental en todos los grupos etarios, utilizando marcadores complementarios que permitan desarrollar programas de ejercicio físico altamente eficientes y con tiempos de duración cortos al día.

Recomendaciones:

Un aspecto que se debe considerar es poder implementar los programas de ejercicio de una manera más sencilla, sin utilización de grandes espacios y máquinas de fortalecimiento sofisticadas si no haciendo uso de elementos que fácil adquisición o elaboración en los propios hogares.

Los programas de promoción y prevención de las redes públicas distritales y nacionales pueden contribuir junto a la academia a procesos investigativos, que permitan obtener datos confiables de la reducción de los factores de riesgo asociados al MetS por medio del ejercicio físico, para esto se hace necesario estrechar los lazos de las universidades y las redes de atención públicas.

Otro tema importante es que este estudio se generó en primera instancia como un estudio experimental con un número de pacientes mucho mayor, sin embargo para tal propósito se tenían que adquirir unos seguros y pólizas las cuales en su momento no fue posible conseguir en el país, por tal motivo se hace necesario que se discuta en los comités de ética de universidades y hospitales que herramientas de bajo costo como lo es el ejercicio físico, que está comprobado en su efectividad y seguridad se le pueda dar vía libre, obviamente con todas las recomendaciones legales y éticas del caso.

Limitaciones:

- Este estudio de caso al ser parte de un estudio más grande tiene varias limitaciones; la primera es una muestra muy pequeña, lo cual hace que sus resultados solo puedan ser descritos pero no se puedan considerar estadísticamente significativos.
- No hubo un seguimiento y un control de la ingesta calórica ni de la dieta, lo que puede alterar los resultados. En el estudio de S.A Anderssen et al, se vio la necesidad de dar recomendaciones nutricionales dependiendo de los factores de riesgo que presentaran, y estas recomendaciones se dieron tanto al paciente como a su familia, lo cual no estuvo presente en este estudio de caso.
- En este estudio tampoco se tuvo en cuenta el tiempo de exposición a pantallas o tiempo sentado, lo cual contrarrestaría los beneficios del ejercicio físico, esto dependerá de las horas sentado, o de las horas de comportamiento sedentario como lo demuestra la investigación “Does fitness attenuate the relationship between changes in sitting time and health-related quality of life over time in community-dwelling older adults? Evidence from the EXERNET multicenter longitudinal study”

Este estudio de caso abre muchas posibilidades para seguir investigando. Dadas las circunstancias del sistema de salud colombiano y distrital, es importante que se sigan haciendo estudios tipo experimental con muestras más grandes y representativas, tanto de ejercicio físico en pacientes con síndrome metabólico, como en personas con enfermedades crónicas, utilizando los centros locales de actividad física CLAF y los distintos escenarios deportivos, y cargando los costos de la investigación a los programas de promoción y prevención, tanto del régimen subsidiado como del régimen contributivo.

Esto debe plantearse como un compromiso de la academia con la salud de los colombianos, y traducirse en una política pública y por consiguiente estar consignado en el plan decenal de salud colombiano.

Conflicto de intereses

Los dos participantes en este estudio de caso firmaron consentimiento informado y permitieron que sus datos e historia clínica fueran usados con fines académicos e investigativos.

Estos dos usuarios hacen parte de un estudio mayor que fue realizado en la Universidad del Rosario y que tiene aprobación por el comité de ética de la Universidad del Rosario.

El investigador declara no tener ningún conflicto de interés.

Los fondos para esta investigación fueron aportados por la Universidad del Rosario y por el Centro Medico Deportivo Body Tech.

Referencias bibliográficas.

1. Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. Current Hypertension Reports [Internet]. ;20(2).
2. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. Lancet (London, England) [Internet]. 2017 Sep 16 ;390(10100):1151–210.
3. Gammero Sánchez MC. Prevalencia del síndrome metabólico en la población rural del Alentejo. Tesis doctoral. Universidad de Extremadura; 2015
4. Dalleck LC(1,3), Quinn EM(1), Van Guilder GP(2,3), Bredle DL(3). Primary prevention of metabolic syndrome in the community using an evidence-based exercise program. Preventive Medicine [Internet]. ;57(4):392–5
5. Grundy SM. Pre-Diabetes, Metabolic Syndrome, and Cardiovascular Risk. Journal of the American College of Cardiology (JACC) [Internet]. 2012 Feb 14;59(7):635–43.
6. Sarrafzadegan N, Mohammadifard N. Cardiovascular Disease in Iran in the Last 40 Years: Prevalence, Mortality, Morbidity, Challenges and Strategies for Cardiovascular Prevention. Archives of Iranian Medicine (AIM) [Internet]. 2019 Apr ;22(4):204–10. 8.

8. Ochoa GMA(1), Arteaga RA(2). Prevalence of the metabolic syndrome in school children and adolescents of the urban area of Medellín, Colombia. *Iatreia* [Internet].;21(3):260–70.
9. Edgar Navarro Lechuga, Rusvelt Vargas Moranth. Síndrome metabólico en el suroccidente de Barranquilla (Colombia). *Salud Uninorte* [Internet]. 2008 ;(1):40
10. Morton J. *Metabolic Syndrome : Clinical Aspects, Management Options and Health Effects* [Internet]. New York: Nova Science Publishers, Inc; 2017 . (Endocrinology Research and Clinical Developments).
11. Ocampo Plazas, Mary Luz; Sánchez-Arias, Mónica del Rosario; Ramos C, Diana Marcela; Bonilla B, Javier Fernando; Maldonado M, María Angélica; Escalante M, José Ventura Reflexiones del desempeño profesional del fisioterapeuta en el campo de la actividad física *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 10, núm. 2, 2012, pp. 79-88 Universidad del Rosario Bogotá, Colombia.
12. Pico SM, Bergonzoli G, Contreras A. Risk factors associated with the metabolic syndrome in Cali, Colombia (2013): A case-control study. *Biomédica: Revista del Instituto Nacional de Salud* [Internet]. 2019 Mar ;39(1):46–54
13. Rodríguez-Miranda, C. D., Jojoa-Ríos, J. D., Orozco-Acosta, L. F., & Nieto-Cárdenas, O. A. (2017). Síndrome metabólico en conductores de servicio público en Armenia, Colombia / Metabolic syndrome in public service drivers in Armenia, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 19(4), 499–505
14. Carl J. Caspersen, Kenneth E. Powell, Gregory M. Christenson. *Physical Activity, Exercise, and Physical Fitness: Definitions and Distinctions for Health-Related Research*. *Public Health Reports (1974-)* [Internet]. 1985 ;100(2):126
15. Vehí C(1), Falces C(1), Andrea R(1), Sitges M(1), Sarlat MÀ(2), Gonzalo A(3). Nordic walking for cardiovascular prevention in patients with ischaemic heart disease or metabolic syndrome. *Medicina Clinica* [Internet];147(12):537–9.
16. Dalleck LC(1,3), Quinn EM(1), Van Guilder GP(2,3), Bredle DL(3). Primary prevention of metabolic syndrome in the community using an evidence-based exercise program. *Preventive Medicine* [Internet]. ;57(4):392–5.

17. Piepoli MF, Corra U, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Dendale P, Gaita D, et al. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. A position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. EUROPEAN JOURNAL OF CARDIOVASCULAR PREVENTION & REHABILITATION
18. Jaime Gallo-Villegas, Juan Carlos Aristizabal, Mauricio Estrada, Luis H. Valbuena, Raul Narvaez-Sanchez, Jorge Osorio, et al. Efficacy of high-intensity, low-volume interval training compared to continuous aerobic training on insulin resistance, skeletal muscle structure and function in adults with metabolic syndrome: study protocol for a randomized controlled clinical trial (Intraining-MET). *Trials* [Internet]. 2018 ;(1):1
19. Patiño Villada FA, Márquez Arabia JJ, Uscátegui Peñuela RM, Estrada Restrepo A, Agudelo Ochoa GM, Manjarrés LM, et al. Efecto de una intervención con ejercicio físico y orientación nutricional sobre componentes del síndrome metabólico en jóvenes con exceso de peso / Effect of an intervention with physical exercise and nutritional guidance on the components of the metabolic syndrome among young people with overweight. *Iatreia* [Internet]. 2013 ;(1):34.
20. Robinson Ramírez-Vélez, Alejandra Tordecilla-Sanders, Luis Andrés Téllez-T, Diana Camelo-Prieto, Paula Andrea Hernández-Quiñonez, Jorge Enrique Correa-Bautista, et al. Similar cardiometabolic effects of high- and moderate-intensity training among apparently healthy inactive adults: a randomized clinical trial. *Journal of Translational Medicine* [Internet]. 2017 ;(1):1
21. Ramírez-Vélez R(1), Tordecilla-Sanders A(1), Correa-Bautista JE(1), Hernández-Quiñones PA(2), Álvarez C(3,4), Ramírez-Campillo R(4), et al. Effectiveness of HIIT compared to moderate continuous training in improving vascular parameters in inactive adults. *Lipids in Health and Disease* [Internet].];18(1).
22. REBOLLEDO-COBOS R, ADRIANA SARMIENTO L, JURADO-CASTRO V, CARO-FREILE A, YEPES-CHARRIS Y, SILVA CORREA C. Efectos Agudos Del Ejercicio Resistido Sobre Los Niveles De Lecitin Colesterol Acil Transferasa en Algunas Mujeres Postmenopáusicas De La Ciudad De

- Barranquilla (Colombia). Archivos de Medicina (1657-320X) [Internet]. 2017 Jul ;17(2):269–77
23. Velasco-Orjuela GP, Domínguez-Sánchez MA, Hernández E, Correa-Bautista JE, Triana-Reina HR, García-Hermoso A, et al. Acute effects of high-intensity interval, resistance or combined exercise protocols on testosterone – cortisol responses in inactive overweight individuals. *Physiology & Behavior* [Internet]. 2018 Oct 1 :94:401–9.
 24. Ruiz Morales Á, Gómez-Restrepo C. Epidemiología clínica : investigación clínica aplicada [Internet]. 2015
 25. American heart association. United State. 2019. (citado 16 de Julio de 2019) <http://www.heart.org/HEARTORG/>
 26. Kemp GL, Ellestad MH. The current application of maximal treadmill stress testing. *California Medicine* [Internet]. 1967 Nov (5):406–12.
 27. Subirats Bayego E, Subirats Vila G, Soteras Martínez I. Prescripción de ejercicio físico: indicaciones, posología y efectos adversos. *Medicina Clinica* [Internet]. 2012 Jan 1;138(1):18–24
 28. Jiahua Fan, Yangqing Liu, Songping Yin, Nixuan Chen, Xinxu Bai, Qiuyi Ke, et al. Small dense LDL cholesterol is associated with metabolic syndrome traits independently of obesity and inflammation. *Nutrition & Metabolism* [Internet]. 2019
 29. Tsai S-S, Lin Y-S, Chen S-T, Chu P-H. Metabolic syndrome positively correlates with the risks of atherosclerosis and diabetes in a Chinese population. *European Journal of Internal Medicine* [Internet]. 2018 Aug 1 ;54:40–5
 30. Gordon DJ, Probstfield JL, Garrison RJ, Neaton JD, Castelli WP, Knoke JD, et al. High-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. Four prospective American studies. *Circulation* [Internet]. 79(1):8–15
 31. März W(1,2,3), Kleber ME(1,10), Scharnagl H(2), Speer T(4), Zewinger S(4), Ritsch A(5), et al. HDL cholesterol: reappraisal of its clinical relevance. *Clinical Research in Cardiology* [Internet]. ;106(9):663–75
 32. Schaefer EJ, Santos RD, Asztalos BF. Marked HDL deficiency and premature coronary heart disease. *CURRENT OPINION IN LIPIDOLOGY* [Internet];21(4):289–97.

33. Fraga, A. S., Teixeira Ladeira, A. M., Couto de Sa, C. K., & Carvalho Tenorio, M. C. (n.d.). Effect of Exercise on Hdl-C Levels: A Systematic Review of Meta-Analyses. *REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE*, 23(6), 488–494
34. Slentz CA, Bateman LA, Willis LH, Shields AT, Tanner CJ, Piner LW, et al. Effects of aerobic vs. resistance training on visceral and liver fat stores, liver enzymes, and insulin resistance by HOMA in overweight adults from STRRIDE AT/RT. *AMERICAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY-ENDOCRINOLOGY AND METABOLISM* [Internet]. 301(5):E1033–9.
35. Hernán Jiménez Ó, Ramírez-Vélez R. 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* [Internet]. 2011 Jan 1 ;58(4):169–74.
36. Yang Z, Scott CA, Mao C, Tang J, Farmer AJ. Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine (Auckland, NZ)* [Internet]. 2014 Apr;44(4):487–99
37. Christ M, Iannello C, Iannello PG, Grimm W. Effects of a weight reduction program with and without aerobic exercise in the metabolic syndrome. *International Journal of Cardiology* [Internet]. 2004 Jan 1;97(1):115–22
38. MacDonald JR. Potential causes, mechanisms, and implications of post exercise hypotension. *Journal of Human Hypertension* [Internet]. 2002 Apr :16(4):225.
39. Hecksteden A, Gruetters T, Meyer T. Association Between Postexercise Hypotension and Long-term Training-Induced Blood Pressure Reduction: A Pilot Study. *CLINICAL JOURNAL OF SPORT MEDICINE* [Internet;23(1):58–63
40. Sosner P(1,2), Herpin D(1,6), Bosquet L(2), Gremeaux V(3,4,5). High blood pressure and physical exercise. *Annales de Cardiologie et d'Angéiologie* [Internet].;63(3):197–203
41. Cornelissen VA, Buys R, Smart NA. Endurance exercise beneficially affects ambulatory blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *JOURNAL OF HYPERTENSION* [Internet]. 31(4):639–48.
42. Wegmann M, Hecksteden A, Poppendieck W, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, et al. Postexercise Hypotension as a Predictor for Long-Term

- Training-Induced Blood Pressure Reduction: A Large-Scale Randomized Controlled Trial. *CLINICAL JOURNAL OF SPORT MEDICINE* [Internet].;28(6):509–15
43. Sadikot SM, Misra A. The metabolic syndrome: An exercise in utility or futility? *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews* [Internet]. 2007 Jan 1 :1(1):3–21
44. Figueiredo T(1,2,3,4), Miranda H(1), Bentes CM(1), Simão R(1,2), Reis VM(2), Willardson JM(5). Influence of load intensity on postexercise hypotension and heart rate variability after a strength training session. *Journal of Strength and Conditioning Research* [Internet]. ;29(10):2941–8
45. Earl S. Ford. Does Exercise Reduce Inflammation? Physical Activity and C-Reactive Protein among U.S. Adults. *Epidemiology* [Internet]. 2002;13(5):561
46. Guzik TJ(1,2), Korbut R(1,3), Mangalat D(2). Adipocytokines - Novel link between inflammation and vascular function? *Journal of Physiology and Pharmacology* [Internet]. 57(4):505–28.
47. Wronska A, Kmiec Z. Structural and biochemical characteristics of various white adipose tissue depots. *Acta Physiologica* [Internet]. 2012 Jun];205(2):194–208
48. Coon PJ(1,2), Rogus EM(1), Drinkwater D(1,2), Goldberg AP(1), Muller DC(2). Role of body fat distribution in the decline in insulin sensitivity and glucose tolerance with age. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* [Internet];75(4):1125–32
49. Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu C-Y, et al. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments - Association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. *CIRCULATION* [Internet].];116(1):39–48.
50. Aramendi JF, Emparanza JI. Resumen de las evidencias científicas de la eficacia del ejercicio físico en las enfermedades cardiovasculares. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* [Internet]. 2015 Sep 1: 8(3):115–29.
51. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A Jr, Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the

- Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* (London, England) [Internet]. 2015 Jul 18 [cited 2019 Sep 19];386(9990):266–73.
52. Lee M-R, Jung SM, Kim HS, Kim YB. Association of muscle strength with cardiovascular risk in Korean adults Findings from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) VI to VII (2014-2016).
53. Farias DL, Tibana RA, Teixeira TG, Vieira DCL, Tarja V, Nascimento D da C, et al. Elderly women with metabolic syndrome present higher cardiovascular risk and lower relative muscle strength / Idosas com síndrome metabólica apresentam maior risco cardiovascular e menor força muscular relativa. *Einstein* (São Paulo) [Internet]. 2013
54. Kvaavik E, Klepp K-I, Tell GS. Physical fitness and physical activity at age 13 years as predictors of cardiovascular disease risk factors at ages 15, 25, 33, and 40 years: extended follow-up of the Oslo youth study. *Pediatrics* 2009; 123: e80-6