

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**“EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO BAJO OCLUSIÓN VASCULAR EN
PACIENTES CON SARCOPENIA”**

Por

DR. ALAN MAURICIO VÁZQUEZ PÉREZ

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN MEDICINA DEL DEPORTE Y REHABILITACIÓN**

DICIEMBRE, 2018

**“EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO BAJO OCLUSIÓN VASCULAR EN
PACIENTES CON SARCOPENIA”**

Aprobación de la tesis:



Dra. Karina Salas Longoria
Directora de tesis
Coordinadora de Enseñanza de Medicina del Deporte y Rehabilitación



Dr. med Oscar Salas Fraire
Jefe del Departamento Medicina del Deporte y Rehabilitación



Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos y amigos

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo I	Página
RESÚMEN	1
Capítulo II	
INTRODUCCIÓN	3
A. ENTRENAMIENTO BAJO OCLUSIÓN VASCULAR	3
I. DEFINICIÓN	3
II. UTILIDAD	4
III. MECANISMO DE ACCIÓN	5
B. SARCOPENIA	7
I. DEFINICIÓN	7
II. EPIDEMIOLOGÍA	7
III. ETIOLOGÍA	8
IV. DIAGNÓSTICO	9
V. TRATAMIENTO	10
Capítulo III	
JUSTIFICACIÓN	12
Capítulo IV	
HIPÓTESIS	13
Capítulo V	
OBJETIVOS	14
OBJETIVO GENERAL	14
OBJETIVOS ESPECIFICOS	14

Capítulo VI

MATERIAL Y MÉTODOS	15
A. DISEÑO DE ESTUDIO	15
B. SITIO DE ESTUDIO	15
C. FINANCIAMIENTO	15
D. MUESTRA	16
E. CRITERIOS DE SELECCIÓN	17
F. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	20
G. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
H. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	22

Capítulo VII

RESULTADOS.....	27
A. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
B. SUJETOS DEL ESTUDIO	28

Capítulo VIII

DISCUSIÓN	39
A. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	40

Capítulo IX

CONCLUSIÓN	42
------------------	----

Capítulo X

ANEXO 1	43
---------------	----

Capítulo XI

BIBLIOGRAFÍA	44
--------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Comparación de proporciones	16
2. Definición operacional de las variables	20
3. Cronograma de visitas	26
4. Características generales de la población en estudio	28
5. Datos estadísticos de la masa muscular previo y posterior al entrenamiento en ambos grupos	29
6. Comparación de la masa muscular previo y posterior al entrenamiento en ambos grupos	30
7. Datos estadísticos de los picos de torque previo y posterior al entrenamiento en el grupo con entrenamiento convencional	31
8. Datos estadísticos de los picos de torque previo y posterior al entrenamiento en el grupo con EBOV.....	33
9. Comparación de los resultados en los picos de torque máximos a 60° previo y posterior al entrenamiento en el grupo con entrenamiento convencional.....	34
10. Comparación de los resultados en los picos de torque máximos a 60° previo y posterior al entrenamiento en el grupo con EBOV.....	35
11. Datos estadísticos del IMM, dinamometría de prensión y puntaje del SPPB previo y posterior al entrenamiento en ambos grupo.....	36
12. Comparación de los resultados del IMM, dinamometría de prensión y puntaje del SPPB previo y posterior al entrenamiento en ambos grupos.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. KAATSU Nano package	4
2. Mecanismos para el desarrollo de sarcopenia	9
3. Biodex Multi-Joint System 4.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS

MSDs: Enfermedades musculoesqueléticas

ACSM: American College of Sports Medicine

1RM: 1 repetición máxima

EBOV: Entrenamiento bajo oclusión vascular

mmHg: milímetros de mercurio

AQP4: acuaporina 4

S6K1: S6 kinasa 1

mTOR: mammalian target of rapamicine

ARNm: Ácido ribonucleico mensajero

GH: Hormona del crecimiento

OMS: Organización Mundial de la Salud

SPPB: Short Physical Performance Battery

EWGSOP: European Working Group on Sarcopenia in Older People

SPSS: Paquete estadístico para las Ciencias Sociales

IMM: Índice de Masa Muscular

SKU: Standard KAATSU Units

CAPÍTULO I

RESUMEN

La debilidad muscular es altamente prevalente entre las MSDs en todo el mundo. La pérdida de fuerza es un factor de riesgo importante para la osteoartritis, la MSDs más común responsable de la reducción de la función y la calidad de vida de los pacientes, afectando alrededor de 250 millones de adultos en todo el mundo.

La debilidad muscular es cada vez más evidente en poblaciones sanas no lesionadas, como la sarcopenia en adultos mayores. Esto se traduce en una pérdida de la función física debido a la disminución de la masa muscular y la fuerza, la función vascular y la densidad mineral ósea que se producen con el envejecimiento. La sarcopenia parece estar sustentada por la sensibilidad reducida del envejecimiento muscular a estímulos anabólicos como el ejercicio de resistencia. Las consecuencias de la pérdida progresiva y relacionada con la lesión de la fuerza muscular pueden disminuir la calidad de vida.(1)

El ACSM recomienda realizar entrenamiento de fuerza con intensidades mayores o iguales al 70% de 1RM para promover el aumento de la fuerza y la hipertrofia, sin embargo, el entrenamiento de fuerza realizado a intensidades altas

puede no ser viable para las personas que se están recuperando de lesiones ortopédicas, personas con algunas enfermedades crónicas y para los ancianos.(2) Estos individuos pueden ser incapaces de tolerar un estrés mecánico excesivo y los cambios metabólicos asociados. Así, los profesionales de la salud han buscado alternativas de menor intensidad para tales individuos.

Los japoneses desarrollaron un método de entrenamiento de fuerza utilizando intensidades bajas (20–50% 1RM) con restricción de flujo sanguíneo o también llamado entrenamiento KAATSU, para ese propósito hace casi 50 años. Este método ha sido propuesto para individuos que no toleran altas cargas de 1RM (> 70% 1RM), incluidos los atletas lesionados, los pacientes sometidos a rehabilitación cardíaca o después de reconstrucción del ligamento cruzado anterior y los ancianos, este tipo de entrenamiento actúa positivamente en la atrofia muscular al promover una mayor activación muscular. El EBOV también se ha utilizado para aumentar la fuerza, la hipertrofia muscular, la resistencia muscular localizada y la resistencia cardiorrespiratoria.(3)

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN

A. ENTRENAMIENTO BAJO OCLUSIÓN VASCULAR

I. DEFINICIÓN

El EBOV ha demostrado aumentar el tamaño y la fuerza muscular, usando solo el 20-30% de 1RM de un individuo.(4)

El propósito de este entrenamiento es obstruir la circulación venosa, mas no el flujo sanguíneo arterial.

Esta herramienta metodológica se conoce como entrenamiento con oclusión vascular superimpuesta, KAATSU, por su nombre comercial en Japón. Implica la restricción del flujo sanguíneo hacia los músculos ejercitados con el único propósito de aumentar la masa muscular. El entrenamiento KAATSU consiste en realizar el entrenamiento de fuerza de baja intensidad mientras que un manguito relativamente ligero y flexible se coloca en la parte proximal de uno de los miembros inferiores o superiores, el cual proporciona una presión superficial apropiada.(5)

II. UTILIDAD

La utilidad de este entrenamiento se ha demostrado con la aplicación constante de oclusión bajo presiones mayores a los 180 mmHg.(6) Los mecanismos detrás de los beneficios del entrenamiento bajo oclusión vascular ocurren por la disminución del oxígeno disponible para el músculo y la acumulación de metabolitos.



Figura 1. KAATSU Nano Package

III.MECANISMO DE ACCIÓN

Tanto la reducción de oxígeno como la acumulación de metabolitos, aumentan el reclutamiento de fibras musculares. El edema intracelular induce cambios en el anabolismo y catabolismo de las proteínas. Este edema es capaz de inhibir el catabolismo cambiando el equilibrio de proteínas hacia el anabolismo. La investigación en humanos indica que el edema intracelular también puede afectar positivamente el metabolismo a través de la preservación de proteínas y la promoción de la lipólisis.

La acumulación de sangre ocasionada por el EVOB es suficiente para causar cambios en el equilibrio de agua intra y extracelular. El agua pasa por la membrana celular por difusión simple. El EBOV aumenta el gradiente de presión intracelular al extracelular el cual aumenta el flujo de agua en la célula. Otro factor a considerar es la reperfusión del flujo de sangre al músculo ejercitado por medio del EBOV. La restauración del flujo sanguíneo proporciona el estímulo para forzar el líquido al interior de la célula muscular.(7)

Las acuaporinas son una familia de canales de agua transmembrana. La AQP4 es el canal principal que se encuentra en las fibras musculares de contracción rápida y parece estar involucrado en el rápido equilibrio de los gradientes osmóticos creados a partir de la acumulación intracelular de metabolitos. Como consecuencia, esto causa un aumento de flujo de agua en la célula para equilibrar el gradiente osmótico y aumenta de forma transitoria el volumen de las células musculares, activando posteriormente la cascada de señalización de crecimiento.(8)

El incremento de la síntesis proteica del músculo se da por una mayor actividad de la fosforilación de la ribosoma S6K1. La activación de la vía de señalización celular del mTOR, esta involucrada en la hipertrofia muscular tras el EBOV.(9) Existe evidencia de que la fosforilación de la S6K1 en la vía de mTOR, aumenta en respuesta al ejercicio ocluido. Se ha demostrado que la S6K1 desempeña un papel importante en la estimulación de la síntesis de proteínas musculares a través de la regulación alterada de la traducción del ARNm que actúa sobre la vía Akt-mTOR, promoviendo así la hipertrofia muscular.(10)

Factores para el crecimiento del músculo esquelético son los cambios agudos en la GH y la testosterona, en respuesta a una serie aguda de ejercicio de baja intensidad con oclusión vascular, las concentraciones de GH en plasma, aumentaron significativamente por encima de los niveles en reposo. Este aumento de volumen del músculo se relaciona con una pérdida de volumen del plasma.

El aumento en el tamaño del músculo después del EBOV, refleja un cambio de fluido del espacio vascular a los músculos activos con o sin oclusión vascular. Este edema intracelular es detectado por un sensor de volumen intrínseco. La activación de este sensor puede conducir a la activación de una proteína G de una tirosina aún no identificada la cual activa la vía del mTOR.(11) El EBOV para las extremidades inferiores causó un mayor aumento en la concentración plasmática de GH que el ejercicio normal de la misma intensidad y volumen. Si los aumentos en las concentraciones sistémicas de las hormonas anabólicas promueven la hipertrofia muscular, se espera que el EBOV para un musculo dado induzca hipertrofia muscular no solo en el mismo musculo sino también en otros músculos entrenados sin restricción del flujo sanguíneo y/o sin entrenamiento, a esto se le

conoce como “transferencia cruzada de hipertrofia muscular”.(12) Las adaptaciones de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo se han estudiado utilizando varias modalidades de ejercicio y han producido efectos similares en la fuerza e hipertrofia muscular. La efectividad del EBOV con una amplia gama de ejercicios, permite que sea una estrategia de intervención atractiva para los médicos que prescriben planes de rehabilitación que pueden adaptarse a un individuo y sus necesidades específicas de deporte o estilo de vida.(13)

B. SARCOPENIA

I. DEFINICIÓN

En 1989 se acuñó el término de sarcopenia para referirse a la pérdida de masa y tamaño muscular relacionada con la edad. Varios mecanismos están involucrados en el desarrollo de la sarcopenia, alteraciones en las hormonas sexuales, disminución en la síntesis de proteínas, proteólisis, integridad neuromuscular, problemas endocrinos, aumento en el contenido de grasa muscular, cambios en la actividad física y una nutrición inadecuada.(14)

II. EPIDEMIOLOGÍA

La sarcopenia se ha convertido en un concepto fundamental para entender el curso de acción necesario para mantener una buena función en la vejez. El

musculo representa aproximadamente el 40% y 75% de la masa corporal y la masa celular corporal, respectivamente. Estudios anteriores mostraron una masa muscular reducida de hasta el 50% entre las edades de 20 y 80 años. Después de los 50 años de edad, se espera que aproximadamente se pierda del 1-2% de masa muscular por año, lo que se traduce en en disminución de la capacidad aeróbica, perdida de la fuerza muscular, la cual disminuye a un ritmo aun mayor, y de este modo perdida de la capacidad funcional.(15) Esta prevalencia aumenta del 11-50% para la población mayor de 80 años.

La OMS estima que había 600 millones de personas de 60 años o mas en el año 2000 y que este numero se incrementara a 1,2 mil millones para el año 2025. Se estima que la prevalencia de la sarcopenia, basado en los datos de la OMS, afecta a mas de 50 millones de personas hoy en día y que afectara a mas de 200 millones de personas en los próximos 40 años.

III. ETIOLOGÍA

La sarcopenia es una condición con muchas causas y resultados variables. En la practica clínica puede ser útil dividirla en primaria y secundaria. La sarcopenia puede considerarse primaria o relacionada con la edad cuando no existe otra causa evidente mas que el envejecimiento. Se considera secundaria cuando son evidentes una o mas causas. En la mayoría de las personas la etiología de la sarcopenia es multifactorial de modo que la posibilidad de dividir la sarcopenia en primaria o secundaria no sea posible.

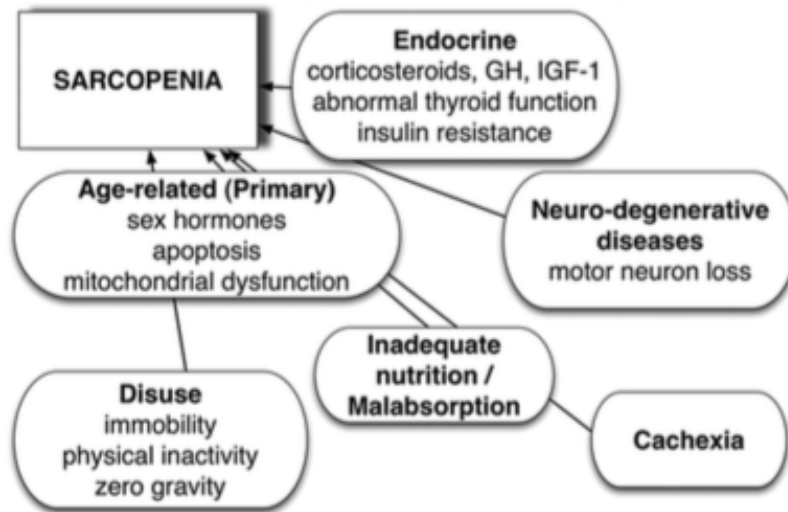


Figura 2. Principales mecanismos para el desarrollo de sarcopenia

IV. DIAGNÓSTICO

Los parámetros de sarcopenia son la masa muscular y su función. Las variables medibles son masa muscular, fuerza y rendimiento físico.(16) La medición de la composición corporal en seres humanos es generalmente en respuesta a la necesidad de describir cualquier deficiencia o exceso de un componente que se cree o se sabe que esta relacionado con riesgo para la salud. Los métodos de medición disponibles van desde métodos simples a complejos, cada uno de ellos tienen limitaciones y cierto grado de error de medición. Los modelos de dos compartimentos, como la Bioimpedancia, dividen el cuerpo en la masa grasa y la masa libre de grasa y es el método mas ampliamente utilizado para estimar la composición corporal en adultos.(17) Existe un menor numero de técnicas validadas para medir la fuerza muscular. Aunque la fuerza de los miembros inferiores es mas relevante que la fuerza de las extremidades

superiores para evaluar la marcha y el rendimiento físico, la fuerza de prensión se utiliza ampliamente y se correlaciona bien con los resultados más relevantes. La fuerza isométrica de prensión se relaciona de manera importante con la fuerza muscular de la extremidad inferior, pico de torque de los extensores de rodilla y área de sección transversal del músculo de la pantorrilla.(18) Existe una relación lineal entre la fuerza de prensión lineal y la discapacidad incidente para las actividades de la vida diaria.(19) Los resultados de la función física pueden ser potenciados por el uso de herramientas que abordan otros aspectos de menor rendimiento, como el SPPB. El SPPB es una prueba sencilla para medir la función de las extremidades inferiores mediante tareas que imitan las actividades diarias. Examina 3 áreas; equilibrio estático, velocidad de la marcha, y sentarse y levantarse de una silla.(20)

V. TRATAMIENTO

El abordaje terapéutico de esta patología está basado en 3 categorías, nutrición, tratamiento hormonal y ejercicio de resistencia para reducir la progresión de la enfermedad y sus comorbilidades. La utilización de aminoácidos aumenta el anabolismo proteínico muscular por lo tanto, la biodisponibilidad proteínica es indispensable para el mantenimiento de la masa muscular. Se recomienda la ingesta proteínica de 1 a 1.2 g/kg/día en la población geriátrica. El ejercicio es el pilar base para tratar la sarcopenia en adultos mayores, específicamente el ejercicio de resistencia que ayude al paciente al fortalecimiento y aumento de la masa muscular. El ejercicio de alta intensidad es el que ha demostrado ser más

eficiente con un tiempo promedio de 10 a 12 semanas de entrenamiento. Existe controversia para recomendar este tipo de ejercicio en ancianos.(21)

CAPÍTULO III

JUSTIFICACIÓN

Este estudio permitirá al médico conocer de forma objetiva y con evidencia sustentada el origen, beneficio y aplicación del EBOV; así como tratar la sarcopenia en pacientes geriátricos y evitar sus complicaciones. Al comprobar la eficacia del EBOV en la sarcopenia se establecerá una rutina de ejercicio que sea segura para el paciente geriátrico y que aumente la fuerza, masa muscular y por ende la funcionalidad. El presente trabajo permite brindar al paciente la tranquilidad de que el uso del EBOV es un tipo de entrenamiento que no es perjudicial y además resulta útil para desaparecer la sarcopenia y evitar complicaciones relacionadas a la misma.

CAPÍTULO IV

HIPÓTESIS

El EBOV aumenta la funcionalidad, fuerza y masa muscular en pacientes geriátricos comparado con el entrenamiento convencional de fuerza.

CAPÍTULO V

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar la eficacia del EBOV como tratamiento de la sarcopenia en pacientes geriátricos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar el uso del EBOV contra el entrenamiento convencional de fuerza para documentar cambios en la misma

Comparar el uso del EBOV contra el entrenamiento convencional de fuerza para documentar cambios en la masa muscular.

Comparar el uso del EBOV contra el entrenamiento convencional de fuerza para documentar cambios en la funcionalidad del paciente.

CAPÍTULO VI

MATERIAL Y METODOS

A. DISEÑO DE ESTUDIO

El tipo de estudio que se llevo acabo corresponde a un ensayo clínico controlado no ciego y aleatorizado.

B. SITIO DE ESTUDIO

Este estudio se realizó en el Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, México.

C. FINANCIAMIENTO

Recursos propios del Departamento.

D. MUESTRA

TIPO DE MUESTREO

Muestra probabilística

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Utilizando una formula para la comparación de proporciones, con una confianza del 95% y una potencia de 80%, se requiere un mínimo de 12 pacientes por grupo, considerando un porcentaje de perdida se incluirán 15 pacientes en cada brazo del estudio.

Tabla 1. COMPARACIÓN DE PROPORCIONES

Tipo de test	BILATERAL
Nivel de confianza ($Z\alpha$)	95%
Poder estadístico	80%
Valor p1	0.5
Valor p2	0.05
TAMAÑO MUESTRAL (n)	15

$$n = \frac{(p_1q_1 + p_2q_2)(K)}{(p_1 - p_2)^2}$$

E. CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Edad >60 años, ambos géneros.
- Sarcopenia (bajo los criterios de la EWGSOP).
- Firma del Consentimiento Informado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Estar bajo un régimen de entrenamiento.
- Estar bajo un régimen nutricional.
- Antecedente de Infarto al miocardio dentro de los 2 años anteriores.
- Cardiopatía, sintomatología de: (dentro de los 10 años anteriores).
 - Estenosis aortica
 - Pericarditis aguda
 - Miocarditis aguda
 - Aneurisma
 - Angina grave
 - Enfermedad valvular clínicamente significativa
 - Arritmia
 - Claudicación
- Tromboflebitis o embolia pulmonar dentro de los 2 años anteriores.
- Antecedente de enfermedad cerebrovascular.
- Enfermedad febril aguda dentro de los 3 meses anteriores.

- Obstrucción grave del flujo aéreo.
- Enfermedad metabólica no controlada.
- Enfermedad sistémica importante activa dentro de los 2 años anteriores.
- Estrés emocional significativo, enfermedad psicótica o depresión dentro de los 2 años anteriores.
- Artritis en extremidad inferior, clasificada por la imposibilidad de realizar contracción máxima en extremidad inferior sin dolor.
- Fractura de miembro inferior dentro de los 2 años anteriores.
- Fractura de miembro superior dentro de los 6 meses anteriores.
- Antecedente de artroscopia en miembro inferior dentro de los 2 años anteriores.
- Cualquier razón de pérdida de movilidad de mas de 1 semana en los 2 meses anteriores o mayor de 2 semanas durante los 6 meses anteriores.
- Presión arterial sistólica en reposo >200mmHg o presión arterial diastólica en reposo >100mmHg.
- Estar bajo tratamiento con beta bloqueadores, digoxina o ausencia de ritmo sinusal.
- Estar bajo tratamiento analgésico.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Deseo de abandonar el protocolo.
- Crisis Hipertensiva.
- Angina de pecho.
- Infección aguda.
- Trombosis Venosa Profunda.
- Tromboembolia Pulmonar.
- Accidente Vascular Cerebral.
- Ausencia del 30% de las sesiones.

F. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Tabla 2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Variable	<i>Definición conceptual</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Fuente de Información</i>	<i>Tipo de Variable</i>
DEPENDIENTE Fuerza	Vigor y capacidad para mover algo o alguien que tenga peso o haga resistencia	Pico de torque máximo en dinamometría isocinética	Expediente Clínico	Cuantitativa Continua
DEPENDIENTE Masa Muscular	Volumen del tejido corporal total que corresponde al musculo	Porcentaje correspondiente a musculo en la composición corporal.	Expediente Clínico	Cuantitativa Continua
INDEPENDIENTE EBOV	Restricción del flujo sanguíneo por medio de un manguito de compresión inflado durante el ejercicio, reduciendo el aporte sanguíneo al musculo.	Standard KAATSU Units	Expediente Clínico	Cuantitativa Discreta

G. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el almacenamiento de datos se utilizara el programa Microsoft Excel y para el procesamiento de datos se utilizara el SPSS.

H. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

POBLACIÓN

Pacientes que cumplan con los criterios de inclusión, provenientes de la Consulta Externa y del Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”.

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Se iniciara el reclutamiento de pacientes identificándolos en la consulta diaria por parte de uno de los investigadores del proyecto o al ser enviados de la consulta de Geriatria. Se les citara al siguiente día para la verificación de los criterios de inclusión en un consultorio privado del Departamento de Medicina del Deporte y Rehabilitación. En esa misma cita se realizara el diagnostico de sarcopenia en base a los criterios descritos por el EWGSOP, por sus siglas en ingles, los cuales se basan en:

- Disminución de la masa muscular, la cual se determinara en el área de Ergometría y Morfología Funcional con un análisis de la composición corporal utilizando como método la Impedancia Bioeléctrica realizada por el InBody 3.0 Body Composition Analyzer.
- Bajo rendimiento físico, se llevara acabo la evaluación del rendimiento físico utilizando el test SPPB, el cual consta de 3 pruebas, equilibrio, velocidad de la marcha y levantarse/sentarse de una silla 5 veces el cual se realizara en el área de Ergometría y Morfología Funcional.

- Disminución de la fuerza muscular, se realizara la evaluación de fuerza de agarre cilíndrico, con registro de fuerza en kilogramos utilizando el Dinamómetro Hidráulico de mano Jamar en el área de Ergometría y Morfología Funcional.

Posteriormente, en el mismo consultorio se dará lugar a la explicación del protocolo de investigación, una vez aclaradas todas las dudas se invitará al paciente a participar en el estudio y se solicitará el consentimiento informado verbal. Una vez aclaradas todas las dudas se llevara acabo la evaluación de fuerza isocinética de los músculos flexores y extensores de codo y rodilla en contracción concéntrica a una velocidad angular de 60° y 180° utilizando el dinamómetro BIODEX Multi-Joint System 4. El rango de movimiento angular de ambas articulaciones se delimitara entre los 0° y 90° en el área de Dinamometría Isocinética.



Figura 3. Biodes Multi-Joint System 4

Por medio de un proceso de aleatorización se designara a los participantes a uno de los dos grupos existentes, un grupo experimental y un grupo control.

Se indicara la fecha de inicio del protocolo el cual consta de 24 sesiones de 1 hora en donde se llevara acabo el EBOV. Durante la primera sesión se llevara al paciente al área de Gimnasio para calcular su RM y se le pedirá al participante que realice contracciones isotónicas con aparatos para, bíceps (curl de bíceps con polea), tríceps (curl de tríceps con polea), cuádriceps (extensión de cuádriceps) e isquiotibiales (curl de pierna), se realizaran de 7 a 10 repeticiones con un peso cómodo para el paciente en donde se realice el ejercicio a lo largo de todo el rango de movimiento de una manera lenta y controlada. Posteriormente se utilizara la formula de Brzycki para calcular el valor del RM del paciente y en base a los resultados obtener el 20% de cada grupo muscular.

Durante el EBOV, la oclusión será impuesta por medio de una banda neumática de 50 a 60 cm de diámetro la cual se colocara, por medio de un investigador capacitado, en el extremo proximal de la extremidad superior e inferior y mantendrá una presión constante, la cual se calculara diariamente basada en los 3 niveles para identificar la presión KAATSU apropiada. La banda contiene una bolsa neumática dentro de su superficie que se encuentra conectada a un sistema de presión electrónico el cual monitorea la presión ejercida, (KAATSU Nano Package). Durante el EBOV los participantes realizaran 4 series de 15 repeticiones cada una utilizando los ejercicios descritos previamente al 20% de 1RM, con 2 minutos de descanso entre cada serie. La frecuencia del entrenamiento será de 3 días a la semana por 8 semanas, durante el protocolo de entrenamiento la banda neumática se mantendrá inflada a una presión

determinada, alrededor de la parte proximal del muslo y brazo al iniciar el ejercicio y la banda neumática continuara inflada durante todo el entrenamiento, incluyendo los periodos de descanso. Al finalizar se desinflara la banda neumática inmediatamente y se procederá al autoestiramiento de los músculos trabajados a base de 2 sesiones de 30 segundos cada uno a una baja intensidad, para así, dar por terminada la sesión.

Durante el entrenamiento de control, los participantes realizaran exactamente el mismo protocolo de ejercicio sin ningún tipo de oclusión vascular.

Al finalizar las 24 sesiones se realizara una nueva Impedancia Bioelectrica, Evaluación de Fuerza Isocinética, Fuerza de Prensión y pruebas funcionales con los mismos criterios establecidos en la primera evaluación y posteriormente una nueva consulta con uno de los médicos investigadores.

Tabla 3. CRONOGRAMA DE VISITAS

N_{o.} VISITA	ACTIVIDADES A REALIZAR
1	<p>Consulta</p> <p>Pruebas Diagnosticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de Prensión • Test de Rendimiento Físico • Impedancia Bioeléctrica <p>Lectura y firma del consentimiento Informado</p> <p>Dinamometria Isocinetica</p>
2-25	<p>Protocolo de Entrenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinación de oclusión y 1RM • Ejercicios Isotónicos • Elongaciones
26	<p>Pruebas Diagnosticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fuerza de Prensión y Dinamometría Isocinética • Test de Rendimiento Físico • Impedancia Bioeléctrica <p>Consulta</p>

CAPÍTULO VII

RESULTADOS

A. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis estadístico con ayuda del paquete estadístico SPSS versión 20.0 (IBM, Armonk, NY, USA) para Windows 7. Se calcularon medidas de tendencia central y de dispersión para las variables numéricas y para las variables categóricas.

Se realizó el test de Kolmogorov-Smirnov para poner a prueba la distribución de las variables numéricas.

Para las variables numéricas paramétricas se realizaron comparaciones mediante la prueba de t de student

Para las variables numéricas no paramétricas se realizaron comparaciones mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Un valor de $p < 0.05$ fue tomado como estadísticamente significativo

B. SUJETOS DEL ESTUDIO

Se seleccionaron un total de 40 pacientes candidatos para el estudio, de los cuales, 7 pacientes se eliminaron por criterios de exclusión y 3 pacientes por criterios de eliminación debido a que superaron el número de faltas. Al final se aceptaron 30 pacientes en total, dando lugar a 15 pacientes por grupo experimental.

De manera general, la edad de los pacientes del estudio fue de 64.97 ± 4.33 años con un 93% de mujeres ($n=28$) y un 6.6% de hombres ($n=2$). La media de puntuación del IMC fue de 28.67 ± 3.4 .

Tabla 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO

Características	General
EDAD	
Media	64.97
DE	4.335
Rango de edad	60-75
SEXO	
Mujer%	93 (28)
Hombre%	6.6 (2)
IMC	
Media	28.67
DE	3.487
Rango	22-36

Previo al entrenamiento, la media de puntuación para la masa muscular en el grupo de entrenamiento convencional fue de 21 ± 2.7 y de 22.8 ± 4.8 para el grupo con EBOV. Posterior al entrenamiento, la media de puntuación para la masa muscular en el grupo de entrenamiento convencional fue de 21.20 ± 3.05 y de 23.13 ± 5.01 (Tabla 5). Mediante una prueba de T, analizándose la relación entre el tipo de entrenamiento y la diferencia de la masa muscular inicial y la masa muscular final se arroja un valor $p=0.424$ para el grupo con entrenamiento convencional y un valor de $p=0.136$ para el grupo con EBOV (Tabla 6).

Tabla 5. DATOS ESTADÍSTICOS DE LA MASA MUSCULAR PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN AMBOS GRUPOS

<i>OCLUSIÓN</i>		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
<i>SIN OCLUSIÓN</i>	Masa Muscular Inicial	21.00	15	2.752	.710
	Masa Muscular Final	21.20	15	3.052	.788
<i>OCLUSIÓN</i>	Masa Muscular Inicial	22.80	15	4.873	1.258
	Masa Muscular Final	23.13	15	5.012	1.294

Tabla 6. COMPARACIÓN DE LA MASA MUSCULAR PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN AMBOS GRUPOS

<i>OCLUSIÓN</i>		Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior	Superior			
<i>SIN OCLUSIÓN</i>	Masa muscular inicial - Masa muscular final	-0.200	.941	.243	-0.721	.321	-0.823	14	.424
<i>OCLUSIÓN</i>	Masa muscular inicial - Masa muscular final	-0.333	.816	.211	-0.785	.119	-1.581	14	.136

Para el grupo con entrenamiento convencional, previo al entrenamiento la media de puntuación para el pico de torque máximo de flexores de codo derecho fue de 22.07 ± 7.4 , pico de torque máximo de flexores de codo izquierdo 22.53 ± 7.9 , pico de torque máximo extensores codo derecho 19.47 ± 6.9 , pico de torque máximo extensores codo izquierdo 18.6 ± 6.3 , pico de torque máximo flexores de rodilla derechos 39.8 ± 17.7 , pico de torque máximo flexores de rodilla izquierdos 32.13 ± 14.09 , pico de torque máximo extensores de rodilla derechos 57.93 ± 18.6 , pico de torque máximo extensores de rodilla izquierdos 61.53 ± 21.7 .

Posterior al entrenamiento la media de puntuación para el pico de torque máximo de flexores de codo derecho fue de 27.53 ± 8.2 ($p=0.023$), pico de torque máximo de flexores de codo izquierdo 27.8 ± 6.3 ($p=0.009$), pico de torque máximo extensores de codo derecho 21.67 ± 9.04 ($p=0.474$), pico de torque máximo

extensores de codo izquierdo 17.8 ± 7 ($p=0.664$), pico de torque máximo flexores de rodilla derechos 38.87 ± 11.7 ($p=0.821$), pico de torque máximo flexores de rodilla izquierdos 37.8 ± 13 ($p=0.011$), pico de torque máximo extensores de rodilla derechos 64.13 ± 16.7 ($p=0.106$), pico de torque máximo extensores de rodilla izquierdos 68.4 ± 20.40 ($p=0.027$) (Tabla 7) (Tabla 9)

Tabla 7. DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS PICOS DE TORQUE MÁXIMOS A 60° PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN EL GRUPO CON ENTRENAMIENTO CONVENCIONAL

OCLUSIÓN		<i>Media</i>	<i>N</i>	<i>Desviación tip.</i>	<i>Error tip. De la media</i>
SIN OCLUSIÓN	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI IZQ INICIAL	22.53	15	7.981	2.061
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI IZQ FINAL	27.80	15	6.327	1.634
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI DER INICIAL	22.07	15	7.459	1.926
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI DER FINAL	27.53	15	8.297	2.142
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI IZQ. INICIAL	18.60	15	6.390	1.650
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI IZQ. FINAL	17.80	15	7.002	1.808
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI DER. INICIAL	19.47	15	6.958	1.796
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI DER. FINAL	21.67	15	9.045	2.335
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. INICIAL	32.13	15	14.091	3.638
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. FINAL	37.80	15	13.023	3.363

PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. INICIAL	39.80	15	17.777	4.590
PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. FINAL	38.87	15	11.753	3.035
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. INICIAL	61.53	15	21.748	5.615
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. FINAL	68.40	15	20.406	5.269
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. INICIAL	57.93	15	18.660	4.818
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. FINAL	64.13	15	16.703	4.313

Para el grupo con EBOV, previo al entrenamiento la media de puntuación para el pico de torque máximo flexores de codo derecho fue de 23.4 ± 6.7 , pico de torque máximo flexores de codo izquierdo 24.47 ± 9.3 , pico de torque máximo extensores de codo derecho 22.73 ± 8.2 , pico de torque máximo extensores de codo izquierdo 20.40 ± 5.5 , pico de torque máximo flexores de rodilla derechos 33.93 ± 14.61 , pico de torque máximo flexores de rodilla izquierdos 30.73 ± 10.61 , pico de torque máximo extensores de rodilla derechos 61.13 ± 28.7 y pico de torque máximo extensores de rodilla izquierdos 61.8 ± 23.55 .

Posterior al entrenamiento, la media de puntuación para el pico de torque máximo flexores de codo derecho fue de 26.8 ± 6.5 ($p=0.015$), pico de torque máximo flexores de codo izquierdo 26.27 ± 6.2 ($p=0.149$), pico de torque máximo extensores de codo derecho 21.73 ± 5.7 ($p=0.576$), pico de torque máximo extensores de codo izquierdo 20.47 ± 6 ($p=0.965$), pico de torque máximo flexores

de rodilla derechos 39.53 ± 15 ($p=0.004$), pico de torque máximo flexores de rodilla izquierdos 39.87 ± 12.2 ($p=0.002$), pico de torque máximo extensores de rodilla derechos 75.67 ± 25.4 ($p=0.000$) y pico de torque máximo extensores de rodilla izquierdos 60 ± 32.4 ($p=0.223$) (Tabla 8) (Tabla 10).

Tabla 8. DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS PICOS DE TORQUE MÁXIMOS A 60° PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN EL GRUPO CON EBOV

OCLUSIÓN		<i>Media</i>	<i>N</i>	<i>Desviación tip.</i>	<i>Error tip. De la media</i>
OCLUSIÓN	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO IZQ. INICIAL	22.53	15	7.981	2.061
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO IZQ. FINAL	27.80	15	6.327	1.634
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO DER. INICIAL	22.07	15	7.459	1.926
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO DER. FINAL	27.53	15	8.297	2.142
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO IZQ. INICIAL	18.60	15	6.390	1.650
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO IZQ. FINAL	17.80	15	7.002	1.808
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO DER. INICIAL	19.47	15	6.958	1.796
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO DER. FINAL	21.67	15	9.045	2.335
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. INICIAL	32.13	15	14.091	3.638
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. FINAL	37.80	15	13.023	3.363

PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. INICIAL	39.80	15	17.777	4.590
PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. FINAL	38.87	15	11.753	3.035
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. INICIAL	61.53	15	21.748	5.615
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. FINAL	68.40	15	20.406	5.269
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. INICIAL	57.93	15	18.660	4.818
PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. FINAL	64.13	15	16.703	4.313

Tabla 9. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LOS PICOS DE TORQUE MÁXIMOS A 60° PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN EL GRUPO CON ENTRENAMIENTO CONVENCIONAL

<i>OCCLUSIÓN</i>		Sig. (bilateral)
<i>SIN</i>	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI IZQ. INICIAL -	.009
<i>OCCLUSIÓN</i>	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI IZQ. FINAL	
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI DER. INICIAL -	.023
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODI DER. FINAL	
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI IZQ. INICIAL -	.664
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI IZQ. FINAL	
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI DER. INICIAL -	.474
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODI DER. FINAL	
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. INICIAL -	.011
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. FINAL	
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. INICIAL -	.821
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. FINAL	
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. INICIAL -	.027
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. FINAL	
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. INICIAL -	.106
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. FINAL	

Tabla 10. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LOS PICOS DE TORQUE MÁXIMOS A 60° PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN EL GRUPO CON EBOV

<i>OCLUSIÓN</i>		Sig. (bilateral)
<i>OCLUSIÓN</i>	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO IZQ. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO IZQ. FINAL	.149
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO DER. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES CODO DER. FINAL	.015
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO IZQ. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO IZQ. FINAL	.965
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO DER. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES CODO DER. FINAL	.576
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA IZQ. FINAL	.002
	PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO FLEXORES RODILLA DER. FINAL	.004
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA IZQ. FINAL	.223
	PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. INICIAL - PICO DE TORQUE MÁXIMO EXTENSORES RODILLA DER. FINAL	.000

La media de puntuación en el IMM previo al entrenamiento fue de 6.33 ± 0.9 para el grupo de entrenamiento convencional y de 6.27 ± 1.1 para el grupo con EBOV, en la dinamometría de prensión la media para el grupo de entrenamiento convencional fue de 17.4 ± 3.3 y de 18.73 ± 5.20 para el grupo con EBOV, en el puntaje del SPPB la media para el grupo con entrenamiento convencional fue de 7.8 ± 0.56 y de 7.73 ± 0.59 para el grupo con EBOV (Tabla 9).

Posterior al entrenamiento, la media de puntuación en el IMM para el grupo con entrenamiento convencional fue de 8.47 ± 0.99 ($p=0.001$) y de 8.60 ± 1.4 ($p=0.001$) para el grupo con EBOV, en la dinamometría de prensión para el grupo con entrenamiento convencional la media fue de 21.87 ± 4.03 ($p=0.001$) y de 24.27 ± 5.02 ($p=0.001$) para el grupo con EBOV, en cuanto al puntaje del SPPB, la

media para el grupo con entrenamiento convencional fue de 10.20 ± 1.01 ($p=0.000$) y de 10.47 ± 1.24 ($p=0.001$) para el grupo con EBOV (Tabla 10).

Tabla 11. DATOS ESTADÍSTICOS DEL IMM, DINAMOMETRÍA DE PRENSIÓN Y PUNTAJE EN EL SPPB PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN AMBOS GRUPOS

OCLUSIÓN		<i>N</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación típica</i>	
SIN OCLUSIÓN	IMM INICIAL	15	6.33	.900	
	DINAMOMETRIA DE PRENSIÓN INICIAL	15	17.40	3.334	
	SCORE SPPB INICIAL	15	7.80	.561	
	IMM FINAL	15	8.47	.990	
	DINAMOMETRIA DE PRENSIÓN FINAL	15	21.87	4.033	
	SCORE SPPB FINAL	15	10.20	1.014	
	OCLUSIÓN	IMM INICIAL	15	6.27	1.100
	DINAMOMETRIA DE PRENSIÓN INICIAL	15	18.73	5.203	
	SCORE SPPB INICIAL	15	7.73	.594	
OCLUSIÓN	IMM FINAL	15	8.60	1.454	
	DINAMOMETRIA DE PRENSIÓN FINAL	15	24.27	5.021	
	SCORE SPPB FINAL	15	10.47	1.246	

Tabla 12. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL IMM, DINAMOMETRÍA DE PRENSIÓN Y PUNTAJE EN EL SPPB PREVIO Y POSTERIOR AL ENTRENAMIENTO EN AMBOS GRUPOS

OCLUSIÓN		<i>IMM INICIAL - IMM FINAL</i>	<i>DINAMOMETRIA DE PRENSIÓN INICIAL - DINAMOMETRIA DE PRENSIÓN FINAL</i>	<i>SCORE SPPB INICIAL - SCORE SPPB FINAL</i>
SIN OCLUSIÓN	Z	-3.439 ^b	-3.420 ^b	-3.482 ^b
	Sig. asintót. (bilateral)	.001	.001	.000
OCLUSIÓN	Z	-3.332 ^b	-3.415 ^b	-3.441 ^b
	Sig. asintót. (bilateral)	.001	.001	.001

Al ser una muestra no paramétrica se evaluaron las medianas de las diferencias entre el IMM, la dinamometría de prensión y el puntaje del SPPB inicial y final de ambos grupos, utilizando la formula de prueba de los rangos con signo de Wilcoxon. En el grupo con entrenamiento convencional, previo al entrenamiento, se encontró una mediana en el IMM inicial de 6.00 con un valor mínimo de 6 y un valor máximo de 7, en la dinamometría de prensión la mediana fue de 19.00 con un valor minimo de 16 y un valor máximo de 19, mientras que para el puntaje del SPPB la mediana fue de 8.00 con un valor mínimo de 8 y un valor máximo de 8. Posterior al entrenamiento la mediana del IMM para el grupo con entrenamiento convencional fue de 8.00 con un valor minimo de 8 y un valor máximo de 9, en la dinamometría de prensión la mediana fue de 22.00 con un valor minimo de 20 y un valor máximo de 26, mientras que para el puntaje del SPPB la mediana fue de 10.00 con un valor minimo de 10 y un valor máximo de 11.

En el grupo con EBOV previo al entrenamiento, la mediana del IMM fue de 6.00 con un valor mínimo 5 y un valor máximo de 7, la mediana de la dinamometría de prensión fue de 19.00 con un valor mínimo de 15 y un valor máximo de 20 y para el puntaje del SPPB la mediana fue de 8.00 con un valor mínimo de 8 y un valor máximo de 8. Posterior al entrenamiento, el grupo con EBOV obtuvo una mediana en el IMM de 9.00 con un valor mínimo de 8 y un valor máximo de 10, en la dinamometría de prensión la mediana fue de 23.00 con un valor mínimo de 20 y un valor máximo de 27 y en el puntaje del SPPB la mediana fue de 10.00 con un valor mínimo de 10 y un valor máximo de 12 (Tabla 11).

CAPÍTULO VIII

DISCUSIÓN

El presente estudio demostró cambios estadísticamente significativos utilizando el entrenamiento de fuerza bajo oclusión vascular en el índice de masa muscular, fuerza de prensión de la mano dominante y en el test de funcionalidad así como en el pico de torque máximo a una velocidad angular de 60° en los músculos flexores de codo, flexores y extensores de rodilla. Se obtuvieron resultados similares en el grupo de entrenamiento convencional.

Los cambios en cuanto a la masa muscular fueron mayores en el grupo de entrenamiento bajo oclusión vascular pero estos no fueron estadísticamente significativos para ninguno de los dos grupos, probablemente esto se deba a que no se llevo a cabo ningún tipo de dieta especial para los participantes ya que el objetivo era estudiar los efectos de la oclusión vascular durante el ejercicio.

Takahiro et al en el 2009 comparo a 21 masculinos jóvenes sometidos a un entrenamiento de fuerza en gimnasio durante 8 semanas, a los cuales dividió en 4 grupos, 1 grupo sin oclusión y el resto de los grupos con 50, 150 y 250mmHg de presión oclusiva respectivamente. Los resultados obtenidos en cuanto a los cambios en la fuerza muscular fueron estadísticamente significativos utilizando

oclusiones tan bajas como 50mmHg para los flexores de rodilla, sin embargo los extensores de rodilla permanecieron sin cambios significativos para los 4 grupos.(6)

La oclusión implementada en el presente estudio fue calculada individualmente para cada uno de los participantes y se recalculaba en todas y cada una de las sesiones, el rango de oclusión va desde valores de 250 SKU hasta 280 SKU para las extremidades superiores y de 180 SKU hasta 220 SKU para extremidades inferiores. Se observó que oclusiones por arriba de estos rangos causaban parestesias, dolor e incomodidad.

En el estudio realizado, a pesar de que los cambios fueron estadísticamente significativos en ambos grupos, el grupo de entrenamiento bajo oclusión vascular obtuvo un mayor aumento en todas las variables comparado con el grupo que entrenó de manera convencional.

A. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La frecuencia de las sesiones de entrenamiento se basaron en las recomendaciones para personas adultos mayores del ACSM y se fijo un máximo de 8 semanas de entrenamiento tomando en cuenta las características de los pacientes reclutados –pacientes de la tercera edad que dependen de alguien mas económicamente, para trasladarse, pacientes con enfermedades crónico degenerativas- y así evitar la deserción de los mismos. Probablemente se necesite un periodo mayor de entrenamiento y la implementación de una dieta

individualizada a las necesidades de los participantes para observar un aumento significativo en la masa muscular.

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos de este estudio, se puede concluir que utilizar la oclusión vascular durante la realización de ejercicio de fuerza con aparatos, es un método seguro y eficaz para los pacientes mayores de 60 años ya que mejora la fuerza muscular y la funcionalidad. El entrenamiento convencional de fuerza con aparatos también demostró mejorías significativas para la fuerza muscular y la funcionalidad comparado con el EBOV. Ninguno de los pacientes presento efectos adversos de ningún tipo. Por lo tanto podemos concluir que no se logró cumplir la hipótesis de trabajo propuesta para esta tesis ya que no es estrictamente necesario utilizar la oclusión vascular en pacientes con sarcopenia para obtener cambios significativos en fuerza muscular y funcionalidad.

No se observaron cambios significativos en la masa muscular en ninguno de los dos grupos, probablemente por el tiempo de entrenamiento y la dieta de los participantes, también, se podrían utilizar otros métodos mas específicos para medir esta variable, por lo que se debe de estudiar esta asociación en estudios posteriores.

CAPÍTULO X

ANEXO 1

SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY TEST

Date:

Balance Score

Unable to hold side by side stance for >9 seconds		0 points
Side by side stance for 10 sec but unable to hold semitandem for 10 sec		1 point
Semitandem for 10 sec unable to hold full tandem for >2 sec		2 points
Full tandem for 3-9 sec		3 points
Full tandem for 10 sec		4 points

Walk Score (4 Meter or 13.12 feet)

Unable to walk		0 points
If time is more tan 8.70 seconds		1 point
If time is 6.21 to 8.70 seconds	Time 1:	2 points
If time is 4.82 to 6.20 seconds		3 points
If time is less tan 4.82 seconds	Time 2:	4 points

Chair Stand Score

If the participant was unable to complete the 5 chair stands		0 points
If chair stand time is 16.7 seconds or more		1 point
If chair stand time is 13,7 to 16.6 seconds		2 points
If chair stand time is 11.2 to 13.6 seconds	Time:	3 points
If chair stand time is 11.1 seconds or less		4 points

Total Score:

Converted Gait Velocity (13.12/time in seconds)*0.68=mph)

CAPÍTULO XI

BIBLIOGRAFÍA

1. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD, Park G. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation : a systematic review and meta-analysis. 2017;1003–11.
2. Communications S. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. 2009;687–708.
3. Neto GR, Novaes JS, Dias I, Brown A, Vianna J, Cirilo-sousa MS. Effects of resistance training with blood flow restriction on haemodynamics : a systematic review. 2016;1–8.
4. Lowery RP, Joy JM, Loenneke JP, de Souza EO, Machado M, Dudeck JE, et al. Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. Clin Physiol Funct Imaging. 2014;34(4):317–21.
5. Sato Y. The history and future of KAATSU Training. Int J KAATSU Train Res [Internet]. 2005;1(1):1–5. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ijktr/1/1/1_1_1/_pdf
6. Sumide T, Sakuraba K, Sawaki K, Ohmura H, Tamura Y. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. J Sci Med Sport. 2009;12(1):107–12.
7. Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bembem MG. The anabolic

benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Med Hypotheses* [Internet]. Elsevier Ltd; 2012;78(1):151–4.

Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mehy.2011.10.014>

8. Frigeri A, Nicchia GP, Balena R, Nico B, Svelto M. Aquaporins in skeletal muscle: reassessment of the functional role of aquaporin-4. *FASEB J*. 2004;18(7):905–7.
9. Fry CS, Glynn EL, Drummond MJ, Timmerman KL, Fujita S, Abe T, et al. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *J Appl Physiol* [Internet]. 2010;108(5):1199–209. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2867530&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
10. Fujita S, Abe T, Drummond MJ, Cadenas JG, Hans C, Sato Y, et al. Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. 2014;(June 2007):903–10.
11. Abe T, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Bemben MG. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: A brief review. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012;32(4):247–52.
12. HARUHIKO MADARAME, MITSUO NEYA, EISUKE OCHI, KOICHI NAKAZATO, YOSHIAKI SATO NI. Cross-Transfer Effects of Resistance Training with Blood Flow Restriction. *Med Sci Sports Exerc*. 2008;258–63.
13. Bretton Thurston JFB. Blood flow restricted training: applications, mechanisms, and future directions. *Heal Fit J Canada*. 2017;10(1):3–16.

14. Janssen I. The Epidemiology of Sarcopenia. Clin Geriatr Med [Internet]. Elsevier Ltd; 2011;27(3):355–63. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cger.2011.03.004>
15. Article R. Sarcopenia in the elderly : 2012;388–96.
16. Universitet U, Grave-casselardit H La, Republic C, Sciences S. Sarcopenia : European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. 2010;(April):412–23.
17. Manuscript A. NIH Public Access. 2009;1–12.
18. Lauretani F, Russo CR, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Iorio A Di, et al. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility : an operational diagnosis of sarcopenia. 2003;21225:1851–60.
19. Manuscript A, Strength H. Author Manuscript. 2007;61(8):859–65.
20. Puthoff ML. Outcome Measures in Cardiopulmonary Physical Therapy : Short Physical Performance Battery. 2008;19(1):17–22.
21. William G, Fhara M, Laura O. Sarcopenia, una patología nueva que impacta a la vejez. Rev Colomb Endocrinol Diabetes Metab. 2018;5(1):28–36.