



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGÍA

**Efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en
adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que
sean inactivos físicamente en términos de composición corporal en
un período de 6 semanas en la ciudad de Temuco**

Autores:

Valentina Salazar Fuentes

Daniel Venegas Jara

Maximiliano Villalobos
Hernández

Profesor guía:

Francisco Soto

Temuco, octubre 2019



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGÍA

**Efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en
adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que
sean inactivos físicamente en términos de composición corporal en
un período de 6 semanas en la ciudad de Temuco**

Autores:

Valentina Salazar Fuentes

Daniel Venegas Jara

Maximiliano Villalobos
Hernández

Profesor guía:

Francisco Soto

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que sean inactivos físicamente sobre la de composición corporal en un período de 6 semanas en la ciudad de Temuco.

Diseño de investigación: Protocolo de estudio cuasi-experimental.

Método: El estudio se aplicará en 53 sujetos que padezcan obesidad tipo 1 y que sean físicamente inactivos, los cuales previamente deben cumplir con los criterios de inclusión y exclusión. Estos serán divididos en 4 grupos por razones de espacio. Cabe destacar que los 4 grupos serán tratados con el mismo protocolo de intervención, el cual consiste en realizar 4 ejercicios centrados en miembro inferior aplicados con Entrenamiento de Restricción del Flujo Sanguíneo. A todos los sujetos se les realizarán evaluaciones medidas a través de absorciometría dual de rayos x (DEXA), examen con el cual se medirán las variables de resultado: masa muscular, masa grasa, masa ósea y distribución corporal de la masa grasa; al comienzo y al final de la intervención con la finalidad de observar cómo varía la composición corporal.

Conclusión: Los resultados del estudio determinarán el efecto del ERFs en el cambio de la composición corporal en términos de masa muscular, masa grasa y

masa ósea en personas con obesidad tipo 1 que sean inactivas físicamente. Estos resultados podrían ayudar en gran manera a cambiar el paradigma sobre el tratamiento de la obesidad, ya que el ERFS se perfilaría como un tipo de ejercicio efectivo y seguro en el manejo de esta patología.

Abstract

Objective: To determine the effect of Blood Flow Restriction Training in adults of active working age who suffer from type I obesity and who are physically inactive in terms of body composition in a period of 6 weeks in Temuco.

Study design: Quasi-experimental study protocol.

Method: The study will be applied in 53 subjects who suffer from type 1 obesity and who are physically inactive, who must previously meet the inclusion and exclusion criteria. These will be divided into 4 groups for reasons of space. It must be emphasised that the 4 groups will be treated with the same intervention protocol, which consists in performing 4 exercises centered on the lower limb applied with Blood Flow Restriction Training. All subjects will undergo evaluations measured through dual x-ray absorptiometry (DEXA), an exam with which the outcome variables will be measured: muscle mass, fat mass, bone mass and body distribution of fat mass; at the beginning and end of the intervention in order to observe how body composition varies.

Conclusion: The results of the study will determine the effect of ERFS on changing body composition in terms of muscle mass, fat mass and bone mass in people with type 1 obesity who are physically inactive. These results could help to change the paradigm on the treatment of obesity, since the ERFS would be profiled as a type of effective and safe exercise in the management of this pathology.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco por sobre todo a mi familia y a Dios por dejarme ser parte de ella, son el pilar esencial en mi vida, con el cual siempre puedo contar. No estaría en esta instancia de no ser por ellos, cada uno de los cuales me apoya a su manera, eso lo hace especial sin duda alguna. Espero que esto pueda retribuir en parte todo lo que me han otorgado.

También, quisiera agradecer a mis compañeros, Valentina y Maximiliano por haber sido una grata compañía la mayor parte del tiempo de este largo proceso de aprendizaje. Hicieron que todo fuera más sencillo, divertido y emocionante. Para finalizar, me gustaría dar las gracias al Klgo. Francisco Soto, nuestro profesor guía, por haber esclarecido cada duda que teníamos y por habernos brindado su apoyo desde el primer momento.

Daniel

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, la que me ha acompañado en cada momento de mi vida, quienes me guían y me motivan a lograr cada objetivo que me propongo. Sé que cada logro mío, es un orgullo en ellos.

En segundo lugar, a Dios, por permitirme estudiar esta carrera, la cual me ilusiona día a día y me incentiva a crecer como persona y futuro profesional.

A mis compañeros, Valentina y Daniel, por la dedicación, el esfuerzo y la constancia en cada tarde y noche trabajando en nuestro proyecto. Y por último a nuestro profesor guía Francisco Soto, por su disposición, entrega y apoyo en todo el largo proceso.

Maximiliano

Primero que todo agradecer a mi familia, la cual ha sido la motivación en todo lo que es mi proceso de formación tanto como profesional y como persona. Sin lugar a dudas gracias a ellos he logrado llegar hasta acá y me siento realmente afortunada de contar con ellos.

Por otra parte, agradecer también a mis compañeros Daniel y Maximiliano, con quienes hemos recorrido un largo proceso de aprendizaje. Gracias por el compromiso, la tolerancia y disposición de siempre a la hora de trabajar en equipo.

Por último, agradecer a nuestro profesor Francisco Soto el cual siempre estuvo dispuesto a ayudarnos y motivarnos en la realización de este proyecto.

Valentina

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS	8
LISTA DE FIGURAS	8
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	12
I.1 Obesidad en población a nivel mundial y nacional	12
I.2 Inactividad física en población a nivel mundial y nacional	15
I.3 Modelo patocinesiológico	17
I.4 Importancia clínica del modelo	18
I.5 Hipertrofia muscular.....	20
I.6 Entrenamiento con Restricción del Flujo Sanguíneo.....	22
I.7 Origen del ERFS	23
I.8 Mecanismos a través de los cuales el ERFS produce hipertrofia y fuerza musculares	25
I.9 Absorciometría con rayos X de doble energía	30
CAPITULO II REVISIÓN DE LA LITERATURA	31
II.1 PREGUNTA DE BÚSQUEDA	31
II.2 BÚSQUEDA SISTEMÁTICA.....	31
II.3 RECURSOS DE BÚSQUEDA	32
II.4 ANÁLISIS CRÍTICO.....	40
CAPÍTULO III DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	49
III.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	49
III.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	50
III.3 JUSTIFICACION DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACION.....	51
Análisis FINER	51

III.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	55
III.4.1 OBJETIVO GENERAL	55
III.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	55
III.5 DISEÑO DE ESTUDIO	56
CAPITULO IV MATERIALES Y MÉTODOS	58
IV.1 SUJETOS DEL ESTUDIO	58
IV.1.2 POBLACIÓN ACCESIBLE	58
IV.1.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	58
IV.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD	59
IV.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN	59
IV.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	59
IV.3 TAMAÑO MUESTRAL	60
IV.4 VARIABLES Y MEDICIONES	60
IV.4.1 VARIABLE DE INTERVENCIÓN	60
IV.4.2 VARIABLES DE RESULTADO	61
IV.4.3 VARIABLES DE CONTROL O BASALES	62
CAPÍTULO V INTERVENCIONES	64
V.1 PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN	64
CAPITULO VI PROPUESTA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	72
VI.1 HIPÓTESIS DEL ESTUDIO	72
VI.1.1 HIPÓTESIS ESTADÍSTICA	72
VI.2 MANEJO DE DATOS	73
VI.2.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO	73
VI.2.2 ANALISIS INFERENCIAL.....	74
CAPÍTULO VII CONSIDERACIONES ÉTICAS	75
VII.1 PRINCIPIOS ETICOS	75
CAPÍTULO VIII ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO	78
VIII.1 ADMINISTRACIÓN	78
VIII.2 EQUIPO DE INVESTIGACION	78
VIII.3 PRESUPUESTO	79
VIII.4 PROPUESTA DE CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	81
ANEXOS.....	85
ANEXO 1	85

ANEXO 2	87
BIBLIOGRAFÍA	92

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: “Términos utilizados en plataforma Pubmed”

Tabla 2: “Variables de intervención”

Tabla 3: “Variables de resultados”

Tabla 4: “Variables de control o basales”

Tabla 5: “Resumen de sesión tipo”

Tabla 6: “Resumen de gastos en recursos materiales”

Tabla 7: “Resumen de gastos en recursos humanos”

Tabla 8: “Resumen de gastos en recursos operacionales”

Tabla 9: “Carta Gantt”

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: “Estado de nutrición- Encuesta Nacional de Salud 2016-17”

Figura 2: “Resumen de mecanismos para la hipertrofia muscular”

Figura 3: “Ejercicio en bicicleta”

Figura 4: “Ejercicio de movilidad articular”

Figura 5: “Ejercicio de movilidad articular”

Figura 6: “Ejercicio de extensión de rodillas”

Figura 7: “Ejercicio de extensión de rodillas”

Figura 8: “Ejercicio de flexión de rodillas”

Figura 9: “Ejercicio de flexión de rodillas”

Figura 10: “Ejercicio de flexión de cadera”

Figura 11: “Ejercicio de flexión de cadera”

Figura 12: “Ejercicio de abducción de cadera”

Figura 13: “Ejercicio de abducción de cadera”

Figura 14: “Ejercicio de estiramiento muscular”

Figura 15: “Ejercicio de estiramiento muscular”

INTRODUCCIÓN

La obesidad es una enfermedad, compleja y multifactorial, que suele iniciarse en la infancia y la adolescencia, y que tiene su origen en una interacción genética y ambiental, siendo más importante la parte ambiental o conductual, que se establece por un desequilibrio entre la ingesta alimentaria y el gasto energético. Esta patología tiene una gran importancia no tan sólo a nivel mundial, sino que también en Chile en donde la incidencia aumenta, lo que, asociado a las conductas sedentarias, inactividad física y estrés, contribuye al desarrollo de enfermedades cardiovasculares, siendo estas un gran problema en salud pública y una de las principales causas de muerte en Chile.

En el contexto de la inactividad física y la prescripción de ejercicios en esta población, es donde toma fuerza e importancia el rol del kinesiólogo, el que debe mantenerse actualizado sobre cuáles son los métodos terapéuticos más efectivos y con mayor evidencia clínica como científica para abordar de forma integral las condiciones y complicaciones que presente cada usuario. Aquí no solo se observa la patología como tal, sino que se abordan todas las consecuencias que esta conlleva tanto en el sistema músculo esquelético, cardiovascular y en el ámbito psicológico, las cuales están directamente relacionadas con el kinesiólogo. Esto se basa en el modelo patocinesiológico, el cual explica que las anomalías patológicas son el origen de las alteraciones, lo que provoca posteriormente, alteraciones del movimiento, limitación funcional y con frecuencia discapacidad.

En cuanto a la recuperación funcional del paciente, se debe mencionar el rol del ejercicio físico en el modelo patocinesiológico, en donde se puede incorporar el concepto de ejercicio adaptado, aplicado a aquellas personas que no pueden llevar a cabo el ejercicio de manera tradicional por alguna condición física. Aquí es donde toma protagonismo el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (ERFS) como ejercicio adaptado; que consiste en la aplicación de manguitos presurizables en las extremidades para restringir el retorno venoso sanguíneo, el cual nace como método novedoso y alternativo para poblaciones que no sean capaces de movilizar altas cargas, en este caso, en sujetos que padezcan obesidad, y que además sean físicamente inactivos, debido al gran estrés mecánico al que se verían sometidas las articulaciones y al bajo nivel de acondicionamiento físico que presentan.

El ERFS mediante distintos mecanismos genera cambios en la composición corporal, específicamente en la masa muscular, aumentando la fuerza y volumen de esta. Se podría inferir, con la información presentada en este proyecto de investigación que mediante estos mismos mecanismos se generan cambios en otros componentes de la composición corporal, con esto la intervención se perfilaría como una nueva opción terapéutica para el abordaje de la obesidad y una herramienta dentro del quehacer kinésico.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

I.1 Obesidad en población a nivel mundial y nacional

La preocupación por la obesidad radica no solo por sus efectos directos sobre la salud y calidad de vida de las personas, sino además por su fuerte asociación con las principales enfermedades no transmisibles de nuestro tiempo: cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, hipertensión arterial, osteoarticulares y algunos tipos de cáncer. La obesidad puede llegar a reducir la esperanza de vida hasta en diez años y representa una elevada carga económica para el individuo y la sociedad (1).

Por otra parte, la obesidad es una enfermedad, compleja y multifactorial, que suele iniciarse en la infancia y la adolescencia, y que tiene su origen en una interacción genética y ambiental, siendo más importante la parte ambiental o conductual, que se establece por un desequilibrio entre la ingesta y el gasto energético (2).

Este problema sanitario constituye una epidemia global. De acuerdo a la OMS, la prevalencia a nivel mundial se ha triplicado entre 1975 y 2016, alcanzando cifras de más de 1,9 billones de adultos de 18 años o más con sobrepeso, de los cuales, 650 millones eran obesos, representando 13% de la población adulta a nivel mundial. Así, la población ha incrementado su índice de masa corporal (IMC) en 1 kg/m² por década (3).

La obesidad se ha convertido en una pandemia y en uno de los problemas de salud más importantes a nivel mundial desde el siglo pasado (4).

En los últimos 50 años, la prevalencia de obesidad ha aumentado en todo el mundo a proporciones pandémicas. Según el estudio más reciente que proporciona tendencias en IMC para todos los países del mundo la prevalencia de obesidad aumentó en todos los países entre 1975 y 2016 (5).

Un aumento acelerado en el IMC fue particularmente observado en el sur de Asia (incluyendo Bangladesh, Bután, India, Nepal y Pakistán), sudeste asiático (Indonesia, Malasia, Filipinas, Sri Lanka, Tailandia y Vietnam), el Caribe (Belice, Cuba, República Dominicana, Jamaica y Puerto Rico) y el sur de América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) (5).

Chile no escapa a esta realidad, con una prevalencia alta y creciente en todas las etapas de la vida, que determina la existencia de aproximadamente 4 millones de personas obesas en el país. Estudios del Ministerio de Salud demuestran que representa la segunda causa de años de vida perdidos por muerte o por discapacidad prematura y la sexta causa de muerte a nivel nacional.

Factores demográficos, socioeconómicos y relacionados con la oferta de alimentos y estilos de vida han determinado cambios importantes en las conductas alimentarias y de actividad física de la población chilena. Ello se ha reflejado en un incremento de la obesidad durante todo el ciclo vital, con los negativos efectos que determina en el riesgo de desarrollar diversas enfermedades crónicas. Según la Encuesta Nacional de Salud del 2016-17 existe un 31,1% de obesidad en la población adulta, superior a lo observado en la encuesta 2010, la cual arrojó un 22,9% en todo el país. El gran desafío es definir y aplicar estrategias costo-

efectivas para su prevención durante todo el ciclo vital (1).

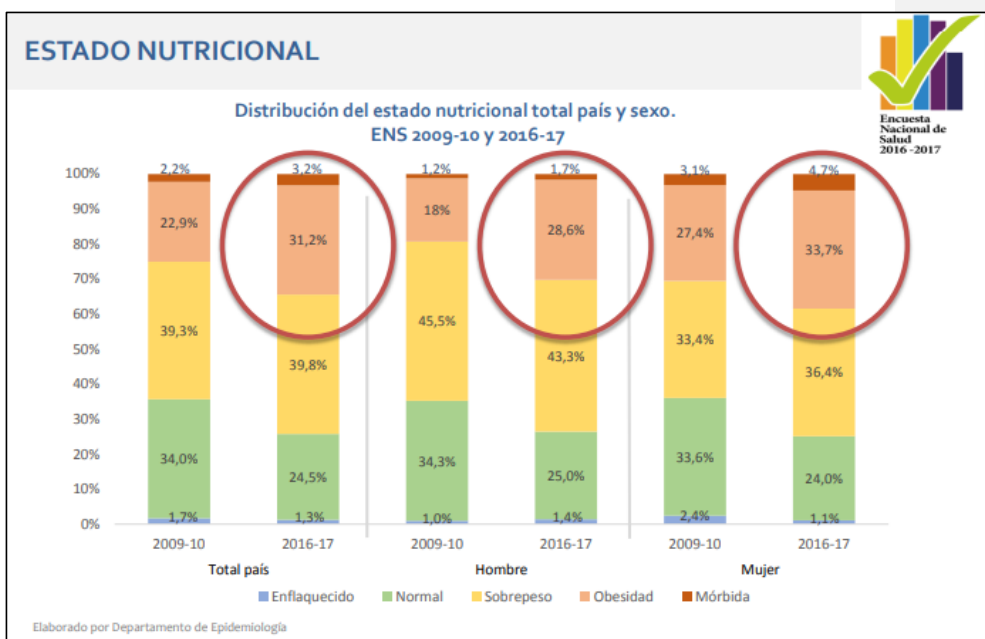


Figura 1 Estado de nutrición – Encuesta Nacional de Salud 2016-17 (6)

De acuerdo a la figura 1, se observan diferencias estadísticamente significativas entre ENS 2009-10 y 2016-17 en las tres categorías total país, hombre y mujer (IC 95%).

I.2 Inactividad física en población a nivel mundial y nacional

El uso de muchas tecnologías ha sido impulsado con el objetivo de aumentar la productividad individual de los trabajadores y redujo las dificultades físicas causadas por tareas que implican trabajo pesado continuo, sin embargo, el cuerpo humano ha evolucionado de tal manera que la mayoría de sus sistemas (p. ej., esquelético, muscular, metabólico y cardiovascular) no se desarrollan ni funcionan de manera óptima a menos que sea estimulado por la actividad física frecuente.

En 2009, la inactividad física fue identificada como el cuarto factor de riesgo principal para enfermedades no transmisibles y representó más de 3 millones de muertes prevenibles (7).

A nivel mundial, 31,1% (IC 95%) de los adultos son físicamente inactivos, con proporciones que van desde 17,0% en el sudeste asiático hasta alrededor del 43% en las Américas y el Mediterráneo oriental (7).

Cada año, más de 533.000 muertes podrían evitarse al disminuir la inactividad física en un 10%. La eliminación total de la inactividad física aumentaría la esperanza de vida de la población mundial en 0,68 años (8).

La prevalencia de inactividad física en América Latina fue la más alta reportada en todo el mundo⁸ y ocupó el quinto lugar como factor de riesgo de mortalidad en el Cono Sur de América Latina (SCLA) (9).

La inactividad física se ha convertido en uno de los factores de riesgo más importante en el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNTs) a nivel mundial. Ser inactivo (< 150 min de sus niveles de actividad física (AF) de intensidad moderada o vigorosa a la semana o su equivalente a realizar < 600

Metabolic-energy-equivalents [METs]/minuto/semana) es causante de 6% a 10% del riesgo de sufrir enfermedad coronaria, hipertensión arterial (HTA), diabetes mellitus tipo 2 (DMT2), cáncer de mama y de colon. Se estima que 9% de las muertes prematuras están asociadas con la inactividad física, esto equivale a 5,3 millones de muerte por año¹. Por otra parte, a nivel económico, el costo asociado a la inactividad física fue de 53,8 billones de dólares en el año 2013 a nivel mundial, mientras que se estima que el costo total asociado a no cumplir con las recomendaciones de AF para el sistema de salud en Chile es de US\$ 103 millones de dólares al año (10).

A pesar de que existe suficiente evidencia científica que confirma los beneficios de la práctica regular de AF, actualmente 31,1% de la población adulta a nivel mundial no cumple con las recomendaciones mínimas de AF. En Chile 19,8% de la población reportó ser físicamente inactiva según la encuesta nacional de salud (ENS) 2009-2010 (11).

El principal resultado de este estudio revela que ser físicamente inactivo se asocia a una salud cardiometabólica deteriorada, expresada en una mayor probabilidad de desarrollar obesidad, DMT2 e HTA tanto en hombres como en mujeres, mientras que solo se asocia a una mayor probabilidad de desarrollar obesidad central o síndrome metabólico en varones. Esta asociación fue independiente de los factores de confusión de tipo sociodemográficos, estilo de vida (tabaquismo, alimentación y sedentarismo) e IMC (11).

I.3 Modelo patocinesiológico

Según Hislop, se describe la patocinesiológica como la ciencia clínica diferencial de la fisioterapia, y la define como el estudio de la anatomía y la fisiología en su relación con movimientos anómalos. El modelo patocinesiológico describe el papel de la enfermedad o la patología como productores de cambios en los integrantes del movimiento, lo que da como resultado anomalías del movimiento. En el modelo de discapacidad de Nagi, la enfermedad conduce a alteraciones que causan limitaciones funcionales con un posible resultado final de discapacidad. Alteración se define como cualquier anomalía de los sistemas anatómico, fisiológico o psicológico. Así pues, las anomalías de cualesquiera de los sistemas integrantes o de cualquier movimiento se consideran alteraciones. En el modelo patocinesiológico, un estado patológico, como por ejemplo la artritis reumatoide, produce lesiones en los integrantes del esqueleto debido a los cambios degenerativos en las articulaciones. Estos cambios provocan alteraciones del movimiento de la articulación y, probablemente, de movimientos relacionados con funciones como la marcha o el cuidado personal. Este modelo postula que además de los cambios en los integrantes esqueléticos, como estructuras articulares y características del movimiento, se dan también cambios en los integrantes neurológico, biomecánico, cardiopulmonar y metabólico. Según la gravedad de las alteraciones del movimiento, la consecuencia puede ser la discapacidad (12).

I.4 Importancia clínica del modelo

En el modelo patocinesiológico, las anomalías patológicas son el origen de las alteraciones de los integrantes, lo que provoca, posteriormente, alteraciones del movimiento, limitación funcional y, con frecuencia, discapacidad. Debido a la interacción de los sistemas de componentes como se ha descrito en el modelo, identificar los cambios secundarios de cada sistema es tan importante como entender el efecto patológico primario de un integrante del sistema. Por ejemplo, en el caso de hemiparesia, la alteración del movimiento es el resultado de una anomalía que afecta al sistema nervioso. Los factores que participan en la alteración del movimiento comprenden –aunque no son los únicos–: (1) una incapacidad del sistema nervioso central para reclutar y dirigir unidades motoras a una frecuencia elevada, (2) la coactivación de músculos antagonistas, (3) una atrofia muscular secundaria que dificulta la capacidad contráctil, (4) la rigidez muscular, (5) una pérdida del grado de movilidad debido a la contractura, (6) las alteraciones biomecánicas como resultado de una sincronización insuficiente o inapropiada de la actividad muscular, y (7) una desorganización sensorial interna. Además, las alteraciones de las demandas metabólicas durante la actividad y el estado aeróbico del paciente deben considerarse factores participantes en la alteración del movimiento. El grado de participación de cada uno de estos factores y su influencia en la función varían en cada paciente. Los formularios de exploración física deben ordenar todos estos factores y su importancia relativa para el problema funcional del paciente. Las decisiones que conducen a la creación del programa de tratamiento deben basarse en el potencial de recuperación de cada

uno de los factores participantes y organizarse de acuerdo a su importancia relativa en la recuperación funcional del paciente (12).

En cuanto a la recuperación funcional del paciente, se debe mencionar el rol del ejercicio físico en el modelo Patocinesiológico, en donde se puede incorporar el concepto de ejercicio adaptado, aplicado a aquellas personas que no pueden llevar a cabo el ejercicio de manera tradicional por alguna limitación física. Generalmente, uno necesita levantar pesos de aproximadamente el 70% de su 1RM para tener aumentos notables en el tamaño del músculo y su fuerza. Esta recomendación aplica para ambos sexos y para grupos de distintas edades. Aunque numerosos efectos positivos han sido observados en el entrenamiento pesado de resistencia, algunos grupos de personas (tercera edad o pacientes en rehabilitación, por ejemplo) pueden estar aconsejados sobre no realizar ejercicio con altas cargas y pueden estar limitadas a realizar ejercicio de resistencia de baja carga. Aunque ningún tipo de ejercicio es mejor que otro desde el punto de vista de salud metabólica, las cargas pesadas son típicamente requeridas para inducir hipertrofia muscular (12).

Interesantemente, una técnica que aplica Restricción del Flujo Sanguíneo (RFS) sobre los miembros, ha mostrado una atenuación en la atrofia muscular y al combinarla con ejercicio de baja intensidad, esta técnica ha provocado un incremento tanto en la masa muscular como en la fuerza muscular en distintos grupos etarios. Para introducir el Entrenamiento con Restricción del Flujo Sanguíneo (ERFS), se debe decir de manera breve que es aplicado con la intención de restringir flujo sanguíneo arterial en el músculo de interés y ocluir el flujo

sanguíneo venoso de salida de ese músculo, resultando en el aumento de sangre venosa. En adición, esta técnica no parece ofrecer mayores riesgos a la salud que el entrenamiento con altas cargas, mientras que se reduce drásticamente el estrés mecánico sobre las articulaciones. Más aún, varios estudios indican que este método de entrenamiento puede también influir positivamente en la cantidad y calidad de hueso. El aumento en la presión intramedular y el flujo de fluido intersticial del hueso causado por la oclusión venosa es un mecanismo probable detrás de los efectos positivos observados en el hueso con ejercicio combinado con RFS (13).

En base a lo anteriormente expuesto, se puede inferir que el ERFS puede ser una excelente modalidad de ejercicio adaptado para personas que no puedan trabajar con elevadas cargas, en este caso, en sujetos que padezcan obesidad, y que además sean físicamente inactivos, debido al gran estrés mecánico al que se ven sometidas las articulaciones y al bajo nivel de acondicionamiento físico que presentan.

I.5 Hipertrofia muscular

Antes de hablar sobre el ERFS, es necesario acercar en forma breve al lector sobre la hipertrofia muscular, y los mecanismos por los cuales ésta se produce en base al ejercicio convencional, de levantar cargas pesadas. Esto, con el propósito de mejorar el entendimiento más adelante cuando se hable del ERFS propiamente tal.

Durante la hipertrofia, los elementos contráctiles se agrandan y la matriz extracelular se expande para soportar el crecimiento. La mayoría de la hipertrofia inducida por el ejercicio posterior a los programas tradicionales de entrenamiento

de resistencia resulta de un aumento de sarcómeros y miofibrillas añadidos en paralelo. Cuando el músculo esquelético se somete a un estímulo de sobrecarga, causa perturbaciones en miofibras y la matriz extracelular relacionada. Esto desencadena una cadena de eventos miogénicos que finalmente conduce a un aumento en el tamaño y las cantidades de las proteínas contráctiles miofibrilares actina y miosina, y el número total de sarcómeros en paralelo. Esto, a su vez, aumenta el diámetro de las fibras individuales y, por lo tanto, da como resultado un aumento en el área de la sección transversal del músculo (14).

Se cree que la hipertrofia está mediada por la actividad de las células satélite, que residen entre la lámina basal y el sarcolema. Estas "células madre miogénicas" son normalmente inactivas, pero se activan cuando se impone un estímulo mecánico suficiente en el músculo esquelético. Una vez que se despiertan, las células satélite proliferan y finalmente se fusionan con las células existentes o entre ellas para crear nuevas miofibras, proporcionando los precursores necesarios para la reparación y el posterior crecimiento del nuevo tejido muscular (14).

Éstas células satélite, por un lado, donan núcleos adicionales a las fibras musculares, aumentando la capacidad de sintetizar nuevas proteínas contráctiles. Debido a que la relación de contenido nuclear de masa muscular a fibra de un músculo permanece constante durante la hipertrofia, los cambios requieren una fuente externa de células mitóticamente activas. Las células satélite conservan la capacidad mitótica y, por lo tanto, sirven como la agrupación de un myonuclei para apoyar el crecimiento muscular. Esto es coherente con el concepto de dominio mionuclear, que propone que el mionúcleo regula la producción de ARNm para un volumen sarcoplásmico finito y cualquier aumento en el tamaño de

la fibra debe ir acompañado de un aumento proporcional en los monucleos. Dado que los músculos están compuestos por múltiples dominios mionucleares, la hipertrofia podría ocurrir como resultado de un aumento en el número de dominios (a través de un aumento en el número mionuclear) o un aumento en el tamaño de los dominios existentes. Se cree que ambos ocurren en la hipertrofia, con una contribución significativa de las células satélite (14).

Además, las células satélite coexpresan varios factores reguladores miogénicos (incluidos Myf5, MyoD, miogenina y MRF4) que ayudan en la reparación muscular, la regeneración y el crecimiento. Estos factores reguladores se unen a elementos de ADN específicos de secuencia presentes en el promotor del gen muscular, y cada uno juega un papel distinto en la miogénesis (14).

I.6 Entrenamiento con Restricción del Flujo Sanguíneo

El entrenamiento oclusivo o “Kaatsu” es una técnica de entrenamiento popularizada en Japón y creada por Yoshiaki Sato, la cual se basa en la restricción u oclusión del flujo sanguíneo – tanto aferente como eferente – durante un ejercicio de baja intensidad (15). En occidente y en la literatura científica este método de entrenamiento también es conocido por diversos nombres, como “entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo”, “entrenamiento oclusivo o en oclusión”, “entrenamiento con oclusión vascular”, “entrenamiento isquémico o entrenamiento con isquemia local”. Esta peculiar técnica se desarrolló originalmente gracias a subvenciones estatales adscritas a un plan para el incremento de la autonomía de los ancianos japoneses (15). Por tanto, el

entrenamiento oclusivo nace como un método novedoso y alternativo para poblaciones que no sean capaces de movilizar cargas de alta intensidad (16). Para restringir temporalmente el riego sanguíneo hacia la musculatura afectada se utilizan distintos medios, como por ejemplo bandas elásticas, cinchas de velcro, o torniquetes neumáticos electrónicos o manuales en la parte proximal de la extremidad que se desea entrenar, lo cual induce una situación de hipoxia local, siendo esta característica tan inconfundible lo que lo hace diferente del resto de métodos o técnicas de entrenamiento neuromuscular existentes. Además, y curiosamente, con intensidades relativamente más bajas (20-50 % 1RM) a las tradicionalmente recomendadas en el entrenamiento convencional para la mejora de las prestaciones de fuerza e hipertrofia (>70% 1RM), se pueden inducir mejoras similares (17).

I.7 Origen del ERFS

El concepto de entrenamiento físico con Restricción del flujo sanguíneo (ERFS) ha estado vigente durante casi 40 años y fue popularizado en Japón por Yoshiaki Sato a mediados de la década de 1980. Hoy, Sato ha comercializado este método de entrenamiento en Japón (conocido como entrenamiento “KAATSU”), donde ahora es relativamente común. Aunque no existe una forma universal de utilizar el entrenamiento, utiliza un enfoque relativamente simple que generalmente implica colocar un manguito compresivo angosto alrededor de una extremidad apendicular, que se infla durante el ejercicio. La presión compresiva varía entre los estudios, pero típicamente, el manguito se infla a una presión mayor que la presión arterial diastólica (PA) braquial y hacia arriba de las presiones que exceden la

presión arterial sistólica. Aunque es común que la presión oclusiva esté por encima de la presión arterial sistólica braquial, debe tenerse en cuenta que la presión de compresión experimentada en la arteria generalmente se atenúa porque hay una disociación entre la presión del torniquete y la presión subyacente de los tejidos blandos, especialmente en las bajas presiones extremas (18).

El entrenamiento oclusivo consiste, por tanto, en la restricción del flujo sanguíneo – tanto aferente como eferente – durante un ejercicio de baja intensidad. Esto reduce el aporte arterial y el aclarado venoso; es decir, cambia drásticamente la exigencia metabólica del ejercicio. La oclusión siempre se genera en la parte proximal de la extremidad que se desea entrenar. Para ocluir un miembro pueden utilizarse bandas elásticas, cintas velcro, torniquetes neumáticos electrónicos o manuales y cualquier otro dispositivo de invención casera. La marca registrada Kaatsu® comercializa sus propios aparatos, que controlan automáticamente la presión de oclusión, aunque son difíciles de conseguir en el mercado occidental. En la literatura científica, la presión de oclusión se mide en milímetros de mercurio (mmHg) y su valor se emplea para estimar la reducción del flujo sanguíneo inducida por la cincha. Así, se han utilizado presiones que oscilan entre los 50 y más de 200 mmHg. Cuando se utilizan dispositivos que no proporcionan información sobre la presión de la cincha; por ejemplo, bandas elásticas, la medida de oclusión se polariza en oclusión total (la onda de pulso desaparece por completo) y oclusión parcial (se detecta pulso en la zona distal de la cincha) (18).

La sesión de entrenamiento oclusivo más empleada en la investigación se compone, normalmente, de 3 a 5 series hasta alcanzar el fallo volitivo, con una intensidad del 20-50%1RM, un ritmo de ejecución 2:2 y un descanso entre series

de 30s-1min. El nivel de oclusión suele ser parcial. Los resultados de nuestro laboratorio indican que este tipo de sesiones llevadas a cabo con oclusión total generan dolor, entumecimiento y pérdida notable de sensibilidad en la zona distal de la extremidad durante la ejecución de los ejercicios (18).

Además, la mayoría de los sujetos no son capaces de realizar más de 3 series al fallo con descansos de 30s si la oclusión es completa. Normalmente, la presión se mantiene durante los períodos de descanso y es liberada inmediatamente tras finalizar la sesión. El tiempo total de oclusión no suele superar los 10-15 min por sesión, y suelen realizarse entre 2-5 sesiones por semana (18).

I.8 Mecanismos a través de los cuales el ERFs produce hipertrofia y fuerza musculares

Actualmente, existe un gran número de investigaciones que han sido capaces de determinar que el ERFs puede aumentar la masa muscular y la fuerza muscular a través de la oclusión parcial de un segmento corporal que se desee entrenar, sumándose esta oclusión a un entrenamiento de resistencia de baja intensidad (<50% de 1-RM) (19). Es por esta razón, que el ERFs adquiere una marcada importancia al momento de escoger un tipo de entrenamiento enfocado en la hipertrofia muscular, para un sujeto que no sea capaz de levantar grandes cargas o trabajar a altas intensidades, ya que para este tipo de persona un entrenamiento convencional de alta carga puede estar contraindicado debido a comorbilidades o

alto estrés mecánico en huesos o articulaciones (20), evidenciándose estos problemas con mayor frecuencia en poblaciones con sobrepeso u obesidad, o en grupos etarios más longevos.

A pesar de que los potentes efectos hipertróficos del entrenamiento de resistencia con restricción del flujo sanguíneo han sido demostrados por numerosos estudios, los mecanismos subyacentes responsables por tales efectos no están bien definidos. El Estrés Metabólico (EM), ha sido propuesto como un factor primario, y esto es teorizado por activar otros numerosos mecanismos, los cuales son pensados por inducir el aumento de masa muscular mediante vías de acción autocrinas y/o paracrinas. Sin embargo, es necesario destacar que algunos de estos mecanismos no parecen ser mediados en gran forma por el EM, sino que por la Tensión Mecánica (otro factor principal de la hipertrofia muscular). Dado que el nivel de Tensión Mecánica (TM) es típicamente bajo en el ERFS de baja resistencia (<50% de 1-RM), uno se podría cuestionar por la magnitud de involucramiento de estos mecanismos alineados a las adaptaciones reportadas por el ERFS de baja resistencia. Sin embargo, pese al bajo nivel de TM, es plausible pensar que los efectos inducidos por los factores primarios (EM y TM), podrían ser de hecho, sumativos y sinérgicos, lo que en última instancia contribuiría a las adaptaciones vistas con el ERFS. La TM y el EM generados por el ejercicio son especulados por señalar un número de mecanismos para la inducción de crecimiento de la masa muscular, incluyendo el aumento en el reclutamiento de fibras de contracción rápida, mecanotransducción, daño muscular, producción hormonal sistémica y localizada, inflamación celular, y la producción de especies

reactivas de oxígeno y sus variantes, incluyendo óxido nítrico y proteínas de choque térmico (19).

Especulando, es posible que la magnitud de contribución de los factores primarios y sus mecanismos asociados en producir la hipertrofia muscular, en realidad dependen de la modalidad e intensidad del entrenamiento empleado. Por ejemplo, el ejercicio de resistencia de alta intensidad puede inducir un nivel más alto de TM y uno más bajo de EM, que el ejercicio de resistencia de moderada intensidad y el de resistencia de baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo, mientras que el ejercicio de resistencia con restricción del flujo sanguíneo de baja intensidad puede inducir un grado más bajo de TM pero uno más alto de EM que el ejercicio de resistencia de moderada o alta intensidad (Figura 2) (19).

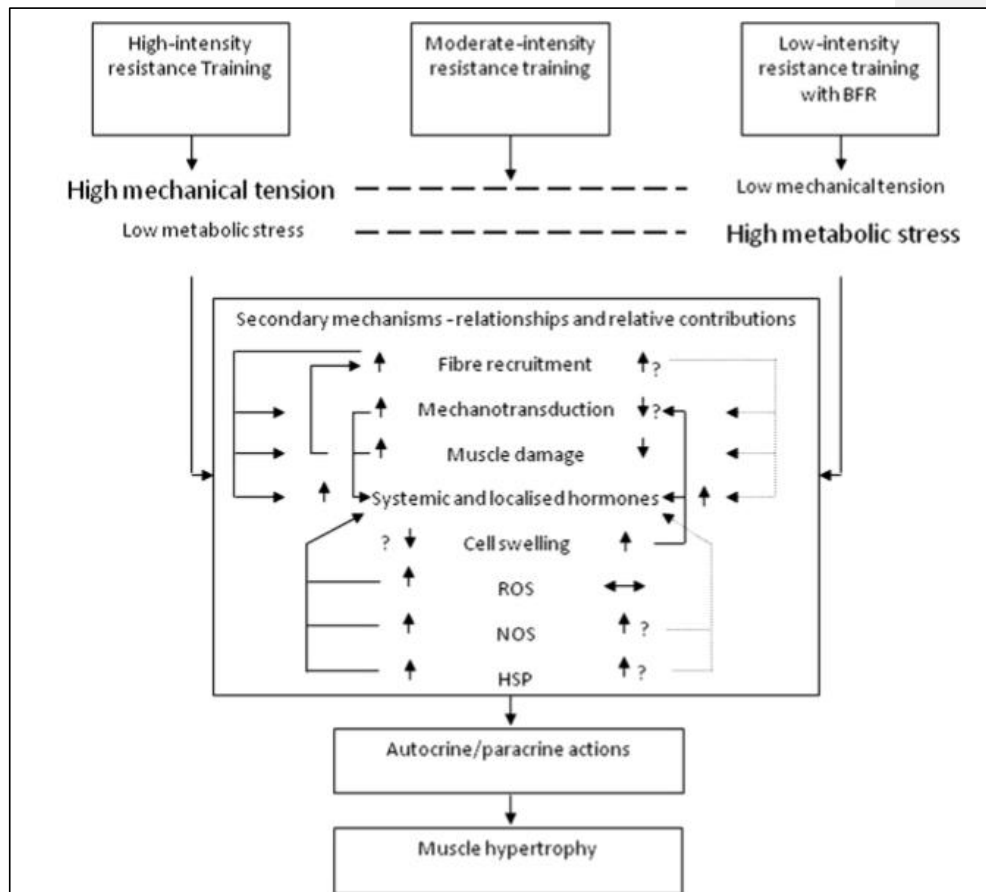


figura 2 Resumen de mecanismos para la hipertrofia muscular (19).

A continuación, se explica en forma breve los mecanismos primarios y secundarios mediante los cuales se producen los efectos del ERFs:

Mecanismos primarios

- Tensión mecánica:

Es comúnmente conocido que la tensión mecánica actúa como un motor principal en el crecimiento muscular. Los mecanismos por los cuales la TM induce

hipertrofia muscular incluyen mecanotransducción, incremento localizado en la producción hormonal, daño muscular, producción de especies reactivas de oxígeno y un aumento en el reclutamiento de fibras de contracción rápida. Todos estos han sido reportados por incrementar la síntesis proteica a través de la activación de vías de señales, y/o la activación de células satélites y la proliferación para el estímulo de aumento de la masa muscular. Aunque puede ser argumentado que el bajo nivel de TM asociado con el ERFS no induciría estos mecanismos en gran medida, el estrés metabólico también ha sido visto como un componente capaz de mediar mecanismos similares, y por lo tanto tales efectos pueden ser aditivos (19).

- Estrés metabólico:

El EM, es decir, la acumulación de metabolitos durante el ejercicio. Ha sido demostrado en varios estudios que es de gran importancia para producir crecimiento muscular en el ERFS. Ha sido teorizado por promover estos cambios a través de mecanismos similares a los expuestos anteriormente en el punto de TM, gracias al incremento de la concentración de lactato que se produce por el ejercicio desarrollado bajo condiciones isquémicas o hipóxicas relativas (19).

Mecanismos secundarios

- Mecanotransducción

La TM lleva a adaptaciones morfológicas a través de la mecanotransducción, en donde mecanosensores como las Integrinas y adhesiones focales, convierten la energía mecánica en señales químicas que median vías intracelulares tanto anabólicas como catabólicas, llevando a un cambio en el balance de la proteína muscular que favorece la síntesis por sobre la degradación. Este proceso se

relaciona íntimamente con la TM, por lo que ésta al ser baja en el ERFS, es cuestionable el que posea un rol importante en la hipertrofia (19).

Daño muscular

El daño muscular inducido por el ejercicio es pretendido por ser un regulador esencial de las células satélites para un crecimiento muscular compensatorio. Existe evidencia contradictoria sobre su papel en el ERFS, ya que, por ejemplo, la interleucina 6 (IL-6), un marcador principal en el daño muscular se ha encontrado presente en algunos estudios y ausente en otros, se cree que es debido a la variedad en la modalidad de los protocolos en relación a la intensidad y el volumen de trabajo, relacionándose con una mayor o menor TM. Por lo que puede que el daño muscular no contribuya al incremento de la hipertrofia en el ERFS debido a su naturaleza de baja intensidad (19).

I.9 Absorciometría con rayos X de doble energía

Para finalizar con el marco teórico, se debe mencionar el método de evaluación con el cual se medirá la composición corporal, específicamente los componentes masa muscular, masa grasa, masa ósea y distribución corporal de la masa grasa. Esto se hará a través de la Absorciometría con rayos X de doble energía (DEXA).

Existen diversas técnicas para el estudio de la composición y cuantificación de la grasa corporal, en su mayoría métodos antropométricos como la circunferencia de la cintura, la relación cintura/cadera, y el pliegue cutáneo. Entre los estudios por imagen destacan los estudios con TC para medición de la grasa visceral, pero

presentan varios inconvenientes, entre otros la radiación. También se ha usado la bioimpedancia y la dilución de isótopos. La DXA de cuerpo entero permite realizar una estimación sencilla y rápida de la composición corporal. Estima la grasa corporal, pero también, cuando es preciso, determina la densidad mineral ósea de todo el organismo. La precisión de la DXA es alta, con un margen de error del 2-6% para la composición corporal. Respecto a los métodos antropométricos, tiene la ventaja de que aporta medidas de la composición corporal total y regional. Su uso es cada vez más frecuente, muchos clínicos la emplean como herramienta habitual, y para algunos autores es la técnica de referencia (21).

CAPITULO II REVISIÓN DE LA LITERATURA

II.1 PREGUNTA DE BÚSQUEDA

¿Cuál es el efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en la composición corporal en sujetos obesos tipo 1?

II.2 BÚSQUEDA SISTEMÁTICA

El objetivo de la búsqueda es recopilar la mayor cantidad de información acerca del ERFS y su utilización en los distintos componentes de la composición corporal, con énfasis en la masa muscular y masa grasa, en sujetos que padecen obesidad y que sean inactivos físicamente.

II.3 RECURSOS DE BÚSQUEDA

- Pubmed
- Web of Science
- International Journal of Kaatsu Training Research

II.3.1 PUBMED

Se comenzó realizando una búsqueda en la plataforma Pubmed en la cual se utilizaron los términos indicados en la tabla 1, siendo unidos mediante los términos booleanos AND y OR.

PACIENTES	AND	INTERVENCION	AND	RESULTADOS
Overweight [Mesh]		“Kaatsu training”		“Body composition”
				“Bone mass”
“Physical Inactivity”				“Muscle mass”
				“Fat mass”
Adult [Mesh]		“Blood flow restriction”		Bone
Obesity [Mesh]				Muscle
				Mass

OR

OR

Tabla 1 Términos utilizados en plataforma Pubmed

Esta búsqueda arrojó como resultado 213 artículos, con la siguiente frase de búsqueda:

(((((("Obesity"[Mesh]) OR "Overweight"[Mesh]) OR "physical inactivity") OR "Adult"[Mesh])) AND (("kaatsu training") OR "blood flow restriction")) AND (((((((("body composition") OR "bone mass") OR "muscle mass") OR "fat mass") OR muscle) OR fat) OR bone)

A los 213 artículos, se le aplicaron los filtros de Ensayo Clínico y Revisiones, dando un total de 106 artículos, de los cuales sólo se seleccionaron 7. Los demás se descartaron debido a que no tenían relación con las variables de estudio de este proyecto de investigación.

Artículos seleccionados:

1.- The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes.

Los efectos de un programa de 7 semanas de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en atletas colegiados bien entrenados

Autor: Luebbers, Paul E.

Fry, Andrew C.

Kriley, Luke M.

Butler, Michael S.

Journal of Strength and Conditioning Research

2014

2.- Blood flow restriction: an evidence based progressive model (Review)

Autor: Loenneke, Jeremy

Restricción del flujo sanguíneo: un modelo progresivo basada en la evidencia

Abe, T.

Wilson, J.

Thiebaud, R.

Fahs, C.

Rossow, L.

Bemben, M.

Acta Physiologica Hungarica

2012

3.- The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women.

Los efectos de un entrenamiento de resistencia con banda elástica con restricción del flujo sanguíneo en la fuerza, masa total libre de hueso, masa grasa y grosor muscular en mujeres postmenopáusicas

Autor: Thiebaud, Robert S.

Loenneke, Jeremy P.

Fahs, Christopher A.

Rossow, Lindy M.

Kim, Daeyeol

Abe, Takashi

Anderson, Mark A.

Young, Kaelin C.

Bemben, Debra A.

Bemben, Michael G.

Clinical Physiology and Functional Imaging

2013

4.- Proximal, Distal, and Contralateral Effects of Blood Flow Restriction Training
on the Lower Extremities: A Randomized Controlled Trial

Efectos proximales, distales y contralaterales de un entrenamiento con restricción
del flujo sanguíneo en las extremidades inferiores: un ensayo controlado
aleatorizado

Autor: Bowman, Eric N.

Elshaar, Rami

Milligan, Heather

Jue, Gregory

Mohr, Karen

Brown, Patty

Watanabe, Drew M.

Limpisvasti, Orr

Sports Health: A Multidisciplinary Approach

2019

5.- The influence of exercise load with and without different levels of blood flow restriction on acute changes in muscle thickness and lactate

La influencia de ejercicio con carga con y sin entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo a diferentes niveles en cambios agudos en el grosor muscular y niveles de lactato

Autor: Loenneke, Jeremy P.

Kim, Daeyeol

aFahs, Christopher A.

Thiebaud, Robert S.

Abe, Takashi

Larson, Rebecca D.

Bemben, Debra A.

Bemben, Michael G.

Clinical Physiology and Functional Imaging

2017

6.- Lower body blood flow restriction training may induce remote muscle strength adaptations in an active unrestricted arm

El entrenamiento con restricción sanguíneo en el tren inferior puede inducir adaptaciones remotas en la fuerza muscular en un brazo activo sin restricción

Autor: May, Anthony K.

Russell, Aaron P.

Warmington, Stuart A.

European Journal of Applied Physiology

2018

7.- Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly

Efectos de un entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos mayores

Autor: Libardi, C.

Chacon-Mikahil, M.

Cavaglieri, C.

Tricoli, V.

Roschel, H.

Vechin, F.

Conceição, M.

Ugrinowitsch, C.

International Journal of Sports Medicine.

2015

Comentario [H1]: A todos los artículos agregar nombre en español

II.3.2 WEB OF SCIENCE

Se realizó una búsqueda en base a los términos “blood flow restriction training” y “body composition” unidos por el operador booleano AND, la cual arrojó un resultado de 2 artículos.

1.- The Effect of Blood Flow Restriction Training on Body Composition and Muscular Strength in College-Aged Individuals.

Los efectos de un entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en la composición corporal y fuerza muscular en individuos universitarios

Autor: Salyers, Zachary R.

Larkin, Jame

Lane,

Michael

MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE 2018

2.- Neuromuscular response to varying pressures created by tightness of restriction cuff

Respuesta neuromuscular a presiones variadas creadas por la tensión de restricción de un manguito

Autor:: Karabulut, Murat

Perez,

Guillermo

JOURNAL OF ELECTROMYOGRAPHY AND KINESIOLOGY 2013

Comentario [H2]: A estos artículos también i.e comentario anterior

Luego se realizó la búsqueda con los términos “blood flow restriction training” y “fat mass” unidos con el operador booleano AND, lo que arrojó 0 artículos como resultado. Finalmente se realizó una búsqueda con los términos “kaatsu training” y “body composition” lo que arrojó un resultado de 0 artículos disponibles.

II.3.3 BUSQUEDA LIBRE EN INTERNATIONAL JOURNAL OF KAATSU TRAINING RESEARCH

Gracias a la sugerencia de un experto se hizo una búsqueda en esta revista científica, que posee una notable cantidad de artículos acerca del ERFS, donde la mayor parte de estos estudios son llevados a cabo en Japón.

En esta revista se utilizó la frase de búsqueda: “effects of Kaatsu on body composition” para abarcar la mayor cantidad de artículos científicos, dando un resultado de 15 en total, donde sólo 2 estudios fueron de relevancia debido a las variables que se medían y al tipo de intervención realizada, cabe destacar que estos artículos serán vistos con mayor profundidad en el marco teórico.

1.-Kaatsu Training: Application to Metabolic Syndrome
Entrenamiento Kaatsu: aplicación al síndrome metabólico
I. Satoh International Journal of KAATSU Training Research 2011
2.-Effect of 6-Month Walking and Stair-Climbing Exercise Program and Walking with Blood Flow Restriction on Body Composition and Hemoglobin A1c Levels in Elderly People
Efectos de un programa de ejercicio de 6 meses de caminata y de subir escaleras con restricción del flujo sanguíneo en la composición corporal y los niveles de

Hemoglobina A1c en población adulto mayor.

Toshinori Yoshihara

Hayao Ozaki

Takashi Nakagata

Toshiharu Natsume

Shuichi MACHIDA

Hisashi Naito Juntendo Medical Journal 2016

II.4 ANÁLISIS CRÍTICO

II.4.1 PRIMER ARTÍCULO

Se realizó una lectura crítica de un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado (ECCA) utilizando como instrumento la guía CASPe para ensayos clínicos, la cual consta con una serie de preguntas con el fin de evidenciar la calidad metodológica de la investigación. Se basa en la colaboración entre personas (en su mayoría clínicos), es independiente y esa independencia le permite criticar la evidencia sin conflictos de interés.

A continuación, se muestra el título del artículo y su posterior análisis.

“Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training”.

“El tamaño y la fuerza de los músculos aumentan después de un entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en el muslo, caminata con entrenamiento Kaatsu”.

Takashi Abe, Charles F. Kearns, and Yoshiaki Sato

May 2006

Journal of Applied Physiology

DOI: 10.1152/jappphysiol.01267.2005

Población

Dieciocho jóvenes sanos se ofrecieron como voluntarios para participar en el estudio, todos físicamente activos. Los sujetos se dividieron aleatoriamente en dos grupos de entrenamiento: uno de caminata con restricción del flujo sanguíneo (Kaatsu-walk, n = 9) y otro solo caminata sin restricción del flujo sanguíneo (control-walk, n = 9).

- Análisis: Los pacientes del estudio son de fácil acceso debido a que no tienen alguna característica en específico, sólo que fuesen jóvenes y saludables, por lo tanto, no causaría mayores problemas obtener una muestra adecuada para la intervención.

Mediciones

Se realizaron exámenes previos, se tomaron muestras de sangre venosa para ver las concentraciones de GH y Cortisol a través de una prueba de ensayo radioinmune. Además, se midió el VO₂ máx. mediante el uso de un sistema de espectrometría de masas respiración a respiración. Todos estos parámetros fueron

medidos nuevamente al final de la intervención, siendo analizados los dos grupos.

- Análisis: Se considera necesario agregar la escala de percepción del esfuerzo de Borg para evaluar la respuesta de los sujetos al ejercicio que realizan y tener una medida de precaución en caso de fatiga. De igual manera, se considera incluir la toma de presión arterial antes y después de la sesión, y la frecuencia cardíaca durante toda la intervención, como medida preventiva, ya que está directamente relacionada al tipo de entrenamiento que se ejecutará.

Intervención

Los sujetos de ambos grupos participaron en 3 semanas de entrenamiento en caminata supervisada. Se realizaron dos sesiones por día, 6 veces a la semana. Después de un calentamiento de 5 minutos, los sujetos realizaron una caminata de 50 m/min durante cinco series de 2 minutos con un descanso de 1 minuto entre series en una caminadora. En el grupo de intervención, se le aplica la terapia de kaatsu la que consiste en la realización de algún tipo de ejercicio con restricción del flujo sanguíneo por la acción de manguitos de presión, las presiones ejercidas por el manguito de presión puesto en el extremo proximal de ambos muslos se fueron incrementando progresivamente con el paso de los días, aumentando cada día 10 mmHg, moviéndose desde 160 mmHg, hasta 230 mmHg. El grupo de control recibió la misma intervención, pero sin la restricción del flujo sanguíneo. La velocidad y la duración de la caminata se mantuvieron constantes durante todo el entrenamiento.

- Análisis: Al margen de la intervención en estudio no se muestra explícitamente si se trata de igual modo a ambos grupos de intervención, solo menciona que se les explicó al inicio del estudio los riesgos, beneficios y procedimientos que se llevarían a cabo y que se les hizo firmar un consentimiento informado a ambos grupos.

En cuanto al cegamiento de los pacientes y los clínicos, no pueden estar cegados debido a que son parte directa de la intervención. En cuanto al personal de estudio no se menciona nada en el artículo.

Resultados:

En relación con los resultados, se produjo un cambio significativo de CSA entre el grupo control y el de intervención, aumentando 1.5% y 6% respectivamente. En cuanto a la fuerza, también hubo un cambio significativo, ya que midiendo a través de 1-RM con ejercicios de press de piernas y ejercicios en silla de cuádriceps se observó un aumento de 1,9% y 2,9% respectivamente en el grupo de control a comparación del grupo de intervención, donde se aumentó 7,4% y 8,3% respectivamente.

- Análisis: Se midió el intervalo de confianza de los cambios ocurridos en un mismo grupo, pero no se midió el intervalo de confianza comparando ambos grupos, lo cual encontramos necesario para así poder analizar la efectividad de uno frente a otro. En cuanto al grupo control y de intervención al medir el CSA y fuerza se vio un $P < 0,01$ y $P < 0,05$ respectivamente.

Como conclusión, se tiene que la pregunta está claramente definida y es atingente al tema en estudio, pero en cuanto al método se aprecia una falta de claridad en la

descripción de algunos procedimientos como la aleatorización de los sujetos y el cegamiento. Otro punto relevante en relación a la intervención es que todos los sujetos fueron entrenados con la misma presión del manguito, teniendo en consideración que según un meta-análisis lo mejor es que las presiones sean individualizadas si se está entrenando el miembro inferior (22). Finalmente, es importante mencionar que al ser un ECCA, en el análisis de los resultados se debería comparar el grupo control frente al de intervención, y al no hacer esto, no permite responder dudas sobre la efectividad de la terapia, lo cual lo transforma en un artículo de poca utilidad para el propósito que se busca en este proyecto de investigación.

II.4.2 SEGUNDO ARTÍCULO

Se realizó una lectura crítica de un Estudio Cuasi-Experimental (ECE). En cuanto a los análisis críticos de este tipo de estudios, se ha de tener presente que, como estas pautas fueron diseñadas especialmente para Ensayos Clínicos Aleatorizados; es muy posible que un ECE pueda ser a priori descartado por no cumplir criterios básicos para ser considerado por ellas.

Lamentablemente la organización CASPe, Osteba, SIGN, el Instituto Joanna Briggs, el Journal of American Medical Association (JAMA), no disponen de guías especiales para el análisis y lectura crítica de ECE; por ende, para valorar la validez interna, la calidad de los resultados y la validez externa del estudio; se pueden utilizar las mismas guías utilizadas para Ensayos Clínicos Aleatorizados (23).

Se analizó el artículo mediante la guía CASPe para Ensayos Clínicos Aleatorizados la cual consta con una serie de preguntas con el fin de evidenciar la calidad metodológica de la investigación. Se basa en la colaboración entre personas (en su mayoría clínicos), es independiente y esa independencia le permite criticar la evidencia sin conflictos de interés.

Se muestra a continuación el título del artículo y su posterior análisis.

“The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women”

“Los efectos del entrenamiento de resistencia con banda elástica combinados con la restricción del flujo sanguíneo en la fuerza, la masa corporal magra total libre de huesos y el grosor muscular en mujeres posmenopáusicas”

Robert S. Thiebaud Jeremy P. Loenneke Christopher A. Fahs Lindy M. Rossow Daeyeol Kim Takashi Abe Mark A. Anderson Kaelin C. Young Debra A. Bemben Michael G. Bemben

April 2013

Clinical Physiology and Functional Imaging.

DOI:10.1111/cpf.12033

Población

Dieciséis participantes posmenopáusicas fueron reclutadas para este estudio. Se excluyeron del estudio quienes tenían un $IMC > 40 \text{ kg/cm}^2$, quienes no pudieran participar en un

programa de fortalecimiento debido a condiciones médicas, quienes hayan tenido un ciclo menstrual en los últimos 12 meses o hayan participado en un programa de fortalecimiento en los últimos 3 meses.

- Análisis: Los pacientes del estudio son de fácil acceso debido a que los requisitos para participar en la investigación no son demasiado complejos de hallar en la población, por lo tanto, no causaría mayores problemas al reclutar los sujetos. Por otro lado, el número de personas necesarias es reducido al ser un ensayo cuasi experimental.

Mediciones

Las mujeres posmenopáusicas (61 ± 5 años) fueron asignadas a un grupo de entrenamiento de moderada a alta intensidad con banda elástica (MH, $n = 8$) y a un grupo de baja intensidad combinado con BFR y banda elástica (LI-BFR, $n = 6$).

Se tomaron mediciones semanas antes y después de la intervención, las cuales incluían fuerza muscular mediante RM, grosor muscular mediante ultrasonido modo B y componentes corporales mediante DEXA.

- Análisis: Se considera necesario agregar la escala de percepción del esfuerzo de Borg para evaluar la respuesta de los sujetos al ejercicio que realizan y tener una medida de precaución en caso de fatiga. Además,

debería incluir la frecuencia cardíaca durante toda la intervención como medida preventiva.

Intervención:

Consistió en que los participantes calentaron 5 minutos en una bicicleta estática. Después de esto, los participantes realizaron ejercicios de extremidad superior (press banca, remo y press de hombro) seguido de ejercicios de miembro inferior (extensión de rodilla, flexión de rodilla, flexión de cadera y extensión de cadera). Se usó un soporte de pared con hoyos para fijar la banda elástica en los ejercicios de press banca, remo y aquellos de miembro inferior. Los participantes del grupo LI-BFR descansaron por 30 segundos entre series, mientras que el grupo MH descansó entre 1-2 minutos entre series, y ambos grupos descansaron entre 30 segundos a 2 minutos entre ejercicios. El grupo MH realizó 3 series de 10 repeticiones para los ejercicios tanto de extremidad superior como inferior. El grupo LI-BFR realizó 1 serie de 30 repeticiones seguido de 2 series de 15 repeticiones para los ejercicios de extremidad superior con BFR.

- Análisis: Al margen de la intervención en estudio no se muestra explícitamente si se trata de igual modo a ambos grupos de intervención, solo menciona que se asigna el horario que a cada participante le acomoda y en caso de no poder asistir a una sesión en ese horario, se recupera en otro día de la semana. Por otra parte, menciona que fueron informados al inicio de la investigación acerca del propósito, naturaleza, detalles prácticos y posibles riesgos asociados en el experimento, así como el derecho a finalizar la participación a voluntad.

Respecto al cegamiento, los pacientes y los clínicos no pudieron estar cegados debido a que son parte directa de la intervención y en cuanto al personal de estudio no se menciona nada en el artículo.

Resultados:

En cuanto a los resultados, los cambios en la fuerza, el grosor muscular, la masa corporal magra total libre de hueso y la progresión de la banda elástica se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas de dos vías (grupo x tiempo).

El grosor del músculo pectoral mayor aumentó significativamente después del entrenamiento en MH y LI-BFR, pero el grosor de los músculos bíceps, tríceps y deltoides no aumentó significativamente después de ocho semanas de entrenamiento en MH o LI-BFR.

En cuanto a los músculos de las extremidades inferiores, sólo el grosor muscular del muslo superior (aductores) aumentó significativamente, en ambos grupos.

- Análisis: Los tamaños del efecto se calcularon como [(Promedio de entrenamiento posterior al entrenamiento) / DE de entrenamiento previo] y la significancia se fijó en $P \leq 0.05$.

A pesar de que varios grupos musculares recibieron entrenamiento, sólo el pectoral Mayor y los aductores tuvieron cambios significativos, esto puede ser debido a que los otros músculos se hayan ejercitado con un volumen inadecuado.

A modo de conclusión, se debe mencionar que el artículo fue de apoyo para este proyecto de investigación ya que evalúa variables como la masa corporal magra

total libre de hueso, grosor y fuerza musculares, estando las primeras dos relacionadas con la composición corporal.

En cuanto a las limitaciones del estudio, se tiene en primer lugar la dificultad para regular la intensidad del ejercicio al trabajar con bandas elásticas, en segundo lugar, se utilizó una presión de manguito igual en todos los sujetos, teniendo en consideración que según un meta-análisis lo mejor es que las presiones sean individualizadas al momento de entrenar el miembro inferior (22). En tercer lugar, la dieta de las participantes no fue analizada, infiriéndose de esto que la cantidad de proteínas de su dieta puede haber influido en los resultados del grosor muscular, o que incluso cualquier tipo de ingesta alimenticia puede haber afectado la variable de la masa corporal magra total libre de huesos. Por último, al ser un estudio cuasi-experimental la cantidad de participantes puede haber limitado la capacidad de detectar cambios significativos en cualquiera de las variables.

CAPÍTULO III DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

III.1 JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL ESTUDIO

De acuerdo con las características de cada diseño de investigación y al objetivo de este proyecto, el modelo más acorde para abordar la problemática que se presenta es el diseño cuasi-experimental. Existe vasta información sobre los efectos del ERFs sobre la hipertrofia y fuerza musculares, pero no así en otros componentes de la composición corporal, tales como, masa grasa, masa ósea o distribución corporal de la masa grasa, los cuales están

directamente relacionados a la obesidad e inactividad física, que son protagonistas en este proyecto de investigación. Es por esto, que se hace necesario investigar para dilucidar si es que hay un efecto significativo en el cambio de la composición corporal a través del ERFS, cabe destacar que no hay estudios al respecto sobre esta temática. En adición a esto, este proyecto de investigación podría ser capaz de presentar al ERFS como una herramienta terapéutica en el manejo de la obesidad y la inactividad física, ya que se puede considerar como un ejercicio adaptado, por lo que lo podrían realizar sin mayores dificultades físicas, y, además, las rutinas de este entrenamiento tienden a no superar los 20 minutos de ejecución.

En el contexto de la obesidad en el mundo, y específicamente en Chile, existe una gran cantidad de variables que influyen directa o indirectamente en el manejo de la patología, en las cuales es difícil intervenir o no se puede tener un control total sobre estas, sin restringir al máximo a la persona en sus actividades, como lo sería en un ensayo clínico aleatorizado. Al ser una investigación de tipo cuasi experimental es el diseño que mejor se adecúa a la situación. Así, tiene el objetivo de definir cómo una variable independiente influye sobre la dependiente, buscando establecer y analizar las relaciones que existen o que se producen durante la investigación.

III.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que sean inactivos

físicamente en términos de composición corporal en un período de 6 semanas en la ciudad de Temuco?

III.3 JUSTIFICACION DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACION

Análisis FINER

Existe una alta prevalencia de personas obesas en Chile, la cual ha ido en constante aumento, un ejemplo de esto se da a conocer en el artículo sobre obesidad en el mundo, publicado por el New England Journal of Medicine (24), en donde Chile se posiciona en el décimo lugar a nivel mundial. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017 (6), un 31,2 % de la población padece obesidad. En cuanto al acceso a los sujetos de estudio, se tiene que, en la región de la Araucanía, específicamente en Temuco, un estudio evidencia que el 45 por ciento de los adultos de entre 35 y 75 años de esta ciudad padece sobrepeso y que el 35 por ciento es obeso. Los datos surgen de una investigación científica de la que participaron 2 mil habitantes de Temuco y que llevó adelante el Centro de Excelencia en Salud Cardiovascular para América del Sur (CESCAS), con la participación local de la Universidad de La Frontera (25).

Por último, el tiempo de intervención será de sólo 6 semanas, esto constituye un punto importante en favor de la adherencia al tratamiento, ya que hay menos probabilidades de que los sujetos desistan del estudio. Al ser una población inactiva físicamente, son personas que no suelen realizar ningún tipo de tarea que les demande un esfuerzo físico moderado o vigoroso, por lo que exponerlos a

realizar ejercicio, al cual no están acostumbrados, por un periodo largo de tiempo, generará que vayan desistiendo o retirándose de la investigación.

Se considera interesante este proyecto ya que presenta un entrenamiento el cual, si bien ya se utiliza en el ámbito deportivo, no se le ha dado una gran utilidad en poblaciones con alguna afectación en particular y menos aún en personas que padezcan obesidad.

El entrenamiento de ERFS genera un entorno hipóxico intramuscular que incrementa la producción de metabolitos durante el ejercicio y un incremento de la respuesta endocrina. Estos mecanismos aumentan la señalización intracelular que favorece las adaptaciones morfofuncionales a nivel neuromuscular (26). A su vez la respuesta endocrina generada, va a producir cambios metabólicos que repercutirán no solo a nivel muscular, sino también a nivel de masa grasa.

Se sabe que el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo debido a los efectos celulares que posee provoca cambios en la composición corporal, principalmente en lo que es masa muscular pero no se le ha dado real interés a los efectos que podría tener en otros componentes corporales como lo son la masa grasa, masa ósea y su distribución en el cuerpo. Es interesante considerar este método de entrenamiento como una alternativa terapéutica en el área kinésica para pacientes obesos sobre todo si son inactivos físicamente con el objetivo de prevenir complicaciones cardiovasculares y músculo esqueléticas degenerativas, las cuales son de gran impacto en esta población.

En cuanto a lo novedoso existe escasa información a nivel mundial con respecto a la aplicación del ERFS en personas obesas o con algún trastorno metabólico. I

Satoh en el 2011 realizó un estudio experimental en el que se le aplicó ERFS a un grupo de personas con síndrome metabólico. En los resultados de este estudio se obtuvo que fue efectivo en 31 de 51 pacientes. La mayor tasa de efectividad fue del 67% en los pacientes con hipertensión, seguido de un 60% en la diabetes mellitus, 57% en la dislipidemia, y finalmente 56% en la obesidad. Este mecanismo puede explicarse por el hecho de que la secreción de hormona de crecimiento / IGF-1 y varias sustancias bioactivas del ERFS que no solo reducen la grasa, sino que también participan en el control de la hipertensión, disminución del azúcar en la sangre y reducción del peso. Se necesitan más estudios para aclarar los efectos en este tipo de sujetos (27).

Por lo tanto, la investigación aportaría nueva información sobre cómo se ven afectados los distintos componentes de la composición corporal en este grupo de personas. Además, podría llegar a ser un nuevo modelo terapéutico para tratar la obesidad tipo I y sentar las bases para nuevas investigaciones en esta área poco abordada por la kinesiología en nuestro país.

Se considera ético este proyecto debido a que se contará en el estudio con el consentimiento informado de los pacientes para ser parte de la investigación, además de respetar los 4 principios de la bioética médica establecidos en el informe de Belmont en el año 1979: No Maleficencia, Autonomía, Beneficencia y Justicia. Todos estos principios serán aplicados de acuerdo a las Pautas Internacionales para la Investigación Biomédica en Seres Humanos, 1982” propuestas por Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS) y Organización Mundial de Salud (OMS).

Cumplirá con el principio de No Maleficencia ya que los sujetos no se expondrán a daño de ningún tipo. Respecto a la Autonomía, los sujetos serán conscientes del ejercicio que están realizando, al momento de firmar el consentimiento informado, se les explicará con detalle en qué consiste la intervención, el propósito de ésta, que podrán hacer abandono en cualquier momento sin necesidad de dar explicaciones y que los datos utilizados serán de total confidencialidad. En relación con la Beneficencia, los sujetos se verán expuestos a los privilegios del ejercicio, otorgando éste en cualquiera de sus modalidades beneficios a la Salud de cada individuo. Por último, la Justicia se verá presente puesto que todos los sujetos de estudio recibirán el mismo protocolo de ERFS, no existiendo diferencias de ningún tipo en la aplicación de este.

Se considera relevante este proyecto debido a que se enfoca en personas que padecen una patología común en nuestro país, la que afecta en varios ámbitos de la vida de las personas tales como la sexualidad, autoestima y relaciones sociales y la cual su incidencia ha ido en creciente aumento durante los últimos años (28). Además, al tratarse de personas inactivas físicamente, este tipo de ejercicio (ERFS) será adaptado a las condiciones que presentan este tipo de pacientes, ya que requiere trabajar con bajas cargas, ideal para personas que comienzan a realizar ejercicio planificado y colaboraría en mejorar su independencia en actividades de la vida diaria.

Por otro lado, se ha comprobado que el ERFS obtiene efectos sobre la hipertrofia y fuerza muscular en menor tiempo que el entrenamiento convencional, por lo que sería importante para nosotros y para los pacientes observar un cambio notorio en

un tiempo acotado y en conjunto colaboraría con la adherencia de estos al tratamiento.

La modificación en los distintos componentes de la composición corporal, específicamente en personas obesas e inactivas físicamente, les ayudará no solo a corto plazo, observándose progresos en términos de funcionalidad y estado emocional; sino también a largo plazo, ya que la mejora en la composición corporal ayudará a prevenir futuras lesiones musculoesqueléticas de tipo degenerativas y complicaciones cardiovasculares, las cuales son comunes en este tipo de población. Esto resulta ser de gran utilidad en el mundo de los kinesiólogos, ya que se agregaría el ERFS como una nueva herramienta terapéutica para combatir la Obesidad. Además, es de gran interés a nivel nacional puesto que genera un gran impacto económico en la Salud del país.

III.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

III.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que sean inactivos físicamente sobre la composición corporal en un período de 6 semanas en la ciudad de Temuco

III.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.-Determinar el efecto de un protocolo de ERFS en el porcentaje de masa muscular.
- 2.-Determinar el efecto de un protocolo de ERFS en el porcentaje de masa grasa.
- 3.-Determinar el efecto de un protocolo de ERFS en el porcentaje de masa ósea.
- 4.-Determinar el efecto de un protocolo de ERFS en la distribución corporal de la masa grasa.

III.5 DISEÑO DE ESTUDIO

Para responder a la pregunta se utilizará un diseño cuasiexperimental debido a que se pretende conocer el efecto del ERFS sobre la Composición Corporal, puesto que no hay estudios claros sobre cómo actúa este tipo de entrenamiento sobre cada uno de los componentes, y menos aún, en sujetos que padecen obesidad y que sean inactivos físicamente. Otra razón, es que no se necesita tener control sobre todas las variables, por lo que, al estudiar a sujetos obesos, el factor nutricional no se hace obligatorio de controlar y puede incluso hacer que el estudio se asemeje más con la realidad. Un factor a tener en cuenta es que una vez que se conozca el efecto de este entrenamiento, se podría proceder a elaborar protocolos de Ensayos Clínicos o estudios que posean un mayor rigor metodológico que consideren el ERFS como una alternativa terapéutica en el tratamiento de obesos.

Los diseños cuasiexperimentales son una derivación de los estudios experimentales, en los cuales la asignación de los pacientes no es aleatoria, aunque

el factor de exposición es manipulado por el investigador. Los diseños que carecen de un control experimental absoluto de todas las variables relevantes debido a la falta de aleatorización ya sea en la selección aleatoria de los sujetos o en la asignación de los mismos a los grupos experimental y control, que siempre incluyen una preprueba para comparar la equivalencia entre los grupos, y que no necesariamente poseen dos grupos (el experimental y el control), son conocidos con el nombre de cuasiexperimentos. El método cuasiexperimental es particularmente útil para estudiar problemas en los cuales no se puede tener control absoluto de las situaciones, pero se pretende tener el mayor control posible, aun cuando se estén usando grupos ya formados. Es decir, el cuasiexperimento se utiliza cuando no es posible realizar la selección aleatoria de los sujetos participantes en dichos estudios. Por ello, una característica de los cuasiexperimentos es el incluir "grupos intactos", es decir, grupos ya constituidos. Algunas de las técnicas mediante las cuales se puede recopilar información en un estudio cuasiexperimental son las pruebas estandarizadas, las entrevistas, las observaciones, etc. Se recomienda emplear en la medida de lo posible la preprueba, es decir, una medición previa a la aplicación del tratamiento, a fin de analizar la equivalencia entre los grupos.

¿Qué ventajas y usos tiene este diseño? Son factibles dado que se pueden realizar en pequeñas unidades, por lo cual son más baratos y tienen menos obstáculos prácticos. Permiten realizar investigaciones dentro de un marco de restricciones, particularmente la falta de aleatorización. Facilitan el desarrollo de estudios en ambientes naturales. A través de los cuasiexperimentos es posible inferir

relaciones causales entre la variable independiente y la variable dependiente, pero su probabilidad de ser verdadera es relativamente baja en comparación con los diseños experimentales verdaderos.

CAPITULO IV MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1 SUJETOS DEL ESTUDIO

IV.1.1 POBLACIÓN DIANA

Está constituida en este caso por personas que padezcan obesidad tipo 1, sean físicamente inactivos y estén en edad laboral activa.

IV.1.2 POBLACIÓN ACCESIBLE

Corresponde a la cantidad de sujetos que presentan las características de la Población diana, pero que además cumplen con los criterios de inclusión y exclusión.

IV.1.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO

Es la totalidad de sujetos con las características de la Población accesible, que sumado a eso tengan el interés de ser parte del estudio y que firmen el Consentimiento Informado. Serán estas finalmente las personas que participarán en el estudio.

IV.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

IV.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Obesos tipo I
- Edad laboral activa (18-65 años)
- No cumplan con las recomendaciones de actividad física de la OMS
- Vivan en Temuco
- Firma del consentimiento informado

IV.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Alteraciones en el sistema nervioso
- Alteraciones en el sistema circulatorio
- Mujeres embarazadas
- Estén recibiendo tratamiento médico frente a una complicación musculoesquelética
- Realicen algún deporte
- Presenten una lesión musculoesquelética de tipo traumática u ortopédica
- Se muden de ciudad en los próximos 3 meses
- Estén inscritos en un gimnasio
- Asistan al kinesiólogo
- Hayan sido sometidos a una cirugía que comprometa algún componente de la función física

IV.3 TAMAÑO MUESTRAL

Para la estimación del cálculo de tamaño muestral, se utilizó un artículo científico obtenido durante la realización de la búsqueda sistemática, el cual lleva por nombre *“Efectos proximales, distales y contralaterales del entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en las extremidades inferiores: un ensayo controlado aleatorizado”* (29). El motivo por el cual se decidió escoger este artículo es porque presenta un tipo de estudio el cual presenta destacable evidencia científica y se asemeja bastante a lo que se presenta en este proyecto (cuasi-experimental), además la población de estudio es similar en cuanto al rango etario y entrega datos significativos sobre los cambios en la masa muscular gracias al ERFS. Esta estimación se realizó con el programa de software estadístico EPIDAT 3.1, versión en español, para grupos independientes, en estudios cuasiexperimentales; para esto se consideró un nivel de significancia del 95 %, con un error α del 5%. El número entregado por el programa equivale a 46 sujetos, a ese valor, se le realizó un ajuste, agregándole un 15% de pérdida, dando un total de 53 sujetos a intervenir.

IV.4 VARIABLES Y MEDICIONES

IV.4.1 VARIABLE DE INTERVENCIÓN

<i>Variable</i>	<i>Tipo de</i>	<i>Definición</i>	<i>Medición</i>	
-----------------	----------------	-------------------	-----------------	--

	<i>variable</i>		
Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo	Independiente	Es un entrenamiento basado en la oclusión vascular a nivel distal de una extremidad, realizado a través de ejercicios de bajas cargas de resistencia, este proceso induce cambios morfológicos, estructurales y funcionales de la musculatura.	Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en los pacientes, a través de las variables de respuesta masa muscular, masa grasa, masa ósea y distribución corporal de la masa grasa.

Tabla 2 Variables de intervención

IV.4.2 VARIABLES DE RESULTADO

<i>Variable</i>	<i>Tipo de variable</i>	<i>Definición</i>	<i>Medición</i>
Masa muscular	Cuantitativa continua	Es el volumen del tejido corporal total que corresponde al músculo.	Medida en porcentaje en base a la masa corporal total a través del DEXA.

Masa grasa	Cuantitativa continua	Es el volumen del tejido corporal total que corresponde al tejido adiposo.	Medida en porcentaje en base a la masa corporal total a través del DEXA.
Masa ósea	Cuantitativa continua	Es el volumen del tejido corporal total que corresponde al tejido óseo.	Medida en porcentaje en base a la masa corporal total a través del DEXA.
Distribución corporal de la masa grasa	Cuantitativa continua	Es el volumen de tejido graso según región corporal.	Medida en porcentaje en base a la masa corporal total a través del DEXA.

Tabla 3 Variables de resultado

IV.4.3 VARIABLES DE CONTROL O BASALES

<i>Variable</i>	<i>Tipo de Variable</i>	<i>Definición</i>	<i>Medición</i>
Sexo	Cualitativa nominal	Condición orgánica masculina o femenina, de los animales o plantas.	A través de la cédula de identidad del sujeto.
Edad	Cuantitativa continua	Tiempo que ha vivido una persona o ser vivo.	A través de la cédula de identidad del sujeto.

Peso corporal	Cuantitativa continua	Fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo, por acción de la gravedad. Cantidad de masa que alberga el cuerpo de una persona.	Medida en kilogramos a través de una balanza de pie digital.
Talla	Cuantitativa continua	Estatura o altura de las personas.	Medida en metros a través de un tallímetro portátil.
Consumo de tabaco	Cualitativa nominal	se considera fumador a aquella persona que responde afirmativamente a la pregunta “¿Usted fuma?”.	Mediante la pregunta ¿Usted fuma?, aceptándose como respuesta SI o NO.
Nivel socioeconómico	Cualitativa ordinal	medida total económica y sociológica que combina la preparación laboral de una persona, de la posición económica y social individual o familiar en relación a otras personas, basada en sus ingresos, educación y empleo.	Mediante las preguntas: ¿Cuál es el ingreso monetario total aproximado en donde vive? Y ¿Con cuántas personas vive?
Escolaridad	Cualitativa ordinal	Nivel alcanzado en el sistema educacional de Chile.	Mediante la pregunta ¿Cuál es su nivel de

			escolaridad alcanzado?	
--	--	--	---------------------------	--

Tabla 4 Variables de control o basales

CAPÍTULO V INTERVENCIONES

V.1 PROTOCOLO DE INTERVENCIÓN

La intervención a realizar en el estudio tiene una duración de 6 semanas, donde los pacientes participarán en 2 sesiones de entrenamiento por semana, siendo elegidos los días lunes y jueves de cada semana, para así contar con una distancia de mínimo 48 horas entre cada intervención. Este protocolo está basado en el estudio que realizó Bowman et al (29), *“Efectos proximales, distales y contralaterales del entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en las extremidades inferiores: un ensayo controlado aleatorizado.”*

Dado que la cantidad de sujetos es de 53 en total, estos serán divididos en 4 grupos, uno de 14 y tres de 13, para así no colapsar el espacio en donde se realiza el entrenamiento y abaratar costos en cuanto a recursos materiales y humanos. Los 4 grupos serán citados el mismo día, pero en distintos horarios.

Antes de iniciar con el protocolo de intervención, serán citados a todos los sujetos a una evaluación llevada a cabo con el sistema de absorciometría de rayos X de energía dual, DEXA, para conocer la composición corporal de los sujetos. Por otro lado, durante esta cita se les explicará a los sujetos que deben acudir a las sesiones con vestimenta y calzado deportivo, consumir una comida liviana con 2 horas de anticipación y no haber realizado ejercicio físico al menos 2 horas del inicio de la intervención.

Dentro de los recursos materiales, se debe contar con:

- Escalas de Borg, escala de esfuerzo percibido diseñada y altamente recomendada para definir cuándo terminar un ejercicio, midiendo el esfuerzo que el sujeto percibe durante el ejercicio
- Colchonetas, que son de utilidad para los ejercicios realizados en decúbito supino y decúbito lateral, con el fin de hacer más cómoda la realización de estos
- Manguitos de presión, los cuales son aplicados en la región del muslo con el fin de mantener una cierta oclusión del flujo sanguíneo durante la realización del ejercicio
- Sillones de cuádriceps, utilizados para la ejecución de uno de los ejercicios a realizar dentro de la intervención, con el fin de trabajar la musculatura del cuádriceps realizando extensión de rodilla en sedente.
- Pesas de tobillo, utilizadas para generar resistencia en el extremo distal de las extremidades inferiores durante la realización de cada ejercicio en colchoneta, resistencia que es medida previo al entrenamiento.

- Bicicletas estáticas, utilizadas durante la fase de calentamiento del entrenamiento a realizar.

Se debe mencionar que para llevar a cabo el ERFs, se utiliza el sistema de torniquete personalizado Delfi (Delfi Medical). El ancho de 4 pulgadas del torniquete se aplica a la parte superior del muslo de ambas extremidades. El ajuste del torniquete se determina por la presión necesaria para lograr el 80% de oclusión arterial a la extremidad (medida por la unidad Delfi). Este sistema proporciona una cantidad constante de presión a la extremidad a lo largo del rango de movimiento del ejercicio. La configuración de la presión ejercida por el manguito de presión se determina al inicio y luego se ajusta semanalmente.

En la primera sesión, se realizará una evaluación de cálculo de RM, esta evaluación se llevará a cabo mediante los ejercicios que posteriormente serán ejecutados por los sujetos durante las semanas de intervención, los cuales son 4: flexión de cadera con pierna estirada, abducción de cadera en decúbito lateral, extensión de rodilla en arco amplio y flexión de rodilla en bípedo.

A continuación, se detallará la sesión tipo para la realización de la intervención:

- FASE DE CALENTAMIENTO

Esta fase consiste en la realización de ejercicio sobre una bicicleta estática (figura 3) y ejercicios de movilidad articular (figura 4 y 5) (movimientos de caderas, rodillas y tobillos), con el objetivo de preparar el sistema musculoesquelético, cardiorrespiratorio y neuromuscular para la posterior realización de actividades más demandantes.



Figura 3 Ejercicio en bicicleta



Figura 4 Ejercicio de movilidad articular



Figura 5 Ejercicio de movilidad articular

- FASE DE DESARROLLO

Esta fase consiste en la realización de los 4 ejercicios, acompañados de una restricción del flujo sanguíneo en la región proximal de cada muslo. Los siguientes ejercicios se realizan con un descanso de 30 segundos entre cada serie y un descanso de 2 minutos entre cada ejercicio. Cabe mencionar que la restricción del

flujo sanguíneo se aplica sólo en esta fase, la cual es detenida entre cada tipo de ejercicio, es decir, durante los 2 minutos de descanso antes mencionados.

- Una serie de 30 repeticiones y siguientes tres series de 15 repeticiones de extensión de rodillas en sillón de cuádriceps (figura 6 y 7)



Figura 6 Ejercicio de ext. de rodillas Figura 7 Ejercicio de ext. de rodillas

- Una serie de 30 repeticiones y siguientes tres series de 15 repeticiones de flexión de rodillas en bípedo (figuras 8 y 9)



Figura 8 Ejercicio de flex. de rodillas

Figura 9 Ejercicio de flex. de rodillas

- Una serie de 30 repeticiones y siguientes tres series de 15 repeticiones de flexión de cadera en supino (figura 10 y 11)



Figura 10 Ejercicio de flexión de cadera



Figura 11 Ejercicio de flexión de cadera

- Una serie de 30 repeticiones y siguientes tres series de 15 repeticiones de abducción de caderas en decúbito lateral (figura 12 y 13)



figura 12 Ejercicio de abducción de cadera



figura 13 Ejercicio de abducción de cadera

- FASE DE VUELTA A LA CAMA

Esta fase consiste en la realización de ejercicios de caminata y estiramiento muscular (figura 14 y 15). Este proceso ayudará gradualmente a que el ritmo cardíaco se normalice y reducirá la sensación de fatiga.



Figura 14 Ejercicio de estiramiento muscular



Figura 15 Ejercicio de estiramiento muscular

A continuación, se presenta un cuadro resumiendo la sesión tipo, incluidas las fases y ejercicios a realizar, con el tiempo destinado a cada fase.

FASES	EJERCICIO	TIEMPO ESTIMADO
Calentamiento	• Bicicleta estática • Movilidad articular	13 minutos
Desarrollo	• Extensión de rodillas en sillón de cuádriceps • Flexión de rodillas en bípedo (con cada pierna) • Flexión de caderas en supino (con cada pierna) • Abducción de caderas en decúbito lateral (ambos lados)	45 minutos

Vuelta a la calma	• Caminata • Estiramiento muscular	10 minutos
-------------------	---	------------

Tabla 5 Resumen de sesión tipo

Luego de haber realizado las 6 semanas de entrenamiento, nuevamente serán citados todos los sujetos a una evaluación llevada a cabo con el sistema de absorciometría de rayos X de energía dual, DEXA, para conocer la composición corporal de los sujetos posterior a la aplicación del ERFS.

CAPITULO VI PROPUESTA DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

VI.1 HIPÓTESIS DEL ESTUDIO

VI.1.1 HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

VI.1.1.1 HIPÓTESIS NULA (H0)

No existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el ERFS tiene efectos sobre la composición corporal en términos de masa muscular, masa grasa y masa ósea en personas con obesidad tipo 1 que sean inactivas físicamente.

VI.1.1.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

Existe evidencia estadísticamente significativa para afirmar que el ERFS tiene efectos sobre la composición corporal en términos de masa muscular, masa grasa y masa ósea en personas con obesidad tipo 1 que sean inactivas físicamente.

VI.2 MANEJO DE DATOS

VI.2.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

El análisis descriptivo permite presentar la información cuantitativa de una forma comprensiva, permitiendo al investigador describir, organizar y sintetizar los datos del estudio, favoreciendo su posterior análisis.

La recolección de datos se realizará mediante un cuestionario para extraer datos sociodemográficos y mediante los resultados de la evaluación DEXA respecto a la composición corporal y a las variables de interés del estudio. Los datos descriptivos que se presentarán corresponden a los que tienen relación con las variables de control, de intervención y de resultados detalladas previamente en un apartado anterior (revisar tabla 2, 3 y 4)

Estos datos serán organizados, agrupados y presentados en tablas de datos de Microsoft Excel, utilizando como filtros datos repetidos, datos mal tomados y datos de participantes que desistan.

Una vez que se tengan ordenados los datos, estos se representarán con medidas de tendencia central. En el caso de que presenten una distribución normal, estos serán

representados a través de la Media y Desviación Estándar, y en el supuesto de que presenten una distribución anormal, serán representados a través de la Mediana.

VI.2.2 ANÁLISIS INFERENCIAL

Este análisis otorga la información necesaria para realizar conclusiones y tomar decisiones en cuanto a la prueba de hipótesis, las cuales permiten considerar objetivamente los resultados de la investigación y decidir si estas reflejan diferencias en el comportamiento de las variables.

En primer lugar, se determinará la normalidad Z de los datos mediante la realización de un gráfico que represente la distribución de frecuencias y posteriormente se realizará la prueba de Kolmogorov-Smirnov para confirmar la normalidad de la distribución de los datos. Luego de acuerdo a qué tipo de normalidad Z se obtenga se realizarán pruebas paramétricas como el T test, en caso de que haya una distribución normal de los datos, o pruebas no paramétricas como lo es la U de Mann Whitney, caso de que exista una distribución anormal de los datos, para evaluar si hay diferencia de promedios o medianas entre los grupos. Es necesario recordar, que estas pruebas serán para analizar los datos pre y post intervención. Se debe mencionar que son las variables de resultado (masa muscular, masa grasa, masa ósea y distribución corporal de la masa grasa) las que se van a testear con estas pruebas y que este procedimiento permitirá concluir de

forma eficaz y objetiva si existen cambios significativos en la composición corporal de los sujetos en estudio.

CAPÍTULO VII CONSIDERACIONES ÉTICAS

VII.1 PRINCIPIOS ÉTICOS

La bioética es una ciencia con una relevancia crucial a la hora de hablar de investigación en el área de la Salud, esto debido a la necesidad de protección que requiere el ser humano en su condición de vulnerabilidad frente a un gran espectro de medidas que pueden poner en riesgo la integridad de éste al verse sometido a intervenciones que por ejemplo no cuentan con una adecuada regularización y que por lo tanto pueden provocarle daños de tipo físico, psicológico, emocional, entre otros. Para evitar que esto suceda, se debe recurrir a la bioética, aplicando los cuatro principios fundamentales de esta ciencia, los cuales son: autonomía, no maleficencia, beneficencia y justicia, los cuales se desarrollarán a continuación mientras se explica en conjunto cómo es que este proyecto de investigación cumple con estos principios.

Autonomía:

Se define como la aceptación del otro como agente moral responsable y libre para tomar decisiones. La expresión más diáfana del pleno ejercicio de la autonomía, por parte de los pacientes, es el consentimiento informado (30).

En este proyecto de investigación se les indicará a los sujetos tienen la libertad de abandonar en cualquier momento el proyecto, sin necesidad de dar explicación alguna a los investigadores. Además, a los sujetos en cuestión se les solicitará firmar un consentimiento informado, en el cual se les detallará los beneficios y riesgos de la investigación, junto con sus condiciones.

No maleficencia:

El principio de no maleficencia, sinónimo del "No dañar", de la ética médica tradicional, es considerado por algunos eticistas como el otro elemento del par dialéctico beneficencia no maleficencia. En cualquier caso, se reconoce la obligatoriedad de hacer el bien y no hacer el mal (30).

En este estudio se verá reflejado este principio ya que la intervención no es dañina o no presenta mayores riesgos que los que se pueden apreciar en el ejercicio por sí solo. De igual manera, se resguardará la confidencialidad de la totalidad de los datos de los sujetos a intervenir.

Beneficencia:

El principio de la beneficencia significa hacer el bien en todas y cada una de las acciones que se realizan, pues dañar no puede estar presente, de manera consciente, ni en la idea, de un profesional de la salud (30). Igualmente, se debe mencionar que existe una proporción favorable en la relación riesgo-beneficio, ya que los beneficios para la población en general superan los riesgos asumidos por los participantes.

Este principio se evidenciará a través de los beneficios del ejercicio físico, los cuales en este caso estarán enfocados en producir una mejora en la composición corporal. Aún si no se llegasen a generar cambios en esta variable con el ERFS, los sujetos se verán expuestos de igual forma al aumento de la fuerza y masa musculares, que son efectos reconocidos tras la aplicación de este entrenamiento.

Justicia

El principio de la justicia, en el marco de la atención de salud, se refiere generalmente a lo que los filósofos denominan "justicia distributiva", es decir, la distribución equitativa de bienes escasos en una comunidad (30).

En este estudio se realizará en primera medida una selección equitativa de los sujetos, donde todos los que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión recibirán la misma oportunidad de participar en el proyecto de investigación. Luego de esto, una vez que las personas ya estén seleccionadas, serán tratadas de igual manera, sin recibir discriminación de ningún tipo en ningún momento y bajo ninguna circunstancia.

CAPÍTULO VIII ADMINISTRACIÓN Y PRESUPUESTO

VIII.1 ADMINISTRACIÓN

Para la ejecución de este proyecto de investigación se requerirá de un equipo de profesionales que trabajen en conjunto, con el objetivo de dar respuesta a la pregunta de investigación. Se necesitará también de cierta cantidad de recursos materiales para poder llevar a cabo las actividades a realizar. A continuación, se describirán cada uno de los profesionales involucrados y sus roles dentro del proyecto.

VIII.2 EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

El equipo se conformará de 3 kinesiólogos capacitados en ERFs, los cuales se encargan de aplicar el entrenamiento y se consideraran como investigadores principales del estudio. Además, se incluirá 2 kinesiólogos evaluadores, 2 estudiantes de kinesiología, un bioestadístico y una secretaria.

VIII.2.1 FUNCIONES DEL EQUIPO DE INVESTIGACION

- 3 kinesiólogos capacitado quienes se encargarán de aplicar el entrenamiento y de la coordinación general del estudio. Sus principales responsabilidades son: El reclutamiento de personal, entrenamiento de personal, reclutamiento de participantes, informar de las características de

la investigación y aplicación del consentimiento informado a los participantes, recopilación de datos obtenidos a lo largo del estudio, dar a conocer los resultados del estudio, dar a conocer las conclusiones del estudio.

- 2 kinesiólogos evaluadores los cuales se encargarán de realizar las evaluaciones del cálculo de RM al inicio de la intervención, para la posterior asignación de cargas durante la aplicación del ERFS.
- 2 estudiantes de kinesiólogía que estén cursando 4to año en la Universidad de la Frontera, los cuales se encargaran de recolectar los exámenes DEXA, pre y post intervención. Además, se encargarán de aplicar las encuestas para reunir datos sociodemográficos.
- 1 bioestadístico que se encargara de realizar el análisis estadístico, tanto el descriptivo como el inferencial.
- 1 secretario que se encargara de organizar y llevar un registro de las evaluaciones, los datos recopilados de cada participante y su asistencia a los días de intervención.

VIII.3 PRESUPUESTO

Para obtener los recursos económicos necesarios para poder llevar a cabo la investigación, se postulará a diversos fondos concursables. Se gestionarán y solicitarán apoyos universitarios de carácter monetario y de espacios físicos, como

es el Centro de Habilidades Kinésicas de la Universidad de la Frontera, para garantizar la aplicación completa de este proyecto de investigación.

Las remuneraciones de los profesionales integrantes de la investigación serán de acuerdo a las horas o periodos en los que ejercen participación directa dentro del estudio y junto a los gastos requeridos en recursos materiales a utilizar serán organizados en la siguiente tabla:

Recursos Materiales	Valor Unitario	Cantidad	Valor Total
DEXA	\$80.000	106	\$8.480.000
Manguitos de presión	\$70.000	28	\$1.960.000
Bicicleta estática	\$100.000	14	\$1.400.000
Sillón de Cuádriceps	\$900.000	4	\$3.600.000
Colchonetas	\$10.000	14	\$140.000
Escala de Borg	\$1.000	10	\$10.000
Pesa de Tobillo 1Kg	\$3.000	45	\$135.000
Pesa de Tobillo 2Kg	\$4.000	45	\$180.000
Pesa de Tobillo 5Kg	\$5.000	30	\$150.000
Pesa de Tobillo 10Kg	\$10.000	15	\$150.000
Set Toallas de papel desechables	\$3.000	45	\$135.000
TOTAL			\$16.340.000

Tabla 6 Resumen de gastos en recursos materiales

Recursos Humanos	Jornada laboral	Pago por mes	Pago Total
Kinesiólogo Capacitado 1	Tiempo completo	\$300000	\$300000

Kinesiólogo Capacitado 2	Tiempo completo	No recibe remuneración	-----
Kinesiólogo Capacitado 3	Tiempo completo	\$300.000	\$300.000
Kinesiólogo Evaluador 4	Tiempo parcial	\$200.000	\$200.000
Kinesiólogo Evaluador 5	Tiempo parcial	\$200.000	\$200.000
Ayudante 1	Tiempo parcial	\$10.000 (remunerado por 2 meses)	\$20.000
Ayudante 2	Tiempo parcial	\$10.000 (remunerado por 2 meses)	\$20.000
Secretaria	Tiempo completo	\$380.000 (remunerado por 8 meses)	\$3.040.000
TOTAL			\$4.080.000

Tabla 7 Resumen de gastos en recursos humanos

Gastos operacionales	Valor unitario	Cantidad	Valor total
Notebook	\$300.000	1	\$300.000
Impresora	\$50.000	1	\$50.000
Resma de hojas	\$5.000	3	\$15.000
Carpeta archivadora	\$1.000	5	\$5.000
Lápices pasta	\$200	15	\$3.000
TOTAL			\$373.000

Tabla 8 Resumen de gastos en recursos operacionales

VIII.4 PROPUESTA DE CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

VIII.4.1 CARTA GANTT

	M E S E S																	
ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	1	1	1	1	1
Aprobación del Proyecto por parte del comité de ética																		
Adquisición de los recursos materiales																		
Capacitación del equipo de trabajo																		
Reclutamiento de sujetos de estudio																		
Firma del consentimiento informado																		

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA SOCIODEMOGRAFICA PROYECTO DE INVESTIGACION “ Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que sean inactivos físicamente”
1.- NOMBRE:
2.- SEXO: ___Femenino ___Masculino
3.- EDAD: ___años.
4.- PESO CORPORAL: ___kilogramos
5.- TALLA: ___metros
6.- CONSUMO DE TABACO ¿Usted fuma? ___Si ___No
7.- NIVEL SOCIOECONOMICO ¿Cuál es el ingreso monetario mensual de su familia? _____ ¿Con cuantas personas vive? 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8.- ESCOLARIDAD:

¿Cuál es su nivel de escolaridad alcanzado?

___ E. Básica Incompleta ___ E. Básica completa ___ E. Media

incompleta

___ E. Media completa ___ E. Superior incompleta ___ E. Superior

completa

ANEXO 2

CONSENTIMIENTO INFORMADO



Usted ha sido invitado a participar en un estudio el cual busca responder a la pregunta, “¿Cuál es el efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que sean inactivos físicamente en términos de composición corporal en un periodo de 6 semanas en la ciudad de Temuco?”, realizado por Valentina Salazar, Daniel Venegas y Maximiliano Villalobos Kinesiólogos egresados de la Universidad de La Frontera, Temuco, Región de la Araucanía, Chile.

Este formulario de consentimiento tiene como objetivo entregar toda la información necesaria para que usted decida participar o no en la investigación, siendo una participación totalmente voluntaria. El retiro de la investigación la puede realizar en cualquier momento en el caso que así lo desee. Si usted decide no participar no existe ninguna sanción.

Por favor léalo detenidamente y realice las preguntas que estime convenientes en el momento que usted lo requiera.

El propósito de este estudio es determinar el efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos en edad laboral activa que padezcan

obesidad tipo I y que sean inactivos físicamente en términos de composición corporal en un período de 6 semanas en la ciudad de Temuco

Los criterios que se deben cumplir para participar de esta investigación son:

- Obesos tipo I
- Edad laboral activa (18-65 años)
- No cumpla con las recomendaciones de actividad física de la OMS
- Viva en Temuco
- Firma del consentimiento informado

Los criterios de exclusión de este estudio son:

- Alteraciones en el sistema nervioso
- Alteraciones en el sistema circulatorio
- Mujeres embarazadas
- Esté recibiendo tratamiento médico frente a una complicación musculoesquelética
- Realice algún deporte
- Presente una lesión musculoesquelética de tipo traumática u ortopédica
- Se mude de ciudad en los próximos 3 meses
- Esté inscrito/a en un gimnasio
- Asista al kinesiólogo
- Haya sido sometido/a a una cirugía que comprometa algún componente de la función física

Si Usted acepta su participación en este estudio se realizarán las siguientes intervenciones:

1. Una encuesta en la que se recopilarán sus datos personales los cuales serán registrados para su posterior análisis.
2. Una evaluación para conocer su composición corporal previo a la intervención llevada a cabo con el sistema de absorciometría de rayos X de energía dual, DEXA.
3. Una evaluación para conocer su RM máximo y así calcular con cuánto peso trabajar los días de entrenamiento, llevada a cabo mediante la realización de los mismos ejercicios a ejecutar los días de entrenamiento.
4. Entrenamientos que se realizarán 2 veces por semana los cuales constan de 4 ejercicios de miembro inferior. Durante la realización de estos ejercicios usted estará sometido a una restricción del flujo sanguíneo en ambas piernas mediante manguitos que rodean sus muslos con cierta presión.
5. Una evaluación para conocer su composición corporal posterior a la intervención llevada a cabo con el sistema de absorciometría de rayos X de energía dual, DEXA.

Ninguna de las evaluaciones e intervenciones que se realizarán en este estudio tendrán costo para usted.

No existen riesgos para usted en la participación de este estudio. Sin embargo, es probable que usted sienta leves molestias al verse sometido a la aplicación del manguito de presión durante el ejercicio o dentro de alguno de los procedimientos a realizar. Siéntase con todo el derecho de informar de esto al personal capacitado o de otro modo retirarse del estudio si así lo considera.

Los datos de este estudio se mantendrán confidenciales. Al ser publicado el estudio, éste no tendrá datos personales que lo identifiquen, ni tampoco será asociado a ningún hallazgo. Todos los registros de su estudio serán asignados al mismo número de identificación (ID). Los datos se utilizarán para el desarrollo de informes, solo con el fin de colaborar en el estudio.

Ante cualquier pregunta que desee hacer durante el proceso de investigación puede contactarse con: Valentina Salazar, fono: +56962434530; Daniel Venegas, fono: +56977199430; Maximiliano Villalobos, fono: +56973458908 Universidad de La Frontera, Temuco, Región de la Araucanía, Chile.

ACTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo _____,

Rut: _____, acepto participar voluntaria y anónimamente en el estudio: “¿Cuál es el efecto del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en adultos en edad laboral activa que padezcan obesidad tipo I y que sean inactivos físicamente en términos de composición corporal en un período de 6 semanas en la ciudad de Temuco?”, dirigida por _____. Declaro también haber sido informado de los objetivos, procedimiento y lo que implica mi participación en el estudio. Autorizo la realización de: (Marcar con una X)

Nombre Participante Nombre Investigador

Firma Firma

Fecha Fecha

BIBLIOGRAFÍA

1. Atalah S. Eduardo. EPIDEMIOLOGÍA DE LA OBESIDAD EN CHILE. Rev Médica Clínica Condes [Internet]. 2012 [cited 2019 Oct 14];23:117–23. Available from: http://www.clc.cl/Dev_CLC/media/Imagenes/PDF/revista_médica/2012/2_marzo/Dr_Atala-3.pdf
2. Serra-Majem L, Bautista-Castaño I. Etiology of obesity: two “key issues” and other emerging factors. Nutr Hosp [Internet]. 2013 Sep [cited 2019 Oct 14];28 Suppl 5:32–43. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24010742>
3. Aguilera C, Labbé T, Busquets J, Venegas P, Neira C, Valenzuela Á, et al. Obesidad: ¿Factor de riesgo o enfermedad? Rev Med Chil [Internet]. 2019 Apr [cited 2019 Oct 14];147(4):470–4. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872019000400470&lng=en&nrm=iso&tlng=en
4. Wang K, Yu X, Tang Y-J, Tang Y, Liang X. Obesity: An emerging driver of head and neck cancer. Life Sci [Internet]. 2019 Sep 15 [cited 2019 Oct 14];233:116687. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024320519306137?via%3Dihub>

5. Blüher M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nat Rev Endocrinol* [Internet]. 2019 May 27 [cited 2019 Oct 14];15(5):288–98. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41574-019-0176-8>
6. ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 Primeros resultados [Internet]. 2017 [cited 2019 Jun 14]. Available from: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf
7. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet* [Internet]. 2012 Jul [cited 2019 Oct 14];380(9838):247–57. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673612606461>
8. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT, et al. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* [Internet]. 2012 Jul 21 [cited 2019 Oct 14];380(9838):219–29. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22818936>
9. Knuth AG, Hallal PC. Temporal trends in physical activity: a systematic review. *J Phys Act Health* [Internet]. 2009 Sep [cited 2019 Oct 14];6(5):548–59. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19953831>
10. Ding D, Lawson KD, Kolbe-Alexander TL, Finkelstein EA, Katzmarzyk

- PT, van Mechelen W, et al. The economic burden of physical inactivity: a global analysis of major non-communicable diseases. *Lancet* [Internet]. 2016 Sep 24 [cited 2019 Oct 14];388(10051):1311–24. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27475266>
11. Díaz-Martínez X, Petermann F, Leiva AM, Garrido-Méndez A, Salas-Bravo C, Martínez MA, et al. No cumplir con las recomendaciones de actividad física se asocia a mayores niveles de obesidad, diabetes, hipertensión y síndrome metabólico en población chilena. *Rev Med Chil* [Internet]. 2018 May [cited 2019 Oct 14];146(5):585–95. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872018000500585&lng=en&nrm=iso&tlng=en
 12. Sahrman SA. Diagnosis and Treatment of movement impairment syndromes. 1st editio. Paidotribo, editor. 2005.
 13. Loenneke J, Abe T, Wilson J, Thiebaud R, Fahs C, Rossow L, et al. Blood flow restriction: An evidence based progressive model (Review). *Acta Physiol Hung* [Internet]. 2012 Sep [cited 2019 Oct 14];99(3):235–50. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22982712>
 14. Schoenfeld BJ. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2010 Oct [cited 2019 Oct 14];24(10):2857–72. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00124278-201010000-00040>
 15. Hernández, JM.; Azael Herrero J. Respuestas y adaptaciones al

entrenamiento de fuerza oclusivo de baja intensidad [Internet]. 2012 [cited 2019 Jun 14]. Available from:
<https://www.efdeportes.com/efd164/entrenamiento-de-fuerza-oclusivo-de-baja-intensidad.htm>

16. Martín Hernández J, Marín PJ, Herrero AJ. Revisión de los procesos de hipertrofia muscular inducida por el entrenamiento de fuerza oclusivo. *Rev Andal Med Deport* [Internet]. 2011;4(3):121–8. Available from:
www.elsevier.es/ramd
17. Laurentino G, Ugrinowitsch C, Aihara A, Fernandes A, Parcell A, Ricard M, et al. Effects of Strength Training and Vascular Occlusion. *Int J Sports Med* [Internet]. 2008 Aug [cited 2019 Jun 14];29(08):664–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18213536>
18. Manini TM, Clark BC. Blood Flow Restricted Exercise and Skeletal Muscle Health. *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. 2009 Apr [cited 2019 Oct 14];37(2):78–85. Available from:
<https://insights.ovid.com/crossref?an=00003677-200904000-00006>
19. Pearson SJ, Hussain SR. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sport Med*. 2015;45(2):187–200.
20. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med* [Internet].

2019;49(1). Available from: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1>

21. Lorente Ramos, R.M. Azpeitia Armán, J. Arévalo Galeano N. Absorciometría con rayos X de doble energía. Fundamentos, metodología y aplicaciones clínicas. Radiologia [Internet]. 2012 [cited 2019 Oct 14];54:410–23. Available from: http://www.webcir.org/revistavirtual/articulos/2015/marzo/espana/absorciometria_esp.pdf
22. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bembien MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. Eur J Appl Physiol [Internet]. 2012 May 16 [cited 2019 Jun 14];112(5):1849–59. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21922259>
23. Manterola C, Otzen T. Estudios Experimentales 2 Parte: Estudios Cuasi-Experimentales. Int J Morphol [Internet]. 2015 Mar [cited 2019 Jun 16];33(1):382–7. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022015000100060&lng=en&nrm=iso&tlng=en
24. Bentham J, Di Cesare M, Bilano V, Bixby H, Zhou B, Stevens GA, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. Lancet. 2017;390(10113):2627–42.
25. Lanás F. Investigación muestra que el 45% de la población de Temuco

- padece sobrepeso y el 35% es obeso [Internet]. 2017 [cited 2019 Oct 14]. Available from: <https://www.ufro.cl/index.php/noticias/12-destacadas/671-ufro-investigacion-poblacion-temuco-obesidad>
26. Chulvi Medrano I. Revista andaluza de medicina del deporte. Rev Andaluza Med del Deport [Internet]. 2011 Jul 1 [cited 2019 Jun 16];4(3):121–8. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-entrenamiento-fuerza-combinado-con-oclusion-X1888754611381398>
 27. Satoh I. Kaatsu Training: Application to Metabolic Syndrome. Int J KAATSU Train Res. 2012;7(1):7–12.
 28. Policy insights [Internet]. 2017 [cited 2019 Jun 14]. Available from: www.oecd.org/health/obesity-update.htm
 29. Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, Jue G, Mohr K, Brown P, et al. Proximal, Distal, and Contralateral Effects of Blood Flow Restriction Training on the Lower Extremities: A Randomized Controlled Trial. Sport Heal A Multidiscip Approach [Internet]. 2019 Mar 14 [cited 2019 Jun 14];11(2):149–56. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30638439>
 30. Centro Nacional de Información de Ciencias Médicas. M del C, Marrero Lemus A, Luisa Valencia M, Blanca Casas S, Moynelo H. Principios básicos de la bioética. Rev Cubana Enferm [Internet]. 1985 [cited 2019 Sep 4];12(1):11–2. Available from:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03191996000100006