



**Carrera:** Tecnología Superior en Actividad Física, Deportiva y Recreación.

**Título de la propuesta:** Sistematización de experiencias para la hipertrofia muscular en el entrenamiento de la fuerza.

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo para optar por el título de Tecnólogo Superior en Actividad Física, Deportiva y Recreación**

**Autor:** Proaño Mosquera Angel Javier

**Tutor:** Alexis Quelal

Quito, marzo, 2023

❖ **Constancia de Aprobación del Tutor**

En mi calidad de Tutor(a) de la sistematización de experiencias para la hipertrofia muscular en el entrenamiento de la fuerza presentada por el Sr Proaño Mosquera Angel Javier para optar por el título en actividad física, Deportiva y Recreación, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la Ciudad de Quito, a los días 19 del mes de febrero del 2024

**Tutor:** Doc. Alexis Hernán Quelal Leiton

CI: 1710325919

### ❖ **Declaratoria de Responsabilidad**

Los componentes teóricos-prácticos desarrollados, la reflexión crítica, las conclusiones y recomendaciones de la presente sistematización de la experiencia práctica de investigación son de exclusiva responsabilidad del autor. Autorizo al Instituto Tecnológico Superior del “Honorable Consejo Provincial de Pichincha” el uso del presente documento con fines educativos- formativos.

**Autor: Javier Proaño**

**CI: 1719029686**

## ❖ Dedicatoria

A mi querida familia,

Con profundo agradecimiento y amor, dedico esta tesis a cada uno de ustedes. Vuestra constante presencia, aliento y apoyo han sido el motor que impulsó este largo y desafiante viaje académico.

A mis padres, hermanos, abuela, tíos y tías, ustedes han sido mi roca, mi inspiración y mi razón para perseverar en los momentos difíciles. Vuestras palabras de ánimo, gestos de cariño y sacrificios silenciosos han sido la fuerza que me ha sostenido en los momentos de duda y desánimo.

A través de esta tesis, deseo honrar el inmenso impacto que cada uno de ustedes ha tenido en mi vida. Vuestra confianza en mí ha sido el combustible que alimentó mi determinación y ambición. Cada página de este trabajo está impregnada con el amor, el apoyo y la sabiduría que ustedes me han brindado a lo largo de los años.

Aunque estas palabras no pueden expresar completamente la gratitud que siento hacia ustedes, espero que esta dedicatoria sirva como un modesto tributo a la profunda influencia que han tenido en mi desarrollo académico y personal.

Gracias por creer en mí, por alentarme y por estar siempre a mi lado. Este logro es también de ustedes, porque cada paso que he dado en este camino lo he dado con ustedes en mente y con su amor como mi guía.

Con todo mi amor y gratitud,

Proaño Mosquera Angel Javier

## ❖ Agradecimiento

A mi estimado padre,

En este momento de celebración y gratitud, deseo dirigirme a ti, mi querido padre, con el corazón rebosante de agradecimiento y amor. Eres el héroe de mi historia, el faro que ha iluminado mi camino en los momentos más oscuros y la roca sobre la cual he construido mis sueños.

Al igual que la canción "Monsters" de James Blunt, has sido mi guardián, brindándome consuelo y fuerza con cada paso que he dado. Tus palabras sabias, tu inquebrantable apoyo y tu amor incondicional han sido los pilares sobre los cuales he edificado mi vida.

Padre, tu sacrificio y dedicación han sido la fuerza impulsora detrás de cada logro que he alcanzado. Tus enseñanzas de humildad, perseverancia y amor han moldeado mi carácter y han inspirado cada uno de mis pasos.

En este día de triunfo, quiero honrar tu inquebrantable amor y compromiso, que han sido el verdadero motor detrás de mi éxito. Tu presencia ha sido un regalo invaluable en mi vida, y no hay palabras suficientes para expresar la gratitud que siento por ti.

Con amor y admiración te quisiera citar estas últimas palabras obra de James Blunt

“Conozco tus errores, y tu conoces los míos  
y mientras tu estas durmiendo intentaré hacer que te sientas orgullo de mi

Y te puedo prometer que siempre sentirás mi mano sobre la tuya”

## ❖ Índice

<u>Contenido</u>	<u>Páginas</u>
Contenido	
<b>Resumen:</b> .....	<b>9</b>
<b>Introducción:</b> .....	<b>11</b>
<b>Justificación:</b> .....	<b>12</b>
<b>Antecedentes del problema:</b> .....	<b>13</b>
<b>Planteamiento del problema:</b> .....	<b>14</b>
<b>Formulación de problema</b> .....	<b>15</b>
<b>Objetivos:</b> .....	<b>15</b>
<b>Objetivo General:</b> .....	<b>15</b>
<b>Objetivos específicos:</b> .....	<b>15</b>
<b>Capítulo I:</b> .....	<b>16</b>
<b>Marco Teórico:</b> .....	<b>16</b>
<b>Marco Conceptual:</b> .....	<b>33</b>
<b>Marco Institucional:</b> .....	<b>34</b>
<b>Capítulo II:</b> .....	<b>36</b>
<b>Marco Metodológico</b> .....	<b>36</b>
<b>Capítulo III:</b> .....	<b>39</b>
<b>Ejes de análisis:</b> .....	<b>39</b>
<b>Principales Hallazgos:</b> .....	<b>42</b>
<b>Análisis de resultados:</b> .....	<b>44</b>
<b>Conclusiones:</b> .....	<b>48</b>
<b>Recomendaciones:</b> .....	<b>48</b>
<b>Bibliografía:</b> .....	<b>49</b>
<b>Anexos:</b> .....	<b>50</b>

**❖ Lista de Tablas****Tabla 1 .....pág.19****Tabla 2.....pág. 22****Tabla 3 ..... pág.37****Tabla 4..... pág.43****Tabla 5..... pág.43**

❖ **Lista de Figuras**

**Figura 1** ..... pág.17

**Figura 2**.....pág. 21

**Figura 3** ..... pág. 22

## **B: Contenidos**

### **Resumen:**

**Objetivo:** Este estudio experimental cuantitativo investigó los efectos del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (RFS) en la hipertrofia muscular aplicando una amplificación de entrenamiento estandarizada para los participantes en cual la única variación fue la aplicación de oclusión sanguínea en el brazo dominante

**Métodos:** Participaron 8 individuos (4 hombres y 4 mujeres, 17-22 años) con experiencia intermedia en entrenamiento de hipertrofia. Se aplicó el método Kaatsu en el brazo dominante, manteniendo constantes el régimen de entrenamiento y la dieta. Se realizaron mediciones antropométricas de bíceps relajado y contraído al inicio, a la mitad y al final del estudio (8 semanas), utilizando el estándar ISAK 1.

**Resultados:** Se observaron incrementos en las medidas de bíceps en ambos brazos (con y sin RFS), pero sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Esto sugiere que la restricción de flujo sanguíneo no proporcionó una ventaja adicional significativa en términos de hipertrofia muscular.

**Conclusiones:** A pesar de los incrementos generales en la masa muscular, la aplicación de RFS no mostró una eficacia superior al entrenamiento convencional en este grupo demográfico específico. Las limitaciones del estudio incluyeron el tamaño reducido de la muestra y la falta de aleatorización. Futuras investigaciones deben considerar una muestra más amplia y un enfoque más diversificado para determinar con mayor precisión la efectividad del RFS en la hipertrofia muscular.

**Palabras Clave:** Entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, hipertrofia muscular, entrenamiento de fuerza, metodología experimental, análisis cuantitativo.

## **Abstract**

**Objective:** This quantitative experimental study investigated the effects of Blood Flow Restriction (BFR) training on muscle hypertrophy by applying a standardized training amplification for participants in which the only variation was the application of blood occlusion in the dominant arm.

**Methods:** Eight individuals (4 men and 4 women, aged 17-22) with intermediate experience in hypertrophy training participated. The Kaatsu method was applied to the dominant arm, maintaining a constant training regimen and diet. Anthropometric measurements of relaxed and contracted biceps were taken at the beginning, middle, and end of the study (8 weeks), using the ISAK 1 standard.

**Results:** Increases in biceps measurements were observed in both arms (with and without BFR), but without statistically significant differences between them. This suggests that blood flow restriction did not provide a significant additional advantage in terms of muscle hypertrophy.

**Conclusions:** Despite the general increases in muscle mass, the application of BFR did not show superior efficacy to conventional training in this specific demographic group.

Limitations of the study included the small sample size and the lack of randomization. Future research should consider a larger sample and a more diversified approach to more accurately determine the effectiveness of BFR in muscle hypertrophy.

**Keywords:** Blood Flow Restriction Training, Muscle Hypertrophy, Strength Training, Experimental Methodology, Quantitative Analysis.

**Introducción:**

El entrenamiento de fuerza se ha validado como un método efectivo para estimular el crecimiento muscular, especialmente cuando se lleva a cabo con cargas que superan el 70% de la repetición máxima (1 RM). Este aumento en la masa muscular no solo tiene implicaciones estéticas, como se ve en competiciones de fisicoculturismo y fitness, sino que también está asociado con mejoras significativas en la fuerza y el rendimiento deportivo.

El proceso de hipertrofia muscular implica un equilibrio positivo entre la síntesis de proteínas y la degradación de compuestos nitrogenados, siendo la planificación del entrenamiento y una adecuada nutrición elementos cruciales para su logro. En este sentido, la frecuencia, el volumen y la intensidad del entrenamiento son parámetros esenciales a considerar en la planificación de cualquier programa de entrenamiento enfocado en la hipertrofia muscular.

Además del enfoque tradicional en el culturismo y el fitness, la hipertrofia muscular también se ha reconocido por su papel en la prevención de lesiones y la rehabilitación. En este contexto, se ha observado un creciente interés en un tipo de entrenamiento conocido como "entrenamiento oclusivo" o "entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo", que implica ejercitarse bajo la presión de una extremidad para alcanzar o superar la presión arterial sistólica. Esta técnica, desarrollada por Yoshiaki Sato en Japón en 1985 y conocida como KAATSU, ha ganado popularidad en Occidente en los últimos años.

Investigaciones recientes han demostrado que el entrenamiento de resistencia con cargas ligeras (20-50% 1 RM) y restricción del flujo sanguíneo puede mejorar significativamente tanto el tamaño como la función muscular en una variedad de poblaciones. Por ejemplo, se ha observado un incremento notable en la fuerza del extensor de rodilla en sujetos jóvenes cuando se combina el entrenamiento de resistencia con baja carga a una intensidad del 50% 1 RM con restricción del flujo sanguíneo. Este enfoque innovador abre nuevas posibilidades en el campo del entrenamiento deportivo y la rehabilitación muscular.

**Justificación:**

Esta investigación tiene como finalidad abordar la necesidad creciente de nuevos métodos para poder alcanzar la hipertrofia muscular en atletas de alto rendimiento que se preparan para competencias, como también de personas que solo ven al entrenamiento con un fin de estética y salud. Contribuir con un estudio de este entrenamiento podría resultar de gran ayuda para que se pueda aclarar más este tipo de entrenamiento y sus beneficios que conllevan entrenar con un plan de entrenamiento que se enfoque en apoyarnos y basar nuestros métodos de entrenamiento en el flujo sanguíneo.

De manera general, la actividad investigativa en Quito se presenta como una valiosa iniciativa de relevancia social, al enfocarse en la imperiosa necesidad de mejoramiento. y comprobar el desarrollo muscular de personas que entrenan, ya sean atletas o personas sin fines competitivos, se está trabajando para crear un entorno más completo y brindar una mejor atención y entrenamiento para que estas personas logren su máximo potencial y obtener una investigación relevante, cuyo valor reside en el impacto significativo que puede generar el comprobar la implementación de un método de entrenamiento novedoso en las personas que quieren alcanzar la hipertrofia muscular. Al enfocarnos en mejorar la atención y desarrollar métodos de entrenamiento que no siempre son aplicados las ganancias musculares de estas personas podrían alcanzar un mejor desarrollo muscular, se busca promover su inclusión y aplicación de este entrenamiento en los diferentes gimnasios. Una vez que logren alcanzar su pleno potencial muscular, es probable que experimenten una mayor satisfacción, confianza en sí mismos y sensación de logro. Además, la participación activa del Técnico Universitario Pichincha en esta investigación demuestra su compromiso social y su rol como agente de cambio en la comunidad al involucrarse en la búsqueda de soluciones para mejorar y promover el entrenamiento físico de las personas, y a la institución demuestra su responsabilidad y empatía hacia los sectores deportivos de la sociedad a través de su desarrollo, resultados y conocimientos que trasciendan más allá de solo comprobarlo e implementarlo en el gimnasio Mr. Will Gym, Quito.

Los descubrimientos podrían ser aprovechados por otras instituciones y entidades con objetivos similares, lo que contribuiría a una mejora generalizada en la atención y el entrenamiento para promover la hipertrofia muscular.

Esta investigación se justifica por la creciente necesidad de verificar la efectividad de este tipo de entrenamiento en la comunidad fitness, así como mejorar la atención y desarrollar

métodos de entrenamiento para aquellos interesados en este deporte. La inclusión del método de flujo sanguíneo enfocado en el desarrollo muscular es un aspecto clave. La implicación del Técnico Universitario Pichincha en esta iniciativa fortalece su compromiso con la responsabilidad social y su dedicación al progreso y mejora de los centros de entrenamiento.

### **Antecedentes del problema:**

El entrenamiento para la hipertrofia muscular, o el aumento del tamaño de las fibras musculares, implica la aplicación de métodos específicos diseñados para estimular el crecimiento muscular. Uno de los enfoques más comunes es el entrenamiento de resistencia con cargas moderadas a altas y repeticiones que oscilan entre 6 y 12 por serie. Este rango de repeticiones se ha asociado con el reclutamiento óptimo de fibras musculares y la acumulación de tensiones metabólicas que favorecen el crecimiento. Además, la manipulación de variables como el volumen total de entrenamiento, la frecuencia de entrenamiento y la intensidad, contribuyen a la creación de estímulos variados para evitar la adaptación del cuerpo. Estrategias como el entrenamiento con superseries, entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, series descendentes o el uso de técnicas de intensificación, como las repeticiones forzadas, también pueden desempeñar un papel importante en la búsqueda de la hipertrofia. Es esencial acompañar estos métodos con una nutrición adecuada y un descanso suficiente para permitir la recuperación y el crecimiento muscular óptimos.

Según (Unday, 2017) La sistematización de experiencias es de gran importancia, ya que implica analizar minuciosamente una investigación con el fin de examinar lo ocurrido, reconstruyendo y organizando los eventos de manera que se revele la lógica subyacente del proceso. Esto permite comprender detalladamente una experiencia vivida o situaciones que hayan ocurrido en la vida.

Los antecedentes de la investigación están relacionados al mejoramiento de métodos de entrenamiento para poder alcanzar la hipertrofia muscular y desarrollar la fuerza, el poder analizar un método de entrenamiento como el del flujo sanguíneo es un gran aporte para que este mismo pueda ser implementado en diferentes centros de entrenamiento.

Los efectos positivos ocasionados en la salud mediante el entrenamiento de fuerza son:

- Prevención de la diabetes.
- Mejora física en individuos diabéticos.

- Mejora de fuerza muscular y de la densidad del hueso.
- Prevención de la osteoporosis en la tercera edad.

Y otros beneficios que se asocian a la fuerza y al desarrollo de una musculatura saludable

Así mismo la relación entre un método de entrenamiento y otro pueden tener mucha concordancia al final del entrenamiento, es decir los resultados pueden ser similares.

De igual manera existen personas que pueden acogerse en su mayoría a métodos de entrenamiento tradicionales o en el mundo del fitness son conocidos como métodos de entrenamiento de la “vieja escuela”, pero al enfocarnos en el estudio de un nuevo método y comprobar sus resultados nos puede llevar a descubrir que un método poco o casi nunca implementado sea o pueda ser de gran importancia en el entrenamiento muscular.

### **Planteamiento del problema:**

El problema se encuentra en la falta de investigaciones previas sobre este tipo de entrenamiento en una población local. Nuestro objetivo es evaluar cómo este tipo de entrenamiento afecta a atletas con experiencia intermedia en el ámbito del fitness a lo largo del tiempo, especialmente en el contexto de nuestra comunidad local.

Hemos diseñado un programa de entrenamiento de 2 meses diseñado para enseñar y mejorar rutinas de ejercicio para mejorar la ejecución del ejercicio y el desarrollo muscular en personas que quieran hipertrofiar y realizar actividad física específica en RM.

Tendremos y pondremos a disposición un programa especial para enseñar a las personas a entrenar, en nuestro GYM cerca de la Mena 2 en Quito. En este estudio pretendemos contribuir a un mejor desarrollo físico a través de un análisis integral y proponer estrategias de entrenamiento para mejorar la forma de entrenamiento y la hipertrofia muscular, la calidad de vida y la participación en el ejercicio físico de las personas que buscan el desarrollo muscular.

Un entorno inclusivo y compasivo permite que todos participen en este tipo de formación que mejor se adapta a sus objetivos. Esto te permitirá alcanzar tu máximo potencial y vivir una vida más plena, independientemente de tu somatotipo corporal, cabe recalcar que el

somatotipo de tu cuerpo no influye en nada para que una persona pueda alcanzar sus objetivos, desde una persona ectomorfa a una persona endomorfa pueden alcanzar ganancias similares, la única diferencia radica en el proceso y tiempo estimado para alcanzar sus objetivos.

Cuando se menciona el término hipertrofia, inmediatamente nos viene a la mente grandes volúmenes musculares, como se ve claramente en el culturismo. Sin embargo, esta es realmente la esencia de la hipertrofia. Vargas (1998) la describe como "un aumento en la sección transversal fisiológica de los músculos inducido por el aumento del grosor de las fibras musculares y el número de tejidos capilares en el tejido muscular, una adaptación morfológica causada por el entrenamiento de la fuerza". El somatotipo o psicología constitucional es una teoría, desarrollada en la década de 1940 por el psicólogo norteamericano William Herbert Sheldon, que asocia los tipos de cuerpos humanos con tipos de temperamentos, Sheldon propuso tres tipos de somatotipos o estructuras corporales, las cuales nombró como personas ectomorfas, mesomorfas y endomorfas.

### **Formulación de problema**

¿Cómo puedo mejorar la fuerza y el desarrollo muscular de las personas que quieran alcanzar un mayor grado de hipertrofia con la inclusión del método de entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo en el Gimnasio MR.WILL.GYM, ubicado en el barrio de la Mena 2 en Quito?

### **Objetivos:**

#### **Objetivo General:**

Sistematizar las experiencias obtenidas a través de una intervención con un protocolo de entrenamiento usando y aplicando el método de restricción de flujo sanguíneo o llamado método kaatsu

#### **Objetivos específicos:**

- Recopilar y analizar datos empíricos sobre el uso del método de restricción de flujo sanguíneo mediante un diseño de un programa de entrenamiento de un mes que se enfoque en evaluar y mejorar la masa muscular en el tren superior de deportistas con experiencia intermedia, utilizando el método de restricción de flujo sanguíneo de forma unilateral.

- Medir y registrar de manera precisa los cambios en la hipertrofia del miembro superior de los deportistas después de completar el programa de entrenamiento de dos meses con restricción de flujo sanguíneo.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos en el grupo de deportistas que siguieron el programa de entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo en el miembro superior con los datos de referencia previos al programa, con el fin de poder evaluar la efectividad y los beneficios de esta modalidad de entrenamiento en deportistas con experiencia intermedia.

## Capítulo I

### Marco Teórico:

#### 1.-Sistematización de experiencias:

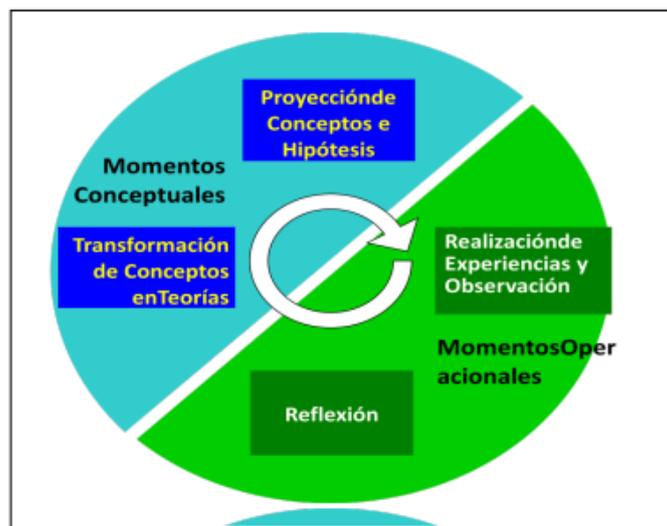
Cualquier sistematización como construcción colectiva de significado es siempre una experiencia inédita, porque el juego no es un conjunto de procedimientos y técnicas estandarizados, sino las experiencias, sueños, visiones y elecciones de individuos y grupos. asumir que es una oportunidad de autocomprensión y transformación” Lola Cendales y Alfonso Torres, “La indagación como investigación y experiencia educativa” Colombia 2007.

El sistema de experiencia se viene desarrollando en América Latina desde finales de los años setenta. herramienta Trabajo en equipo relacionado El objetivo de la educación general es el cambio social a través de la acción revolucionaria Con el tiempo, el sistema fue adoptado como una herramienta de reflexión y análisis

La práctica no se considera conocimiento académico, pero eso no disminuye su valor, esto es lo que llamamos reflexivo práctica, es decir, un nivel de conocimiento compartido por todos los individuos y grupos. Recopile y respalde sus decisiones y acciones diarias con una búsqueda sistemática. Identificar núcleos, encontrar información, abordar todas las lecciones con posible contribución. En este sentido, el sistema se denomina mecanismo básico. Para comprender la importancia de la organización, primero debemos mirar el aprendizaje humano. ¿Qué papel juegan las personas, los grupos y las experiencias de vida en este aprendizaje? A menudo pensamos que la teoría y la práctica son opuestas, pero su relación es muy fuerte. La teoría se basa en la práctica y viceversa.

Paulo Freire sostiene en su obra "Pedagogía en la tristeza" (1975) que el aprendizaje se fundamenta en la realidad y la práctica social, especialmente cuando se las aborda de manera crítica, y que la educación debe tener un carácter liberador cuando se orienta hacia el cambio. Desde otra perspectiva, Mendonca (2012), basándose en diversos autores como Kolb, Argyris, Piaget, entre otros, propone un modelo de ciclo de aprendizaje de cuatro etapas que se desarrolla en dos momentos principales: el operacional y el conceptual. Según esta perspectiva, la experimentación, observación y reflexión práctica forman parte del momento operacional, mientras que la formulación de conceptos en hipótesis y la elaboración de teorías pertenecen al momento conceptual. Si el ciclo se completa y estos dos momentos están interconectados, se puede afirmar que tanto individuos como grupos están aprendiendo.

**Figura 1:** *El Ciclo del Aprendizaje*



Tomado de Sebastián Mendonca "Aprendizaje y Conocimiento", 2012.

## 2.- Hipertrofia Muscular:

El término "hipertrofia" evoca de inmediato la idea de una gran masa muscular, típicamente asociada con el culturismo. Sin embargo, esta definición va más allá. Según Vargas (1998), la hipertrofia se refiere a un aumento en el área de sección transversal fisiológica del músculo, resultado del engrosamiento de las fibras musculares y el incremento de tejido capilar en el tejido muscular, lo que conlleva a adaptaciones morfológicas. Este proceso está intrínsecamente relacionado con el entrenamiento de fuerza.

El músculo esquelético constituye aproximadamente el 45% de la masa corporal total, por lo que cualquier cambio en su estructura implica modificaciones significativas a nivel del

organismo humano. Es un tejido dinámico altamente adaptable, capaz de ajustarse anatómica y fisiológicamente para cumplir una variedad de funciones. Según Virus y Virus (2003), en este proceso adaptativo participan diversos sistemas orgánicos y sus mecanismos de control, lo que contribuye a mejorar la función celular, así como el funcionamiento de los órganos y del cuerpo en su totalidad.

Considerando el entrenamiento deportivo como un proceso continuo de adaptación, Zhelyazkov (2001) distingue dos tipos principales de adaptación: la inmediata, que refleja la relación entre la carga externa y las reacciones internas del cuerpo, como la fatiga y la regeneración corporal, y la acumulativa, que se desarrolla gradualmente y se refleja en un resultado constante conocido como régimen de ejercicio y forma deportiva.

### **Hipertrofia muscular: proceso adaptativo**

La relevancia de la fuerza muscular reside en su capacidad para generar tensión durante la contracción, una capacidad que está intrínsecamente ligada a su tamaño, como señala García (1999).

La hipertrofia muscular conlleva adaptaciones significativas en múltiples niveles y aspectos. Desde un punto de vista metabólico, promueve procesos anabólicos, que implican la construcción de tejido muscular, en contraposición a procesos catabólicos, que implican la degradación del tejido. Además, en términos hormonales, se observan cambios notables en la actividad relacionada con la hipertrofia.

### **Tabla 1: *Hormonas y sus efectos directos***

Hormona	Glándula u órgano secretorio	Efectos directos e indirectos
Hormonas Tiroideas	Glándula Tiroides	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento primario en la concentración de isoenzimas rápidas independientes de la GH y de la inervación del músculo</li> <li>• Secreción inducida de GH</li> <li>• Mayor contenido de ARNm de la cadena de miosina pesada variable a través de los tipos de músculo</li> <li>• Mayor síntesis mitocondrial</li> <li>• Mayor concentración enzimática relacionada al metabolismo energético</li> <li>• Síntesis de proteínas</li> </ul>
Testosterona	- Testículos (hombres) - Ovarios y Corteza suprarrenal (mujeres)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interactúa en el núcleo celular para las consecuentes interacciones del desarrollo de la célula muscular</li> <li>• Estimula el aumento de la acción de los receptores de los neurotransmisores</li> <li>• "Transforma" fibras rápidas FTII a fibras más glucolíticas</li> <li>• Estimula la liberación de GH y de IGF-I</li> <li>• Interviene en el metabolismo energético (estados de enfermedad, por ejemplo, la diabetes)</li> <li>• Regulación de la glucemia</li> <li>• Inhibe la degradación de proteínas</li> <li>• Neutraliza efectos catabólicos de otras hormonas (ejemplo, cortisol)</li> <li>• Provoca "ahorro" de nitrógeno y la promoción de retención de nitrógeno (auto-anabólico)</li> </ul>
Insulina	Páncreas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regula el crecimiento de los huesos</li> <li>• Disminuye la síntesis de glucógeno</li> <li>• Reducción de la utilización de la glucosa</li> <li>• Aumento del transporte de aminoácidos a lo largo de las membranas celulares</li> <li>• Aumento de la síntesis de proteínas</li> <li>• Aumento de la utilización de ácidos grasos</li> <li>• Aumento de la lipólisis</li> <li>• Provoca "ahorro" metabólico de glucosa y aminoácidos</li> <li>• Aumenta la síntesis de colágeno</li> <li>• Aumenta la retención de nitrógeno, sodio, potasio y fósforo</li> <li>• Aumenta de la liberación de IGF-I</li> </ul>
Hormona de Crecimiento	Hipófisis Anterior	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promueve la diferenciación y la proliferación de muchos tipos de células (especialmente en el músculo esquelético)</li> <li>• "Miogénesis" ("hipertrofia compensatoria") en el músculo esquelético</li> <li>• Opera en un modo autócrino/parácrino en el músculo esquelético</li> <li>• Facilita el transporte de aminoácidos y glucosa</li> <li>• Facilita la síntesis de glucógeno</li> <li>• Provoca un balance positivo de nitrógeno</li> </ul>
IGF-I IGF-II (ex-somatomedinas)	Hígado (principalmente) Músculo Corazón Tejido graso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promueve la diferenciación y la proliferación de muchos tipos de células (especialmente en el músculo esquelético)</li> <li>• "Miogénesis" ("hipertrofia compensatoria") en el músculo esquelético</li> <li>• Opera en un modo autócrino/parácrino en el músculo esquelético</li> <li>• Facilita el transporte de aminoácidos y glucosa</li> <li>• Facilita la síntesis de glucógeno</li> <li>• Provoca un balance positivo de nitrógeno</li> </ul>
IFGBP 1 a 6 (son 6 proteínas vinculadas al IGF)	Hígado (principalmente) Músculo Corazón Tejido graso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son proteínas que se vinculan al 95% del IGF-I circulante</li> <li>• Modulan la disponibilidad de IGF-I libre para actuar con su receptor</li> </ul>

Extraído de Scarfó (2005)

El núcleo de las células musculares alberga material genético y posee la capacidad de abrirse. Junto con el ribosoma, desempeña una función crucial en la síntesis de proteínas, lo que permite que las células musculares incrementen su tamaño, fenómeno conocido como hipertrofia, al fortalecer la estructura de las proteínas durante el crecimiento y la actividad física (Vinek, 2005).

El entrenamiento de fuerza continuo y prolongado, dirigido a desarrollar una fuerza óptima, requiere ajustes en la coordinación tanto intermuscular como intramuscular. Este tipo de entrenamiento optimiza la coordinación entre los músculos, independientemente de su tipo. Se ha observado que cuando la carga supera el 80% de la fuerza máxima de una persona, todos los tipos de fibras musculares (tipos I y II) se estimulan de manera equitativa, lo que contribuye a mejorar el área de la sección transversal muscular.

### Hipertrofia muscular: estado adaptativo

La hipertrofia muscular presenta un límite máximo y está asociada a un aumento significativo de la fuerza, especialmente en las fibras rápidas y lentas, en individuos que han estado entrenando durante períodos prolongados, como señala García (1999). Este incremento en el tamaño muscular conlleva adaptaciones que afectan diversos aspectos fisiológicos y biomecánicos.

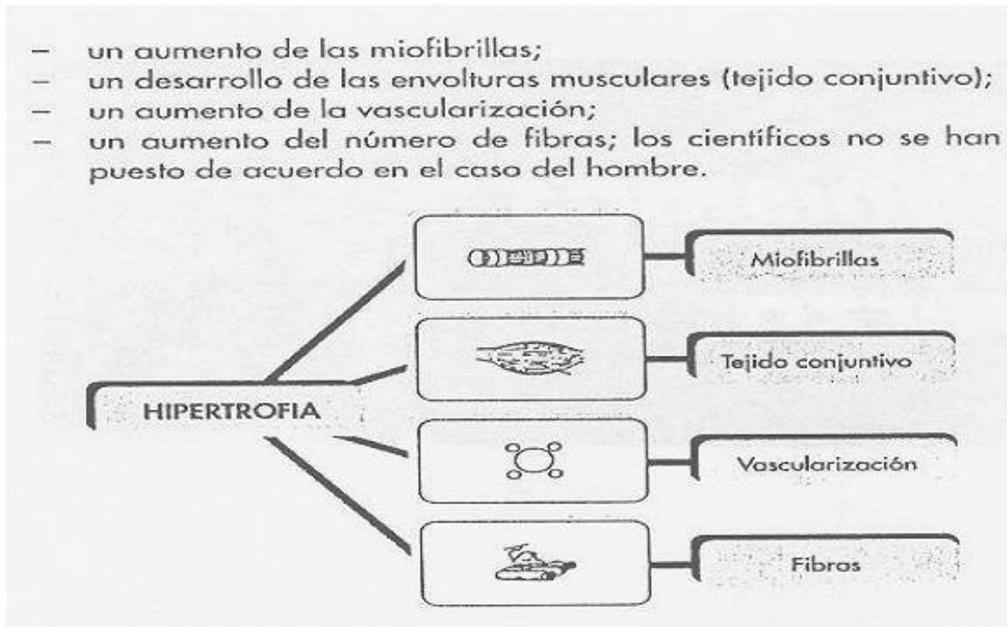
Por un lado, es fundamental comprender cómo la hipertrofia masiva puede impactar negativamente en deportes de alta velocidad, afectando la velocidad de contracción muscular y el rendimiento mecánico de las actividades motoras, como indica Billat (2002). En este sentido, es crucial considerar que la proporción de fibras musculares tipo I y II no suele cambiar durante el ejercicio intenso, lo que sugiere que no hay conversión entre estos tipos de fibras. Incluso después de años de entrenamiento, algunos culturistas mantienen una proporción equilibrada de fibras musculares, similar a la de individuos sedentarios, lo que resalta la importancia de entender los efectos del entrenamiento en la composición muscular.

Además, el aumento de masa muscular conlleva cambios en el tejido conectivo y en la densidad capilar, así como modificaciones en la concentración mitocondrial y en la actividad enzimática, como se ha observado en atletas con y sin entrenamiento de resistencia. En cuanto al contenido de glucógeno muscular y de mioglobina, se ha evidenciado que el entrenamiento de fuerza y la hipertrofia muscular tienen impactos significativos en estos factores, lo que influye en la capacidad del músculo para utilizar oxígeno durante el ejercicio.

Por último, es importante considerar los efectos del entrenamiento de fuerza en los factores nerviosos, ya que este tipo de entrenamiento puede inducir adaptaciones a nivel de neurotransmisores e impulsos, lo que contribuye a mejorar la coordinación y la eficacia del sistema nervioso en la regulación de la función muscular.

En resumen, la hipertrofia muscular conlleva una serie de adaptaciones complejas en múltiples niveles, lo que destaca la importancia de comprender y gestionar adecuadamente estos cambios en el contexto del entrenamiento deportivo.

**Figura 2:** *Hipertrofia*



Extraído de Cometti (2007)

Es importante señalar que dentro del entrenamiento de fuerza se identifican dos áreas de hipertrofia que se emplean en el ámbito deportivo:

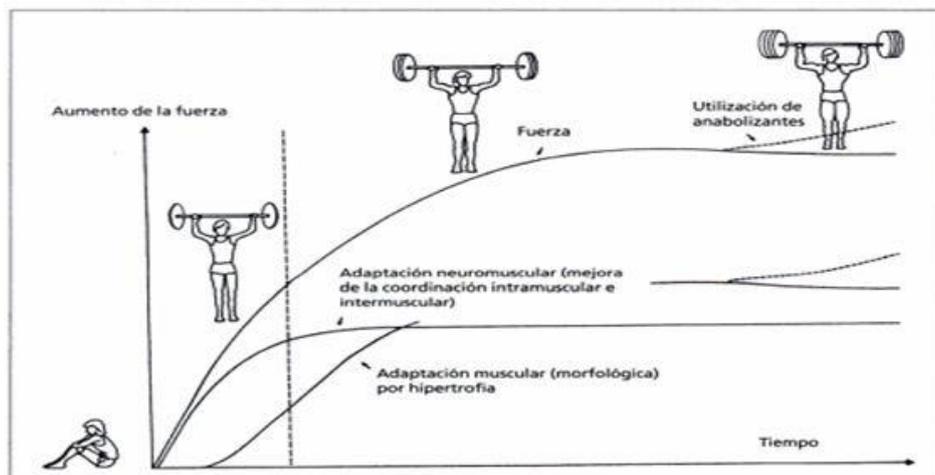
Hipertrofia macroscópica: se refiere al crecimiento generalizado de las fibras musculares, independientemente de su proporción inicial en el músculo.

Hipertrofia selectiva: implica un aumento específico en ciertas fibras musculares, lo que puede resultar en la dominancia de estas fibras compensatorias y una reducción en el número de fibras en otros músculos.

### **Tendencias adaptativas de la hipertrofia**

Aunque es indiscutible que la progresión de la hipertrofia difiere de un individuo a otro, es esencial considerar una serie de factores que pueden influir en este proceso. Entre estos factores se incluyen la edad, el sexo, el nivel y la frecuencia de entrenamiento, así como los aspectos fenotípicos y genotípicos, así como el soporte biológico y metabólico.

**Figura 3:** *Aumento de la fuerza*



Tomado de Weineck (2005)

En los métodos de entrenamiento donde el desarrollo muscular es crucial para mejorar el rendimiento, se recomienda una fase específica de hipertrofia. Esta etapa se sitúa entre la fase de adaptación anatómica y el máximo desarrollo de la fuerza. Idealmente, esta fase debería extenderse hasta seis semanas de duración. Después de seguir un programa de entrenamiento de fuerza de 2 a 3 veces por semana durante un período de 2 a 6 meses, se ha observado un incremento aproximado del 30% en el área de las fibras musculares, tanto lentas como rápidas.

Según la investigación de Billat (2002), este fenómeno se ha evidenciado especialmente en individuos previamente sedentarios, abarcando un amplio rango de edades, desde los 9 hasta los 70 años.

Bompa (2000) sugiere que esta fase de hipertrofia debe abordar los siguientes aspectos:

**Tabla 2:** *Parámetros de entrenamiento*

Parámetros del entrenamiento	Trabajo
Duración de la fase	4-6 semanas
Carga	70-80 %
Numero de ejercicios	6-9
Numero de repeticiones por serie	6-12
Numero de series por sesión	4-6 (8)
Intervalo de descanso	3-5 min.
Velocidad de ejecución	Lento-medio
Frecuencia por semana	2-4

La magnitud de la hipertrofia adaptativa resulta significativa para su práctica y para obtener beneficios adicionales y sostenidos. Al abordar la hipertrofia, es crucial considerar todos los factores mencionados anteriormente.

### 3.- Entrenamiento de fuerza:

El fitness engloba una variedad de aspectos físicos, que van desde la capacidad aeróbica hasta la composición corporal, pasando por la movilidad articular, la velocidad, la agilidad, la coordinación y la fuerza muscular (Ruiz et al., 2011). En los últimos tiempos, se ha prestado mayor atención al papel crucial que desempeña la fuerza muscular en el rendimiento deportivo y en la prevención de enfermedades (Stump et al., 2006; Wolfe, 2006). A pesar de esto, el entrenamiento de fuerza con pesas ha sido históricamente subestimado en la mayoría de los programas deportivos y técnicos (Faigenbaum et al., 2009).

Sin embargo, estudios experimentales sólidos han demostrado que el entrenamiento de fuerza, cuando se lleva a cabo siguiendo principios específicos de carga, como series, repeticiones, intensidad y variedad de ejercicios, y bajo la supervisión adecuada de entrenadores y preparadores físicos cualificados, no solo mejora el desempeño muscular a corto plazo, sino que también fomenta la integración del deportista en su trayectoria deportiva a largo plazo (Starton et al., 2007; Faigenbaum et al., 2009).

Se ha observado que la aplicación de métodos apropiados para desarrollar diferentes manifestaciones de fuerza contribuye significativamente a optimizar el rendimiento de los deportistas en diversas disciplinas (Wong, Chamari y Wisløff, 2010; García-Pallarés, Sánchez-Medina, Carrasco, Díaz e Izquierdo, 2009; Tanaka y Swensen, 1998). Por lo tanto, resulta imprescindible establecer un enfoque adecuado que promueva el máximo desarrollo de la fuerza muscular, beneficiando así la salud del deportista y mejorando sus resultados tanto en entrenamientos como en competiciones.

## **2. Sistemas de entrenamiento de la fuerza**

En el campo de las ciencias del ejercicio y el deporte, se encuentran diversas interpretaciones sobre el concepto de fuerza. Según Verkhoshansky (1999), la fuerza surge de la actividad muscular coordinada y controlada por el sistema nervioso, representando la capacidad de un músculo o grupo muscular para generar tensión bajo condiciones específicas.

Por otro lado, González-Badillo (1991) ofrece una perspectiva mecánica y fisiológica de la fuerza. Desde el punto de vista mecánico, la fuerza se define como cualquier fuerza capaz de alterar el estado de reposo o movimiento de un objeto, así como de modificar su forma mediante compresión o estiramiento. En términos fisiológicos, la fuerza se relaciona con la habilidad de un músculo para generar tensión después de su activación.

Además, González-Badillo y Gorostiaga (1995) proponen una clasificación de los sistemas de entrenamiento de fuerza basada en distintas manifestaciones de esta capacidad muscular: fuerza máxima, fuerza explosiva o elástico-explosiva, fuerza reactiva y fuerza resistencia.

## **A. Sistemas de entrenamiento de la fuerza máxima**

### **1. Métodos en régimen de contracción concéntrica**

Existen varios métodos de entrenamiento de fuerza que se adaptan a diferentes objetivos y necesidades. A continuación, se detallan algunos de estos métodos, junto con sus variables de carga y efectos esperados:

1. **\*\*Método de Intensidades Máximas I\*\***: Este método se enfoca en aumentar la fuerza máxima con mínima hipertrofia muscular. Se caracteriza por una intensidad entre el 90-100% de 1 RM, de 4-8 series y 1-3 repeticiones por serie, con ejecución máxima/explosiva. Los efectos incluyen un aumento de la fuerza debido a influencias neuronales, mejora del poder explosivo, reducción de la inhibición del sistema nervioso central y mejor coordinación intramuscular.

2. **\*\*Método de Intensidades Máximas II\*\***: Dirigido a incrementar la fuerza máxima con un ligero aumento de la masa corporal debido a una pequeña hipertrofia. La intensidad varía entre el 85-90% de 1 RM, con 4-5 series y 4-5 repeticiones por serie, manteniendo una velocidad máxima en la ejecución. Comparado con el método anterior, este método tiene un menor impacto en el poder explosivo, la inhibición del sistema nervioso central y la coordinación intramuscular.

3. **\*\*Método de Repeticiones I\*\***: Orientado a aumentar la fuerza máxima con una moderada hipertrofia y mínimo impacto en los factores neurológicos. Se utiliza una intensidad del 80-85% de 1 RM, con 3-5 series y 5-7 repeticiones por serie, manteniendo una velocidad media a máxima durante el entrenamiento. La tensión muscular máxima se alcanza en las últimas repeticiones de cada serie.

4. **\*\*Método de Repeticiones II\*\***: Diseñado para incrementar la fuerza máxima y fortalecer los músculos grandes. La intensidad varía entre el 70-80% de 1 RM, con 3-5 series y 6-12 repeticiones por serie, con velocidad de ejecución moderada a rápida. Este método tiene menos impacto en los factores neurológicos, aumenta los déficits de fuerza y requiere la activación de más unidades motoras.

5. **\*\*Método de Repeticiones III\*\***: Busca la recuperación muscular general en casos de hipertrofia muscular severa. Se emplea una intensidad del 60-75% de 1 RM, con 3-5 series y 6-12 repeticiones por serie, a una velocidad de ejecución promedio. Este método no induce daño muscular después de varias sesiones de entrenamiento.

6. **\*\*Método Mixto o en Pirámide\*\***: Este método tiene como objetivo aumentar la fuerza máxima y afectar tanto al sistema nervioso como a los parámetros estructurales. La carga varía entre el 60-100% de 1 RM, con series de 7-14 repeticiones, aumentando gradualmente de 1 a 8 y viceversa. La velocidad de ejecución debe ser media a máxima. Sus efectos incluyen un aumento del poder explosivo, una alta hipertrofia muscular y mejora de la coordinación intramuscular.

Estos métodos ofrecen una variedad de enfoques para el entrenamiento de fuerza, cada uno adaptado a diferentes objetivos y niveles de condición física.

De acuerdo con Pérez Caballero (2003), el método de contrastes permite llevar a cabo las siguientes combinaciones:

- a. Combinar esfuerzos máximos, que se realizan con cargas del 90-95% de la repetición máxima (1 RM), con esfuerzos dinámicos, que se llevan a cabo con cargas del 30-50% de 1 RM. Estos ejercicios deben ejecutarse a la máxima velocidad posible.
- b. Realizar esfuerzos máximos seguidos de esfuerzos repetidos, utilizando cargas que oscilan entre el 60% y el 80% de 1 RM.
- c. Alternar esfuerzos repetidos, realizados con cargas del 60-80% de 1 RM, con esfuerzos dinámicos.

- **Método basado en la potencia de ejecución.** Definir la intensidad del trabajo como porcentaje del máximo, concretar el número de repeticiones de una serie que se pueden realizar con un peso o esfuerzo aparente, es un intento de solucionar el problema uno por uno de forma subjetiva. Muy a menudo, la estimulación

proporcionada a los deportistas no se corresponde con su estado fisiológico y provoca efectos diferentes a los deseados. Si fuera posible monitorear la velocidad de cada repetición, proporcionaría la mejor información sobre la dosis de entrenamiento (González Badillo, 1991).

La velocidad es el factor que determina la especificidad del ejercicio y es una guía válida para determinar los movimientos según su estado fisiológico en el sistema muscular y nervioso. Los métodos de entrenamiento de fuerza ayudan a los entrenadores a controlar mejor el proceso de entrenamiento. Este método aún no se ha desarrollado, pero Bosco (2000) ha sugerido utilizar variables de carga para enseñar la expresión de cada fuerza.

- **Resistencia a la fuerza:** cargar 30-70% de la carga máxima; Las repeticiones especificadas por el dispositivo se realizarán y durarán mientras se mantenga la alimentación eléctrica configurada; La potencia media es del 50 al 100% de la potencia máxima absoluta; La intensidad/potencia es del 70 al 90% de la capacidad lograda por la carga que se utiliza.
  - **Hipertrofia:** carga entre el 70-90% de la carga máxima; se realizan las repeticiones indicadas por el aparato y se continua mientras se mantenga la potencia mínima establecida; potencia media entre el 30-60% de la potencia máxima absoluta; intensidad/potencia determinada hasta que solo se alcance un valor del 80-85% de la potencia máxima lograda con la carga que se utiliza en el entrenamiento.
- a. **Fuerza máxima:** carga entre el 70-100% de la carga máxima; las repeticiones están automatizadas; potencia entre el 5-50% de la potencia máxima absoluta; intensidad/potencia determinada al 90% como mínimo, de la potencia lograda con la carga de entrenamiento.
  - b. **Fuerza rápida/explosiva:** carga entre el 20-70% de la carga máxima; las repeticiones están automatizadas; potencia entre el 50-100% de la potencia máxima absoluta; intensidad/potencia determinada al 90% como mínimo, de la potencia lograda con la carga de entrenamiento.

## 2. Métodos en régimen de contracción isométrica

Los métodos de este tipo se basan en la aplicación estática, provocando al mismo tiempo tensión muscular. En particular, sólo adquiere cierta importancia en deportes como el tiro, la gimnasia o el esquí. Combinar este método con otros métodos basados en contracciones concéntricas o actividad motora explosiva lo hace más interesante en deportes de competición. Este entrenamiento tiene algunas desventajas como la regeneración capilar muscular, la falta de coordinación intermuscular entre el sistema nervioso central y los músculos, la fuerza solo aumenta en el ángulo de trabajo y el crecimiento muscular se detiene en la etapa muy temprana.

La fuerza máxima afecta negativamente el rango de movimiento. Existen tres formas diferentes de trabajo dentro del método de ejercicio isométrico:

- a. **Isometría máxima:** plantea una resistencia máxima que no puede superarse.
- b. **Isometría total:** la carga que se presenta no es máxima, pero se mantiene una contracción isométrica hasta la fatiga máxima.
- c. **Estático dinámico:** se realiza marcando un tiempo predeterminado de contracción isométrica y se termina la repetición con una contracción concéntrica explosiva.

### 3. Métodos en régimen de contracción excéntrica

Este sistema también se conoce como entrenamiento de motivación negativa. Durante una contracción excéntrica, la tensión se crea al estirar el músculo, lo que da como resultado una mayor tensión muscular y, por lo tanto, una mayor fuerza que en las contracciones concéntricas e isométricas. Durante esta contracción, la contracción muscular finaliza con el estiramiento de la resistencia de los puentes de actina y miosina.

Las características generales del sistema excéntrico se pueden resumir en los siguientes apartados:

- Es aconsejable aplicarlo en combinación con los métodos concéntricos.
- Este trabajo no debe desarrollarse durante un periodo superior a las 3 semanas.
- Debe insertarse en la planificación de entrenamiento lejos de la competición.
- Tiene la dificultad de que se requiere, salvo excepciones, de la ayuda de uno o más compañeros.
- Presenta riesgo de lesiones si no se toman las medidas oportunas.

- Solo es apto para deportistas de gran experiencia con el entrenamiento de la fuerza.
- No incrementa la masa muscular (Cometti, 1998).
- El trabajo excéntrico mejora más que cualquier otro método, la fuerza de los tejidos conectivos y por tanto la fuerza elástica.
- Es metabólicamente más eficaz (ahorro de energía) que el resto de los métodos (Kaneko, Fuchimoto, Toji & Suei, 1983).
- La actividad eléctrica muscular es inferior a la de los otros dos métodos.

## **B. Sistemas para el desarrollo del índice de manifestación de la fuerza (IMF): fuerza explosiva y fuerza elástico-explosiva**

En este bloque, además del método basado en intensidades máximas I, concéntricas puras, contrastes y actuación (mencionado anteriormente), se puede comentar lo siguiente:

### **1. Método basado en esfuerzos dinámicos**

El objetivo de este método es mejorar el FMI. Carga variable: 30-70% de intensidad para 1 repetición, 6-10 repeticiones en una serie, velocidad de ejecución máxima/explosiva. El efecto de este método es mejorar la frecuencia y duración de los pulsos, alcanzando o manteniendo la potencia máxima, aunque la potencia dinámica cambia sólo ligeramente. No se debe maximizar el número de repeticiones de la serie para que el ejercicio se pueda realizar a máxima capacidad.

### **2. Método excéntrico-concéntrico explosivo**

Los métodos de este tipo tienen como objetivo lograr un efecto complejo a través del impacto de la contracción concéntrica explosiva sobre el MMF, los efectos elásticos, reactivos e inhibidores del ciclo de contracción-expansión (CEA) y mejorar la fuerza máxima. Alta tensión durante la fase de frenado y número de repeticiones recomendado. Carga variable: 70-90% de intensidad para 1 repetición, 6-8 repeticiones en una serie, velocidad de ejecución máxima/explosiva. Los efectos de este método son los siguientes: mejora de todos los procesos neuromusculares; afecta específicamente a los mecanismos que previenen y facilitan la contracción muscular; Esto no desarrolla la fuerza máxima de los sujetos entrenados sino su fuerza; favorece la conservación de la energía elástica debido a su efecto positivo sobre el

sistema nervioso; aumento de la eficiencia mecánica (relación trabajo-energía) (Comey, 1992); y mejorar la capacidad para soportar la actividad física máxima (Bosco, 2000; Komí, 1992).

En este método, la fase excéntrica del ejercicio se realiza con la menor resistencia posible, permitiendo que el peso caiga casi libremente antes de comenzar la fase concéntrica, que se realiza de forma explosiva. La transición de la fase excéntrica a la concéntrica debe ser lo más corta posible (Schmittleicher, 1992). Si la progresión es a cierta intensidad, el número de repeticiones por serie recomendado por el autor no es posible para ejercicios como press de banca o sentadillas.

El mejor criterio para determinar la efectividad de la carga es que la desaceleración de la fase excéntrica sea rápida, ocurriendo en muy poco tiempo, y la aceleración concéntrica sea muy explosiva, la distancia entre ellas es muy corta. Al realizar el movimiento de esta forma, la tensión creada corresponde a más del 200% del peso corporal utilizado. Este método puede considerarse un tipo de pliometría ponderada.

### 3. Pliometría

Este método afecta a todos los procesos neuromusculares. Carga variable: intensidad 70-90% 1RM, 3-5 series, 5-10 repeticiones/serie, velocidad de ejecución máxima/explosiva, potencia realizada ligeramente reducida. En cuanto a la intensidad, el obstáculo más común en pliometría es el peso corporal, pero existen varias opciones. La clasificación de las tareas de salto según su intensidad puede ser la siguiente:

**Intensidades bajas:** saltos simples para superar pequeños obstáculos.

- **Intensidades medias:** multisaltos con poco desplazamiento y saltos en profundidad desde pequeñas alturas: 20-40 cm.
- **Intensidades altas:** multisaltos con desplazamientos amplios, saltos en profundidad desde mayores alturas: 50-80 cm y saltos con pequeñas cargas.
- **Saltos en profundidad:** con reducción del propio peso corporal a través de gomas atadas en soportes.

En este tipo de tareas, la dificultad puede disminuir o aumentar utilizando diferentes ángulos de caída: cuanto menor sea el ángulo en las rodillas, mayor dificultad tendrá el músculo para contraerse.

#### **4. Método con cargas específicas**

Este tipo de técnicas se utilizan para aplicar fuerza rápidamente. Este tipo de potencia se refiere a la potencia explosiva y la velocidad de ejecución que se debe realizar en relación con la velocidad óptima y/o máxima del movimiento atlético. El rápido desarrollo y entrenamiento de la fuerza es característico de los deportes. Cuando la fuerza máxima se desarrolla de manera óptima, algunos gestos se realizan a velocidades competitivas o ligeramente más altas. Según Kutnesov (1989), este es el llamado método de impacto alterno, que implica alternar de manera óptima el número de ejercicios con menor y mayor resistencia que durante la competencia, tanto durante el entrenamiento como durante el año preparatorio. En resumen, el entrenamiento de fuerza explosiva o máxima es específico del deporte y debe incorporar los parámetros de resistencia, velocidad, repetición y recuperación para producir velocidad y potencia fuertes y cercanas a los requisitos de la competencia. se realiza la repetición. Cada sesión de entrenamiento de fuerza explosiva debe considerarse un complemento al entrenamiento de fuerza completo. Esto significa que cuando se alcanza un nivel óptimo de fuerza máxima, se debe utilizar lo más rápido posible o expresar con un gesto atlético.

#### **C. Sistemas de entrenamiento de la fuerza reactiva**

Este tipo de técnicas se adaptan a cada deporte. Implica realizar contracciones muy rápidas en un sistema pliométrico con un CEA muy corto. Los métodos pliométricos descritos en el párrafo anterior se pueden denominar métodos generales, pero siempre sin cargas externas y con los tiempos de contacto más cortos.

#### **D. Sistemas de entrenamiento de la resistencia a la fuerza**

El objetivo del entrenamiento de resistencia es preparar a los atletas para mantener la máxima fuerza y técnica durante la competencia. El entrenamiento de fuerza también depende del deporte.

Según Rabe (1992), la función principal de esta actividad en cualquier deporte debería centrarse principalmente en:

- Desarrollar el equilibrio neuromuscular para una mayor velocidad.
- Incrementar la resistencia muscular local de grupos musculares específicos que participan en la competición.
- Crear un presupuesto para mejorar la técnica deportiva y controlar su expresión efectiva en condiciones de fatiga creciente.
- Desarrollar la capacidad de movilizar capacidades psicofísicas en condiciones de fatiga

Como normas generales, se pueden especificar las siguientes:

- Más durabilidad (peso o complejidad) que la competencia.
- La duración de la estimulación depende de la competencia.
- El número de repeticiones por serie es mayor que cualquier otro método de entrenamiento y el tiempo de descanso entre series es el más corto.
- Mantener la equivalencia entre estímulos de entrenamiento y estímulos competitivos.
- Se debe monitorear continuamente el desarrollo del potencial de fuerza y se debe garantizar la repetibilidad del entrenamiento mediante la documentación adecuada del proceso de entrenamiento.
- Deben buscarse efectos fisiológicos específicos y controlados.
- En deportes donde prevalecen la fuerza máxima y el poder explosivo combinados con una alta resistencia, realice 3-4 series con pesas que permitan 6-8 repeticiones.
- Letzelter y Letzerlter (1990) sugieren que, para lograr una resistencia rápida, se realicen de 3 a 5 series de 8 a 20 repeticiones al 30-70% con 60 a 90 segundos de descanso entre series; La velocidad de movimiento debe ser explosiva/constante.
- El entrenamiento por intervalos se realiza a intensidades más bajas, menos explosivas, a un ritmo más lento y con períodos de descanso más cortos entre series. Tiene una función base para otros métodos posteriores.

Cometti (1998) propuso un método para equilibrar la fuerza y la resistencia basado en el "trabajo periódico". Este enfoque se basa en varios modelos:

- La fuerza no es una cuestión de cantidad sino de calidad.
- No confíe sólo en la duración del cuestionario.
- Debe respetarse la duración de la demostración de fuerza en el juego.

Siguiendo a este mismo autor, las reglas para construir una sesión son las siguientes:

- Determinar la duración de la prueba.
- Fraccionar la prueba.
- Elegir los movimientos generales interesantes para la disciplina.

### **Restricción del flujo sanguíneo:**

La restricción del flujo sanguíneo, también conocida como entrenamiento de restricción de flujo (BFR), es una técnica de ejercicio que implica el uso de presión externa controlada para reducir temporalmente el flujo sanguíneo arterial y venoso a los músculos en movimiento. Aunque la restricción del flujo sanguíneo se desarrolló originalmente para la rehabilitación de lesiones, se está volviendo cada vez más popular para el entrenamiento de fuerza y la hipertrofia muscular. Esta técnica suele realizarse mediante dispositivos especiales, como bandas elásticas, que se colocan alrededor de la extremidad con el objetivo de restringir el flujo sanguíneo sin detenerlo por completo. El resultado es un entorno de entrenamiento único que induce respuestas fisiológicas específicas, como la acumulación de metabolitos y una mayor activación de las fibras musculares. El BFR a menudo se combina con el uso de cargas más ligeras durante el ejercicio, logrando resultados similares a cargas más pesadas en términos de ganancia de fuerza y masa muscular. Esta tecnología también es útil para la rehabilitación y prevención de lesiones, ya que reduce el peso, reduciendo así la tensión en las articulaciones. Es importante enfatizar que la restricción del flujo sanguíneo debe usarse con precaución y con la supervisión adecuada, ya que puede tener efectos adversos si se usa incorrectamente. Además, esta técnica no es para todos y se recomienda consultar a un profesional de la salud o un entrenador experimentado antes de agregarla a su programa de ejercicios.

Este enfoque se fundamenta en las respuestas hormonales y anabólicas desencadenadas por el entrenamiento muscular en condiciones de isquemia, es decir, cuando hay una restricción temporal del flujo sanguíneo y oxígeno hacia los músculos activos. Se emplean manguitos oclusivos para regular esta restricción en la extremidad durante el ejercicio. La presión aplicada mediante estos dispositivos es crucial y debe ajustarse cuidadosamente,

generalmente en un rango de 100 a 200 mmHg (Barnett, Dankel, Counts, Nooe, Abe, Loenneke, 2016). Este método, conocido como Vasoblok, permite proporcionar un estímulo anabólico significativo a los músculos trabajados con una carga relativamente ligera, aproximadamente el 20% de su repetición máxima (1RM) (Yasuda, T., Loenneke, P., Thiebaud, S. y Abe, T., 2012).

Según Mohamed, Basant y Larion (2017), el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo tiene el potencial de aumentar tanto la fuerza como la masa muscular en diversas poblaciones, incluyendo no solo a personas mayores, sino también a pacientes con enfermedad renal, postoperatorios o en rehabilitación por atrofia muscular. A pesar del creciente interés en este tipo de entrenamiento, los estudios existentes han utilizado una variedad de protocolos, lo que dificulta la definición de un programa óptimo. Este desafío se ve agravado por la diversidad en las cargas utilizadas, que van desde el 20% hasta el 80% de la repetición máxima (1RM), especialmente en las series con pocas repeticiones (Laurentino et al., 2008; Reeves et al., 2006).

### **Marco Conceptual:**

En esta sección, se presentan los términos clave que son fundamentales para comprender y contextualizar nuestra sistematización

**Sistematización:** El término "proceso de ordenamiento" se refiere a la acción de organizar y estructurar de forma lógica los elementos, datos o procesos. En el contexto de esta tesis, se refiere a la elaboración de un enfoque coherente y planificado para las actividades de recreación dirigidas a aquellos que deseen aumentar su masa muscular.

**Hipertrofia muscular:** La hipertrofia muscular es el nombre científico que recibe el fenómeno del aumento del tamaño de las células musculares, que hace referencia a un aumento del tamaño de los músculos, es decir, el tamaño de los músculos del cuerpo y su ensanchamiento. Técnicamente, se trata de crecimiento de células musculares sin división celular, y los músculos que sufren estos cambios responden mejor a la carga o carga progresiva.

**Entrenamiento de Fuerza:** El entrenamiento de fuerza es el uso de resistencia para lograr la contracción muscular para aumentar la resistencia anaeróbica, la fuerza y el tamaño de los músculos.

Los principios fundamentales del entrenamiento de fuerza son manipular el número de repeticiones y series, así como dividir los músculos mediante diferentes tipos de ejercicios (lo cual no es necesario, porque el cuerpo debe probar diferentes tipos de entrenamiento). Los beneficios del entrenamiento de fuerza incluyen aumento de la masa muscular, fuerza y potencia muscular, densidad ósea, flexibilidad, fuerza, tasa metabólica y mejor soporte.

**Plan de entrenamiento:** Un plan de entrenamiento es una serie de ejercicios diseñados para lograr objetivos de acondicionamiento físico, y permite un fácil acceso a su programa, ya que dicho plan se ajustará a tu tiempo, a tu capacidad física y los resultados que quieras obtener.

**Plan de nutrición:** Un plan de alimentación y una dieta saludable es un conjunto de alimentos que toda persona necesita para mantenerse saludable. Significa distribuir los alimentos equitativamente según las necesidades de cada persona. Esto se puede hacer semanal o mensualmente. También hay que mencionar que cada plan de alimentación es diferente para cada persona. Esto se debe a que cada persona tiene necesidades diferentes y también depende de requerimientos específicos como la actividad física, la patología y otros factores.

**El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo:** conocido también como método Kaatsu, es una técnica en el campo del entrenamiento físico y la rehabilitación. Originario de Japón, este método fue desarrollado por el Dr. Yoshiaki Sato en la década de 1960. Consiste en aplicar una presión controlada, generalmente mediante bandas o manguitos especiales, alrededor de las extremidades superiores o inferiores para reducir parcialmente el flujo sanguíneo a los músculos durante el ejercicio. Esta restricción deliberada provoca una acumulación de lactato y otros metabolitos, lo que intensifica la respuesta muscular incluso con cargas de trabajo relativamente bajas. El resultado es un aumento significativo en la hipertrofia muscular y la fuerza, comparable al logrado con cargas mayores

### **Marco Institucional:**

En el Tecnológico Universitario Pichincha, se busca promover la actividad física y el desarrollo de habilidades mediante planes de entrenamiento, acceso al gimnasio y actividades como caminar, correr y ejercicios básicos para mejorar la fuerza. Estas iniciativas están dirigidas a personas interesadas en alcanzar una óptima ganancia muscular y fortalecer su cuerpo.



refleja en todas nuestras actividades educativas y acciones en la comunidad. Como estudiante, me enorgullece formar parte de una institución con estos valores y objetivos claros.

## **Capítulo II:**

### **Marco Metodológico**

#### **1. Tipo de Estudio**

Este estudio es una investigación experimental con un enfoque cuantitativo, centrada en examinar los efectos del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo en la hipertrofia muscular.

El objetivo principal es evaluar cómo la oclusión en el brazo dominante afecta el desarrollo muscular en comparación con el brazo no ocluido.

Se emplea un diseño global, donde todos los participantes son asignados a un grupo experimental (brazo con oclusión) y un grupo control (brazo sin oclusión).

#### **2. Método a utilizarse**

Se aplicará el método longitudinal es una estrategia de investigación utilizada en ciencias sociales para estudiar el cambio y el desarrollo a lo largo del tiempo en un grupo particular de individuos, el método longitudinal sigue a un mismo grupo de individuos a lo largo de un período de tiempo prolongado, observando y registrando los cambios que ocurren en esas personas a lo largo de dicho período.

El método longitudinal se aplica generalmente de la siguiente manera:

**Selección de la muestra:** Se elige un grupo de individuos que representen la población de interés. Es importante que la muestra sea lo más representativa y diversa posible para obtener resultados válidos y generalizables.

**Recopilación de datos inicial:** Se recolectan datos sobre las variables de interés en el momento inicial del estudio. Esto proporciona una línea base para comparar los cambios futuros.

**Seguimiento temporal:** A lo largo del tiempo, se sigue a los participantes y se recopilan datos en múltiples puntos temporales. Esto puede ser a intervalos regulares (por ejemplo, cada año) o en momentos específicos importantes (por ejemplo, antes y después de un evento significativo).

**Análisis de datos:** Una vez que se han recopilado los datos en varios puntos temporales, se analizan para identificar patrones de cambio, factores que influyen en el desarrollo y cualquier otra información relevante.

**Interpretación de resultados:** Se interpretan los resultados del estudio longitudinal para comprender cómo y por qué ocurrieron ciertos cambios a lo largo del tiempo. Esto puede ayudar a los investigadores a comprender mejor el desarrollo humano, los efectos de intervenciones o políticas, entre otros aspectos.

### 3. Procedimientos de Intervención:

Entrenamiento General: Todos los participantes seguirán un régimen de entrenamiento estandarizado, que incluye ejercicios específicos, frecuencia semanal y niveles de intensidad.

El Entrenamiento con Restricción de Flujo Sanguíneo se aplicará al brazo dominante de todos los participantes, utilizando equipos especializados para garantizar seguridad y eficacia, todas las demás variables de entrenamiento y nutrición permanecen constantes, el único cambio radica en la oclusión previamente mencionada

Control Dietético: Se proporcionará a todos los participantes un plan dietético uniforme y se realizarán seguimientos regulares para asegurar su adhesión al mismo.

En la siguiente tabla se detalla el diseño del programa de intervención de los participantes

**Tabla 3:** *Actividades del cronograma*

Actividades/ meses	2024 (Periodo Enero-Febrero)
Fase1: Evaluación diagnóstica	Se evaluará a los chicos y chicas que serán parte de esta investigación
Fase2: Aplicación de los ejercicios	Se realizará un plan de entrenamiento que se adapte a los objetivos que queremos alcanzar
SEMANA 1	Plan de entrenamiento con 4 días de entrenamiento
SEMANA 2	Plan de entrenamiento con 5 días de entrenamiento
SEMANA 3	Plan de entrenamiento adaptado al tren superior
SEMANA 4	Plan de entrenamiento adaptado al tren inferior y superior
Descanso y plan de nutrición	Otorgar un pequeño descanso y enfocarnos en la nutrición para poder permanecer con resultados y poder potenciarlos.

#### **4. Técnicas de investigación**

Metodología Estadística: Se utilizarán técnicas estadísticas apropiadas para analizar los datos recogidos y determinar la significancia de los resultados.

Interpretación de Resultados: Los resultados se interpretarán en el contexto de la hipótesis del estudio, evaluando la efectividad del entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo en la hipertrofia muscular.

#### **5. Limitaciones y Consideraciones**

Limitaciones del Estudio: Se reconocen las limitaciones como el tamaño reducido de la muestra y la especificidad demográfica.

Consideraciones Futuras: Se sugiere que investigaciones futuras amplíen la muestra y consideren variables adicionales

#### **Actores clave:**

**1. Personas que entrenan para alcanzar hipertrofia:** Los principales protagonistas son las personas interesadas en alcanzar la hipertrofia muscular en el gimnasio MR.WILL.GYM ubicado en Quito. Debido a que esta sistematización busca mejorar y poner en práctica el método de restricción de flujo sanguíneo para poder desarrollar la hipertrofia muscular y mejorar la fuerza, y de esta manera puedan alcanzar sus objetivos.

**2. Entrenadores o coach:** Los entrenadores o coach forman un papel importante en este proceso, ya que son los encargados de poder evaluar y diseñar un plan de entrenamiento acorde a las necesidades de sus alumnos, lo cual beneficia de gran manera el entrenamiento y por ende los resultados que se obtendrán con el paso del tiempo

#### **3. Profesionales de salud:**

Los profesionales de salud también juegan un papel muy importante en este proceso, para ser más exactos en este caso, los profesionales de nutrición serán los encargados de poder proporcionar un plan de entrenamiento adecuado para poder obtener resultados de una forma más garantizada.

#### **4. Tecnológico Universitario Pichincha:**

La institución ha proporcionado respaldo para llevar a cabo esta investigación, ofreciendo recursos y asistencia logística. Su compromiso con el bienestar de la comunidad y su enfoque

en la responsabilidad social son indicativos de su relevancia para el éxito de este proyecto de investigación.

### **Materiales y métodos:**

**Métodos Utilizados:** La metodología implica una búsqueda detallada y exhaustiva de diversas fuentes bibliográficas, tales como libros, artículos científicos, bases de datos de epidemiología nacional e internacional, informes técnicos y documentos especializados relacionados con nuestro tema de investigación. El objetivo es desarrollar un plan de entrenamiento basado en la evidencia y aplicable, que favorezca el desarrollo muscular de las personas interesadas en alcanzar la hipertrofia.

**Técnicas de Investigación:** Las estrategias que utilizamos se fundamentan en la búsqueda de evidencia en diversos motores de búsqueda y bases de datos, como Pubmed, Google Scholar, CDC, INEC, entre otros. Se llevará a cabo una lectura crítica y un análisis exhaustivo de los contenidos para identificar las diversas metodologías empleadas por los investigadores en el campo del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo.

**Determinación de Población y Muestra:** Dado que esta investigación se basa en una base en un grupo pequeño no se ha realizado aleatorización, ni tampoco criterios de inclusión o exclusión específicos, se ha tomado a los participantes que han accedido a ser parte de esta intervención en este caso 8

**Tabulación de los Datos:** La información será recopilada y analizada para que de esta manera sirva para poder saber si existe una diferencia significativa tras la aplicación del método de restricción de flujo en nuestros participantes.

### **Capítulo III:**

#### **Ejes de análisis:**

En este apartado mencionaremos a los estudios más relevantes explorados y analizados durante nuestra revisión bibliográfica y los principales hallazgos de los mismos, posterior a esto procedemos a realizar la elaboración del plan de entrenamiento orientado a poder desarrollar y alcanzar la hipertrofia muscular mediante el entrenamiento de flujo sanguíneo en las personas ya mencionadas anteriormente.

**Resumen de los artículos científicos:**

**En el artículo titulado “Blood Flow Restriction Training” publicado en “Free PMC article”** investigo y redactó que la debilidad muscular y la atrofia son discapacidades comunes después de una lesión musculoesquelética. El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR, por sus siglas en inglés) ofrece la capacidad de mitigar la debilidad y la atrofia sin sobrecargar los tejidos en proceso de curación. Parece ser un enfoque seguro y efectivo para el ejercicio terapéutico en entornos de medicina deportiva. Este enfoque requiere la consideración de una amplia gama de factores, y el propósito de nuestro artículo es proporcionar información sobre los mecanismos propuestos de efectividad, consideraciones de seguridad, pautas de aplicación y recomendaciones clínicas para el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo después de una lesión musculoesquelética.

**En el artículo titulado “Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application”** nos menciona que la manipulación del flujo sanguíneo en conjunto con la contracción del músculo esquelético ha contribuido significativamente a la comprensión fisiológica de la fatiga muscular, los reflejos de la presión arterial y el metabolismo en los seres humanos. El interés reciente en el uso intencional de la restricción del flujo sanguíneo (BFR, por sus siglas en inglés) se ha centrado en dilucidar cómo el ejercicio durante períodos de reducción del flujo sanguíneo afecta las adaptaciones típicas del entrenamiento. Un atractivo inicial considerable para el entrenamiento con BFR fue impulsado por estudios que demostraron aumentos rápidos en el tamaño, la fuerza y la capacidad de resistencia muscular, incluso cuando se utilizaron intensidades y resistencias notablemente bajas, que normalmente serían incapaces de estimular cambios en poblaciones saludables. La incorporación del ejercicio con BFR en el entrenamiento de atletas con fuerza y resistencia ha demostrado recientemente proporcionar efectos de entrenamiento adicionales que potencian las adaptaciones del músculo esquelético y cardiovascular. Observaciones recientes sugieren que el ejercicio con BFR altera factores agudos de estrés fisiológico, como la disponibilidad local de oxígeno en el músculo y el estrés de cizallamiento vascular, lo que puede conducir a adaptaciones que no se logran fácilmente con el entrenamiento convencional. Esta revisión explora estos conceptos y resume tanto la base de evidencia como las lagunas de conocimiento con respecto a la aplicación del entrenamiento con BFR para atletas.

**En el artículo titulado “[Application and effects of blood flow restriction training]”** nos argumenta lo siguiente: La restricción del flujo sanguíneo (BFR) limita el flujo sanguíneo arterial y venoso, provocando acumulación de sangre, lo que podría aumentar los efectos del entrenamiento inducido por el ejercicio. El entrenamiento de fuerza a intensidades más bajas (20-30% de la fuerza máxima), combinado con BFR, mostró efectos similares en la hipertrofia muscular que el entrenamiento con un 70% de intensidad sin BFR. El entrenamiento de resistencia en bicicleta a baja intensidad con BFR mejora la hipertrofia muscular, el rendimiento de resistencia y activa la angiogénesis. Después de determinar la presión de oclusión completa en la extremidad correspondiente, se recomienda realizar el entrenamiento con BFR con un 40-80% de la presión de oclusión medida. Durante el entrenamiento de fuerza en las extremidades superiores, una oclusión del 60-80% provoca una reducción del flujo sanguíneo arterial del 20-50%. Se ha discutido que la isquemia y la hipoxia locales, un estímulo metabólico más fuerte, la hinchazón de las células musculares y el aumento del estrés oxidativo son causas de los efectos de entrenamiento aumentados debido al BFR. En estudios a corto plazo, se observaron ajustes comparables en parámetros de actividad fibrinolítica, coagulación e inflamación para el entrenamiento de fuerza con y sin BFR. Hasta ahora, las trombosis después del BFR se han descrito solo raramente, pero necesitan ser aclaradas más a fondo mediante estudios adecuados. El entrenamiento con BFR lleva a una activación más intensa del reflejo metabólico muscular y, por lo tanto, a un aumento relativamente mayor de la presión arterial durante el ejercicio, por lo que se deben controlar los parámetros cardiovasculares durante el entrenamiento con BFR. Los primeros metaanálisis con un número reducido de personas sanas y pacientes indican la efectividad del entrenamiento con BFR. Aún se requiere estandarización o pautas para su uso clínico.

**En el artículo “Blood flow restriction training and the exercise pressor reflex: a call for concern”** nos dice lo siguiente: El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) (también conocido como entrenamiento Kaatsu) es una práctica cada vez más común empleada durante el ejercicio de resistencia por atletas que buscan aumentar la masa muscular y la fuerza del músculo esquelético. Durante el entrenamiento con BFR, se restringe mecánicamente el flujo sanguíneo al músculo en ejercicio mediante el uso de manguitos de presión flexibles alrededor de la extremidad activa, proximal al músculo trabajador. Esta maniobra resulta en la acumulación de metabolitos (por ejemplo, protones y ácido láctico) en el intersticio muscular que aumentan la fuerza muscular y promueven el crecimiento muscular. Por lo tanto, la premisa del entrenamiento con BFR es simular y obtener los

beneficios del ejercicio de resistencia de alta intensidad mientras se realiza simplemente un ejercicio de resistencia de baja intensidad. Esta técnica también se ha afirmado que proporciona beneficios para la salud en personas mayores, individuos en recuperación de lesiones articulares y pacientes en rehabilitación cardíaca.

En el artículo **“Ejercicio de restricción del flujo sanguíneo: consideraciones de metodología, aplicación y seguridad”** nos dice lo siguiente: El manuscrito actual establece una serie de pautas para el ejercicio de restricción del flujo sanguíneo, centrándose en la metodología, aplicación y seguridad de este modo de entrenamiento. Con el surgimiento de esta técnica y la amplia variedad de aplicaciones dentro de la literatura, el objetivo de esta revisión es establecer una guía basada en investigaciones actuales para el entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo para los profesionales. Esto cubre el uso de la restricción del flujo sanguíneo para mejorar la fuerza muscular y la hipertrofia mediante el entrenamiento con resistencia y ejercicio aeróbico y la prevención de la atrofia muscular utilizando la técnica de forma pasiva. El equipo de autoría de este artículo fue seleccionado entre investigadores centrados en la investigación del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo con experiencia en ciencias del ejercicio, fuerza y acondicionamiento y medicina deportiva.

### **Principales Hallazgos:**

Como podemos analizar según los previos artículos científicos podemos deducir la gran importancia que implica y aporta el entrenamiento con flujo sanguíneo en las personas, mejoran su tono muscular, y por ende la meta de llegar a una buena hipertrofia muscular y la ganancia de fuerza se tornan más sencillas de poder lograrlo, ya que es un objetivo realista como hemos podido evidenciar en los artículos científicos que resaltan la gran importancia de la restricción con flujo sanguíneo.

En nuestro estudio podemos visualizar nuestros resultados de la medición tanto de brazo dominante como no dominante en las siguientes tablas

Brazo Dominante:

**Tabla 4:** *Brazo dominante (medidas)*

<b>Nombre del Participante</b>	<b>Medida Inicial Contraído (cm)</b>	<b>Medida Inicial Relajado (cm)</b>	<b>Medida a la Mitad del Estudio Contraído (cm)</b>	<b>Medida a la Mitad del Estudio Relajado (cm)</b>	<b>Medida Después de 4 Semanas Contraído (cm)</b>	<b>Medida Después de 4 Semanas Relajado (cm)</b>
<b>Roland P.</b>	33	29.7	33.6	30.2	34	30.6
<b>Jeamy L.</b>	25	22.5	25.2	23.1	25.8	23.4
<b>Jennifer C.</b>	27	24.3	27.3	24..8	27.6	25.2
<b>Alejandro C.</b>	38	34.2	38.5	34.4	38.9	34.7
<b>Roger T.</b>	30	27.0	30.7	27.6	31	27.9
<b>Steven M.</b>	37	33.3	37.4	33.6	38	34.2
<b>Emilia Q.</b>	20	18.0	21.0	18.3	21.2	18.4
<b>Emilia L.</b>	20	18.0	20.9	18.2	21.3	18.6

Brazo NO Dominante:

**Tabla 5:** *Brazo no dominante (medidas)*

<b>Nombre del Participante</b>	<b>Inicial Contraído (cm)</b>	<b>Inicial Relajado (cm)</b>	<b>Mitad Estudio Contraído (cm)</b>	<b>Mitad Estudio Relajado (cm)</b>	<b>Final Contraído (cm)</b>	<b>Final Relajado (cm)</b>
<b>Roland P.</b>	32.8	29.5	33.5	30.2	34	30.6
<b>Jeamy L.</b>	24.9	22.3	25.4	22.3	25.8	23.4
<b>Jennifer C.</b>	26.8	24.1	27.3	24.6	27.6	25.2
<b>Alejandro C.</b>	37.7	34.0	38.45	34.3	38.9	34.7
<b>Roger T.</b>	30	26.8	30.5	27.3	31	27.9
<b>Steven M.</b>	36.9	33.1	37.5	33.6	38	34.2
<b>Emilia Q.</b>	19.7	17.8	20.6	18.2	21.2	18.4
<b>Emilia L.</b>	19.8	17.8	20.65	18.3	21.3	18.6

## **Análisis de resultados:**

### Análisis de Resultados

#### Interpretación de Datos

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio revela ciertas tendencias interesantes en el desarrollo muscular de los participantes. A lo largo del periodo de intervención, se observaron incrementos tanto en las medidas de bíceps contraído como relajado, tanto en el brazo con restricción de flujo sanguíneo como en el brazo no ocluido. Sin embargo, estos incrementos no presentaron diferencias significativas entre los grupos.

#### Comparación entre Grupos:

Al comparar el brazo dominante (con restricción de flujo sanguíneo) y el brazo no dominante, se esperaba observar un incremento más pronunciado en el grupo experimental. No obstante, los datos recopilados muestran incrementos similares en ambos brazos, lo cual sugiere que la restricción de flujo sanguíneo no tuvo un efecto diferencial notable en la hipertrofia muscular bajo las condiciones de este estudio.

#### Limitaciones del Estudio:

Es importante considerar varias limitaciones de este estudio al interpretar estos resultados como los es el tamaño de la Muestra con solo 8 participantes, el estudio tiene un tamaño de muestra limitado, lo cual puede afectar la potencia estadística y la generalización de los resultados

#### Tabla de entrenamiento semanal:

Las actividades se llevarán a cabo durante un período de 8 semanas, considerando la incorporación de los ejercicios que formarán parte de un plan de entrenamiento. Además, en la última semana se realizará una sesión informativa sobre nutrición y se evaluarán los resultados obtenidos.

actividades			45	
Actividades semanales por 4 semanas	<b>Actividades Días: Lunes, Martes, Miércoles, Jueves y Viernes</b>		<b>Implementos deportivos utilizados</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Día 1</b>	<p>-Press de banca</p> <p>- Pull up</p> <p>- RFS superserie (curl de bíceps con barra z+ tríceps push down en polea)</p> <p>-super set de RFS (curl martillo + skull crusher)</p> <p>-Press militar</p>	<p><b>-Parte inicial</b></p> <p>- Preparación inicial con ejercicios de movilidad articular, un calentamiento general y específico durante 10 minutos.</p> <p><b>-Parte Principal</b></p> <p>- Para realizar estos ejercicios utilizaremos sets distribuidos de la siguiente manera: 30x15x15x15, o series al fallo entre un 40-80 de la RM</p> 	<p>-Máquina con polea</p> <p>-Mancuernas</p> <p>-Barra z</p> <p>-</p> <p>-Barra con peso adecuado</p>	1 h
<b>Día 2</b>	<p>-Sentadillas</p> <p>-Prensa de piernas</p> <p>-Extensiones de cuádriceps</p> <p>-Curl de femorales</p>	<p><b>-Parte inicial</b></p> <p>- Preparación inicial con ejercicios de movilidad articular, un calentamiento general y específico durante 10 minutos.</p> <p><b>-Parte Principal</b></p> <p>- Para realizar estos ejercicios utilizaremos sets distribuidos de la siguiente manera: 30x15x15x15, o series al fallo entre un 40-80 de la RM</p>	<p>-Maquina prensa</p> <p>-Máquina de cuádriceps</p> <p>-Máquina declinada</p>	1h

Día 3	<p>-Press de banca inclinado</p> <p>-remo horizontal</p> <p>-2 super series de restricción de flujo sanguíneo con face pull</p>		<p>-Máquina de press</p> <p>-Barra</p> <p>-Máquina de polea</p>	1h
Día 4	<p>-Sentadillas</p> <p>-Prensa de piernas</p> <p>-Extensiones de</p>		<p>-Maquina prensa</p> <p>-Máquina de cuádriceps</p> <p>-Máquina declinada</p>	1h

**-Parte inicial**

- Preparación inicial con ejercicios de movilidad articular, un calentamiento general y específico durante 10 minutos.

**-Parte Principal**

- Para realizar estos ejercicios utilizaremos sets distribuidos de la siguiente manera: 30x15x15x15, o series al fallo entre un 40-80 de la RM

**-Parte inicial**

- Preparación inicial con ejercicios de movilidad articular, un calentamiento general y específico durante 10 minutos.

**-Parte Principal**

- Para realizar estos ejercicios utilizaremos sets distribuidos de la siguiente manera: 30x15x15x15, o series al fallo entre un 40-80 de la RM

	<p>cuádriceps</p> <p>-Curl de femorales</p>			
Día 5	<p>-Flexiones de pecho</p> <p>-Remo unilateral con mancuernas</p> <p>-2 super series de RFS con vuelos laterals</p>	<p><b>-Parte inicial</b></p> <p>- Preparación inicial con ejercicios de movilidad articular, un calentamiento general y específico durante 10 minutos.</p> <p><b>-Parte Principal</b></p> <p>- Para realizar estos ejercicios utilizaremos sets distribuidos de la siguiente manera: 30x15x15x15, o series al fallo entre un 40-80 de la RM</p> 	<p>-Mancuernas</p> <p>-Máquina de polea</p>	1h

**Conclusiones:**

Aunque el estudio mostró incrementos en las medidas de bíceps tanto en estado contraído como relajado en todos los participantes, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los brazos con restricción de flujo sanguíneo y los brazos no ocluidos. Esto sugiere que, bajo las condiciones específicas de este estudio, la restricción de flujo sanguíneo no proporcionó una ventaja notable en la hipertrofia muscular en comparación con el entrenamiento regular. Es importante considerar esta observación en el contexto de la limitación del tamaño de muestra y la duración del estudio.

Los resultados reafirman la necesidad de adoptar un enfoque integral que incluya no solo modalidades de entrenamiento innovadoras como la restricción de flujo sanguíneo, sino también factores como la nutrición adecuada y los planes de entrenamiento personalizados.

A pesar de no observar diferencias significativas, el estudio aporta valiosas lecciones sobre la metodología de investigación en entrenamiento físico. La inclusión de mediciones estandarizadas y el uso de equipos especializados para la restricción de flujo sanguíneo son aspectos destacables. Sin embargo, se sugiere que investigaciones futuras amplíen la muestra, consideren una mayor diversidad en los participantes.

**Recomendaciones:**

Se recomienda realizar este estudio con una población mucho más grande con la que se contó en este estudio, además de esto poder contar con un tiempo mucho más largo o extenso, de esta manera podremos observar cambios mucho más significativos en los participantes a los que se les aplicará este método de entrenamiento.

Otra recomendación a tener en cuenta será contar con un plan mucho más desarrollado y específico que abarque de una mejor manera la nutrición de cada participante y por ende poder observar cambios más significativos en los participantes, ya que el conllevar una dieta personalizada para cada participante que se adecue a ellos, será de suma importancia para poder visualizar los cambios esperados.

**Bibliografía:**

Sanz, J. M. M., Otegui, A. U., Guerrero, J., & Barrios, V. (2011). El somatotipo-morfología en los deportistas. ¿Cómo se calcula? ¿Cuáles son las referencias internacionales para comparar con nuestros deportistas?. *Lecturas: Educación física y deportes*, (159), 4.

Martín-Hernández, J. (s. f.). *Revisión de los procesos de hipertrofia muscular inducida por el entrenamiento de fuerza oclusivo*.

Rivas, D. A. F. (s. f.). *REVISIÓN TEÓRICA DEL ENTRENAMIENTO CON RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO HACIA LA HIPERTROFIA Y FUERZA MUSCULAR*.

Schoenfeld, BJ (2020). "Ciencia y desarrollo de la hipertrofia muscular". Editorial Cinética humana.

Billat, V. (2002). "Fisiología y metodología del entrenamiento: de la teoría a la práctica". Editorial Paidotribo, Barcelona.

Bompa, T. (2000). "Periodización del entrenamiento deportivo". Editorial Paidotribo, Barcelona.

Cometti, G. (2007). "Métodos modernos de la musculación". Editorial Paidotribo, Barcelona.

García, J. (1999). "Alto Rendimiento. La adaptación y la excelencia deportiva". Editorial Gymnos, Madrid.

Scarfó, R. (2005). "Los factores de crecimiento muscular y los ejercicios de fuerza". Disponible en: <http://www.efdeportes.com/efd83/fuerza.htm>. Revista Digital EFDeportes.com, Buenos Aires.

Vargas R. (1998). "Diccionario de Teoría y Metodología del entrenamiento deportivo". Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.

Anexos:

