

**Comparación de dos métodos directos para estimación de fuerza máxima
aplicados a la modalidad de calistenia (street workout)**



Proyecto de grado del programa profesional en entrenamiento deportivo

Carlos Felipe Rodríguez Ávila

Diego Fernando Guerrero Galvis

Fundación Universitaria del Área Andina

Facultad de ciencias de la salud

Programa Profesional en Entrenamiento Deportivo

Bogotá, Mayo de 2021

Comparación de dos métodos directos para estimación de fuerza máxima aplicados a la modalidad de calistenia (street workout)

Proyecto de grado del programa profesional en entrenamiento deportivo

Carlos Felipe Rodriguez Avila

Diego Fernando Guerrero Galvis

Tutor:

Luisa Fernanda Cárdenas Martínez

Ft. Msc. Ingeniería Biomédica

Fundación Universitaria del Área Andina

Facultad de ciencias de la salud

Programa Profesional en Entrenamiento Deportivo

Bogotá, Mayo de 2021

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCION	7
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	8
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	9
JUSTIFICACIÓN	10
HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVOS	13
OBJETIVO GENERAL	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
ESTADO DEL ARTE.....	14
MARCO TEÓRICO.....	16
DEFINICIÓN DE FUERZA	16
MÉTODOS PARA EVALUAR FUERZA	16
LISTA DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE 1RM.....	17
EVALUACIÓN DE FUERZA TENIENDO EN CUENTA LA FATIGA MUSCULAR...	19
ACCELEROMETRIA	19
LA IDENTIFICACIÓN DE FATIGA CON SEÑALES DE ACCELEROMETRÍA.....	19

ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN CALISTENIA	21
Dominada.....	22
Fondos	22
METODOLOGÍA.....	23
BUSQUEDA DE INFORMACIÓN.....	25
PROTOCOLOS.....	25
Protocolo 1.....	25
Protocolo 2.....	26
Fondos	27
Dominadas	29
MUESTRA.....	30
PROCESO DE OBTENCIÓN DE DATOS.....	31
ANÁLISIS DE DATOS	32
RESULTADOS.....	33
DISCUSIÓN	41
CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

RESUMEN

El proyecto propone comparar los dos métodos directos para hallar la fuerza máxima que se aplicaron a la modalidad de calistenia, obteniendo una información de principales fuentes investigativas de bases de datos para fortalecer los contenidos que se encuentran en cada una de ellas.

Los dos métodos aplicados nos mostraron resultados muy similares al compararlos, estos resultados demuestran los beneficios que conlleva aplicar los dos protocolos de fuerza máxima que se ven reflejados en niveles de fatiga muscular, podemos ver en los resultados la diferencia de las frecuencias en el tiempo, siendo las que oscilan en un nivel más alto las que determinan la fatiga localizada a nivel muscular.

Estos datos demuestran que ambos protocolos si son aplicables para determinar la fuerza máxima en calistenia, teniendo en cuenta que, se realizó en dos ejercicios base de la disciplina entre ellos en fondos y dominadas, estos ejercicios resultan claves para la progresión del esfuerzo y una evaluación de la construcción de un plan estructurado aplicado a esta práctica, mientras que los de progresión de ejercicio, permite verificar el grado de entrenamiento en que se ubica el atleta, se puede evaluar un plan específico para la mejora de resultados en los atletas y salir de puntos de estancamiento, con el fin de pasar al siguiente nivel de entrenamiento.

Palabras claves: fuerza máxima, fatiga muscular, calistenia, periodización

ABSTRACT

The project proposes to compare the two direct methods to find the maximum force that were applied to the calisthenics modality, obtaining information from the main research sources of databases to strengthen the contents found in each one of them.

The two methods applied show us very similar results when compared, these results show the benefits of applying the two maximum force protocols that are reflected in levels of muscle fatigue, we can see in the results the difference in frequencies over time, being those that oscillate in a higher level those that determine the fatigue located at the muscular level.

These data show that both protocols are applicable to determine strength in calisthenics, taking into account that, it was performed in two basic exercises of the discipline, including dips and chin-ups, these exercises are key for the progression of effort and an evaluation of the construction of a structured plan applied to this practice, while those of exercise progression, allow to verify the degree of training in which the athlete is located, a specific plan can be evaluated for the improvement of results in the athletes and get out of points of stagnation, in order to move to the next level of training.

Keywords: maximal strength, muscle fatigue, calisthenics, periodization

INTRODUCCION

La evaluación de fuerza máxima por método directo es un factor importante para una correcta cuantificación y planificación del entrenamiento en la calistenia, todo esto con el fin de aumentar la fuerza e ir progresando durante los entrenamientos .Para la calistenia no se encuentra en la literatura algún protocolo que ayude a determinar la fuerza máxima siendo esto un factor negativo para esta disciplina , sin embargo Coyne,J en 2015 determino la fuerza máxima con test directo empleando dos ejercicios bases en el entrenamiento de calistenia lo cuales fueron las dominadas y los fondos, pero los sujetos que participaron en este proyecto eran deportistas de surf y natación y no practicaban calistenia.

El presente proyecto propone la comparación y la efectividad de dos test directos para evaluar la fuerza máxima en la calistenia en dos ejercicios bases y fundamentales los cuales fueron las dominadas y los fondos, siendo el primero un test basado en la progresión de una carga externa (1RM) y el segundo test basado en la progresión de los ejercicios del más fácil al más difícil, siendo el segundo protocolo una nueva y novedosa forma de realizar un test de fuerza máxima enfocado a la progresión de ejercicios basados en la calistenia teniendo varios aspectos positivos a comparación de test con carga siendo el de progresión de ejercicios un método más accesible para su aplicabilidad ya que no se requiere de algún elemento externo como lo puede ser un disco o una mancuerna, así como muestra Alonso,Y en 2020 una serie de ejercicios y variaciones enfocados a esta disciplina en la cual cada una de estas tiene un grado de dificultad según el tiempo que lleve entrenando una persona.

La fatiga muscular se ha convertido en un factor determinante a la hora de realizar un test de fuerza máxima como dice Sanchez,M en 2017 ya que cada valor del 1RM tanto máximo como submáximo tiene un nivel de fatiga muscular lo que quiere decir tiene una velocidad , siendo esto es un factor determinante para conocer y aplicar correctamente un protocolo de fuerza máxima. Una forma de conocer y determinar esta fatiga muscular es mediante la empleabilidad de un sistema ya sea un acelerómetro o una electromiografía muscular en el cual se pueda obtener una gráfica de frecuencia

como dice Tarata.M en 2001 analizando esa frecuencia se puede determinar el punto de agotamiento en un musculo específico. En esta investigación se intentó comparar la efectividad de los dos protocolos ya mencionados mediante el análisis de la fatiga muscular esto con el fin de determinar si el protocolo de progresión de ejercicios es un método viable a la hora de determinar la fuerza máxima en la calistenia.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las personas que practican la disciplina calistenia (Street workout) no emplean métodos de evaluación que permitan establecer una base cuantificable sobre la cual se pueda realizar una planificación o seguimiento del proceso de entrenamiento. Sin embargo, se encuentra un antecedente que contempla la estimación de Fuerza máxima en dos ejercicios calisténicos con aumento progresivo de peso externo (Coyne,J, 2015). Dado que los practicantes de calistenia tienen como objetivo la ejecución de movimientos cada vez más difíciles con el peso corporal, no es claro si la generación de un protocolo que refleje esa progresión en la complejidad de movimiento, puede ser usado como método eficaz para generar un punto máximo de fatiga en grupos musculares específicos y por tanto, ser considerado como una opción viable para la estimación de fuerza máxima en esta disciplina.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué diferencias se observarían en el comportamiento de la fatiga muscular tras comparar la respuesta generada al aplicar dos test directos para la estimación de fuerza máxima en la modalidad de calistenia?

JUSTIFICACIÓN

La calistenia se ha convertido en un referente en el entrenamiento a nivel mundial siendo una disciplina que ha incrementado su auge en los últimos años, y es que hoy en día son muchas personas que se deciden por practicarla o acercarse a ella, debido a sus múltiples características que la diferencian de otros entrenamientos. Esta es una práctica muy accesible y a su vez económica, debido a que solo se requiere del propio peso corporal y su realización puede ser en espacios públicos, bien sea abiertos o cerrados. La calistenia es un entrenamiento muy completo que me permite tener un adecuado funcionamiento de las diferentes capacidades físicas y tiene factores motivantes como lograr un control del peso corporal mediante las diferentes habilidades y capacidades físicas que se desarrollan, avanzando de ejercicios simples a los más complejos. A diferencia de la Gimnasia tradicional, esta práctica no cuenta con implementos especializados, o que consideren materiales que provean amortiguación, flexibilidad u otros componentes. Y es semejante al término "street workout", ya que, se usa para referirse a lo mismo al emplear los mismos ejercicios y elementos en su práctica (Alonso, Y 2020).

Hoy en día las principales motivaciones que generan el primer acercamiento de las personas a esta práctica es el aumento de la fuerza, el dominio y técnica de los ejercicios y desarrollo muscular, así como una construcción armoniosa del cuerpo sin la necesidad de invertir en un gimnasio o una sala fitness. cómo dice Alijas, R en 2015 las personas hacen cumplir sus objetivos mediante rutinas personales de entrenamiento que contemplan la variación de los ejercicios con cambios de posición amplitud y agarre, habitualmente, la mejora se da por la variación en la percepción del esfuerzo al realizar un movimiento específico. Sin embargo, esta variación no tiene un punto de referencia sobre el cual se pueda determinar un nivel de progreso.

La cuantificación del entrenamiento es algo fundamental para el desarrollo y cumplimiento de los objetivos del atleta, esto se realiza con el fin de establecer un registro inicial y sus variaciones durante un periodo de tiempo determinado, se puede determinar mediante: el volumen, progresión de la carga, intensidad del entrenamiento y densidad del mismo (Khushhal, A, 2019). Para esta cuantificación del

entrenamiento existen dos protocolos los cuales son el directo e indirecto, siendo el primero un protocolo que consiste en ir incrementando la carga y reduciendo el número de repeticiones a medida que aumenta las series y el segundo protocolo consiste en el uso de ecuaciones de estimación en el cual se registra el número de repeticiones y peso levantado, pero estos protocolos fueron diseñados para entrenamientos en espacios controlados y como conclusión esto no es aplicable en calistenia.

En calistenia, no se encuentra reporte del uso de algún método similar, Sin embargo Coyne, J en 2015 planteó el uso de un método de 1RM directo en 2 ejercicios calisténicos los cuales fueron los fondos y las dominadas, para esto participaron quince atletas masculinos de surf y natación, se realizó el test directo empezando con un calentamiento general, luego realizaron 5 repeticiones con el peso corporal y después se añada un peso externo mediante un lastre, realizan 4 repeticiones, después 3,2,1 y a medida que pasan las series y disminuyen las repeticiones se va añadiendo el mismo peso de las 4 repeticiones, este peso incremental fue de 1,25 kg y para cada serie hubo un descanso de 2 a 3 minutos, los resultados de los sujetos se determinó con la división entre la carga absoluta del 1RM y el peso corporal arrojado así el valor del 1RM relativo este estudio demuestra una alta fiabilidad a la hora de detectar el 1RM en los dos ejercicios ya mencionados para conocer y planificar los entrenamientos de los atletas. Según lo anterior es posible tomar los principios de las pruebas incrementales para formular nuevos protocolos que se ajusten al contexto de la práctica diaria en la disciplina. Basados en esto, se puede sugerir que la variación en la progresión de un ejercicio, que contemple la activación de los mismos grupos musculares, puede ser tenido en cuenta como factor incremental para generar puntos máximos de fatiga localizada y evaluar la fuerza máxima en esta disciplina.

HIPÓTESIS

Realizar una estimación de fuerza máxima con un protocolo que contemple la progresión de ejercicio en calistenia es viable, ya que puede generar acumulación de fatiga localizada, de forma similar a como se observa en una prueba clásica con carga incremental.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Comparar el comportamiento de la fatiga muscular en el protocolo de 1RM directo y en el protocolo de fuerza máxima con progresión de ejercicio y determinar si el protocolo de progresión de ejercicio es óptimo a la hora de realizar un test de fuerza máxima en la modalidad de calistenia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.) Identificar protocolos existentes para la estimación de fuerza máxima aplicables a la modalidad de calistenia mediante la realización de una revisión bibliográfica.
- 2.) Proponer un protocolo para la estimación de fuerza máxima 1rm contemplando la progresión de ejercicios que se da en la práctica de calistenia.
- 3.) Aplicar y evaluar un método de 1rm directo basado en la literatura y el método propuesto en practicantes de calistenia.
- 4.) Determinar las diferencias del comportamiento de la fatiga muscular posterior al análisis comparativo de los resultados y la viabilidad del uso del protocolo propuesto.

ESTADO DEL ARTE

Dada la naturaleza de la práctica deportiva en calistenia (street workout) , de realizar la práctica en espacios abiertos, hay pocos autores que han reportado los procesos de cuantificación en calistenia, uno de ellos es (Gist, N, 2015) que realizó un estudio comparativo entre un método de entrenamiento tradicional y un entrenamiento tipo entrenamiento interválico de alta intensidad el cual es un método de calistenia ya que se realiza el entrenamiento con el propio peso corporal, en el cual se realizó un seguimiento a los participantes mediante pruebas de consumo máximo de oxígeno evidenciando en los resultados que el entrenamiento HIIT tuvo resultados muy similares al entrenamiento militar tradicional y su duración de empleabilidad fue también menor, adicionalmente Harrison,J en 2010, sugiere que en procesos de cuantificación y progresión en calistenia se tenga en cuenta la variación de ejercicios con peso corporal ya sea empleando variaciones en la posición del cuerpo y agarres, aumento de repeticiones, velocidad de ejecución de los ejercicios . Alonso,Y, en 2020 muestra diferentes progresiones a realizar para diferentes ejercicios y cómo debe ser su ejecución respecto al nivel de dificultad del ejercicio , esto ayudará a cuantificar mejor el entrenamiento y a minimizar los riesgos de una lesión por la incorrecta ejecución de un ejercicio.

Dentro del campo deportivo se emplean test directos e indirectos para determinar el 1RM en un atleta, existen varios estudios que resaltan la importancia y las ventajas de la aplicación de estos test en el entrenamiento, Hutchins,M en 2010 realizó un test indirecto de 1RM el cual se realizó una comparación entre dos fórmulas de estimación de 1RM las cuales fueron la de “Berger” y “O’Conner” en la cual no hubo una diferencia significativa y evidenciando que son un método seguro para determinar el 1RM, sin embargo Schumacher,R en 2016 realizó una estimación de 1RM indirecto mediante medidas antropométricas siendo menos lesiva que las tradicionales ya mencionadas pero más difíciles de aplicar ya que se requiere de un profesional muy bien capacitado al momento de realizar las mediciones ya que estas deben ser exactas para sí no generar alguna lesión a la hora de su aplicación. Coyne,J en 2015 realizó un test de 1RM directo en dos ejercicios de calistenia el cual fueron dominadas y fondos el cual tuvo unos valores más altos o similares en cuanto al porcentaje máximo del 1RM a comparación de los test indirectos ya mencionados, por lo que se

deduce que los test directos son más presión a la hora de determinar los pesos máximos en el 1RM, todo esto ayudara a realizar una correcta planificación y un mejor un entrenamiento todo esto con el fin de evitar lesiones durante los entrenamientos.

La fatiga muscular durante la ejecución un movimiento se ha convertido en los últimos años como un factor determinante y eficaz para la estimación de 1RM, por ende algunos autores optan por utilizar la fatiga muscular para determinar una óptima carga en el 1RM como Sánchez,M en 2017 realizó un estudio en el cual se analizó la fatiga muscular o velocidad de ejecución como grado de esfuerzo al determinar el 1RM en el ejercicio de dominadas en el cual se determinó que cada porcentaje del 1RM tiene su propia velocidad y por ende la fatiga muscular y la velocidad de ejecución en cada serie siempre están presentes al momento de llegar a esos pesos máximos del 1RM , con esto se determina de una manera más exacta cuantas repeticiones se pueden realizar en cada serie para un test de 1RM.Un estudio realizado por Song,X en 2021 analizo el monitoreo de la fatiga muscular mediante las vibraciones que realiza el musculo cuando entra en estado de fatiga, estas vibraciones se determinaron mediante señales acústicas con un teléfono inteligente, la prueba se realizó en el ejercicio de curl de bíceps, como resultado de este estudio se determinó que el análisis de las vibraciones musculares relacionado con medidas acústicas es comparable con otros métodos como una electro miografía muscular logrando un acierto del 70% en la aparición de la fatiga muscular. Determinar la fatiga muscular en métodos para hallar el 1RM es un aspecto importante ya que da a conocer como la velocidad de ejecución del movimiento disminuye a la hora de ir aumentando el peso o ir variando la dificultad del ejercicio al hacer un número de determinadas repeticiones.

MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN DE FUERZA

Algunos autores como Leiva,B en 2019 define la fuerza como la capacidad de un grupo muscular de mantener o realizar una reducida cantidad de gestos o ejercicios físicos, con cargas o cargas sub máximas de acuerdo al nivel de entrenamiento de la persona del grupo muscular a entrenar, bajo esta acción los movimientos de fuerza son reducidos es decir se realizan pocas repeticiones y el peso a mover es submáximo con descansos relacionados con el restablecimiento energético, se describen los tipos de fuerza que se trabajan de manera totalmente diferente y se emplean según el deporte a practicar, los tipos de fuerza se clasifican en fuerza máxima, fuerza rápida y fuerza de resistencia, correspondiendo a todo esto con una contracción muscular de máxima tensión a lo que se refiere al máximo peso que se puede levantar en un movimiento con un desarrollo de la fuerza y la velocidad.

Otro concepto de fuerza más general es que la fuerza se entiende como la capacidad condicional del ser humano que le permite vencer una carga o algún tipo de resistencia mediante las contracciones musculares todo esto es posible gracias a las conexiones neuromotoras que infligen una respuesta al músculo permitiendo así que se ejecute el movimiento o la acción de mover o vencer la resistencia.

MÉTODOS PARA EVALUAR FUERZA

Como dice Suarez,P en 2013 la fuerza se puede medir de diferentes maneras como lo son los test de fuerza, los cuales miden los diferentes tipos de fuerza como lo son la fuerza máxima la cual el método más empleado y conocido es el test de 1RM el cual hay dos formas de realizarlo siendo el primero el test directo que consiste en ir aumentando la carga progresivamente y el test indirecto en el cual se emplean diferentes fórmulas las cuales calculan el valor de la 1RM, para fuerza explosiva se puede emplear el test de salto vertical el cual se usa para medir la fuerza del tren inferior y para músculos del tren superior se emplea el método de lanzamiento con balón medicinal ,para la fuerza de

resistencia se pueden encontrar pruebas en las cuales la relación de intensidad, tiempo o número de repeticiones se adapta a las características de los movimientos.

La fuerza se puede evaluar utilizando elementos externos tal cual como dice Hogrel, J en 2020 se emplean dinamómetros portátiles, dinamómetros isocinéticos, estos instrumentos tienen la ventaja de ser más precisos a la hora de recolectar los datos pero también tienen un contra y es que estos instrumentos son difíciles de encontrar y además son muy costosos.

LISTA DE MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE 1RM

Este concepto nos hace referencia a la una repetición máxima (1RM) que puede realizar un atleta o persona en un ejercicio que se va a caracterizar por unos protocolos sistémicos para determinar la cantidad de peso levantado hasta lograr su última y definitiva repetición.

Generalmente el 1RM es realizado para deportes o disciplinas que se caracterizan por hacer un énfasis hacia la fuerza, como por ejemplo se pueden ver en deportes de conjunto como el Rugby, el Fútbol Americano entre otros, en deportes individuales como la halterofilia, inclusive se destaca mucho el 1RM por ser un factor determinante en disciplinas como el Fisicoculturismo & Fitness, Bodybuilding entre otras ramas del Culturismo mundial.

Para la estimación o evaluación del 1RM se emplean varias fórmulas las cuales se denominan como test indirectos los cuales son una serie de fórmulas de diferentes autores tal cual dice Pinto, V en 2020 en las cuales se digita el valor de los pesos levantados y el número de repeticiones, hay varios autores que emplean diferentes fórmulas a la hora de calcular el 1RM de un atleta cada una con diferentes datos para su empleabilidad, una de las fórmulas más usadas a la hora de realizar un test de 1RM indirecto es la fórmula de Brzycki por su confiabilidad a la hora de realizar el test.

Autor	Ecuación
Brzycki (4)	$1\text{-RM} = 100 \cdot \text{peso} (102,78 - 2,78 \cdot \text{rep})$
Epley (5)	$1\text{-RM} = (1 + 0,0333 \cdot \text{reps}) \cdot \text{peso}$
Lander (8)	$1\text{-RM} = 100 \cdot \text{peso} / (101,3 - 2,67123 \cdot \text{rep})$
Lombardi (9)	$1\text{-RM} = \text{peso} \cdot (\text{reps})^{**.1}$
Mayhew et al. (10)	$1\text{-RM} = 100 \cdot \text{peso} / (52,2 + 41,9 \cdot \exp [-.055 \cdot \text{rep}])$
O'Conner et al. (14)	$1\text{-RM} = \text{peso} (1 + .025 \cdot \text{rep})$
Wathan(18)	$1\text{-RM} = 100 \cdot \text{peso} / (48,8 + 53,8 \cdot \exp [-.075 \cdot \text{rep}])$

(Pinto,V,2020)

Para desarrollar un test de 1RM indirecto Suarez,P en 2013 dice que no importa el autor de la fórmula a aplicar, se deben seguir ciertos parámetros para su realización como los son una movilidad articular teniendo en cuenta si el test se aplica para la parte superior o inferior del cuerpo, calentamiento general, una familiarización con el elemento, el intervalo de 7 a 10 repeticiones se ha evidenciado científicamente que es el rango más óptimo a la hora de realizar un test indirecto.

Para la estimación del 1RM se emplean también los métodos directos en el cual consiste en ir realizando una progresión del peso o carga e ir reduciendo el número de repeticiones hasta llegar a solo poder realizar una sola repetición, para este tipo de test también se deben tener ciertos parámetros a la hora de su aplicación tal como dice Coyne,J en 2015 en su investigación con la aplicación del test de 1RM directo se debe realizar un correcto calentamiento general y una muy buena movilidad articular, se deben tener en cuenta los descansos el cual nos dice que debe ser entre 2 a 3 minutos entre cada series para así evitar lesiones a la hora de aplicar el test, es muy importante para la realización de este test tener la técnica adecuada en el ejercicios ya que se están levantando pesos submáximos y máximos por lo que si no se realiza una correcta ejecución la persona o atleta que lo está realizando podría tener una lesión.

EVALUACIÓN DE FUERZA TENIENDO EN CUENTA LA FATIGA MUSCULAR

La fatiga muscular y la velocidad con la que se ejecuta un movimiento en el momento de levantar pesos máximos y submáximos se ha convertido en una variable muy útil a la hora de realizar un test de fuerza máxima, tal cual como dice Sánchez, M en 2017 que en cada serie y en cada repetición hay una variación en cuanto a la velocidad de movimiento lo cual se traduce a una fatiga muscular, con este análisis de fatiga se pueden determinar cuántas repeticiones se pueden realizar en cada serie con el fin de conocer mejor el valor total del 1RM y conocer también cuál es el límite del atleta o persona en cuanto al nivel de fatiga muscular en las diferentes series y así poder evitar alguna lesión durante la ejecución de test directo 1RM.

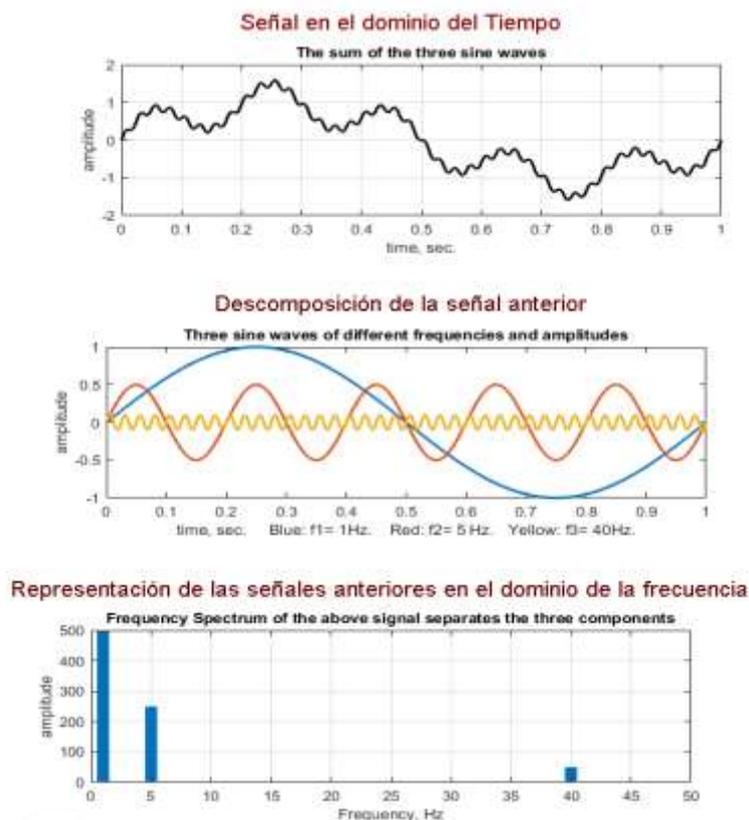
ACCELEROMETRIA

El acelerómetro logra registrar la aceleración y la desaceleración de un cuerpo que esté realizando algún movimiento, los acelerómetros son sensores inerciales que miden el cambio de velocidad de un cuerpo cuya unidad de medida se representa en m/s^2 , estos datos al ser graficados muestran unos picos máximos de aceleración el cual es un estrés mecánico debido a la fuerza ejercida, se puede evidenciar en la gráficas lo que es la magnitud que es la diferencia entre la aceleración máxima y la aceleración mínima, el acelerómetro empleado en esta investigación fue un acelerómetro triaxial lo que significa que permite registrar los tres ejes (x,y,z).

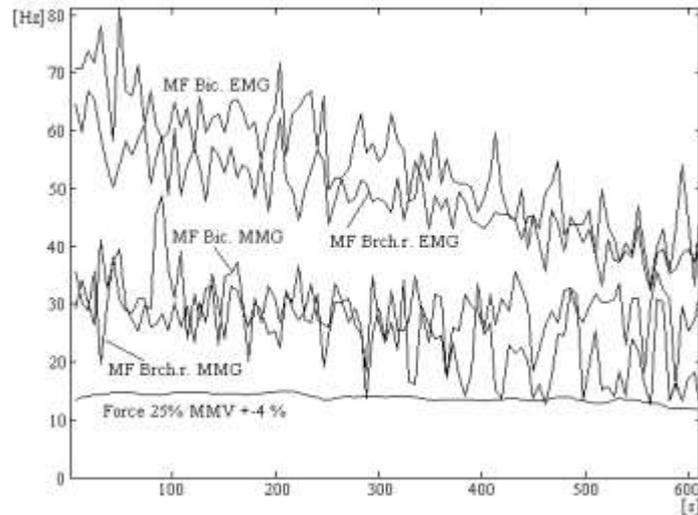
LA IDENTIFICACIÓN DE FATIGA CON SEÑALES DE ACCELEROMETRÍA

el dominio del tiempo es una gráfica que está compuesta por varias señales como se evidencia en el **grafico 1** cada una de estas señales tiene una ondulación, esta grafica se puede descomponer como esta en el **grafico 1** con el fin de determinar su aceleración en el tiempo, esto siendo usado para

analizar mejor las diferentes señales. El dominio de la frecuencia se usa para describir señales o movimientos periódicos respecto a su frecuencia, para determinar el dominio de la frecuencia se requieren las señales ya descompuestas en el dominio del tiempo, estas señales son graficadas según lo ondulación en el dominio del tiempo, a menor ondulación la frecuencia es baja y a mayor ondulación la frecuencia es alta siendo en esta frecuencia alta que es donde se evidencian más señales siendo este el punto donde se puede determinar esa fatiga muscular como dice Tarata, M en su investigación de 2001 la cual determino los niveles de fatiga muscular analizando las altas frecuencias como un factor de agotamiento en la realización del ejercicio físico, estas altas frecuencias se evidencian en **grafica 2**



Grafica 1. Realización fuente propia.



Grafica 2. fatiga muscular analizada mediante la frecuencia.(Tarata.M.2001)

ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA EN CALISTENIA

El entrenamiento de fuerza en calistenia se puede realizar de varias formas tal cual como dicen Alonso,Y, en 2020 y Harrison,J en 2010 ya sea mediante la ejecución de un movimiento que requiera una mayor cantidad de fuerza, aguantando más tiempo en los ejercicios estáticos, añadiendo un peso extra a los diferentes ejercicios que se emplean en esta modalidad deportiva mediante un lastre y realizar una variación o una progresión en el ejercicio mediante la ubicación del cuerpo, ampliando el rango de movimiento o cambiando la posición de un agarre, esto añadirá un grado más de dificultad al entrenamiento lo que también supondrá un aumento de fuerza a medida que se va variando o progresa en los diferentes ejercicios. En la Calistenia, como en otros deportes existen ejercicios bases, sobre los cuales se fundamentan movimientos de gran complejidad, dos ejercicios representativos son la dominada y los fondos (Dips), de los cuales se habla a continuación.

Dominada

Según la investigación de Ronai,P, en 20214 define que la dominada es un ejercicio de cadena cinética cerrada utilizando múltiples articulaciones para su ejecución, la dominada es un ejercicio que consta de tres fases las cuales son la fase inicial en la cual es en la que se empieza colgado en la barra con los pies suspendidos, durante la fase dos que es la parte concéntrica se deberá subir y lograr que la barbilla sobrepase la barra en esta fase las articulación del codo y la articulación de la muñeca son las que general mayor tensión al momento de subir y durante la fase 3 que es la parte excéntrica se mantiene la estabilización de la cintura escapular y la articulación del hombro que ayudan a seguir una trayectoria controlada y además ayudan a prevenir una elevación muy excesiva de la escápula y evita el balanceo.

En cuanto a la parte más importante de la dominada en cuanto a la velocidad de contracción (Sanchez,M, 2017) toman como referencia para su investigación la relación entre el porcentaje de la velocidad media propulsiva y la fuerza relativa, entendiendo que en la fase de propulsión consiste en el tiempo de la fase excéntrica en la que la aceleración es mayor a $-9,81 \text{ m}^2/\text{s}^2$, por ende el momento más importante de analizar respecto a la velocidad de contracción es cuando se realiza ese concéntrica, en el caso de este estudio la fase concéntrica se realizaba lo más rápido posible, la fase de movimiento que se debe analizar respecto en la velocidad de ejecución es al momento de la tracción , al momento de subir cuando se realiza la fase concéntrica ya que en ese punto es donde se tiene que generar toda la fuerza para ejecutar una dominada.

Fondos

Así como dice Coyne,J, en 2015 en su investigación al realizar un test de 1RM directo en fondos y dominadas , en los fondos el atleta debe estar sujetado en las paralelas con los codos totalmente extendidos, en esa posición los atletas deberán bajar de una forma controlada hasta que el bíceps haga contacto con el antebrazo, sin perder la técnica del ejercicio y deberán subir y retomar la posición inicial, al igual que las dominadas cuentan con tres fases de movimiento en la cual la primera fase es la que se encuentra suspendido

apoyado en las paralelas, en la segunda deberá bajar de forma controlada evitando un balanceo y en la tercera deberá subir y retomar la posición inicial, en este ejercicio las articulaciones que reciben un mayor grado tensión son la articulación del hombro, la articulación del codo y la articulación de las muñecas por lo que se deberá realizar una correcta ejecución del ejercicio para evitar algún tipo de lesión.

METODOLOGÍA

La presente investigación presenta un tipo de estudio cuantitativo con un enfoque experimental ya que se realiza la comparación de un método basado en la literatura con un método nuevo propuesto en esta investigación, en el primer paso se realiza la identificación de protocolos de 1RM y progresiones de ejercicios en calistenia, en el segundo paso se selecciona un protocolo directo de 1RM de la literatura para la estimación de fuerza máxima en calistenia y paralelo a eso se propone un protocolo directo basado en la progresión de ejercicios para la estimación de la fuerza máxima en calistenia, en el tercer paso se evalúan ambos protocolos en los participantes, en el cuarto paso se analizan los resultados obtenidos en ambos protocolos en los practicantes de calistenia, en el quinto paso se analizan los resultados de ambos protocolos y en el sexto paso se comparan los resultados en ambos protocolos para determinar la viabilidad del protocolo propuesto en esta investigación, todo esto se puede observar en la siguiente imagen.

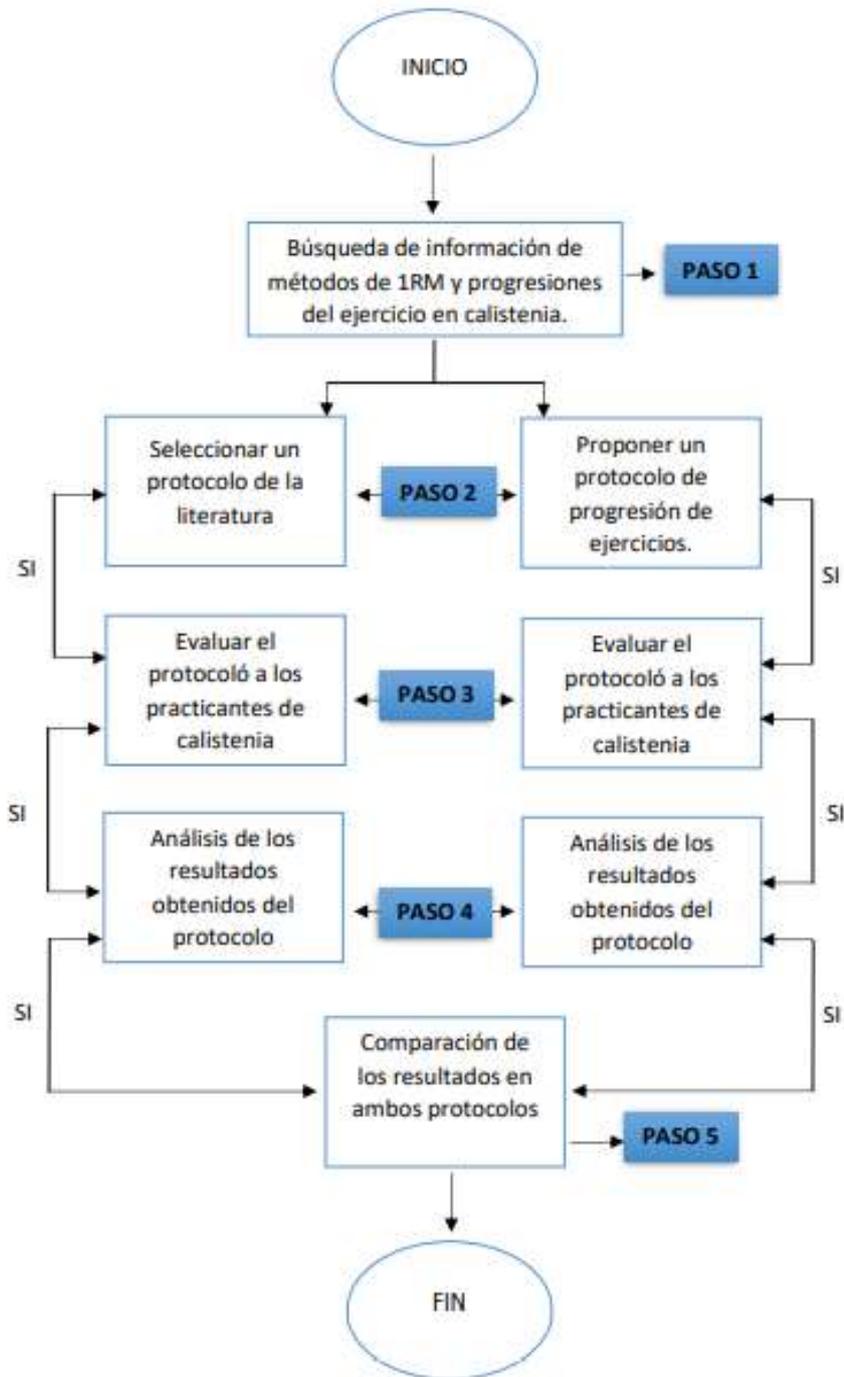


Diagrama 1. Realización fuente propia.

BUSQUEDA DE INFORMACIÓN

Se llevó a cabo una búsqueda de información de artículos científicos que se realizó en PUBMED, y en las bases de datos de la fundación universitaria del área andina. Se filtran los artículos por año teniendo como parámetro las publicaciones entre 2000 a 2021, la búsqueda de información se realizó tanto en el idioma inglés como en el español siendo la búsqueda en inglés la más utilizada debido a la cantidad y calidad de información que se encontraba al respecto. Las palabras clave usadas fueron: “bodyweight training”, “muscle fatigue”, “calisthenics”, “maximum strength”, “maximum force protocols”, “Calisthenics Training” con los términos de búsqueda ya mencionados anteriormente se establecieron ecuaciones de búsqueda usando conectores booleanos (AND, OR), con el fin de facilitar la búsqueda de información.

PROTOCOLOS

Los protocolos que se emplean para la determinación de fuerza máxima en esta investigación son directos, el primer protocolo se realiza mediante progresión de una carga externa cuyo peso a levantar se determina utilizando el 10% del peso corporal de los participantes, este peso aumenta a medida que se reduce el número de repeticiones, el segundo protocolo se basa en una progresión de ejercicios cuya dificultad va aumentando a medida que disminuyen las repeticiones.

Protocolo 1

Método de 1RM directo con el 10% del peso corporal en la modalidad de calistenia (street workout).

Este protocolo se basó en la investigación de Coyne, J en 2015 ya que se concentra en los ejercicios de dominadas y fondos los cuales son dos ejercicios bases en calistenia, además emplea el test de 1RM directo en el cual se va aumentando la carga mediante un cinturón lastrado.

Este protocolo se aplica primero en el ejercicio de fondos y después en dominadas, habrá una brecha de descanso de 5 minutos una vez se termine el protocolo en los fondos para continuar con el de dominadas. Primero se determina el peso el cual cada participante debe levantar, esto se realiza obteniendo el 10% del peso corporal, una vez se determina el peso a levantar mediante el lastre progresivamente en cada serie empieza el participante ejecutando 5 repeticiones sin lastre únicamente con el peso corporal, después se pondrá el lastre con el peso ya determinado anteriormente y ara 4 repeticiones, aumentara el mismo peso y ara 3 repeticiones, aumenta el mismo peso y ara 2 repeticiones, después para 1 repetición aumentando el mismo peso , después si el atleta siente que puede levantar más peso se seguirá aumentando el mismo peso y se seguirá haciendo una sola repetición hasta que el participante no pueda levantar más peso ya sea en dominadas o en fondos ,para cada serie habrá un descanso entre 2 a 3 minutos.

Protocolo 2

Método de fuerza máxima por progresión de ejercicios.

Este método se basó en diferentes progresiones antes y después del ejercicio base los cuales son las dominadas y los fondos, este método siguió algunas recomendaciones de la literatura como en el estudio de Harrison,J en 2010 en el cual indica que se puede añadir un grado de dificultad del ejercicio cambiando la posición del cuerpo o mediante una variación articular, también se siguieron algunas recomendaciones de Alonso,Y que en 2020 da a conocer algunas progresiones de algunos ejercicios de calistenia y como debe ser su correcta ejecución.

Fondos

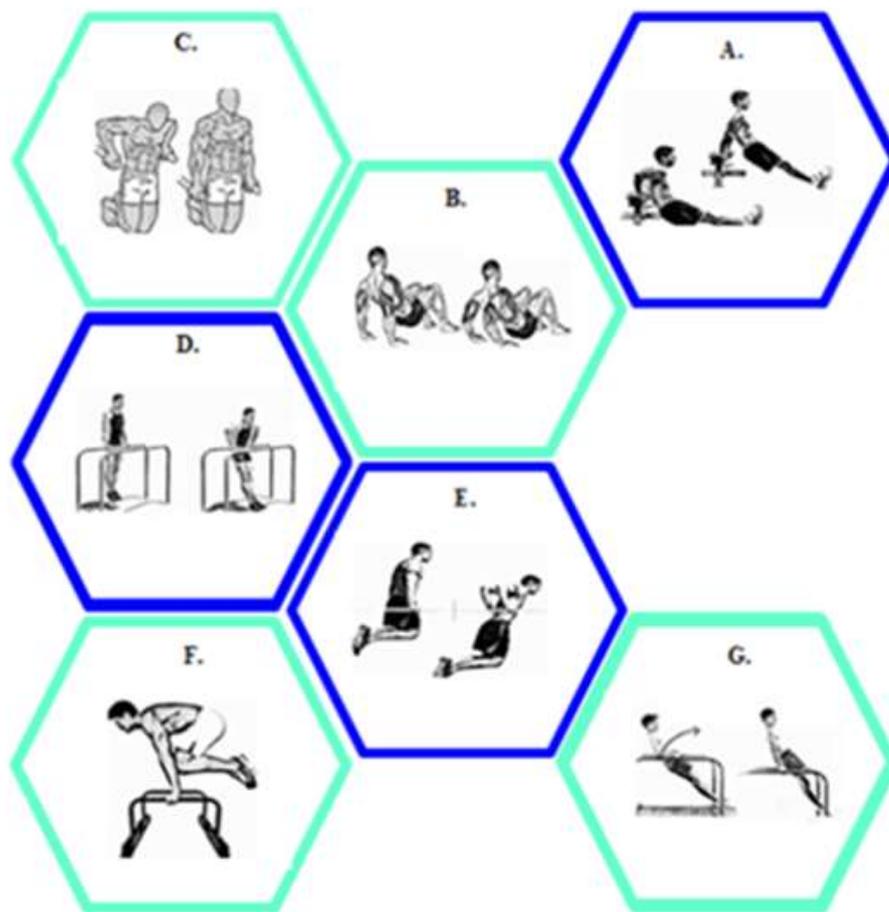


Figura 1. Representación esquemática simplificada donde representa cada uno de los ejercicios que se aplicaron en el protocolo de progresión de ejercicio para Dips (Fondos).

Realización fuente propia.

Siguiendo con el orden de este esquema (Figura 1) se muestra la representación gráfica de cada uno de los ejercicios para poder hallar la fuerza máxima en progresión del ejercicio para los Dips (fondos), en los cuales se escogieron los siete mejores ejercicios a nuestra evaluación para la evidencia de ésta.

Esta aplicación se basó en la búsqueda intensiva de artículos científicos relacionados con la progresión del ejercicio en calistenia, cuál es la mejor opción para su aplicación más adecuada en función de nuestros objetivos primarios; basado en esto se seleccionó una óptima dosificación cumpliendo con las reglas de aplicación que se entenderá en la siguiente descripción.

Ejercicios:

- (A) **Bench Dips** (Calistenia, E., 2016. Calisthenic.).
- (B) **Floor Dips** (Life, A., 2019. ExercisesNoGym, Aleanlife.com.).
- (C) **Negative Dips** (No gym, C., 2017. Calistenia.).
- (D) **Straight Bar Dips** (Floogh, N., 2016. Calisthenics Bar.).
- (E) **Dips** (OnlyBar, S., 2015.).
- (F) **Tucked Planche Dips** (ssl, C., 2019. StreetTraining.).
- (G) **Impossible Dips** (Ytimg, I., 2015. Workout.).

Dominadas

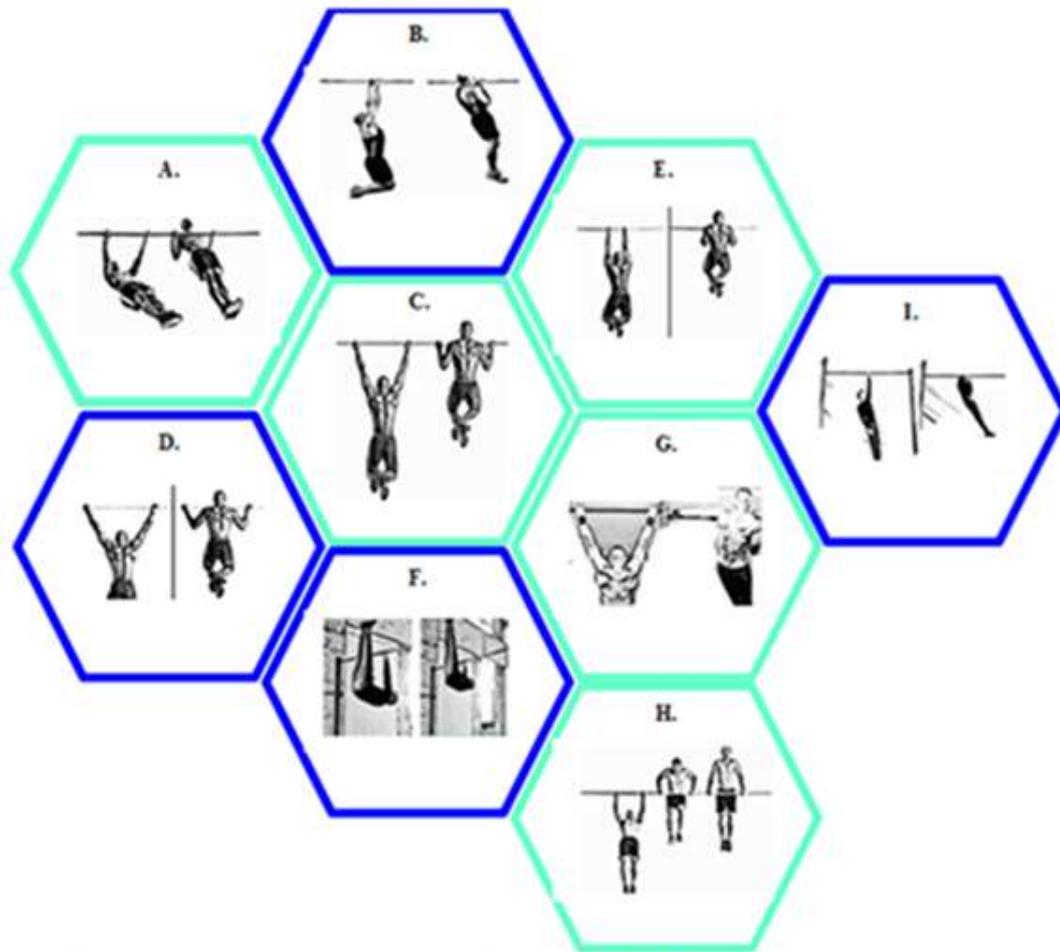


Figura 2. Representación esquemática simplificada donde representa cada uno de los ejercicios que se aplicaron en el protocolo de progresión de ejercicio para Pull Up (Dominadas).

Realización fuente propia.

En el esquema anterior (Figura 2) se evidencia el número de ejercicios que se implementaron para la realización de la prueba para Pull Up (dominadas) en las cuales siguiendo con el orden anterior se escogieron los nueve ejercicios que cumplen con la continuidad progresiva en función de su dificultad para el desarrollo del protocolo.

A continuación, se realiza una breve descripción de los ejercicios que se utilizaron para la aplicación del protocolo.

Ejercicios:

- (A) **Australian Pull Up** (Dominated, A., 2019.).
- (B) **Commando Pull Up** (Pull Up, B., 2020. *PullUpDominated.*).
- (C) **Pull Up** (Entrenamiento, D., 2019. *Dominadas (pull-ups): la guía completa.*)
- (D) **Superwide Pull Up** (Entrenamiento, D., 2019. *Dominadas (pull-ups): la guía completa.*).
- (E) **Pull Up (Close Grip)** (Entrenamiento, D., 2019. *Dominadas (pull-ups): la guía completa.*).
- (F) **Inverted Row Pull Up** (Calistenia, E., 2016. *Calisthenic.*).
- (G) **Archer Pull Up** (Google.com. 2016. *archer pull up.*).
- (H) **Muscle Up** (Fit, C., 2017. *6 entrenamientos para dominar los Muscle Up.*).
- (I) **One Arm Pull Up** (Calistenia, E., 2016. *Calisthenic.*).

MUESTRA

La muestra del presente estudio se realiza a conveniencia, se contactan personas que entrenan calistenia en los diferentes parques o lugares específicos, el cual se escogió el parque ubicado en la localidad de suba, Bogotá. Participaron un total de nueve personas, con un rango de edad entre los 21 y 24 años, con una experiencia de entrenamiento que oscila entre los 8 y 12 meses, como se puede ver en la (tabla 3), todos los participantes son practicantes de calistenia.

PARTICIPANTES	EDAD	TIEMPO DE ENTRENAMIENTO
9	21 ±	6 ±
	24 ±	8 ±

Tabla 3. Realización fuente propia.

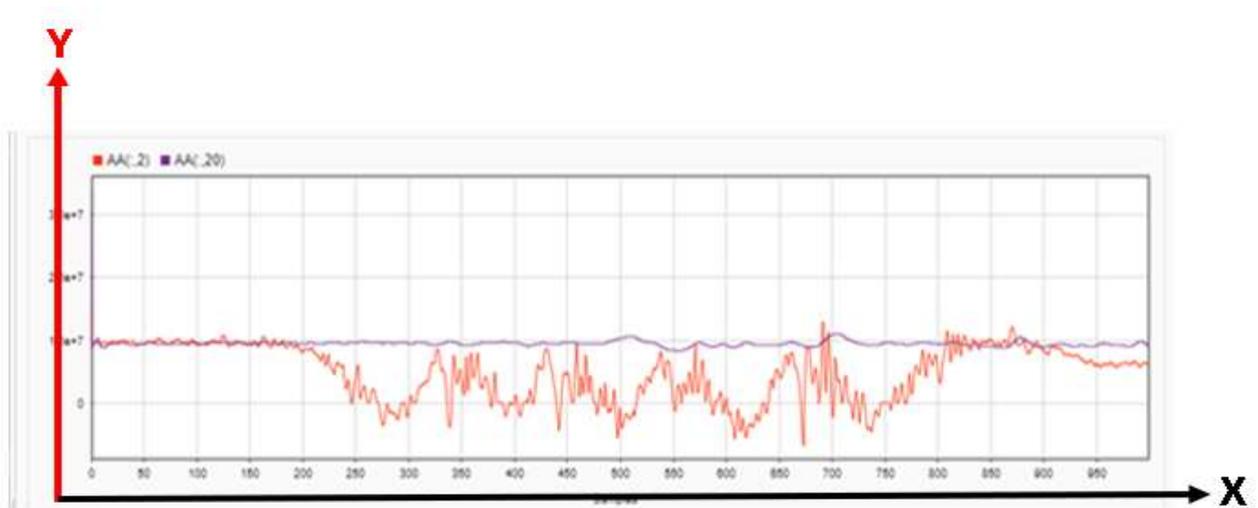
PROCESO DE OBTENCIÓN DE DATOS

Para la ejecución del protocolo 1 y el protocolo 2 se les solicitó a los participantes acudir al lugar con el correspondiente vestuario que permita la realización de la práctica deportiva, lo cual para ambos protocolos se concreta el mismo procedimiento el cual consiste en realizar una activación de las zonas articulares tanto del tren inferior como del tren superior seguido de un calentamiento general y específico con una duración de 10 minutos el cual se escogieron tres ejercicios que se ejecutaron por medio de un circuito como lo fueron saltar la cuerda, saltos de tijera, Skipping, se llevó a cabo de treinta segundos (30sg) en el periodo de ejecución de los ejercicios con un tiempo de veinte segundos (20sg) de descanso entre ejercicios. El circuito se dosificó en tres (3) rondas y un descanso en cada ronda de cuarenta segundos (40sg). Se explicó el correspondiente procedimiento y se tomaron datos como el peso del participante mediante una báscula digital para determinar el 10% del peso corporal Se acudió a emplear una herramienta n instalada en los dispositivos inteligentes “’smartphone”’, esta aplicación “Accelerometer meter” descargada en la play store, esto registrara la aceleración y desaceleración de los participantes y se registrarán en los tres ejes (x,y,z) A continuación el celular con la correspondiente aplicación que se empleó va ir sujetado por medio de un brazaletes al brazo del participante, inmediatamente una vez se esté realizando el ejercicio la aplicación arrojará los datos y quedaran guardados en el smartphone. El fin es analizar la velocidad de contracción en cada repetición de ambos protocolos, cabe de resaltar que para el ejercicio de dominadas tanto como el de fondos el smartphone estará ubicado en uno de los brazos el cual para el ejercicio de Pull Up va ubicado cerca al codo y en el de Dips cerca al hombro ya que para estos ejercicios existe una gran implicación muscular en esta determinadas zonas .Sin embargo tuvimos presente los comportamientos de fatiga muscular y normas fisiológicas que a su vez, el primer protocolo se evaluó en un día y a los días se realiza el protocolo número dos todo esto con el fin de dar un tiempo de descanso entre cada protocolo para no sobrecargar el músculo con el fin de evitar posibles lesiones o un mal procedimiento en ambos protocolos. Este lapso de descanso de dos días entre cada protocoló se determinó por la disponibilidad de los participantes sin embargo no es el tiempo ideal ya que Arazi,H

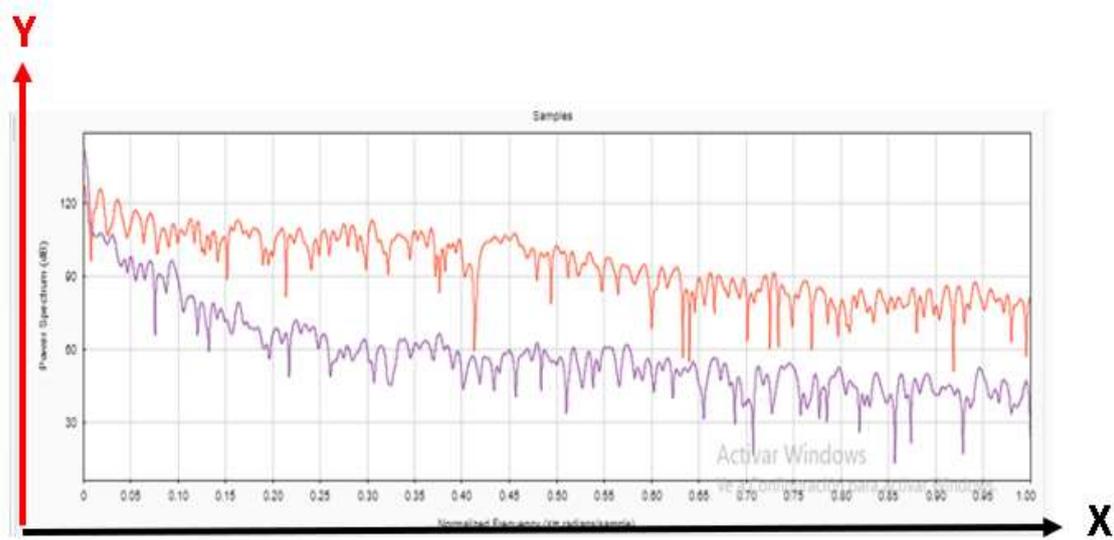
en 2013 determino que el tiempo ideal de descanso después de una prueba de fuerza máxima es de tres días.

ANÁLISIS DE DATOS

En primera instancia se obtuvieron unos datos de la aplicación de acelerómetro en formato csv. Estos datos se pasaron a un archivo en formato Excel y después pasaron a ser graficados en MATLAB en el dominio de tiempo, esta grafica de dominio de tiempo la cual muestra dos ejes (y, x) siendo “y” la aceleración con la que se ejecuta el movimiento y “x” el tiempo en que se realiza el movimiento como se observa en la **Grafica 3**, después esa grafica se pasa a graficar en el dominio de la frecuencia la cual se observa en la siguiente **Grafica 4** el cual también tiene dos ejes siendo “y” la aceleración y “x” el tiempo observando así como estas frecuencias van decreciendo a medida que avanza el tiempo.



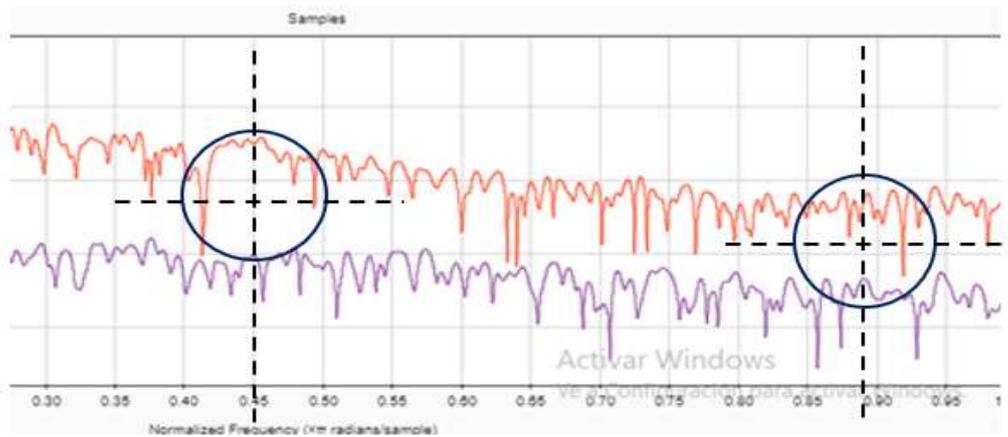
Grafica 3. dominio del tiempo



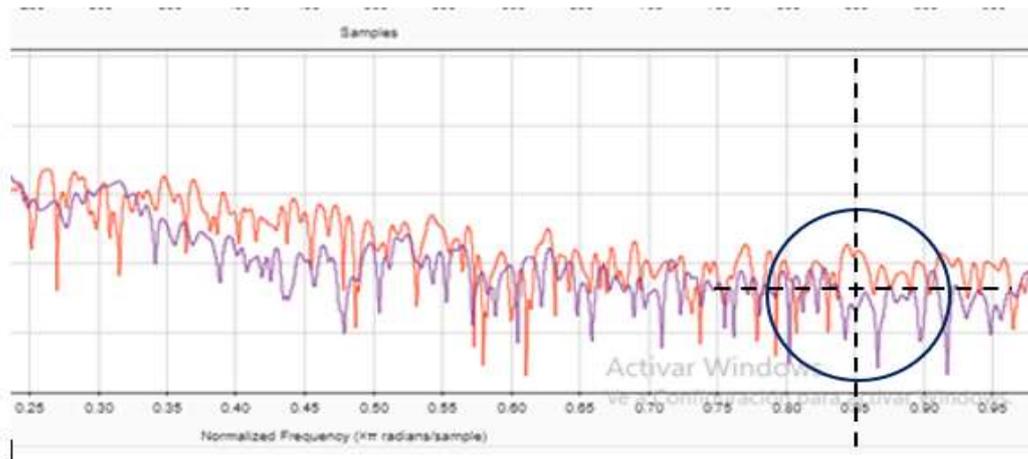
Grafica 4. dominio de la frecuencia

RESULTADOS

Para comparar la fatiga muscular en los dos protocolos se evaluó la variación entre la primera serie con un color naranja y la última serie con un color morado, esto con el fin de observar la distribución de las altas frecuencias y poder compararlas en ambos protocolos, esta diferencia entre la primera y última se puede observar en la **gráfica 5** del protocolo 1 y en la **gráfica 6** del protocolo 2 ambos protocolos en el ejercicios de fondos.



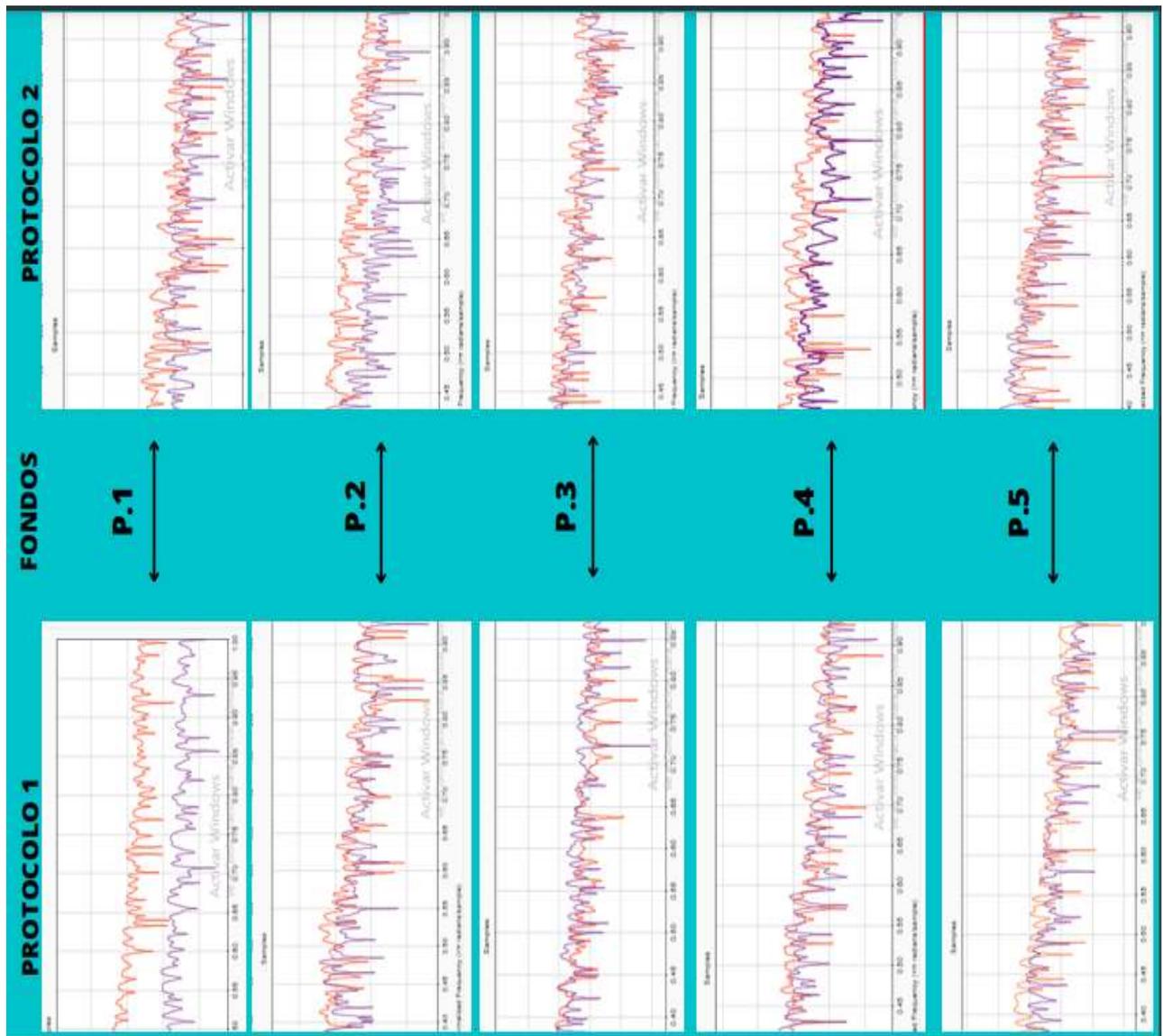
Gráfica 5.(fuente propia)



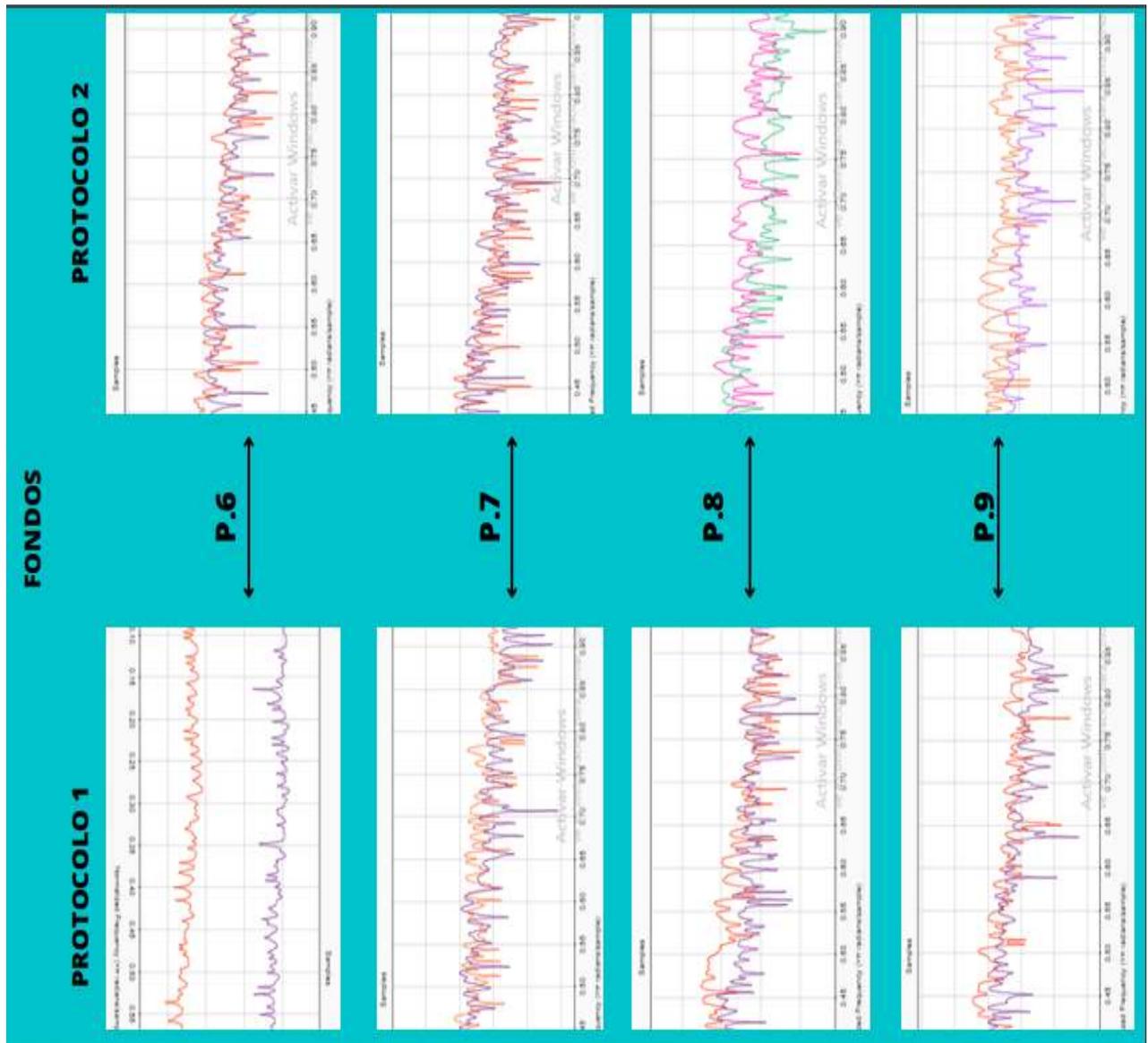
Gráfica 6.(fuente propia)

En el análisis de la frecuencia en el ejercicio de fondos observado en las **gráficas 7**, no se ve una diferencia significativa de los participantes en el protocolo 1 en lo que respecta a la primera y a la última serie en cuanto al nivel de fatiga muscular, sin embargo en el participante 1 se logra observar una diferencia amplia en lo que respecta a la primera y a la última serie siendo en esta última la que presenta mayor fatiga muscular, también se logra observar una anomalía en el participante 6 siendo la primera serie la que mostraba mayor fatiga muscular a comparación de la última serie. En el protocolo 2 se logra observar una diferencia a nivel de fatiga muscular entre la primera serie y la última siendo en esta más evidente.

En lo que respecta al protocolo 1 y el protocolo 2 en el análisis de la frecuencia se observa que hay muchas similitudes en cuanto a lo que es la diferencia entre la primera y última serie en la fatiga muscular, evidenciando que el protocolo 2 es viable para lograr determinar esa fatiga muscular en un test de fuerza máxima.



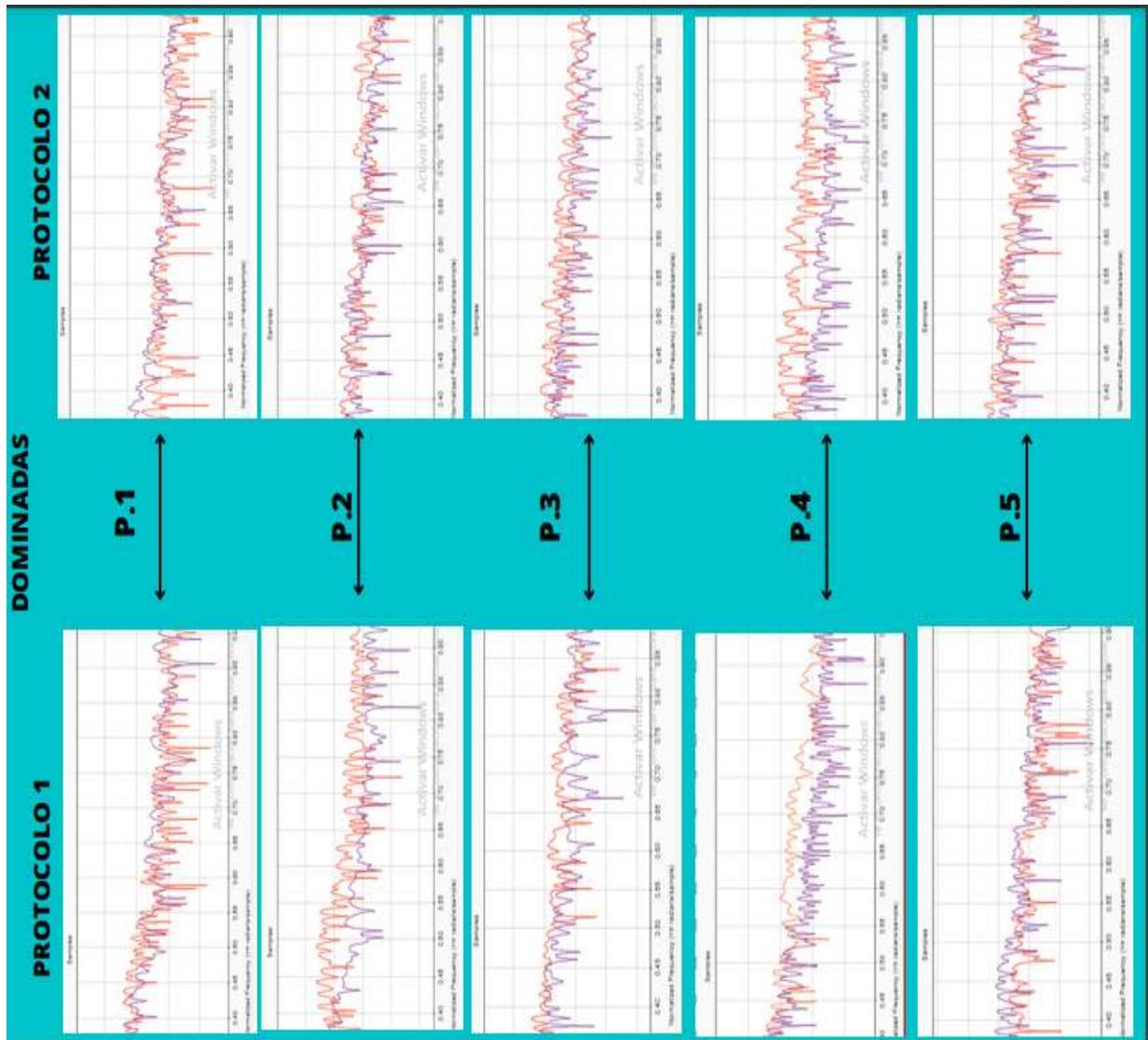
Gráfica 7. dominio de la frecuencia en ambos protocolos en el ejercicio de fondos de los primeros cinco participantes. (fuente propia)



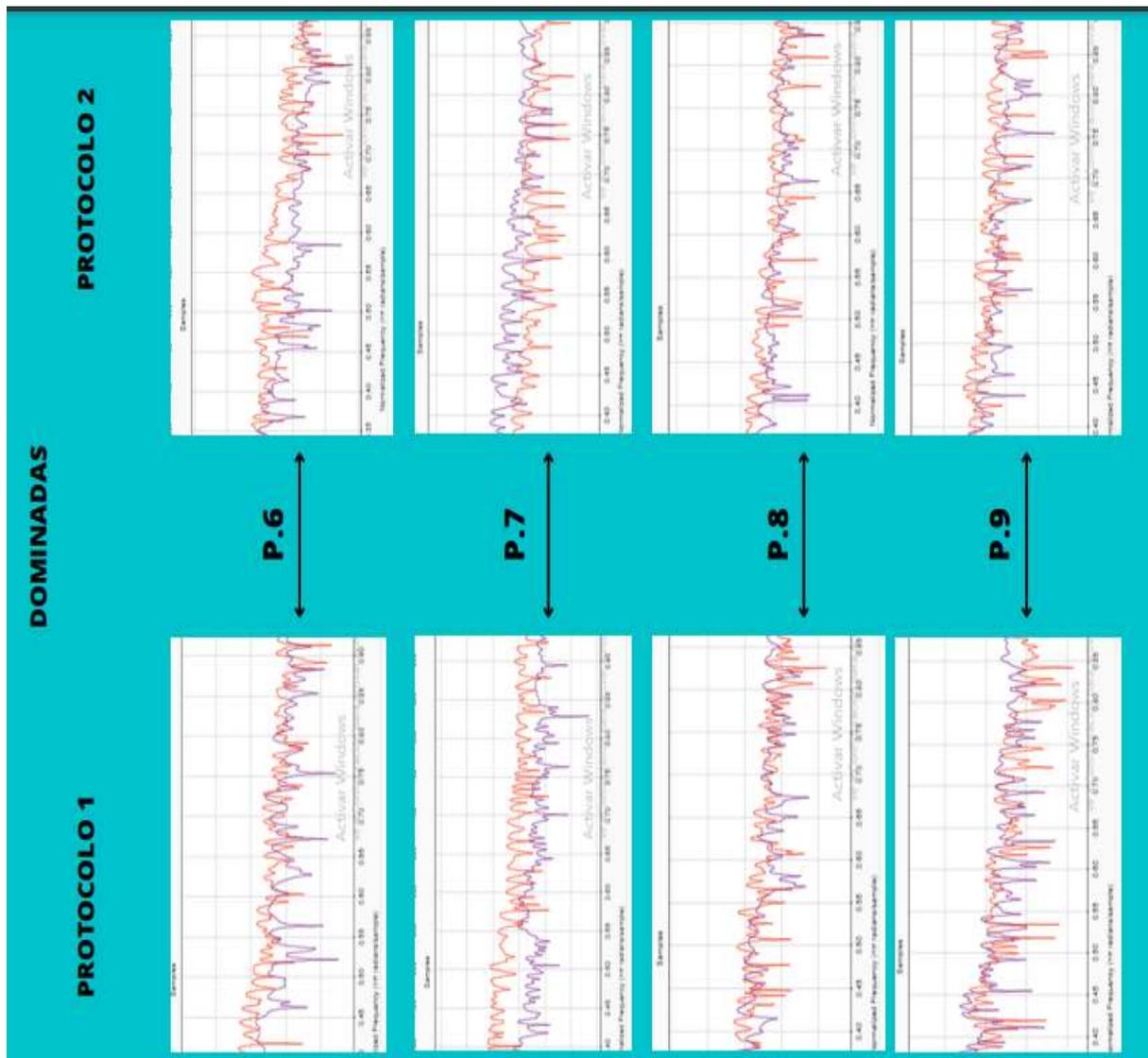
Grafica 7. dominio de la frecuencia en ambos protocolos en el ejercicio de fondos de los últimos cuatro participantes. (fuente propia)

En cuanto al análisis de la frecuencia en el ejercicio de dominadas en las **Gráficas 8** se ven cosas muy parecidas a las gráficas en los fondos, se observa un mayor incremento en la fatiga en lo que corresponda a la última serie del protocolo 1, en lo que respecta al protocolo 2 se evidencia lo mismo,

hay una mayor fatiga muscular en la última serie, en cuanto a lo que es el protocolo 1 y el protocolo 2 sus frecuencias son muy similares en lo que corresponde a ese nivel de fatiga en la última serie.



Grafica 8. dominio de la frecuencia en ambos protocolos en el ejercicio de dominadas en los primeros cinco participantes. (fuente propia)



Gráfica 8. dominio de la frecuencia en ambos protocolos en el ejercicio de dominadas en los últimos cuatro participantes. (fuente propia)

Debido a las similitudes de la frecuencia en ambos protocolos y en ambos ejercicios se sugiere que los dos protocolos pueden generar fatiga muscular y por ende ambos se pueden aplicar en la calistenia para determinar la fuerza máxima.

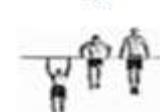
Se obtuvieron los datos del 1RM en el primer protocolo en los nueve participantes en ambos ejercicios (fondos y dominadas), se observó que el 1RM en el ejercicio de fondos en algunos participantes fue superior que al 1RM en las dominadas como se observa en la **tabla**.

PARTICIPANTES	PESO 1RM FONDOS	PESO 1RM DOMINADAS
1	39,6 KG	39,6 KG
2	35 KG	35 KG
3	28,5 KG	22,8 KG
4	25,6 KG	19,2 KG
5	40,2 KG	40,2 KG
6	30 KG	30 KG
7	45,5 KG	39 KG
8	44,4 KG	44,4 KG
9	35 KG	35 KG

Tabla. datos en KG del peso del 1RM en los ejercicios de fondos y dominadas el protocolo 1.

Realización fuente propia.

A continuación, en la siguiente tabla se puede observar los resultados de la finalización de progresión del ejercicio en fondos y dominadas. Para la relación fondos dominadas, se observa que en la mayoría de los participantes se les facilitó más alcanzar la progresión de dominadas que el de fondos, esto se debe o se considera que presenta más adaptación neuromuscular a los ejercicios de tracción que a los de empuje, revisando y comparando los dos protocolos estos resultados pueden identificar el nivel de entrenamiento y distribución de sus rutinas de los participantes es decir algunos realizan más sesiones de entrenamiento hacia la parte de tracción que a la de empuje y viceversa.

PARTICIPANTE	PROGRESIÓN DE EJERCICIO FONDOS	PROGRESIÓN DE EJERCICIO DOMINADAS
1	E. 	F. 
2	F. 	G. 
3	F. 	H. 

4	E. 	F. 
5	F. 	G. 
6	E. 	F. 

7	E. 	H. 
8	E. 	F. 
9	F. 	F. 

Tabla. Representación gráfica de la finalización de progresión de ejercicio para fondos y dominadas.

Realización fuente propia.

DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación arrojaron valores similares en lo que respecta a la viabilidad del peso total del 1RM y de los ejercicios de dominadas y fondos para estimar la fuerza máxima en la investigación realizada por Coyne.J en 2015 en el protocolo 1 de aumento de carga externa, deduciendo que es un método factible para una óptima cuantificación del entrenamiento, sin embargo en lo que respecta al protocolo 2 no encuentra en la literatura un método de evaluación de fuerza máxima con progresión de ejercicios en calistenia en el cual se pueda realizar algún punto de comparación. En lo que respecta a la identificación de la fatiga muscular presentan resultados similares a los de Song.X en su estudio de 2020 en cuanto a las gráficas de frecuencia obtenidas mediante la acelerometría y a la identificación de la fatiga muscular mediante un teléfono inteligente y como esto arroja unos resultados muy precisos en comparación a otros sistemas para la identificación de la fatiga muscular durante en el entrenamiento ya sea empleando una carga externa o solo con el peso corporal. Los resultados obtenidos en cuanto a la disminución de la ejecución del ejercicio al llegar al 1RM se pueden comparar con los resultados de Sanchez,M en su estudio de 2017 en cual se evidencia una disminución de la ejecución de las dominas al momento de ir aumentando la intensidad progresiva en cada serie lo que representa un nivel de fatiga al llegar al peso máximo del 1RM.

CONCLUSIONES

Se logro identificar un protocolo de fuerza máxima mediante una revisión bibliográfica el cual se pudo adaptar para la modalidad de calistenia ya que contemplaba el uso de dos ejercicios usados en esta diciplina los cuales son fundamentales para la práctica y para así poder progresar en los ejercicios más difíciles, estos ejercicios eran las dominadas y los fondos.

Mediante una revisión bibliográfica se pudo proponer un método de evaluación de fuerza máxima contemplando la progresión de los ejercicios que se realizan en calistenia, además se conoció el nivel de dificultad para cada progresión y como debe ser su correcta ejecución a la hora de la práctica.

Se pudo aplicar ambos protocolos de fuerza máxima el primero de progresión de carga externa mediante la empleabilidad de un cinturón lastrado y el segundo contemplando la progresión del ejercicio del más fácil al más difícil en los dos ejercicios de dominadas y fondos, cuyos datos en ambos protocolos se lograron registrar por medio de un teléfono inteligente al cual se le instalo una aplicación que registraba la aceleración y la desaceleración del participante a la hora de realizar el movimiento.

Se lograron analizar los diferentes datos graficados y comparar esos datos para así poder observar el comportamiento de la fatiga muscular en ambos protocolos, lo cual se determinó que ambos protocolos tienen un comportamiento similar en lo que respecta al nivel de fatiga muscular durante la realización de un protocolo de fuerza máxima ya sea empleando la progresión de una carga externa o empleando la progresión del ejercicio.

Lo cual se determina que la empleabilidad de un protocolo de fuerza máxima teniendo en cuenta la progresión del ejercicio en la modalidad de la calistenia es viable para generar un alto nivel de fatiga muscular por lo cual es un protocolo valido para determinar la fuerza máxima en la modalidad de calistenia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, Y., & Catalán, S. (2020). La calle es tu gimnasio: Guía completa de calistenia y street workout [Libro electrónico]. GRIJALBO ILUSTRADOS. <http://www.megustaleer.com/>.
- Arazi, H., & Asadi, A. (2013). One repetition maximum test increases serum indices of muscle damage and soreness in trained and untrained males. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 48(178), 49-54.
- Calistenia, E., 2016. *Calisthenic*. [online] Available at: <https://irongrif.com/uploads/exercise/image/281/jpg_375_bench-dips-triceps.jpg>
- Coyne, J. O., Tran, T. T., Secomb, J. L., Lundgren, L., Farley, O. R., Newton, R. U., & Sheppard, J. M. (2015). Reliability of pull up & dip maximal strength tests. *J Aust Strength Cond*, 23, 21-27.
- Da Silva Chaves, L. M., Santos, G. V., Teixeira, C. L. S., & Da Silva-Grigoletto, M. E. (2020). Calisthenics and bodyweight exercises: different concepts or scientific synonyms?. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, 19(1), 13-15.
- Del Río Alijas, R., & Torre, A. H. D. (2015). Calistenia: Volviendo a los orígenes. *EmásF: revista digital de educación física*, (33), 87-96.
- Dominated, A., 2019. [online] Sport.es. Available at: <<https://www.sport.es/labolsadelcorredor/wp-content/uploads/2018/05/Australian-pull-up.jpg>>
- Encrypted-tbn0.gstatic.com. Available at: <<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:OnlyBar, S., 2015. Google Image Result for https://cronosfit.com/wp-content/uploads/2018/12/fondos-en-paralelas-o-dips.jpg>>. Calisthenicsport.
- Entrenamiento, D., 2019. *Dominadas (pull-ups): la guía completa*. [online] ENTRENADOR PERSONAL MADRID | ENTRENADOR PERSONAL ONLINE | FORMACIÓN EN ENTRENAMIENTO. Available at: <https://josemief.com/dominadas-guia-completa/>
- Fit, C., 2017. *6 entrenamientos para dominar los Muscle Up*. CronosFit. Available at: <<https://cronosfit.com/muscle-up/>>
- Gist, N. H., Freese, E. C., Ryan, T. E., & Cureton, K. J. (2015). Effects of low-volume, high-intensity whole-body calisthenics on army ROTC cadets. *Military medicine*, 180(5), 492-498.
- Google.com. 2016. *archer pull up*. [online] Available at: <<https://www.google.com/search?>>

Harrison, Jeffrey S CSCS, NSCA-CPT Bodyweight Training: A Return to Basics, Strength and Conditioning Magazine: April 2010 - Volume 32 - Issue 2 - p 52-55 doi: 10.1519 / SSC.0b013e3181d5575c.

Hogrel, J. Y., Benveniste, O., & Bachasson, D. (2020). Routine monitoring of isometric knee extension strength in patients with muscle impairments using a new portable device: cross-validation against a standard isokinetic dynamometer. *Physiological measurement*, 41(1), 015003.

Hutchins, M., & Gearhart Jr, R. (2010). Exactitud de las Ecuaciones de Estimación de 1 RM para los Ejercicios de Press de Banca y Curl de Bíceps-G-SE/Editorial Board/Dpto. Contenido. PubliCE.

Khushhal, A., Nichols, S., Carroll, S., Abt, G., & Ingle, L. (2019). Insufficient exercise intensity for clinical benefit? Monitoring and quantification of a community-based Phase III cardiac rehabilitation programme: A United Kingdom perspective. *Plos one*, 14(6), e0217654.

Leiva Benegas, S. J. (2019). ¿ Qué es la fuerza para la Educación Física?. En XIII Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de Educación Física y Ciencias (Ensenada, 30 de septiembre al 4 de octubre de 2019).

Life, A., 2019. *ExercisesNoGym*. [online] Aleanlife.com. Available at: <<https://www.aleanlife.com/wp-content/uploads/2020/08/Triceps-Dips-Floor.gif> No gym.

Pinto, V. M. M., Loaiza, D. F. M., Espinal, J. A. G., & Wilchez, O. O. R. (2020). Powerlifting: entrenamiento de fuerza, 1 RM contra ecuación Brzycki, en deportista con discapacidad física (Powerlifting: strength training, 1RM vs Brzycki equation in an athlete with physical impairment). *Retos*, 38(38), 375-378.

Pull Up, B., 2020. *PullUpDominated*. [online] Img.mensxp.com. Available at: <<https://img.mensxp.com/media/content/2018/Apr/brutal-pull-up-variations-for-monstrous-back-gains> Ronai, Peter MS, RCEP, CSCS*D, NSCA-CPT*D; Scibek, Eric MS, ATC, CSCS The Pull-up, *Strength and Conditioning Journal*: June 2014 - Volume 36 - Issue 3 - p 88-90 doi: 10.1519/SSC.0000000000000052.

Sánchez Moreno, M. (2017). Factores determinantes del rendimiento en el ejercicio de dominadas y efectos del entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia.

Schumacher, R. M., Arabas, J. L., Mayhew, J. L., & Brechue, W. F. (2016). Inter-investigator reliability of anthropometric prediction of 1rm bench press in college football players. *International Journal of Exercise Science*, 9(4), 427.

Song, X., Li, H., & Gao, W. (2021). MyoMonitor: Evaluating muscle fatigue with commodity smartphones. *Smart Health*, 19, 100175.

ssl, C., 2019. *StreetTraining*. [online] Images-na.ssl-images-amazon.com. Available at: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71p5h4w9LZL._AC_SX679_.jpg> [Accessed 10 May 2021].

Suárez, P. F., Avella Chaparro, R. E., & Medellín Ruiz, J. P. (2013). Comparación de las fórmulas indirectas y el método de Kraemer y Fry para la determinación de la fuerza dinámica máxima en press banco plano.

Tarata, M., Spaepen, A., & Puers, R. (2001). The accelerometer MMG measurement approach, in monitoring the muscular fatigue. *Measurement Science Review*, 1(1), 47-50.

Wilk, M., Golas, A., Zmijewski, P., Krzysztofik, M., Filip, A., Coso, J. D., & Tufano, J. J. (2020). The Effects of the Movement Tempo on the One-Repetition Maximum Bench Press Results. *Journal of human kinetics*, 72, 151–159. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0001>.

Ytimg, I., 2015. [online] I.ytimg.com. Available at: <<https://i.ytimg.com/vi/LTqzzJOjGfc/maxresdefault.jpg>>

