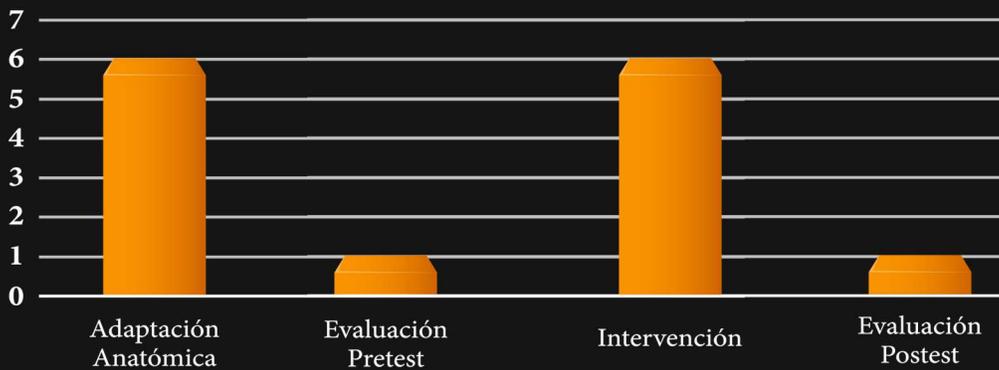




Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

EL MÉTODO EXCÉNTRICO DE ENTRENAMIENTO APLICADO AL ESTUDIO DE LAS MANIFESTACIONES DE LA FUERZA MUSCULAR

PERIODO DE ENTRENAMIENTO



CARLOS ENRIQUE GARCÍA YERENA Mg
NELSON ADOLFO MARIÑO LANDAZÁBAL Ph.D

ISBN: 978-958-53581-8-8

EI MÉTODO EXCÉNTRICO DE ENTRENAMIENTO APLICADO AL ESTUDIO DE LAS MANIFESTACIONES DE LA FUERZA MUSCULAR

Carlos Enrique García Yerena

Investigador Principal

Grupo investigación:

Actividad Física Recreación y Deportes.

Nelson Adolfo Mariño Landazábal

Coinvestigador

Grupo investigación:

Actividad Física Recreación y Deportes.

Proyecto de investigación

Facultad de Educación

**EL MÉTODO EXCÉNTRICO DE ENTRENAMIENTO APLICADO AL ESTUDIO DE LAS
MANIFESTACIONES DE LA FUERZA MUSCULAR**

2022



RECTOR

IVALDO TORRES CHÁVEZ

VICERRECTOR DE INVESTIGACIONES

ALDO PARDO GARCÍA

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

IMPRIME

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

PRIMERA EDICIÓN

AGRADECIMIENTOS

A Dios,

A nuestra familia a la Universidad de Pamplona por todo el apoyo en los procesos investigativos,

A los profesores de la maestría que fueron factor fundamental en el desarrollo de esta investigación,

A las estudiantes de todas las carreras de la Universidad de Pamplona, por colocar todo su voto de confianza en nosotros,

A la Vicerrectoría de Investigaciones por el apoyo a la investigación a través de las diferentes convocatorias

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN..... 11

CAPÍTULO I..... 13

1.1 INTRODUCCIÓN..... 14

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 15

1.3 OBJETIVOS..... 18

1.3.1 OBJETIVO GENERAL 18

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 18

CAPÍTULO II..... 19

MARCO TEÓRICO 20

2.1 ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA..... 20

2.2 PERIODIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO..... 21

2.3 PERIODIZACIÓN DE LA FUERZA..... 21

2.3.1 LINEAL..... 22

2.3.1.1 PERIODIZACIÓN LINEAL..... 23

2.3.2 ONDULATORIO 24

2.3.3 PERIODIZACIÓN NO LINEAL 24

2.4 ACELERACIÓN MÁXIMA..... 25

2.4.1 SEGUNDA LEY DE NEWTON: LEY DE LA ACELERACIÓN 26

2.5 LA CARGA DE ENTRENAMIENTO..... 27

2.6 SUPUESTOS BÁSICOS DE LA ADAPTACIÓN..... 28

2.7 EXCÉNTRICA..... 29

2.7.1 VALORACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA EXCÉNTRICA 30

2.7.2 ENTRENAMIENTO EXCÉNTRICO Y ADAPTACIONES NEURALES 31

2.7.3 EJERCICIO EXCÉNTRICO Y COMPORTAMIENTO DE LA UNIDAD

MOTORA..... 32

2.7.4 EJERCICIO EXCÉNTRICO Y FUERZA MUSCULAR 33

2.8 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... 34

2.8.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 34

CAPÍTULO III..... 42

METODOLOGÍA..... 43

3.1 ENFOQUE DEL EXPERIMENTO..... 43

	6
3.1.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVA	43
3.1.3 Variables Estudio.....	43
3.1.4 Ética del Estudio.....	43
3.1.5 Sujetos (Población y muestra)	43
3.1.6 Criterios de Inclusión.....	44
3.1.7 Criterios de Exclusión.....	44
3.1.8 Evaluaciones.....	44
3.1.9 Método y Técnica de Recolección de la Información.	
3.2 ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO.....	45
3.3 INSTRUMENTOS.....	47
3.3.1 ENCODER LINEAL (T FORCÉ).....	47
3.3.2 MAQUINA SMITH.....	48
3.4 PROCEDIMIENTO.....	49
3.4.1 PERIODO DE ENTRENAMIENTO.....	49
3.4.2 ESTRUCTURA DE LA INTERVENCIÓN.....	50
3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	68
RESULTADOS	69
CONCLUSIONES	83
BIBLIOGRAFÍA	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Adaptación anatómica inicia el día 5 al 17 de septiembre	52
Tabla 2. Adaptación anatómica inicia el día 5 al 17 de septiembre	53
Tabla 3. Ejercicios ejecutados	54
Tabla 4. Realización del test. (pretest y postest)	56
Tabla 5. Listado de participantes	57
Tabla 6. Intervención, fuerza excéntrica, grupo lineal, sesión 1. del 10 al 15 de octubre	62
Tabla 7. Fuerza excéntrica, grupo ondulado, sesión 1. Del 10 al 15 de octubre	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Periodización de la fuerza para un mesociclo. (adaptación anatómica; mx, f: máxima fuerza; potencia; R-M: Resistencia muscular; C: Cese de fuerza)	22
Ilustración 2. De los tres tipos de contracciones está relacionada con el ángulo articular	30
Ilustración 3. Cuadro Resumen	44
Ilustración 4. Cuadro resumen metodológico	45
Ilustración 5. Escala de Percepción del esfuerzo, para los entrenamientos de fuerza (Robertson y Col., 2003).....	46
Ilustración 6. El t-force	47
Ilustración 7. Máquina Smith	49
Ilustración 8. Periodo de entrenamiento	50
Ilustración 9. Grupo experimental lineal. Macro ciclo lineal	58
Ilustración 8. Mesociclo intervención fuerza máxima lineal.....	59
Ilustración 11. Mesociclo intervención fuerza máxima lineal	60
Ilustración 12. Primera semana de intervención. Sesión 1	62
Ilustración 13. Macro ciclo ondulado	63
Ilustración 12. Mesociclos lineales	64
Ilustración 13. Mesociclo ondulado.....	65
Ilustración 14. Mesociclo ondulado, intensidad	65

Ilustración 17. Representación gráfica de la interacción de la variable fuerza máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post –test 70

Ilustración 18. Representación gráfica de la interacción de la variable aceleración máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post –test. . . 71

Ilustración 19. Representación gráfica del efecto principal de la variable velocidad máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre – post.....72

Ilustración 20. Representación gráfica del efecto principal de la variable potencia máxima (W) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre – post73

Ilustración 21. Representación gráfica de la interacción de la variable velocidad máxima (m/s) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post –test.....74

Ilustración 22. Representación gráfica de la interacción de la variable potencia máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post –test.....75

Ilustración 23. Representación gráfica del efecto principal de la variable fuerza máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre – post76

PRÓLOGO

El ser humano para su desarrollo y movimiento diario requiere de unas capacidades especiales, las cuales implican una serie de procesos ya sea para atender las competencias y necesidades de la vida diaria o para el desarrollo y evolución en planes de entrenamiento específicos para diferentes exigencias deportivas.

El estudio de las manifestaciones de la fuerza proporciona a través de diferentes métodos opciones para promover programas de prevención y de actividad física, así como para ejecutar planes de entrenamiento en diferentes niveles.

Por medio del grupo de Investigación “ciencia actividad física”, perteneciente al Departamento de Educación Física de la Universidad de Pamplona se ha logrado este significativo aporte a los procesos investigativo de la facultad.

Como docente investigador de la Universidad de Pamplona, felicito a los autores e invito a los lectores de esta obra a dar continuidad a procesos investigativos tan importantes desarrollados con población de estudiantes de los diferentes programas y en nuestros laboratorios, contribuyendo así en la búsqueda de la acreditación institucional.

IVALDO TORRES CHÁVEZ

Rector

PRESENTACIÓN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal analizar los efectos de las manifestaciones de la fuerza, a través del método excéntrico, aplicando una periodización lineal y ondulada diaria. Setenta y cinco jóvenes universitarios (edad $18,5 \pm 25,5$ años), se asignaron aleatoriamente de (3) grupos, grupos: lineal (25), grupo ondulado (25) y grupo no periodizado (25). Método: los entrenamientos se llevaron a cabo en sesiones semanales durante un período de 12 semanas y en días alternos, (frecuencia 3). El porcentaje de significancia estuvo en $p \leq 0,05$ y las evaluaciones se ejecutaron en el tren inferior (media sentadilla) y tren superior (press banco) **Resultados:** la MANOVA del tren superior indico una interacción entre los factores momento y grupo (Lambda de Wilks=0,52; $F_{2,72} = 6,50$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,27$), en la variable de fuerza $F_{2,72} = 12,2$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,25$; y en la variable de aceleración $F_{2,72} = 11,9$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,24$. Además, fueron evidenciados efectos principales de momento (Lambda de Wilks= 0,23; $F_{1,72} = 0,57$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,77$), para las variables de potencia ($F_{1,72} = 22,09$; $p < 0,05$), velocidad ($F_{1,83} = 82,58$; $p < 0,05$), y de grupo (Lambda de Wilks=0,54; $F_{2,72} = 6,09$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,261$). Y el tren inferior con unos efectos principales de momento la MANOVA indico una interacción entre los factores momento y grupo (Lambda de Wilks=0,54; $F_{2,72} = 6,17$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,26$), en la variable de potencia $F_{2,72} = 7,88$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,18$; y en la variable de velocidad $F_{2,72} = 18,34$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,33$. Además, fueron evidenciados efectos principales de momento (Lambda de Wilks= 0,28; $F_{1,72} = 43,9$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,71$), para las variables de fuerza ($F_{1,72} = 22,09$; $p < 0,05$); potencia ($F_{1,72} = 49,7$; $p < 0,05$); velocidad ($F_{1,72} = 115,5$; $p < 0,05$), y de grupo (Lambda de

Wilks=0,56; $F_{2,72} = 5,71$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0,249$). Es importante mencionar que los datos analizados por el instrumento encoder lineal (t forcé) son de la fase negativa. **Conclusión:** En el tren superior por medio de (press banco) hubo ganancias de la fuerza máxima (interacción) en el postest, significa esto que el plan de entrenamiento de fuerza excéntrica si obtuvo efecto en la obtención de la fuerza máxima, y en tren inferior por medio de (media sentadilla) hubo ganancias de la fuerza máxima (efectos principales).

CAPÍTULO UNO



**EL MÉTODO EXCÉNTRICO DE ENTRENAMIENTO
APLICADO AL ESTUDIO DE LAS MANIFESTACIONES
DE LA FUERZA MUSCULAR**

1.1 INTRODUCCIÓN

La fuerza, es una de los métodos más reconocidos y utilizados en la actualidad por muchos de los beneficios que este acarrea en todas las poblaciones debido a distintas necesidades en el medio, esto ha conllevado a que existan infinidad de centros de entrenamiento dotados de máquinas que brindan herramientas suficientes para su excelente desarrollo en los sujetos participantes, gran parte de los seres humanos actualmente asisten en busca de mejorar su condición física, mantener un hábito, entrenamiento, rendimiento deportivo, salud entre otros. Por otra parte, la dificultad que padecen los sujetos se encuentra centrada en localizar personal capacitado que logre brindar un conocimiento óptimo con resultados significantes en estas poblaciones, evitando así que los asistentes resulten desertando de los entrenamientos.

Ciertamente gran parte de la población busca lograr el aumento de la fuerza máxima, por lo que se ha constituido en un reto complejo para todo el medio investigativo, hoy en día muchos utilizan el método excéntrica con el fin de lograr una obtención de la fuerza máxima a corto plazo en todas las poblaciones ya sean entrenadas no entrenadas o como medio de rehabilitación en algún tipo de lesiones osteo – articulares, ésta se encuentra rompiendo los paradigmas del entrenamiento, donde anteriormente este método no se utilizaba porque se creía que acarrearía lesiones en todos los participantes, las evidencias científicas que se presentan hoy demuestran que al existir un cuidado permanente y una adecuada adaptación anatómica no se obtienen lesiones de ningún tipo en los participantes, brindando una confianza óptima en la aplicación constante de este método.

Debido a la complejidad del método excéntrico y en busca de los resultados idóneos antes mencionados es fundamental que en el contexto del entrenamiento se estructure la planificación del entrenamiento utilizando como medio la periodización de la fuerza máxima como punto eje en la organización de la estructura de toda planificación debido a los resultados y beneficios que este viene visualizando en cada investigación y que se puede corroborar por medio de (Fleck 2003 y Arroyo et al., 2014;). Quienes manifiestan que los programas periodizados son eficientes debido a la individualización sistemática que se ejecuta en las sesiones del entrenamiento, respetando los tiempo, intensidades y cargas de trabajos por individuos lo que genera una organización coherente estructurada encargada de lograr resultados significativos en todo el ámbito del entrenamiento.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fuerza en el ser humano es imprescindible para el desarrollo de acciones de la vida diaria. Desde el campo de la salud se ha podido evidenciar que el entrenamiento de la fuerza tiene efectos y cambios positivos en el componente de corporal Schwingshandl et al., (1999), del mismo modo logra reducir el porcentaje de grasa corporal Conde, I. (2016, y llega hasta el punto de disminuir el consumo excesivo de insulina que directamente mejora la funcionalidad cardiaca en sujetos con alto porcentaje de sobrepeso.

Autores como (Gonzales B, 2002 y Tuarez M, 2014) aportan un concepto claro sobre la fuerza, definiéndola como la máxima capacidad que tiene el cuerpo humano al momento de generar tracción en la musculatura al desarrollar un esfuerzo mayor, mientras que para (Concha et al., 2017 y Rodríguez et al., 2004) es la mayor tensión que logra el musculo utilizando una velocidad determinante al momento de la activación. Así mismo el entrenamiento de la fuerza es un plan efectivo que logra mejorar la obtención de la fuerza muscular, llevando a un incremento

continuo de varias funciones del cuerpo desde la parte ósea hasta lo musculares, disminuyendo el riesgo de obtener cualquier tipo de enfermedades no transmisibles (Hass et al., 2001 y Fleck et al., 1988).

La fuerza es utilizada para muchos fines, en algunos casos los deportistas competitivos la implementan para encontrar ventaja, un bombero activándose para cualquier riesgo, un adulto mayor tratando de mantener un actitud física adecuada o jóvenes rehabilitándose de una lesión osteo - muscular; en general la fuerza constituye un importante objetivo en todas las dimensiones del ser Humano. Arboleda, S. (2014). No obstante, determinando la importancia de la fuerza y su desenlace en todos los contextos del ser humano es importante conocer que existen métodos de la fuerza que cumplen funciones y objetivos concretos en la ganancia de la fuerza máxima y masa muscular; Jiménez, A (2003); es el caso del método excéntrico que fue analizado mediante una revisión sistemática (Capdepon L, 2017; Nibali 2015 y De Hoyo 2014) quienes determinan que la utilización del entrenamiento estructurado con ejercicio excéntrico ha mostrado resultados significativos.

Actualmente la fuerza excéntrica ha recibido reconocimientos importantes debido a las “ventajas y posibilidades que tiene el ejercicio excéntrico como componente del entrenamiento de la fuerza, dado al importante rol que tienen las acciones musculares excéntricas en las respuestas a este entrenamiento” Arboleda, S. (2014). Así mismo es considerada como la estructura principal en potenciar las adaptaciones musculares, que en efecto se puede implementar y recomendar para pacientes con enfermedades no transmisibles, tendinopatías, ancianos, niños, enfermos crónicos, lesiones musculares, en mujeres no entrenadas entre otras, generando mejora de la fuerza, masa muscular y la capacidad funcional Arboleda, S. (2014).

Tanto el sostenimiento, el progreso de la fuerza y la masa muscular son objetivos importantes de las intervenciones de entrenamiento físico en una variedad de poblaciones Voet et al, (2013); hoy se encuentran otros enfoques que se utilizan en la obtención de la fuerza

máxima como es la prescripción de los ejercicios, esta se constituye por la asignación de la carga de trabajo, la frecuencia, la duración del ejercicio, la progresión de la carga y el modo de ejercicio, con el objetivo de equilibrar el estado de salud musculoesquelética y la forma física general, llegando a prevenir el inicio y la gravedad de las enfermedades crónicas y los síndromes geriátricos (American College of Sport Medicine, 2014). La prescripción de ejercicio para el entrenamiento de fuerza ciertamente comparte muchos de los elementos del diseño del programa. Por todo lo anterior, es necesario que los expertos del entrenamiento estén en total acuerdo en saber elegir el plan idóneo para el desarrollo muscular (fuerza) Matthew R, (2002); algunos de estos coinciden en aplicar la periodización la cual debería conformar la mayor parte de un programa de entrenamiento para la obtención de la fuerza; (fleck (2003); Nacleiro, F, (2010); Arroyo j y cols. (2014)).

La estructura programática para la intervención de fuerza implica la organización de las sesiones de entrenamiento, el volumen, la carga e intensidad en la aplicación de los ejercicios con el propósito de alcanzar un objetivo en el rendimiento específico. Entre los enfoques más utilizados para el diseño de programas se encuentra la periodización (Cornacchia I, 2010 y Bompa T, (2010)). La periodización es un método general de dividir un régimen de entrenamiento en fases discretas marcadas por fases de carga y recuperación sistemáticas. No obstante, el objetivo de la periodización es optimizar el principio de sobre carga, siendo este el mecanismo que utiliza el sistema muscular para adaptarse a esfuerzos que el cuerpo no se encuentra adaptado Willian et al., (2006) y Baechle, T (2000). Por lo tanto, (Chuga E, 2014; Chulvi I, 2015 y Pallares et al., 2015) establecen que la periodización se puede controlar en los distintos entrenamientos teniendo presente en el control de las cargas las series, repeticiones, la masa movilizada, el tiempo de descanso entre serie y por la frecuencia de entrenamiento semanal; de la misma manera Matthew et al., (2002), clasifica la periodización de dos formas, una lineal (LP) en la cual se estructura un programa de fuerza especial en distintos ciclos o tiempos: (9-12 meses

macrociclo), (3-4 meses mesociclo), y (1-4 semanas micro ciclos), aumentando progresivamente la intensidad de las repeticiones mientras que por otro lado trata de disminuir el volumen de la sesión de entrenamiento por fuera o por dentro de un entrenamiento estructurado; la segunda forma de periodización es la menos utilizadas conocida como ondulante, está caracterizada por variaciones frecuentes en el volúmen y la intensidad, donde se hacen cambios tanto en los meses de intervención como también semanal o diariamente.

Es así, como esta investigación estableció como objeto de estudio el analizar los efectos a corto plazo generados por el trabajo del método excéntrico en las variables fuerza, velocidad, potencia y aceleración máxima en mujeres no entrenadas de la Universidad de Pamplona.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos de las cargas excéntricas generados por el método excéntrico y controlado por la periodización de la fuerza (lineal y ondulada) en las variables fuerza, velocidad, potencia y aceleración máxima en mujeres no entrenadas de la Universidad de Pamplona.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la fuerza, velocidad, potencia y aceleración máxima a través del test 1 RM del tren superior (Press Banco) e inferior (media sentadilla multipower) por medio del encoder lineal (T FORCE).
 - Diseñar un programa de entrenamiento de fuerza máxima por medio del método excéntrico en mujeres no entrenadas.
 - Evaluar el efecto de las cargas en la periodización (lineal y ondulada diaria) por medio de la fuerza máxima, a través del método excéntrico
-

CAPÍTULO DOS



EL MÉTODO EXCÉNTRICO DE ENTRENAMIENTO
APLICADO AL ESTUDIO DE LAS MANIFESTACIONES
DE LA FUERZA MUSCULAR

MARCO TEÓRICO

2.1 ENTRENAMIENTO DE LA FUERZA

Bompa en su libro periodización de la fuerza en el año (2002), menciona que la nueva onda en el entrenamiento de la fuerza, define la fuerza “como la capacidad para aplicar una carga”, así mismo informa que el desarrollo de esta debe ser punto primordial en toda persona o entrenador que desee perfeccionar los deportistas que tiene bajo su cargo. Por lo tanto, el entrenamiento de la fuerza actualmente está considerado como la principal fuente en el proceso sistemático de un atleta, este mismo establece, que se han encontrado importantes evidencias que logran determinar que el entrenamiento de la fuerza mejora el rendimiento deportivo y que este termina siendo utilizado para los procesos de rehabilitación y también como estructura de prevención de todo tipo de lesiones musculares; del mismo modo el entrenamiento continuo de la fuerza también se ha caracterizado en ser una parte importante para el nivel de aptitud física en el ser humano.

De la misma manera, Bompa se refiere a la Fuerza máxima como la máxima fuerza dominante que puede aplicar el cuerpo o musculo por medio de los mecanismos neuromusculares que se activan durante una o varias contracciones intencionales máximas. Esto muestra las cargas máximas que un deportista entrenado llega a levantar en una repetición, siendo expresada en un porcentaje mayor o igual a 100%. Seguidamente la fuerza máxima se representa como la mayor carga levantada o tensionada en una sola repetición, lo que también se conoce como (1 repetición máxima o 1 RM). Lo anterior lleva a ratificar la importancia de la planificación en el entrenamiento, donde se debe priorizar en establecer la fuerza máxima, como punto de partida para calcular la carga que será utilizada en la mayor parte de los entrenamientos.

2.2 PERIODIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

La periodización permite el uso de muchos tipos de diferentes ejercicios, programas de entrenamiento y modalidades. En esencia, requiere la variación del estímulo de entrenamiento (intensidad y volumen) en lapsos determinados para permitir la progresión apropiada en el esfuerzo del ejercicio y periodos planeados de descanso (Fleck y kraemer, 2004). La periodización del entrenamiento evolucionó a partir de un principio denominado entrenamiento de resistencia progresiva o sobrecarga. Este principio, que fue acuñado por el doctor Thomas de Lorme un médico militar que trabajaba en la rehabilitación física de soldados en la década de 1940, se originó en el principio de adaptaciones específicas a las demandas impuestas (principios SAID) y se refiere a la necesidad de aumentar de manera gradual la cantidad de esfuerzo físico impuesta al cuerpo para estimular las adaptaciones en forma continua.

2.3 PERIODIZACIÓN DE LA FUERZA

Dedicarse a la planificación del entrenamiento tiene muchas responsabilidades, por ello es de suma importancia indagar y preocuparse por la técnica y los gestos que se deben implementar en una sesión de entrenamiento. Pero, también existen otros factores que se deben tener en cuenta al momento de la intervención: las reacciones fisiológicas que se dan en el entrenamiento y observar si las adaptaciones se están logrando eficazmente Bompa, T, (2002).

Luego de tener controlado lo antes mencionado, el entrenador tendrá la oportunidad de disfrutar del entrenamiento seleccionado, el cual dará resultados idóneos y pertinentes. De esta manera se obtendrá una mejor adaptación al entrenamiento, lo cual a su vez llevará a mejorías en la capacidad fisiológica de los deportistas, y de esta manera, al incremento de la performance deportiva. De hecho, semejante propuesta innovadora en entrenamiento esta facilitada por la periodización Bompa, T, (2002)

En el caso de los deportes, estos requieren un desarrollo de la fuerza amplio y eficaz, así mismo, la periodización con su secuencia específica de fases de entrenamiento lleva al desarrollo de la Potencia R-M, de acuerdo con la especificidad de cada uno y de la fuerza máxima buscando los objetivos previamente planificados Bompa, T, (2002)

Preparatorio		Competitiva		Transición	
A	Mr	Conversi	Mantenimie	C	Entrenamie
A	F	ón	nto	C	nto compensatorio
		P. R.M	P. R. M		

Ilustración 1: Periodización de la fuerza para un mesociclo. (adaptación anatómica; mx, f: máxima fuerza; potencia; R-M: Resistencia muscular; C: Cese de fuerza).

Fuente: Bompa tudor. Periodización de la fuerza (2002)

2.3.1 LINEAL

En este tipo de periodización los mesociclos de entrenamiento se inician con porcentajes y algunas intensidades bajas y los volúmenes de trabajos diarios si son bastantes elevados. No obstante, esto tiende a cambiar o modificarse reduciéndose a medidas que la intensidad se va incrementando; es de suma importancia dejar claro que el porcentaje aumenta de microciclo a microciclo en forma progresiva y la zona de fuerza puede cambiar de un microciclo para otro, pero nunca dentro del mismo microciclo, porque ya cambiaría a ondulante. (Gonzales Badillo, Bompa T, 2002)

2.3.1.1 PERIODIZACIÓN LINEAL

Brown Lee (2007) menciona que la periodización lineal suele basarse en el empleo de una carga excesiva progresiva dentro de sus fases, lo que requiere aumentos graduales y lineales de la carga o el volumen (de acuerdo con los objetivos del deportista) efectuados de semana en semana dentro de un microciclo. Si bien la idea básica de que una persona quiere levantar más peso se de semana a semana parece intrínsecamente correcta, ahora se sabe que la sobre carga progresiva (en su forma simple) no es el método más eficaz para aumentar el rendimiento de un lapso prolongado. El aspecto negativo más notable es la tendencia a la meseta del progreso o la mejora del deportista en diversas fases de los ciclos después de algunos macrociclos.

En la periodización lineal el objetivo de cada mesociclo es intentar que la hipertrofia y la fuerza muscular del cuerpo aumenten hacia el nivel genético teórico máximo. Por lo tanto, la base teórica del método lineal de periodización consiste en el desarrollo de la hipertrofia muscular seguida con una mejora en la función nerviosa y la fuerza. Esto se repite una y otra vez con cada mesociclo, y dentro de cada fase, lo que aumentaría de manera progresiva la carga de una sesión de ejercicios a otra. Hay cierta variación entre cada microciclo debido al rango de repeticiones para cada ciclo. De este modo, la tendencia general para el programa de 16 semanas es un aumento lineal constante en la intensidad. El volumen del programa de periodización lineal también variará, el programa comienza con un volumen inicial más alto y a medida que aumenta la intensidad el volumen disminuye de manera gradual Brown Lee (2007).

2.3.2 ONDULATORIO

Es totalmente diferente a la periodización lineal, en este si se observa una variación no lineal del volumen y la intensidad ya que se incrementa describiendo un modelo ondulado de las cargas entre semana (Hasegawa, et al, 2002). El porcentaje de fuerza varia de un micro para el siguiente de este modo la zona de fuerza puede cambiar entre micros sucesivos, pero no dentro de este.

Actualmente, a nivel investigativo se han evidenciado estudios en todas las poblaciones (jóvenes, mujeres, adultos, deportistas entre otros), que se enfocan en identificar ¿cuál es la periodización de la fuerza más eficiente en la ganancia de la fuerza máxima?, de este modo, son múltiples las investigaciones que colocan a la periodización ondulada como la de mayores resultados en lo que respecta a la ganancia de la fuerza, comparada con la periodización tradicional (lineal). Por lo anterior es importante mencionar que se necesitan más estudios de este tipo, específicamente en la fuerza excéntrica, donde se puedan obtener mejores resultados que impacten la población científica.

2.3.3 PERIODIZACIÓN NO LINEAL

La periodización ha evolucionado más allá del método lineal y pueden desarrollarse formas más modernas para satisfacer necesidades especiales de deportistas particulares. En las últimas décadas la periodización no lineal (*denominada periodización ondulada*) reemplazó el enfoque lineal clásico para la mayoría de los deportistas. En lugar de aumentar o disminuir de manera secuencial el volumen y la intensidad la periodización no lineal requiere cambios más

frecuentes, semanales y a veces diarios, para mantener la variación en estímulo del entrenamiento. Las investigaciones recientes demostraron que la realización de variaciones más frecuente en un programa induce aumentos mayores que la periodización lineal en tan solo 15 semanas. Se cree que la periodización no lineal es superior por que la variación constante de las variables agudas exige adaptaciones fisiológicas constantes (lo opuesto a un aumento gradual de la intensidad o el volumen que produce mesetas en los aumentos) Brown Lee (2007).

Otros aspectos importantes de la periodización no lineal consisten en el volumen y la intensidad del ejercicio complementario. Los ejercicios principales suelen ser periodizados, pero con el enfoque no lineal también se puede usar un programa de dos ciclos para variar los ejercicios que involucran grupos musculares pequeños. Por ejemplo, en la extensión del codo hacia abajo, se podría rotar entre intensidades del ciclo moderadas (8 a 10 RM) y pesadas (4 a 6 RM) Brown Lee (2007).

2.4 ACELERACIÓN MÁXIMA

Gonzales Badillo y Ribas, (2002), en su libro programación del entrenamiento de la fuerza, manifiestan que “la aceleración no se distingue de manera intuitiva, de tal manera que hablar al de fuerza es fácil descifrar que fuerza es igual a la masa por la aceleración ($F: m.a$), este concepto es bastante evidente, pero el de la aceleración no, debido a que esta cuando aumenta o disminuye, de inmediato la que cambia es la velocidad en la unidad de tiempo”. Por lo anterior, se inicia a entender dicho $m - v$ siendo la velocidad la que lleva una masa determinada, siendo el concepto a lo que están acostumbrados cuando es analizado el desplazamiento de un balón de baloncesto, un ciclista en bicicleta o un helicóptero volando; a este producto $m.v$ se le denomina cantidad de movimientos, de esta manera, “la fuerza se puede definir como la cantidad de movimiento que se realiza en la unidad de tiempo”.

2.4.1 SEGUNDA LEY DE NEWTON: LEY DE LA ACELERACIÓN

Izquierdo, Mikel, (2008), en su libro Biomecánica y bases neuromusculares de la actividad física y el deporte, determinan que las modificaciones en la aceleración de un objeto son proporcionales a la fuerza que las provoca, y tienen lugar en igual de dirección y sentido en el que esta fuerza actúa. El cambio en el estado de un cuerpo es proporcional a la magnitud de la fuerza y se da en la misma dirección de esa fuerza, esta ley explica lo que le ocurre a un cuerpo si se aplica una fuerza resultante externa distinta de cero. También es referida como principio fundamental de la dinámica y se formula matemáticamente de la siguiente fórmula

$$F = m \cdot a$$

Donde F es la fuerza neta externa que actúa sobre un cuerpo, m es la masa y a es la aceleración. Las fuerzas causan aceleración, por lo que si un cuerpo este acelerado, una fuerza externa estará actuando sobre él. Entonces. ¿Cómo saber cuándo el cuerpo está sometido a fuerza netas externas distintas de cero?

1. Cuando acelera o desacelera
2. Siempre que cambia de dirección

Casi todas las fuerzas externas que contribuyen a la fuerza resultante (la que actúa realmente sobre un cuerpo) cambian con el tiempo. Si tomamos como punto de partida una fuerza que se mantiene durante el tiempo, esta fuerza acelera el cuerpo hasta una determinada velocidad final, que puede ser calculada por la ecuación $V = a \cdot t$ Por lo tanto, la ecuación anterior quedaría de la siguiente forma:

$$F.t = m. a. t$$

Como producto de la aceleración por el tiempo es igual a la velocidad ($v = a. t$).

2.5 LA CARGA DE ENTRENAMIENTO

El medio del entrenamiento comprende la carga como la unión de las exigencias fisiológicas, biológicas y mentales que se generan por el entrenamiento específico. Esta carga tiene dos inclinaciones, primero la carga real, que es lugar donde se puede observar los esfuerzos que se generan desde el componente biológico y psicológico después de los entrenamientos, lo que directamente genera un estrés hormonal que desequilibra la homeostasis y que puede ser analizado desde el campo fisiológico del deporte.

El segundo es la carga propuesta, conocida como la unión de estímulos que son generados de forma involuntaria según los esfuerzos por cada deportista de forma continua, la cual conforma la causa de toda la reestructuración funcional, bioquímica, morfológica y física. Ahora bien, la correcta unión de los dos tipos de cargas conforman el fin del entrenamiento deportivo (González-Badillo, J.J., M. Izquierdo, and E.M. Gorostiaga 2006).

La carga que es previamente planificada es conocida como la carga real y es expresada como carga propuesta. La eficiente y oportuna aplicación de las cargas por parte del entrenador brinda la posibilidad de generar cambios significativos en los sujetos, debido a que permite, evaluar, controlar y aplicar entrenamientos controlados con cargas precisas y metodologías lógicas individualizadas a cada sujeto según sus objetivos de trabajo.

2.6 SUPUESTOS BÁSICOS DE LA ADAPTACIÓN

La adaptación es el punto de partida para la toma de decisiones en la metodología y la investigación en el rendimiento deportivo (González-Badillo, J.J., E.M. Gorostiaga, R. Arellano, and M. Izquierdo 2005). En las investigaciones sobre entrenamiento son necesarios estudios enfocados en los mecanismos y las leyes que controlan y orientan la adaptación. Como en todas las ciencias, cada resultado logrado por el empirismo nace de la práctica y por ende buscan explicaciones científicas que logren crear conceptos, leyes y principios que en este caso respondan al proceso de adaptación donde se justifique o refute una metodología de entrenamiento específica. En lo que respecta a los componentes naturales en el entrenamiento se evidencian estímulos que generan estrés en el organismo, este estrés es conocido como general de adaptación (H. Selye).

El estrés generado específicamente en órganos del cuerpo humano debido a reacciones adaptativas y defensivas, crea una base metodológica que revela la esencia del entrenamiento desde el contexto de la adaptación y transformación Zhelyazkov (2001). Esta teoría de adaptación es conocida como la teoría de la supercompensación o de un factor (Zatsiorsky, 1995). Según este investigador, la supercompensación y los procesos que se generan en sus sustancias metabólicas no se han probado de forma experimental, con excepción del glucógeno. De este modo, la concentración de componentes bioquímicos son importantes para la contracción muscular, como el ATP (adenosín trifosfato, estos no se modifican sustancialmente, inclusive después de sesiones de entrenamientos fuertes, de tal forma, que el restauramiento de los niveles de todas las sustancias metabólicas necesitan un tiempo desigual y no es claro cuál es el criterio que se debe implementar para aplicar el tiempo adecuado entre las sesiones consecutivas de entrenamiento.

2.7 EXCÉNTRICA

Es conocida como contracciones negativas, siendo la fase contraria a la contracción concéntrica al momento del regreso del musculo hacia su punto de origen de partida. En las contracciones excéntricas el musculo sufre una elongación, cediendo en la fuerza de gravedad como, por ejemplo: ante la utilización de pesos libres o fuerza de tracción negativas de una polea o máquina. Por lo anterior, los filamentos de actina se logran deslizar hacia fuerza y se desenganchan de los filamentos de miosina. Los músculos y su longitud aumentan según el incremento del ángulo articular y como respuesta se libera una tensión de manera controlada. Seguidamente, las contracciones concéntricas y excéntricas son realizadas por los mismos músculos, solo que algunas se activan según la fase en que se encuentren, como ejemplo se puede evidenciar que en la flexión del codo se lleva a cabo una contracción concéntrica y esta es realizada por el musculo bíceps, en cambio cuando el brazo vuelve a su lugar original la contracción concéntrica se activa Bompa, T, (2002).

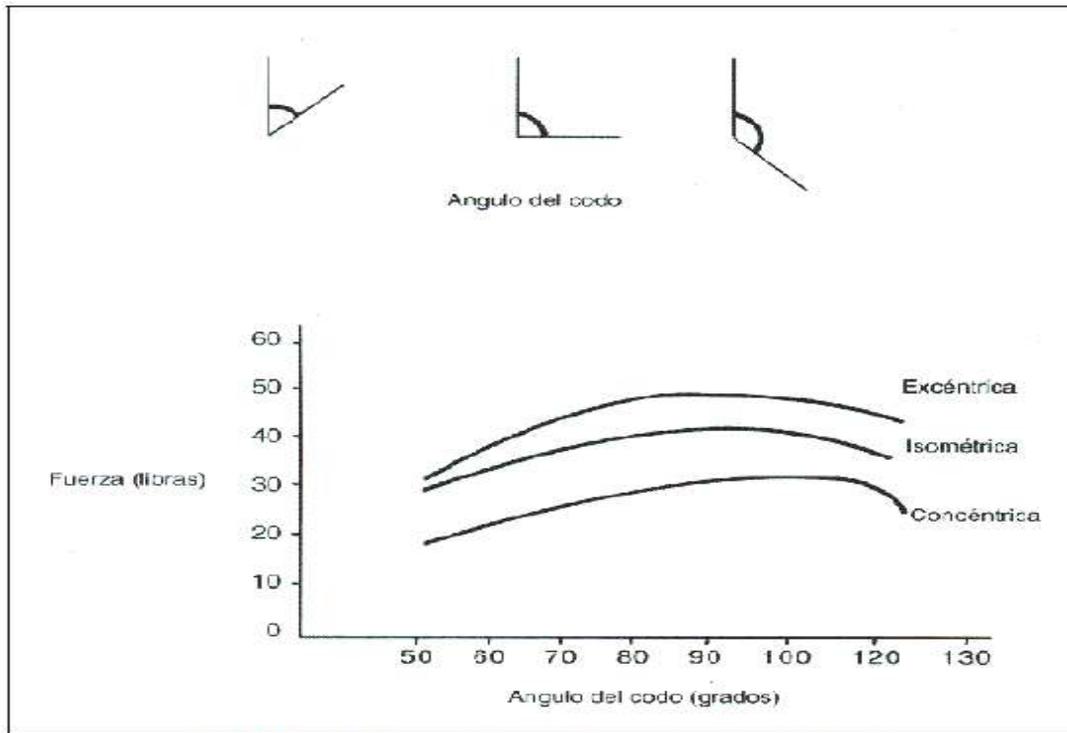


Ilustración 2. De los tres tipos de contracciones está relacionada con el ángulo articular

Fuente: Bompa tudor. Periodización de la fuerza (2002)

2.7.1 VALORACIÓN DE LA FUERZA MÁXIMA EXCÉNTRICA

Nacleiro, F, (2010) manifiesta que la fuerza máxima excéntrica se refiere a la mayor cantidad de peso que puede resistir un grupo muscular que se alarga generando tensión, como ocurre al regular o tolerar un peso durante las fases negativas de los ejercicios de musculación. Son muy pocos los estudios en donde se ha medido el peso máximo capaz de tolerarse durante la fase excéntrica en los ejercicios de musculación, no existiendo hasta ahora un criterio uniforme respecto de la velocidad de movimiento con que debe medirse este valor de fuerza. Hollander et al., (2007), proponen determinar el 1 RM excéntrico cuando no pueda tolerarse una cadencia

mínima de 3 segundos al realizar la fase negativa de un ejercicio. Estos autores, observaron una gran variabilidad en el peso máximo excéntrico determinado en 6 ejercicios de musculación. Los valores de fuerza máxima excéntrica superaron a los de fuerza máxima concéntrica entre un 10 a un 60% en los varones y entre un 20 y 146% en las mujeres. Estas diferencias eran más acentuadas en los ejercicios de extremidades superiores.

2.7.2 ENTRENAMIENTO EXCÉNTRICO Y ADAPTACIONES NEURALES

Se conoce a la adaptación neuronal como los cambios que sufre el sistema nervioso en los sujetos entrenados, a los cuales les permite activar un porcentaje elevado de unidades motoras en los principales músculos y que se pueden ejecutar en un movimiento específico y de ese modo ser más eficaz en la activación de otros paquetes musculares importantes, desarrollando de esa manera mayor fuerza en el momento de la ejecución de un movimiento específico Hedayatpour y Falla (2015). Estas adaptaciones se pueden dar en la corteza motora, la medula espinal y en la placa motora.

En las activaciones excéntricas el sistema nervioso aplica distintas estrategias neuronales de activación, diferentes a las utilizadas en las contracciones isométricas y a las concéntricas. Estas se pueden evidenciar, por ejemplo, al momento del reclutamiento de fibras rápidas hay una activación distinta de los sinergistas en acciones excéntricas al compararse con las concéntricas (Moritani, T., Muramatsu, S., & Muro, M., 1987).

El siguiente ejemplo en futbolistas donde en la etapa de periodo preparatorio y de competencia, al aplicar ejercicios excéntricos para el paquete muscular del isquiotibial y mantener o mejorar la velocidad de un sprints lineal (Tous et al., 2016). Este es un ejemplo claro donde se evidencia que se genera reclutamientos preferenciales de unidades motoras rápidas y

por ende aumento de la actividad cortical para el momento de preparación de un gesto o movimiento específico, en conjunto con un reclutamiento de la unidad motora (UM) que estaba inactiva. (Hedayatpour, N., & Falla, D., 2015). De esta manera la musculatura sometida a sobre cargas excéntricas se encuentra bien preparadas para ejecutar movimientos rápidos, y explosivos (Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., & de Paz, J., 2017).

2.7.3 EJERCICIO EXCÉNTRICO Y COMPORTAMIENTO DE LA UNIDAD MOTORA

El sistema nervioso central es el encargado de controlar y orientar la producción de fuerza muscular por medio del aumento de la tasa de activación de unidades motoras o del reclutamiento de unidades adicionales. Actualmente se evidencian muchos estudios sobre la activación de las unidades motoras luego del entrenamiento de resistencia, estos han demostrado que los cambios en la tasa de activación de las unidades motoras dependen específicamente del tipo de contracción muscular.

Autores como Van Cutsem et al., (1998) mencionan que en su estudio se evidencio un “aumento de la tasa de activación de las unidades motoras y una ocurrencia más frecuente de intervalos cortos entre picos (dobletes) después de 12 semanas de contracciones dinámicas de los dorsiflexores del tobillo”. seguidamente Kamen y Knight (2004) encontraron un aumento del 15% en las tasas de activación de las unidades motoras luego de un entrenamiento de 6 semanas en los músculos del cuádriceps. Del mismo modo, Vila-Chã et al. (2010) encontraron aumento de las tasas de disparo de las unidades motoras luego de 6 semanas de entrenamiento. Contrario a esto, otros estudios no han evidenciado cambios en la activación de las unidades motoras periodo después del entrenamiento C. Patten et al., (2001); AR Pucci et al., (2006) y C. Rich y E. Cafarelli (2000).

Los anteriores estudios mencionan que debido al entrenamiento de resistencia dinámico no isométrico existe un aumento de la activación de todas las unidades motoras. Así mismo, han

propuesto que por medio del estiramiento con sobrecarga es la forma más eficaz para mejorar la activación de las unidades motoras duran un ejercicio. Autores como Dartnall et al. (2009) mostró una “disminución de ~ 40% en los umbrales de reclutamiento de la unidad motora del bíceps braquial y un aumento del 11% en las tasas de descarga de la unidad motora mínima inmediatamente después y 24 h después del ejercicio excéntrico”. De este modo, se puede evidenciar que las unidades motoras se encontraban activas con la misma fuerza después de la aplicación de los ejercicios excéntricos.

2.7.4 EJERCICIO EXCÉNTRICO Y FUERZA MUSCULAR

El entrenamiento de la fuerza excéntrica a nivel investigativo ha arrojado resultados favorables en todas las poblaciones, esto evidencia la eliminación de mitos que antes manifestaban que solo era recomendable aplicar este entrenamiento en atletas y que era perjudicial para los no entrenados debido a adquisición de lesiones osteo-musculares.

El entrenamiento excéntrico es más efectivo para aumentar la fuerza muscular, debido a sus acciones se pueden desarrollar mayor fuerza máxima en corto tiempo, lo que demuestra aumentos favorables en este tipo de fuerza, comparadas con la concéntrica y la isométrica. El trabajo excéntrico llega a reclutar fibras musculares rápidas y hasta reclutar unidades motoras inactivas Nardone (1998). Lo anterior lleva a tener mayor tensión mecánica y, de esa manera, lleva a mayor producción de fuerza Farthing y Chilibeck (2003).

Autores como Farthing y Chilibeck (2003), establecen que 8 semanas de entrenamiento de fuerza excéntrica aumenta la hipertrofia y la fuerza muscular comparados con el entrenamiento de fuerza concéntrica. Otro autor como Kaminski et al. (1998) observó mejoras en el torque después del trabajo con fuerza máxima (29%) comparado con el entrenamiento concéntrico (19%). Seguidamente han demostrado que el movimiento balístico del ciclo de estiramiento y acortamiento posee mayores efectos significativos sobre la mejora y desarrollo de

la fuerza máxima comparados con las contracciones concéntricas e isométricas Behm y Sale (1993).

2.8 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.8.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

A continuación, se presenta la investigación realizada por Kay, AD, Blazevich, AJ, Fraser, M., Ashmore, L. y Hill, MW (2020) titulada ***“El ejercicio excéntrico isocinético mejora sustancialmente la movilidad, la fuerza muscular y el tamaño, pero no las métricas de balanceo postural en adultos mayores, con regresión limitada observada después de un período de desentrenamiento”***. En este estudio se evaluó los efectos de dos programas de ejercicio excéntrico isocinético sentado por 6 semanas, utilizando un período de desentrenamiento de 8 semanas donde se lograron evaluar 27 adultos mayores ($67,1 \pm 6,0$ años). Las evaluaciones que se llevaron a cabo fueron los parámetros neuromusculares los cuales se tomaron pre y post periodo de entrenamiento y de desentrenamiento sujetos elegidos a los programas de entrenamiento ECC “contracciones excéntricas” o ECC PF (entrenamiento idéntico con contracciones adicionales del flexor plantar excéntrico solamente). Los resultados evidencian un aumento significativo de ($P < 0.05$) en la movilidad (disminución del tiempo de puesta en marcha y avance [- 7.7 a - 12.0%]), fuerza excéntrica (39.4-58.8%) y grosor del vasto lateral (9.8-9.9%) ocurrieron después de ambos programas de entrenamiento, con una tasa semanal de esfuerzo percibido de baja a moderada (3,3–4,5 / 10). Se concluye que, sabiendo bien las mejoras encontradas en la movilidad funcional, la fuerza y el tamaño de los músculos el entrenamiento excéntrico no fue suficiente para mejorar el equilibrio estático, ahora bien, estos

resultados son importantes para la prescripción de ejercicio clínico, debido a que estas se adaptan a las necesidades de los adultos mayores.

El siguiente trabajo desarrollado por Hammami R, Duncan MJ, Nebigh A, Werfelli H, Rebai H. (2020) titulado **“Los efectos del entrenamiento excéntrico de 6 semanas sobre la velocidad, el equilibrio dinámico, la fuerza muscular, la potencia y la asimetría de las extremidades inferiores en levantadores de pesas prepúberes”**. Esta investigación se enfocó en analizar si seis semanas de entrenamiento excéntrico de los isquiotibiales, utilizando frecuencia 2, mejoraría el rendimiento en los levantadores de pesas. Para este estudio se intervinieron 20 levantadores de pesas de élite ($11,1 \pm 0,8$ años), divididos al azar en 1 grupo excéntrico (INT $n = 10$) y un grupo de control (CON) ($n = 10$). Se evaluó la velocidad pre y post intervención, el equilibrio dinámico, la fuerza muscular, la potencia y la asimetría de las extremidades inferiores (LL). Como resultados se puede evidenciar que no hubo cambios significativos en la fuerza muscular y en el equilibrio dinámico ($p < 0,05$). Tanto la velocidad de sprint como la agilidad ($p = 0,049$) de 10 m ($p = 0,001$) y 30 m ($p = 0,007$) mejoraron en mayor medida en INT que en el grupo CON. Se pudo concluir que el entrenamiento excéntrico mejora la velocidad del sprint, la velocidad de cambio de dirección y el rendimiento de potencia, pero no la fuerza muscular en los levantadores de pesas prepúberes.

García-López, D., Maroto-Izquierdo, S., Zarzuela, R., Martín-Santana, E., Antón, S., & Sedano, S. (2020). En su trabajo denominado **“The effects of unknown additional eccentric loading on bench-press kinematics and muscle activation in professional handball and rugby players”**. Este estudio tuvo como objetivo investigar la influencia de la carga excéntrica adicional desconocida en la cinemática del press de banca (velocidad máxima, aceleración máxima y porcentaje de aceleración de la fase concéntrica) y la activación muscular (pectoral mayor y deltoides anterior) en jugadores profesionales de rugby y balonmano. Diecisiete atletas profesionales fueron asignados al azar para completar tres repeticiones separadas de press de

banca con diferentes esquemas de AEL (100/40%, 100/60% y 100/80% de carga excéntrica / concéntrica 1RM, respectivamente) bajo dos condiciones: conocida y desconocida -carga concéntrica (KL y UL, respectivamente). Los resultados indican que la falta de conocimiento sobre la carga excéntrica adicional indujo un aumento significativo en la aceleración máxima y la actividad electromiográfica de los músculos agonistas, sin cambios con respecto a la velocidad máxima o el porcentaje de aceleración durante la fase concéntrica. Estos resultados apoyan el uso de cargas desconocidas como una estrategia práctica para provocar una activación muscular rápida y producción de fuerza, que es fundamental en muchos deportes, como el balonmano o el rugby.

En Colombia específicamente en la universidad javeriana Bustos Rodríguez, D. C. (2019). Realizaron un trabajo investigativo titulado “**Programa de entrenamiento de fuerza excéntrica y pliometría sobre la potencia, velocidad e índice elástico en seleccionados de la Pontificia Universidad javeriana**”. El objetivo de este estudio fue Analizar los efectos de un programa de entrenamiento de fuerza excéntrica y pliométrica sobre la potencia (P), la velocidad (V) y el Índice Elástico (IE) de extremidades inferiores en los deportistas seleccionados de la Pontificia Universidad Javeriana Materiales.

Se implementó el estudio en Cuarenta y cinco deportistas (n=45); Veinte de género femenino (n=20) (edad 19.2 ± 1.4 , talla ($1.63 \pm .05$ cm), peso (58.7 ± 6.9 kg.) IMC (22.04 ± 2.04)); Veinticinco de género masculino ((n=25), edad (21.4 ± 2.1), talla ($1.77 \pm .08$ cm), peso (76.2 ± 12.9 kg.), IMC (24.1 ± 3.49)) deportistas de las selecciones de Atletismo, Karate, Baloncesto y Voleibol arena de la Pontificia Universidad Javeriana que realizaron un entrenamiento combinado de fuerza excéntrica, mediante una plataforma isoinercial, y ejercicios pliométricos durante 6 semanas con una frecuencia de 2 veces/semana. Antes y después del periodo de intervención las variables de medición fueron: la velocidad lineal en 30 metros planos (V), la potencia (P)

calculado con la prueba Squat Jump (SJ) y Countermovement Jump (CMJ) e Índice Elástico (IE). los Resultados evidencian que luego de la aplicación del programa de entrenamiento, en potencia se presentó significancia en atletismo femenino (F) y masculino (M) $P < 0,030$, (M) $P < 0,046$ y baloncesto (F) $P < 0,036$. se concluye que el programa de entrenamiento excéntrico y pliométrico se considera como un estímulo efectivo en la mejora sobre las variables evaluadas en las disciplinas deportivas.

El presente estudio realizado por Drury, Ben y Green, Thomas y Ramirez-Campillo, Rodrigo y Moran, Jason (2019) denominado ***“Influencia del estado de maduración en las mejoras excéntricas de la fuerza de los isquiotibiales en jugadores de fútbol jóvenes masculinos después del ejercicio nórdico de isquiotibiales”***. El cual recibió como objetivo evaluar los efectos del programa de ejercicio de los isquiotibiales nórdicos después de 6 semanas en futbolistas masculinos jóvenes. En este estudio se dividieron 48 participantes en grupos Pre-PHV (11.0 ± 0.9 años) o Mid / Post-PHV (13.9 ± 1.1) y grupo experimental y uno control (CON) con la fuerza excéntrica de los isquiotibiales evaluada (Nordbord) tanto antes como después del programa de formación. Se trabajo por 6 semanas utilizando frecuencia 2, donde los participantes de los grupos EXP completaron un programa NHE periodizado por el mismo tiempo. Los resultados evidencian que el programa NHE aumentó moderadamente en la fuerza excéntrica relativa de los isquiotibiales (N.kg-1) en el EXP Pre-PHV ($d = 0.83 [0.03 - 1.68]$) y el EXP PHV medio ($d = 0.53 [- 0.06 - 1.12]$) grupos respectivamente. También se observaron aumentos moderados en la misma medida en los análisis entre grupos en los grupos Pre-PHV ($d = 1.03 [0.23 - 1.84]$) y Mid-PHV ($d = 0.87 [0.22 - 1.51]$), con un efecto mayor observado en el primero. Se concluye que un programa NHE de 6 semanas puede mejorar la fuerza excéntrica de los isquiotibiales en jugadores de fútbol juveniles masculinos con jugadores menos maduros logrando mayormente mayores beneficios.

A nivel internacional Garrosa, F. N., del Campo Vecino, J., & Fernández, C. B. (2019). Desarrollaron el estudio denominado “**Efectos de los juegos reducidos y el entrenamiento de fuerza con sobrecarga excéntrica en jugadoras de fútbol Sub23**”. Este estudio obtuvo como objetivo analizar los efectos que tienen dos programas de entrenamiento en las características de las aceleraciones y las desaceleraciones de 24 jugadoras de fútbol pertenecientes a la plantilla de un equipo de Segunda División Nacional. Metodológicamente se implementó la división de los jugadores en 3 grupos, grupo control, grupo que trabajaba con maquina isoinercial utilizando sobrecarga excéntrica y grupo que realizaba trabajos en espacios reducidos. Se realizaron distintas pruebas utilizando instrumentos como el GPS en un entrenamiento y luego en la primera parte de un partido en competición antes y después de seis semanas de intervención. Como resultados se puede evidenciar que el entrenamiento de fuerza excéntrica es un método idóneo para mejorar la aceleración, y desaceleración (máximas) siendo importantes en un entrenamiento como en la competencia (ES= 0.89; 1.29). finalmente se concluye que los anteriores resultados aumentan el conocimiento sobre cómo se puede mejorar la aceleración y desaceleración en las futbolistas, de este modo se puede mejorar los desplazamientos cortos y explosivos en el futbolista.

González J et al., (2018), desarrolló el estudio denominado “**Efectos a corto plazo de un programa de entrenamiento de sobrecarga excéntrica sobre el rendimiento físico en jugadores de fútbol de élite U-16**”. El objetivo este trabajo fue analizar el efecto de un programa de entrenamiento de fuerza con sobrecarga excéntrica sobre el rendimiento en futbolistas junior de élite.

Este estudio se implementó en Dieciséis futbolistas de $14.7 \pm .2$ años de edad fueron asignados aleatoriamente en dos grupos: grupo control (n=8, GC) y grupo de fuerza (n=8, GF). El GF complementó su entrenamiento habitual de fútbol con el programa específico de fuerza con sobrecarga excéntrica propuesto dos días a la semana durante 6 semanas. Como resultados

se evidencia que el inter-grupos logró mejoras mayores en GF respecto a GC en CMJ (TE: .79), en el porcentaje de pérdida de COD-Derecha (TE: 1.14), en la potencia media (TE: 1.04) y en la potencia máxima (TE: .88). se concluye que incluir un programa de entrenamiento de fuerza con sobrecarga excéntrica en la programación del entrenamiento de fútbol permite optimizar la condición física específica del futbolista.

Tomás, A., Javier, F., & Sanz Rubio, (2018), en su trabajo denominado "**Efectos del ejercicio excéntrico "Nordic Hamstring" sobre la musculatura isquiotibial de deportistas con demandas de carrera de alta intensidad. Revisión sistemática**". Este estudio obtuvo como objetivo principal organizar las evidencias sobre los efectos del ejercicio excéntrico en la musculatura isquiotibial. Se implementó una revisión bibliográfica partiendo de resultados obtenidos hasta el año 2018, utilizando los lineamientos de PRISMA. Se eligieron 7 investigaciones que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión (utilizar ejercicio excéntrico como parte del entrenamiento habitual). Como resultado se evidencia que el uso de Nordic Hamstring Exercise mejora la fuerza excéntrica y a la optimización de la tensión- longitud de los isquiotibiales. Del mismo modo, disminuye el aumento de lesiones y no causa efectos negativos en el rendimiento deportivo. Se concluyó que es recomendable utilizar programas de ejercicios de Nordic Hamstring Exercise .

Otro de los estudios fue el desarrollado por Johnson, Samantha (2018) titulado "**Efecto de un programa de entrenamiento excéntrico de 8 semanas sobre la fuerza y el equilibrio en adultos mayores**". Este estudio obtuvo como objetivo, determinar los cambios en la fuerza después del programa de entrenamiento de resistencia excéntrica en adultos mayores. Se aplicó una metodología donde participaron 14 sujetos, quienes completaron una intervención de 8 semanas, utilizando una máquina de paso excéntrica. Este entrenamiento constaba de 2

sesiones por semana, con un tiempo de 5 a 10 minutos, implementando una intensidad de 30 a 50 % de fuerza excéntrica. Se evaluó la postura de una sola pierna, el soporte de silla repetido de 30 segundos, el levantamiento y marcha cronometrado y la fuerza excéntrica máxima en la línea de base, en el punto medio y dentro de una semana de la sesión de entrenamiento final. Como resultados se pueden evidenciar mejoras significativas en el soporte de silla repetido de 30 segundos ($p < .001$), el up-and-go cronometrado ($p < .001$) y la fuerza excéntrica máxima ($p < .001$). se concluye que el entrenamiento excéntrico mejora el rendimiento en la fuerza, este estudio permite minimizar riesgos en las caigas de adultos mayores.

Tøien T, Pedersen Haglo H, Unhjem R, Hoff J, Wang E. (2018) desarrollaron el estudio titulado "***Maximal strength training: the impact of eccentric overload. J Neurophysiol***". Dicho estudio obtuvo como objetivo identificar si la sobrecarga excéntrica, antes de la fase concéntrica, puede aumentar las adaptaciones neuromusculares inducidas por el entrenamiento. Para este estudio se utilizaron 53 sujetos desentrenados de 23 años, estos se asignaron al azar, a un grupo control sin entrenamiento (GC), y a un grupo experimental que realizaba entrenamiento de fuerza con prensa de piernas utilizando una progresión lineal. Para los entrenamientos Se utilizo frecuencia 3 durante 8 semanas. En la intervención el primer grupo realizaba MST con 4 series de 4 repeticiones a $\sim 90\%$ de una repetición máxima (1RM) en ambas fases de acción. El segundo grupo realizó MST con una carga excéntrica aumentada del 150% 1RM (eMST). Se evaluó 1 RM y la tasa del desarrollo de la fuerza, y salto contra movimiento. Los resultados evidencian que 1RM aumentó de 133 ± 16 a 157 ± 23 kg y 123 ± 18 a 149 ± 22 kg y CMJ en $2,3 \pm 3,6$ y $2,2 \pm 3,7$ cm para MST y eMST, respectivamente (todos $P < 0,05$). La RFD temprana, tardía y máxima aumentó en ambos grupos [$634-1,501$ N / s (MST); $644-2,111$ N / s (eMST); $P < 0,05$]. Se concluye que la sobrecarga excéntrica no indujo mejoras adicionales, lo que sugiere que la frecuencia de disparo y el reclutamiento de unidades motoras durante la MST pueden ser máximos.

De Hoyo et al., (2016) En su trabajo "***Efectos del entrenamiento de sobrecarga excéntrica de 10 semanas sobre los parámetros cinéticos durante el cambio de dirección en los jugadores de fútbol***". Donde el objetivo de la investigación fue analizar el efecto del entrenamiento de sobrecarga excéntrica de 10 semanas sobre los parámetros cinéticos durante el cambio de dirección (DQO) en jugadores de fútbol sub-19. El resultado medido incluyó el pico de frenado relativo (rPB) y la fuerza de propulsión (rPF), el tiempo de contacto (CT), el tiempo de frenado (BT) y la fase de propulsión (PT), el total relativo (rTOT_IMP), el frenado (rB_IMP) y propulsivo (rP_IMP) impulsos. Los resultados entre grupos mostraron una mejoría substancial (probable) en CT (ES: 0.72) y BT (ES: 0.74) durante el corte lateral, y en rPB (ES: 0.84) y rB_IMP (ES: 0.72) durante el corte cruzado, en el grupo experimental (EXP) en comparación con el grupo de control (CON). El análisis dentro del grupo mostró un rendimiento sustancialmente mejor (probable o casi seguro) en CT (ES: 1.19), BT (ES: 1.24), PT (ES: 0.70), rPB (ES: 0.75), rPF (ES: 0.68), rTOT_IMP (ES: 0.48) y rB_IMP (ES: 0.50) en EXP durante el corte lateral. Con respecto al corte cruzado, el análisis dentro del grupo mostró un mejor rendimiento sustancial (probable a casi seguro) en CT (ES: 0,75), rPB (ES: 0,75), rPF (ES: 1,34), rTOT_IMP (ES: 0,61), rB_IMP (ES: 0.76) y rP_IMP (ES: 0.46) en EXP. En conclusión, el programa excéntrico basado en sobrecarga condujo a una mejora en los parámetros cinéticos durante las tareas de fútbol de COD.

CAPÍTULO TRES



EL MÉTODO EXCÉNTRICO DE ENTRENAMIENTO
APLICADO AL ESTUDIO DE LAS MANIFESTACIONES
DE LA FUERZA MUSCULAR

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DEL EXPERIMENTO

El propósito de este estudio fue analizar los efectos generados por la aplicación del método excéntrico en las variables fuerza, aceleración, potencia y velocidad máxima por medio de la periodización lineal y ondulada en mujeres universitarias no entrenadas, evaluando el tren inferior por medio de media sentadilla multipower y superior por press banco multipower.

3.1.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de campo; cuasi – experimental.

3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN: CUANTITATIVA.

A continuación, se presenta un cuadro resumen que argumentara el diseño metodológico de la presente investigación.

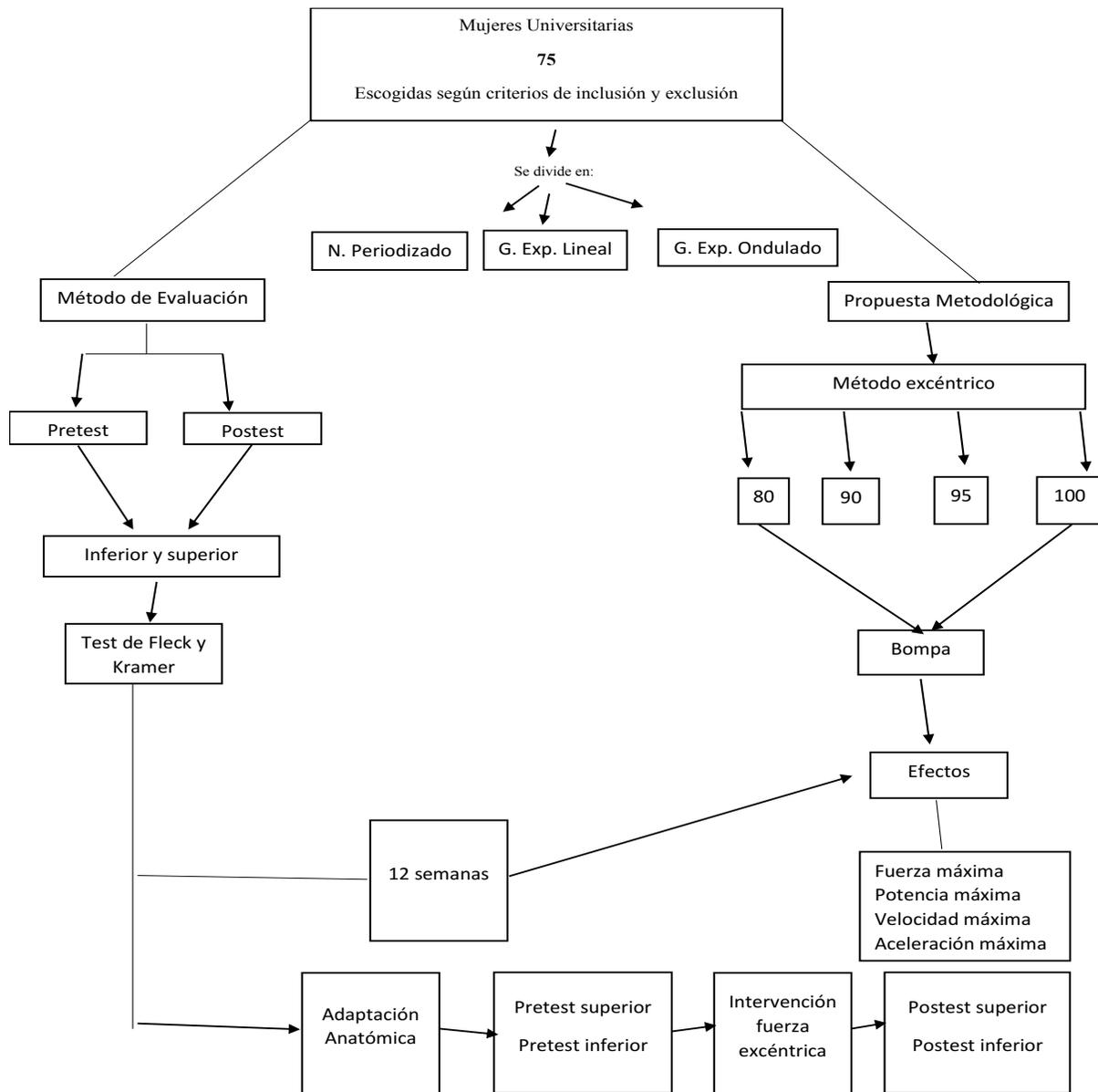


Ilustración 3. Cuadro Resumen.

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Variables Estudio	3.1.4 Ética del Estudio	3.1.5 Sujetos (Población y muestra)	3.1.6 Criterios de Inclusión:	3.1.7 Criterios de Exclusión:	3.1.8 Evaluaciones	3.1.9 Método y Técnica de Recolección de la Información
<p><u>Variables dependientes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ F. Máxima <p><u>Variable independiente</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Programa de entrenamiento ✓ Método excéntrico ✓ Periodización lineal y ondulada. 	<p>Según las disposiciones de la Convención de Helsinki (1968) y las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, según resolución número 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, Colombia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ <u>Población:</u> 120 ✓ <u>Muestra:</u> 75 ✓ <u>Método:</u> no probabilístico <p><i>Nota:</i> Mujeres universitarias no entrenadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ser estudiante de la universidad de Pamplona. ✓ Estar en el promedio de edad de los 18 a los 25 años. ✓ Realizar todas las sesiones de entrenamientos estructuradas en un 85 %. ✓ Participar voluntariamente en el estudio. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tener Lesiones articulares. ✓ No pertenecer a la universidad de Pamplona. ✓ No estar en el rango de edad establecido. ✓ Ser entrenada. ✓ Presentar patología 	<p><u>Pre-intervención Post-intervención</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Media Sentadilla Multipower 2. Press Banco horizontal Multipower 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reuniones informativas. ✓ Consentimiento informado. ✓ 1-RM Test de Fleck y Kraemer ✓ Protocolo en la Realización del Test. 1-RM ✓ Autor: Fleck y Kraemer

A continuación, se presenta el cuadro resumen de los diferentes ítems en la metodología como: Variables de estudio, ética del estudio, población y muestra, criterios de inclusión y exclusión, evaluaciones y métodos y técnicas de recolección de la información.

Ilustración 4. Cuadro resumen metodológico

Fuente: Elaboración propia.

3.2 ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO

Para los entrenadores, las formas más accesibles a controlar la evolución del entrenamiento de fuerza serían la observación o valoración del rendimiento y el análisis de la percepción subjetiva manifestada al realizar los esfuerzos tanto de tipo individual (1 o varias repeticiones o series) así como el efecto global de una sesión completa de entrenamiento Lagally (2013) y Robertson et al., (2003).

La percepción del esfuerzo permite estimar la intensidad de este por medio de la sensación o percepción subjetiva de cada sujeto que refleja el estrés, disconformidad, y el nivel de fatiga percibida al realizar un esfuerzo físico determinado. Robertso et al., (2003).

Robertson et al., (2003) han propuesto y validado la siguiente escala de percepción del esfuerzo para controlar específicamente la intensidad de los ejercicios de fuerza: la escala OMNI-Resistance (0-10). En esta escala a diferencia con otras, se presentan figuras que se asocian con la intensidad del esfuerzo y la actividad específica. (Figura 5).

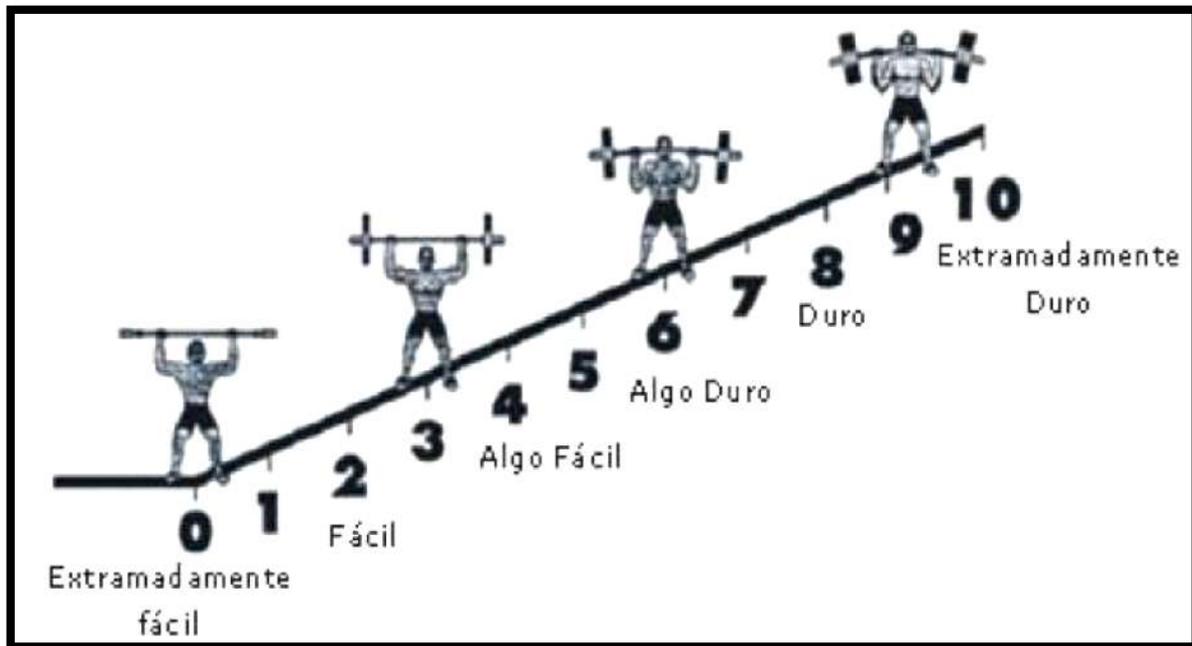


Ilustración 5. Escala de Percepción del esfuerzo, para los entrenamientos de fuerza (Robertson et al., 2003)

Fuente: Robertson. Escala percepción (2003)

3.3 INSTRUMENTOS

3.3.1 ENCODER LINEAL (T FORCE)¹

El T-FORCE es un Sistema Dinámico de Medida para la Evaluación y el Entrenamiento de la Fuerza Muscular. Este avanzado sistema constituye una herramienta fundamental para controlar y programar el entrenamiento de fuerza. El sistema distingue automáticamente las repeticiones y fases de un ejercicio, proporcionando información en tiempo real al entrenador y deportista acerca de las variables críticas de cada ejecución. El dispositivo registra los principales parámetros biomecánicos que caracterizan a cualquier ejercicio de musculación realizado con peso libre (desplazamiento, aceleración, fuerza, velocidad, potencia). Datos como velocidad media, pico de fuerza, potencia máxima, duración de la fase acelerativa, máximo recorrido, etc. son automáticamente mostrados por pantalla y registrados para su posterior análisis.



Ilustración 6. El t-force.

Fuente <http://www.tforcesystem.com/index.php>

¹ <http://www.tforcesystem.com/index.php>

3.3.2 MAQUINA SMITH²

La Máquina Smith básicamente es una barra giratoria encajada en dos pilares laterales con un rodamiento que le permite deslizar en sentido vertical las cargas; Por ejemplo, en las sentadillas donde no permite que se curve la región lumbar disminuyendo la tensión en las vértebras superiores o no permitir muchas veces realizar movimientos horizontales, también provee la estabilidad necesaria por ejemplo para desarrollar el press de banca para pectorales en comparación a los ejercicios libres.

Son múltiples las investigaciones que se están implementando en la actualidad, donde se utiliza un encoder lineal o traductor de velocidad para determinar la fuerza, la potencia, la velocidad y la aceleración. Este tipo de instrumento tiene la facilidad de ser adaptable a distintas maquinas debido a su fácil uso y manejo. También posee un software con alta precisión que luego de cada repetición arroja datos exactos sobre el nivel en que se encuentra el RM de cada sujeto, del mismo modo, se pueden extraer curvas donde se evidencian los cruces de todas las variables tanto en imágenes como en datos números en Excell en momento positivos o negativos. Por lo anterior, con toda la información que arroja el software T Forcé se puede llegar hacer un análisis exacto en cada sujeto.

² www.masmusculo.com.es/research/las-rutinas-en-maquina-smith

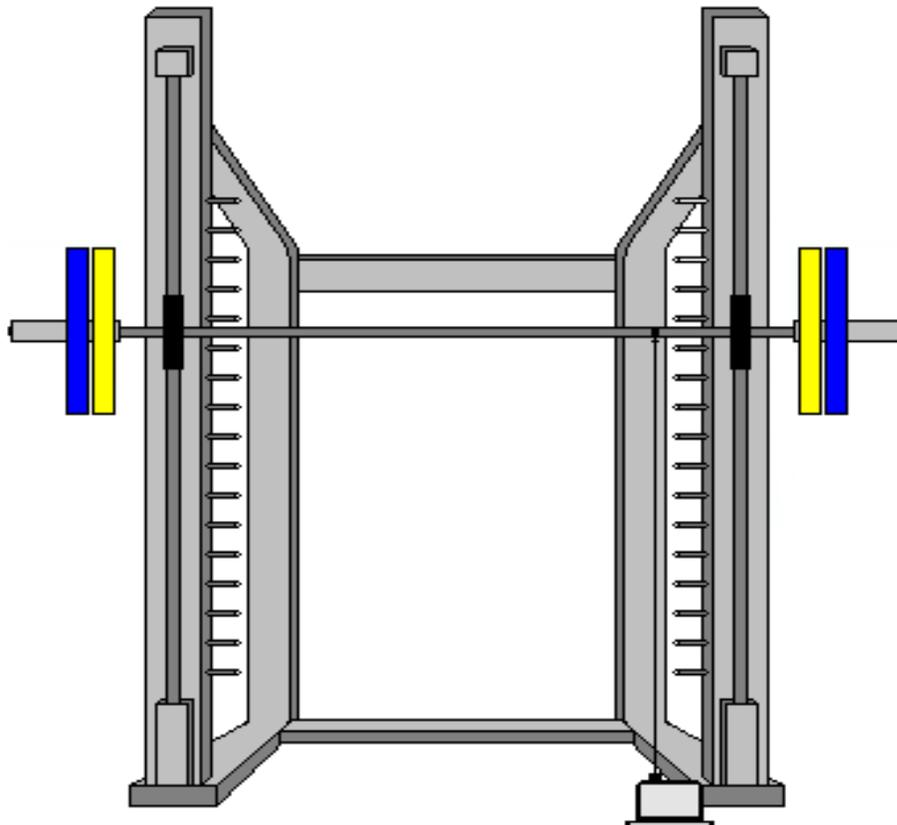


Ilustración 7. Máquina Smith.

Fuente: <http://www.tforcesystem.com/index.php>

3.4 PROCEDIMIENTO

La siguiente estructura está conformada por dos aspectos importantes lo que es la Evaluación y la Intervención, el proceso de intervención estuvo organizado en una Estructura de Entrenamiento basados en los criterios de Bompa (2002).

3.4.1 PERIODO DE ENTRENAMIENTO

Tras el período de adaptación anatómica, familiarización de los test y las evaluaciones pre-intervención, de los grupos experimentales (p.ej., PL y PO) se llevaron a cabo un programa

de entrenamiento de fuerza 12 semanas de duración, 3 sesiones semanales. Desde el principio, tal y como se acordará en la reunión informativa, se exigirá que los participantes realicen, como mínimo, el 80% de las sesiones de modo presencial y monitorizado, dejando un pequeño margen para imprevistos (p.ej., indisponibilidad eventual, festivos, vacaciones, etc.).



Ilustración 8. Periodo de entrenamiento.

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 ESTRUCTURA DE LA INTERVENCIÓN

La investigación por fases, estuvo organizada mediante la siguiente metodología de intervención, con lo cual se desarrolló un estudio cuasi- experimental debido a que no se controlaron todas las variables, del mismo modo, se ejecutó la intervención con mujeres universitarias no entrenadas de las diferentes carreras académicas de la Universidad de

Pamplona sede principal, los sujetos elegidos se encuentran en las edades comprendidas de los 18 a los 25 años; cabe resaltar que la población interesada en dicho proyecto fue de 120 estudiantes, obteniendo una muestra de 75 sujetos, los cuales fueron elegidos mediante unos criterios de inclusión y exclusión, de forma aleatoria, dichos criterios consistían en no poseer ningún tipo de patología que no permitiera el libre desarrollo de sus entrenamientos, no ser estudiantes de la Universidad de Pamplona y no estar en el rango de edad establecido.

Por consiguiente, los sujetos objetos de estudios a investigar eran mujeres jóvenes no entrenadas, donde se procedió iniciando la intervención mediante el protocolo de circuito de Bompa sustentado en su libro periodización de la fuerza quien argumenta que en personas no entrenadas se debe realizar una adaptación anatómica mínimo de 3 semanas por medio del trabajo de circuito el cual lleva como principal objetivo adaptar y acondicionar a los sujetos a las cargas que recibieron más adelante. Es necesario mencionar que esta adaptación anatómica la realizaron todos los participantes en el proyecto.

Adaptación anatómica inicia el día 5 al 17 de septiembre.

Bompa (2002) en su libro periodización de la fuerza manifiesta que los principales objetivos de la fase de adaptación anatómica, es involucrar gran parte de los grupos musculares y preparar los ligamentos, tendones y articulaciones, a las cargas elevadas durante las fases del entrenamiento. De este modo, el fin de esta etapa es activar la mayoría de los grupos musculares en un programa de tipo multilateral.

Se sustenta que las semanas de adaptación fueron tres (3) donde se desarrollaron de 6 a 9 ejercicios siendo progresivo el aumento de estos de (9 a 12) con una cantidad de sesiones de 2 a 3. Por otro lado, sabiendo bien que aumentando las semanas de trabajo se aumentaron los ejercicios, así como sus intensidades y modificaciones de sus recuperaciones finales, del mismo modo, se manejaron unas cargas de trabajo con un porcentaje de 30% a 40%, como

también manejando unos intervalos de descanso entre series de 90". La frecuencia en la primera semana de intervención fue de frecuencia 2 y está aumentó progresivamente en las siguientes semanas; por lo anterior, es necesario soportar que el tiempo de recuperación varió debido a que en la primera semana se solicitaba recuperar 90" pero debido a la falta de entrenamiento muchos de estos sintieron náuseas y se modificaron estos tiempos.

Uno de los puntos importantes para el control del entrenamiento fue con la escala de percepción del esfuerzo de Robertson et al., (2003), donde se trabajó con los tiempos de descanso de cada uno de los participantes, hasta llegar a una correcta adaptación, esto demuestra que los tiempos de descanso en los sujetos varia constantemente y que esta debe ser controlada de tal manera que el sujeto objeto de estudio logre estar en óptimas condiciones no importa si el evaluador sale del porcentaje establecido.

Los ejercicios ejecutados en la fase de adaptación anatómica fueron:

Tabla 1. Adaptación anatómica inicia el día 5 al 17 de septiembre

CONTENIDO	Abdomen. Piernas Flexionadas
	Colchoneta lumbar
	Flexo extensión del brazo
	Salto skipping minitran
	Media sentadilla
	Rotación del tronco
MEDIOS	Colchoneta
	Balones Medicinales 3kg
	Trampolín

	Conos
METODOS	RPM
DESCRIPCION DEL EJERCICIO	Se realizará el trabajo promedio de circuitos. Los cuales estarán constituidos por 6 ejercicios
INTENSIDAD	30%
VOLUMEN	RPM entre ejercicios
DENSIDAD	3'-5' de recuperación serie 55"-60" recuperación entre ejercicios
FRECUENCIA	3 Veces por semana
DURACION	30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Adaptación anatómica inicia el día 5 al 17 de septiembre

CONTENIDO	Abdomen. Piernas Flexionadas
	Colchoneta lumbal
	Flexo extensión del brazo
	Salto skipping minitran
	Media sentadilla
	Rotación del tronco
MEDIOS	Colchoneta
	Balones Medicinales 3kg
	Trampolín
	Conos
METODOS	RPM

DESCRIPCION DEL EJERCICIO	Se realizará el trabajo promedio de circuitos. Los cuales estarán constituidos por 6 ejercicios
INTENSIDAD	30%
VOLUMEN	RPM entre ejercicios
DENSIDAD	3'-5' de recuperación serie 55"-60" recuperación entre ejercicios
FRECUENCIA	3 Veces por semana
DURACION	30

Fuente: Elaboración propia

Finalizada la adaptación anatómica se procedió con la tercera fase del proyecto el cual consistía en ejecutar la fase de familiarización de las pruebas, esta consistió en ejecutar ejercicios específicos, desarrollándolos con una frecuencia 3. Seguidamente se presentan los ejercicios ejecutados en dicha fase.

Tabla 3. Ejercicios ejecutados

EJERCICIOS	REPETICIONES
1. Media sentadilla con las manos al frente	30
2. Media sentadilla con bastón	30
3. Media sentadilla con bastón al frente	30

4. Media sentadilla con desplazamiento en el maderamen	2 vueltas
5. Media sentadilla en la maquina Smith lentas	10
6. Media sentadilla en la maquina Smith rápidas	10
7. Press banco en la maquina Smith lento el movimiento	10
8. Press banco en la maquina Smith rápido el movimiento	10
9. Press banco en la maquina Smith rápido el movimiento	10

Fuente: Elaboración propia

Con lo anteriormente mencionado y ejecutado se procedió a la realización de los diferentes test, tanto de tren inferior por medio de media sentadilla multipower como el test de tren superior por medio de press banco multipower, cabe resaltar que la toma de los diferentes datos se ejecutó por medio de un encoder lineal denominado (T FORCE) el cual genera información sobre las variables de fuerza máxima, velocidad máxima, potencia máxima y aceleración máxima, en cada una de las ejecuciones de los test. Por lo anterior es necesario dejar constancia que el protocolo escogido para la realización de 1 RM es el Fleck y Kraemer (1997). A continuación, este se explica:

El protocolo está basado en la propuesta de Fleck y Kraemer (1997); con él se pretende calcular el 1-RM, éste es está dividido en cuatro fases las cuales se describen a continuación:

1º Fase de calentamiento general.

Movilidad articular 3 minutos

Bicicleta 5 minutos

Estiramiento 2 minutos

- 2º Fase de calentamiento específico. Realizamos aproximaciones del ejercicio sobre el que vamos a realizar la medición. Podemos realizar una serie de 10 repeticiones con el peso de la barra.
- 3º Fase de activación. Se realiza primero una serie de 7 repeticiones con el 60%, después otra serie de 4 repeticiones con el 70%, posteriormente una serie de 1 repetición con el 80% y por último una serie de una repetición con el 90%.
- 4º Fase de búsqueda del 1RM. En esta fase se van realizando series de 1 repetición para buscar el 1RM. Como en el anterior protocolo, es fundamental realizar descansos amplios entre intentos de, al menos, 3-5 minutos. También es importante decir que, lo ideal es encontrar el 1RM en menos de 5 intentos.

Tabla 4. Realización del test. (pretest y postest)

TEST DE FLECK KRAEMER (1997)	
DIVIDIDO EN CUATRO (4) FASES	
1. CALENTAMIENTO	
MOVILIDAD ARTICULAR	3 MIN
BICICLETA	5 MIN
ESTIRAMIENTO	2 MIN
2. FASE DE CALENTAMIENTO ESPECIFICO	

DIEZ (10) REPETICIONES CON EL PESO DE LA BARRA

3. FASE DE ACTIVIDAD

SE REALIZARÁ UNA (1) SERIE DE SIETE (7) REPETICIONES CON EL 60% DE LA CARGA

SE REALIZARÁ CUATRO (4) REPETICIONES CON EL 70% DE LA CARGA

SE REALIZARÁ UNA (1) REPETICIONES CON EL 80% DE LA CARGA

SE REALIZARÁ UNA (1) SERIE DE UNA (1) REPETICIONES CON EL 90% DE LA CARGA

4. FASE DE BUSQUEDA DEL RM - 5RM

Importante que cada uno se conozca, alguno sujetos lo buscan el e 1er. O 2do. Intento

Fuente: Elaboración propia

La distribución de los grupos fue de forma aleatoria.

Tabla 5. Listado de participantes.

GRUPOS DE INTERVENCIÓN		
Experimental	Experimental	No Periodizado
Lineal	ondulado	
25 sujetos	25 sujetos	25 sujetos

Fuente: Elaboración propia

La quinta fase del proyecto es denominada fase de intervención donde se realizaron seis semanas de fuerza, por medio del método excéntrico, del mismo modo, se sustenta que los grupos que recibieron la intervención por medio del método excéntrico fueron los grupos experimentales lineal y grupo ondulado, mientras tanto el grupo control realizaron entrenamientos convencionales donde no se controlaron las cargas de entrenamientos.

A continuación, se sustentan los macrociclos, y sesiones de entrenamientos grupo.

MACROCICLO METODO LINEAL												
FUNCION PRINCIPAL	PERIODO DE CONFORMACION											
MESOCICLO	SIMETRIA CORPORAL				ACONDICIONAMIENTO ESENCIAL							
MESOCICLOS	ADAPTACION ANATOMICA			FAMILIA RIZACION	1 RM PRETEST	FUERZA MAXIMA					1 RM	
	I			II	III	IV					V	
MESES	SEPTIEMBRE			SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE		NOVIEMBRE			NOVIEMBRE	
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21
DIA QUE TERMINA	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
COMPONENTES DE LA CARGA												
I N T E N S I D A D	100											
	95											
	90											
	85											
	80											
	75											
	70											
	65											
	60											
	55											
	50											
	45											
	40											
	35											
	30											
	25											
	20											
15												
10												

Ilustración 9. Grupo experimental lineal. Macro ciclo lineal.

Fuente: Elaboración propia

MESOCICLO INTERVENCIÓN FUERZA MÁXIMA LINEAL												
FUNCIÓN PRINCIPAL	PERIODO DE CONFORMACION											
MESOCICLO	ACONDICIONAMIENTO											
MESOCICLOS	ADAPTACION ANATOMICA I				1 RM PRETEST	FUERZA MAXIMA						POST TEST
MESES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE				
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21
DIA FINALIZACION	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
COMPONENTES DE LA CARGA												
I N T E N S I D A D	100											
	95											
	90											
	85											
	80											
	75											
	70											
	65											
	60											
	55											
	50											
	45											
	40											
	35											
	30											
	25											
20												
15												
10												

Ilustración 10. Mesociclo intervención fuerza máxima lineal.

Fuente: Elaboración propia

MESOCICLO INTERVENCION FUERZA MAXIMA LINEAL												
FUNCION PRINCIPAL	PERIODO DE CONFORMACION											
MESOCICLO	ACONDICIONAMIENTO											
MESOCICLOS	ADAPTACION ANATOMICA I				1 RM PRETEST	FUERZA MAXIMA						POST TEST
MESES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE				
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21
DIA FINALIZACION	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
COMPONENTES DE LA CARGA												
I N T E N S I D A D	100											
	95											
	90											
	85											
	80											
	75											
	70											
	65											
	60											
	55											
	50											
	45											
	40											
	35											
	30											
	25											
20												
15												
10												

Ilustración 10. Mesociclo intervención fuerza máxima lineal.

Fuente. Elaboración propia

MESOCICLO INTERVENCIÓN FUERZA MÁXIMA LINEAL												
FUNCIÓN PRINCIPAL	PERIODO DE CONFORMACION											
MESOCICLO	ACONDICIONAMIENTO											
MESOCICLOS	ADAPTACION ANATOMICA I				1 RM PRETEST	FUERZA MAXIMA						POST TEST
MESES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE				
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21
DIA FINALIZACION	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
COMPONENTES DE LA CARGA												
I N T E N S I D A D	100											
	95											
	90											
	85											
	80											
	75											
	70											
	65											
	60											
	55											
	50											
	45											
	40											
	35											
	30											
	25											
20												
15												
10												

Ilustración 12. Mesociclo completo

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta una sesión como guía de lo realizado en cada una de las semanas intervenidas, para más información ir **anexos 4**.

Tabla 6. Intervención, fuerza excéntrica, grupo lineal, sesión 1. del 10 al 15 de octubre

CONTENIDO	Sentadilla
	Halón Espalda
	Curl bíceps
	Femoral Prensa
MEDIOS	Maquina Smith
	Polea Alta
	Barra
	Prensa
METODOS	EXCENTRICO
INTENSIDAD	80%
VOLUMEN	DOS (2) SERIES X CUATRO (4) REPETICIONES X KG ?
DENSIDAD	3'-6' de Recuperación entre serie
FRECUENCIA	3 veces por semana

Fuente. Elaboración propia

Intervención para el Grupo Experimental Ondulado

MACROCICLO METODO ONDULADO													
FUNCIÓN PRINCIPAL	PERIODO DE CONFORMACION												
MESOCICLO	ADAPTACION ANATOMICA				ACONDICIONAMIENTO								
MESOCICLOS	ADAPTACION ANATOMICA			FAMILIA RIZACION	1 RM PRETEST	FUERZA MAXIMA						1 RM	
	I			II	III	IV						V	
MESES	SEPTIEMBRE			SEPTIEMBRE	OCTUBRE	OCTUBRE			NOVIEMBRE			NOVIEMBRE	
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
DIA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	
DIA QUE TERMINA	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	
COMPONENTES DE LA CARGA													
I N T E N S I D A D	100												
	95												
	90												
	85												
	80												
	75												
	70												
	65												
	60												
	55												
	50												
	45												
	40												
	35												
	30												
	25												
20													
15													
10													

Ilustración 11. Macro ciclo ondulado.

Fuente. Elaboración propia

MESOCICLO INTERVENCIÓN FUERZA MÁXIMA ONDULADO												
FUNCIÓN PRINCIPAL	PERÍODO DE CONFORMACIÓN											
MESOCICLO	ACONDICIONAMIENTO											
MESOCICLOS	ADAPTACIÓN ANATÓMICA I				1 RM PRETEST	FUERZA MÁXIMA						POST TEST
MESES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE				
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DÍA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21
DÍA FINALIZACIÓN	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
COMPONENTES DE LA CARGA												
I N T E N S I D A D	100											
	95											
	90											
	85											
	80											
	75											
	70											
	65											
	60											
	55											
	50											
	45											
	40											
	35											
	30											
	25											
	20											
15												
10												

Ilustración 14. Mesociclo Ondulado. Adaptación Anatómica

Fuente. Elaboración propia

MESOCICLO INTERVENCION FUERZA MAXIMA ONDULADO												
FUNCION PRINCIPAL	PERIODO DE CONFORMACION											
MESOCICLO	ACONDICIONAMIENTO											
MESOCICLOS	ADAPTACION ANATOMICA I				1 RM PRETEST	FUERZA MAXIMA						POST TEST
MESES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE				
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21
DIA FINALIZACION	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
COMPONENTES DE LA CARGA												
I N T E N S I D A D	100											
	95											
	90											
	85											
	80											
	75											
	70											
	65											
	60											
	55											
	50											
	45											
	40											
	35											
	30											
	25											
20												
15												
10												

Ilustración 15. Mesociclo ondulado. Fuerza máxima

Fuente. Elaboración propia

MESOCICLO INTERVENCION FUERZA MAXIMA ONDULADO												
FUNCION PRINCIPAL	PERIODO DE CONFORMACION											
MESOCICLO	ACONDICIONAMIENTO											
MESOCICLOS	ADAPTACION ANATOMICA I				1 RM PRETEST	FUERZA MAXIMA						POST TEST
MESES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE				
MICROCICLO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DIA INICIO	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21
DIA FINALIZACION	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26
COMPONENTES DE LA CARGA												
I N T E N S I D A D	100											
	95											
	90											
	85											
	80											
	75											
	70											
	65											
	60											
	55											
	50											
	45											
	40											
	35											
	30											
	25											
20												
15												
10												

Ilustración 16. Mesociclo ondulado, intensidad.

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se presenta una sesión como guía de lo realizado en cada una de las semanas intervenidas.

Intervenciones semanas de entrenamiento método excéntrico. Primera semana de intervención. Grupo ondulado

Tabla 7. Fuerza excéntrica, grupo ondulado, sesión 1.

Del 10 al 15 de octubre.

CONTENIDO	Sentadilla
MEDIOS	Halón Espalda
	Curl bíceps
	Femoral Prensa
	Maquina Smith
	Polea Alta
	Barra
METODOS	Prensa EXCENTRICO
INTENSIDAD	80%
VOLUMEN	DOS (2) SERIES X CUATRO (4) REPETICIONES X KG
DENSIDAD	3'-6' de Recuperación entre serie
FRECUENCIA	3 veces por semana

Fuente. Elaboración propia

Luego de las diferentes semanas de intervención por medio del método excéntrico se procedió a la realización del posttest tanto de tren inferior como de superior por medio del 1 RM de Fleck Y Kraemer.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

En esta investigación se aplicó un análisis de varianza de dos factores con medidas repetidas, teniendo en cuenta que uno de los objetivos de esta investigación es conocer si el entrenamiento de la fuerza máxima a dos grupos de mujeres no entrenadas: Lineal, Ondulado y no periodizado, durante un periodo de 12 semanas, obtuvo efectos o no en las variables fuerza, aceleración, potencia y velocidad máxima. Como evaluaciones se realizó la prueba de media sentadilla, y press banco multipower. Siendo evaluada en dos momentos pretest y posttest. El análisis de los datos se realizó en el software SPSS versión 21.0. El nivel de significancia se estableció en $p \leq 0,05$ para todos los análisis. Para verificar el efecto de las intervenciones, se realizó un MANOVA de dos factores (grupo x momento) con medidas repetidas para el factor de momento para cada tipo de inicio. La prueba post hoc de Bonferroni se utilizó para verificar las diferencias entre los factores cuando se indicó la interacción en el análisis. Luego se hacen comparaciones por pares y se estima los promedios obtenidas en cada prueba y grupo. Seguidamente se evaluó el análisis descriptivo determinando la desviación típica y media, así mismo la prueba multivariantes donde analizo la potencia de la prueba, continuando con la prueba de Mauchly con el fin de comparar la igualdad de varianza, las Pruebas de los efectos inter-sujetos, para determinar si existen diferencias significativas entre pruebas y entre grupos

RESULTADOS

TREN SUPERIOR E INFERIOR

Después de doce semanas de entrenamiento, la MANOVA del tren superior indico una interacción entre los factores momento y grupo (Lambda de Wilks=0,52; $F_{2,72} = 6,50$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,27$), en la variable de fuerza $F_{2,72} = 12,2$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,25$; y en la variable de aceleración $F_{2,72} = 11,9$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,24$. Además, fueron evidenciados efectos principales de momento (Lambda de Wilks= 0,23; $F_{1,72} = 0,57$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,77$), para las variables de potencia ($F_{1,72} = 22,09$; $p < 0,05$), velocidad ($F_{1,83} = 82,58$; $p < 0,05$), y de grupo (Lambda de Wilks=0,54; $F_{2,72} = 6,09$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,261$). Y el tren inferior con unos efectos principales de momento la MANOVA indico una interacción entre los factores momento y grupo (Lambda de Wilks=0,54; $F_{2,72} = 6,17$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,26$), en la variable de potencia $F_{2,72} = 7,88$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,18$; y en la variable de velocidad $F_{2,72} = 18,34$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,33$. Además, fueron evidenciados efectos principales de momento (Lambda de Wilks= 0,28; $F_{1,72} = 43,9$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,71$), para las variables de fuerza ($F_{1,72} = 22,09$; $p < 0,05$); potencia ($F_{1,72} = 49,7$; $p < 0,05$); velocidad ($F_{1,72} = 115,5$; $p < 0,05$), y de grupo (Lambda de Wilks=0,56; $F_{2,72} = 5,71$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,249$).

Los resultados post hoc tren superior muestran que en el momento pre el desempeño de grupo ondulado fue significativamente menor en comparación del grupo lineal ($P < 0,05$) y No periodizado ($P < 0,05$). En la comparación del momento pre y pos los tres grupos demuestran un aumento significativo ($p < 0,05$), se evidencia una mejora superior por parte del grupo lineal que presenta un aumento del -31,9%, en comparación del -12,1% y -13,3% para el grupo ondulado y

no periodizado respetivamente. De esta manera el momento post los valores de los tres grupos son similares, sin evidencia de diferencias significativas. (ilustración 17)

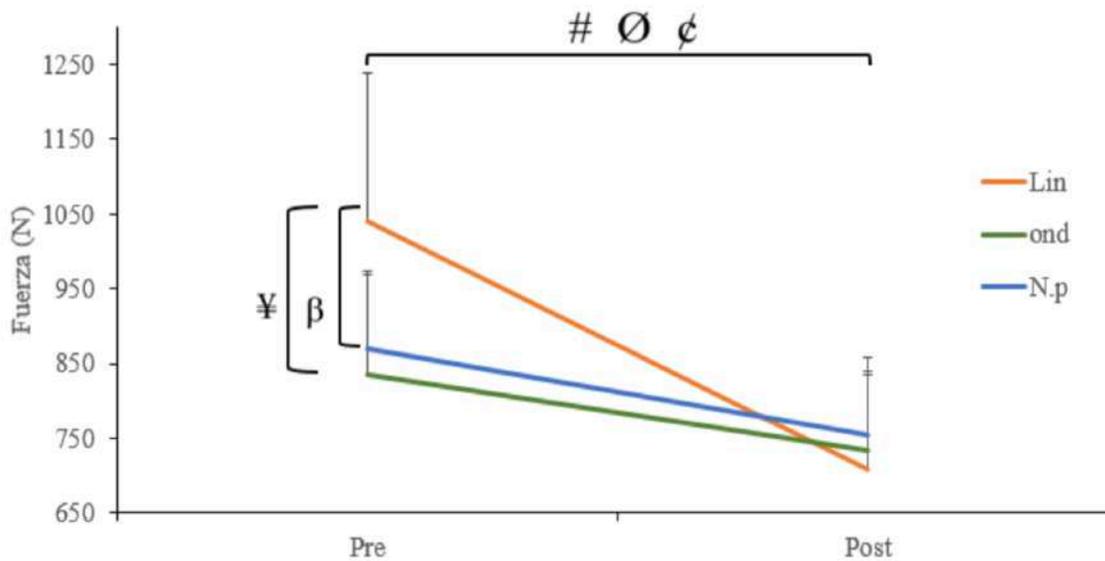


Ilustración 12. Representación gráfica de la interacción de la variable fuerza máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post -test.

Los resultados post hoc muestran que en el momento pre el desempeño del grupo lineal fue significativamente menor en comparación del grupo ondulado ($p < 0,05$) y no periodizado ($p < 0,05$). En la comparación del momento pre y pos los tres grupos demuestran un aumento significativo ($p < 0,05$), se evidencia una mejora superior por parte del grupo lineal que presenta un aumento del 91,5%, en comparación del -0,2% y 55,0% para el grupo ondulado y no periodizado respetivamente. De esta manera el momento post el desempeño del grupo lineal fue significativamente mejor en comparación a los grupos ondulado el cual se mantuvo y al no periodizado ($p < 0,05$) (ilustración 18).

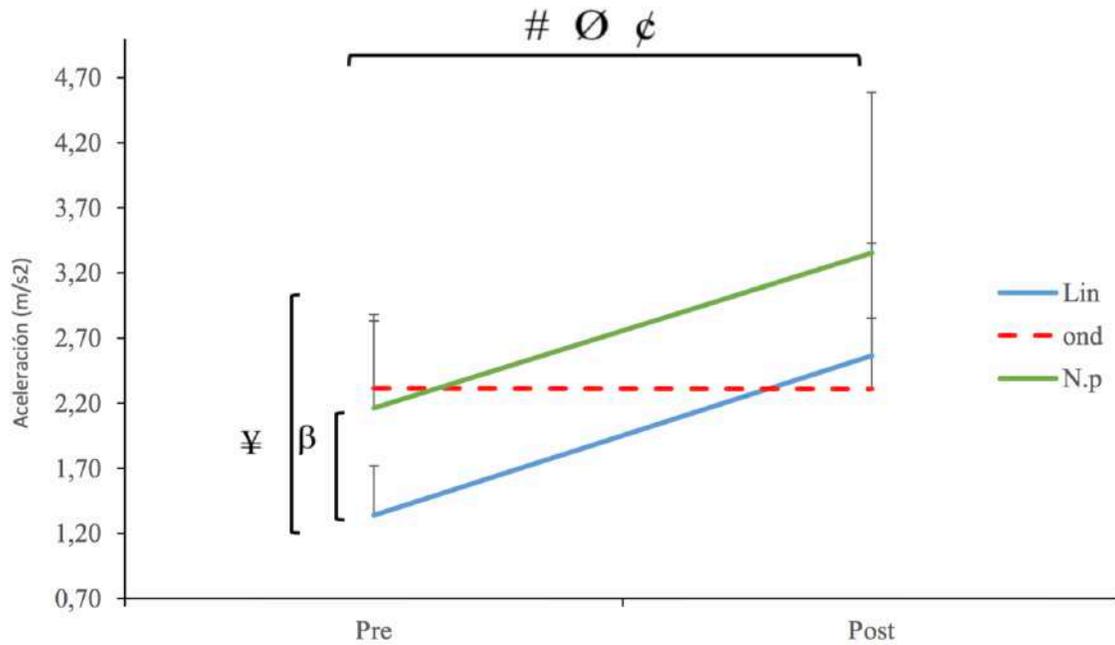


Ilustración 13. Representación gráfica de la interacción de la variable aceleración máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post -test

Para la variable velocidad máxima, después de doce semanas de entrenamiento se observó un efecto principal de momento, evidenciándose que el momento post fue mayor en la obtención de la velocidad que el momento pre ($p < 0,05$) respectivamente. Es importante mencionar que los datos analizados por el encoder lineal son de la fase negativa. (ilustración 19)

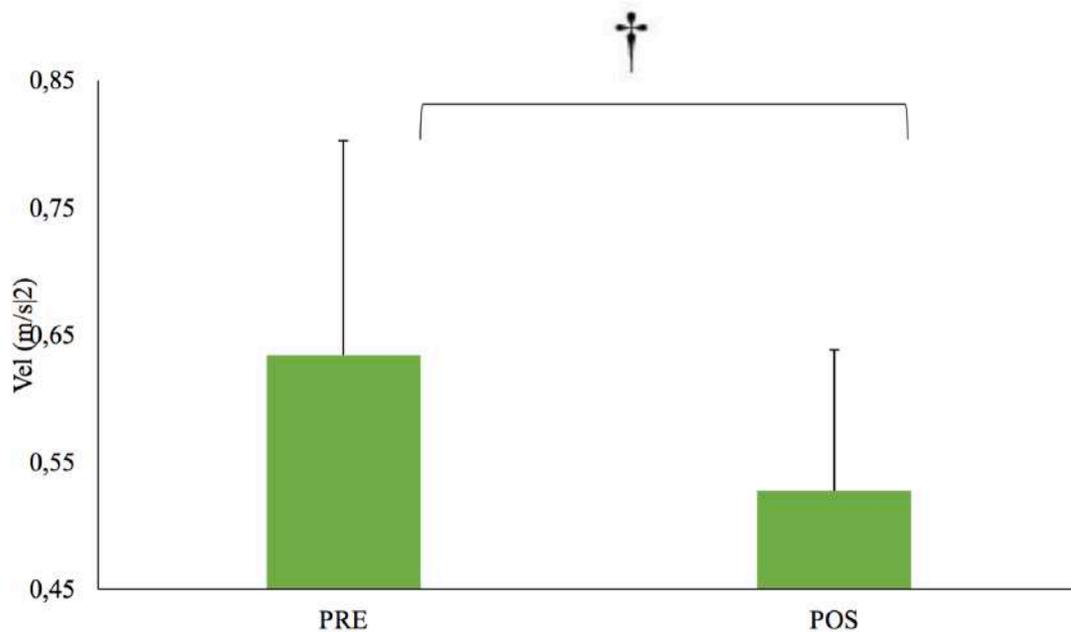


Ilustración 14. Representación gráfica del efecto principal de la variable velocidad máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre – post.

Para la variable potencia máxima, después de doce semanas de entrenamiento se observó un efecto principal de momento, evidenciándose que el momento post fue mayor en la obtención de la potencia que el momento pre ($p < 0,05$) respectivamente. Es importante mencionar que los datos analizados por el encoder lineal son de la fase negativa. (ilustración 20

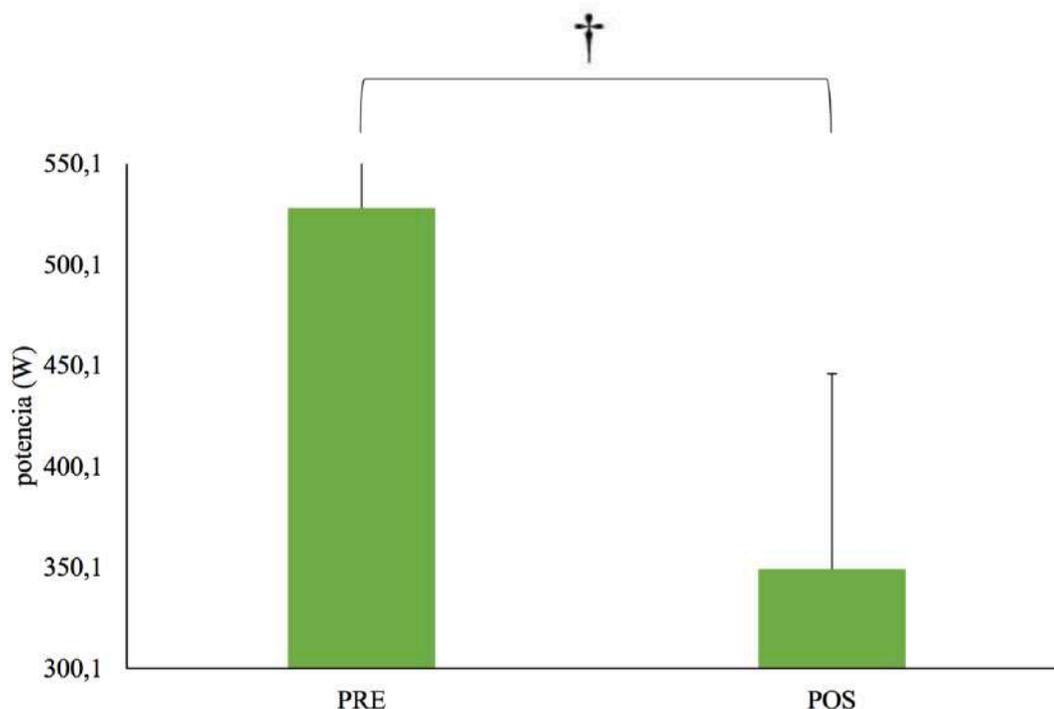


Ilustración 15. Representación gráfica del efecto principal de la variable potencia máxima (W) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre – post.

Los resultados post hoc del **tren inferior** muestran que en el momento pre el desempeño de grupo ondulado fue significativamente menor en comparación del grupo lineal ($P < 0,05$) y No periodizado ($P < 0,05$). En la comparación del momento pre y pos los tres grupos demuestran un aumento significativo ($p < 0,05$), se evidencia una mejora superior por parte del grupo no periodizados que presenta un aumento del -29,8%, en comparación del -6,5% y -18,2% para el grupo lineal y ondulado respetivamente. De esta manera el momento post los valores de los tres grupos se cambian, al existir evidencia de diferencia significativa entre el grupo lineal y el no periodizado, distinto con la comparación entre el grupo ondulado con el no periodizado, donde no existieron diferencias significativas. (ilustración 21)

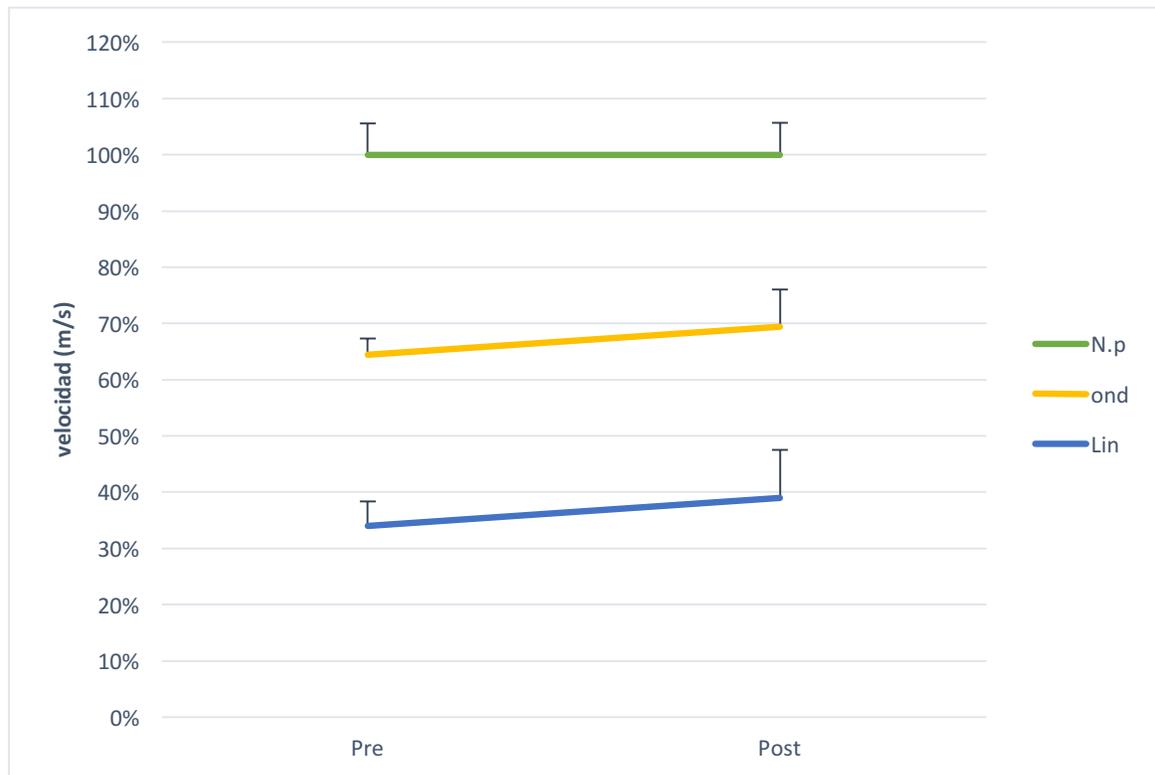


Ilustración 16. Representación gráfica de la interacción de la variable velocidad máxima (m/s) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post –test

Los resultados post hoc muestran que en el momento pre el desempeño de grupo ondulado fue significativamente menor en comparación del grupo lineal ($P < 0,05$) y No periodizado ($P < 0,05$). En la comparación del momento pre y pos los tres grupos demuestran un aumento significativo ($p < 0,05$), se evidencia una mejora superior por parte del grupo no periodizado que presenta un aumento del -50,5%, en comparación del -17,6% y -26,2 % para el grupo lineal y ondulado respetivamente. De esta manera el momento post los valores de los tres grupos se cambian, al existir evidencia de diferencia significativa entre el grupo lineal el no periodizado y el no periodizado; distinto con la comparación entre el grupo ondulado con el no periodizado, donde no existieron diferencias significativas. Es importante mencionar que los datos analizados por el encoder lineal son de la fase negativa (figura 18)

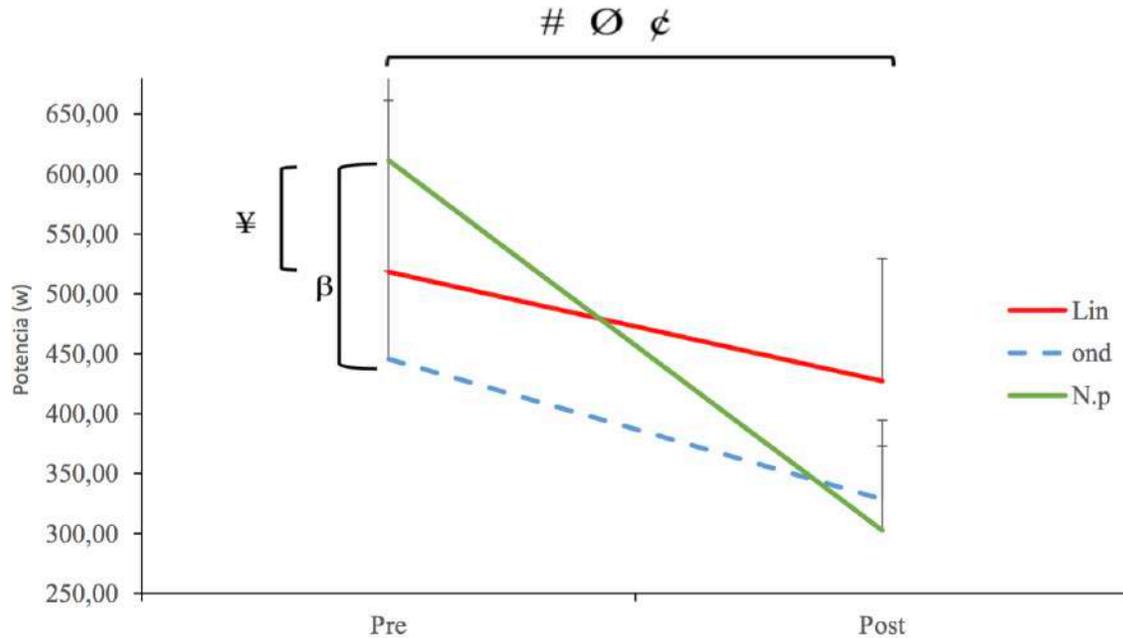


Ilustración 17. Representación gráfica de la interacción de la variable potencia máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre - test y post -test

Se observó en fuerza un efecto principal de momento, evidenciándose que el momento post fue mayor en la obtención de la fuerza que el momento pre ($p < 0,05$). Es importante mencionar que los datos analizados por el encoder lineal son negativos (ilustración 23)

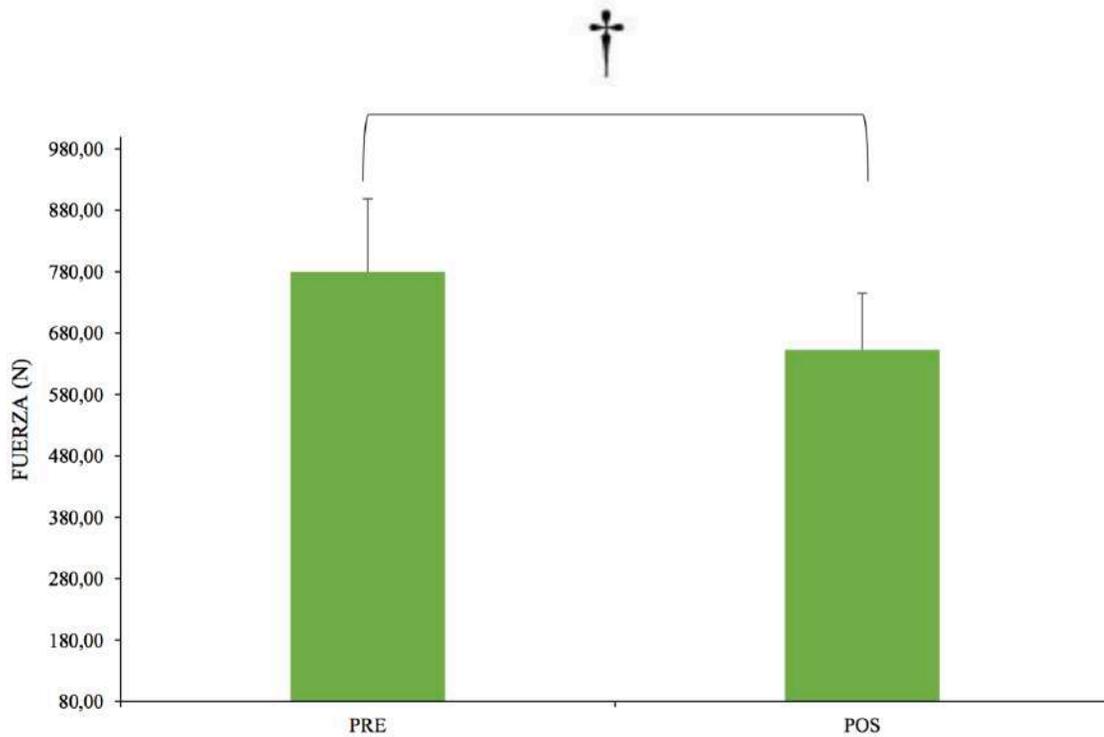


Ilustración 18. Representación gráfica del efecto principal de la variable fuerza máxima (N) después de doce semanas de entrenamiento, para los grupos de entrenamiento lineal, ondulado y no periodizado. Ø= Diferencias significativas entre pre – post.

En lo que respecta a la variable aceleración máxima en la intervención esta no obtuvo interacción ni efectos principales

DISCUSIÓN

Después de 12 semanas de intervención se establece que un programa de entrenamiento de fuerza máxima excéntrica con cargas del 80% en adelante en mujeres jóvenes no entrenadas universitarias, implementados en dos grupos experimentales (lineal y ondulado) resultó en un aumento significativo de las manifestaciones de la (fuerza, potencia, velocidad y aceleración máxima) en el tren superior, destacándose significativamente el grupo experimental lineal sobre los grupos ondulado y el no periodizado. Distintos son los hallazgos encontrados en el tren inferior, donde estos manifiestan que fueron significativo en los efectos de la fuerza en el grupo no periodizado al cual no se les controlaron (periodizaron) las cargas de trabajo.

Otro hallazgo se obtiene cuando al finalizar la intervención ningún sujeto objeto de estudio sufrió algún tipo de lesión óseo-muscular, contrario a investigaciones previas que encontraron riesgos de lesión utilizando este tipo de método (Arboleda S, 2014 y Wirth, K et al., 2015). Seguidamente estudios previos han encontrado beneficios importantes en la realización del trabajo periodizado en lo que concierne a la obtención de la fuerza máxima a corto plazo, Steven Fleck; 2003; Fleck, 2011) demostraron la importancia de periodizar las cargas de trabajos en sujetos no entrenados. Por otra parte, al referirse a las periodizaciones de la fuerza se destacan la lineal en el tren superior y la no periodizada en tren inferior, hallazgos totalmente distintos a los de (Andrew Morrow 2004 y Matthew Ra 2002) quienes determinan una estimación alta en sus resultados destacando a la periodización ondulada (diaria).

Barbosa, B. (2014) determinó que el trabajo de la fuerza excéntrica mejora la fuerza máxima en corto plazo en la pierna dominante, encontrando incrementos en 1RM de la pierna contralateral de los dos grupos de 13.63 ± 4.31 kg/fz ($p \leq 0.05$), para GC, y 15.56 ± 3.05 kg/fz ($p \leq 0.05$), resultados semejantes a los encontrados en la presente investigación en el tren superior con una interacción entre los factores momento y grupo (Lambda de Wilks=0,52; $F_{2,72} = 6,50$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,27$), en la variable de fuerza $F_{2,72} = 12,2$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,25$; obteniendo un aumento significativo por parte del grupo lineal representado en -31,9%, en comparación del -12,1% y -13,3% para el grupo ondulado y el no periodizado respectivamente. Mientras que en el tren inferior se encontraron efectos principales de momento (Lambda de Wilks= 0,28; $F_{1,72} = 43,9$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,71$), para las variables de fuerza ($F_{1,72} = 22,09$; $p < 0,05$);

Estudios previos han encontrado beneficios importantes en la realización del trabajo periodizado en lo que respecta a la obtención de la fuerza máxima a corto plazo, (Steven Fleck 2003 y Fleck 2011) demostraron la importancia de periodizar las cargas de trabajos en sujetos no entrenados. Los resultados de este estudio son similares a los anteriormente mencionados donde se visualiza la importancia de la periodización de la fuerza en los diferentes planes de entrenamiento llevados a cabo en poblaciones no entrenadas. Del mismo modo, al comparar los resultados de diferentes estudios enfocados en las periodizaciones lineales y onduladas diarias, en este trabajo la periodización que prevaleció en el tren superior fue la lineal. En la comparación del momento pre y pos los tres grupos demuestran un aumento significativo ($p < 0,05$), se evidencia una mejora superior por parte del grupo lineal que presenta un aumento del 91,5%, en comparación del -0,2% y 55,0% para el grupo ondulado y no periodizado respectivamente. Mientras que en el tren inferior fue el grupo no periodizado en la comparación del momento pre y pos los tres grupos demuestran un aumento significativo ($p < 0,05$), se evidencia una mejora superior por parte del grupo no periodizados que presenta un aumento del -29,8%, en

comparación del -6,5% y -18,2% para el grupo lineal y ondulado respectivamente. De esta manera el momento post los valores de los tres grupos se cambian, al existir evidencia de diferencia significativa entre el grupo lineal y el no periodizado, distinto con la comparación entre el grupo ondulado con el no periodizado, donde no existieron diferencias significativas

Estudios previos han utilizado el trabajo de la fuerza excéntrica en diferentes contextos, unos en entorno de la obtención de la fuerza máxima, otros en las recuperaciones de algunas lesiones, fortalecimiento muscular entre otros, pero gran parte de las investigaciones vienen direccionadas con la ganancia de la fuerza máxima, diferente a este trabajo donde nos centramos en analizar las variables antes mencionadas. Algunos de estos estudios se presentan a continuación, De Hoyo et al., (2016) quienes demostraron por medio del trabajo de la fuerza excéntrica a corto plazo mejoras en los movimiento del tiempo de contacto, el tiempo de frenado, y la fase de propulsión en jugadores de futbol, mostrando una mejoría substancial (probable) en CT (ES: 0.72) y BT (ES: 0.74) durante el corte lateral, y en rPB (ES: 0.84) y rB_IMP (ES: 0.72) durante el corte cruzado, en el grupo experimental (EXP) en comparación con el grupo de control (CON), quien mejoró, pero no significativamente, estos entrenaron por medio de ejercicios de media sentadilla y leg curl. Así mismo González et al., (2018) y Monteagudo (2017), quienes mencionan que el trabajo de sobre cargas excéntricas en futbolistas mejora sustancialmente el salto en contramovimiento (CMJ), la potencia, en el tren inferior y la fuerza, en periodos cortos de entrenamientos. La diferencia entre nuestro estudio y las anteriores investigaciones mencionadas, se enfocan en que, en la actual investigación no se encontraron diferencias entre grupos si no entre pruebas, las evaluaciones se realizaron con un encoder lineal, mientras que este se evalúa con un instrumento YoYo Technology AB, Estocolmo, Suecia) usando (media sentadilla YoYo en cuclillas). El objetivo de los jugadores era mejorar un gesto en el fútbol, y encontrar mejorar en la potencia, mientras que este estudio se enfatizó en analizar los efectos

generados por medio del método excéntrico en las variables fuerza, aceleración, potencia y velocidad máxima en sujetos no entrenados. Por lo tanto, lo que se asemeja a los presentes resultados se dan en la importancia de los grupos experimentales en los procesos de intervención siendo estos los que obtuvieron mejores resultados, como en el caso de grupo lineal quien sobresalió en el tren superior a diferencia con el tren inferior donde todos los grupos fueron significativos, pero, al ser comparados detalladamente se evidencia un aumento en el grupo no periodizado.

Continuando con lo anterior, Candía, R. (2014) afirma que el entrenamiento inercial produce un incremento significativo en la fuerza y la masa muscular tanto con acciones excéntricas como concéntricas, aunque en mayor medida con las excéntricas, del mismo modo, manifiesta que el principal resultado de su proyecto es: La pierna que entreno por medio del método excéntrico tuvo un incremento de fuerza de 13,0 +- 11 kg contrario a la pierna que entreno por medio del método concéntrico. Los aportes de esta investigación nuevamente edifican la importancia del trabajo de la fuerza excéntrica en cualquier segmento del cuerpo humano; siendo este trabajo similar al desarrollado en la investigación actual donde se evaluó con un instrumento de medición encoder lineal, encontrando resultados significativos en las variables evaluadas por medio de la aplicación del método excéntrico.

Se tiene presente que en la investigación anterior se comparó mujeres y hombres mientras que en la actual se evaluó mujeres jóvenes no entrenadas universitarias. Por otra parte, encontramos a Mayacela, C, (2014) y Rodríguez et al., (2012), el primero indica que las mujeres futbolistas tienen un aumento del porcentaje muscular y el perímetro de pierna como consecuencia del entrenamiento excéntrico y el segundo menciona que el ejercicio excéntrico con bajo volumen e intensidad en los flexores de rodilla provoca adaptaciones favorables en indicadores indirectos de daño muscular, protegiendo del daño muscular en las sesiones posteriores de ejercicio excéntrico. Estos últimos trabajos traídos a colación tienen un enfoque

distinto al presentado actualmente, sus objetivos vienen direccionados en un deporte específicos o rehabilitación muscular, distinto a este trabajo donde el objetivo era analizar el comportamiento de las variables de fuerza, aceleración, potencia y velocidad máxima en mujeres jóvenes universitarias utilizando la periodización de la fuerza.

Schroeder T, (2014) manifiesta que el trabajo de la fuerza excéntrica aplicado en todo el cuerpo evidencia resultados significativos en los grupos de intervención con un aumento del 20% y 40% de ganancia de fuerza máxima. Así mismo, determina que el entrenamiento excéntrico submáximo es óptimo para lograr adaptaciones musculo esqueléticas. Por otra parte, Hojun, Lee et al., (2018) manifiesta que el trabajo de la fuerza máxima tanto en baja frecuencia como a frecuencia moderada logra aumento de la fuerza máxima en el tren superior en sujetos no entrenados universitarios y finalmente aparece Dimitrios Stasinopoulos et al., (2017) quien determina que el entrenamiento la fuerza excéntrica-concéntrica produjo el mayor efecto en la reducción del dolor y la mejoría de la función al final del tratamiento de lesiones de tendinopatias en ($p < 0,05$) y en cualquiera de los puntos temporales de seguimiento ($p < 0,05$). Los anteriores trabajos se asemejan en gran parte al realizado en esta investigación debido al protocolo de intervención utilizando en 12, 14 o 16 semanas, en los grupos de intervenciones utilizados siendo 3, en las evaluaciones realizadas 1 RM, en las poblaciones objetó de estudio siendo estudiantes universitarios, en la utilización del tren superior para las valoraciones, en la semejanza en el aumento de la fuerza y efectos significativos en las distintas variables antes mencionadas.

En lo que respeta a las variables objeto de estudio se encontraron resultados importantes que habilitan un camino importante por descubrir, en este caso en el tren superior las cuatro variables sufrieron efectos significantes en la mejora de su rendimiento, algunas con efectos principales como la potencia, velocidad y otras con interacciones como la fuerza y la aceleración máxima. Por su parte, en el tren inferior los cambios se evidenciaron en la mayoría de las

variables a diferencia con la aceleración máxima que no obtuvo ningún resultado favorable, mientras que la velocidad, la potencia obtuvieron resultados con interacción y la fuerza unos efectos principales. Contrario a estos resultados obtenidos en la aceleración máxima del tren inferior aparece López et al., (2016) quien en su trabajo desarrollado con futbolistas encontraron cambios en la aceleración, presentando correlación significativa con los cambios en la aplicación de fuerza en sentadilla ($r = -0.531/-0.642$, $p \leq 0.05$) y el volumen de entrenamiento de fuerza efectuado ($r = -0.532/-0.564$, $p \leq 0.05$), por lo cual, a mayor carga utilizada en los deportistas menor va a hacer la aceleración.

Sato et al., (2009) con su trabajo enfocado en el levantamiento de pesas, los resultados mostraron que la intensidad tiene un efecto significativo en la barra de pico, aceleración ($F(2,16) = 11.49$, $p < .001$), así mismo, la aceleración máxima de la barra disminuyó a medida que el nivel de intensidad aumentó (80%: 19.63 ± 3.04 , 85%: 16.78 ± 3.56 , 90%: 13.65 ± 3.50) y por último Cronin, JB et al., (2003), con su trabajo direccionado por medio del ciclo estiramiento y acortamiento en press banca balística, determinaron que la fase de aceleración, logro cambios iniciales desde el 63.8% en la duración (tiempo) de la fase concéntrica hasta un 82.9%, este rango se encuentra entre el 30% y el 80% de la 1-RM. Cabe mencionar que la fase analizada por estos investigadores fue la positiva.

CONCLUSIONES

En tren superior por medio de (press banco) hubo ganancias de la fuerza máxima (interacción) en el posttest, significa esto que el programa de entrenamiento de 12 semanas de la fuerza excéntrica si obtuvo efecto en la obtención de la fuerza máxima.

En tren superior por medio de (media sentadilla) se encontraron efectos principales entre los momentos pre y pos en las variables de evaluación. (Fuerza, potencia y velocidad). Luego del programa de entrenamiento de 12 semanas.

En tren inferior por medio de (media sentadilla) hubo ganancias (efectos principales) de la fuerza máxima en los el posttest, significa esto que el programa de entrenamiento de 12 semanas de la fuerza excéntrica si obtuvo efecto en la obtención de la fuerza máxima

El trabajo de la fuerza excéntrica en personas no entrenadas genera cambios favorables en las variables de fuerza, velocidad, potencia y aceleración.

El desarrollo del método excéntrico en mujeres no entrenadas no genera lesiones osteo-musculares en los sujetos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Caldwell, Andrew Morrow (2004). A Comparison of Linear and Daily Undulating Periodized Strength Training Programs." Electronic Theses and Dissertations. Paper 954.
 2. Arroyo-Toledo, J. J., Clemente, V. J., González-Rave, J. M., Ramos Campo, D. J., & Sortwell, A. D. (2014). Comparación entre Periodización Tradicional y Periodización Inversa: Rendimiento en Natación y Valores Específicos de Fuerza-International Endurance Group. *PubliCE*.
 3. Arboleda, S. (2014). Efecto de un entrenamiento con sobre carga excéntrica sobre la fuerza, la capacidad funcional y la masa muscular en personas mayores de 65 años. Universidad de león España. Doctorado ciencia de la actividad física. Science Direct
 4. Baechle T, (2000). Esencial de entrenamiento de fuerza y acondicionamiento. NSCA. chanpaign: cinetica humana.
 5. Barbosa, B. (2014). Efectos del entrenamiento de fuerza excéntrico versus concéntrico sobre el efecto cruzado.
 6. Bompa. T. (2002). Periodización de la Fuerza. La nueva onda del entrenamiento de la fuerza.
 7. Capdepon Tortosa, L. (2017). Potenciación Post-Activación con dispositivos de sobrecarga excéntrica.
 8. Cornacchia, I; bompa (2010). Musculación y entrenamiento avanzado, periodización para conseguir fuerza y masa muscular programas. *rutinas y dietas*.
 9. Concha-Cisternas, Y. F., Guzman-Muñoz, E. E., & Marzuca-Nassr, G. N. (2017). Efectos de un programa de ejercicio físico combinado sobre la capacidad funcional de mujeres mayores sanas en Atención Primaria de Salud. *Fisioterapia*, 39(5), 195-201.
-

10. Chulvi I. (2015). Consideraciones generales sobre el entrenamiento funcional. 3Universidad Tecnológico de Monterrey. Presidenta de la Asociación de Entrenamiento Funcional de México A.C
 11. Chugá Elizalde, W. R. (2016-03-11). La metodología usada por los entrenadores para alcanzar el desarrollo de la hipertrofia muscular en las personas que acuden a ejercitarse en los gimnasios en la ciudad de Ibarra en el año 2014. (Bachelor's thesis). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4691>
 12. de Hoyo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., Domínguez-Cobo, S., Fernandes, O., ... & Gonzalo-Skok, O. (2016). Effects of 10-week eccentric overload training on kinetic parameters during change of direction in football players. *Journal of sports sciences*, 34(14), 1380-1387.
 13. Stasinopoulos, D., & Stasinopoulos, I. (2017). Comparison of effects of eccentric training, eccentric-concentric training, and eccentric-concentric training combined with isometric contraction in the treatment of lateral elbow tendinopathy. *Journal of hand therapy*, 30(1), 13-19.
 14. Brown, J., Broderick, AJ y Lee, N. (2007). Comunicación boca a boca en comunidades online: Conceptualización de la red social online. *Revista de marketing interactivo* , 21 (3), 2-20.
 15. De Hoyo, M., De La Torre, A., Pradas, F., Sañudo, B., Carrasco, L., Mateo-Cortes, J., ... & Gonzalo-Skok, O. (2015). Effects of eccentric overload bout on change of direction and performance in soccer players. *International journal of sports medicine*, 36(04), 308-314.
 16. Fleck S. J, Kraemer W. J.(2004). Resistance training: basic principles part 1. *PhysSportsmed*1988; 16: 160-71.
-

17. Fleck (2003) entrenamiento de la fuerza periodizado: una revisión crítica. *publice Premium. ciencias del ejercicio.*
 18. González, J, y cols, (2018) En su trabajo Efectos a corto plazo de un programa de entrenamiento de sobrecarga excéntrica sobre el rendimiento físico en jugadores de fútbol de élite U-16. Copyright: Federación Española de Asociaciones de Docentes de Educación Física (FEADEF) ISSN: Edición impresa: 1579-1726. Edición Web: 1988-2041.
 19. González-Badillo, J.J. y Ribas, J. (2002) Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE.
 20. González-Badillo, J.J., E.M. Gorostiaga, R. Arellano, and M. Izquierdo (2005). Moderate resistance training volumen produces more favourable strength gains than high or low volumes. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 19 (3): 689-697
 21. González-Badillo, J.J., M. Izquierdo, and E.M. Gorostiaga (2006). Moderate volume of high relative training intensity produces greater strength gains compared with low and high volumes in competitive weightlifters. *The Journal of Strength and Conditioning Research.* 20(1): 73-81
 22. Hollander, B. y cols (2007) Maximal eccentric and concentric strength discrepancies between young men and women for dynamic resistance exercise. *J. Strength Cond. Res,* 21, 4-40
 23. Kay, AD, Blazevich, AJ, Fraser, M., Ashmore, L. y Hill, MW (2020). El ejercicio excéntrico isocinético mejora sustancialmente la movilidad, la fuerza muscular y el tamaño, pero no las métricas de balanceo postural en adultos mayores, con regresión limitada observada después de un período de desentrenamiento. *Revista europea de fisiología aplicada* , 120 (11), 2383-2395.
-

24. Mayacela, C. Utilización de la contracción muscular excéntrica como método de tratamiento en las lesiones de la musculatura isquiotibial en las jugadoras de fútbol femenino de la PUCE. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Quit.
 25. Hasegawa, H., Dziados, J., Newton, RU, Fry, AC, Kraemer, WJ y Häkkinen, K. (2002) En Fuerza entrenamiento para el deporte(Eds, Kraemer, WJ y Häkkinen, K.,.) Blackwell Sciences,
 26. Hass CJ, Feigenbaum MS, Franklin BA. Prescription of resistance training for healthy populations. *SportsMed*2001; 31: 953-64.
 27. Hojun, Lee y cols (2018). El Efecto del Entrenamiento de Fuerza de 12 Semanas sobre la Fuerza Muscular y la Composición Corporal en Mujeres Jóvenes No Entrenadas: Implicaciones de la Frecuencia del Ejercicio. journal [PubliCE](#)
 28. Jimenes, A. (2003). Fuerza y salud, la actividad musculo esquelectica. El entrenamiento de la fuerza y la salud
 29. Matthew R, (2002) Comparison of Linear and Daily Undulating Periodized Programs with Equated Volume and Intensity for Strength. Exercise and Wellness Research Laboratory, Department of Exercise Science and Physical Education, Arizona. State University, Tempe, Arizona 85287.
 30. Monteagudo P, (2017). Entrenamiento con sobrecarga excéntrica: cambios en el rendimiento en jugadores de baloncesto. Facultad de Ciencias Sociosanitarias.
 31. Luján, R. C. (2014). Efectos sobre la masa muscular y las manifestaciones de la fuerza, del entrenamiento unilateral excéntrico vs concéntrico. (*Doctoral dissertation, Universidad de León*).
-

32. Nacleiro, F, (2010). Evaluación y control del entrenamiento de fuerza de fuerza en el deporte. Curso a distancia de entrenamiento de la fuerza. www.sobreentrenamiento.com
 33. Nibali, M. L., Chapman, D. W., Robergs, R. A., & Drinkwater, E. J. (2015). Considerations for determining the time course of post-activation potentiation. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1163-1170.
 34. American College of Sport Medicine (2014). Directrices del ACSM para pruebas de ejercicio y prescripción.
 35. García-Pallares, J., García-Fernández, M., Sánchez-Medina, L., & Izquierdo, M. (2015). Cambios en el Rendimiento de Piragüistas de Nivel Mundial tras la Aplicación de dos Modelos Diferentes de Periodización del Entrenamiento-International Endurance Group. *PubliCE*.
 36. Rodríguez García, P. L. (2002). Prescripción de ejercicio físico para el acondicionamiento muscular. *Selección (Madr.)*, 191-201.
 37. Rodríguez-Casares, R., Aguado, X., & Alegre, L. M. (2012). Ejercicio excéntrico de baja intensidad y daño muscular en mujeres jóvenes. Un estudio piloto. *Cultura, ciencia y deporte*, 7(19), 25-34.
 38. Schroeder, T., & Jaque, V. (2004). Adaptaciones Musculoesqueléticas a un Programa de Entrenamiento de la Fuerza Progresivo Excéntrico de 16 Semanas en Mujeres Jóvenes-G-SE/Editorial Board/Dpto. Contenido. *PubliCE*
 39. Sato, K., Fleschler, P. y Sands, W. (2009). Análisis de aceleración con barra en varias intensidades de levantamiento de pesas. En *ISBS-Conference Proceedings Archive* .
 40. Robertson, R. y cols (2003). Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(2), 333–341.
-

41. Cronin, J.B., McNair, P.J. y Marshall, R.N., 2003. Force-velocity analysis of strengthtraining techniques and load: implications for training strategy and research. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, Feb, vol. 17, no. 1, pp. 148-55.
 42. Lagally, K. M. (2013). Using Ratings of Perceived Exertion in Physical Education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 84(5), 35–39. <https://doi.org/10.1080/07303084.2013.779533>
 43. Rhea metthew y cols (2004) Una comparación de los programas periodizados lineales y de ondulación diaria de igual volumen e intensidad para el desarrollo de la fuerza. *Publice Premium*.
 44. Schwingshandl et al., (1999). EVect of an individualised training programme during weight reduction on body composition: a randomised trial.
 45. Tuarez m, (2014). análisis del comportamiento del desarrollo de la fuerza explosiva de los músculos de las piernas en la rapidez de traslación de los futbolistas de la categoría sub 15 de la provincia del guayas, durante el año 2014. Babahoyo – los ríos – ecuador.
 46. Voet NBM, van der Kooi EL, van Engelen BGM, Geurts ACH. (2013). Strength training and aerobic exercise training for muscle disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
 47. Wirth, K., Keiner, M., Szilvas, E., Hartmann, H., & Sander, A. (2015). Effects of eccentric strength training on different maximal strength and speed-strength parameters of the lower extremity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1837-1845.
 48. Kraemer, W. (2006). *Entrenamiento de la fuerza*. Editorial Hispano Europea.
 49. Zhelyazkov, T. (2001). Bases del entrenamiento deportivo. Barcelona: *Paidotribo*
 50. Zatsiorsky, V.M (1995). Science and practice of strength training. Champaign, Illinois. *HumanKinetics*.
-

51. Johnson, A., Javier, F., & Sanz Rubio, M. C. (2018). Efectos del ejercicio excéntrico “Nordic Hamstring” sobre la musculatura isquiotibial de deportistas con demandas de carrera de alta intensidad. Revisión sistemática.
52. Johnson, Samantha (2018). Efecto de un programa de entrenamiento excéntrico de 8 semanas sobre la fuerza y el equilibrio en adultos mayores, *Revista Internacional de Ciencias del Ejercicio* : Vol. 11: Iss. 3, páginas 468 - 478.
53. Hammami, R., Duncan, M. J., Nebigh, A., Werfelli, H., & Rebai, H. (2020). The Effects of 6 Weeks Eccentric Training on Speed, Dynamic Balance, Muscle Strength, Power, and Lower Limb Asymmetry in Prepubescent Weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
54. Tomás, A., Javier, F., & Sanz Rubio, M. C. Efectos del ejercicio excéntrico “Nordic Hamstring” sobre la musculatura isquiotibial de deportistas con demandas de carrera de alta intensidad. Revisión sistemática.
55. Drury, B., Ratel, S., Clark, CCT, Fernandes, JFT, Moran, J. y Behm, DG (2019). Entrenamiento de resistencia excéntrico en la juventud: perspectivas para el desarrollo atlético a largo plazo. *Revista de morfología funcional y kinesiología* , 4 (4), 70. doi: 10.3390 / jfmk4040070
56. Hammami R, Duncan MJ, Nebigh A, Werfelli H, Rebai H. Los efectos del entrenamiento excéntrico de 6 semanas sobre la velocidad, el equilibrio dinámico, la fuerza muscular, la potencia y la asimetría de las extremidades inferiores en levantadores de pesas prepúberes. *Revista de investigación de fuerza y acondicionamiento*. 2020 mayo. DOI: 10.1519 / jsc.0000000000003598.
57. Benford, J., Hughes, J., Waldron, M. y Theis, N. (2020). Entrenamiento concéntrico versus excéntrico: efecto sobre la fuerza muscular, la morfología regional y la arquitectura. *Medicina deportiva traslacional* .
58. Tøien T, Pedersen Haglo H, Unhjem R, Hoff J, Wang E. Maximal strength training: the impact of eccentric overload. *J Neurophysiol*. 2018 Dec 1;120(6):2868-2876. doi: 10.1152/jn.00609.2018. Epub 2018 Oct 17. PMID: 30332319.
59. Kay, AD, Blazeovich, AJ, Fraser, M., Ashmore, L. y Hill, MW (2020). El ejercicio excéntrico isocinético mejora sustancialmente la movilidad, la fuerza muscular y el tamaño, pero no
-

las métricas de balanceo postural en adultos mayores, con regresión limitada observada después de un período de desentrenamiento. *Revista europea de fisiología aplicada* , 120 (11), 2383-2395.

60. Garrosa, F. N., del Campo Vecino, J., & Fernández, C. B. (2019). *Efectos de los juegos reducidos y el entrenamiento de fuerza con sobrecarga excéntrica en jugadoras de fútbol Sub23* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid).
 61. López Segovia, M. (2016). La fuerza, la aceleración y la resistencia como indicadores de la condición física en jugadores de fútbol de 17-21 años.
 62. Hedayatpour, N., & Falla, D. (2015). *Physiological and neural adaptations to eccentric exercise: mechanisms and considerations for training*. *BioMed research international*, Volume 2015, Art. ID 193741, 7 p., [http://dx. doi.org/10.1155/2015/193741](http://dx.doi.org/10.1155/2015/193741).
 63. Moritani, T., Muramatsu, S., & Muro, M. (1987). *Activity of motor units during concentric and eccentric contractions*. *The American Journal of Physical Medicine*, 66 (6), 338–350.
 64. Maroto-Izquierdo, S., García-López, D., & de Paz, J. (2017). *Functional and muscle-size effects of flywheel resistance training with eccentric-overload in professional handball players*. *Journal of human kinetics*, 60(1), 133-143.
 65. C. Vila-Chã, D. Falla y D. Farina, (2010). Comportamiento de la unidad motora durante las contracciones submáximas después de seis semanas de entrenamiento de resistencia o de fuerza", *Journal of Applied Physiology*. vol. 109, no. 5, págs. 1455–1466.
 66. Patten, G. Kamen y DM Rowland (2001). Adaptaciones en la tasa máxima de descarga de la unidad motora al entrenamiento de fuerza en adultos jóvenes y mayores", *Muscle & Nerve* , vol. 24, no. 4, págs. 542–550.
 67. M. van Cutsem, J. Duchateau y K. Hainaut (1998). Los cambios en el comportamiento de una sola unidad motora contribuyen al aumento de la velocidad de contracción después del entrenamiento dinámico en humanos. *Journal of Physiology*, vol. 513, no. 1, págs. 295-305.
 68. JP Farthing y PD Chilibeck (2003). Los efectos del entrenamiento excéntrico y concéntrico a diferentes velocidades sobre la hipertrofia muscular, *European Journal of Applied Physiology* . Vol. 89, no. 6, págs. 578–586.
-

69. G. Kamen y CA Knight (2004). Adaptaciones relacionadas con el entrenamiento en la tasa de descarga de la unidad motora en adultos jóvenes y mayores", *Revistas de Gerontología A* , vol. 59, no. 12, págs. 1334-1338,
70. AR Pucci, L. Griffin y E. Cafarelli (2006) "Tasas máximas de activación de unidades motoras durante el entrenamiento de resistencia isométrica en hombres" , *Fisiología Experimental* . Vol. 91, no. 1, págs. 171-178.
71. TJ Dartnall, NC Rogasch, MA Nordstrom y JG Semmler (2009). El daño muscular excéntrico tiene efectos variables sobre los umbrales de reclutamiento de unidades motoras y los patrones de descarga en los músculos flexores del codo", *Journal of Neurophysiology* , vol. 102, no. 1, págs. 413–423,
72. TW Kaminski, CV Wabbersen y RM Murphy (1998). Entrenamiento de fuerza concéntrico versus excéntrico mejorado de los isquiotibiales: implicaciones clínicas", *Journal of Athletic Training* , vol. 33, no. 3, págs. 216-221.
73. Nardone, C. Romano y M. Schieppati (1989). Reclutamiento selectivo de unidades motoras humanas de alto umbral durante el alargamiento isotónico voluntario de los músculos activos", *The Journal of Physiology* , vol. 409, págs. 451–471,
74. DG Behm y DG Sale (1993). La velocidad de movimiento intencionada más que la real determina la respuesta de entrenamiento específica de la velocidad", *Journal of Applied Physiology* , vol. 74, no. 1, págs. 359–368.
-

CARLOS ENRIQUE GARCÍA YERENA Mg
NELSON ADOLFO MARIÑO LANDAZÁBAL Ph.D

EL MÉTODO EXCÉNTRICO DE ENTRENAMIENTO APLICADO AL ESTUDIO DE LAS MANIFESTACIONES DE LA FUERZA MUSCULAR

