

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE LA SANTÍSIMA CONCEPCIÓN

FACULTAD DE EDUCACIÓN

PEDAGOGÍA EN EDUCACIÓN FÍSICA



**COMPARACIÓN DE LOS CAMBIOS INDUCIDOS EN LA FUERZA
DINÁMICA MÁXIMA Y LA ALTURA DE SALTO ENTRE
ENTRENAMIENTOS ORIENTADOS AL DESARROLLO DE LA FUERZA
MÁXIMA Y POTENCIA.**

Seminario de Investigación para optar al grado académico de Licenciado en
Educación.

PROFESOR GUIA: PhD. AMADOR GARCÍA RAMOS

ESTUDIANTES: FERNANDA BAEZA MARDONES

ANTONIA JOFRÉ SEGUEL

CLAUDIA PARRA PLAZA

NICOLÁS ROMERO FIGUEROA

DIEGO TOLEDO QUEZADA

Octubre, 2020

Concepción, Chile.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
ÍNDICE DE TABLAS	4
ABREVIACIONES.....	5
RESUMEN.....	6
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.....	9
1.1. Capacidades físicas.....	9
1.2. La fuerza.....	11
1.3. Entrenamiento.....	13
1.4. Métodos de entrenamiento de la fuerza.....	15
1.4.1. Fuerza Máxima.....	15
1.4.2. Hipertrofia.....	19
1.4.3. Resistencia muscular.....	21
1.4.4. Potencia muscular.....	23
1.5. Variables por considerar en el entrenamiento de fuerza.....	26
1.5.1. Acción muscular.....	28
1.5.2. Volumen.....	29
1.5.3. Intensidad.....	31
1.5.4. Selección de ejercicios y orden.....	32
1.5.5. Tiempo de recuperación.....	33
1.5.6. Velocidad de ejecución.....	34
1.5.7. Frecuencia.....	35
CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL TEÓRICO.....	35
2.1. Importancia del entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento físico.....	35
2.2. Métodos de entrenamiento.....	36
2.2.1. Entrenamiento de fuerza orientado al desarrollo de la fuerza máxima... ..	39
2.2.2. Entrenamiento de fuerza orientado al desarrollo de la potencia.....	42
2.3. Variables para evaluar la función de los miembros inferiores.....	43
2.3.1. Repetición máxima.....	47
2.3.2. Salto vertical.....	50
2.4. Objetivo general, objetivos específicos e hipótesis.....	53

2.4.1. Objetivo general.	53
2.4.2. Objetivos específicos.....	54
2.4.3 Hipótesis.	54
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.	54
3.1. Diseño experimental.	55
3.2. Variables de estudio.	56
3.3. Participantes de la investigación.....	56
3.3.1 Población.....	56
3.3.2 Muestra.	56
3.4 Procedimientos de evaluación.	57
3.5. Descripción del entrenamiento.....	58
3.6. Estandarización de la técnica del ejercicio.....	59
3.6.1. Sentadilla.....	59
3.6.2. Salto vertical.	59
3.7. Equipamiento e instrumentos de evaluación	60
3.8. Análisis estadístico.....	61
CAPITULO IV: RESULTADOS.	62
CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	64
5.1 Discusión.	64
5.2. Fiabilidad.....	66
5.3. Cambios en la repetición máxima.....	70
5.4. Cambios en la altura de salto.....	71
5.5. Limitaciones y directrices para futuras investigaciones.	73
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y APLICACIÓN PRÁCTICAS.	73
6.1. Conclusiones.....	73
Aplicaciones prácticas.	74
ANEXOS.	75
REFERENCIAS	77

DEDICATORIA.

A ustedes, institución, docentes y compañeros que hicieron de este camino universitario algo posible, entregándonos las herramientas correctas para llegar a esta etapa con sabiduría. Gracias también, a cada una de nuestras familias, sin duda gran parte de esto es gracias a su apoyo incondicional brindado desde el primer día de universidad. Y a nosotros por permitir sobreponernos a las dificultades presentadas a lo largo de estos años y por mantenernos unidos a lo largo de este trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS.

A mi familia entera por siempre estarme animando, preguntando y alegrándose por mis logros; a mis amigas que siempre me hacen ver la vida con optimismo y me sacan sonrisas en tiempos de tormenta; a mi prima quien ha estado conmigo toda la vida y me nutre con su empatía y sabiduría; a todas las personas que me han dado su palabra de aliento y apoyo incondicional, tanto en los buenos como en los malos momentos de este proceso y de la vida misma.

Fernanda Baeza Mardones.

Quiero agradecer a mi familia y amigos por ser el soporte emocional necesario para poder sobrellevar este proceso con todas las complicaciones que tuvo. A mí misma, por lograrlo superando muchos procesos internos para dar paso a la vida profesional, en medio de un estallido social, posterior pandemia y todo lo que eso significó emocionalmente. A mi hija, Amalia, por acompañarme en este periodo y en todos los años de universidad, comprendiendo que significaba mi ausencia, muchas veces, prolongada. Sin duda este logro es de ambas.

Antonia Jofré Seguel.

A mis papás y hermanos, por su apoyo incondicional en todo momento, sobre todo en los tiempos difíciles que viví durante mi proceso universitario. A los docentes que siempre quisieron lo mejor para mi desarrollo profesional apelando a mis capacidades como futura docente. A los amigos que me entregó este largo proceso, que son contados con una mano, por siempre darme la motivación y des estrés necesario, y a mí, porque a pesar de todo nunca dejé de confiar en mi vocación.

Claudia Parra Plaza.

A mi familia; mis padres, mi hermano, mi tío y mi abuela. Cada uno de ellos personas únicas para mí, en todo el sentido de la palabra.

Y a todos mis amigos y seres queridos que me regaló la vida en este proceso, que me ayudaron y me ayudan a crecer. Va por todos ustedes.

Nicolás Romero Figueroa.

A mis compañero de grupo, por seguir trabajando a pesar de las dificultades; a los profesores que estuvieron conmigo y me ayudaron cuando más lo necesite; a mis grandes amigos que siempre me ayudaron y estuvieron conmigo; a mi hermano por su gran apoyo y cariño; a mi mamá por seguir levantándose día a día para darme lo mejor y poder seguir estudiando, apoyándome siempre a pesar de todo; finalmente a mi papá, que aunque sólo está en espíritu conmigo, me sigue dando fuerzas y ánimos día a día, porque gracias a él y a mi madre, esto se hizo posible

Diego Toledo Quezada.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Magnitud de 1 repetición máxima (1RM) y la altura de salto con contramovimiento (CMJ) de los dos pretest y el postest en los grupos de entrenamiento de fuerza (STG) y potencia (PTG).	63
--	----

ABREVIACIONES.

RM: Repetición Máxima.

ST: Fibras lentas.

RT: Fibras rápidas.

PAP: Potenciación-Post Activación.

CMJ: Salto con contramovimiento.

SJ: Salto sin contramovimiento.

DJ: Salto profundo.

RFD: Rate of force Development.

STG: Entrenamiento de fuerza.

PTG: Entrenamiento de potencia.

CV: Coeficiente de variación.

CCI: Coeficiente de correlación intraclase.

RESUMEN.

La siguiente investigación tuvo como objetivo general comparar el efecto de entrenamientos orientados al desarrollo de fuerza máxima y de potencia sobre la altura de salto y fuerza dinámica máxima. Se constituyó por 34 sujetos, todos varones, de los cuales sólo 32 fueron evaluados con post test. Constó de once sesiones dentro de las cuales se aplicaban cambios en las cargas y las intensidades, todo esto a las características de cada sujeto en estudio. En las dos primeras sesiones se realizó la aplicación de un pre test (uno por sesión). Las ocho sesiones siguientes fueron destinadas a la ejecución de entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza máxima o la potencia. El análisis de varianza aplicado sobre los valores de 1RM reveló un efecto principal significativo de tiempo ($F = 18,2$, $p < 0,001$) debido a los valores más altos en post-test ($140,0 \pm 23,8$ kg) en comparación con el Pre-test 2 ($128.3 \pm 29,1$ kg) (95% IC = 6,1 a 17.3 kg). Sin embargo, el efecto principal de grupo ($F = 0,4$, $p = 0,525$) y la interacción grupo x tiempo ($F = 0,1$, $p = 0,866$) no alcanzaron la significancia estadística. El análisis de varianza aplicado sobre los valores de altura de CMJ reveló un efecto principal significativo de tiempo ($F = 50,9$, $p < 0,001$) debido a los valores más altos en post-test ($36,3 \pm 5,6$ cm) en comparación con el Pre-test 2 ($32,4 \pm 5,4$ cm) (95% IC = 2,8 a 5,0 cm). Sin embargo, el efecto principal de grupo ($F = 1,5$, $p = 0,228$) y la interacción grupo x tiempo ($F = 3,3$, $p = 0,082$) no alcanzaron la significancia estadística. Se estimó que, a corto plazo, es recomendable el entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia ya que tiene un mayor efecto sobre la altura de salto sin comprometer las ganancias obtenidas de fuerza máxima. Además, este tipo de entrenamiento podría reducir, sobre todo en poblaciones con baja experiencia en entrenamiento, el riesgo de lesiones ya que las cargas de este tipo de entrenamiento son menores que las utilizadas en el entrenamiento de fuerza.

INTRODUCCIÓN.

En el ámbito deportivo desde hace ya varios años resulta muy importante para los profesores del área de la educación física, y sobre todo del entrenamiento, conocer diferentes aspectos en cuanto a opciones para poder mejorar el rendimiento deportivo de los atletas. Este conocimiento sobre los diversos aspectos que tienen relación con el rendimiento deportivo y su mejora tiene como fin entregar las herramientas necesarias y adecuadas al momento de planificar temporadas de entrenamiento, para así potenciar de una manera más eficiente las habilidades deportivas de cada uno de los deportistas, siempre de la mano de los objetivos que se necesiten en cada disciplina y/o sujeto. con el fin de entregar las herramientas necesarias y adecuadas al momento de planificar temporadas de entrenamiento, potenciando de una manera eficiente las habilidades deportivas de cada a uno de los deportistas, siempre de la mano de los objetivos que se necesiten dependiendo de cada disciplina y/o sujeto.

En cuanto al ámbito pedagógico, es importante que docentes y estudiantes conozcan de qué maneras se puede planificar adecuadamente un entrenamiento, ya sea por sesiones y/o temporadas. A medida que los cursos o niveles de educación avanzan, los objetivos de aprendizajes según las bases curriculares van dirigidos a la mejora de la condición física, esto va tomando cada vez más relevancia al momento de planificar una clase y es pertinente evaluar de qué forma los estudiantes aplican lo aprendido combinando habilidades motrices básicas y específicas al ejecutar un entrenamiento. De esta forma no sólo sabrán como entrenar correctamente sino también les permitirá conocer las manifestaciones de las diferentes capacidades físicas presentes en las acciones motrices realizadas diariamente.

Dentro de las variables para mejorar el rendimiento físico o deportivo encontraremos entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza, ya sea fuerza máxima o potencia. La fuerza constituye una capacidad muy importante en el ser humano, y puede manifestarse de formas diversas según los objetivos que se sigan o las condiciones particulares que se presenten (González Badillo y Gorostiaga, 2000; Bosco, 2000). El entrenamiento de fuerza es considerado actualmente como una de las metodologías más eficaces para mejorar el rendimiento deportivo, la salud y la prevención de la incidencia de lesiones fortuitas en deportistas de diferentes niveles y especialidades. El entrenamiento de la fuerza debido al amplio abanico de beneficios que posee es un método capaz de hacer frente a muchos de los principales problemas de salud del siglo XXI, además se trata también de una excelente actividad si los objetivos son principalmente de rendimiento físico, lo cual también la sitúa como una actividad a tener en cuenta para incluirla en el currículo de Educación Física.

La interrogante del estudio será conocer el resultado de la comparación de los cambios inducidos en la altura de salto y la fuerza dinámica máxima, determinados por entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza máxima y potencia, siendo este el objetivo principal de la investigación.

El estudio se desarrollará durante once sesiones. En las primeras dos sesiones se evaluará el salto vertical y fuerza dinámica máxima en el ejercicio de sentadillas. Las siguientes ocho sesiones serán para aplicar entrenamientos en los cuales la intensidad irá variando a medida que se avanza en el estudio, esto último mencionado dependerá de la condición física de cada sujeto entrenado, sin dejar de lado el principio de individualidad para lograr mejores resultados. Los sujetos se dividirán en dos grupos, un grupo realizará un entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza máxima y otro grupo un entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia. En la undécima

sesión, nuevamente se repetirá la evaluación realizada antes de la intervención para comparar las mejoras inducidas por los dos programas de entrenamiento.

Para el desarrollo de este estudio, el trabajo se estructuró en capítulos. En el capítulo I presentaremos la introducción al tema, abordando de manera más global la temática, el objetivo y la interrogante del estudio. El capítulo II, se asocia al marco conceptual del estudio, donde se detallará la importancia del entrenamiento, sus métodos y variables, el objetivo general y específico. El capítulo III, presentará la metodología del estudio, abordando el diseño y las variables del estudio, los participantes y la población, lo procedimental del estudio y el análisis respectivo. En el capítulo IV, observaremos los resultados del estudio, su fiabilidad y los cambios presentados por cada sujeto. El capítulo V, presentará la discusión del estudio, los resultados con la comparación con otros estudios o investigaciones similares, además las directrices para futuras investigaciones. Finalmente, en el capítulo VI, se expondrán las conclusiones del estudio y las aplicaciones prácticas de este.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE.

1.1. Capacidades físicas

También llamadas cualidades físicas, se definen, según Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) como “conjunto de atributos positivos que caracterizan y determinan al individuo para el área de la actividad física en general o para alguna en particular.” Estas capacidades que son mejorables a través del entrenamiento y se dividen en 3 grupos:

1. Capacidades básicas: participan de forma notoria en la mayoría de las actividades físico-deportivas, sirviendo de base. Estas son:

- Fuerza
- Resistencia
- Velocidad

2. Capacidades complementarias: están presentes en las actividades deportivas, pero no son indispensables. Estas son:

- Flexibilidad
- Coordinación
- Equilibrio

3. Capacidades derivadas: estas son resultado de la mezcla de dos o más capacidades tanto básicas como complementarias. Y son las que se manifiestan en mayor cantidad dentro de los deportes.

Todas las acciones deportivas son el resultado de varias capacidades físicas, pero cuando se define como una de ellas en específico, es simplemente porque en esa acción determinada predomina una sobre otra. En esta investigación la que predomina en los entrenamientos es la fuerza.

La importancia de la fuerza en todos los rangos etarios, está dada por el simple hecho de que cualquier acción, independientemente del ámbito en el que se realice o la finalidad de la misma, requiere una aplicación de fuerza determinada por parte de la musculatura implicada en el movimiento (Toigo y Boutellier, 2006), ya que la edad escolar es la base de todo desarrollo, es que estudiar y entender el funcionamiento de la fuerza y sus métodos de entrenamiento se hace necesario dentro de la educación. Es por esto que, la fuerza muscular es conocida en la actualidad como una cualidad física fundamental para el desarrollo y también para el rendimiento deportivo, así como para el mantenimiento de la salud y la mejora de la calidad de vida de las personas (Bird, Tarpenning y Marino, 2005; Hass, Feigenbaum y Franklin,

2001). Por tal razón, se considera hoy en día como un pilar básico y fundamental en cualquier programa de entrenamiento.

Dentro del deporte conseguir una mejora de las capacidades físicas en cada uno de los deportistas es vital para asegurar un ascenso de sus logros sostenidos en el tiempo. Mientras Bompa (2009) citado por Medina (2015, P. 1) afirma que *“el entrenamiento de la fuerza es necesario para poder sentar las bases para un desarrollo de la fuerza explosiva.”*

Varios autores a lo largo del tiempo han formulados sus propias definiciones de lo que es la fuerza, sin embargo, para este estudio se considera que las siguientes definiciones y posterior clasificación, son unas de las más apropiadas.

1.2. La fuerza.

Desde el punto de vista de la fisiología, se entiende como la capacidad que tiene el musculo de producir tensión al activarse o como menciona Goldspink (1992), al contraerse a nivel estructural, la fuerza está en relación con el número de puentes cruzados de miosina que pueden interactuar con los filamentos de actina. (Badillo 2016 p. 1)

Desde el punto de vista de la física la fuerza muscular sería la capacidad de la musculatura para producir la aceleración o deformación de un cuerpo, mantenerlo inmóvil o frenar su desplazamiento y en algunas situaciones deportivas la resistencia a la que se opone la musculatura es el propio cuerpo del deportista, en otras ocasiones se actúa además sobre ciertas resistencias externas que forman parte de la peculiaridad de cada deporte. Es decir que, así como cada individuo tiene características diferentes, lo mismo

pasa con los deportes ya que se necesitan habilidades específicas propias de cada disciplina y que deben ser entrenadas aisladamente y en conjunto con otras.

González Badillo (2002), en el ámbito deportivo, define la fuerza útil como aquella que se es capaz de aplicar o manifestar a la velocidad que se realiza un gesto deportivo, afirmando que un deportista no tiene un nivel de fuerza máxima único sino muchos diferentes en función de la velocidad a la que se mida la fuerza ejercida. Es por eso por lo que es necesaria la motivación personal de cada individuo ya que mientras más veloz se realice un gesto deportivo se indicará una mayor fuerza cada vez. Cabe destacar, además, que la fuerza útil se aplica de manera involuntaria.

Los factores básicos que la determinan son de carácter morfológico y fisiológico, constitución, sección muscular, etc. De coordinación inter e intramuscular y de motivación y su manifestación depende fundamentalmente de las unidades motoras solicitadas de la frecuencia de impulso de dichas unidades y esto a su vez está en relación con la magnitud de la carga y velocidad de movimiento, como se mencionó anteriormente.

El tipo de activación concéntrica, excéntrica o combinada determina en un mismo sujeto la expresión de fuerza de diferente magnitud, en régimen dinámico, por ejemplo, no se puede desarrollar la fuerza máxima isométrica y siempre habrá un porcentaje de esta que no se aplique.

En el hombre la fuerza no siempre se manifiesta de forma pura, los movimientos se realizan por la participación en mayor o menor medida de distintas expresiones de fuerza. Toda fuerza dinámica viene seguida de una fase isométrica de cierta duración y magnitud en función a la resistencia a vencer y en la mayoría de los gestos deportivos se produce una fase de

estiramiento-acortamiento que puede requerir la participación de distintas manifestaciones de fuerza próxima a la máxima isométrica, explosiva, elástica y reactiva. (González Badillo, 2002)

Las instancias de competencia, por sus características dinámicas y cinemáticas sería determinante en cuanto a las necesidades de fuerza en cada situación deportiva y en algunos casos una modificación, por más mínima que sea, de la posición o en el ángulo de una articulación puede dar lugar a cambios importantes en la aplicación de una fuerza, por ejemplo, al utilizar una barra, la fuerza aplicada va a depender del agarre que se le dé a esta.

Según González Badillo y Gorostiaga Ayestarán (2002), la velocidad de ejecución está directamente relacionada con la fuerza y la relación entre ambas aumenta cuanto mayor es la resistencia. Una mayor aplicación de fuerza puede ayudar a la mejora de la potencia, lo que se traduce en una velocidad más alta de desplazamiento o de ejecución de un gesto deportivo. Es decir, mientras más veloz sea se realice el gesto deportivo, mayor será la potencia aplicada. Aquí toma un lugar importante la relación entre la producción de fuerza y el tiempo necesario para aplicarla, siendo de vital importancia para comprender el significado de la fuerza y su entrenamiento. Y, desde acá se desprenden aspectos muy importantes de esta cualidad motriz los cuales ayudan a comprender mejor el concepto de fuerza.

1.3. Entrenamiento.

El entrenamiento físico, según Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) es una actividad que tiene como fin mantener o mejorar las posibilidades físicas para determinados trabajos. Este posee los siguientes elementos esenciales:

- El estímulo o carga: Esta se compone de los ejercicios y la reiteración de estos. Se divide en su tipo, carácter y valor.

- La fatiga y el desgaste: Siendo el desgaste una consecuencia directa del estímulo o aplicación de la carga, y la fatiga un cansancio activado por un mecanismo de defensa fisiológico cuando el ejercicio altera alguna función orgánica.

- La recuperación: son acciones, actitudes y cuidados que tienen como fin restablecer en el menor tiempo posible el equilibrio tanto físico como psicológico, previo a la fatiga.

- La supercompensación: Es una consecuencia de la aplicación de una carga y la recuperación posterior, esta nos indica en qué momento se debe volver a aplicar la siguiente carga o estímulo, con el fin de incrementar los niveles de entrenamiento en el sujeto. Evitando el sobre entrenamiento y la aplicación insuficiente de estímulos.

- Adaptación: En base a la capacidad de evolución del organismo es que este experimenta cambios estructurales y funcionales, que finalmente le permitirán soportar las cargas con una mayor facilidad, dando así la posibilidad de aumentarlas.

Estos elementos se manifiestan en el siguiente orden:

- 1° El estímulo o carga.
- 2° La fatiga y el desgaste.
- 3° La recuperación.
- 4° La supercompensación.
- 5° Reiteración de la carga.
- 6° Adaptación.

1.4. Métodos de entrenamiento de la fuerza.

1.4.1. Fuerza Máxima.

La fuerza máxima es la expresión de fuerza que más influye sobre las demás capacidades, ya que el cálculo del 1RM (1 Repetición Máxima), que es a lo que refiere la fuerza máxima, es base en el entrenamiento de todas las fuerzas, debido a esto la mejora de las demás fuerzas se ve influenciada por los factores de los que depende la fuerza máxima, ya sea en mayor o menor medida. La teoría dice que, del número de sarcómeros dispuestos en paralelos, es que depende la fuerza máxima que una fibra muscular puede producir, por lo que entonces dicha fuerza dependerá del número de fibras dispuestas en paralelo entre sí, o sea, depende de su sección transversal. Al hablar de fuerza máxima, entonces, se entiende que se refiere a cargas de entrenamiento que estén cerca de la 1RM o cuando el esfuerzo es el máximo posible, debido a esto todo ejercicio que se realice sin la implicación de cargas próximas a la 1RM, se categorizan como submáximas. Por lo tanto, la fuerza máxima se podría definir como la máxima cantidad de fuerza que puede aplicar un sujeto frente a una acción deportiva y carga determinadas. Entendiendo esto se puede inferir que para un mismo sujeto los valores de fuerza máxima son tan infinitos como cargas pueda movilizar, ya que a medida

que se genera una adaptación muscular a la carga trabajada durante un tiempo, se genera un nuevo 1RM y así sucesivamente.

En cuanto a la distribución normal de los tipos de fibras que constituyen los músculos, siendo estas según Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) de 52% a 55% de fibras rojas, lentas, tipo I o ST; 30% a 35% de fibras rápidas, blancas, tipo IIa o FTa; y del 12% al 15% de fibras blancas, muy rápidas, tipo IIb o FTb, siendo estas últimas las que en un mayor porcentaje predispondrá mejores logros en la expresión de la fuerza máxima.

Según González Badillo y Ribas Serna (2002), lo que caracteriza básicamente los entrenamientos para mejorar la fuerza máxima son:

- Objetivo: generar una mejora en la fuerza dinámica máxima en los ejercicios que se consideren más relevantes para el objetivo del aumento del rendimiento específico.
- Resistencia: cualquier resistencia por sobre la movilizaba habitualmente es suficiente para aumentar la fuerza máxima, por lo que desde el mínimo porcentaje de 1RM individual hasta el 100% del 1RM. Sólo se puede asegurar que mientras aumenta el potencial de fuerza, mayor irá siendo el porcentaje mínimo individual al que se deba entrenar para que se produzca el efecto deseado. Según Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) se recomienda para principiantes del 60 al 70% del 1RM, para deportistas en general del 70 al 80% del 1RM, ambos con predominio en la vía hipertrófica; para deportistas entrenados de 80 a 85% del 1RM, para deportistas expertos entrenados del 85 al 90% del 1RM, para especialistas del 90 al 100% del 1RM, porcentajes respecto de la vía neural. La idea es que las tensiones sean máximas.
- Repeticiones por serie: de 10 a 1, aunque la fuerza puede mejorarse con más repeticiones por serie, pero el efecto se verá disminuido

mientras más repeticiones se realicen, por lo que para la fuerza máxima se recomienda dicha cantidad de repeticiones.

- **Carácter del esfuerzo:** esto hace referencia a una percepción subjetiva del esfuerzo que correspondería a los valores de repeticiones y resistencia, siendo de 10 (16) a 1 (1).
- **Recuperación entre series:** mientras menor sea el número de repeticiones, mayor será el tiempo de recuperación, siendo esta para la fuerza máxima de 2 a 5 minutos de recuperación.
- **Velocidad de ejecución:** la máxima posible frente a cada resistencia.
- **Frecuencia semanal:** mientras mayores sean las necesidades de fuerza en un deporte, mayor será la frecuencia. Siendo así recomendada una frecuencia de 1 a 3-4 veces por semanas, pero de no más de 2-3 veces por semana un mismo ejercicio con cargas altas. Además de regularse por la necesidad de fuerza, también se regulará dependiendo de lo que el entrenamiento de otras cualidades exija.
- **Duración de este tipo de entrenamiento como objetivo prioritario en base a un ciclo completo de entrenamiento (8-14 semanas):** dependerá de; las necesidades de fuerza, a mayor necesidad, mayor duración; duración total del ciclo, mientras más dure el ciclo, mayor será el tiempo de duración del entrenamiento; momento en el que se realiza el ciclo, durante los primeros ciclos de la temporada el porcentaje de este tipo de entrenamiento será mayor, por lo que será en esos ciclos donde más dure; tiempo dedicado en ciclos anteriores inmediatos, la tendencia es a que no se realice por muy poco tiempo en más de un ciclo, por lo que también depende de lo que se realizó en los ciclos anteriores.

- Ejercicios fundamentales: generalizados y localizados, pero se deben seleccionar según las características específicas del deporte. Puede haber ejercicios localizados que pueden ser ideales para algunos deportes, por lo que a esos ejercicios se les daría énfasis. Por otro lado, los ejercicios generalizados tienen efectos múltiples y tienen un mayor aporte en los resultados del rendimiento deportivo, siendo de mayor utilidad.

El entrenamiento de este tipo de fuerza se encuentra entre los que tienen mayor efecto residual, como ejemplo Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) utilizan a un corredor de 800 metros a quien se le detecta una notable falta en la fuerza, por lo que en un tiempo inicial podría enfocar el desarrollo prioritario de la fuerza máxima o fuerza velocidad para que luego de lograr un aumento en el nivel requerido, sólo necesite realizar el esfuerzo necesario para poder sostener parte de la fuerza adquirida y dedicarle mayor tiempo al incremento de la resistencia y resistencia específica.

En un estudio sobre las adaptaciones en el desempeño atlético post entrenamiento de potencia balística versus entrenamiento de fuerza (Cormie, McGuigan y Newton, 2010), se observaron mejoras en la potencia de salida, velocidad de movimiento, y conservación de la altura de salto después de periodos de entrenamiento de fuerza máxima en sujetos relativamente débiles. Siendo estos cambios debido a que la mecánica del músculo esquelético que da lugar a la relación fuerza-velocidad dicta que la fuerza máxima juega un papel fundamental en la producción de energía, por lo que influye directamente en el rendimiento deportivo. También sostienen que el aumento del impulso neural y una coordinación intermuscular mejorada, son los mecanismos principales que impulsan las adaptaciones iniciales en sujetos relativamente débiles e inexpertos expuesto a entrenamiento de fuerza máxima. Igualmente se observó que cuando los sujetos relativamente débiles mejoraron su fuerza máxima, la capacidad de generar potencia y velocidad máximas durante los movimientos atléticos también aumentaron en

ausencia de cualquier entrenamiento específico de potencia balística, por lo que la fuerza máxima y sus características neuromusculares subyacentes, juegan un papel importante en la producción de potencia máxima y rendimiento atlético superior.

1.4.2. Hipertrofia.

Con hipertrofia entendemos, principalmente, al engrosamiento de las fibras musculares producido por el aumento en el número y tamaño de sus miofibrillas, generando un aumento en el área de sección transversal del músculo (González Badillo y Ribas Serna, 2002).

Según Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) encontramos que, afirman que mediante el entrenamiento por vía morfológica se busca el aumento de fuerza a través de la hipertrofia muscular, basada en un hecho ya demostrado de que, a mayor número y tamaño de miofibrillas, que conlleva al aumento del tamaño de las fibras musculares involucradas en la acción, existen mayores posibilidades de que la tensión que pueda generar el músculo aumente, a esto acompaña el aumento proporcional del tejido conectivo y la ampliación de la red vascular, en la mayoría de los casos. Este aumento de la masa muscular es consecuencia de la inducción de un proceso de degradación proteica y posterior resíntesis, por lo tanto, la estrategia de esta vía de entrenamiento es que, según los objetivos, se produzca una degradación proteica total mayor, cuidando no lesionar las estructuras, ya que la fuerza de los músculos aumenta más rápidamente que la de los tendones, por lo que se necesita de precaución y progresión de los entrenamientos.

Para entender lo anterior es necesario saber que los mismos autores afirman:

- *Las cargas altas producen una tasa alta de degradación en cada repetición, pero como el número de repeticiones*

necesariamente tiene que ser bajo, la cantidad total de degradación es escasa.

- Las cargas bajas causan poca degradación en cada repetición, y aunque el número de repeticiones puede ser alto, la tasa de degradación total también resulta pobre.*
- Las cargas medias originan una degradación media; el número de repeticiones también deberá ser medio, pero en conjunto, la cantidad de degradación será alta.*

De acuerdo con lo anterior, es recomendable utilizar cargas bajas a una baja velocidad y una alta cantidad de repeticiones para la hipertrofia selectiva de las fibras ST. Si se busca una *hipertrofia selectiva* de las fibras FT, se recomienda utilizar cargas medias con mayor velocidad de ejecución. Por último, utilizar cargas altas con alto número de repeticiones sería lo ideal para una *hipertrofia global*, pero ya que no es posible, se recomienda sólo trabajar con cargas medias.

Siguiendo con el aspecto morfológico, expresan necesario diferenciar entre dos tipos de hipertrofia: sarcoplasmática y sarcomérica.

La hipertrofia sarcoplasmática refiere al aumento del tamaño muscular cuya base está en que aumenta la cantidad de plasma sanguíneo encontrado en el espacio entre las fibras. Esto se produce cuando las cargas de entrenamiento están entre el 60 y 80%, con series de entre 9 y 20 repeticiones, con pequeños descansos de 30 segundos a 1 minuto entre series. La necesidad del músculo de aportar el “combustible” que se necesite para el esfuerzo que se realice (vía glucolítica) y el que plasma aporta, es el motivo del aumento del volumen plasmático.

La hipertrofia sarcomérica refiere al aumento de la densidad muscular producida por el aumento de las miofibrillas en número y tamaño. Este tipo de hipertrofia se genera con cargas de entrenamiento por sobre el 80-85% del 1RM, con series cortas de no más de 6-8 repeticiones y largos descansos. Aquí el sistema que principalmente entrega la energía necesaria es el fosfágeno, por lo que no existe notoriamente un aumento del volumen plasmático interfibrilar.

Según Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes (2014), en últimas investigaciones, el entrenamiento hasta el fallo tiene menor eficacia en acciones importantes de variados deportes como lo son el salto vertical o la aceleración en sprints cortos. Aseguran que este tipo de entrenamiento no debe ser utilizado a menos que el objetivo sea únicamente la hipertrofia muscular, como es el caso de los culturistas, ya que genera un alto grado de fatiga y menor producción de potencia durante la serie o la transición a las fibras propias del entrenamiento de hipertrofia, las fibras lentas. Por otro lado, hacen referencia al entrenamiento en Cluster, el cual consiste en series de entre 1 a 3 repeticiones, con descansos hasta de 1 minuto entre series, el que argumentan sus defensores retrasa la fatiga, estimula los factores neurales de la fuerza en mayor medida y maximiza la producción de potencia. Muy similar a la denominada Potenciación-Post Activación (PAP) que es un programa que posibilita el aumento del rendimiento físico, mayormente en movimientos explosivos como saltos, lanzamientos o sprints, a través del correcto uso de pocos ejercicios con altas cargas (por ej. 3x3 al 85% del RM en sentadillas) que favorezcan la maximización de los factores neurales de fuerza y retrasar la fatiga.

1.4.3. Resistencia muscular.

También llamada fuerza resistencia, resistencia de fuerza o resistencia de fuerza específica, se refiere a mantener o reiterar esfuerzos, en los que las

acciones de fuerza se realicen durante el mayor tiempo posible o mayor número de veces. Se le atribuyen beneficios en la mejora, de la función neuromuscular, como también en el mantenimiento o mejora de la salud individual.

Según Fleck y Kraemer, citados por Bird, Tarpinning y Marino (2005), apuntan que el mejorar la fuerza muscular y la resistencia son objetivos principales del entrenamiento resistido, el cual está establecido como un eficaz método de ejercicio para desarrollar la aptitud muscular, es decir, poder desarrollar la capacidad de producir fuerza muscular. Bird et al. (2005), aseguran que todas las variables agudas del programa de entrenamiento resistido influyen en el nivel de los estímulos en la formación de resistencia, donde agregan que, del trabajo de DeLorme y Watkins, la sobrecarga progresiva se instauró como el diseño del programa de formación de resistencia, siendo la carga, frecuencia, duración e intensidad las variables clásicas anteriormente mencionadas.

Respecto a la carga aseguran que para el desarrollo de la resistencia muscular se utilizan cargas bajas de $>20RM$. El volumen del entrenamiento viene dado por número de repeticiones por serie, número de series por sesión y número de sesiones por semana, siendo para la resistencia muscular de un número más elevado de todo en comparación con las demás fuerzas. Además, indican entre sus hallazgos que la realización de ejercicios que involucran grandes masas musculares previos a los ejercicios que involucran masas musculares pequeñas, aumentan la resistencia total elevada durante el enfrentamiento al ejercicio, lo relevante en esta afirmación es que, al reclutarse mayor número de fibras musculares generado por la resistencia muscular elevada, con mayor porcentaje de masa muscular total podría mejorar la interacción hormona-tejido. En cuanto a los descansos para los entrenamientos de resistencia muscular, deben ser de 30 a 60 segundos, ya que mientras más larga la duración del ejercicio o más repeticiones, menor es el tiempo de descanso.

Por otra parte, afirman, con la recopilación de datos, que la transición de fibras tipo IIa ↔ IIb podría estar acorde a los requisitos energéticos que podría presentar una adaptación positiva de resistencia. Además, aseguran que dentro de varios estudios se demuestra que entre 6 a 21 semanas de entrenamiento de resistencia la fuerza dinámica máxima se ve significativamente aumentada.

En otro artículo también afirman que, para desarrollar la resistencia en musculatura localizada, recomiendan cargas livianas a moderadas de entre 40-60% de 1RM y realizando varias repeticiones, más de 15 con descansos cortos de menos de 90 segundos.

1.4.4. Potencia muscular.

Según Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes (2014), encontramos que el término de potencia es algo confuso ya que, según las matemáticas, se multiplica la velocidad de ejecución por la fuerza ($P=F \times V$), lo que quiere decir que movilizándolo poco peso a alta velocidad se puede conseguir el mismo valor de potencia que movilizándolo gran peso a poca velocidad. Por esto, al hablar de potencia debemos tener presente que, al mejorar la potencia, no necesariamente se mejora el rendimiento, ya que por ejemplo un atleta puede lograr la misma altura de salto, pero si subió de peso de un mes a otro, su potencia aumentará. Por lo mismo, el interés está en mejorar la potencia ante una misma carga, o entendiéndose de otra forma, que mejore la velocidad como factor en vez del factor fuerza o carga en la ecuación $P=F \times V$. Debido a la información anterior aseguran que no existe un entrenamiento enfocado a la mejora de la potencia, esto porque el objetivo de la mayor parte de los deportes es movilizar una misma carga, pero cada vez más rápido, o sea que todos están destinados a mejorar la potencia frente a una misma carga o mejorar la velocidad de ejecución. También aseveran que el mejor

indicador de intensidad es la medición de la velocidad, además de que está relacionada directamente con las variables como fuerza aplicada y potencia. Se asegura esto ya que, si un sujeto produce más velocidad ante una misma carga, sin duda alguna es capaz de aplicar más fuerza y por ende producir mayor potencia.

Por otra parte, indican que hay varios estudios en los que se dice que los entrenamientos hasta el fallo no son recomendables para la mejora del rendimiento físico. Dan como ejemplo que, al realizar un entrenamiento de fuerza basado en repeticiones hasta el fallo, con una duración de 11 semanas, produce el mismo aumento del RM en press de banca, sentadilla y potencia del tren inferior y superior que un entrenamiento similar, pero con la mitad de las repeticiones, por lo que se entiende más adecuado realizarlo con la mitad de las repeticiones por serie, para así disminuir la fatiga y desarrollar de manera óptima la potencia. Siguiendo con la idea, encontraron que entrenamientos sin llegar al fallo produjeron menores incrementos en la hormona que se relaciona con el estrés y la fatiga, el cortisol, como también un aumento en la producción de testosterona en comparación con los entrenamientos hasta el fallo, así entendemos que se produjeron iguales resultados, pero de forma menos fatigante y más eficiente. De hecho, en una evaluación a piragüistas en donde un primer grupo (repeticiones al fallo) realizó 10RM por serie y otro segundo grupo (repeticiones sin llegar al fallo) 5RM por serie (la mitad), se observó que luego de las 8 semanas de entrenamiento el grupo que hizo el entrenamiento sin repeticiones al fallo aumentó más su RM, potencia máxima en press de banca, potencia media y máxima de palada en remo en comparación al que realizó el entrenamiento con repeticiones al fallo. La recomendación del uso de la mitad de las repeticiones se debe a que está comprobado que la velocidad de ejecución comienza a disminuir significativamente desde la mitad del RM, por lo que con esa cantidad de repeticiones se asegura una correcta ejecución de la técnica, con grandes niveles de potencia y sin la fatiga que producen las repeticiones al fallo. A pesar de lo anterior se hace necesario controlar la velocidad de

ejecución para poder detectar específicamente desde qué repetición comienza a disminuir significativamente el rendimiento, pues puede producirse antes de la mitad de las repeticiones máximas.

Así mismo, hablan del entrenamiento en Cluster, esto lo argumentan indicando que así se aumenta la producción de potencia, disminuye la fatiga y se produce mayor estímulo en los factores neurales de la fuerza. También se nombra como efectivo la denominada PAP que también busca retrasar la fatiga y maximizar los factores neurales de la fuerza como se mencionó anteriormente.

En cambio, Cormie et al. (2010), si hablan del entrenamiento de potencia balística como tal y las mejoras que produce en el rendimiento deportivo y la activación neuronal. Aseveran que son comunes en la literatura las mejoras en el rendimiento después del entrenamiento de potencia balística, e incluyen aumentos en la tasa de desarrollo de la fuerza, velocidad de movimiento, máxima potencia de salida, rendimiento de sprint y altura de salto. Según su revisión bibliográfica argumentan que, al cambiar los patrones en la activación neuronal, disminuyendo así el umbral de reclutamiento de las unidades motoras, la frecuencia de disparo de la unidad motora mejora con la posible sincronización, y así mismo la mejora de la coordinación intermuscular contribuye al aumento del rendimiento. Pero estos descubrimientos no son suficientes ya que estos resultados se encontraron en movimientos monoarticulares e isométricos y no en movimientos multiarticulares dinámicos.

Cormie et al. (2010), en ese estudio el entrenamiento de potencia se realizó con un calentamiento de seis series de sentadillas submáximas sin carga externa (propio peso corporal, 0%RM) sólo con la resistencia de una fibra de carbono de 0.4kg, en las que en las sesiones 1 y 3 de cada semana realizaron 7 series de 6 saltos de máximo esfuerzo con recuperaciones de 3 minutos entre series, realizando dichos saltos con la carga que maximizó la potencia de salida de cada sujeto según las mediciones de la sesión de prueba inicial.

La segunda sesión de entrenamiento de cada semana constó con un calentamiento adicional de 5 sentadillas con salto submáxima con el 30%RM, y durante el entrenamiento realizaron 5 series de 5 sentadillas con salto al 30%RM, con recuperación de 3 minutos entre series. La intensidad fue modificada por sesión donde pudieran oír un pitido al alcanzar un salto al 95% de la potencia máxima con esa carga. Tuvieron de 3 a 5 días de recuperación entre su sesión anterior de entrenamiento y las sesiones de pruebas intermedias, con un periodo de 7 a 10 días de la sesión de entrenamiento final y la prueba posterior.

Los resultados mostraron que el entrenamiento de fuerza tuvo mejoras significativas ya sea en las pruebas intermedias y prueba posterior en comparación a los grupos de entrenamiento de potencia y grupo control, respecto a 1RM y 1RM/MC.

Respecto al rendimiento en el salto se observó un cambio significativo después del entrenamiento de fuerza y potencia. Por ende, el aumento en el rendimiento atlético fue similar para el entrenamiento de fuerza como de potencia balística en individuos relativamente débiles, como también se observó un aumento similar en la altura de salto en ambos tipos de entrenamientos, sin diferencias significativas a pesar de los diferentes tipos de estímulos según el entrenamiento. Por lo tanto, se hace evidente que ambos tipos de entrenamientos son igualmente eficaces a la hora de mejorar el salto atlético en sujetos relativamente débiles.

1.5. Variables por considerar en el entrenamiento de fuerza.

Al planificar un entrenamiento es común seleccionar ejercicios de acuerdo al objetivo final de dicha programación y al programar un entrenamiento de fuerza tradicionalmente se han seleccionado diferentes variables, que tienen mucho en común y se relacionan entre sí, para definir los estímulos

entregados y la carga requerida para cada entrenamiento como lo son la acción muscular, el volumen (que representa las series y repeticiones requeridas), la intensidad (representada en %RM), selección y orden ejercicios, recuperación, velocidad de ejecución y frecuencia.

Tradicionalmente se han definido una serie de variables que van a definir el estímulo o la carga de entrenamiento. Al programar un entrenamiento de fuerza se deben manipular estas variables y esto no sólo dependerá del objetivo del entrenamiento sino también de las características del o los sujetos entrenados, entendiendo que no todos se adaptan de la misma forma al ejercicio físico.

La programación de entrenamiento de fuerza contempla la manipulación de estas variables en función de los objetivos que se persiguen en relación con una serie de características como podría ser: las necesidades de fuerza de la disciplina a entrenar el grado de experiencia y de entrenamiento del deportista, metodología de entrenamiento, etc, y dentro de esta adecuada o no manipulación de estas variables necesitamos conocer el efecto que producen determinados estímulos de entrenamiento. (Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes, 2014) Es decir, que, si se planifica correctamente de acuerdo con los requerimientos de cada disciplina, eligiendo los ejercicios de acuerdo con estas características sin dejar de lado la individualidad del deportista, se debería llegar en su totalidad al objetivo principal de los entrenamientos, que como ya se mencionó va a depender del tipo de deporte.

Como lo menciona González Badillo y Ribas Serna (2002), los estímulos seleccionados para dichos entrenamientos serán determinantes de la carga de entrenamiento, lo cual entendemos como el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas (carga real, llamada generalmente carga interna)

provocadas por las actividades de entrenamiento (carga propuesta, llamada generalmente carga externa).

Por otro lado, se debe mencionar que las cargas seleccionadas deben ir de la mano con las características individuales de cada sujeto ya que la misma carga puede provocar efectos distintos en dos sujetos distintos como lo explican González Badillo y Ribas Serna (2002), mencionando que, una misma carga propuesta puede ser óptima para un sujeto y negativa para otro. Incluso la carga que fue buena para un sujeto en un momento determinado puede dejar de serlo por el exceso o por defecto según los cambios transitorios estables de la condición física del sujeto. Es decir, el potencial de efecto de una carga propuesta depende de la situación actual de cada sujeto.

1.5.1. Acción muscular.

La mayoría de los programas de entrenamiento resistido incluyen repeticiones dinámicas de acciones musculares concéntricas, que quiere decir acortamiento del músculo, y excéntricas que se refieren al estiramiento del músculo. En este caso las acciones isométricas del músculo donde no hay cambios en la longitud muscular, desempeñan un papel secundario al momento de estabilizar el músculo antagonista, dependiendo del ejercicio que se esté ejecutando. Varios estudios de entrenamiento han demostrado que la fuerza muscular dinámica y los cambios morfológicos en el músculo han sido mayores cuando se utilizan las acciones concéntricas y excéntricas en un programa de entrenamiento resistido, es decir que, si se le da énfasis a las fases concéntricas y excéntricas podría haber mejoras de resultados en cuanto a los niveles de fuerza de los sujetos entrenados.

Las acciones excéntricas requieren una menor activación de unidades motoras por carga específica, estas acciones son metabólicamente menos demandantes, y contribuyen a fomentar las adaptaciones de la hipertrofia, comparada con las acciones concéntricas. Por lo tanto, la mayor producción de fuerza por unidad muscular se desarrollaría en acciones excéntricas más que en las concéntricas o isométricas.

Existe mejoras de la fuerza muscular concéntricas cuando las acciones excéntricas son incluidas junto a las concéntricas, no obstante, el entrenamiento excéntrico isocinético ha demostrado que produce una mayor ganancia de fuerza en acciones específicas del musculo que el mismo entrenamiento concéntrico. La manipulación de la acción muscular durante el entrenamiento es mínima si se compara con la progresión global ya que la mayoría de los programas incluyen acciones tanto concéntricas como excéntricas dentro de una cantidad de repeticiones realizadas.

1.5.2. Volumen.

El volumen por sí mismo y aisladamente no tiene gran relevancia en un entrenamiento de fuerza, entendiéndose por volumen la cantidad de repeticiones que siempre va a depender del número de ejercicios, repeticiones por serie, series por sesión y de la frecuencia que tengas los entrenamientos, todo esto de la mano con la intensidad, que hace referencia a la potencia con la que se ejecutan ciertos ejercicios en el entrenamiento. Estos indicadores nos entregarían información sobre la carga utilizada ya que dos volúmenes iguales podrían no tener relación y representar diferentes tipos de entrenamiento como lo mencionaron González Badillo y Ribas Serna (2002) diciendo que dos volúmenes pueden significar una carga muy diferente, si, por ejemplo, la intensidad media con la que se realizan es distinta. Si además

añadimos la distribución del total de repeticiones entre las zonas de intensidad la información sería muy completa y fiable.

La progresión en el volumen junto con la intensidad correcta proporcionará mejoras que podrían ser permanentes en los entrenamientos y su rendimiento dependiendo todo, como ya se ha mencionado, de los objetivos planteados al programar.

En el caso de los programas que presentan un bajo volumen, por ejemplo, con cargas pesadas, pocas repeticiones, número de series de moderado a alto, resultan ser característicos de un entrenamiento resistido.

Se ha demostrado que conocer el volumen de entrenamiento para la fuerza y también para el aumento del tamaño muscular más conocido como hipertrofia es importante durante las fases iniciales del entrenamiento resistido. En cuanto a la cantidad óptima de series a realizarse por grupos musculares, se conoce muy poco, pero un metaanálisis compuesto por 37 estudios declaró que ocho series por grupo muscular aproximadamente podría producir un mayor efecto del entrenamiento en atletas.

Muchos estudios han reportado aumentos de la fuerza similares entre programas de una v/s múltiples series, mientras que otros han arrojado que los programas de múltiples series son superiores en individuos sin un entrenamiento previo. (Bird et. al, 2005). Informaciones como la anterior apuntan a que generalmente los sujetos entrenados responden de una manera favorable a programas de una o múltiples series, siendo estos mucho más populares en el área del ejercicio físico.

1.5.3. Intensidad.

Al igual que el volumen, sólo se entiende si se conoce con totalidad la intensidad con la que se realizan las acciones y el efecto de este factor siempre viene matizado por el efecto que genera en cada acción muscular. Siempre que se habla de intensidad también se habla de volumen y, por tanto, de carga. Rara vez las acciones de entrenamiento se realizan una sola vez, lo normal es realizar varias repeticiones de una determinada magnitud. Por ello, hay que tener en cuenta tanto la intensidad como el número de veces que se va a realizar cada intensidad. La intensidad en tanto, la entendemos como el grado de esfuerzo que se desarrolla al ejecutar un ejercicio o actividad de entrenamiento en cada repetición, representando el grado de actividad muscular desarrollado para oponerse a una resistencia y podría cuantificarse en términos de potencia como nivel de tensión alcanzado en acciones concéntricas, isométricas y excéntricas o como cantidad de fuerza producida en la unidad de tiempo. Cuando se programa una sesión de entrenamiento la intensidad podría expresarse de las siguientes maneras, en términos absolutos (peso), en términos relativos (% 1RM), en repeticiones por serie (rep/ser), en velocidad o potencia de ejecución (de las que se hablará más adelante). Cada una de estas formas para manifestar la intensidad son complementarias y al mismo tiempo son verdaderos componentes de la intensidad. Por ejemplo, si se utiliza el mismo peso o el mismo % de 1RM, que ya son componentes de la intensidad, daría lugar a dos intensidades diferentes en función de que la velocidad o potencia de ejecución sea la máxima posible.

El carácter del esfuerzo es una forma en la que se interpreta y a la vez determina la intensidad contribuyendo decisivamente a su definición. Cada uno de los componentes explicados anteriormente necesita el complemento del carácter del esfuerzo para quedar suficientemente definido. Este carácter

de esfuerzo se aplica a las rep/ser y viene siendo expresado por la relación entre las repeticiones realizadas y las realizables.

1.5.4. Selección de ejercicios y orden.

Para una correcta organización de los ejercicios lo verdaderamente importante es la programación del entrenamiento, la cual entendemos como una serie ordenada de esfuerzos y con una dependencia entre sí. (Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes, 2014). Se considera este punto de vital importancia ya que al conocer previamente los reales objetivos para cada deportista se escogerán los ejercicios adecuados para cada cual, dándole así una correcta progresividad a cada entrenamiento y así lograr lo requerido para la mejora de su rendimiento deportivo.

La selección del ejercicio implica la elección de ejercicios para un programa de entrenamiento resistido. Se han sugerido varios términos para la clasificación del ejercicio, incluyendo primaria o de asistencia, estructural o parte del cuerpo, y multiarticular o monoarticular, todos los cuales se basan en el tamaño del área muscular involucrada. (Bird, et al, 2005)

Al referirse a ejercicios de una sola articulación se hace mención a los cuales son utilizados, generalmente, para aislar grupos de músculos específicos que evitan el riesgo de lesiones debido a la reducida cantidad de habilidades y técnicas utilizadas. Sin embargo, los ejercicios multiconjuntos (por ejemplo, potencia limpia, sentadillas, peso muerto) requieren más exigencia neural y son considerados más eficaces para aumentar la fuerza muscular general debido a que permiten levantar un mayor peso. No obstante, la literatura indica que tanto ejercicios monoarticulares como multiarticulares son eficientes para

la ganancia de fuerza e hipertrofia por lo que se recomienda que ambos sean utilizados al momento de planificar un programa de entrenamiento resistido.

El orden de los ejercicios se refiere a una secuencia de ejercicios resistidos, realizados durante una sesión de entrenamiento. Los ejercicios que implican una mayor masa muscular (multiarticular), deben ser realizados primero para luego ejecutar los que involucran una masa muscular más pequeña (monoarticular). La razón de esta recomendación es que los ejercicios multiarticulares requieren de un mayor gasto energético que los ejercicios que movilizan una menor cantidad de masa muscular. La secuencia de los ejercicios afecta de forma significativa la expresión aguda de la fuerza muscular. Esto también aplica cuando los ejercicios son secuenciados en base a la relación de los grupos musculares agonistas/antagonistas. La potencia y la fuerza muscular pueden ser potenciadas cuando se realizan ejercicios opuestos (movimientos antagonistas); sin embargo, la fuerza y la potencia se pueden ver reducidas si los ejercicios se realizan de forma consecutiva.

1.5.5. Tiempo de recuperación.

El periodo dedicado al descanso entre series y ejercicios es denominado tiempo de recuperación y su duración va a depender siempre del objetivo del entrenamiento, la carga levantada y el estado de entrenamiento del individuo, afectando significativamente las respuestas metabólicas, hormonales y cardiovasculares ante un periodo de entrenamiento agudo durante ejercicios de fuerza, así como también afecta el rendimiento de las series y las adaptaciones al entrenamiento. El tiempo de recuperación es un determinante primario de la intensidad total, ya que la duración de este tiempo está fuertemente relacionada con la carga levantada por un sujeto. Cuando se prescriben tiempos de recuperación, si el programa de ejercicio resistido está

diseñado para la potencia, se necesitan de 5 a 8 minutos, mientras que para la fuerza máxima se requieren de 3 a 5 minutos. Si el programa de entrenamiento está diseñado para la hipertrofia muscular, se planifican tiempos de recuperación más cortos, de 1 a 2 minutos. En cambio, si el objetivo es la resistencia muscular, se utilizan tiempos de recuperación de 30 a 60 segundos. Tomar un tiempo de recuperación adecuado es necesario para garantizar la calidad de cada repetición realizada dentro de una serie.

1.5.6. Velocidad de ejecución.

La velocidad de ejecución es una variable que ya en 1991 González- Badillo proponía como el mejor indicador para conocer el grado de intensidad en el entrenamiento de fuerza, y en el 2010, con un importante artículo publicado en la revista *International Journal of Sports Medicine* titulado: "Movementvelocity as a meadure of loadingintensity in resistance training", se confirma toda esta línea de investigación en base a la velocidad de ejecución. (Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes, 2014)

Este indicador es conocido como el más fiable y válido para conocer el grado de intensidad o esfuerzo que un sujeto puede presentar frente a un determinado estímulo permitiendo así programar las cargas adecuadas de un entrenamiento de fuerza sin necesidad de aplicar algún test. Si la velocidad de ejecución se mide en cada sesión de entrenamiento se podría determinar las cargas propuestas para el sujeto entrenado representando así el verdadero porcentaje de esfuerzo requerido.

El control de la velocidad de ejecución dentro de la serie permitirá ajustar el número de repeticiones óptimas a realizar (Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes, 2014), siendo este un parámetro recomendado para programar

entrenamientos y a la vez un buen indicador de fatiga como respuesta a los diferentes estímulos de un entrenamiento como se muestra en los siguientes apartados, ya que el objetivo principal de este tipo de entrenamiento es aplicar más fuerza en menos tiempo durante un gesto deportivo realizado.

1.5.7. Frecuencia.

La expresión de la intensidad a través de porcentajes de 1 RM tiene la ventaja típica de que puede servir para programar el entrenamiento para muchos sujetos al mismo tiempo, ya que un mismo esfuerzo para todos los sujetos se puede expresar en términos relativos (% 1 RM) y cada cual calcular el peso con el que debería realizar el entrenamiento. Pero sobre todo tiene la ventaja de que conociendo los porcentajes máximos a los que se tiene que llegar en cada entrenamiento se puede reflejar muy claramente la dinámica de la evolución de la intensidad (y en el fondo de la carga), lo cual permite obtener una información muy valiosa sobre cuál es la concepción del entrenamiento, el sistema de trabajo y la exigencia de entrenamiento que se está proponiendo.

CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL TEÓRICO.

2.1. Importancia del entrenamiento de fuerza sobre el rendimiento físico.

En su libro González Badillo y Ribas Serna (2002) indican que “el auge de los sistemas de entrenamiento de fuerza para la mejora del rendimiento deportivo es hoy día indiscutible. El progreso en los deportes de alto rendimiento ha venido de la mano de los entrenamientos de fuerza, especialmente en aquellos deportes de corta o moderada duración.” (p.9)

Por otro lado, Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) declaran que “quizás la fuerza, aun cuando todas las cualidades deportivas son importantes, un buen nivel de fuerza es imprescindible para cualquier especialidad deportiva.” (p.291)

Además, el objetivo del entrenamiento de fuerza es conseguir que el atleta pueda alcanzar la deseada y mejor manifestación de fuerza específica que su deporte, en concreto, conseguir mejorar la fuerza máxima, fuerza velocidad y/o fuerza resistencia, en la proporción adecuada. (Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez, 2016, p.311)

2.2. Métodos de entrenamiento.

Según Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) los sistemas o métodos son constituidas por el conjunto de procedimientos que se emplean con el fin de aumentar los diferentes tipos de fuerza.

El entrenamiento de fuerza debe tender a conseguir las adaptaciones neurales y morfológicas requeridas para un específico deporte y asequibles para un determinado atleta, por tanto, no todos los métodos son adecuados para todos los atletas o para todas las especialidades.

Para Vinuesa Lope y Vinuesa Jiménez (2016) se puede clasificar en Generales o Especiales:

Generales.

Son los que agrupan a los procedimientos aplicables a todos los niveles, y que no requieren, necesariamente, artefactos, técnicas y esfuerzos muy exigentes para su desarrollo. La aplicación de estos métodos constituye la base imprescindible para un posterior entrenamiento, más específico, de la fuerza. En todos ellos, la progresión se consigue primero aumentando las repeticiones de los ejercicios y en un segundo término, incrementando la carga y la dificultad o velocidad de los esfuerzos.

Especiales.

Son procedimientos más exclusivos para entrenamiento de fuerza que se suelen aplicar a niveles más evolucionados en edad y/o entrenamiento. Necesitan artefactos o aparatos que permitan calcular, graduar y evaluar con relativa exactitud la carga, y suelen requerir para su buen desarrollo, una técnica específica en la realización de los ejercicios.

- a) Métodos de movilización de cargas: Son procedimientos que consisten en la reiteración de esfuerzos, desplazando cargas graduables, mediante técnicas específicas. A continuación, están los procedimientos más conocidos para el desarrollo de la fuerza con los métodos de movilización de cargas; 1. Procedimiento de carga estable 2. Procedimiento de carga variable 3. Procedimientos con técnicas especiales de realización de los ejercicios.

- b) Métodos isométricos: Estos procedimientos se orientan a conseguir desarrollar la fuerza por medio de tensiones musculares isométricas,

esto es, sin que en la realización de los ejercicios se modifique la longitud exterior que tuviese el músculo en la posición de partida.

- c) Métodos Auxotónicos: Son procedimientos que permiten esfuerzos concéntricos, isométricos y excéntricos en el mismo ejercicio.

- d) Métodos isocinéticos: Para llevar a cabo estos procedimientos, es imprescindible contar con un elemento externo (máquina isocinética), que ofrezca una resistencia que se adapte al grado de fuerza y velocidad requeridas en la realización del gesto técnico, debiendo dicha máquina producir una resistencia variable, que permita mantener la velocidad constante deseada, sin que baje el grado de tensión de la musculatura protagonista.

- e) Métodos de electroestimulación: El procedimiento consiste en sustituir el impulso nervioso natural por otro artificial, mediante un generador eléctrico y unos electrodos que se aplican directamente sobre la superficie de la zona muscular a activar o en la zona próxima al nervio motor.

- f) Métodos pliométricos: En todo ejercicio pliométrico, además de otras condiciones, se debe producir siempre en la musculatura protagonista, el ciclo de estiramiento-acortamiento. Este ciclo consta de tres fases; la primera es excéntrica, seguida inmediatamente de una breve fase isométrica, para acabar con una fase explosiva concéntrica.

- g) Métodos combinados: Son formas de entrenar en las que se asocian elementos o secuencias de diferentes métodos, en forma de series

normales, supe series o series gigantes. Las posibles combinaciones son innumerables, no solo por los diversos regímenes y métodos, sino también por la multitud de factores que se pueden asociar.

2.2.1. Entrenamiento de fuerza orientado al desarrollo de la fuerza máxima.

Según González Badillo, las características básicas del entrenamiento para la mejora de la fuerza máxima son las siguientes:

- Objetivo: Se busca mejorar la fuerza dinámica máxima en los ejercicios que se consideren más relevantes para la mejora del rendimiento específico.
- Resistencias: cualquiera, desde el mínimo porcentaje individual hasta el 100% de 1RM.
- Repeticiones por serie: Las repeticiones pueden variar desde 10 a 1.
- Recuperaciones de entre 2-5 minutos.
- Velocidad de ejecución: Máxima o próxima a la máxima posible ante cada resistencia.
- Frecuencia semanal: desde 1 a 3-4 veces, pero no más de 2-3 veces el mismo ejercicio con cargas importantes.

- Duración de este tipo de entrenamiento: La duración de un entrenamiento de este tipo como objetivo prioritario debiera ser de 3-8 semanas.
- Ejercicios fundamentales: Localizados y generalizados.

Con relación a las resistencias, se debe tener en cuenta que cuando se habla de porcentajes nos referimos a porcentajes reales de la RM que podría alcanzar el sujeto en un momento concreto. Cualquier resistencia que supere a la que se utiliza habitualmente es suficiente para producir un aumento de la fuerza máxima. Por ello, el porcentaje mínimo que sería útil para un sujeto no se puede determinar. Lo que sí podemos adelantar es que a medida que se desarrolla el potencial de fuerza, mayor ha de ser el porcentaje mínimo de entrenamiento necesario para que se produzca un efecto apreciable.

En cuanto a las repeticiones por serie, indicamos el intervalo que es más específico para este objetivo, pero, como es obvio, también se puede mejorar la fuerza con más repeticiones por serie, aunque el efecto irá disminuyendo a medida que aumenta el número de repeticiones. La recuperación entre series será mayor cuando el número de repeticiones es menor y se busca estimular en mayor medida los procesos neurales, mientras que se reduce cuando aumenta el número de repeticiones por serie y el objetivo se orienta con prioridad a la hipertrofia muscular.

Los márgenes de frecuencia semanal son aplicables a todos los deportes excepto a algunos especializados en fuerza como la Halterofilia. La frecuencia será mayor cuanto mayor sean las necesidades de fuerza de un deporte,

estando limitada tanto por la menor necesidad de fuerza como por las exigencias de entrenamiento de otras cualidades.

La duración de este tipo de entrenamiento como objetivo prioritario dentro de un ciclo completo de entrenamiento (8-14 semanas aproximadamente) viene determinada por los siguientes factores:

- Necesidades de fuerza: la tendencia será a que esta fase dure más cuanto mayor sean las necesidades de fuerza.
- Duración total del ciclo: cuanto más dure el ciclo, más se prolongará este tipo de entrenamiento.
- Momento en el que se realiza el ciclo: generalmente, los primeros ciclos de la temporada deberán llevar un porcentaje mayor de este tipo de entrenamiento, por lo que será en ellos cuando más dure.
- Tiempo dedicado en ciclos anteriores inmediatos: se tenderá a que no en más de un ciclo se dedique muy poco tiempo a este objetivo. Por tanto, el tiempo dedicado depende en parte de lo realizado en los dos ciclos anteriores.

Los ejercicios fundamentales son los indicados, pero su selección estará en función de las características técnicas de los deportes. Algunos ejercicios localizados pueden ser especialmente idóneos en algunos deportes, por lo que será en ellos en los que se trabajará con mayor énfasis y control. Cuando no sea éste el caso, estos ejercicios serán generalmente un complemento del entrenamiento que no exigirá grandes cargas. Los ejercicios generalizados son de más utilidad, su efecto es múltiple y su aportación a los resultados en el rendimiento deportivo es mayor.

2.2.2. Entrenamiento de fuerza orientado al desarrollo de la potencia.

La potencia máxima se ha considerado como el umbral de rendimiento muscular, ya que es el óptimo producto de fuerza y velocidad, es decir, es la situación en la que se obtiene el máximo rendimiento mecánico. La aplicación de más fuerza solo se podría conseguir si la velocidad es menor, y un aumento de la velocidad siempre vendría acompañado de una menor aplicación de fuerza. Por tanto, cualquier cambio en una de estas variables que le alejara de los valores óptimos, daría lugar a una reducción de la potencia manifestada.

Algunas características básicas del entrenamiento de la potencia son las siguientes:

- **Objetivo:** mejorar la potencia en el gesto de competición o en la realización de cualquier ejercicio.
- **Resistencias:** las propias de cada especialidad para el desarrollo de la potencia específica, aquellas con las que se alcanza la máxima potencia en el ejercicio que se utiliza para entrenar cuando este no es el específico y las orientadas a la mejora de las distintas expresiones de la fuerza máxima.
- **Carácter del esfuerzo:** Determinado por el valor de la potencia desarrollada en cada repetición.
- **Recuperación entre series:** 3-5 minutos, la suficiente para alcanzar la máxima producción de fuerza en la unidad de tiempo y la máxima potencia para la carga utilizada en cada serie.

- Velocidad de ejecución: Máxima posible.
- Frecuencia semanal: siempre que se utilicen ejercicios específicos o de transferencia media o alta que tengan como objetivo el desarrollo de la potencia específica y cuando se entrena la máxima potencia en un ejercicio concreto.
- Ejercicios: ejercicios específicos y de transferencia media o alta para la potencia específica y ejercicios de transferencia media o alta para la máxima potencia.

Pero la mejora de la potencia también tiene un componente de fuerza importante. No podemos olvidar que la potencia es el producto de la fuerza por el espacio (trabajo) dividido por el tiempo, o lo que es lo mismo, es el producto de la fuerza y la velocidad (espacio dividido por el tiempo). Por tanto, para la mejora de la potencia hay que buscar también la mejora de la fuerza. Cuando la resistencia a vencer es ligera, la fuerza máxima tiene poca importancia en la producción de potencia, pero su influencia aumenta a medida que aumenta la resistencia.

Para mejorar la potencia, la vía que tiene más posibilidades es la mejora de la fuerza. Esta afirmación viene reforzada si, además tenemos en cuenta que la velocidad de contracción muscular tiene un margen muy pequeño de mejora, y en cualquier caso mucho menor que el de la fuerza.

2.3. Variables para evaluar la función de los miembros inferiores.

La condición física es uno de los contenidos esenciales que se trabajan, ya que no solo es necesaria para el desarrollo del sujeto, sino que también se relaciona con la salud. No obstante, para poder trabajar la condición física es necesario un conocimiento previo de su estado. De este modo se puede evaluar el nivel de evolución, realizar comparaciones en función del sexo, edad y realizar las adaptaciones pertinentes a la hora de trabajar con los sujetos. Por lo tanto, a la hora de su desarrollo, se ha de tener en cuenta también que se compone de diferentes capacidades.

Para poder evaluar el nivel de desarrollo y si existen o no diferencias en función de alguna variable, es necesario conocer el estado de las capacidades que la componen. Dentro de las capacidades que componen la condición física encontramos la fuerza. Existe un amplio abanico de autores que han estudiado esta capacidad física. A la hora de evaluarla se dispone de una amplia variedad tanto de pruebas (salto vertical, horizontal, prensión manual) como de instrumentos.

También encontramos la capacidad de salto, que es medida mediante pruebas de salto vertical u horizontal, aunque en ocasiones suelen aparecer las dos unidas. Dentro de los materiales utilizados para evaluar la capacidad del salto se distingue una amplia gama, siendo los test más utilizados, el salto con contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ) y el salto sin contramovimiento o Squat Jump (SJ). A la hora de medir la capacidad de salto, podemos encontrar una gran variedad de opciones, desde autores que se centran simplemente en la evaluación de la batida (García, 2004) o la amortiguación (Osorio, Esteve y Lerma, 2013) hasta autores que aúnan las dos variables.

En relación con las diferencias que pueden existir en función a diversas variables como pueden ser el sexo, la edad, etc. Distintos autores en sus estudios, además de la altura, también evaluaron los picos de fuerza y de potencia de los sujetos, encontrando que los hombres obtenían valores

superiores a las mujeres en ambos casos. Por otra parte, Bermejo, López y Palao (2013) señalaron en sus resultados que los sujetos varones obtenían mayores alturas de vuelo en el salto vertical que los sujetos femeninos. Además, diversos autores estudiaron tanto la batida como la amortiguación en el salto de manera conjunta en los diferentes sexos, en sujetos que poseían edades cercanas a los 19 años, encontrando que tanto el pico de potencia durante la batida como la altura del salto eran mayores en los varones.

Al hablar de amortiguación, encontramos que las mujeres podrían correr un riesgo mayor de lesión que los hombres ya que presentaron mayores picos de fuerza en la caída. Por otro lado, en relación con las diferencias que pueden existir en la capacidad de salto en función de otras variables diferentes al sexo, se dice que las diferencias entre sujetos masculinos y femeninos se incrementaban cuanto mayor era la edad que presentaban. En esta misma dirección, Naclerio, Rodríguez y Forte (2009) analizaron las diferencias entre las alturas y los picos de potencias en test de salto con diferentes cargas, obteniendo como resultado que los valores eran mejores cuanto menor eran las cargas.

Es de gran interés poder contar con herramientas que permitan evaluar la fuerza, velocidad y potencia que son conceptos que están ligados a la parte de la preparación física siendo el apoyo para el rendimiento deportivo, la fuerza no se manifiesta en los distintos deportes bajo una forma pura, sino que es una combinación de factores que condicionan el rendimiento (Hernández, 2003). El entrenamiento deportivo se caracteriza por la continua mejora de las marcas obtenidas por deportistas y el continuo ajuste de cargas de acuerdo a sus competencias, estando condicionado a la aplicación de diferentes cargas de trabajo y control continuo para la optimización del entrenamiento deportivo, teniendo en cuenta, que la carga del entrenamiento está determinada por la intensidad, volumen y frecuencia, que permiten una adaptación en el organismo del deportista (Jiménez y González, 2010).

La capacidad de potencia es esencial para un buen desarrollo del gesto propio de cada deporte. Las evaluaciones o test deportivos son una herramienta en la planificación deportiva, que nos permite tener un panorama más acertado al momento de planificar o proponer cambios al plan de entrenamiento. Es importante el control constante del entrenamiento y las evaluaciones deben ser tomadas como el punto de apoyo sobre el que los controles se sustentan. Dentro de las capacidades físicas encontramos la fuerza y al momento de evaluarla disponemos de una variedad de pruebas como salto vertical, horizontal, presión manual como instrumentos para la evaluación en las etapas de formación deportiva, pero, generalmente, se evalúa la fuerza por medio de salto o dinamometría manual.

La potencia hace parte de la fuerza, que es la capacidad física que permite optimizar el rendimiento en las acciones explosivas y rápidas de corta duración, que necesitan una gran potencia muscular que permite aplicar gran cantidad de fuerza en acciones deportivas (Hernández y García, 2013).

La potencia es el producto de la fuerza y la velocidad, por lo que un mismo valor de potencia puede alcanzarse con dos cargas diferentes. Por ello, lo relevante para mejorar el rendimiento físico es aumentar la potencia ante una misma carga, o lo que es lo mismo, incrementar la velocidad de ejecución (Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes, 2014).

La fuerza es fundamental para la producción de potencia, debido a que es el producto de la fuerza y de la velocidad, por lo tanto, un aumento de una repetición máxima (1 RM) está relacionado con la potencia y tenemos un gran número de protocolos que se usan para desarrollar la fuerza y potencia desde cargas altas, salto y Sprint (Izquierdo, 2015). El desarrollo de la fuerza por medio de la ejecución de los saltos se debe a una movilización de unidades motoras a una rápida velocidad, que permite una sincronización de la actividad de las motoneuronas generando el impulso explosivo de la fuerza (Hernández y García, 2015). Para el trabajo de la potencia se tienen diferentes

formas de entrenamiento, en que se buscan un resultado que mejore la potencia utilizando las manifestaciones de la fuerza, bajo repeticiones máximas de fuerza denominadas las RM desde pesos altos a pesos ligeros con los ejercicios de cadena cerrada que incluyen velocidad, fuerza y potencia (Naclerio y Jiménez, 2007).

Por “fuerza explosiva” entenderíamos aquellas acciones en las que se produce fuerza de una manera muy rápida. En la literatura científica existe un término biomecánico que representa precisamente la rapidez con la que se genera una determinada cantidad de fuerza la Rate of force Development (RFD), o producción de fuerza en la unidad de tiempo. La RFD es la derivada de la fuerza respecto al tiempo, o lo que es lo mismo, representa el incremento en la producción de fuerza en un intervalo de tiempo determinado. Es decir, la RFD representa la fuerza explosiva. Su valor máximo, la RFD máxima, es la cantidad de fuerza alcanzada más alta en el menor tiempo, y en la curva fuerza-velocidad, corresponde con la máxima pendiente en el incremento de la producción de fuerza (Balsalobre Fernández y Jiménez Reyes, 2014). Para González Badillo (2013) la “fuerza explosiva” es la RFD, esto es la producción de fuerza en unidad de tiempo, es decir, la pendiente de la curva, para que se produzca la máxima pendiente no es necesario que haya desplazamiento, porque realmente de lo que trata es que en la medida que aplicamos fuerza en relación con el tiempo (fuerza aplicada en la unidad de tiempo).

2.3.1. Repetición máxima.

Para poder programar el entrenamiento, independientemente de la capacidad física que se quiera mejorar, es indispensable conocer el grado de esfuerzo que un determinado estímulo le supone al deportista. En el entrenamiento de fuerza, la referencia más utilizada es la Repetición Máxima (RM). El RM es la cantidad de kg que un sujeto puede desplazar una, y sólo una vez en un

ejercicio determinado. Así, las intensidades relativas de entrenamiento se expresan en %RM según el grado de esfuerzo al que se desee trabajar. El RM puede variar tras muy pocas sesiones de entrenamiento, por lo que sería necesario hacer test de RM cada muy pocas semanas para reajustar las cargas de entrenamiento, sin embargo, para garantizar que se programa el entrenamiento con precisión, sería imprescindible medir constantemente la RM, lo cual conllevaría interferencias importantes al entrenamiento y riesgos de lesión innecesarias. Para solucionar este problema, se han realizado investigaciones en las que se ha identificado la cantidad de Repeticiones Máximas que se puede hacer con un determinado porcentaje de la RM en distintos ejercicios.

Una de las aplicaciones más comúnmente investigadas del entrenamiento de la fuerza basado en la velocidad es la posibilidad de utilizar la velocidad de movimiento para determinar qué %1RM se está levantando. Las ecuaciones generales de relación carga-velocidad permiten estimar el %1RM basado en la velocidad registrada con una carga sub-máxima.

En la actualidad, investigadores y entrenadores utilizan la repetición máxima (1RM) en el ejercicio de sentadilla como la medida más identificativa y representativa de la máxima fuerza muscular en el movimiento de extensión de cadera y rodilla.

Tomando como referencia la guía de la National Strength and Conditioning Association (Harman, Garhammer, Parndorf, 2000), el protocolo para la medición de la 1RM se puede estructurar en tres partes bien diferenciadas: 1) calentamiento no específico y ejecución de 10 repeticiones (rep) del ejercicio de sentadilla frente a una resistencia ligera; 2) incremento progresivo de la intensidad de la carga en porcentajes de la 1RM estimada por el sujeto (5-6 rep al 60 %; 2-3 rep al 70 %; 1-2 rep al 80 %); 3) incremento progresivo de la carga en kg de peso (de 2 a 10 kg) hasta

el fallo en la ejecución del sujeto (el último intento realizado correctamente con la máxima carga posible es el resultado que determina el valor de la 1RM).

La literatura científica muestra cómo la mayoría de los estudios que han empleado muestras de deportistas entrenados para evaluar a través de la 1RM, lo han hecho utilizando procedimientos de medida muy similares. Todos estos protocolos se basan en un incremento progresivo de la intensidad de la carga en porcentajes de la 1RM estimada por el sujeto, seguido de un incremento progresivo de la carga en kg de peso hasta el fallo en la ejecución del sujeto. Además, se ha comprobado cómo todos los sujetos precisaron entre 2 y 6 intentos para alcanzar el valor de su 1RM y las recuperaciones entre intentos fueron completas.

Con respecto a la edad de los sujetos, el paso de los años (unido a unos niveles de actividad física que son cada vez más bajos y/o de menor intensidad) produce una disminución en la capacidad de generar fuerza máxima debida fundamentalmente a la pérdida de masa muscular producida por la reducción en el tamaño y/o por la pérdida de fibras musculares (especialmente de fibras de contracción rápida).

Las características antropométricas y fisiológicas que diferencian a hombres de mujeres (peso, talla, composición corporal) influyen claramente en la producción de los niveles más bajos de fuerza máxima en el sexo femenino. En relación con la técnica de ejecución del ejercicio de sentadilla, la profundidad que se alcanza con el movimiento de flexión de las rodillas influye en la capacidad del sujeto para aplicar fuerza máxima. De esta forma, los valores de la 1RM son más altos cuando la angulación de partida del sujeto en la ejecución del ejercicio de sentadilla se sitúa por encima de los 90° de flexión de rodillas. Esta angulación permite un movimiento más explosivo debido a la relación ventajosa tensión-longitud en los extensores de rodilla y cadera.

2.3.2. Salto vertical.

El salto vertical, está basado en varias variables independientes específicas, cada una de las cuales puede afectar o favorecer en el rendimiento final del salto. Si estas variables son debidamente identificadas, los investigadores pueden tratar de manipular cada una de ellas de manera independiente o conjunta para maximizar el rendimiento en el salto vertical. Tras identificar debidamente estas variables, muchas mediciones del salto vertical están restringidas a articulaciones simples como la cadera, la rodilla o el tobillo, cuando se sabe que el salto es una acción multi-articular y como tal, demanda no solo la producción de fuerza sino también una alta potencia y coordinación (Hatze, 1998).

Varios métodos son comúnmente utilizados para evaluar la capacidad de la musculatura del tren inferior, normalmente medido en un salto vertical al máximo esfuerzo con ambas piernas. Los métodos más utilizados por sus características biomecánicas son: el Squat jump con una pierna, Squat jump con dos piernas (SJ), el salto con contramovimiento (CMJ), el salto profundo (DJ) o series de saltos continuos y se mide la suma de todos ellos (Hatze, 1998). Además de estos métodos, también se deben considerar los parámetros de medición.

Los parámetros más utilizados para caracterizar el rendimiento en el salto son: la altura del salto, el trabajo de translación realizado, la potencia por kilogramo de masa corporal en la aceleración del centro de gravedad verticalmente durante la fase de propulsión ascendente, la potencia máxima de translación por kilogramo de masa corporal y la potencia máxima total (Hatze, 1998). La medición del salto vertical se puede realizar bien sin el apoyo de una tecnología muy sofisticada, por ejemplo, test de Abalakov, test de Sargent o test de Lewis; o bien utilizando materiales de alta precisión como las

plataformas de fuerzas o las plataformas de contacto. La facilidad de ejecución de las pruebas y su similitud con gran número de gestos comúnmente utilizados en la práctica deportiva permite evitar una gran cantidad de problemas inherentes en los necesarios procesos de familiarización con los mismos (García Manso, 1999).

El salto en contra movimiento (CMJ): Es un test similar al anterior, pero en el que varía la posición de partida. El sujeto sale de una posición vertical, sin flexionar previamente las rodillas, a partir de la cual se flexiona y extiende las piernas a una alta velocidad de ejecución. El objeto de esta acción de contra movimiento, es aprovechar la energía elástica que se acumula en el cuádriceps en el momento de flexionar las rodillas. La contribución de la elasticidad de los músculos y de los tendones es mucho mayor en aquellas acciones que incluyen un ciclo de estiramiento-acortamiento. Durante un salto vertical simple, el almacenamiento y la recuperación de energía elástica en el músculo y el tendón contribuyen en un 25-50% a la mejora de la actuación tras un gesto de contra movimiento (Kibele, 1999). En la utilización de los test propuestos por Bosco (1994), los datos nos demuestran que las ganancias medias están entre 15-20%. Los principales grupos musculares que participan en la capacidad de salto medida durante el test de CMJ son los extensores de la rodilla, cadera y tobillo, los cuales contribuyen en valores aproximados al 49%, 28% y 23% respectivamente (Hatze, 1998).

La capacidad de salto es una de las cualidades más importantes y determinantes en varios deportes (voleibol, baloncesto, salto de altura, etc.). La altura del salto está condicionada por la velocidad vertical en el momento del despegue y del ángulo con el que se proyecte el centro de gravedad. La velocidad vertical, por su parte, depende de la diferencia de altura del centro de gravedad entre el principio y final del tiempo en que se tarda en recorrer esta distancia. Cuanto mayor sea la distancia y menor el tiempo, mayor será, en principio el componente vertical de la velocidad. Se debe tener presente que hay que encontrar la forma técnica más eficaz que

permita transformar una translación de elevado componente horizontal, en otra donde el componente vertical es lo fundamental.

La importancia de estos tres factores (ángulo de salida, velocidad de despegue e impulso previo) en los saltos es clara, variando la de los mismos en función en que sea proyectado el cuerpo hacia la fase de vuelo (Molina et al., 1994).

A la hora de plantear un entrenamiento orientado a la mejora de la capacidad de salto debemos tener en cuenta dos factores, primero disponer de la fuerza necesaria en la musculatura afectada (trabajo pliométrico, con contra resistencia, electroestimulación, etc), y en segundo lugar ser capaz de realizar una técnica de saltó fluida y automatizada.

El entrenamiento pliométrico ha sido recomendado para deportes que requieren acciones explosivas y mejoras en la capacidad de salto. Ejercicios pliométricos o de estiramiento-acortamiento son aquellos que se caracterizan por una rápida deceleración del cuerpo seguido casi inmediatamente de una rápida aceleración del cuerpo en la dirección opuesta. Los ejercicios pliométricos evocan las propiedades elásticas de la fibra muscular y del tejido conectivo en el sentido en que permiten al músculo acumular energía durante la fase de desaceleración (excéntrica) y utilizar esa energía durante el periodo de aceleración (concéntrica). El resultado final es que la musculatura está entrenada bajo tensión mayor que aquella que representa un entrenamiento de fuerza a baja velocidad. De todas maneras, el entrenamiento pliométrico ha sido recomendado para deportes donde se generan altas potencias.

El entrenamiento con contra resistencia. También ha dado buenos resultados en la mejora del rendimiento en salto vertical, en muchos de los casos entre 2-8 cm (o entre 5-15%) con impulsos más explosivos y menor peso, siendo más efectivo que con mucho peso e impulsos más lentos. Los protocolos

pliométricos pueden mostrarse como más efectivos, igual de efectivos o menos efectivos que el entrenamiento con pesas en la mejora del salto vertical (Fry, Melton, Relyea, Weiss y Wood, 2000). Un clásico en la bibliografía especializada para explicar los procesos adaptativos que se producen con el entrenamiento de la fuerza, realizado principalmente con entrenamiento contra movimiento, nos demuestra que el empleo aislado de grandes cargas de entrenamiento (concéntricas y excéntricas), benefician los rendimientos en fuerza máxima estática y dinámica, pero no se traduce en una mejora similar de la capacidad de salto.

La fatiga muscular es un limitante en el rendimiento del salto vertical. La potencia muscular es definida como el ratio de producción de trabajo determinado por la fuerza producida por el músculo y la velocidad de contracción de este, un descenso en cada componente reduce por tanto el rendimiento potencial. Un factor importante que influencia a la potencia es la fatiga, el cual es definido como una reducción relativa en la fuerza máxima. Los efectos de la fatiga muscular disminuyen tanto el trabajo total invertido en el salto como la distancia y altura de este. Los descensos en el rendimiento del salto vertical no son proporcionales a los descensos en la fuerza. Parece ser, que el descenso en la fuerza tiene una relación lineal con los niveles de fatiga, pero el descenso en el salto vertical no sigue un patrón lineal.

2.4. Objetivo general, objetivos específicos e hipótesis.

2.4.1. Objetivo general.

El objetivo general de esta investigación es comparar el efecto de los entrenamientos orientados al desarrollo de fuerza máxima y de potencia sobre la altura de salto y fuerza dinámica máxima.

2.4.2. Objetivos específicos.

1. Evaluar el efecto del entrenamiento de potencia sobre el cambio en la altura salto vertical y fuerza dinámica máxima.
2. Evaluar el efecto del entrenamiento de fuerza máxima sobre el cambio en la altura salto vertical y fuerza dinámica máxima.

2.4.3 Hipótesis.

- Ambos programas de entrenamiento serán efectivos para incrementar la altura de salto y fuerza dinámica máxima.
- El programa de entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia será más efectivo para incrementar la altura de salto.
- El programa de entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza máxima será más efectivo para incrementar la fuerza dinámica máxima.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.

3.1. Diseño experimental.

El estudio tiene un diseño no experimental de carácter longitudinal debido a que se investigó la evolución de todos los sujetos participantes durante un periodo de once sesiones, con entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza máxima y de la potencia, así como también test para evaluarlos. Este tipo de diseño tiene la ventaja de conocer no sólo los cambios de ambos grupos (fuerza máxima y potencia), sino de todos los sujetos que fueron partícipes del estudio.

La investigación constó de once sesiones dentro de las cuales se aplicaban cambios en las cargas y las intensidades, todo esto a las características de cada sujeto en estudio. En las dos primeras sesiones se realizó la aplicación de un pre test (uno por sesión). Las ocho sesiones siguientes fueron destinadas a la ejecución de entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza máxima o la potencia. Para que estos entrenamientos se llevaran a cabo equitativamente, se seleccionó aleatoriamente los sujetos participantes del grupo destinado al entrenamiento de fuerza máxima y otro grupo al entrenamiento de potencia.

Las sesiones donde se ejecutaron entrenamientos de fuerza máxima y potencia fueron realizadas dos veces por semana, generalmente con un periodo de recuperación de 48 horas luego de cada entrenamiento. Finalizadas estas ocho sesiones destinadas al entrenamiento del desarrollo de la fuerza máxima y la potencia, se llevó a cabo un post test individual para dejar registro del avance logrado en cada uno de los sujetos en estudio. El post test se aplicó en la sesión siguiente a la que correspondiente al último entrenamiento y se llevó a cabo de la misma forma en que se aplicó ambos pre test mencionados anteriormente.

3.2. Variables de estudio.

- Variable independiente: Grupo de entrenamiento: Fuerza dinámica máxima o Potencia.
- Variable dependiente: RM en el ejercicio de sentadilla y altura de salto en el ejercicio de salto con contramovimiento.

3.3. Participantes de la investigación.

3.3.1 Población.

La población comprende a 44 estudiantes universitarios, 10 damas y 34 varones, que presentan una previa familiarización con el entrenamiento, con un rango etario que va desde los 18 y los 30 años de edad. Estos sujetos, se eligieron al azar para conformar los grupos de entrenamiento de fuerza máxima y de potencia, siendo este último grupo conformado sólo por varones.

3.3.2 Muestra.

La muestra de esta investigación es no probabilística debido que supone un procedimiento de selección orientado a las características de la investigación, más allá del criterio estadístico generalizado. Se constituyó por 34 sujetos,

todos varones, de los cuales sólo 32 fueron evaluados con post test. En cuanto a las damas participantes del estudio éstas no formaron parte de la muestra ya que la cantidad de éstas no igualó a la de varones. No obstante, realizaron todo el procedimiento investigativo ya que además de entrenarse se interiorizaron más con el entrenamiento de fuerza máxima y con los cambios y/o beneficios que pudiesen adquirir al someterse a un entrenamiento.

3.4 Procedimientos de evaluación.

El procedimiento de evaluación fue el mismo tanto para ambos pre test como para el post test. Las sesiones de evaluación comienzan con un calentamiento breve que consiste en realizar dos series de 10 sentadillas y 10 saltos con las manos en la cintura. Realizado el calentamiento se procede a evaluar 3 saltos con la aplicación MyJump 2 (la cual será explicada con detalles en otro apartado) donde se realizan 4 saltos. El primero de estos es de prueba para comprobar la correcta ejecución de este movimiento y los restantes serán registrados por la misma aplicación a modo de evaluación. La manera correcta de ejecutar estos saltos verticales es con ambos pies apoyados en el suelo separados a la anchura de los hombros, manos en la cintura y vista el frente.

Ya evaluados los saltos, se procede a movilizar cargas con sentadillas para estimar la RM a través de la relación carga-velocidad. Para ello se realizó un test de carga incremental en el ejercicio de sentadillas. Cuando la barra se desplaza sobre 1 m/s se realizan 3 repeticiones, cuando se desplaza entre 0.5 y 1 m/s se realizan 2 repeticiones, y cuando la barra se desplaza entre 0.3 y 0.5 m/s se realiza sólo 1 repetición. La velocidad media registrada ante todas las cargas fue utilizada para obtener la relación carga-velocidad individual para cada sujeto. A través de esta regresión lineal individualizada, la RM se estimó como la carga asociada a una velocidad de 0,30 m/s.

3.5. Descripción del entrenamiento.

Las sesiones de entrenamiento siempre siguieron un orden comenzando con un calentamiento de 10 repeticiones de sentadillas con autocarga, 10 repeticiones de sentadillas con la barra, 5 repeticiones de sentadillas con la barra al 50-60% de 1RM y 2 repeticiones al 70-80% de 1RM.

El entrenamiento orientado al desarrollo de la fuerza máxima se realizó con sentadillas en una maquina Smith, durante ocho sesiones, las cuales fueron agrupadas en tres porcentajes de intensidad de 1RM. Es decir, las sesiones tres y cuatro se entrenó desde un 60% a un 70% del RM, realizando cuatro series de ocho repeticiones cada una. En las sesiones cinco, seis y siete el entrenamiento se realizó a un 85% del RM con cinco series de cuatro repeticiones cada una. Finalmente, en las sesiones ocho, nueve y diez el entrenamiento se realizó a un 90% del RM dividido en seis series de dos repeticiones cada una.

En cuanto al entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia, este se realizó con sentadillas con salto en una maquina Smith y al igual que el entrenamiento de fuerza, este entrenamiento se realizó en ocho sesiones consecutivas las cuales fueron agrupadas en tres, según volumen e intensidad del entrenamiento. En las sesiones tres y cuatro, se realizaron cinco series de cinco repeticiones, en las sesiones cinco, seis, siete y ocho se realizaron seis series de cinco repeticiones, y en las sesiones nueve y diez se realizaron cuatro series de seis repeticiones cada una. Sin embargo, independientemente de la sesión de entrenamiento en la que el sujeto se

encontró su intensidad no aumentó a medida que las sesiones de entrenamiento avanzaron. Sino que, se mantuvo constante durante las ocho sesiones destinadas al entrenamiento, es decir, al 40% de intensidad.

3.6. Estandarización de la técnica del ejercicio.

3.6.1. Sentadilla.

La técnica de ejecución para el ejercicio de sentadilla, con la vista al frente los sujetos entrenados deben apoyar la barra en sus trapecios juntando los omoplatos, para así evitar posteriores molestias musculares por el peso de la barra, y tomar la barra con ambas manos, cada una ubicada al ancho de los hombros. En posición erguida también con los pies separados a la anchura de los hombros, realizar una triple flexión de cadera, rodilla y tobillo para luego volver a la posición inicial.

3.6.2. Salto vertical.

El salto vertical es ejecutado desde una posición erguida, con la vista al frente, ambas manos en la cintura y los pies separados a la anchura de los hombros. Para el impulso del salto se debe bajar el centro de gravedad sin despegar las manos de la cintura extendiendo rodillas y saltando según la propia capacidad de cada sujeto.

3.7. Equipamiento e instrumentos de evaluación

Para llevar a cabo esta investigación se utilizaron diferentes recursos, los cuales permitieron la ejecución y evaluación de ambas variables a estudiar y que serán detallados a continuación.

Maquina Smith: Las sesiones de entrenamiento se realizaron en máquinas Smith donde se ejecutaron sentadillas en el caso del entrenamiento para el desarrollo de la fuerza máxima y sentadillas con salto en el entrenamiento para el desarrollo de la potencia. El peso de la barra destinada al entrenamiento de fuerza era de 20 kilos, en tanto la barra para el desarrollo del entrenamiento de potencia pesaba 30 kilos. A partir de estos pesos base se agregaron cargas de acuerdo con la capacidad individual de cada sujeto.

T – FORCE SYSTEM: este programa es un sistema dinámico de medida para la evaluación y el entrenamiento de la fuerza muscular que permite controlar y programar el entrenamiento de fuerza. Dicho sistema permite distinguir automáticamente las repeticiones y fases de una sentadilla (concéntrica o excéntrica), proporcionando información en tiempo real al entrenador y al entrenado acerca de las variables críticas en cada ejecución, con esto nos referimos a la velocidad con que se desplazan las cargas o velocidad de ejecución, permitiendo así estimar el RM de cada sujeto.

MY JUMP 2: Esta aplicación está desarrollada científicamente para medir la altura de salto vertical validada por investigadores en ciencias del deporte, lo que hace posible la medición de la altura de salto con una gran precisión. El principal valor añadido de esta aplicación es la determinación de fuerza-velocidad-potencia de cada sujeto, así como el análisis de las cualidades de fuerza y velocidad, muy útiles para optimizar el entrenamiento de fuerza e incrementar el rendimiento explosivo. Grabando un salto, se selecciona con

precisión el despegue y el aterrizaje de este, luego la misma aplicación, calcula la altura, el tiempo de vuelo, la velocidad, la fuerza y la potencia de los saltos ejecutados. Para la ejecución de los saltos se aplicaron 5 kilos de carga para todos los sujetos y estos saltos serán ejecutados como salto con contra movimiento (CMJ), siendo esta una opción de medición dentro de la misma aplicación. EL CMJ se realiza con ambas manos en la cintura y una separación de los pies de acuerdo con la anchura de los hombros; quedando registrados en My Jump2 para lograr tener un seguimiento personalizado de cada sujeto.

3.8. Análisis estadístico.

Los datos descriptivos de las variables dependientes (1RM y altura de salto) se presentan como medias y desviación estándar (SD). Previo al programa de intervención, los sujetos se sometieron a dos test de evaluación para determinar la fiabilidad de las variables dependientes del estudio. Concretamente, los test estadísticos empleados para el análisis de fiabilidad fueron prueba T para muestras pareadas, el tamaño del efecto de Cohen (ES), el coeficiente de variación (CV) y el coeficiente de correlación intraclass (CCI, modelo 3,1). Para este propósito se utilizó una hoja de cálculo personalizada (Hopkins, 2000).

A continuación, se aplicó un modelo mixto de análisis de la varianza (ANOVA) para cada variable dependiente con el “grupo de entrenamiento” (STG vs. PTG) como factor entre sujetos y el “tiempo” (pre-test 2 vs. post-test) como factor intra-sujeto. La magnitud de los cambios se cuantificó a través de las diferencias de medias y el ES de Cohen con sus respectivos intervalos de confianza del 95% (IC 95%). La magnitud de la ES se cuantificó utilizando la siguiente escala: insignificante ($<0,20$), pequeño (0,20 a 0,49), moderada (0,50 hasta 0,79), y grandes ($\geq 0,80$) (Cohen, 1988). Los análisis estadísticos

se realizaron utilizando el paquete de software SPSS (IBM SPSS versión 22.0, Chicago, IL, EE.UU.). La significación estadística se estableció en un nivel alfa de 0,05.

CAPITULO IV: RESULTADOS.

Ambas variables dependientes (1RM y altura de salto) se obtuvieron con una fiabilidad muy alta ($CV < 8\%$ y $ICC > 0,90$) (Tabla 1).

El análisis de varianza aplicado sobre los valores de 1RM reveló un efecto principal significativo de tiempo ($F = 18,2$, $p < 0,001$) debido a los valores más altos en post-test ($140,0 \pm 23,8$ kg) en comparación con el Pre-test 2 ($128,3 \pm 29,1$ kg) (95% IC = 6,1 a 17,3 kg). Sin embargo, el efecto principal de grupo ($F = 0,4$, $p = 0,525$) y la interacción grupo x tiempo ($F = 0,1$, $p = 0,866$) no alcanzaron la significancia estadística. Las comparaciones por pares realizadas de forma independiente para cada grupo revelaron una mejora promedio en el grupo de potencia de 11,2 kg (95% IC = 2,4 a 20,0 kg; $p = 0,016$) y en el grupo de fuerza máxima de 12,1 kg (95% IC = 4,3 a 19,9 kg; $p = 0,005$). Estos resultados indican que ambos tipos de entrenamiento fueron igualmente efectivos para mejorar la 1RM.

El análisis de varianza aplicado sobre los valores de altura de CMJ reveló un efecto principal significativo de tiempo ($F = 50,9$, $p < 0,001$) debido a los valores más altos en post-test ($36,3 \pm 5,6$ cm) en comparación con el Pre-test 2 ($32,4 \pm 5,4$ cm) (95% IC = 2,8 a 5,0 cm). Sin embargo, el efecto principal de grupo ($F = 1,5$, $p = 0,228$) y la interacción grupo x tiempo ($F = 3,3$, $p = 0,082$) no alcanzaron la significancia estadística. Las comparaciones por pares realizadas de forma independiente para cada grupo revelaron una mejora promedio en el grupo de potencia de 4,9 cm (95% IC = 3,4 a 6,4 kg; $p < 0,001$) y en el grupo de fuerza máxima de 2,9 kg (95% IC = 1,1 a 4,7 kg; $p = 0,005$).

Estos resultados sugieren que el entrenamiento de potencia fue más efectivo para mejorar la altura de salto en el ejercicio de CMJ, lo que viene respaldado por una interacción grupo x tiempo cercana a la significación estadística ($p = 0.082$).

Tabla 1. Magnitud de 1 repetición máxima (1RM) y la altura de salto con contramovimiento (CMJ) de los dos pretest y el posttest en los grupos de entrenamiento de fuerza (STG) y potencia (PTG).

Variable	Grupo	Pretest 1	Pretest 2	Post test	Confiabilidad (Pretest 1 vs. Pretest 2)			
					Valor P	ES	CV	CCI
1RM (kg)	STG	120,9 ± 31,7	125,1 ± 31,2	137,2 ± 23,3*	0,076	0.21	7,08%	0.91
	PTG	123,9 ± 21,8	131,6 ± 27,5	142,8 ± 24,8*				
CMJ (cm)	STG	32,6 ± 4,7	31,7 ± 5,8	34,6 ± 4,2*	0,093	-	4,35%	0.93
	PTG	33,8 ± 5,3	33,1 ± 5,1	37,9 ± 6,4*				

ES, tamaño del efecto de Cohen; CV, coeficiente de variación, CCI, coeficiente de correlación intraclase. Fiabilidad de las variables dependientes se calculó a partir de los datos obtenidos antes de la prueba para los dos grupos fusionados. *, Significativamente diferente del Pretest 2 ($p < 0,05$).

CAPITULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

5.1 Discusión.

Encontramos un estudio de Bazuelo, B., Padial, P., García, A., Morales, A., Martins, T. & Feriche, B. (2015) que tuvo como objetivo desarrollar un método rápido para determinar la fuerza máxima de un individuo o 1RM en un ejercicio de media sentadilla. En donde los participantes fueron 105 sujetos jóvenes físicamente activos, de los cuales 87 eran hombres, por lo que nos enfocaremos en esta parte de la población estudiada. Realizaron una prueba de carga máxima y submáxima durante ejercicios de media sentadilla en una máquina Smith. En la prueba submáxima, los sujetos completaron tres repeticiones con una carga equivalente al peso corporal y todas las repeticiones se realizaron a máxima velocidad. Esta última sólo era medida en la fase ascendente del ejercicio de sentadilla.

Las variables de carga y velocidad media (V_{mean}) se utilizaron para construir un modelo de predicción de 1RM ajustado, que fue capaz de estimar la 1RM con una precisión del 58% ($F_{exp} = 72,82; 2; 102 \text{ df}; p < 0,001$). Los resultados indicaron una buena correlación entre la velocidad de desplazamiento media de una carga equivalente al peso corporal y 1RM. Esta relación permite una estimación segura y rápida de los valores de 1RM en ejercicios de media sentadilla [$1RM = -61.93 + (121.92 \cdot V_{mean}) + (1.74 \cdot \text{carga})$] y proporciona información valiosa a sujetos desentrenados que están comenzando programas de entrenamiento.

Juarez, Navarro, Aceña, González, Arijá & Muñoz (2008) hicieron un estudio donde el objetivo principal era analizar las posibles relaciones entre fuerza máxima con ejercicios de sentadilla y salto vertical, entre otros, se entrenó a 16 sujetos estudiantes universitarios de sexo masculino, con escasa experiencia en entrenamiento de fuerza, durante dos semanas donde se realizaron 2 sesiones por cada una, en días alternativos para lograr una familiarización y aprendizaje de los test a ejecutar. El primer día de la semana se realizó familiarización con test de RM que consistió en realizar el ejercicio de sentadilla en una estación multipower y las cargas de estas incrementaban gradualmente hasta que el sujeto fallaba en alguna repetición, es decir, no realizando el ejercicio de manera correcta. El segundo día de familiarización se llevó a cabo el entrenamiento para el test de salto que consistió en realizar de 3 a 5 ensayos consecutivos del salto CMJ, con el fin de obtener la mayor reproducibilidad posible. Cada sesión se realizó con un calentamiento previo adecuado al esfuerzo que se llevaría a cabo.

Si bien, el estudio mencionado anteriormente tuvo una muestra similar a la nuestra, las sesiones de entrenamiento realizadas fueron muy pocas en comparación a esta investigación. No obstante, se encontró que la relación entre la fuerza máxima en sentadilla y la altura de salto resultó ser moderada. En cuanto a la modalidad de los test, es similar sólo en la ejecución del CMJ ya que el ejercicio de sentadilla debía realizarse hasta el fallo y en esta investigación, los ejercicios de sentadilla se realizaban con cargas que aumentaban gradualmente de acuerdo avanzaban las sesiones.

Por otro lado, Cormie et. Al (2010), evaluó a 24 hombres relativamente débiles, es decir, con escasa experiencia de entrenamiento de fuerza, donde se entrenaron en dos grupos, los más fuertes y los más débiles, tres veces por semana durante 10 semanas. En las sesiones de entrenamiento, los

sujetos realizaron sentadillas con salto de esfuerzo máximo con 0% - 30% 1RM. En este estudio, ambos grupos experimentales mostraron mejoras significativas ($P < 0.05$) en el rendimiento de salto y el entrenamiento de fuerza también mostró un aumento en la fuerza máxima que fue significativamente mayor que el grupo de potencia. Aquí se destaca que el entrenamiento de fuerza es una modalidad de entrenamiento más efectiva para la mejora de la fuerza máxima en individuos más débiles.

Con respecto a este estudio, nuestra investigación tiene aspectos similares, como por ejemplo en la cantidad de sujetos utilizados como muestra, los tipos de entrenamiento y ejercicios a evaluar, pero las sesiones de entrenamiento fueron menos ya que solo se realizaron ocho sesiones.

5.2. Fiabilidad.

Una investigación sobre la “Validez y confiabilidad de un sensor inercial portátil para medir la velocidad y la potencia en sentadillas y press de banca”, examinó a veintinueve jugadores de la liga de rugby juvenil (18 ± 1 años) que completaron 2 sesiones test-retest para la sentadilla trasera. Las repeticiones se realizaron al 20, 40, 60, 80 y 90% de 1RM con velocidad media, velocidad máxima, potencia media (MP) y potencia máxima (PP) que fueron medidas simultáneamente utilizando un sensor de inercia (PUSH) y un transductor de posición lineal (GymAware PowerTool). El PUSH demostró buena validez y confiabilidad solo para las mediciones de MP ($r = 0,91$; ICC = 0,83) y PP ($r = 0,90$; ICC = 0,80) al 20% de 1RM en la sentadilla trasera. Por lo tanto, la investigación adicional debe evaluar la usabilidad de los sensores inerciales en el ejercicio de sentadilla con salto. Los practicantes deben ser conscientes del error de medición cuando usan tecnología de sensor inercial para

cuantificar la velocidad y la potencia durante el entrenamiento de resistencia, particularmente con cargas distintas al 20% de 1RM en la sentadilla trasera.

La facultad de Ciencias del ejercicio y el deporte de la Universidad de Wisconsin realizó un estudio para determinar la validez de un codificador óptico en la medición de potencia y velocidad, tratando de ampliar la validez del uso de varias ecuaciones de predicción de potencia utilizando la altura de CMJ. El estudio contó con sesenta estudiantes universitarios activos (hombres $n = 30$; mujeres $n = 30$) realizaron una sentadilla con salto con cargas del 20%, 40% y 60% de su peso corporal. Cada salto en cuclillas fue monitoreado simultáneamente usando una placa de fuerza, un codificador rotatorio y una alfombra de contacto. La potencia máxima se calculó utilizando los datos de tiempo y posición derivados del codificador rotatorio, mientras que la placa de fuerza determinaba la potencia máxima a partir de la fuerza de reacción vertical del suelo. La colchoneta de contacto midió la altura del salto para estimar la potencia máxima. Todos los cálculos se compararon con la placa de fuerza.

Finalmente, como resultado se obtuvo que las correlaciones de Pearson mostraron que la potencia máxima determinada por el codificador rotatorio tenía una fuerte relación en todas las cargas ($r = .90-.94$), con la potencia máxima medida por la placa de fuerza durante la sentadilla con salto; sin embargo, se encontró una diferencia significativa en el valor de la potencia pico entre el codificador rotatorio y la placa de fuerza para todas las cargas ($p < 0.01$). Además, la potencia máxima predicha por las ecuaciones de salto en todas las cargas de Harman ($r = .95-.96$), Canavan y Vescovi ($r = .94-.97$), Sayers ($r = .92-.93$) fueron todas encontradas que están fuertemente relacionadas con la potencia pico medida por la placa de fuerza; sin embargo, se encontraron diferencias significativas en el valor de la potencia máxima entre

la plataforma de fuerza y cada una de las ecuaciones de salto para todas las cargas ($p < 0.01$).

Una investigación de Cormack, Doyle, Newton y McGuigan (2008), que consistió en establecer la confiabilidad de varias medidas obtenidas durante el rendimiento del CMJ simple y repetido (CMJ) en quince jugadores de fútbol de elite. Las pruebas se realizaron una vez por semana (durante dos semanas) y consistían en realizar CMJ simple (un solo salto) y CMJ repetido (cinco saltos) en una plataforma de fuerza portátil. Varias modalidades mostraron alta confiabilidad en general, pero el CMJ repetido mostró más incidencia en el tiempo de vuelo (CV 1,88%) concluyendo así que estas variables se pueden realizar para evaluar el impacto del entrenamiento.

Dizdar, Jukic, Cardinale y Markovic (2004) realizaron un estudio en donde el objetivo principal fue determinar la confiabilidad y la validez factorial de las pruebas de sentadilla (SJ) y CMJ. El objetivo secundario fue comparar 3 métodos populares para la estimación de la altura del salto vertical. 93 estudiantes de educación física realizaron 7 pruebas de potencia explosiva, entre las que se encuentran SJ y CMJ. Estas pruebas de salto vertical se realizaron en una plataforma resistiva (capacitiva) conectada a un temporizador digital (precisión $\pm 0,001$ segundos) que registraba el tiempo de vuelo y el tiempo de contacto de cada salto. Para evitar un trabajo incalculable, las manos se mantuvieron en las caderas durante las pruebas y se realizaron dos tests de salto diferentes: SJ, en el que los sujetos saltaban desde una posición de semi sentadilla sin contramovimiento, y CMJ, en el que se permitió a los sujetos realizar un contramovimiento con las extremidades inferiores antes de saltar, realizando 3 ensayos previos antes de llevar a cabo los test.

Con base en los resultados de este estudio, se puede concluir que CMJ y SJ, medidos mediante tapete de contacto y temporizador digital, son las pruebas de campo más confiables y válidas para la estimación de la potencia explosiva de los miembros inferiores en hombres físicamente activos. La prueba CMJ mostró la mayor relación con el factor de potencia explosiva ($r= 0,87$), es decir, la mayor validez factorial.

En el año 2015, Balsalobre, Glaister y Lockey, midieron el rendimiento del salto vertical a 20 hombres sanos y físicamente activos quienes realizaron 5 CMJ, medidos en una plataforma de fuerza y también en la aplicación My Jump. Se encontró que hubo una concordancia casi perfecta entre estas dos modalidades de evaluación, pero en comparación con la plataforma de fuerza, My Jump mostró buena validez. Por otro lado, en el año 2018, Brooks, Benson y Bruce, evaluaron la validez y confiabilidad de 2 dispositivos de medición para prueba de altura de salto con un protocolo de salto y alcance. En esta ocasión se evaluó a 26 adultos sanos y activos que participaron en dos instancias de prueba. Se comparó una unidad de medida inercial portátil (VERT) y la aplicación móvil My Jump 2. La confiabilidad, medida como coeficiente de correlación interclase (CCI), fue de 0.91 (IC del 90%: 0,87-0,94) para VERT y de 0,97 (IC del 90%: 0,96-0,98) para la aplicación My Jump 2. La aplicación mostró una validez y confiabilidad aceptables en comparación a la plataforma Force. Sin embargo, se indica que los profesionales deben considerar qué dispositivo de medición usar en función del nivel aceptable de error potencial para su población y objetivos de prueba.

Con respecto a los artículos mencionados se estima que My Jump, al ser una aplicación que mide el tiempo de vuelo en el salto vertical, considerando aterrizaje y despegue de los sujetos evaluados, es una aplicación confiable y fácil de usar para llevar a cabo estudios como éste.

Entonces, de acuerdo con los resultados obtenidos en nuestra investigación se estima que ambas variables se obtuvieron con alta fiabilidad por lo que se recomienda el uso de dichos entrenamientos para evaluar rendimiento de sujetos luego de ser entrenados.

5.3. Cambios en la repetición máxima.

En la tabla 1 se puede apreciar que el grupo de entrenamiento de fuerza marcó en el pretest 2 un RM en la sentadilla de 125.1 kg y llegando a marcar 137.2 kg en el post test, es decir, finalizadas las sesiones de entrenamiento. Por otro lado, el grupo de entrenamiento de potencia inició en el pretest 2, con un RM de 131.6 kg y finalizó con un RM de 142.8 kg en el post test. Esto se puede traducir en que el grupo de fuerza aumentó su RM en un 9,6%, mientras que el grupo de sujetos que entrenó potencia mejoró su RM en un 8.5 %, indicando que la efectividad de ambos tipos de entrenamiento fue similar.

En un estudio realizado por Stone, O' Bryant, McCoy, Cocglianese, Lehmkuhl y Schilling (2003), donde el objetivo era estudiar la relación entre una repetición máxima (1RM) de sentadilla con la potencia aplicada en un salto con contramovimiento, se concluyó que existe una fuerte correlación entre el 1RM de una sentadilla con salto, y la potencia con la que se realizan los saltos con contramovimiento. En este estudio participaron 22 sujetos varones que tenían entre 17 y 30 años, con un rango de experiencia que variaba entre 7 semanas y 15 años de entrenamiento de la sentadilla, por lo que se podría relacionar con la población de nuestro estudio. En la primera sesión los sujetos realizaban CMJ con cargas incrementales. El test se comenzaba saltando sin carga (con un tubo de PVC que pesaba menos de 0.25 kg.), y luego los sujetos realizaban saltos con barra con 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 110 y 130 kg. A

continuación, se añadían pesos de entre 10-20 kg. hasta que el sujeto alcanzara su 1RM.

Desde un punto de vista práctico, para mejorar la potencia de salida de salto, los resultados de este estudio sugieren que la mejora de la fuerza máxima debe ser un componente principal de los programas de entrenamiento, y por ende la mejora de 1RM. También se sugiere que los entrenamientos de fuerza deben pasar de cargas más ligeras (10% de 1RM) a cargas más pesadas (40% de 1RM).

5.4. Cambios en la altura de salto.

Siguiendo con la variable de salto, en la tabla 1 se indica que el grupo de fuerza máxima marcó en el pretest 2 una altura de salto de 31.7 cm y alcanzando una altura de 34.6 cm en el post test. Mientras, el grupo que entrenó potencia registró en el pretest 2 una altura de salto de 33.1 cm para más tarde alcanzar la altura de 37.9 cm en el post test de CMJ.

Sólo se menciona el pre test 2 debido a que estos resultados fueron mejores y una de las razones puede ser que ya se dominaba la técnica, en comparación con la sesión anterior que correspondía al pre test 1.

En un estudio de Sáez (2004) sobre las variables determinantes en el salto vertical se afirma que, el objetivo II del CMJ es que la energía elástica que se genera y acumula al flexionar las rodillas, se aproveche. Además, Hatze (1998) citado por Sáez (2014) afirma que la elasticidad de los músculos y tendones en acciones que incluyen un ciclo de acortamiento-estiramiento contribuyen de mayor manera en la absorción de energía, en donde los extensores de cadera, rodilla y tobillos contribuyen en un 28%, 49% y 23% respectivamente en el CMJ. El autor concluye que, una de las variables más

determinantes en la capacidad de salto es la fuerza, y que esta tiene una intensa relación con la velocidad y la potencia, pero que, al ser estudios realizados en laboratorios, se hace necesaria la aplicación de la investigación en campo.

Ferraro (2017) en su trabajo de grado sobre el impacto del entrenamiento de la fuerza explosiva basado en el arranque de potencia sobre la capacidad de salto vertical en un plantel de futbolistas sub 15 de Montevideo, evaluó el CMJ entre sus saltos, la muestra del estudio fue de 24 jugadores, seleccionados aleatoriamente y separados en grupo experimental (12) y grupo control (12), el primero contó con una sesión extra semanal a diferencia del grupo control. Se les evaluó con un pre test, un test intermedio a las 6 semanas y un post test luego de las 12 semanas de entrenamiento. Al igual que en nuestro estudio, cuidaron que no hubiera fatiga excesiva con una baja cantidad de repeticiones por serie (4), que tuvieran conocimiento de las rutinas, ejercicios y protocolos a seguir en cada salto. El grupo control mejoró su CMJ en un 2,2%, mientras que el grupo experimental mejoró en casi un 7%, cuatro jugadores del grupo control y dos del grupo experimental mostraron retrocesos, mientras que los mejores avances individuales (17%, 18% y 20%) se encontraron en el grupo experimental. Del CMJ se observó una mejora estadísticamente significativa en el grupo experimental a lo largo del tiempo, pero no hay diferencias significativas con sus otros dos tipos de salto. Finalmente se concluyó que, la capacidad de salto y por ende la potencia, se ven mejoradas al realizar ejercicios que sean derivados de la halterofilia mientras que se ejecuten con una adecuada técnica y optimas repeticiones y cargas para evitar la excesiva fatiga y lesiones en los jugadores.

En adaptaciones en el desempeño atlético después de entrenamientos de potencia balística versus entrenamiento de fuerza (Cormie et. Al 2010), en donde participaron 24 relativamente débiles que pudieran realizar back squat

con una técnica óptima, se separaron en grupo de entrenamiento de fuerza (8), entrenamiento de potencia (8) y grupo control, quienes realizaron 3 sesiones por semana, por 10 semanas en donde se obtuvieron resultados significativos en el rendimiento de la altura de salto, sin diferencias significativas entre grupos.

De esta manera, al comparar nuestros resultados con otros estudios, podemos observar que los resultados que arrojaron nuestros sujetos respecto de la altura de salto concuerdan con estudios anteriores y arrojan números significativos.

5.5. Limitaciones y directrices para futuras investigaciones.

A modo de limitaciones se cree que un estudio que requiera de más tiempo, por ejemplo, de cuatro semanas o más, podría ser más efectivo en cuanto a los resultados obtenidos. Además de esto, se podría agregar mediciones de masa corporal y talla, para verificar si tienen efecto real sobre los resultados de las variables en estudio.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y APLICACIÓN PRÁCTICAS.

6.1. Conclusiones.

En síntesis, se estima que, a corto plazo, es recomendable el entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia ya que tiene un mayor efecto sobre la

altura de salto sin comprometer las ganancias obtenidas de fuerza máxima. Además, este tipo de entrenamiento podría reducir, sobre todo en poblaciones con baja experiencia en entrenamiento, el riesgo de lesiones ya que las cargas de este tipo de entrenamiento son menores que las utilizadas en el entrenamiento de fuerza.

Aplicaciones prácticas.

Con respecto al entrenamiento utilizado en esta investigación para aumentar niveles de fuerza en RM y, según nuestros resultados se estima que, para el desarrollo de la fuerza dinámica máxima es conveniente fortalecer articulaciones de rodillas, caderas, y tobillos. La secuencia utilizada al establecer cargas e intensidades es óptima ya que el trabajo realizado resulta ser progresivo para el entrenado, aspirando así a la mejora de 1RM. Cabe destacar que el indicador de velocidad de ejecución toma un papel importante ya que a partir de esto se estimó el RM de cada sujeto entrenado y es por esto que, las sentadillas deben realizarse a la mayor velocidad posible, sobre todo en la fase concéntrica.

En cuanto al entrenamiento de potencia para mejorar el salto vertical implementado en esta investigación, se considera recomendable ya que este tipo de entrenamiento es menos invasivo para el deportista debido al porcentaje de intensidad utilizado en todas las sesiones. Al realizar sentadillas con salto al 40% de intensidad se puede prevenir lesiones ya que las cargas son más livianas y sólo varían las series y repeticiones para cada sesión. En este punto se menciona la importancia de realizar la fase concéntrica a máxima velocidad para así darle más potencia a la fase de vuelo en el salto luego de realizada la sentadilla.

Los resultados reflejan la validez de los entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza dinámica máxima y de la potencia propiamente tal, realizando mediciones a través de plataformas mencionadas anteriormente como son el T-Force System y la aplicación móvil My Jump 2, para medir fuerza dinámica máxima en ejercicios de sentadilla y la altura de salto vertical respectivamente.

ANEXOS.

Registro fotográfico.



Encoder T-force.



Máquina Smith con barra de 20 kilos.



Sujeto participante del estudio, realizando sentadilla en Máquina Smith.

REFERENCIAS

- Badillo, J. & Gorostiaga, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo*. (3era Ed. Barcelona: Inde.
- Balsalobre, C. & Jiménez, P. (2014). *Entrenamiento de Fuerza: Nuevas Perspectivas Metodológicas*. Madrid: Carlos Balsalobre-Fernández.
- Balsalobre, C., Glaister, M. & Lockey, R. (2015) La validez y confiabilidad de una aplicación de iPhone para medir el rendimiento en salto vertical. *Journal of Sports Sciences*. DOI: 10.1080/02640414.2014.996184
- Bazuelo, B., Padial, P., García, A., Morales, A., Martins, T. & Feriche, B. (2015). Predicting Maximal Dynamic Strength From the Load-Velocity Relationship in Squat Exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7). DOI: 10.1519/JSC.0000000000000821
- Bermejo, J., López, J. & Palao, J. (2013). Diferencias de género en salto de altura según categorías de edad. *Apunts. Educación física y deportes*. 111. 62-69. DOI: [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2013/1\).111.06](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/1).111.06)
- Bird, S., Tarpenning, K. & Marino, F. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. *Sports Medicine*. 35(10), Doi: 10.2165/00007256-200535100-00002.
- Bird, S., Tarpenning, K. & Marino, F. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(10), 841–851. doi:10.2165/00007256-200535100-00002

- Brooks, ER, Benson, AC y Bruce, LM. Novel Technologies Found to be Valid and Reliable for the Measurement of Vertical Jump Height With Jump-and-Reach Testing. *J Strength Cond Res*, 32(10). DOI: 10.1519/JSC.0000000000002790
- Cormie, P., McGuigan, M. & Newton, R. (2010). Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Med. Sci. Sports Exerc.*42(8), 1582-1598.DOI:10.1249/MSS.0b013e3181d2013a
- Cormack, S., Newton, U., McGuigan, R., Doyle, T. (2008). Reliability of measures obtained during single and repeated countermovement jumps. *Int J Sports Physiol Perform.* 3(2). 131-44. doi:10.1123/ijsp.3.2.131.
- Fernández, A. (2014) Cuantificación de la fuerza. Parte práctica. EFDeportes.com. 189. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd189/cuantificacion-de-la-fuerza-parte-practica.htm>
- Ferraro, M. (2017). Impacto del entrenamiento de la fuerza explosiva basado en arranque de potencia sobre la capacidad de salto vertical en un plantel de futbolistas sub 15 de Montevideo. (Trabajo de grado, Instituto Universitario Asociación Cristiana de Jóvenes). Recuperado de http://www.accede.iuacj.edu.uy/xmlui/bitstream/handle/20.500.12729/177/TFG_2017_Ferraro_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, J. (1999). *La Fuerza: Fundamentación, valoración y entrenamiento*. España: Grada gymnos.
- García, J. & Herrero, A. (2005). Variables cinéticas de la batida relacionadas con el rendimiento del salto horizontal a pies juntos. *Biomecánica.* 12(2). 61-70. Doi:10.5821/sibb.v12i2.1705
- Goldspink, G. (1992). Cellular and Molecular Aspects of Adaptation in Skeletal Muscle. En: *Strength and power in sport*. Editado por P. Komi, 2a ed. 211-229. London: Blackwell Scientific.

González, J. & Ribas, J. (2002). Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: Indigo.

Hass, C., Feigenbaum, M. y Franklin, B. (2001). Prescription of Resistance Training for Healthy Populations. *Sports Medicine*. 31(14), 953-64. Doi:10.2165/00007256-200131140-00001

Hatze, H (1998). Validity and Reliability of Methods for Testing Vertical Jumping Performance. *Journal of Applied Biomechanics*. 14, 127-140. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/710a/e5f3bf810a7dc7ea802f8957ace35e467693.pdf?_ga=2.172512483.1995417259.1600218015-682208847.1599929648

Hernández, J. (2003). Efecto de tres tipos de entrenamiento para el tren inferior: Una verificación del principio de especificidad. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*. 3.(1), doi:10.15517/pensarmov.v3i1.399.

Hernández, Y. & García, J. (2013). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la velocidad con cambio de dirección. *Motricidad. European Journal of Human Movement*. 31. 17-36. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2742/274229586002.pdf>

Hernández, Y. & García, J. (2015). Efectos de un entrenamiento específico de potencia aplicado a futbolistas juveniles para la mejora de la potencia en el salto. *Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*.4(1). 28-41. DOI: <https://doi.org/10.24310/riccafd.2015.v4i1.6162>

Hopkins, W., (2000). Measures of Reliability in Sports Medicine and Science. *Sports Medicine*, 30(1), 1-15.DOI:10.2165/00007256-200030010-00001

- Izquierdo, J., Redondo, J., Oliveira da Silva, L., Mateo, L., Marcolin, E., & Sedano, S. (2015). Efectos de dos tipos de entrenamiento complejo en fuerza máxima y potencia en jugadores Jóvenes de deportes colectivos. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, 14(1) 290-302. Recuperado de <http://portalatlanticaeditora.com.br/index.php/revistafisiologia/article/view/127/232>
- Jiménez, P. & González, J. (2010) Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics. *CCD*. 6(18). Doi: <http://dx.doi.org/10.12800/ccd.v6i18.48>
- Juarez, D.; Navarro, F.; Aceña, R., González, J., Arijá, A.& Muñoz, V. (2008). Relationship among maximal strength in squat exercise, jump, sprint and kicking ball performance. *International Journal of Sport Science*. 10(4), 1-12. Doi: 10.5232/ricyde2008.01001
- Kibele, A. (1999) Possible errors in the comparative evaluation of drop jumps from different heights. *Ergonomics*. 42(7). 1011-1014. DOI: 10.1080/001401399185270
- Lopez, F., Lara, A., Vacas, N. & Cachón, J. (2015). Evaluación de la fuerza explosiva de extensión de las extremidades inferiores en escolares. *Apunts. Educación Física y Deportes*. 44-51. doi: 10.5672/apunts.2014-0983.cat.(2015/4).122.05.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. y Cardinale, M. (2004). Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 18(3). 551-555. DOI: [10.1519/1533-4287\(2004\)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2).
- Medina, K. (2015) Influencia de la fuerza máxima en la fuerza explosiva. *Ef deportes*. N° 204. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd204/influencia-de-la-fuerza-maxima-en-la-fuerza->

explosiva.htm#:~:text=Influencia%20de%20la%20fuerza%20m%C3%A1xima%20en%20la%20fuerza%20explosiva&text=La%20fuerza%20explosiva%20es%20solicitada,medida%20seg%C3%BAAn%20la%20modalidad%20deportiva.&text=A%20trav%C3%A9s%20del%20reclutamiento%20de,fuerza%20explosiva%20de%20los%20deportistas.

Naclerio, F. & Jimenez, A. (2007). Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: cómo determinar las zonas de entrenamiento. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2(2). Doi:10.4100/jhse.2007.22.03.

Naclerio, Rodríguez y Forte (2009) Determinación de las zonas de entrenamiento de fuerza explosiva y potencia por medio de un test de saltos con pesos crecientes. *Kronos*. 8(15), 34. <http://hdl.handle.net/11268/919>

Orange, T., Metcalfe, J., Liefeth, A., Marshall, P., Madden, L., Fewster, C. & Vince, R. (2011). Validity and Reliability of a Wearable Inertial Sensor to Measure Velocity and Power in the Back Squat and Bench Press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 25, DOI: 10.1519/JSC.0000000000002574

Osorio, R., Esteve, J. & Lerma, S. (2013) Activación muscular y la fuerza de reacción vertical en diferentes saltos tras caída desde altura: un estudio preliminar. *Kronos*. (14), 9-17. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/261638267_Activacion_muscular_y_la_fuerza_de_reaccion_vertical_en_diferentes_saltos_tras_caída_desde_altura_un_estudio_preliminar

Pustina, A., Wright, G., Mikat, R. & Kernozek, T. (2019) Validation of a Rotary Encoder and Power Prediction Equations During a Jump Squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 33, doi: 10.1097/01.JSC.0000395645.24219.e8

Saez, E. (2004). Variables determinantes del salto vertical. *Ef deportes*. 70 Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd70/salto.htm>

- Stone, M., O' Bryant, H., McCoy, L., Cocglianese, R., Lehmkuhl, M. y Schilling, B. (2003). Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *J Strength Cond Res.* 17(1). 140-7. doi: 10.1519/1533-4287(2003)017<0140:pamsrd>2.0.co;2.
- Toigo, M. & Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European journal of applied physiology.* 97(6) doi:10.1007/s00421-006-0238-1.
- Valero, H. & Suarez, J. (2018). Análisis de la evaluación de potencia en tren inferior: una revisión sistemática. *Revista Digital: Actividad Física Y Deporte,* 3(2). Recuperado de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/rdafd/article/view/371>
- Vinuesa, M. & Vinuesa, I. (2016). *Conceptos y métodos para el rendimiento físico.* España: Ministerio de defensa.
- Weiss, L., Fry, A., Wood, L., Relyea, G. & Melton, C. (2000). Comparative Effects of Deep Versus Shallow Squat and Leg-Press Training on Vertical Jumping Ability and Related Factors. *Journal of Strength and Conditioning Research,* 14(3), 241-247.

PAUTA PARA EVALUAR SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EVALUADOR	Mg. Carlos Coppelli Constanzo.
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO:	“Comparación de los cambios inducidos en la fuerza dinámica máxima y la altura de salto entre entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza máxima y potencia”
ESTUDIANTE (S) AUTOR (ES) DEL SEMINARIO	Fernanda Baeza Mardones, Antonia Jofré Seguel, Claudia Parra Plaza, Nicolás Romero Figueroa, Diego Toledo Quezada.
CARRERA	Pedagogía en Educación Física.
PROFESOR GUÍA	PhD. Amador García Ramos

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

A. De La Formulación del Problema (25%)

INDICADORES	Nota
1. Construcción del objeto de estudio a partir de la presentación de antecedentes empíricos, contextuales y teóricos.	6.0
2. Supuestos o hipótesis de trabajo en correspondencia con el objeto de estudio.	7.0
3. Objetivos formulados con claridad y coherentes con el problema y el objeto de estudio.	7.0
4. Relevancia del problema de investigación en el contexto de las disciplinas pedagógicas.	6.0
5. Adecuada identificación y/o definición operacional de variables y/o categorías de análisis.	7.0
6. Fundamentación y justificación del problema basado en antecedentes bibliográficos y de trabajos de investigación relevantes en el campo de estudio.	6.0
Promedio	6.5

B. DEL MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (20%)

INDICADORES	Nota
1. Pertinencia y relevancia de la bibliografía (si corresponde a las disciplinas pedagógicas, actualizadas).	6.5
2. Uso del lenguaje técnico coherente con la temática estudiada.	6.5
3. Calidad y precisión del marco teórico/ Conceptual.	6.0
Promedio	6.3

C. Del Diseño Metodológico del Problema (20%)

INDICADORES	Nota
1. Precisión del enfoque o modelo de investigación.	7.0
2. Presentación del método de investigación y su diseño.	7.0
3. Coherencia entre el enfoque investigativo, las fuentes de recogida de datos y el problema estudiado.	6.0
4. Precisión en la descripción de la población objetivo o de los participantes, su rol y función que cumplen en la investigación.	6.0
5. Precisión de las estrategias y técnicas de recogida de datos.	7.0
6. Descripción del procedimiento investigativo y/o escenarios donde se realiza la investigación.	7.0
7. Control de validez y confiabilidad y/o de credibilidad y consistencia interna de la información.	7.0
8. Consistencia entre unidad de análisis, fuentes y técnicas de análisis de la información.	7.0
Promedio	6.8

D. DEL CONTENIDO TEMÁTICO Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN (25%)

INDICADORES	Nota
1. Procesamiento, análisis e interpretación pertinentes de los resultados o hallazgos de investigación.	7.0
2. Presentación de los hallazgos o resultados de forma clara y sintética.	7.0
3. Discusión de los resultados de la investigación.	6.0
4. Conclusiones sustentadas en los resultados o hallazgos.	7.0
5. Explicitación de las proyecciones y de las limitaciones del estudio.	6.0
6. Congruencia entre conclusiones, discusión y sugerencias que se realiza a partir de los resultados o hallazgos de la investigación.	6.5
Promedio	6.6

E. DE LOS ASPECTOS FORMALES (10%)

INDICADORES	Nota
1. Títulos pertinentes y sintéticos.	7.0
2. Estructura organizada de los contenidos atendiendo al enfoque y método investigativo.	6.0
3. Correcto uso de ortografía.	6.0
4. Coherencia en la redacción.	5.5
5. Sistematización en la formulación de citas y referencias bibliográficas.	7.0

6. Uso del sistema de citas bibliográficas, de acuerdo a normas APA.	7.0
Promedio	6.4

2. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

Aspectos	Ponderación	Nota	Puntaje porcentual
A. De la Formulación del problema	25%	6.5	1.625
B. Del Marco Teórico referencial	20%	6.3	1.26
C. Del Diseño Metodológico de la investigación	20%	6.8	1.36
D. Del Contenido Temático y los Resultados	25%	6.6	1.65
E. De los aspectos formales	10%	6.4	0.64
Nota promedio final			6.535

3. OBSERVACIONES O COMENTARIO DE SÍNTESIS.

Resuma su opinión global en un comentario, que, a su juicio, revele los aspectos más sobresalientes, tanto en lo referido a las fortalezas, como a las debilidades de este Seminario de Investigación, o indique las modificaciones que a su juicio deben realizarse a este trabajo para proceder a su calificación final.

Felicito al grupo de investigación y a su profesor guía por el trabajo realizado, rescato la utilización de medios de entrenamiento, control y evaluación del laboratorio de evaluación del movimiento natural controlado.

Sugiero revisar algunos párrafos que no están bien justificados y darle un sentido más gráfico al anexo de fotos, quizás hacer una breve reseña descriptiva de cada imagen. (Situación que no altera la calificación)

Aprobada en Consejo de Facultad / abril de 2011

FIRMA PROF. EVALUADOR

Fecha: 17/11/2020

PAUTA PARA EVALUAR SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EVALUADOR	Dr. David Leonardo Ulloa Díaz
TÍTULO DEL SEMINARIO EVALUADO:	"Comparación de los cambios inducidos en la fuerza dinámica máxima y la altura de salto entre entrenamientos orientados al desarrollo de la fuerza máxima y potencia"
ESTUDIANTE (S) AUTOR (ES) DEL SEMINARIO	Fernanda Baeza Mardones, Antonia Jofré Seguel, Claudia Parra Plaza, Nicolás Romero Figueroa y Diego Toledo Quezada
CARRERA	Pedagogía en Educación Física
PROFESOR GUÍA	Dr. Amador García Ramos

Nota: Evalúe de 1.0 a 7.0 cada uno de los indicadores que se presentan esta pauta.

A. De La Formulación Del Problema (25%)

INDICADORES	Nota
8. Construcción del objeto de estudio a partir de la presentación de antecedentes empíricos, contextuales y teóricos.	6.6
9. Supuestos o hipótesis de trabajo en correspondencia con el objeto de estudio.	6.4
10. Objetivos formulados con claridad y coherentes con el problema y el objeto de estudio.	6.5
11. Relevancia del problema de investigación en el contexto de las disciplinas pedagógicas.	6.6
12. Adecuada identificación y/o definición operacional de variables y/o categorías de análisis.	6.4
13. Fundamentación y justificación del problema basado en antecedentes bibliográficos y de trabajos de investigación relevantes en el campo de estudio.	6.5
Promedio	6.5

B. DEL MARCO TEÓRICO REFERENCIAL (20%)

INDICADORES	Nota
4. Pertinencia y relevancia de la bibliografía (si corresponde a las disciplinas pedagógicas, actualizadas).	7
5. Uso del lenguaje técnico coherente con la temática estudiada.	6.5
6. Calidad y precisión del marco teórico/ Conceptual.	7.0
Promedio	6.8

C. Del Diseño Metodológico Del Problema (20%)

INDICADORES	Nota
5. Precisión del enfoque o modelo de investigación.	7.0

6. Presentación del método de investigación y su diseño.	7.0
7. Coherencia entre el enfoque investigativo, las fuentes de recogida de datos y el problema estudiado.	7.0
8. Precisión en la descripción de la población objetivo o de los participantes, su rol y función que cumplen en la investigación.	7.0
5. Precisión de las estrategias y técnicas de recogida de datos.	7.0
7 Descripción del procedimiento investigativo y/o escenarios donde se realiza la investigación.	7.0
14. Control de validez y confiabilidad y/o de credibilidad y consistencia interna de la información.	7.0
9 Consistencia entre unidad de análisis, fuentes y técnicas de análisis de la información.	7.0
Promedio	7.0

D. DEL CONTENIDO TEMÁTICO Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN (25%)

INDICADORES	Nota
7. Procesamiento, análisis e interpretación pertinentes de los resultados o hallazgos de investigación.	6.5
8. Presentación de los hallazgos o resultados de forma clara y sintética.	7.0
9. Discusión de los resultados de la investigación.	6.5
10. Conclusiones sustentadas en los resultados o hallazgos.	7.0
11. Explicitación de las proyecciones y de las limitaciones del estudio.	6.5
12. Congruencia entre conclusiones, discusión y sugerencias que se realiza a partir de los resultados o hallazgos de la investigación.	6.8
Promedio	6.8

E. DE LOS ASPECTOS FORMALES (10%)

INDICADORES	Nota
7. Títulos pertinentes y sintéticos.	6.5
8. Estructura organizada de los contenidos atendiendo al enfoque y método investigativo.	6..5
9. Correcto uso de ortografía.	6.0
10. Coherencia en la redacción.	6.0
11. Sistematización en la formulación de citas y referencias bibliográficas.	7.0
12. Uso del sistema de citas bibliográficas, de acuerdo a normas APA.	7.0
Promedio	6.5

2. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN

Aspectos	Ponderación	Nota	Puntaje porcentual
A. De la Formulación del problema	25%		1.625
B. Del Marco Teórico referencial	20%		1.36
C. Del Diseño Metodológico de la investigación	20%		1.4
D. Del Contenido Temático y los Resultados	25%		1.7
E. De los aspectos formales	10%		0,65
Nota promedio final			6.735

3. OBSERVACIONES O COMENTARIO DE SÍNTESIS.

Resuma su opinión global en un comentario, que, a su juicio, revele los aspectos más sobresalientes, tanto en lo referido a las fortalezas, como a las debilidades de este Seminario de Investigación, o indique las modificaciones que a su juicio deben realizarse a este trabajo para proceder a su calificación final.

Muy buen trabajo y estudio de gran interés en el área de la Ciencias del Deporte.

Felicitaciones a profesor Guía y los estudiantes

Aprobada en Consejo de Facultad / abril de 2011



.....
FIRMA PROFESOR
EVALUADOR

Fecha: 17/11/2020

