



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
FACULTAD DE ARTES Y EDUCACIÓN FÍSICA
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA, DEPORTES Y RECREACIÓN

VALORACIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR A PARTIR DE ESFUERZOS SUB
MÁXIMOS EN PRESS BANCA Y SENTADILLAS

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE PEDAGOGÍA EN EDUCACIÓN FÍSICA,
DEPORTES Y RECREACIÓN

AUTORES:

MAURICIO BRUNA CHICAGUALA

MATÍAS BAZÁN LOPEZ

DAVID ESCOBAR CAMPOS

LUIS MUÑOZ CORREA

PROFESOR GUÍA:

EDGARDO MOLINA SOTOMAYOR

SANTIAGO DE CHILE, MARZO DE 2017

Autorizado para

SIBUMCE DIGITAL

Autorización

2017, Mauricio Bruna Chicaguala, Matías Bazán López, David Escobar Campos, Luis Muñoz Correa.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y sus autores.

Agradecimientos

Al terminar este proceso de formación humana y profesional queremos agradecer a nuestras familias y amigos por su apoyo incondicional y soporte emocional en este largo y difícil camino.

Agradecemos a Domingo Bazán por su apoyo académico.

Por otro lado, hacemos homenaje a nuestros queridos amigos Alonso Guajardo Contreras y Matías Flores Ramírez, por su presencia constante en el proceso, haciendo de esta travesía más grata y llevadera.

Mauricio Bruna, Luis Muñoz, Matías Bazán

De forma individual, quisiera agradecer a mis padres Miriam Rosa Campos Guerra y Eduardo Samuel Escobar Reyes por su incondicional apoyo en este proceso importante de mi vida, siendo ellos el pilar fundamental para la conclusión de este.

David Escobar Campos

Índice

<i>I. INTRODUCCIÓN</i>	<i>6</i>
<i>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</i>	<i>14</i>
<i>III. REVISION BIBLIOGRAFICA</i>	<i>27</i>
<i>IV. MARCO METODOLÓGICO.....</i>	<i>50</i>
IV.1 Tipo de investigación.....	50
IV.2 Diseño de investigación	50
IV.3 Población y muestra.....	50
IV.4 Proceso de muestreo.....	51
IV.5 Criterios de participación en la investigación.....	52
IV.6 Organización del experimento	54
IV.7 Presentación de Variables	58
IV.8 Presentación de los instrumentos	59
<i>V. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....</i>	<i>61</i>
<i>VI. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</i>	<i>62</i>
<i>VII. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</i>	<i>74</i>
<i>VIII. CONCLUSIONES.....</i>	<i>84</i>
<i>IX. ANEXOS.....</i>	<i>85</i>
<i>X. BIBLIOGRAFÍA.....</i>	<i>93</i>

Resumen

En el contexto del entrenamiento de la fuerza, existen formas para su evaluación directa e indirecta. Dentro de esta última, hay muchas fórmulas que nos permiten estimarla, abriendo varias posibilidades. Debido a esto existe poco conocimiento sobre la exactitud que pueden presentar en relación a una repetición máxima. El objetivo del estudio es determinar con tres fórmulas, cual es la más exacta en relación al test directo. Se seleccionó un grupo total de 29 sujetos entre 18 y 43 años con experiencia de al menos un año de entrenamiento en miembros superiores e inferiores. Los resultados fueron divididos por: edad, peso, años de experiencia y la comparación entre la fórmula estimativa con el test directo. Las pruebas submaximales utilizadas para la investigación fueron: Bryzcki, Epley y O'Connor. La investigación arrojó los siguientes resultados: los sujetos de menos de dos años de entrenamiento mostraron una correlación sustancial (press banca = 0,56 y sentadilla = 0,52) en relación a los de más de tres años. El grupo dividido por edad tuvo una correlación despreciable (Press banca = 0,09 y Sentadilla = 0,04). El grupo dividido por peso arrojó resultados de correlación sustancial, (Press banca = 0,59 y Sentadilla = 0,47). En cuanto a las fórmulas sin variables arrojó correlaciones muy fuertes, resultando todas por sobre los 0,95. Se puede concluir que la fórmula más exacta en press banca fue O'Connor, mientras que en sentadilla fue Epley. Las fórmulas demostraron ser más exactas en press banca que en sentadilla.

PALABRAS CLAVE: Fuerza muscular, Medición, Estimación, Correlación

I. Introducción

La evaluación desde un punto de vista genérico es una característica de toda actividad humana intencional y requiere objetividad y sistematización, lo que exige algunas escalas o criterios que sirvan de referencia. La evaluación pone al descubierto información referida a la forma de operar el sistema para con ella desarrollar estrategias y tomar decisiones destinadas a lograr un grado de perfección mayor de dicho sistema. Ahora bien, cuando se considera del punto de vista de diferentes campos disciplinares o intereses, la evaluación adquiere significados más precisos, vinculados a diversas finalidades. Dentro de las definiciones más conocidas del concepto de evaluación, encontramos:

Para Nevo (1983) la evaluación es "el proceso que provee de razones para una correcta toma de decisiones".

Lafourcade (1972) considera a la evaluación como "una etapa del proceso educativo que tiene por fin comprobar de modo sistemático en qué medida se han logrado los resultados previstos en los objetivos que se hubieran especificado con antelación."

Casanova (1995) "Recogida de información rigurosa y sistemática para obtener datos válidos y fiables acerca de una situación con objeto de formar y emitir un juicio de valor con respecto a ella. Estas valoraciones permitirán tomar las decisiones consecuentes en orden a corregir o mejorar la situación evaluada."

La evaluación forma parte de la vida del ser humano, toda evolución de su conducta se produce gracias al análisis de las experiencias vividas, valorando el aprendizaje. Por lo tanto es inherente al proceso educativo como conocimiento del proceso de enseñanza aprendizaje, obteniendo la máxima información posible acerca de éste.

La evaluación se ha convertido hoy en día en una pieza básica y fundamental dentro del ámbito académico (Vázquez Cano, 2012).

Según el Ministerio de Educación y Ciencia de España y el instituto de Evaluación en el artículo Evaluación General (2007): “La evaluación es un instrumento que le sirve al maestro para ajustar su actuación en el proceso de enseñanza aprendizaje, orientándolo, reforzando los contenidos insuficientemente adquiridos por los alumnos y realizando la adaptación curricular necesaria”.

Según la Consejería de Educación y Ciencia de España y la Evaluación, Innovación y cualidad Educativa (2008): “La evaluación es un conjunto de operaciones que el profesor planifica y pone en práctica para aumentar el conocimiento racional sobre los procesos que se desarrollan en el aula, detectando las dificultades que surgen y estimando la validez y eficacia de su labor respecto a los objetivos que pretende alcanzar, acercándose así al profesor investigador”.

Con respecto al ámbito de la Educación Física, Castejón et al. (2004) menciona que “la evaluación ha estado vinculada a la concepción higiénica que ha dominado la disciplina, lo que explica que las primeras evaluaciones sistematizadas hayan estado relacionadas con la condición biológica de los sujetos”. Como señala Legido Arce (1995), citado por Castejón et al. (2004) la preocupación por las pruebas o test que permitan medir o valorar la capacidad física del individuo data de principios del siglo XX, surgiendo diversos organismos cuyos objetivos incluyen el tratar de formalizar la estandarización y estudio de esas pruebas.

Se entiende por condición física como “un componente del estado de rendimiento. Se basa en primer lugar en la interacción de los procesos energéticos del organismo y los músculos y se manifiesta como capacidad de fuerza, velocidad y resistencia, y también como flexibilidad; está relacionada asimismo con las características psíquicas que estas capacidades exigen.” (Martin, Carl y Lehnertz, 2001).

Complementando lo anterior, se hace necesario comprender que es la capacidad física, la cual se puede definir como: “condiciones internas de cada organismo, determinadas genéticamente, que se mejoran por medio de entrenamiento o preparación física y permiten realizar actividades motoras, ya sean soberanas o deportivas.” (Reyes y Rodriguez, 2007).

Por lo tanto, la valoración de la fuerza muscular es muy importante ya que es una de las capacidades físicas fundamentales en la vida de un ser humano, utilizada en la realización de actividad física, deporte y vida cotidiana. Ésta posee múltiples definiciones; la fuerza es una capacidad funcional que se expresa por la acción conjunta del sistema nervioso y muscular para generar tensión, que constituye, la forma en que el sistema neuro-muscular produce fuerza (Bosco, 2000).

Por otro lado, Grosser, Starischka y Zimmerman (1988) afirman que la fuerza es “la capacidad para superar resistencias o contrarrestarlas por medio de la acción muscular”.

Teniendo claro el término de fuerza muscular, es necesario comprender que esta puede manifestarse de distintas maneras dependiendo de la resistencia, como nos señala Kkutnezov (1989); Nigg, (2000), citado por Jiménez (2007) manifiesta en relación al movimiento humano: cuando se aplica la fuerza desde el sistema neuro-muscular a un objeto, la fuerza en que ésta se transmite puede adquirir diversas características, dependiendo tanto de la magnitud del objeto (peso, tamaño, forma) como de la cantidad de aceleración y la tasa o ritmo a la cual la fuerza es aplicada.

Asimismo Verkhoshansky (2004), expresa que la fuerza del sistema neuromuscular podrá manifestarse de distintas maneras, que estarán influenciadas por los siguientes factores:

- Magnitud de la tensión generada por el sistema neuromuscular.
- Ritmo de desarrollo de la fuerza o tensión.
- Tiempo durante el cual se aplica un cierto nivel de fuerza o tensión.

Considerando lo planteado anteriormente, se pueden distinguir diferentes tipos o manifestaciones en las cuales se expresa la fuerza muscular según varíen sus componentes, siendo la fuerza máxima la aplicada para esta investigación. De Hegedus (1991) define la fuerza máxima como el máximo nivel de fuerza posible de realizar en forma voluntaria.

Este tipo de fuerza, tiene relación con el régimen de acción muscular específico desarrollado, pudiéndose distinguir entre fuerza máxima excéntrica, estática o isométrica y concéntrica. Si bien se distinguen diferentes tipos de fuerza máxima, para efectos de esta investigación, se valorizó la fuerza máxima concéntrica o también denominada dinámica, la que representa la máxima valoración de la parte contráctil del músculo, es decir, la fuerza que se expresa para desplazar sin límite de tiempo, una carga lo más elevada posible mediante un sólo movimiento. La denominación de dinámica se utiliza no porque el desplazamiento sea veloz, sino para contraponerse a la fuerza isométrica en la cual no existe ningún tipo de movimiento (Vittori, 1990).

La fuerza máxima resulta determinante en varias actividades deportivas o bien en profesiones o actividades laborales donde se requiere un gran esfuerzo físico. Un buen nivel de fuerza máxima, probablemente haría posible que en la vida cotidiana se mantenga un alto nivel de rendimiento (Einsingbach, 1998). Esta consideración tiene su sustento en que las acciones en las que se debe trasladar el peso corporal, si la fuerza de los miembros superiores es muy buena, éste representaría para la persona en cuestión una carga menor. Así también, en las actividades en las que se requiere el traslado o empuje de una carga externa al peso corporal, la misma podrá ser desplazada con un esfuerzo relativo inferior. Estas consideraciones permiten comprender la consideración de mejora del rendimiento del sujeto si incrementa sus niveles de fuerza máxima.

Refiriéndonos concretamente a deportes de competición, es necesario tener en cuenta que, dentro de cada disciplina deportiva, existe una amplia gama de modalidades diferentes que reúnen una serie de peculiaridades susceptibles de modificar seriamente las líneas de trabajo de fuerza requeridas.

Según Jiménez (2007) desde un punto de vista funcional, la ganancia de fuerza muscular, induce a una mejora de rendimiento asociado a un tipo de fuerza específica, vinculada a un mejor desarrollo de acciones deportivas, por ende, es evidente que la valoración de la fuerza muscular y posterior entrenamiento, es fundamental en el rendimiento deportivo. Desde el punto de vista estructural o fisiológico, el entrenamiento de fuerza, conllevará cambios en estructuras corporales a consecuencia de la adaptación a los entrenamientos, por ejemplo la hipertrofia muscular. La hipertrofia muscular puede ser considerada como el aumento del número de miofibrillas, ocasionando concomitantemente el aumento del diámetro de la fibra muscular (Minamoto y Salvini, 2001).

Una vez determinadas las necesidades y el tipo de fuerza a desarrollar, es necesario establecer una evaluación del punto de partida de la misma para determinar las metas a conseguir y modular el trabajo en función de dichas informaciones. Jiménez (2007) manifiesta que el proceso de planificación del entrenamiento de fuerza debe comenzar considerando las características individuales de los sujetos. Dando énfasis a la realización de una entrevista que permita conocer aspectos claves del sujeto que iniciara un plan de entrenamiento, tales como, establecer objetivos, nivel de rendimiento actual, identificar puntos fuertes, débiles, áreas corporales de mayor riesgo de lesión y posibles contraindicaciones para ejecutar algunos ejercicios. Salvando los aspectos médicos, al tratarse de población adulta, los aspectos más importantes son:

Nivel de rendimiento inicial, experiencia en el entrenamiento de fuerza y dominio técnico de ciertos ejercicios.

Posteriormente a la evaluación de diagnóstico del sujeto que iniciará un programa de entrenamiento, Jiménez (2007) plantea que es necesario orientar el entrenamiento, a partir de la evaluación de diagnóstico, considerando las llamadas “variables de programación” de las cuales existen dos tipos:

-Variables relacionadas a la magnitud del estímulo, y determinan la orientación funcional del entrenamiento: Intensidad, duración, densidad, frecuencia y duración de los esfuerzos.

-Variables relacionadas a los medios utilizados y a la mecánica de ejecución de los ejercicios: Ejercicios seleccionados y orden de realización durante los entrenamientos.

En la actualidad la fuerza es determinada mediante dos métodos principales, uno en condiciones de laboratorio con el uso de la plataforma de fuerza u otros equipos de alta tecnología, y la otra forma es por medio de pruebas de campo, del cual el protocolo más utilizado es el de 1RM (una repetición máxima) que expresa la capacidad de un individuo de levantar la mayor carga posible en una única repetición (Thomas y Nelson, 1990). Por lo tanto el protocolo utilizado en esta investigación fue el de 1RM, para valorizar la fuerza máxima dinámica de los sujetos que voluntariamente se sometieron a la investigación. Los test de 1RM aplicados fueron press banca y sentadillas, para el tren superior e inferior respectivamente.

Para el test de sentadillas el sujeto ha de establecer una flexión y extensión de piernas movilizand o la mayor carga que permita una única repetición completa (las angulaciones de ejecución del test se adaptaron a las características de la prueba en cuestión). La carga es colocada por medio de una barra de grandes dimensiones sobre los hombros del sujeto. El resultado del test supone el registro de dicha carga. Para el test de press banca el sujeto ha de movilizar la máxima carga posible en un movimiento de flexión y extensión completa de brazos acostado en posición horizontal sobre un banco. Los brazos se colocan abiertos a la anchura de los hombros y la barra con la carga ha de descender hasta contactar con el pecho a la altura de la línea imaginaria marcada por los pezones. El resultado del test supone el registro de la carga movilizad a. Es importante tener en cuenta que, entre cada uno de los intentos efectuados, se ha de establecer una recuperación completa del sujeto que nos asegure y dote de fiabilidad en los resultados conseguidos en la prueba. (P. L. Rodríguez García, 1997).

Los test de 1RM son aplicables preferentemente a deportistas que tienen una base y experiencia en el entrenamiento de la fuerza, pero al aplicarlos con personas con poca experiencia se recomienda utilizar otros métodos para no exponer su salud, debido a que el test de 1RM puede exponer a los sujetos que son evaluados a un mayor riesgo de lesión, incluso en sujetos entrenados en fuerza. Por este gran esfuerzo físico que requiere su aplicación es imposible aplicar a personas con alguna patología o que padezcan algún factor de riesgo. Otra de las desventajas de la aplicación del test de 1RM es la gran cantidad de tiempo que se debe emplear para llevarlo a cabo. Debido a estos factores se han desarrollado múltiples estimaciones, para que desde un test submáximo poder estimar un 1RM, traduciendo estas estimaciones en numerosas fórmulas de predicción.

Entendiendo que el conocer la fuerza máxima es trascendental para prescribir un entrenamiento, ya sea, con fines terapéuticos, acondicionamiento físico, hipertrofia, entre otros y relacionándolo con los factores desfavorables del test 1RM, se desprende la necesidad de utilizar las fórmulas mencionadas anteriormente con el fin de estimar la fuerza máxima de un sujeto, sin la necesidad de aplicar el test de 1RM. De este modo, en la investigación también se aplicó este mecanismo para valorar la fuerza máxima en los sujetos que participaron del proceso de pruebas a través de test submaximos.

Se han clasificado 3 fórmulas matemáticas para estimar 1RM utilizando los pesos levantados y las repeticiones hasta la fatiga muscular. La base de las fórmulas es la fuerte asociación entre 1RM y el número de repeticiones (10 o menos) necesarias para alcanzar la fatiga.

Una vez realizado el procedimiento de aplicación de test de 1RM y fórmulas de estimación para valorar la fuerza máxima, se procedió a correlacionar los datos obtenidos de manera de clasificar según efectividad y tipo de población a la que más se ajusta.

Para efectos de la presente investigación, apoyándose de las características que debe poseer el sujeto puesto a prueba para realizar un test de 1RM y test indirectos de aplicación de esfuerzos sub máximos por medio de fórmulas, se seleccionó un grupo de hombres, cuyo factor común es el tiempo de entrenamiento en fuerza muscular, siendo el tiempo mínimo de al menos un año de experiencia.

La aplicación de estos test y fórmulas requieren de materiales e implementos específicos, los cuales fueron facilitados por los lugares a los cuales pertenecen los sujetos estudiados, de manera que la investigación se llevó a cabo en el campus Joaquín Cabezas García de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, ubicado en la calle Luis Bisquert #2765 en la comuna de Ñuñoa y también en la sede central en la avenida José Pedro Alessandri #774, también perteneciente a la comuna de Ñuñoa en la ciudad de Santiago de Chile.

II. Planteamiento del problema de investigación

Recientemente, la educación física ha sido renovada de manera conceptual, debido a la incorporación del término “salud”, al nombre de la asignatura (www.educarchile.cl, 2012), dentro de las nuevas bases curriculares. Ahora bien, una vez que se ha establecido que para el nuevo paradigma curricular de las escuelas, el término salud es parte inherente dentro de la asignatura de la educación física, se puede reconocer sin dudas que es un fin dentro de la sociedad.

Se podría definir salud como “la síntesis de una multiplicidad de procesos, de lo que acontece con la biología del cuerpo, con el ambiente que nos rodea, con las relaciones sociales, con la política y la economía internacional” (Briceño-León, 2000). Desde este punto de vista, los educadores físicos, pueden hacer aportes a la sociedad desde la funcionalidad biológica del cuerpo de cada individuo, respetando la individualidad propia de cada uno.

Como especialistas del ejercicio, es necesario comprender la relación existente entre actividad física, salud y enfermedad. Es importante clasificar el estado de salud y estilo de vida de cada cliente, antes de valorar el perfil fitness. Se debe utilizar la información de las evaluaciones preliminares del estado de salud y del estilo de vida para dirigir a los clientes a las diferentes pruebas fitness. Los resultados de las evaluaciones de fitness se emplearán entonces para planificar científicamente programas de ejercicio que satisfagan las necesidades individuales. (Vivian Heyward, 1996).

Para comenzar a hablar de evaluaciones, primero hay que considerar el término evaluación, el cual se puede definir como: “una reflexión crítica sobre todos los momentos y factores que intervienen en el proceso didáctico a fin de determinar cuáles pueden ser, están siendo, o han sido los resultados del mismo” (Carlos Rosales López, 2003). Bajo esta definición, se están considerando 3 momentos de evaluación: el antes, el durante y el después.

Vivian Heyward en 1996, propone 3 tipos de evaluación antes de la prescripción del ejercicio físico:

Evaluación de la salud, cuyo propósito es detectar la presencia de alguna enfermedad y cuyos resultados clasificará la salud de los individuos entre aparentemente sanos, de alto riesgo y enfermos. Se puede emplear la clasificación de la salud para determinar si hay que administrar una prueba de esfuerzo máxima o submáxima.

Evaluación del estilo de vida, cuyo propósito es valorar la dieta, el tabaco, la bebida y los hábitos de hacer ejercicio

Evaluación del *“fitness”*, cuya definición consiste en la capacidad de ejecutar actividades de trabajo recreativas y cotidianas sin quedar excesivamente cansado. El propósito es valorar cada uno de los llamados componentes del *“fitness”*:

- Capacidad aeróbica
- Fuerza y resistencia muscular
- Peso y composición corporal
- Flexibilidad
- Relajación neuromuscular

Todo lo mencionado anteriormente, corresponde a la valoración de evaluar al sujeto y sus aptitudes en el momento anterior a la creación del entrenamiento. En el libro Manual del entrenador personal (2007), sostiene que es necesario también realizar evaluaciones o controles de los resultados del entrenamiento y de los hábitos saludables adquiridos para valorar los progresos y seguir con el plan establecido o si, es necesario, ajustar los diferentes componentes para la consecución de objetivos. (Felipe Isiddro et al, 2007).

Dentro de los aportes que podrían hacer para la mejoría y mantención de una óptima funcionalidad de los sistemas del organismo humano, sería necesario mencionar el entrenamiento y aptitud muscular como una vía exitosa para el fin ya mencionado, sin importar edad, ya que se puede aplicar a todo grupo etario bajo consideraciones específicas. (Pedro Luis Rodríguez García, 2008).

La vitalidad en los seres vivos queda reflejada por una gran expresión de movimiento que, de forma imperativa, requiere la presencia de una fuerza que lo genere (Aguado X, 1993). La producción de fuerza en el hombre va a ser imprescindible para su desarrollo dentro del medio que le rodee y para la adaptación al mismo. Es necesaria para la realización de tareas de la vida cotidiana, para el desempeño de los más variados trabajos, así como para constituir un desarrollo armónico de la estructura corporal en las diversas fases de crecimiento. (DEVÍS J. PEIRÓ C, 1993).

Por lo tanto, es pertinente mencionar que considerar métodos para la valoración y evaluación de la fuerza muscular, resulta a final de cuentas menester para poder ubicarse en qué nivel de desarrollo o de degradación se encuentran los sujetos en su sistema muscular y motriz, su capacidad de rendir y de proporcionar resultados concretos.

Se sabe ahora que la valoración de la fuerza muscular es un indicador que demuestra el estado de la capacidad de rendimiento motriz en todo ámbito de la vida. Para poder llevar a cabo su desarrollo es necesario someterlo a un entrenamiento contra resistencia.

El término entrenamiento contra resistencia, es un término amplio que se emplea para abarcar todos los tipos de entrenamiento de peso o fuerza.

El entrenamiento contra resistencia incluye los pesos libres (como las mancuernas, las barras, pesas de manos y discos libres, que son esos discos de metal que se introducen en los extremos de una barra corta o larga, y que si no se fijan adecuadamente pueden caer al suelo y destrozarnos el pie), la resistencia elástica, las maquinas específicas e incluso el propio peso (por ejemplo al hacer flexiones). (Brooks, Douglas, 2001).

Si bien, el entrenamiento de la fuerza está socialmente ligado a lo que es el deporte de alto rendimiento, el conocimiento y utilización del entrenamiento de la fuerza en población que no practican un deporte competitivo, es de suma importancia en las poblaciones de toda edad, ya que proporciona beneficios a lo largo de todo el ciclo vital: Muchos de los accidentes en edad avanzada se explican por una pérdida de las capacidades de marcha, carrera y salto, unida a una pérdida de las capacidades coordinativas. (Weineck, Jorgen, 2005).

El fortalecimiento de los principales grupos musculares a lo largo de la vida (sobre todo los músculos del abdomen y de la espalda), previene una degeneración postural precoz con sus correspondientes consecuencias dañinas. (Weineck, Jorgen, 2005).

Un entrenamiento general y dosificado de la fuerza, reduce la osteoporosis que aparece con el paso de los años. La pérdida de sales minerales en los huesos se sitúa en hombres no entrenados, a partir de los 50 años, en el 0,4% aproximadamente en el año, y en mujeres no entrenadas ya a partir de los 30 años en el 1%. Esta tasa se incrementa en mujeres hasta un 2% o 3% durante y después de la menopausia, de modo que una mujer con 70 años de edad, ha perdido un 30% aproximadamente de su masa ósea de contenido mineral. (Weineck, Jorgen, 2005). Un programa de ejercicio mínimo incrementa el contenido mineral de los huesos (incluso en individuos en la novena década de vida), previniendo así la osteoporosis, ya que produce una mayor estabilidad ósea dando una menor probabilidad de fractura. (Smith. E. L., 1982).

Como se ha dicho anteriormente, todo apunta a que el músculo por si solo en estado natural, se irá degenerando con el tiempo a medida que avanzan los años. Es por esto, que sea una de las principales causas de un estado de morbilidad y posterior defunción en poblaciones de la tercera edad si no se trabaja la musculatura durante todo el ciclo vital. A este proceso se le conoce mejor como Sarcopenia. Se puede entender Sarcopenia, como un síndrome caracterizado por una progresiva y generalizada pérdida de masa y fuerza muscular esquelética con riesgo de resultados negativos como discapacidad física, peor calidad de vida y muerte. (A. J. Cruz-Jentoft et al, 2010).

Entre los 20 y los 70 años, los seres humanos pierden un tercio de la cantidad de masa muscular y por lo tanto, se pierde la fuerza muscular de manera proporcional a esta. Con esto se quiere decir que desde que un individuo ya se encuentra en su segunda década de vida, comienza con la pérdida progresiva de masa y fuerza muscular. (Zimmermann, Klaus, 2004). Y no sólo se produce esta pérdida muscular y de fuerza, sino que también existen otros factores a través de los cuales, se puede ver configurado este síndrome llamado Sarcopenia:

- Factores del sistema nervioso central: Conforme se cumplen años se van perdiendo unidades motoras alfa de la médula espinal, lo que provoca atrofia muscular.
- Factores hormonales: Con el envejecimiento descienden los niveles de hormonas anabolizantes, como la GH, testosterona y estrógenos, lo que provoca una disminución de su efecto trófico que a su vez produce atrofia muscular. Además frecuentemente con la edad existe un estado de "inflamación subclínica" que hace que aumenten los niveles de interleukina 1 beta, factor de necrosis tumoral (TNF) e interleukina 6 que provoca pérdida de aminoácidos por el músculo.
- Factores de estilo de vida: Es evidente que la sarcopenia empeora con el desuso y que una vida sedentaria produce una mayor y más rápida pérdida de músculo que una vida activa. (Roubenoff, Ronnen, 2000)

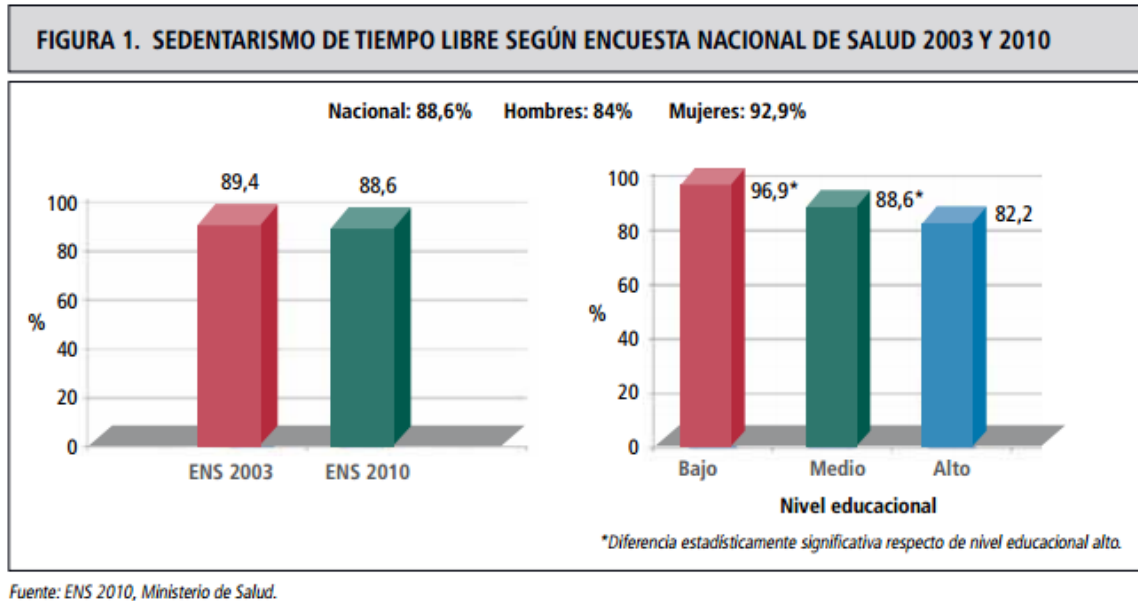
Por todo lo mencionado anteriormente, se nota la gran cantidad de beneficios que puede aportar una adecuada planificación de un entrenamiento muscular contra resistencia y tal como dice Wolfan Bladmir Pérez Miranda (2009) en su artículo para la revista digital efdeportes: “En el sistema muscular este tipo de entrenamiento bien orientado y encaminado hacia una dirección específica, acorde a las necesidades de cada persona logra reclutar muchas más fibras musculares con lo cual garantizamos que el paquete muscular trabajado obtenga mejores resultados, cabe anotar la importancia que tiene saber cómo debemos utilizar las cargas en las halteras (pesas o equipos de gimnasio), debe ser progresiva y acorde con el aumento de la fuerza.” (Wolfan Bladimir, Pérez Miranda, 2009).

Ahora, con lo expuesto sobre las consecuencias de escasez de la actividad física, se puede hacer bastante énfasis en la situación moderna, comenzando por las características existentes del estilo de vida sedentario a nivel Mundial. Aproximadamente 3,2 millones de personas mueren a causa del sedentarismo cada año. Las personas con poca actividad física corren un riesgo entre un 20% y un 30% mayor que las otras de morir por cualquier causa. La actividad física regular reduce el riesgo de padecer depresión, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes y cáncer de mama o colon. El sedentarismo es más frecuente en los países de ingresos altos, pero actualmente también se detectan niveles muy altos del problema en algunos países de ingresos medios, sobre todo entre las mujeres. (Alwan, Ala, 2010)

En la Revista Panamericana de Salud Pública del año 2003 se presentan informes que por primera vez exploran la magnitud del sedentarismo en Brasil, Chile, México y Perú. En términos generales, los estudios informan de que más de dos terceras partes de la población no practican los niveles recomendados de actividad física que hacen falta para devengar beneficios de salud. Esta alta prevalencia del sedentarismo, con sus riesgos sanitarios, son especialmente alarmantes a la luz de los extensos y acelerados cambios del estilo de vida en zonas urbanas que fomentan la comodidad y el mínimo esfuerzo en todos los ámbitos de la vida: el trabajo, las tareas domésticas, el transporte y los pasatiempos. (Jacoby, Enrique et al, 2003).

Dentro de la población chilena, debido a que todos los estudios recientes demuestran que una alta proporción de la población chilena es sedentaria. A través de diversas metodologías se ha demostrado que más del 80% de la población no realiza actividad física regularmente, proporción que es aún mayor en mujeres y en personas de menor situación socioeconómica (Figura 1). A ello se suma que la mayoría de los chilenos tiene un bajo gasto energético en su actividad laboral y que la mayor parte de la población, especialmente los niños, dedican tres o más horas diarias a ver TV o a participar en juegos de video o computador. (Atalah, Eduardo, 2012).

Cuadro n°1



(Atalah, Eduardo, 2012)

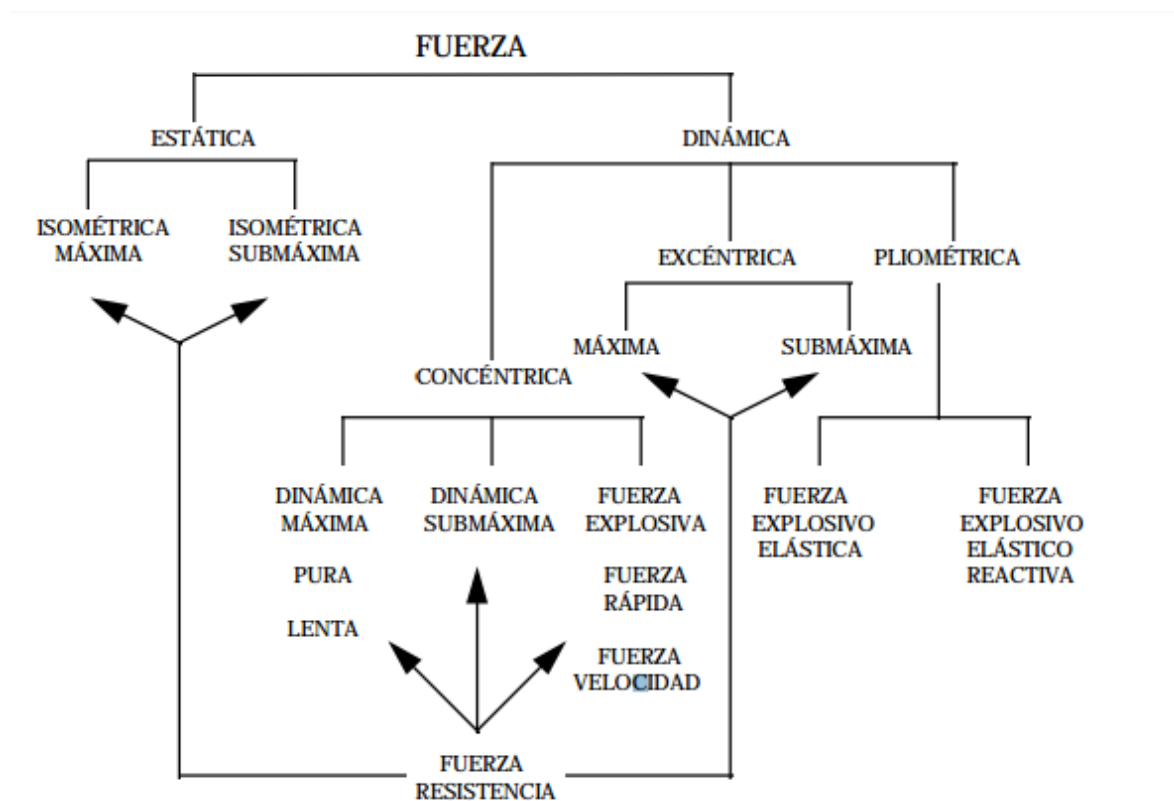
A partir de los 25 años, la necesidad diaria de energía se reduce aproximadamente en 10 Kilocalorías por año de vida. En edades avanzadas, el almacenamiento de energía no disminuye en igual medida que el consumo, produciendo una mayor facilidad para un desequilibrio energético (Zimmermann, Klaus, 2004), dando como resultado una mayor ingesta calórica a la necesaria, dando paso, con el tiempo, a la acumulación de grasa subcutánea.

Con esto, se quiere decir que la mantención de la fuerza y masa en los músculos, componen un enorme soporte de mantención y mejora en la salud de los seres humanos, ya que nos permitirá mantener un nivel de mineralización ósea saludable, una composición corporal estable en cuanto a la postura, un factor de consumo energético importante. Siendo no menos importante la capacidad de mantenerse autónomo a pesar del paso de los años, evitando situaciones de morbilidad y en el peor de los casos, mortalidad por falta de masa y fuerza muscular.

Para valorar la fuerza, se debe clasificar que tipo de fuerza se va a poner a prueba su valoración, ya que existen numerosas clasificaciones de fuerza muscular que no vienen a este caso en específico, por lo que es necesario hablar sobre los tipos de fuerza que existen. Podemos hablar de fuerza estática y fuerza dinámica. (P. L. Rodríguez García, 1997). A continuación se presenta un esquema con los tipos de fuerzas conocidos:

Cuadro N°2

Clasificaciones de la fuerza muscular



(P. L. Rodríguez García, 1997)

Como se puede apreciar en el cuadro n°2, existen numerosos tipos de clasificación de la fuerza muscular, donde es posible evidenciar dos grandes tipos de fuerza que fueron mencionados anteriormente: la estática y la dinámica.

La fuerza dinámica es aquella que se produce como resultado de una contracción isotónica o anisométrica, en la cual, se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles y un cambio de longitud en la estructura muscular, que puede ser en acortamiento, dando como resultado la llamada fuerza dinámico concéntrica, en la cual, la fuerza muscular interna supera la resistencia a vencer; o tensión en alargamiento de las fibras musculares, que supondría la llamada fuerza dinámico excéntrica donde la fuerza externa a vencer es superior a la tensión interna generada. (P. L. Rodríguez García, 1997).

Para ambos tipos de fuerza dinámica, se pueden encontrar métodos de valoración de la fuerza, llamados test de fuerza máxima.

La fuerza máxima es la mayor expresión de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia dada. Dicha manifestación de fuerza puede ser estática (fuerza máxima estática), cuando la resistencia a vencer es insuperable; o dinámica (fuerza máxima dinámica), si existe desplazamiento de dicha resistencia. Cuando la expresión de fuerza manifestada no alcanza el máximo de su expresión podemos hablar de la llamada fuerza submáxima, que también posee una modalidad estática (isométrica) o dinámica, y que viene expresada normalmente en términos de porcentaje sobre la fuerza máxima. Dentro de la fuerza submáxima existe una relación muy importante entre las magnitudes de intensidad y duración del esfuerzo. (P. L. Rodríguez García, 1997).

Para valorar la fuerza máxima dinámica y concéntrica, existen métodos que se describirán a continuación:

Para la determinación de la fuerza máxima dinámica se establece la movilización de una determinada carga en una única repetición máxima (1 RM), pudiéndose realizar dichos test por medio de máquinas o pesos libres. Este es un test, el cual consiste en medir la máxima cantidad de masa que un grupo muscular específico de un sujeto es capaz de desplazar en un determinado ejercicio concéntrico, lo cual correspondería al 100% del empleo de la fuerza de ese grupo muscular en ese ejercicio. (Vivian H. Heyward, 2008).

Al ser un test que mide la máxima capacidad del sistema neuromuscular de producir fuerza frente a una resistencia en un determinado ejercicio (un peso libre en este caso), es posible conocer la máxima capacidad del individuo para la producción de fuerza, en otras palabras, los límites dentro de los cuales se podría trabajar, planificar, dosificar y prescribir ejercicios musculares, con los fines deseados. Ya se estaría trabajando con algo que es conocido.

Este tipo de evaluación puede estar contraindicada en sujetos que no tienen experiencia previa en levantamientos puesto que la evaluación de la fuerza máxima puede producir dolor muscular y daño muscular por el esfuerzo muscular inducido por la evaluación en individuos previamente desentrenados. (Ben R Abadie, Mildred C Wentworth, 2000).

Ahora bien, al suponer este test un esfuerzo máximo para el organismo, se puede deducir que trae consecuencias fisiológicas importantes y prolongadas para el sujeto, como por ejemplo: Puede observarse que el test de Repetición Máxima puede inducir daño muscular, lo que significaría un factor negativo tanto para los deportistas como para el resto de individuos, puesto que el dolor muscular se asocia a una disminución del rendimiento, incrementa la actividad de la Creatina Kinasa, la concentración de la Proteína “C” Reactiva en el plasma y el dolor muscular. (Hamid Arazi, Abbas Asadi, 2012).

Con esto, se quiere decir que este impacto fisiológico puede llegar a resultar muy invasivo, ya que como se dice en el párrafo anterior, puede producir dolor muscular prolongado reduciendo el rendimiento en la vida cotidiana. Esto, si hablamos de individuos jóvenes y entrenados en fuerza muscular o simplemente sanos, activos pero no entrenados en fuerza muscular.

En el ámbito del acondicionamiento neuromuscular para la salud se recomienda el empleo de fórmulas predictivas para averiguar la RM, evitando el sobreesfuerzo que podría suponer realizarlo de forma directa. Mediante estas fórmulas de regresión se puede averiguar cuál es la fuerza máxima de los sujetos a partir de cargas o resistencias submáximas (Knutzen et al, 1999).

Esto se crea con el fin de que las consecuencias hacia las estructuras articulares y al organismo, sea reducida, ampliando la población a la cual podemos conocer (estimando) la fuerza máxima, para poder prescribir y planificar un entrenamiento muscular adecuado e individualizado, con el objetivo de conseguir los beneficios de este tipo de trabajo muscular. (Jaume A. Mirallas Sariola, 2006).

Se puede mencionar que la población que resulta mayormente beneficiada con este tipo de pruebas submaximales, son los sujetos (tanto hombres como mujeres) iniciados recientemente en el entrenamiento de fuerza muscular, personas con patologías cardíacas, deportistas en periodos de competencias extensos, como es el caso de los futbolistas cuyos periodos de competencia pueden durar muchos meses debido a las estructuras de las temporadas, etc.

Es aquí donde surge la pregunta de la investigación: ¿qué tan precisos son los test submaximales para predecir la valoración real de la fuerza en sujetos activos en fuerza muscular, con un año de experiencia mínimo (entrenados)? Ese es el criterio que se definió para los sujetos entrenados, debido a que según Tudor O. Bompa (2007), en su “libro Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento”, expone que el periodo de adaptación mínima para sujetos que no posean grandes antecedentes en cuanto a fuerza muscular, es de 9 a 12 semanas, por lo tanto una vez cumplida esa etapa de adaptación, podemos considerarlos avanzados.

Este estudio se hace con la finalidad de establecer el grado de exactitud de los test de valoración de fuerza submaximal escogidos, al ser comparados con la medición directa de una repetición máxima. Se eligieron los ejercicios de press de banca plano horizontal y sentadilla profunda, debido a que según Emilio Martínez López en su libro pruebas de aptitud física, los test de repetición máxima en sentadilla profunda mide la fuerza máxima del tren inferior, mientras que el press de banco plano horizontal, mide la fuerza máxima, en este caso, del tren superior (Emilio J. Martinez López, 2002). Pudiendo analizar así, la fuerza de todas las extremidades del sujeto a prueba.

Se puede mencionar, que en el estudio realizado por Dale A Lesuer et al en el año 1997, en donde se ejecutaron pruebas maximales y una posterior comparación con datos en test submaximales con los ejercicios de press banca, sentadilla y peso muerto las ecuaciones presentaron una estimación más precisa en cuanto al ejercicio de press banca, siendo la sentadilla, un ejercicio donde las ecuaciones se comportaron menos precisas: “En general, las fórmulas estimaron con mayor precisión la 1-RM en press de banca, seguida por la 1RM en sentadilla y luego la 1 RM en peso muerto. “ (Dale A Lesuer et al, 1997). Esto puede plantear un antecedente interesante, a través del cual podemos corroborar o presentar resultados distintos con sus posteriores justificaciones, debido a que plantea la hipótesis que las ecuaciones de predicción de fuerza máxima, se comportan más precisas en el ejercicio de press banca que en el ejercicio de sentadillas profundas.

El estudio se realiza para poder generar un conocimiento concreto y empírico sobre la precisión de los test submaximales y su futura utilidad para entrenamientos orientados hacia el desarrollo muscular a través de la fuerza dinámica. En otras palabras, este estudio viene a solucionar un vacío en cuanto a la comparación entre la extensa oferta de fórmulas predictivas a través de test submaximales existentes. Como se es conocido, hay varios métodos para estimar la valoración real de la fuerza de un individuo, pero el conocimiento de la precisión entre ellas es un hecho poco investigado y muy poco difundido en el campo del entrenamiento en la actualidad. Se puede decir, que se trabaja en base a datos obtenidos hace aproximadamente 30 años en general, por lo que este estudio, será y servirá como un aporte teórico actualizado que respalde o refute afirmaciones anteriores a este estudio y cuyos resultados pueden llegar a ser aplicables a la realidad y para la consideración de entrenadores, individuos iniciados en fuerza muscular, de sujetos interesados en el estudio de la fuerza muscular y deportistas.

- Objetivo General: Conocer el grado de asociación entre los valores de fuerza muscular obtenidos por 1RM en el ejercicio de press banca y sentadilla profunda, y los estimados por diferentes métodos y fórmulas matemáticas.
- Objetivos específicos: Determinar los valores de la fuerza muscular obtenidos por el método de una máxima repetición en pruebas de press banca y sentadilla
- Determinar los valores de la fuerza muscular obtenidos por los métodos de estimación de la fuerza máxima en pruebas de press banca y sentadilla
- Agrupar resultados de los valores de fuerza máxima según cada ejercicio y además en variables de peso, edad y años de entrenamiento
- Comparar valores obtenidos con las estimaciones los resultados obtenidos por las fórmulas de Bryzcki, Epley y O'Connor

De no existir este estudio, seguiría la incertidumbre en cuanto a que tan precisas son cada una de las fórmulas que existen para poder planificar entrenamientos de fuerza muscular. Por lo que se mantendría el “vacío” teórico y empírico respecto a esta problemática.

III. Revisión bibliográfica

En el presente capítulo muestra una revisión general acerca de la amplia variedad de información sobre fuerza muscular, distintos estudios y autores que se refieren a esta. Principalmente la información centra su enfoque en importancia, definiciones y métodos para el desarrollo y la valoración de fuerza muscular.

Del desarrollo de la fuerza muscular resultan muchos beneficios para la salud, los que pueden manifestarse desde temprana edad hasta la vejez. Ávila - Funes José Alberto, García-Mayo Emilio José en el artículo Beneficios de la práctica del ejercicio en los ancianos, mencionan lo siguiente:

El desarrollo de la fuerza muscular es un camino importante para conservar la independencia funcional, así como para disminuir la prevalencia de muchas enfermedades crónicas. La mejoría en la fuerza clínicamente se traduce en la conservación de la autonomía, aumento de la realización de actividades de forma espontánea y favorece la realización de actividades aeróbicas. (Ávila - Funes José Alberto, García - Mayo Emilio José, 2004)

Enfatizando en el área adolescente y para entender de mejor manera lo antes mencionado, un estudio realizado por la Academia Americana de Pediatría, publica en el año 2001 lo siguiente en relación al entrenamiento de la fuerza:

Del objetivo obvio de ponerse más fuerte, los programas de entrenamiento de fuerza pueden emprenderse para mejorar el rendimiento deportivo, rehabilitar lesiones, prevenir lesiones, y/o mejorar la salud a largo plazo. Los estudios han mostrado que el entrenamiento de fuerza, cuando se estructura apropiadamente con respecto a la frecuencia, modo (tipo de levantamiento), intensidad y duración del programa, puede aumentar la fuerza en los preadolescentes y adolescentes. Las ganancias en fuerza, tamaño muscular o potencia se pierden después de 6 semanas si se interrumpe el entrenamiento de potencia. El mantenimiento de los ejercicios Lista recomendaciones específicas para mantener las ganancias de fuerza en los preadolescentes y adolescentes. En preadolescentes, el entrenamiento apropiado de potencia puede mejorar la fuerza sin la hipertrofia muscular consiguiente. Esta ganancia de fuerza se puede atribuir al “aprendizaje” neuromuscular en el que el entrenamiento aumenta el número de moto neuronas que se activan con cada contracción muscular. Este mecanismo sirve para explicar la ganancia de fuerza por el entrenamiento de potencia en poblaciones con bajos niveles de andrógenos, como son las mujeres y los varones preadolescentes. El entrenamiento de fuerza también puede incrementar el aumento muscular que ocurre normalmente con el crecimiento puberal en los varones y en las mujeres. (Hernández, 2001)

Así como en los adolescentes, los ancianos manifiestan beneficios del desarrollo de la fuerza los que están principalmente relacionados a la prevención enfermedades como la Sarcopenia, enfermedad que desencadena una serie de otras patologías, como por ejemplo, la pérdida de la homeostasis corporal u osteoporosis, entre otras, así lo propone Roing, Jorge Luis (2002) en el artículo titulado: Sarcopenia, algo más que la disminución de la masa muscular (pág. 231). También, para clarificar el término de sarcopenia, Rosenberg lo utilizó en, Beneficios de la práctica del ejercicio en ancianos, para referirse a la pérdida involuntaria del músculo esquelético. (Ávila - Funes José Alberto, García - Mayo Emilio José, 2004).

Entendiendo la importancia en cuanto a los niveles de la fuerza muscular, Kraemer menciona, que generan en la población gran incertidumbre, pues para la supervivencia es indispensable disponer de elevados niveles de la fuerza. (William J. Kreamer - Keijo Häkkinen, 2006)

En la actualidad y con el paso de los años, estudiosos plantean que existe un cambio en la valoración de la fuerza y la importancia que esta tiene para la salud, tanto en la sociedad como en el área de la medicina, pues la fuerza muscular toma un estatus totalmente distinto al conocido en la década anterior. Uno de estos estudiosos es Tagliaferri, quien menciona lo siguiente:

Para mejorar la calidad de vida que nos permitiría vivir en plenitud afrontando las situaciones cotidianas es fundamental realizar a diario actividad física. Dentro de éstas, la Resistencia muscular siempre fue la recomendada por los médicos. Pero, actualmente, la Fuerza muscular ha tomado la misma relevancia, sino aun mayor, que aquella. Es imprescindible promover la realización de actividad física en general (pero está comprobado por múltiples investigaciones que la Fuerza y la Resistencia son las que mayores beneficios pueden aportar a tal fin). Para combatir ciertas enfermedades la Fuerza muscular puede ser más beneficiosa que la Resistencia, para otras las acciones conjuntas de ambas cualidades potencian los efectos favorablemente. Contra la Osteoporosis y la Sarcopenia, la Fuerza tiene una ventaja apreciable con respecto a la Resistencia; contra afecciones cardio-vasculares, será la Resistencia la que mayor ayuda puede dar, pero como el corazón es un músculo, ciertos trabajos de Fuerza pueden ayudar en la eyección sanguínea; contra la hipertensión arterial, la combinación de ambas puede mantenerla controlada. Podemos añadir como ventaja de la Fuerza sobre la Resistencia, que la mayoría de las actividades de esta última sólo estimulan a los miembros inferiores, mientras los trabajos de fuerza pueden alcanzar a todos los sectores corporales. (Tagliaferri. 2013)

La comprensión de factores por los cuales es importante el desarrollo de la fuerza muscular y consecuencias por no permanecer en un nivel adecuado para el desarrollo de una vida plena, con capacidades eficientes se hace importantísima. Cabe señalar en un ámbito más específico a nivel fisiológico como se produce la fuerza muscular. A Kraemer aporta diciendo:

El tejido muscular se caracteriza por ser capaz de producir fuerza en respuesta a un estímulo eléctrico que ha sido conducido por nervios desde la zona cerebral responsable del control del movimiento. Cuando el músculo se estimula, la fuerza (efecto tirón) desarrollada se transmite sobre los huesos en los que se inserta, dando lugar a un efecto de giro o de torsión a nivel de la articulación entre esos huesos. La acción resultante depende de la intensidad de estimular del músculo y del grado de producción de la fuerza. (William J. Kreamer - Keijo Häkkinen, 2006)

Algunas definiciones de fuerza muscular plantean lo siguiente: se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse. Teóricamente esta capacidad está en relación con una serie de factores, como son: el número de puentes cruzados de miosina que pueden interactuar con los filamentos de actina. (Consideraciones sobre la Manifestación y el Desarrollo de la Fuerza y la Potencia Muscular, 2014)(Goldspink, 1992)

Ulloa en el año 2011 en la revista Kinesiología hace su aporte en un apartado llamado “Métodos de evaluación de la fuerza muscular de extremidad inferior en deportistas” entregando la siguiente definición de fuerza:

La función del músculo es generar fuerza para producir tensión o desplazamiento (trabajo) transformando la energía química de los alimentos en energía mecánica. La contracción muscular ha sido ampliamente estudiada y relacionado con el movimiento con una visión micro y macroscópica. La capacidad de desarrollar tareas físicas constituye una dimensión extraordinariamente importante para nuestra realización como seres humanos; por ello, no es extraño que su pérdida o disminución sea una de las causas fundamentales de invalidez y deterioro de la calidad de vida. (Ulloa, 2011)

Actualmente el concepto de fuerza para las personas más antiguas hace imaginar instantáneamente un gran esfuerzo perjudicial para la salud, que podría convertirse en una lesión a nivel funcional. Por el vacío de información y el mal uso del concepto la fuerza muscular no ha sido prioridad en la vida de las personas. Ulloa plantea lo siente en relación a características de la fuerza muscular:

La fuerza muscular está condicionada por los siguientes factores: la edad; el sexo; la masa muscular; el tipo de fibra muscular, disposición y reclutamiento; las palancas; las condiciones psicológicas; la elongación muscular; la coordinación de los procesos neuromusculares; el entrenamiento y la capacidad de recuperación; la fatiga; los depósitos energéticos; y otros de menor incidencia como el tejido adiposo; la temperatura; el entrenamiento; la composición corporal; el número de articulaciones involucradas; dirección en que se aplica la fuerza y la longitud del músculo. Si se quiere desarrollar la fuerza, no solo se deben conocer estos factores sino también como se asocian o relacionan con el entrenamiento de la fuerza muscular. (Ulloa, 2011)

Dentro de los distintos contextos en donde podemos utilizar el concepto de fuerza surgen variados métodos para el entrenamiento de la fuerza muscular, entendiéndose por distintos contextos: alto rendimiento deportivo, escolar, rehabilitación, entre otros.

Las distintas metodologías que se han implementado para el desarrollo de la fuerza, varían conforme al grado de importancia de ésta

La fuerza se presenta como uno de los factores de rendimiento esenciales en cualquier disciplina deportiva, así como en las distintas manifestaciones donde la actividad motriz sea necesaria de forma primordial. Sin embargo, las formas de presentación de dicha cualidad son muy variadas, circunstancia que requiere un conocimiento adecuado y minucioso de las necesidades particulares de cada especialidad o tarea, con el objeto de diseñar programas de trabajo de fuerza específico e individualizado. Para tal circunstancia, será preciso una modificación de los factores principales que influyen en el desarrollo de la fuerza y, por tanto, en la determinación del tipo o expresión de fuerza necesario para obtener el máximo rendimiento o funcionalidad. Una vez determinadas las necesidades y el tipo de fuerza a desarrollar, será necesario establecer una evaluación del punto de partida de la misma para, de esta forma, determinar las metas a conseguir y modular el trabajo en función de dichas informaciones. Estos datos deberán ser extraídos de las baterías de pruebas o test estandarizados de fuerza que existen o, de otra forma, diseñar una prueba específica que reúna las condiciones principales que ha de tener cualquier test de valoración y que se ajuste estrictamente a nuestras necesidades. (Rodríguez, 2011)

Kraemer, frente al entrenamiento de la fuerza y los distintos métodos para llegar a su desarrollo en base a la adaptación, progresión, y la carga plantea lo siguiente:

El cuerpo humano es una maquina muy distinta: tiene la capacidad de responder a un estímulo como el trabajo físico de la carrera o a la tensión creada al levantar cargas, modificando su estructura interna y su función para en el futuro poder realizar mejor su actividad. Este fenómeno recibe el nombre de adaptación y es la base del entrenamiento físico. La adaptación comprende distintas características que deben ser consideradas.

En primer lugar, el cuerpo debe disponer de un mecanismo biológico que le permita efectuar el proceso de adaptación. Por ejemplo, reducir la longitud de los huesos del brazo y antebrazo permitirá aumentar mucho la magnitud de la carga levantada en el Press-banca a consecuencia de las mejoras de tipo mecánico. Pero el organismo no dispone de mecanismos para efectuar estas modificaciones. El aumento del tamaño de los músculos que participan en el Press-banca también facilitara que el cuerpo pueda levantar más peso, y esta es una adaptación que se incluye entre las posibilidades fisiológicas. En segundo lugar, la adaptación es muy específica del estímulo, de modo que un fuerte entrenamiento de la fuerza suele producir un aumento del tamaño muscular, mientras que la natación produce un incremento de la capacidad de bombeo sanguíneo del corazón. (William J. Kreamer - Keijo Häkkinen, 2006)

Progresión de las sobrecargas.

La adaptación al entrenamiento, se produce a raíz de la progresión de las sobrecargas, esto se entiende como la repetición de la situación que se requiere al realizar un ejercicio superior al que se está acostumbrado o al que se realiza en la actividad diaria. En términos de entrenamiento de la fuerza, la sobrecarga se refiere a la solicitud del sistema neuromuscular para que desarrolle niveles de las fuerzas superiores a los que ejecuta durante la actividad cotidiana. Habitualmente, la magnitud de la adaptación al entrenamiento se relaciona con el grado de sobrecarga, de modo que, en general, cuanto más sea la sobrecarga, más rápido y de mayor magnitud serán los cambios biológicos. De este modo, en este proceso intervienen adaptaciones musculares de tipo nervioso e hipertrófico; por ello, para obtener un buen resultado a largo plazo es necesario una progresión adecuada mediante la periodización de los programas de entrenamiento. (Kraemer, 2006)

Intensidad mínima.

Respecto al entrenamiento de la fuerza, existe un nivel de carga que se encuentra bajo, por lo cual, no se producen adaptaciones musculares. Este nivel de carga puede variar según el grado de entrenamiento de grupo muscular o según las personas. Sin embargo, parece que el levantamiento de cargas muy ligeras que no requieran un esfuerzo máximo, no es eficaz para aumentar la fuerza y la potencia muscular. (Kraemer, 2006)

Progresión del entrenamiento con sobrecargas.

Para estimular el sistema neuromuscular y desencadenar la adaptación que dará un aumento de la fuerza y la potencia muscular, el entrenamiento realizado debe someter el sistema a cargas mayores a las que está acostumbrado. Este proceso se denomina progresión de la sobrecarga. Como se mencionó anteriormente, en términos de desarrollo de la fuerza, significa que los músculos deberán producir una fuerza a máxima potencia o cercanas a ella. Las adaptaciones del sistema neuromuscular al entrenamiento, son: el aumento del tamaño muscular, la mejora de la coordinación de los músculos agonistas, un mejor reclutamiento de las unidades motoras y en el caso de elevadas frecuencias de descarga, una reducción de la coactivación de los músculos antagonistas, siendo el resultado neto, un aumento de la fuerza. (Kraemer, 2006)

No obstante, a medida que aumenta la fuerza, la magnitud de la sobrecarga inicial, en relación al nuevo nivel de la fuerza máxima, es menor, y por ende, si se continúa entrenando progresivamente con la misma carga absoluta, la magnitud del estímulo, que permite la adaptación del cuerpo, se va reduciendo. Por lo tanto, es esencial establecer una progresión de las cargas en la etapa de introducción de la variabilidad en el entrenamiento, esto mediante el uso de múltiples planes, los que serán periodizados para lograr una importante adaptación sobre cargas al nivel de la fuerza de músculo. De este modo se llega a un concepto muy importante, denominado entrenamiento de sobrecarga progresiva. (Kraemer, 2006)

Para progresar de forma continua aumentando fuerza y potencia muscular, es necesario determinar las características que deben avanzar progresivamente (es decir, periodizar el entrenamiento), de manera que la intensidad relativa se mantenga lo suficientemente elevada como para proporcionar un estímulo de sobrecarga eficaz durante ciertas fases del ciclo de entrenamiento. Entiéndase de la siguiente manera, si la intensidad se expresa como un porcentaje de 1RM (%1RM) o especificando una carga, la que pueda levantarse un número concreto de veces (RM), la sobrecarga será progresiva porque al aumentar la fuerza también aumentaran las cargas de entrenamiento, aunque la intensidad relativa se mantenga estacionaria. (Kraemer, 2006)

Repeticiones, series, descansos, y sesiones

Importante es considerar que existen muchas variables del entrenamiento las que pueden manipularse para obtener distintas formas de sobrecarga, esto da lugar a las adaptaciones muy específicas al entrenamiento. (Kraemer, 2006)

La unidad básica de la sesión del entrenamiento de la fuerza es la repetición. Para un movimiento de entrenamiento dado la repetición es la realización de un ciclo completo a partir de la posición de inicio hasta la posición final y de nuevo volver a la posición inicial. Para entrenamiento isométrico, la repetición hace referencia a una acción muscular con un ángulo articular específico. El conjunto de varias repeticiones recibe el nombre de serie. Durante una serie el sistema neuromuscular se va fatigando y la ejecución del ejercicio se ve dificultada. La serie finaliza al completar el número de repeticiones previstas o si el deportista no es capaz de realizar ninguna repetición más. El/a deportista descansará hasta que el sistema neuromuscular se recupere y luego efectuarán más series del ejercicio. El periodo entre series se denomina descanso o recuperación y es otra variable de la programación que puede ser alterada para conseguir los objetivos específicos del entrenamiento (es decir, mejorar la tolerancia a elevados niveles de acidosis). En una sesión se efectuarán series de repeticiones de distintos ejercicios. El término sesión hace referencia al tiempo que se ha dedicado al entrenamiento. Puede programarse más de una sesión diaria si se incluye un periodo de recuperación entre ellas. (William J. Kraemer - Keijo Häkkinen, 2006)

Intensidad, frecuencia y volumen.

Es necesario tener claridad frente a estos conceptos, para desarrollar de manera óptima el estudio, es por eso que bajo el alero de Kreamer se entenderá que:

La intensidad hace referencia a la carga relativa o resistencia a la que el músculo deberá enfrentarse, el porcentaje de la máxima fuerza muscular que debe manifestarse durante el movimiento de entrenamiento. A menudo se expresa simplemente como un “% de 1RM”, o sea la carga movilizada como un porcentaje de la carga máxima que el sujeto podría levantar una sola vez. Otro método para describir la intensidad se basa en el número de repeticiones que pueden efectuarse antes de que el musculo fatigado ya no sea capaz de levantar de nuevo la carga (RM). Por otro lado, cuando los deportistas no tienen como objetivo un número específico de repeticiones. Si no, que deben situarse en un intervalo con un margen de 3 repeticiones (ej. 6-8 RM) se utilizan las zonas del máximo número de repeticiones posible. Así, una carga de 3RM es superior a una carga de 10RM y una zona de 1-3RM es más intensa que una zona de 5-7RM. (William J. Kreamer - Keijo Häkkinen, 2006)

Así la frecuencia se aplica al número de sesiones de entrenamiento realizadas por semana y el volumen, indica la cantidad total de trabajo que ha ejecutado durante el entrenamiento. El volumen del ejercicio, en el entrenamiento con sobrecargas, se calcula habitualmente multiplicando las repeticiones por las series. Algunas personas utilizan “repeticiones x series de x sobrecarga” para determinar el trabajo total; sin embargo, esta no es la definición clásica de volumen.

Sesión con elevada carga hipertrófica.

Una sesión normal de entrenamiento, de fuerza tipo hipertrófico (con cargas medias o elevadas, como 60-80% de un RM, con múltiples repeticiones, unas 6-12 en cada serie, hasta que no se puede efectuar una acción concéntrica), y con un volumen elevado (como 4-6 series), conduce a una profunda fatiga en el rendimiento neuromuscular, lo que va acompañado de una gran acumulación de lactato en la sangre y una respuesta hormonal aguda considerable. Por lo general, las mujeres presentan mejor fatiga que los varones. La fatiga aguda se observa en la contracción de los músculos en ejecución, mediante el pronunciado crecimiento de la fuerza máxima, la baja producción de la fuerza explosiva y de la relajación muscular. (Kraemer, 2006)

Sin embargo, la disminución aguda observada en la activación voluntaria de los músculos activos, indica que puede existir una fatiga considerable en el sistema nervioso. Esto, dado que los ejercicios de cada serie fueron continuados hasta un punto en el que no es posible efectuar el movimiento concéntrico. La magnitud de esta reducción, del rendimiento neuromuscular, es consecuencia de la fatiga aguda, lo que depende del volumen total de la intensidad y del tipo específico de sesión, la que será modificada por el descanso entre series, la distribución de las fibras musculares y la experiencia en entrenamiento del sujeto. La recuperación de la fatiga puede ser larga durante los primeros días de descanso y los valores de la fuerza en los varones son menores a los de las mujeres. Los valores obtenidos antes del ejercicio indica la posibilidad de diferencias entre género, esto con relación al proceso de fatiga y su recuperación. (Kraemer, 2006)

En el segundo día, ambos, hombres y mujeres, recuperan sus niveles de la fuerza basal, indicando que el volumen total del protocolo hipertrófico fue bastante elevado. Es importante resaltar que a pesar de la recuperación de los valores de la fuerza máxima, las concentraciones basales de testosterona sérica se mantienen bajas durante los días posteriores a la intensa sesión de tipo hipertrófico descrita anteriormente.

Los métodos de entrenamiento para mejorar la fuerza, están basados en las leyes de la adaptación biológica, es decir, el organismo humano se expone a las cargas de entrenamiento y los sistemas internos se adaptan a un nivel de rendimiento más elevado. Desde un punto de vista práctico, el entrenamiento de la fuerza tiene un efecto sobre los músculos y el sistema nervioso central. Las adaptaciones neuronales morfológicas solo logran influir sobre las ganancias de la fuerza después de una duración del entrenamiento de varias semanas y dichas ganancias que pueden producirse de manera precoz, logran ser principalmente atribuibles a una mejora de la coordinación o mayor interacción de los músculos activos. (Kraemer, 2006)

Los distintos métodos de entrenamiento son definidos por las variables que determinan la carga o resistencia a movilizar, como la intensidad de ejercicio, la duración, la densidad y la frecuencia del ejercicio. Además, para poder hacer enunciados más precisos sobre la efectividad del método de entrenamiento, es necesario tener conocimiento sobre la acción muscular elegida, el trazado y la velocidad del movimiento. (Kraemer, 2006)

Del artículo “Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración”, el autor hace referencia a los protocolos de entrenamiento de la fuerza máxima, llamados: Metodología del entrenamiento de la fuerza máxima.

Para el desarrollo de la fuerza máxima se consideran habitualmente dos vías: la vía neuromuscular que supone la realización de series de entre una y cinco repeticiones con carga del 85-100 % de la FDM y descanso de entre tres y cinco minutos entre series; y la vía de la hipertrofia para la que se realizan series de entre 6-12 repeticiones con cargas del 70-90% de la FDM y descansos entre series más cortos.

El número de series óptimo depende de factores tales como el nivel de rendimiento del sujeto el momento de la temporada, los ejercicios seleccionados, la magnitud del peso y velocidad a la que tiene que ser movilizado. Por lo general, se recomiendan de una a tres series para sujetos sedentarios o principiantes y.-o periodos de mantenimiento descanso activo, cuatro a nueve para deportistas entrenados y/o programas generales y específicos de entrenamiento y 9-12 como límite máximo y solo para sujetos muy entrenados y en periodos de trabajo inferiores a 10 semanas. En relación al tamaño del grupo muscular, se ha sugerido la realización de tres a cinco series por ejercicio para grupos musculares grandes, dos-tres para los medianos y dos para los pequeños, en algunos estudios se ha comparado el empleo de una o varias series para tratar de determinar la efectividad y se ha obtenido mayores ganancias de fuerza con varias series, observándose los mejores resultados con tres series por grupo muscular. Esto parece debido a que las mejoras no solo dependen de la tensión muscular sino también de la fatiga que las múltiples series acumulan a lo largo de la sesión, además , independientemente del nivel de entrenamiento, se ha comprobado que los programas de intensidad media y alta con multiseries la calidad de la acción muscular es mejor en la segunda y tercera serie respecto a la primera debido a que se optimiza el nivel coordinativo de ejecución y también porque estas series se realizan con mayor seguridad y confianza puesto que los ejecutantes saben que han alcanzado la suficiente preparación al ejercicio.

En cualquier caso, en diversos estudios realizados con sujetos no entrenados o con bajo nivel de entrenamiento, se han conseguido similares incrementos de fuerza con la realización de una serie que con tres. Por tanto, la realización de una o dos series por grupo muscular puede ser beneficiosa en sujetos no entrenando durante las primeras semanas, pero a medida que se producen adaptaciones, este número resulta insuficiente. Para el desarrollo de la fuerza máxima existen diversos métodos, la mayoría aplicables a la mejora de la FE. (Rodríguez, 2011)

Fuerza máxima, es la mayor expresión de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia, dicha manifestación de fuerza logra ser estática (fuerza máxima estática). Cuando la resistencia a vencer es insuperable o dinámica (fuerza máxima dinámica), existe desplazamiento de la resistencia. Cuando la expresión de fuerza manifestada no alcanza el máximo de su expresión se habla de la llamada fuerza submaxima, que también posee una modalidad estática (isométrica) o dinámica, y que viene expresada normalmente en términos de porcentaje sobre la fuerza máxima. (Kraemer, 2006)

Dentro de la fuerza submaxima existe una relación muy importante entre las magnitudes de intensidad y duración del esfuerzo. Algunos autores llegan a distinguir dentro de la fuerza máxima dinámica, la llamada fuerza máxima concéntrica, manifestación máxima de fuerza que se produce cuando la resistencia sólo se puede desplazar una vez o se desplaza ligeramente, y la fuerza máxima excéntrica, aquella fuerza máxima que se opone ante una resistencia, se desplaza en sentido opuesto al que realiza el sujeto. De la fuerza máxima dinámica se dice que es la fuerza pura, como aquella movilización de carga que tan sólo permite repetir un ejercicio de dos a cuatro veces. (Kraemer, 2006)

La fuerza máxima, depende de tres factores principales que son aptos de ser entrenados. Primero, sección transversal del músculo o hipertrofia (la hiperplasia producida por el fenómeno de “*splitting*” o rasgamiento fibrilar, ésta no ha sido demostrada de forma clara, existiendo datos contradictorios en la bibliografía internacional). Segundo, la coordinación intermuscular o intervención coordinada en el tiempo de los diferentes grupos musculares que participan en una acción y la coordinación intramuscular o grado de intervención coordinada de las diferentes unidades motrices que configuran un grupo muscular, basadas en un eficaz sistema de activación de las unidades motrices. En tercer lugar, las fuentes energéticas para la síntesis de proteínas musculares. (Rodríguez, 2011)

Actualmente, la valoración de la fuerza muscular posee una serie de métodos para ser realizados, algunos orientados a “estimar” la fuerza muscular de un sujeto y otros a medir de forma directa. La valoración y el control de la fuerza son aspectos fundamentales en el proceso de entrenamiento, ya que proporcionan información sobre el estado del deportista, es posible registrar y comparar los valores obtenidos en momentos diferentes y relacionados con otros deportistas.

Confirmando por Anselmi (2012), la importancia de tener un sistema controlado en la aplicación de estímulos de carga.

“En sus inicios el entrenamiento deportivo se basó en la capacidad del organismo de adaptarse a estímulos puntuales. En la medida que la adaptación se sucedía, los estímulos debían ser más grandes e intensos para que puedan producirse cambios. Con la aparición de los sistemas de las variaciones de carga fueron el modo fundamental para continuar con la superación de los atletas.

Esto plantea la necesidad de contar con adecuados mecanismos de control de carga. El entrenamiento con sobrecarga, por sus características, es completamente mensurable. Esto nos permite conocer el nivel con el que hemos planteado nuestro entrenamiento y poder si fuera necesario replantearlo en el futuro con la mayor o menor nivel en función de nuestras necesidades futuras”.

Con esto, se abre una amplia variedad de métodos, test, los que pueden ser utilizados para valorar las cualidades de la fuerza y la potencia musculares. Estos test abarcan pruebas de campo y de laboratorio e incluyen modalidades Isométricas, Isotónicas, e Isosinéticas.

Los más utilizados para estimar o medir la fuerza muscular de un sujeto, desde una forma sin instrumentos científicos, son la repetición máxima y los submaximales, como se nombra a continuación en el siguiente fragmento de artículo:

Test isotónico.

La evaluación clásica de la fuerza máxima ha estado basada en la carga movilizada en 1RM en un determinado ejercicio; esto es lo que se conoce como FDM. El test de 1RM se ha realizado tanto en forma directa como con cargas inferiores. En este último caso (la estimación de un RM de forma indirecta) se determina la carga máxima con la que se puede realizar un determinado número de repeticiones; posteriormente, mediante alguna de las formulas propuesta por varios autores se puede estimar el valor de un RM. Una de las más comunes es la fórmula de Brzycky.

$$1RM = \text{Peso Levantado} / (1,0278 - (0,0278 \times N^{\circ} \text{ de Repeticiones}))$$

La determinación de la carga movilizada en 1RM en un ejercicio no ofrece toda la información necesaria para una buena evaluación, ya que resulta muy importante conocer también la fuerza y la potencia conseguirá. Para ello, se necesita instrumentos de medida que permitan la estimación indirecta del parámetro fuerza a través de la velocidad y la masa. Mediante un sistema computarizado, como el Biorrobot Ergopower de Bosco, dispositivo electrónico que ofrece datos de velocidad, aceleración, fuerza y potencia o el Muscle-Lab Bosco Sistem, que añade una valoración electromiografía el FitroDyne o el Isocontrol, sistema empleado por numerosos investigadores.

Por otra parte, estos sistemas permiten el análisis de los parámetros citados (velocidad aceleración, fuerza y potencia) con cargas que no representen el 1RM y pueden evaluar la carga con la que se consigue la potencia máxima en ejercicios tales como sentadilla, prees de banca, salto con carga o movimientos más específicos de un deporte en concreto.

En la evaluación de las manifestaciones de FE, los saltos de la batería de Bosco siguen siendo muy utilizados para la valoración de los miembros inferiores.

Test isosinéticos.

Los test Isosinéticos son aquellos que se realizan manteniendo la velocidad constante que se determina previamente. Comercialmente; estos aparatos son conocidos como Cybex II, Kin/Com Bidex y Biometer, entre otros, están formados por un dinamómetro que funciona con un motor que sirve para facilitar una resistencia o puesta e igual a la fuerza producidas por la musculatura, una vez que se haya alcanzado la velocidad predeterminada. Estos aparatos mantienen una velocidad específica y registran la fuerza o más usualmente la fuerza de torsión aplicada por el deportista a través del rango de movimiento. También puede ser evaluada la FIM o excéntrica utilizando estos aparatos. Alternativamente estos aparatos pueden ser utilizados para desarrollar un perfil de fuerza-velocidad del individuo de forma similar al que se puede obtener con los test isotónicos. Sin embargo, en vez de modificar la carga y modificar los parámetros de rendimiento estos aparatos modifican la velocidad de movimiento”. (Rodríguez, 2011)

Test de fuerza máxima

De las pruebas de valoración de fuerza máxima, es preciso distinguir entre la fuerza máxima estática y la fuerza máxima dinámica. Para la determinación de la fuerza máxima estática o isométrica, valen ser utilizados los llamados dinamómetros isométricos, donde es valorada la fuerza de los grupos musculares de una articulación, en una determinada angulación en base al análisis de los picos de fuerza producidos a velocidad cero. Pese a eso, pueden ser utilizados los dinamómetros de cable, tensiómetros o máquinas de musculación adaptadas a los diferentes grupos musculares con incremento progresivo de la carga hasta llegar a la ausencia total de movimiento en la contracción muscular.

Para la determinación de la fuerza máxima dinámica se establece la movilización de una carga en una única repetición máxima (1 RM), logrando realizar dichos test por medio de máquinas o pesos libres. A modo de ejemplo para el tren inferior pertinente el test de flexión de rodillas con peso 43 o “sentadilla máxima”, donde el sujeto establece una flexión y extensión de piernas movilizandolo la mayor carga lo que permite una única repetición completa (las angulaciones de ejecución del test se adaptarán a las características de la prueba en cuestión), la carga se determina por medio de una barra de grandes dimensiones sobre los hombros del sujeto. El resultado del test, supone el registro de dicha carga y la mecánica de ejecución de este test es establecida para cualquier grupo muscular, destacando así si el test de fuerza tendido de espaldas⁴³ o “Press de banco máximo” .En esta medición, el sujeto movilizará la máxima carga posible en un movimiento de flexión y extensión completa de brazos tumbado en posición horizontal sobre un banco. Los brazos abiertos a la anchura de los hombros y la barra con la carga descienden hasta contactar con el pecho a la altura de la línea imaginaria marcada por los pezones.

El resultado del test supone el registro de la carga movilizada, es importante considerar que entre cada uno de los intentos efectuados, se establece una recuperación completa del sujeto que asegura y entrega confiabilidad en los resultados conseguidos en la prueba. (Rodríguez, 2011)

La valoración de la fuerza muscular, mediante el levantamiento de pesas, comúnmente se determina mediante el peso máximo que pueda ser levantado durante un solo intento (comúnmente conocido como una repetición máxima, o 1-RM). El test de RM se utiliza en personas no entrenadas o en niños, esto debido al fuerte impacto que produce en el organismo. Estudios realizados comprueban que el test de RM puede ser utilizado en niños mediante un protocolo estricto de aplicación. Así es como se explica en el siguiente artículo, Evaluación de la Fuerza Máxima en Niños Sanos:

Debido a la popularidad creciente del entrenamiento de la fuerza para jóvenes y los beneficios para la salud potenciales, asociados con este método de acondicionamiento (8), los test de 1 RM pueden ser usados por profesionales calificados para evaluar la efectividad de un programa de acondicionamiento para jóvenes, evaluar la fuerza y la debilidad, proveer motivación y enseñar a los niños los conceptos fundamentales de la aptitud física, los cuales incluyen al entrenamiento de la fuerza. A la inversa, las evaluaciones de la fuerza máxima no supervisadas y pobremente realizadas no son recomendadas bajo ninguna circunstancia, debido su potencial para causar una lesión (Física, 2015)

En bases de la valoración de la fuerza, se plantea lo siguiente:

La valoración de la fuerza dentro de los programas de acondicionamiento neuromuscular saludable debería fundamentarse en los siguientes planteamientos:

- Debe determinar la aptitud neuromuscular.
- Debe ser funcional.
- Debe cumplir con el principio de especificidad del entrenamiento (Abernethy et al., 1995).
- Debe garantizar la transferencia entre los registros obtenidos y su aplicación en los procesos de prescripción y planificación del entrenamiento.
- Debe realizarse evitando situaciones que supongan un incrementado potencial riesgo de lesión y garantizando una correcta y segura ejecución.
- Debe permitir comprobar evoluciones entre registros. (Chulvi, 2009)

La dosis representa los valores de estrés que el entrenamiento de fuerza va a generar al organismo –específicamente al grupo muscular objetivo-. Tradicionalmente el volumen y la intensidad han sido las variables que mayor estudio han provocado, principalmente por motivos de periodización (Fleck, 1999; Fleck & Kraemer, 2004; Zatsiorsky y Kramer, 2006). Clásicamente la intensidad ha sido asumido como una variable de gran influencia sobre las respuestas biológicas (Fry, 2004). Por ello, en este sentido, la evaluación de la fuerza ha ido acompañado a la repetición máxima voluntaria (1-RM).

A la hora de desarrollar una valoración directa de la repetición máxima voluntaria el evaluador debe asumir diversos factores, a continuación, son citados los más importantes tras una revisión previa de los procedimientos de mayor aceptación (Iván Chulvi. Laura Masiá, 2009)

Resulta segura y eficaz la forma directa de registro 1-RM, no cumple con los fundamentos de la teoría, ya que falta información previa para el desarrollo de la evaluación de la fuerza dentro de los programa neuromusculares saludables (Iván Chulvi. Laura Masiá, 2009)

En nuestra revisión anterior, se sugiere la aplicación de las diversas fórmulas predictivas para determinar 1-RM, esto, si se pretende diseñar y monitorizar el programa de acondicionamiento neuromuscular mediante porcentaje de 1-RM. La predicción de 1-RM a partir de la resistencia muscular sub-máxima se puede realizar, ya que ha sido apuntada la relación entre resistencia muscular y porcentaje de 1-RM.

Existen diversas fórmulas de regresión, las que permiten calcular la fuerza máxima a partir de resistencias sub-máximas, las más utilizadas por su confiabilidad han sido recogidas en la tabla que se presenta a continuación, pero cabe destacar, que existen más fórmulas, encontrando algunas específicas al ejercicio realizado y fórmulas en las que no resulta necesario realizar repeticiones, y es estimado a partir de algún factor morfológico (Iván Chulvi. Laura Masiá, 2009).

AUTOR**FÓRMULA**

Brzycki (1993)	$1\text{-RM} = 1.0278 - (2.78 \text{ reps al fallo})$
Parece ser la más precisa cuando son realizadas menos de 10 repeticiones	
Epley (1985)	$1\text{-RM} = (1 + 0.0333 \times \text{reps hasta el fallo}) \times \text{peso levantado}$
Parece ser que es una de las que menor error de predicción genera.	
Lander (1985)	$1\text{-RM} = 101.3 - (2.671233 \times \text{reps hasta el fallo})$
O'Connor et al. (1989)	$1\text{-RM} = 0.025 (\text{peso levantado} \times \text{reps hasta el fallo}) + \text{peso levantado}$

Al momento de aplicar las fórmulas de regresión, debe considerarse que su veracidad y validez sean acertadas en franjas de entre 2 y 10 repeticiones, incentivando al sujeto a llegar al fallo muscular. Superar este rango, implicará alterar la capacidad predictiva de la fórmula aplicada.

Una vez establecida la repetición máxima, es preciso relativizar los datos. Para lograrlo, se debe dividir el registro de 1RM por la masa corporal. El índice obtenido, permitirá una interpretación más personalizada y profunda de los cambios en los niveles de fuerza, del mismo modo, permitirá comparar ese resultado con la media.

Registro 1-RM (en kilogramos) / peso corporal del evaluado (en kilogramos).

Utilización de 8-12 RM

La descripción del rango establecido entre 8 y 12 repeticiones resulta adecuada para el entrenamiento de fuerza con objetivos saludables, por lo tanto, establecer que la evaluación se encuentre en este rango de repeticiones permitirá la transferencia al diseño y programación del ejercicio.

Importante es establecer el peso máximo obtenido en dicha franja de repeticiones, ya que se señalan dentro de un programa de acondicionamiento neuromuscular saludable, lo que permitirá una gran aplicación directa al diseño de entrenamiento. De tal forma se permite realizar cambios en el peso a partir de la utilización del carácter de esfuerzo (aspecto que será desarrollado más adelante).

Valoración isométrica.

Esta medida evaluativa determina el potencial máximo del músculo para producir fuerza estática. La fuerza isométrica se mide en términos de *PEAK* de torque producido mediante una contracción isométrica máxima voluntaria. Los equipos utilizados para estas pruebas, consisten de dinamómetros disponibles comercialmente, o aquellos contruidos localmente. Los primeros dinamómetros cuantificaban la fuerza isométrica de tracción mediante una cable (conocido como tensiómetro o medidor de tensión) (Bosco, 1987). Estos dinamómetros determinan la fuerza isométrica de los músculos esqueléticos en articulaciones aisladas.

Son muy populares las mediciones de la fuerza isométrica en la mano (dinamómetro de mano, el cual mide la fuerza aprehensora). El valor predictivo de una evaluación de fuerza isométrica por sí solo, puede entregar información importante más aún si se complementa con elementos funcionales tales como el salto.

Pruebas isocinéticas

Para llevar a cabo estas pruebas, se requieren ciertos equipos especiales conocidos como dinamómetros isocinéticos. En estas máquinas se aplica una velocidad constante concéntrica y excéntrica, a través del movimiento articular, la resistencia que se produce en estos aparatos es el resultado de una acomodación de la fuerza o torque muscular aplicada en contra del mecanismo pruebas isotónicas. El término isotónico significa la aplicación de una tensión (fuerza o torque) constante. Desde el punto de vista biomecánico, dicha tensión constante no se produce durante el levantamiento de las resistencias/pesos, sino a través del arco de movimiento. No obstante, los modernos dinamómetros isotónicos disponibles comercialmente, proveen una aceleración del movimiento durante la cual se controla la fuerza/torque. En estos sistemas, la valoración isotónica permite determinar la aceleración, velocidad *peak*, trabajo, y potencia efectuadas a diversas cargas pre-establecidas (fuerza o torque). (Kraemer, 2006).

La fuerza muscular viene a convertirse en una de las principales capacidades físicas que no brindan salud y bien estar a nuestro organismo, sin duda con el transcurso de los años la fuerza comienza a ser más utilizada por médicos y profesores en el área de la salud, antiguamente solo está para enfocarse al entrenamiento, pero hoy en día la fuerza muscular toma un lugar primordial en el área de la salud. Es muy importante saber desarrollarla bajo protocolos y metodologías, pero es aún más importante valorarla para poder pre-escribir entrenamiento en base a las capacidades funcionales de cada persona, aprovechar al máximo sus beneficios sin abarcar daños.

IV. Marco metodológico

IV.1 Tipo de investigación

La presente investigación se basa en una metodología de carácter cuantitativo, epistemológicamente orientada a probar hipótesis de tipo correlacional, a partir del análisis estadístico que se hará.

IV.2 Diseño de investigación

El estudio propuesto corresponde a un diseño cuasi experimental, adecuado para comparar y establecer correlaciones entre la medición de una repetición máxima y la estimación que presenten los test de repeticiones sub maximales. Se trata de una investigación de corte transversal, ya que la información se recolectará en un único momento del tiempo.

IV.3 Población y muestra

La población a estudiar en esta investigación corresponde a hombres de entre 18 y 43 años de edad, saludables, en condiciones de recibir o que hayan recibido entrenamiento de fuerza. Deben pertenecer a alguna de las instituciones que han sido seleccionadas, de acuerdo a las características que se consideran óptimas para llevar a cabo el proceso de muestreo, es decir, que los sujetos cuenten con el entrenamiento específico para el grupo de muestra y el recinto cuente con los implementos necesarios, tanto para la toma de medidas antropométricas, como para la ejecución del press banca y sentadilla profunda.

De acuerdo a los propósitos de esta tesis, se conformará una muestra de sujetos a investigar:

- a) Compuesta por 29 hombres de entre 18 a 43 años, con experiencia de -al menos- un año de entrenamiento de fuerza, pertenecientes al grupo de entrenamiento de pesas de la UMCE, campus Macul y a las Carreras de Educación Física y Kinesiología del Campus Joaquín Cabezas. Esta muestra será caracterizada en su oportunidad con datos de estatura (cm), edad (años) y peso corporal (kg).

Cuadro N°4

Características antropométricas y edad de la muestra

Sujetos	Edad X±DE	Peso (kg) X±DE	Estatura (m) X±DE

IV.4 Proceso de muestreo

La muestra de sujetos exige seleccionar personas que estén en condiciones de realizar las pruebas establecidas para medir tanto RM como Test de fuerza sub maximal y que, además, pertenezcan a los grupos anteriormente mencionados para así poder hacer efectivo el proceso de muestreo.

Dado que se trata de un diseño Correlacional, no es menester contar con muestras obtenidas por azar. Por ello, se trata de muestras no aleatorias, de tipo casual, adecuadas para establecer las comparaciones métricas y estadísticas que definen los objetivos de esta tesis. Lo anterior, significa que los resultados no son generalizables más allá de las muestras.

El proceso de muestreo fue realizado de manera intencionada, debido a que se eligió la muestra considerando las características buscadas en la investigación con el fin de hacer más eficiente la obtención de datos. Se ha conformado un solo grupo: compuesto por sujetos con más de un año de experiencia en el entrenamiento de fuerza con pesos libres. La conformación de este grupo proporcionará información que permitirá establecer comparaciones entre las tres fórmulas escogidas y, a su vez, comparar los resultados entre las formulas seleccionadas y el test de repetición máxima de muestra establecido.

En términos prácticos, se espera convocar y reclutar a los sujetos a través de conversaciones formales con las instituciones a las que pertenecen los sujetos con la posibilidad de ser seleccionados, hasta cubrir las cuotas consideradas. Estas instituciones garantizan, en general, el acceso al tipo de sujeto que la investigación requiere. Posteriormente, se aplicará una ficha simple de registro para cautelar que se cumplan los requisitos de edad y nivel de entrenamiento con fuerza requerida.

De acuerdo a la naturaleza de la muestra y según los objetivos de la tesis, no es pertinente hablar de intervalo de confianza para definir estas muestras.

IV.5 Criterios de participación en la investigación

Con el fin de optimizar el proceso de muestreo se establecerán criterios que limiten la participación de los sujetos en la investigación.

Se considerarán dos tipos de criterios: de inclusión, que deben estar presentes en los sujetos para acreditar que puede ser parte de la investigación, y de exclusión, que en caso de que algún sujeto manifieste algún impedimento, será motivo de privación en cuanto a su participación en la toma de medidas.

Criterios de inclusión

Período de entrenamiento en el que se encuentra el sujeto: es de suma importancia conocer en que segmento de su periodo de entrenamiento está un sujeto, que tan cercano está en relación a una competencia. Esto permitirá saber el grado de incidencia que puede generar un ejercicio de fuerza máxima en su cuerpo, manejar de mejor manera los tiempos de reposo y optimizar la recuperación post esfuerzos máximos o sub máximos.

Estado de salud: es fundamental estar al tanto de las condiciones de salud de los sujetos de prueba con el fin de evitar lesiones, problemas en el organismo producto de los esfuerzos a realizar. Si bien al ser sujetos en constante práctica de actividad física, debemos asegurarnos de que no se verán afectados de manera negativa durante la investigación.

Firma de consentimiento: será obligatoria la firma de la carta de consentimiento para las personas que quieran participar como parte de la muestra. Con esto aseguramos que las personas se encuentren totalmente informadas respecto al proceso en que serán sujetos de prueba y lo que todo ello implica.

Alimentación e hidratación: a la hora de realizar las pruebas se evaluará la situación de cada sujeto respecto a este ítem. Es fundamental que se encuentren con energías y una adecuada hidratación a la hora de realizar los test, todo esto para prevenir problemas de salud.

Criterios de exclusión

Lesión o problemas de salud: en caso de presentar alguna lesión o problemas de salud que implique un riesgo en el sujeto a la hora de realizar las pruebas físicas, se procederá a privarlo de ser parte de la investigación para evitar daños en su integridad física o mental.

Ausencia de entrenamiento por tiempo prolongado: tal como se mencionó anteriormente, se revisará el registro de asistencia de los participantes. En caso de que no haya regularidad, ya sea por lesión o cualquier motivo, se analizará la situación y, en caso de que afecte a su rendimiento, se procederá a la exclusión.

IV.6 Organización del experimento

El trabajo de campo de esta investigación se organiza en tres grandes momentos:

Configuración de la muestra:

Como se ha señalado, se espera conformar una muestra no aleatoria de 29 personas, de entre 18 y 43 años de edad, que muestran distintos niveles de entrenamiento de fuerza. En términos prácticos, la selección de personas se hará a través de conversaciones formales en las mismas instituciones a la pertenecen los sujetos posibles de ser incluidos en el estudio. Dentro de las personas capacitadas para formar parte de la muestra es importante que lleve un entrenamiento de carácter regular, por lo que se verificará con su entrenador o algún encargado de la institución a cargo la asistencia a las sesiones de entrenamiento. Una vez sea considerado apto para ser colaborador en esta investigación, se procederá a aplicar el documento de consentimiento voluntario, disipando todas las dudas que puedan tener los sujetos de muestra.

Este momento se ha iniciado en mayo y debe culminar en junio.

Medición de variables:

La obtención de datos se hará en las mismas dependencias de origen de los sujetos de la muestra. Estos puntos establecidos corresponden al Santuario, gimnasio de pesas ubicado en el DEFDER de la UMCE y el gimnasio de pesas que se encuentra en el campus Macul, UMCE. En un primer momento se obtendrá información general de los sujetos. Se procederá a consultar la edad, se medirá el peso utilizando una balanza, la estatura por medio del uso de una cinta métrica.

Posterior a esto, se hará la aplicación de los instrumentos de esta investigación. Este proceso tiene una duración estimada de un mes, a partir de la primera semana de julio de 2016.

Los procedimientos de obtención de información, son los siguientes:

- a) Durante la ejecución de las evaluaciones se utilizarán las siguientes **tablas de registro de información** para mantener un orden general de registro de los voluntarios, en este caso, considerando a los individuos entrenados en fuerza, a los que se les solicitará información sobre su última evaluación de RM en *press* banca y en sentadilla:

Cuadro N°5

Datos de sujetos de muestra

Nombre completo	Rut	Edad	Número de teléfono	RM P.B	RM S

RM P.B = último press banca registrado

RM S = ultima sentadilla registrada

- b) Una vez que accedan a participar, en primer lugar, se les aplicará el test de medición directa de RM bajo el siguiente de Protocolo de RM: Kraemer y Fry (1998)

Después de dar el tiempo de 7 días, desde la fecha donde se tomó el test de RM, se procede a aplicar un test de estimación de la repetición máxima. Se eligió el periodo entre sesiones, de 7 días entre ellos, debido a que según Cometti, se habla de 7 a 14 días para que ésta (la recuperación) sea completa (Cometti, Gilles, 2005). Así como también, el mismo autor plantea que el método de los esfuerzos máximos resulta ser un método muy eficaz, pero un ciclo compuesto únicamente por cargas máximas es demasiado intenso. Una sola sesión por semana es suficiente si se combina con otros métodos de trabajo (Cometti, Gilles, 2005).

- c) En esta tesis se opta por la medición indirecta del test para una repetición máxima bajo el siguiente **Protocolo Test submaximal**:

Para la toma del test sub maximal se ha decidido trabajar a una carga del 80%, respecto al RM que ya fue medido. Se elige este valor debido a que la fundamentación de la investigación es el trabajo de hipertrofia muscular y, según la bibliografía, los porcentajes entre 80-89% de la RM (corresponde a 8 repeticiones por serie, según la tabla de Earle & Baehcle del año 2004) genera una elevada respuesta hormonal anabólica, con moderada ganancia de volumen. (Cuadrado Saenz, Gonzalo et al, 2006). Es por esto, que el protocolo consistirá en la ejecución de repeticiones al 80% RM, divididas en 4 series, hasta el fallo muscular.

Cuadro N°6 Tabla de relaciones entre el porcentaje de peso y el número máximo de repeticiones posible de realizar

% 1 MR	Rep. Máx. Earle y Baehcle (2004)	Rep. Máx. González Badillo y Ribas Serna (2003)	Rep. Máx. Bompa (1995)	Rep. Máx. Morales y Sobonya (1996)	Rep. Máx. Datos del autor no publicados
100	1	1	1	1	1
95	2	2	2	2	2
93	3	3	3	3	3
90	4	4	4	4	4
87	5	5	5	5	-
85	6	6	6	6	5
83	7	7	7	7	6
80	8	8 a 9	8 a 9	8	7
77	9	10	10	9	8
75	10	11	11 a 12	10	9 a 10
70	11	12 a 14	15		12
67	12		18		
65	15		20 a 25		

Citado por Dr. Alfonso Jiménez Gutiérrez en su libro “Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones”, del año 2007 publicado por editorial INDE

IV.7 Presentación de Variables

Definición conceptual

Repetición máxima (RM): cantidad máxima de peso que alguien puede llegar a cargar en un determinado ejercicio, realizando una sola repetición. (Hamid Arazi, Abbas Asadi, 2012)

Fuerza sub máxima: ejercicio de carga de pesos menores a la repetición máxima. Se mide en porcentaje respecto a la RM, que será el 100%, por lo que depende de la intensidad del entrenamiento el porcentaje que se emplee. (P. L. Rodríguez García, 1997)

Press Banca: ejercicio de levantamiento de pesos para trabajar tren superior. Dentro de los músculos involucrados encontramos toda la zona del pectoral, deltoides anterior, tríceps braquial y serratos.

Sentadilla Profunda: es un ejercicio de fuerza de miembro inferior, en los que participa principalmente los músculos glúteos, de los muslos (anteriores, posteriores y medios), músculos abdominales y extensores de la espalda.

Edad: Tiempo que ha vivido una persona o ciertos animales o vegetales. (RAE, 2017)

Peso: Cantidad de masa que alberga el cuerpo de una persona. (Julián Pérez Porto y María Merino, 2015)

Años de entrenamiento: Tiempo en que el sujeto ha sido sometido a un entrenamiento metódico.

Definición operacional

Press Banca: Desde el punto de vista de la ejecución, el sujeto se acuesta en el banco, apoyando firmemente los pies sobre el suelo y la espalda en el banco. Se sujeta la barra un poco más ancho que los hombros, con el dedo pulgar rodeando la barra. Al bajar la barra se realiza una retracción escapular, esto quiere decir intentar juntar los omóplatos para sacar pecho, la barra debe bajar hasta la altura de los pezones. Al subirla, se realiza una extensión de ambos codos simultáneamente. (P. L. Rodríguez García, 1997)

Sentadilla profunda: La ejecución consiste en realizar una flexión de cadera y rodilla hasta la posición de cuclillas, para luego extender y quedar de pie con la espalda erguida. El agarre de la barra quedará determinado por la comodidad del sujeto. (P. L. Rodríguez García, 1997)

IV.8 Presentación de los instrumentos

Protocolo de RM: Kraemer y Fry (1998)

1. Calentamiento general: 10 minutos (carrera continua, movilidad articular y estiramientos)
2. Calentamiento específico: 5-10 repeticiones del movimiento concreto que se va a evaluar a 40-60% del peso del peso máximo percibido en las sesiones previas. 1 minuto de pausa
3. Aumento de carga hasta un 60%-80% del máximo percibido, procurando realizar entre 3-5 repeticiones. 3 minutos de pausa
4. Aumento al 100% respecto del máximo peso percibido en sesiones previas. Si consigue levantar ese peso, se conceden 4 minutos de descanso y se vuelve a aumentar la carga, hasta que no consiga levantar ese peso.
5. El valor de la repetición máxima, se establece al correspondiente al peso del último levantamiento exitoso.

Protocolo sub maximal basado en la tabla de Earle&Baehcle (2004)

Para la toma del test sub maximal se ha decidido trabajar a una carga del 80%, respecto al RM que ya fue medido. Se elige este valor debido a que la fundamentación de la investigación es el trabajo de hipertrofia muscular y, según la bibliografía, los porcentajes entre 80-89% de la RM (corresponde a 8 repeticiones por serie, según la tabla de Earle&Baehcle del año 2004) (Baechle, Earle, 2004) genera una elevada respuesta hormonal anabólica, con moderada ganancia de volumen. (Cuadrado Saenz, Gonzalo et al, 2006). Es por esto, que el protocolo consistirá en la ejecución de repeticiones al 80% RM, divididas en 4 series, hasta el fallo muscular.

V. Análisis de los resultados

Para el comienzo del análisis, se seleccionaron variables que son determinantes para poder clasificar los resultados

De acuerdo a los objetivos de esta tesis, en orden a comparar la capacidad predictiva de las tres ecuaciones seleccionadas (Brzycki, Epley-Welday y O'Connor), para una estimación en el *press* banco y sentadilla profunda en el test 1RM, por un lado, y lo referido al test de fuerza submaximal para *press* banco y sentadilla profunda, por otro lado, se contempla el uso de dos estadígrafos paramétricos:

- a) Prueba t de Student para medias de dos muestras emparejadas (con entrenamiento inicial y avanzado) para la comparación entre los valores medios (promedio y desviación estándar) obtenidos por la ecuación de predicción y por el test de 1RM, con un nivel de significación de 5% y 1%.
- b) Coeficiente de Correlación Producto-Momento de Pearson, adecuado para el análisis del grado de asociación entre las mediciones de la tesis, con niveles de confianza del 5% y 1%, se ha elegido este tipo de coeficiente de correlación, debido a que se usa para variables lineales, correspondiente a las características lineales de las formulas estimación de fuerza máxima

VI. Presentación de resultados

A continuación se presentan los resultados de la investigación en base a la información recogida mediante las técnicas e instrumentos de estudio en datos cuantitativos de análisis descriptivo e inferencial. Las que se objetivan mediante cuadros estadísticos, gráficos y testimonios de acuerdo a lo medido y estimado durante el proceso de mediciones y estimaciones. Para establecer correlaciones entre las variables lineales, y llegar así a obtener los resultados, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.

1. Años de entrenamiento y test directos de RM

Los resultados arrojaron tanto en press banca como en sentadilla, que la correlación entre los sujetos con menos de 2 años de entrenamiento y los valores absolutos de fuerza muscular, fue sustancial y directamente proporcional. Los sujetos con más de 3 años de entrenamiento, no tuvieron una correlación significativa (Cuadro n°7)

Cuadro N°7

Relación entre años de entrenamiento y test directos (A.E= años de entrenamiento)

	Press Banca	Sentadilla
Grupo total: Años de entrenamiento	0,19 (correlación baja y directamente proporcional)	-0,04 (correlación despreciable)
Más de 3 años de entrenamiento	0,19 (correlación baja y directamente proporcional)	-0,04 (correlación despreciable)
Menos de 2 años de entrenamiento	0,56 (correlación sustancial y directamente proporcional)	0,52 (correlación sustancial y directamente proporcional)

2. Edad y test directo de RM

En esta parte de los resultados, hubo solo correlaciones despreciables o bajas en todas las pruebas de repetición máxima directa, no habiendo ninguna diferenciación entre los grupos de mayor o menor edad. (Cuadro N°8)

Cuadro N°8
Relación entre edad y test directos

	Press Banca	Sentadilla
Grupo total: Edad	-0,09 (correlación despreciable)	-0,04 (correlación despreciable)
Más de 25 años de edad	-0,08 (correlación despreciable)	-0,04 (correlación despreciable)
Menos de 24 años de edad	0,09 (correlación despreciable)	0,26 (correlación baja y directamente proporcional)

3. Peso corporal y test directos RM

Se puede apreciar notoriamente que las variables entre el peso corporal y todos los test directos de RM dió una correlación sustancial y directamente proporcional, en ambos grupos de diferenciación por peso y en ambos ejercicios. (Cuadro N°9)

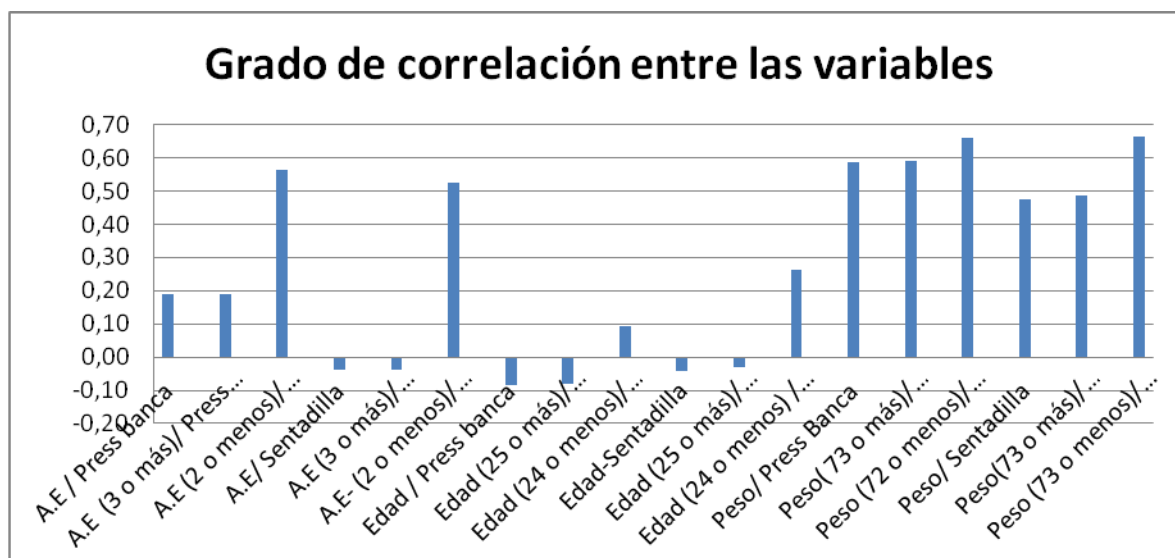
Cuadro N°9
Relación entre peso corporal y test directos

	Press Banca	Sentadilla
Grupo total: Peso corporal	0,59 (correlación sustancial y directamente proporcional)	0,47 (correlación sustancial y directamente proporcional)
Más de 73 kilos de peso corporal	0,59 (correlación sustancial y directamente proporcional)	0,49 (correlación sustancial y directamente proporcional)
Menos de 72 kilos de peso corporal	0,66 (correlación sustancial y directamente proporcional)	0,66 (correlación sustancial y directamente proporcional)

4. Variables de mayor correlación respecto a los test directos de RM

Una vez visto los datos anteriores, podemos mencionar que el peso corporal (en ambas diferenciaciones), seguido por el grupo de menos de 2 años de entrenamiento, y la edad (en todos sus grupos de diferenciación), son las variables de mayor correlación respecto a los test directos de RM respectivamente, tal y como se muestra en el gráfico N°1

Gráfico N°1



5. Años de entrenamiento y ecuaciones de estimación

Los resultados en la aplicación con los test indirectos para la valoración de la fuerza muscular en miembros superiores e inferiores, reveló que sólo existe una correlación moderadamente significativa en el grupo de press banca, en los sujetos de menos de 2 años de entrenamiento en todas las fórmulas para estimación de RM, cuyas correlaciones fueron similares entre cada una de ellas. (Cuadro número 11).

Caso distinto ocurrió en el grupo de sentadilla, donde no hubo correlación significativa en ningún sujeto respecto a ninguna de las fórmulas de estimación, como se expresa en el cuadro número 10

Cuadro N°10

Correlación entre grupos por años de entrenamiento en sentadilla

A.E = años de entrenamiento

	Epley	Bryzcki	O'Connor
Grupo total: años de entrenamiento	-0,01 (Correlación despreciable)	-0,01 (Correlación despreciable)	-0,01 (Correlación despreciable)
Más de 3 años de entrenamiento	-0,01 (Correlación despreciable)	-0,01 (Correlación despreciable)	-0,01 (Correlación despreciable)
Menos de 2 años de entrenamiento	0,47 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,47 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,49 (Correlación moderada y directamente proporcional)

Cuadro N°11

Correlación entre grupos por años de entrenamiento en press banca

A.E = Años de entrenamiento

	Epley	Bryzcki	O'Connor
Grupo total: años de entrenamiento	0,22 (Correlación baja y directamente proporcional)	0,20 (Correlación baja y directamente proporcional)	0,21 (Correlación baja y directamente proporcional)
Más de 3 años de entrenamiento	0,22 (Correlación baja y directamente proporcional)	0,20 (Correlación baja y directamente proporcional)	0,21 (Correlación baja y directamente proporcional)
Menos de 2 años de entrenamiento	0,50 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,49 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,52 (Correlación moderada y directamente proporcional)

6. Peso corporal (menos de 72 kilos y más de 73 kilos)

Respecto a la diferenciación de los sujetos en base a su peso, se observó un grado de correlación de moderado a importante en ambos grupos de diferenciación, en cada una de las fórmulas de estimación de RM y para ambas pruebas físicas medidas; Miembros superiores y miembros inferiores (Cuadros N°13 y N° 12 respectivamente)

Cuadro N°12

Correlación entre peso corporal y fórmulas de estimación de RM, en sentadilla

	Epley	Bryzcki	O'Connor
Grupo total: peso corporal	0,44 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,44 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,45 (Correlación moderada y directamente proporcional)
Más de 73 kilos de peso corporal	0,45 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,45 (Correlación moderada y directamente proporcional)	0,46 (Correlación moderada y directamente proporcional)
Menos de 72 kilos de peso corporal	0,61 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,60 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,61 (Correlación sustancial y directamente proporcional)

Cuadro N°13

Correlación entre peso corporal y fórmulas de estimación de RM, en press banca

	Epley	Bryzcki	O'Connor
Grupo total: peso corporal	0,61 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,60 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,60 (Correlación sustancial y directamente proporcional)
Más de 73 kilos de peso corporal	0,61 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,61 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,60 (Correlación sustancial y directamente proporcional)
Menos de 72 kilos de peso corporal	0,67 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,67 (Correlación sustancial y directamente proporcional)	0,67 (Correlación sustancial y directamente proporcional)

7. Edad (menos de 24 años y más de 25 años)

Se pudo observar que en los grupos diferenciados por edad no existió, en ninguna de las pruebas físicas tomadas ni en ninguna fórmula de estimación de RM, alguna correlación significativa, como lo aclaran los cuadros N°14 y N°15.

Cuadro N°14

Grado de correlación entre edad y fórmulas de estimación de RM, en sentadilla

	Epley	Bryzcki	O'connor
Grupo total: Edad	-0,05 (Correlación despreciable)	-0,02 (Correlación despreciable)	-0,02 (Correlación despreciable)
Más de 25 años	-0,04 (Correlación despreciable)	-0,01 (Correlación despreciable)	-0,01 (Correlación despreciable)
Menos de 24 años	0,28 (Correlación baja y directamente proporcional)	0,32 (Correlación baja y directamente proporcional)	0,27 (Correlación baja y directamente proporcional)

Cuadro N°15

Grado de correlación entre edad y fórmulas de estimación de RM, en Press Banca

	Epley	Bryzcki	O'Connor
Grupo total: Edad	-0,06 (Correlación despreciable)	-0,07 (Correlación despreciable)	-0,07 (Correlación despreciable)
Más de 25 años	-0,06 (Correlación despreciable)	-0,07 (Correlación despreciable)	-0,07 (Correlación despreciable)
Menos de 24 años	0,07 (Correlación despreciable)	0,06 (Correlación despreciable)	0,08 (Correlación despreciable)

8. Grado de correlación entre test directos de RM y ecuaciones de estimación

Una vez que se estableció el grado de correlación, sin consideración de ninguna variable que pudiera afectar el comportamiento de las fórmulas para estimar la fuerza muscular, se comprobó que todos los coeficientes de correlación eran altos y directamente proporcionales tanto en press banca (Cuadro N°16), como en sentadilla (Cuadro N° 17)

Cuadro N°16

Coeficiente de correlación entre fórmulas de estimación y RM en press banca

Epley	0,988568159
Bryzcki	0,98413737
O'Connor	0,989225346

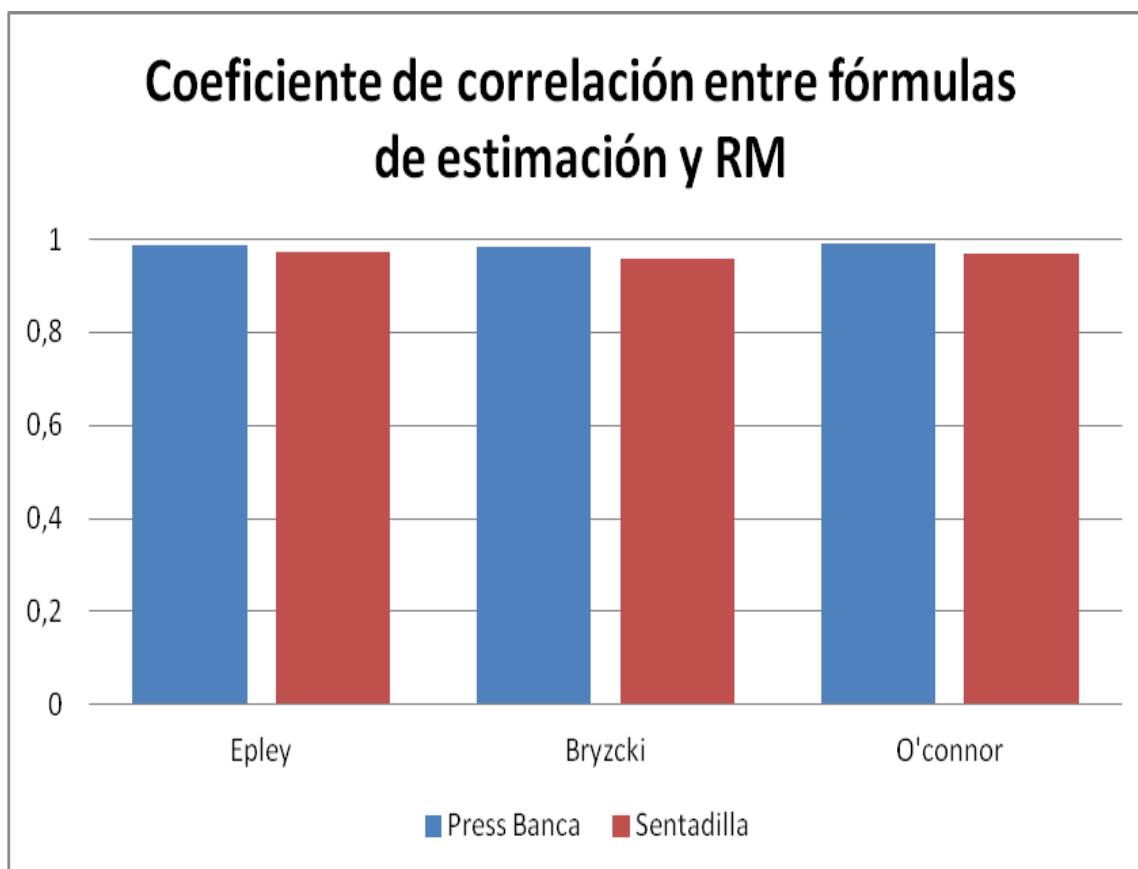
Cuadro N°17

Coeficiente de correlación entre las fórmulas de estimación y RM en sentadilla

Epley	0,973355876
Bryzcki	0,958941424
O'Connor	0,970418819

A continuación, el gráfico N°2 expresa los valores presentados en cuadros anteriores.

Gráfico N°2



VII. Discusión de resultados

En el presente capítulo, se analizan y se discuten los resultados basándose en las fuentes bibliográficas. El objetivo del análisis y discusión de los resultados es interpretar y comparar sus implicancias con los conocimientos ya abarcados, para poder obtener posteriormente conclusiones y proyecciones respecto a la investigación. Para facilitar la comprensión del lector se presentan los datos a través de gráficos buscando esclarecer con un breve resumen final de lo realizado en el capítulo.

Variable de edad

La variable de la edad demostró comportarse de manera similar al ser comparada con las fórmulas de estimación, dando en todos los criterios una correlación baja o despreciable (R. Sierra, 1983)

En relación al valor directo de repetición máxima, tanto en press banca como en sentadilla, se puede deducir que la edad no es un factor influyente en los resultados, según W.U. Boeckh-Behrens, W. Buskies (2000):

La capacidad de rendimiento muscular no se determina por la edad, sino por la calidad y la cantidad del esfuerzo. Ehram y Zahner (1996) afirman que el 50% de la pérdida de la fuerza no tiene que ver con la edad ni con los correspondientes cambios morfológicos y fisiológicos, sino que frecuentemente es culpa de años de inactividad corporal” (W.U. Boeckh-Behrens, W. Buskies, 2000)

Anteriormente se atribuía la pérdida de masa muscular al envejecimiento, sin embargo Axel Gottlob (2003) plantea lo siguiente:

“Si bien antes se atribuía esta pérdida general al proceso natural de envejecimiento, actualmente se sabe que este fenómeno tiene que ver en primera línea con la reducción progresiva de cargas a las que se ve sometido el cuerpo con los años. No es la edad en sí misma, sino que es la disminución del movimiento y de las cargas la primera responsable de este fenómeno”.

El entrenamiento de fuerza tenía como consecuencia un crecimiento de la masa muscular y de la fuerza en cualquier edad, con las consecuencias que esto conlleva. Así pues, se puede afirmar que el entrenamiento de fuerza no solo es realizable a cualquier edad, sino que además, adquiere una función clave dominante con la edad. “Axel Gottlob (2003).

Esto corrobora los resultados obtenidos durante la presente investigación, debido a que la baja correlación (R. Sierra, 1983) en ambos grupos de edad, nos da a entender que esta no es un indicador determinante para conocer si es lo suficientemente influyente en el resultado de una ejecución para estos ejercicios.

Variable peso corporal

Mientras tanto, en la variable de peso corporal en relación a los resultados obtenidos en la prueba directa de fuerza máxima y su comportamiento bajo la influencia de las fórmulas, podemos decir que actuó de manera similar en todos los criterios clasificados para el estudio, dando una correlación de moderada a sustancial (R. Sierra, 1983), siendo directamente proporcional. A continuación aparece la información en el cuadro N°18.

Cuadro N°18

Rangos de correlación (R. Sierra, 1983)

Baremo (R. Sierra, 1983)	
Correlación	Categoría
Sobre 0,70	Muy fuerte
Entre 0,50 y 0,69	Sustancial
Entre 0,30 y 0,49	Moderada
Entre 0,10 y 0,29	Baja
Menos de 0,09	Despreciable

En los gráficos N°3 y N°4, se grafican los grados de correlación para cada grupo de peso corporal y en cada ejercicio en específico.

Gráfico N°3

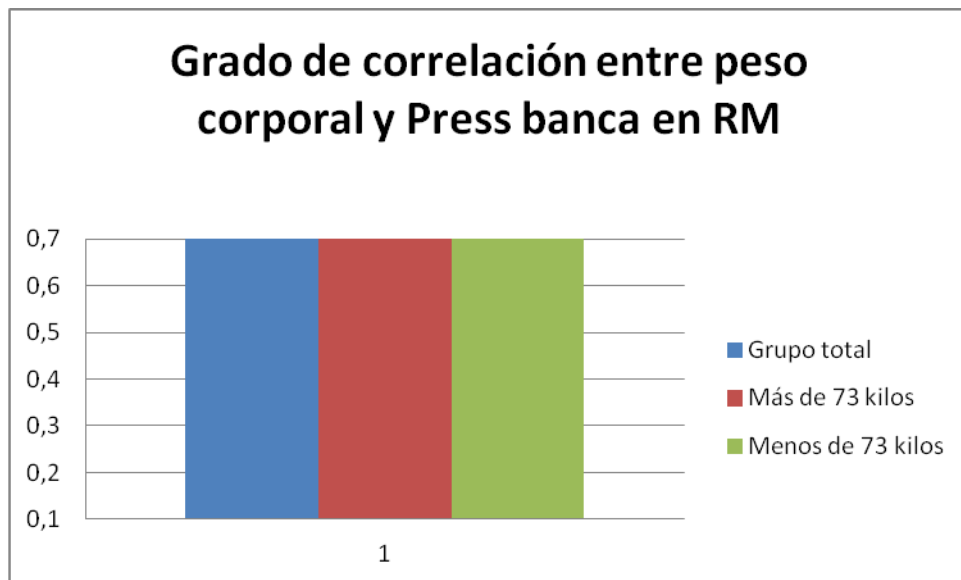
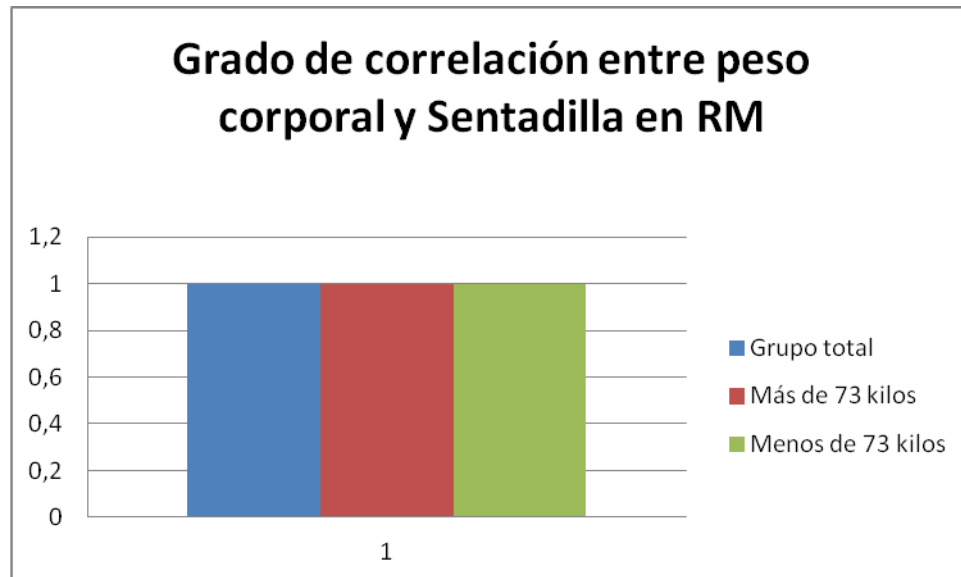


Gráfico N°4



Esto nos dice que a mayor peso corporal, mayor es la carga que se puede superar, tanto en el ejercicio de Press banca como en sentadilla, siempre y cuando este aumento de peso corporal, esté relacionado con mayor proporción de masa muscular en relación a tejido adiposo, tal como menciona H. Williams (2002) afirmando que el aumento de peso corporal, en concreto el incremento de masa muscular, puede estar asociado con una mejora para la fuerza y potencia, dos factores de rendimiento importantes para una amplia variedad de disciplinas deportivas.

Se atribuye una relación directa entre el peso corporal, correspondiente a masa muscular y la fuerza máxima haciendo alusión a que a mayor área de sección transversal del músculo, mayor cantidad de fibras efectivas, y por ende mayor fuerza absoluta para vencer una resistencia. Serrato Roa (2008)

Este autor justifica y ejemplifica lo mencionado anteriormente: “En el caso de los deportes que no son de categorías (lanzamientos) a mayor fuerza máxima, más rendimiento, puesto que el peso no es una limitante para competir. Cuando las modalidades dependen de categorías por peso corporal, el rendimiento depende de la fuerza relativa al peso, de manera que entre más fuerza por kilogramo de peso se tenga, mayor ventaja se tiene frente al rival de categoría” Serrato Roa (2008).

Según el resultado obtenido en el presente estudio queda explícito que a mayor peso corporal, mayor es la resistencia que es capaz de vencer el sujeto, siempre y cuando el aumento del peso corporal sea de masa muscular, por ende, el ejemplo anterior ratifica la importancia en cuanto a la división de categorías en deportes por peso, porque asume que el sujeto de mayor peso corporal, posee una ventaja en cuanto a fuerza respecto del sujeto de menor peso corporal.

Sin embargo, es importante aclarar que dentro del presente estudio no se consideró el índice de grasa corporal de los sujetos, por lo tanto el mayor peso corporal se atribuye a un mayor índice de masa muscular en relación al tejido adiposo de los sujetos, justificado por el peso levantado y sustentado por los autores citados en los párrafos anteriores.

Variable años de experiencia

En relación a los años de experiencia en entrenamiento, el grupo con menos de dos años de entrenamiento, resultó tener un grado de correlación mucho mayor respecto al grupo con más de tres años de experiencia en el entrenamiento.

A continuación, los gráficos N°5 y N°6 grafican los grados de correlación para todos los grupos de edad en cada ejercicio en específico.

Gráfico N°5

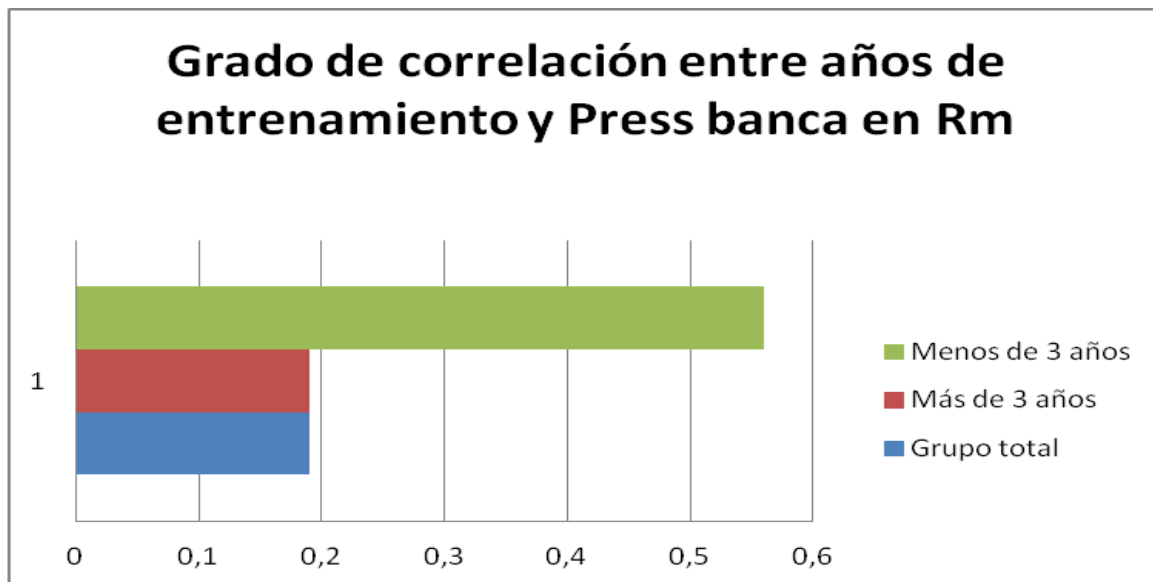
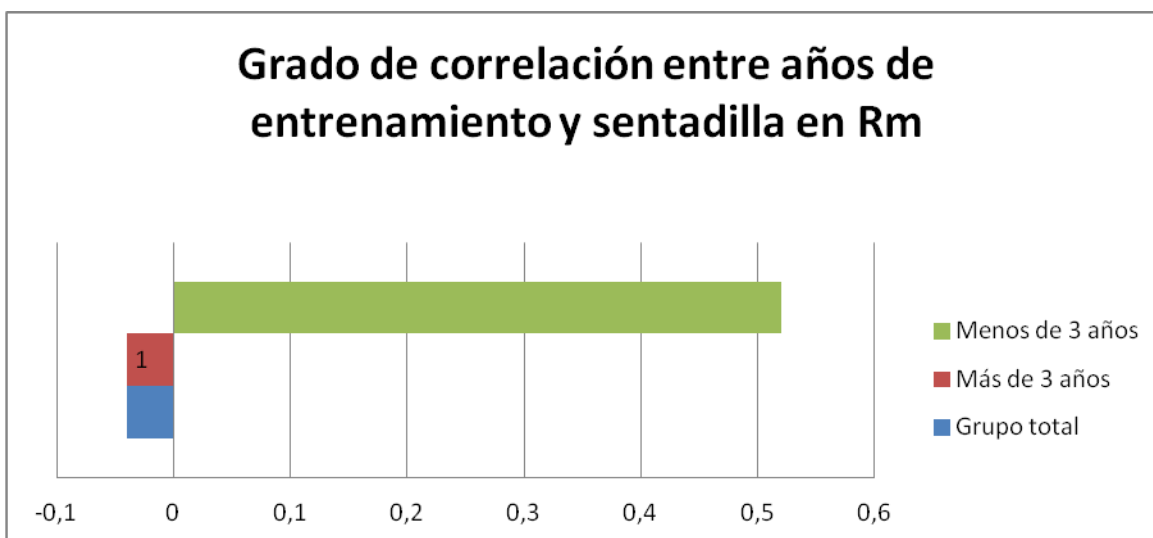


Gráfico N°6



Según Kraemer (2002) la fuerza muscular mejora aproximadamente un 40% en sujetos “no entrenados”, un 20% en sujetos moderadamente entrenados”, un 16% en sujetos “entrenados” (aquellos con un entrenamiento regular y constante al menos de seis meses), un 10% en sujetos “avanzados” (aquellos con varios años de experiencia en entrenamiento de la fuerza y que han obtenido mejoras significativas en su fitness muscular), y un 2% en sujetos de “elite” (atletas de alta competición), en periodos de entrenamiento de cuatro semanas a dos años. Aunque los programas de entrenamiento, la duración y los procedimientos de valoración de todos los estudios referidos por Kraemer (2002) eran muy distintos, estos datos demuestran claramente cómo se produce una tendencia específica hacia la reducción del ritmo de progresión con la experiencia. Marquez Rosa, Garatchea Vallejo (2009).

La cita mencionada anteriormente, hace alusión que a mayor cantidad de años de entrenamiento, más específica es la carga y por ende, la correlación debería ser mayor. En el presente estudio se observó que solamente el grupo de menos de dos años de experiencia en entrenamiento mostró una correlación sustancial, pero no así con el otro grupo de más de tres años de experiencia en entrenamiento, cuyas correlaciones oscilaron entre despreciables a bajas . R. Sierra (1983)

Al momento de tomar las pruebas directas de repetición máxima, no se consideró volumen, intensidad, frecuencia, método de entrenamientos y descanso previos a la toma de la muestra en el sujeto para poder analizar los resultados en este capítulo. Este antecedente es una limitación en el estudio porque pueden existir factores desconocidos que podrían afectar los resultados y rendimiento del sujeto.

Dentro de las posibles causas, para explicar los resultados que arrojó el estudio en cuanto a esta variable, se puede mencionar la fatiga muscular como una posible causa de la disminución en la correlación a mayor año de experiencia dentro del grupo de sujetos en la muestra.

El ejercicio muscular intenso disminuye la capacidad de los músculos para una actividad posterior, esta acción deprimente de la actividad física fibrosa se llama fatiga muscular. Rojo García (1997).

En cuanto a la fatiga muscular, se encuentra la fatiga crónica, la cual se relaciona estrechamente con el sobreentrenamiento, en el que se da una acusada disminución del rendimiento y una variada sintomatología de carácter general, presentándose manifestación con repercusión orgánica negativa. Se diferencia de la fatiga subaguda por la mayor duración y gravedad de los síntomas, y se produce por el desequilibrio entre una elevada carga de entrenamiento y su recuperación o la capacidad física del deportista para soportarla. Con frecuencia estos síntomas de fatiga crónica van acompañados de otros factores estresantes (emocionales, psicosomáticos, etc.) que contribuyen a agravar el proceso. Serra Grima (2001).

Como ya se ha dicho, la posible causa de que el grupo de mayor experiencia en entrenamiento haya experimentado una menor correlación respecto al grupo de menor experiencia, responde a la mayor probabilidad de sufrir de fatiga muscular crónica, ya que el grupo de más de 3 años promedia una experiencia de 6 años, mientras que el grupo de menos de 2 años, promedia una experiencia de 1,5 años. Las diferencias en el tiempo son considerables y más aún acentuar la probabilidad de sufrir de fatiga crónica debido a los factores ya mencionados para su padecimiento.

Correlación directa

Respecto a la correlación existente entre las fórmulas de estimación de repetición máxima, y los test de medición directa, tanto en Press banca como en sentadilla, los resultados revelaron que todos los coeficientes de correlación son muy fuertes en todos los criterios ($>0,95$).

Esto quiere decir que todas las formulas tienen un alto grado de predicción en relación a la estimación y el test directo de fuerza máxima, como lo expresa el cuadro N°12, el cual refleja el grado de confiabilidad de diferentes fórmulas de estimación, entre ellas, las seleccionadas para el estudio:

Cuadro N°19

Grado de correlación por formula de estimación

Autor	Fórmula	Correlación	Rango de Rep.
Brzycki	$\% 1MR = 102,78 - 2,78 \text{ Rep}$ $1MR = \text{kg} \times 100 / (102,78 - 2,78 * \text{Rep})$	Alta tren superior Moderada tren inferior	< 10
Eppley	$1MR = (1 + 0,033 \times \text{Rep}) \times \text{Kg}$	Alta tren superior Alta tren inferior	<15
Lander	$\% 1MR = 101,3 - 2,67123 \text{ Rep}$	Alta tren superior Moderada tren inferior	<15
Mayhew Y Col.	$\% 1MR = 52,2 + 41,9 \times (e^{-0,055 * \text{Rep}})$ $1MR = 100 * \text{kg} / \% 1MR$	Alta tren superior Alta tren inferior	6 a 20
Wathen	$\% MR = 48,8 + 53,8 * (e^{-0,075 * \text{Rep}})$ $1MR = 100 * \text{Kg} / \% 1MR$	Alta tren superior Alta tren inferior	< 10
O`Conner Y Col.	$1MR = \text{Peso} * (1 + 0,025 * \text{Rep})$	Alta tren superior Alta tren inferior	< 10
Lombardi	$1 \text{ MR} = \text{Rep} + \text{Kg} (\text{Rep})^{0,1}$	Alta	< 10

Ecuaciones utilizadas para calcular el valor de la 1MR (Adaptado de Lesuer, 1997)

Esto se corrobora con los estudios realizados por Dale A. LeSuer, James H. McCormick, Jerry L. Mayhew, Ronald L. Wasserstein y Michael D. Arnold (1997), llegaron a la conclusión de que todas las correlaciones entre las fórmulas de estimación y los levantamientos directos de una repetición máxima en press banca y sentadilla profunda, tenían un alto índice de correlación.

De un mismo modo, pero enfocado sólo al press banca, el estudio realizado por Pedro Felipe Suarez, Rafael Ernesto Avella Chaparro y Juan Pablo Medellín Ruiz (2013), confirma lo dicho anteriormente. El grado de correlación osciló entre 79,59% y 97.06% entre las tres fórmulas seleccionadas para el estudio, sin considerar otras fórmulas que también incluyó aquel estudio.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, responde a la pregunta de investigación realizada en capítulos anteriores. Las correlaciones, dan en ambas pruebas físicas, un resultado de alta confiabilidad y relación entre las variables, por lo tanto podemos decir que son altamente precisas para la estimación de la fuerza muscular máxima.

Consideramos que fue un factor fundamental para aquello, el hecho de que la población de muestra fueron sujetos de más de un año de entrenamiento en pesas, por lo tanto, pueden ser clasificados una población entrenada y avanzada. De esta forma, queda la incógnita bajo la premisa, en base a como se comportarían las mismas ecuaciones para la estimación de repetición máxima en una población de menos experiencia en el entrenamiento de pesas libres.

Finalmente, se puede decir que las interpretaciones del estudio dan paso a corroborar la información que antecedió a la investigación, sirviendo como argumento que sustenta investigaciones pasadas, confirmando las implicaciones conocidas y formulando preguntas para posibles investigaciones en el futuro que satisfagan las interrogantes propuestas por el presente estudio.

Desde otro punto de vista, da pie a que las futuras investigaciones respondan a las interrogantes cuya existencia no dieron pertinencia a cumplir por las limitaciones de la investigación.

VIII. Conclusiones

Finalmente, podemos decir que las fórmulas de estimación, tal y como dicen en las investigaciones previas al presente estudio, Bryzcki, Epley y O'Connor obtuvieron una correlación alta (R. Sierra, 1983) respecto a la muestra estudiada. Por lo tanto, responde a la problemática de investigación: respecto a la incógnita sobre cuál de estas tres fórmulas es más exacta en ejercicios de Press banco plano y sentadilla profunda con carga libre en una población con al menos un año de entrenamiento, la investigación demostró que todas las fórmulas de estimación poseen un grado de exactitud alta (R. Sierra, 1983) en ambos ejercicios, existiendo diferencias mínimas entre ellas.

La fórmula que resultó ser más exacta en press banca fue O'Connor, mientras que en sentadilla profunda resultó ser Epley, no obstante, se recomienda utilizar cualquiera de las ecuaciones aplicadas en el presente estudio debido a su alto grado de correlación (R. Sierra, 1983) para predecir un test de repetición máxima.

Las tres fórmulas presentaron resultados más exactos en el ejercicio de press banca, que en sentadilla. Tal y como se describe en una investigación anterior, (Dale A Lesuer et al, 1997) todas las ecuaciones sub maximales son más exactas en el ejercicio de press banca que en sentadilla, siendo esta hipótesis corroborada y confirmada por el presente estudio, que arrojó resultados similares a dicha investigación.

Esta memoria de título aportó en la corroboración empírica de las investigaciones que antecedian al presente estudio, confirmando los altos índices de correlación existentes entre las pruebas submaximales seleccionadas y las pruebas de medición directa de fuerza máxima. Sin embargo, surgió la duda sobre el comportamiento de la variable correspondiente a los años de entrenamiento y las fórmulas de estimación de repetición máxima, debido a la nula información sobre el entrenamiento de los sujetos, que no fue considerada al momento de realizar las mediciones. Por lo tanto, queda abierta la incógnita sobre este tópico dentro del estudio, dando la posibilidad para que investigaciones posteriores abarquen el tema llegando a las conclusiones pertinentes.

IX. Anexos

Anexo N°1

Formulario de consentimiento informado

Valoración de la fuerza máxima a través de test directos e indirectos para press banca y sentadilla, y su comparación.

Le estamos pidiendo que participe en un estudio.

Usted no está obligado a participar en el estudio.

Si accede, puede dejar de participar en el estudio en cualquier momento.

Por favor tome todo el tiempo que necesite para decidir.

¿Para qué se firma este documento?

Lo firma para poder participar en el estudio.

¿Por qué se está haciendo este estudio de investigación?

Queremos saber más sobre cómo se comportan las fórmulas para estimar la repetición máxima entre sí. Este estudio nos ayudará a aprender más sobre la valoración entre los test indirectos de fuerza máxima. Les estamos pidiendo a personas como usted, que tienen un nivel aceptable de actividad física, que nos ayuden.

¿Qué pasa si digo “sí, quiero participar en el estudio”?

Si accede:

- Le preguntaremos sobre su nombre completo, edad, datos sobre musculación en sesiones previas a la participación al estudio y frecuencia de actividad física.
- Si quiere, podemos leerle las preguntas en voz alta y escribir sus respuestas en el formulario.

Estas preguntas no tienen respuestas correctas o incorrectas. Puede saltar cualquier pregunta si no quiere contestarla.

¿Cuánto tiempo tomará el estudio?

El estudio tomará alrededor de 30 minutos de su tiempo.

¿Qué pasa si digo que sí, pero cambio de opinión más tarde?

Usted puede dejar de participar en el estudio en cualquier momento

¿Quién verá mis respuestas?

Las únicas personas autorizadas para ver sus respuestas son las que trabajan en el estudio y las que se aseguran de que éste se realice de manera correcta.

Sus respuestas a la encuesta, se mantendrán en completa confidencialidad al igual que su nombre y participación.

¿Tiene algún costo monetario participar en el estudio?

No.

Participar en el estudio, ¿me ayudará de alguna manera?

Participar en este estudio Le ayudará a conocer de manera exacta la máxima masa que es capaz de desplazar en ejercicio de press banca plano y sentadilla.

Participar en este estudio, ¿podría ser perjudicial para mí, de alguna manera?

Sí. Hay una posibilidad de que:

Podría tener dolores musculares durante algún periodo de tiempo, pero siempre pasajero.

¿Qué debo hacer si tengo preguntas?

Por favor llame al director del estudio: Matías Domingo Alberto Bazán López, Numero: +56 9 5402 3938, si:

- Tiene alguna pregunta sobre el estudio.
- Tiene preguntas sobre sus derechos.
- Cree que se ha lesionado de alguna manera por participar en este estudio.

¿Tengo que firmar este documento?

No. Fírmelo solamente si desea participar en el estudio.

¿Qué debo hacer si quiero participar en el estudio?

Tiene que firmar este documento. Le entregaremos una copia.

Al firmar este documento está diciendo que:

- Está de acuerdo con participar en el estudio.
- Le hemos explicado la información que contiene este documento y hemos contestado todas sus preguntas.

Usted sabe que:

- No es necesario contestar preguntas que no quiera contestar.
- En cualquier momento, puede dejar de contestar nuestras.
- Puede llamar al encargado de la investigación (+56 9 5402 3938) si tiene alguna pregunta sobre el estudio o sobre sus derechos.

Nombre Completo

Firma

Fecha

Anexo N°2

Tabulación de datos de sujetos de muestra por edad, talla, peso y años de entrenamiento

Número sujeto	Edad (años)	Talla (metros)	Peso (kilogramos)	Tiempo de entrenamiento (años)
Sujeto 1	23	1,69	72	3
Sujeto 2	33	1,71	73	10
Sujeto 3	24	1,75	72	3
Sujeto 4	24	1,65	59	4
Sujeto 5	26	1,78	75	4
Sujeto 6	22	1,87	72	1
Sujeto 7	24	1,79	71	3
Sujeto 8	23	1,78	93	4
Sujeto 9	29	1,69	70	2
Sujeto 10	22	1,8	73	3
Sujeto 11	25	1,81	76	1
Sujeto 12	24	1,72	70	1
Sujeto 13	27	1,7	72	2
Sujeto 14	25	1,79	74	2
Sujeto 15	24	1,75	76	3

Sujeto 16	26	1,81	78	3
Sujeto 17	22	1,75	74	2
Sujeto 18	24	1,71	73	3
Sujeto 19	21	1,8	82	1
Sujeto 20	23	1,67	71	2
Sujeto 21	24	1,78	76	3
Sujeto 22	19	1,79	72	2
Sujeto 23	25	1,82	84	4
Sujeto 24	27	1,52	55	5
Sujeto 25	21	1,69	60	2
Sujeto 26	20	1,67	67	1
Sujeto 27	32	1,81	77	6
Sujeto 28	30	1,81	90	20
Sujeto 29	43	1,7	84	23

Anexo N°3

Tabulación de sujetos de muestra por resultado en test directo de press banca y sus estimaciones según fórmula.

Número sujeto	RM. Press Banca (kilogramos)	Sub. Máx. Press Banca	Estimación Epley	Estimación Bryzcki	Estimación o'connor
Sujeto 1	85	12 repeticiones con 60 kilos	84	86	78
Sujeto 2	80	10 repeticiones con 60 kilos	80	80	75
Sujeto 3	85	11 repeticiones con 60 kilos	82	83	77
Sujeto 4	75	12 repeticiones con 55 kilos	77	79	72
Sujeto 5	105	11 repeticiones con 80 kilos	109	111	102
Sujeto 6	65	11 repeticiones con 50 kilos	68	69	64
Sujeto 7	75	12 repeticiones con 55 kilos	77	79	72
Sujeto 8	110	11 repeticiones con 80 kilos	109	111	102
Sujeto 9	70	11 repeticiones con 50 kilos	68	69	64
Sujeto 10	75	11 repeticiones con 55 kilos	75	76	70
Sujeto 11	70	12 repeticiones con 50 kilos	70	72	65
Sujeto 12	75	11 repeticiones	75	76	70

		con 55 kilos			
Sujeto 13	75	12 repeticiones de 55 kilos	77	79	72
Sujeto 14	80	11 repeticiones con 60 kilos	82	83	77
Sujeto 15	85	11 repeticiones con 60 kilos	82	83	77
Sujeto 16	90	12 repeticiones con 65 kilos	91	94	85
Sujeto 17	85	12 repeticiones con 60 kilos	84	86	78
Sujeto 18	90	11 repeticiones con 65 kilos	91	94	85
Sujeto 19	75	12 repeticiones con 55 kilos	77	79	72
Sujeto 20	85	12 repeticiones con 60 kilos	84	86	78
Sujeto 21	90	11 repeticiones con 65 kilos	89	90	83
Sujeto 22	80	10 repeticiones con 60 kilos	80	80	75
Sujeto 23	100	10 repeticiones con 75 kilos	100	100	94
Sujeto 24	70	11 repeticiones con 50 kilos	68	69	64
Sujeto 25	70	10 repeticiones con 50 kilos	67	67	63
Sujeto 26	65	12 repeticiones con 50 kilos	70	72	65
Sujeto 27	75	12 repeticiones	77	79	72

		con 55 kilos			
Sujeto 28	120	11 repeticiones con 90 kilos	123	125	115
Sujeto 29	60	11 repeticiones con 45 kilos	62	62	57

Anexo N°4

Tabulación de sujetos de muestra por resultado en test directo de sentadilla profunda y sus estimaciones según fórmula.

Número sujeto	RM. Sentadilla (kilogramos)	Sub.Máx Sentadilla	Estimac ión Epley	Estimación Bryzcki	Estimació n o'connor
Sujeto 1	110	12 repeticiones con 80 kilos	112	115	104
Sujeto 2	120	12 repeticiones con 90 kilos	126	130	117
Sujeto 3	90	12 repeticiones con 75 kilos	105	108	98
Sujeto 4	90	12 repeticiones con 70 kilos	98	101	91
Sujeto 5	130	11 repeticiones con 100 kilos	137	139	127
Sujeto 6	80	11 repeticiones con 60 kilos	82	83	77
Sujeto 7	100	12 repeticiones con 75 kilos	105	108	98
Sujeto 8	135	12 repeticiones con 100 kilos	140	144	130
Sujeto 9	80	12	84	86	78

		repeticiones con 60 kilos			
Sujeto 10	95	10 repeticiones con 70 kilos	93	93	88
Sujeto 11	85	12 repeticiones con 60 kilos	85	86	78
Sujeto 12	95	12 repeticiones con 75 kilos	105	108	98
Sujeto 13	85	12 repeticiones con 60 kilos	84	86	78
Sujeto 14	100	11 repeticiones con 70 kilos	96	97	89
Sujeto 15	95	12 repeticiones con 65 kilos	91	94	85
Sujeto 16	110	12 repeticiones con 80 kilos	112	115	104
Sujeto 17	100	11 repeticiones con 75 kilos	103	104	96
Sujeto 18	115	11 repeticiones con 85 kilos	116	118	108
Sujeto 19	95	11 repeticiones con 70 kilos	96	97	89
Sujeto 20	100	11	103	104	96

		repeticiones con 75 kilos			
Sujeto 21	110	12 repeticiones con 80 kilos	112	115	104
Sujeto 22	95	11 repeticiones con 70 kilos	96	87	89
Sujeto 23	125	10 repeticiones con 95 kilos	127	127	119
Sujeto 24	80	10 repeticiones con 60 kilos	80	80	75
Sujeto 25	75	11 repeticiones con 55 kilos	77	79	72
Sujeto 26	65	11 repeticiones con 50 kilos	68	69	64
Sujeto 27	90	11 repeticiones con 65 kilos	89	90	93
Sujeto 28	90	12 repeticiones con 70 kilos	98	101	91
Sujeto 29	80	10 repeticiones con 60 kilos	80	80	75

Bibliografía

- A.J.Cruz-Jentoft et al. (13 de Abril de 2010). Recuperado el 2 de Mayo de 2016, de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2886201/?tool=pubmed>
- Aguado X. (1993). Eficacia y técnica deportiva. Barcelona.
- Alwan,Ala. (2010). Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles 2012: resumen de orientacion. Ginebra: Servicio de Producción de Documentos de la OMS.
- Anselmi, Horacio (2012). La importancia de la fuerza en el proceso de entrenamiento. Recuperado el 2017 de <http://www.hispagimnasios.com/foro-de-musculacion-y-nutricion-f3/topic66575.html>
- Atalah, Eduardo. (2012). Epidemiología de la obesidad en chile. Revista médica clinica las condes, 117-123.
- Ávila - Funes José Alberto, García - Mayo Emilio José. (2004). Scielo. Recuperado el Julio de 2016, de Scielo: <http://www.scielo.org>
- Axel Gottlob. (2003). Entrenamiento muscular diferenciado. Barcelona: Paidotribo.
- Baechle,Earle. (2004). NSCA's Essentials of Personal Training.
- Ben R Abadie, Mildred C Wentworth. (2000). www.g-se.com. Recuperado el 2016, de <http://www.g-se.com/es/journals/public-premium/articulos/estimacion-de-1-repeticion-de-fuerza-maxima-a-partir-un-test-de-fuerza-submaximo-de-5-10-repeticiones-en-mujeres-universitarias-254>
- Bosco, C. (2000). La fuerza muscular: aspectos metodológicos. INDE PUBLICACIONES.
- Briceño-León . (2000). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/410/41011135004.pdf>
- Brooks, Douglas. (2001). Libro del personal trainer. Barcelona: Paidotribo.
- Carlos Rosales López. (2003). Criterios para una evaluación formativa. Madrid: Narcea.
- Casanova, M. A. (1995). Manual de evaluacion educativa. Madrid: La Muralla.
- Castejón, Hernández, Lopez, Curiel, Maldonado, Garoz, López,Velazquez y Martínez . (2004). La Evaluación en Educación Física. Barcelona: GRAO.
- Cometti, Gilles. (2005). Métodos modernos de la musculación, 4º edición. Barcelona: Paidotribo.

- Consejería de Educación y Ciencia de España. . (2008). Evaluación, Innovación y Calidad Educativa. Recuperado el 6 de Julio de 2016, de Multiblog:
<http://multiblog.educacion.navarra.es/jmoreno1/files/2010/03/evaluaci%C3%B3n-en-educacion-fisica.pdf>
- Cuadrado Saenz,Gonzalo et al. (2006). Entrenamiento de la hipertrofia muscular. Sevilla: Deportiva.
- Dale A Lesuer et al. (1997). The accuracy of prediction equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat, and deadlift. PubliCE Premium , 211-213.
- De Hegedus. (1991). La ciencia del Entrenamiento deportivo. Buenos Aires: STADIUM.
- DEVÍS J. PEIRÓ C. (1993). Dossier: la actividad física y la promoción de la salud en niños/as y jóvenes: la escuela y la educación física. . Revista de Psicología del deporte, 71-86.
- Einsingbach, T. (1998). La recuperación muscular en la fisioterapia y en la rehabilitación. Paidotribo.
- Emilio J. Martinez López. (2002). Pruebas de aptitud física. Barcelona: Paidotribo.
- Felipe Isiddro et al. (2007). Manual del entrenador personal. Barcelona: Paidotribo.
- Física, R. d. (2015). Revista de Educación Física. Obtenido de Evaluación de la Fuerza Máxima en Niños Sanos: <http://g-se.com>
- Goldspink, G (1992). Cellular and Molecular Aspects of Adaptation in Skeletal Muscle. Strength and power in sport.
- Grosser, Starischka y Zimmerman. (1988). Principios del entrenamiento deportivo. Martínez Roca. colección 'Deportes. Técnicas'.
- H. Williams. (2002). Nutrición para la salud, condición física y el deporte. Barcelona: Paidotribo.
- Hamid Arazi, Abbas Asadi. (2012). El test de una repetición máxima incrementa los índices séricos referentes a daño y dolor musculares en varones entrenados y no entrenados. Irán: Apuntos Meds sports.
- Hernández, J. B. (2001). Efdeportes. Obtenido de <http://www.efdeportes.com>
- Iván Chulvi. Laura Masiá. (Junio de 2009). Efdeportes. Obtenido de Aplicaciones prácticas en la evaluación de la fuerza desde ek campo de la salud.: <http://www.efdeportes.com/>

- Jacoby, Enrique et al. (2003). Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la region de las Americas. Revista Panamericana de Salud Pública.
- Jaume A. Mirallas Sariola. (2006). Obtenido de <http://www.mirallas.org/Cursos/Curso1RM.pdf>
- Jiménez, A. (2007). Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones. Barcelona: INDE PUBLICACIONES.
- Julián Pérez Porto y María Merino. (2015). definicion.de. Obtenido de <http://definicion.de/peso-corporal/>
- Knutzen et al. (1999). Validity of 1RM prediction equations for older adults. Salt Lake City: The journal of strength and conditioning research.
- Kraemer, W. (2006). Entrenamiento de la fuerza. barcelona, España: hispano europea.
- Lafourcade. (1972). Evaluación de los aprendizajes. Madrid: Cincel.
- Marquez Rosa, Garatchea Vallejo. (2009). Actividad física y salud. Madrid: Fundación universitaria iberoamericana.
- Martin,Carl y Lehnertz. (2001). MANUAL DE METODOLOGÍA DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO. Barcelona: Paidotribo.
- Minamoto y Salvini. (2001). El músculo como un órgano de secreción hormonal.
- Ministerio de Educación y Ciencia de España. (2007). Evaluación General. Recuperado el 6 de Julio de 2016, de Multiblog: <http://multiblog.educacion.navarra.es/jmoreno1/files/2010/03/evaluaci%C3%B3n-en-educacion-fisica.pdf>
- Nevo, D. (1983). The Conceptualization of Educational Evaluation: An Review of the Literature.
- P. L. Rodríguez García. (1997). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración . Revista española e iberoamericana de medicina de la educación física y el deporte., 24-36.
- Pedro Luis Rodríguez García. (2008). Ejercicio físico en las salas de acondicionamiento muscular. Buenos aires: Madrid: Panamericana.
- Perez Miranda,Wolfan Bladimir. (2009). Beneficios del entrenamiento con pesas (contra resistencia). www.efdeportes.com.
- R. Sierra. (1983). Técnicas de investigación social: teoría y ejercicios. Madrid: Paraninfo.

- RAE. (2017). dle.rae.es. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=EN8xffh>
- Reyes y Rodriguez. (13 de Marzo de 2007). Obtenido de <https://docs.google.com/document/d/1OsCmR2jw9K3rSLQSyM2Bw6ghhLsboXa2bv8POPdqLkU/edit?pli=1>
- Rodríguez, P. L. (2011). Fuerza, su clasificación y pruebas de valoración. Obtenido de <http://www.um.es/univefd/fuerza.pdf>
- Roing, Jorge Luis. (2002). Sarcopenia: Algo más que la disminución de la masa muscular. Publice Standard. Obtenido de <http://g-se.com/es/fisiologia-del-ejercicio/articulos/sarcopenia-algo-mas-que-la-disminucion-de-la-masa-muscular-231>
- Rojo García. (1997). Medicina del deporte. Madrid: Secretariado de publicaciones de la universidad de Sevilla.
- Roubenoff, Ronnen. (2000). Sarcopenia and its implications for the elderly. European Journal of Clinical Nutrition .
- Serra Grima. (2001). Salud integral del deportista. Barcelona: Springer.
- Serrato Roa. (2008). Medicina del deporte. Barcelona: Paidotribo.
- Smith.E.L. (1982). Exercise for prevention of osteoporosis. A review. physician and sports meds.
- Suarez, Pedro Felipe et al. (Enero de 2013). [www.EFDeportes.com](http://www.efdeportes.com). Recuperado el 2 de Mayo de 2016, de <http://www.efdeportes.com/efd176/la-fuerza-dinamica-maxima-en-press-banco-plano.htm>
- Tagliaferri, H. (2013). Fútbol-Proceso de enseñanza-aprendizaje en entrenamiento físico, técnico-táctico moderno infanto-juvenil. www.bubok.com.ar
- Thomas, J y Nelson, J. (1990). Research Methods in Physical Activity. Illinois: Human Kinetics.
- Tudor O. Bompa. (2007). Periodización: teoría y metodología del entrenamiento. Barcelona: Hispano europea.
- Ulloa, C. (2011). Métodos de evaluación de la fuerza muscular de extremidad inferior en deportistas. Kinesiologiaula, s/p.
- Vázquez Cano, E. (2012). La evaluación del aprendizaje en primaria y secundaria: los indicadores de evaluación. Espiral.
- Verkhoshansky, Y. (2004). SUPERENTRENAMIENTO. Barcelona: Paidotribo.

- Vittori. (1990). El entrenamiento de la fuerza en el sprint. Atleticastudi .
- Vivian H. Heyward. (2008). Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. Madrid: Panamericana.
- Vivian Heyward. (1996). Evaluación y prescripción del ejercicio. Barcelona: Paidotribo.
- W.U. Boeckh-Behrens, W. Buskies. (2000). Entrenamiento de la fuerza. Barcelona: Paidotribo.
- Weineck, Jürgen. (2005). Entrenamiento total. Barcelona: Paidotribo.
- William J. Kreamer - Keijo Häkkinen. (2006). Entrenamiento de la fuerza. Barcelona, España: Hispano Europea.
- www.educarchile.cl. (2012). Recuperado el 2016, de
http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/curriculum_al_dia/bases_ed_fisica_y_salud_2012_nuevo.pdf
- Zimmermann, Klaus. (2004). Entrenamiento Muscular. Barcelona: Paidotribo.