



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"

**TESIS DE LICENCIATURA**

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO CONVENCIONAL DE FUERZA  
SOBRE LA POTENCIA MUSCULAR EN SOBREVIENTES DEL  
CÁNCER DE MAMA**

**FRANCISCO ORTEGA VALENZUELA**

**HERMOSILLO, SONORA AGOSTO 2015**

*Director: Maestro Néstor Camberos Castañeda*

*Asesor: Dr. José Aldo Hernández Murua*

# Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

## **RESUMEN:**

Dentro de los cánceres femeninos, el de mama es el más común a nivel mundial, representado un 16% de todos los tumores. No obstante, se han hecho grandes avances en tratamientos y métodos para combatir esta enfermedad obteniendo resultados positivos, la tasa de mortalidad se ha prolongado mientras que la incidencia ha crecido. Muchos de los tratamientos son inevitables y, las mujeres que se someten a uno (o varios), pueden experimentar alteraciones en el organismo tanto físicas-funcionales como psicológicas, la actividad física ha sido desde hace tiempo objeto de estudio en esta población, suponiendo una mejora a partir de hacer ejercicio físico en las secuelas que dejan los tratamientos, como también, prevenir esta enfermedad.

Se sometió a un conjunto de mujeres sobrevivientes al cáncer de mama, a un entrenamiento de fuerza individualizado, por un periodo de 12 semanas, de 2 a 3 sesiones por semana de aproximadamente 45 minutos, realizando 3 ejercicios de sobrecarga (*press de pecho, pec dec y leg extension*) tras 30 min de bicicleta estacionaria. Los ejercicios fueron supervisados por alumnos y maestros de la universidad de sonora, a fin de saber en qué magnitud la potencia muscular se manifiesta en las extremidades superiores e inferiores en un entrenamiento de fuerza convencional.

**Palabras claves:** cáncer de mama, ejercicio, entrenamiento, fuerza, potencia.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
  - 1.1. CANCER
    - 1.1.1. CÁNCER DE MAMA
      - 1.1.1.1. FACTORES DE RIESGO
2. JUSTIFICACIÓN
3. MARCO TEÓRICO
  - 3.1. MANIFESTACIÓN DE LA FUERZA
4. ANTECEDENTES
5. OBJETIVO GENERAL
  - 5.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS
6. METODOLOGÍA
  - 6.1. MUESTRA
  - 6.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LA POTENCIA
  - 6.3. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO
  - 6.4. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA
7. RESULTADOS
8. DISCUSIÓN
9. CONCLUSIÓN
10. BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1: Factores de riesgo según el instituto nacional de cáncer de mama (INC).
- Tabla 2: Valoración la potencia pico (Pp) antes y después del entrenamiento.
- Tabla 3: Valoración de la potencia media (PM) antes y después del entrenamiento.
- Tabla 4: Valoración del desplazamiento (desp) que realiza la placa al movilizar el peso, antes y después del entrenamiento.
- Tabla 5: Valoración de la velocidad media (velmed) antes y después del entrenamiento.

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1: Gráfica de desplazamiento de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.
- Figura 2: Gráfica de potencia máxima de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.
- Figura 3: Gráfica de potencia media de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.
- Figura 4: Gráfica de velocidad máxima de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.
- Figura 5: Gráfica de velocidad media de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.
- Figura 6: Gráfica de desplazamiento de *leg extension*, pre y post entrenamiento.
- Figura 7: Gráfica de potencia máxima de *leg extension*, pre y post entrenamiento.
- Figura 8: Gráfica de potencia media de *leg extension*, pre y post entrenamiento.
- Figura 9: Gráfica de velocidad máxima de *leg extension*, pre y post entrenamiento.
- Figura 10: Gráfica de velocidad media de *leg extension*, pre y post entrenamiento.
- Figura 11: Gráfica de desplazamiento de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.
- Figura 12: Gráfica de potencia máxima de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.
- Figura 13: Gráfica de potencia media de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.
- Figura 14: Gráfica de velocidad máxima de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.
- Figura 15: Gráfica de velocidad media de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ds: Desviación estándar

FB: *Fly* bilateral

FD: *Fly* brazo derecho

FI: *Fly* brazo izquierdo

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

LE: *Leg extension*

NCI/INC: Instituto Nacional de Cáncer

Post: Resultados después del entrenamiento

Pp: Potencia Pico

PP: *Press* de pecho

Pre: Resultados antes del entrenamiento

RM: Repetición Máxima

$\bar{x}$ : media aritmética

## **1. INTRODUCCIÓN:**

### **1.1. CÁNCER**

De acuerdo con el *National Cancer Institute [NCI]*, cáncer es el nombre que se da a un conjunto de enfermedades en las que algunas de las células del cuerpo empiezan a dividirse sin detenerse pudiéndose diseminar a otros tejidos (Introducción. párr. 1). El cáncer puede empezar casi en cualquier parte del cuerpo humano, el cual está formado por trillones de células. Normalmente, las células humanas crecen y se dividen para formar nuevas células a medida que el cuerpo las necesita. Cuando las células normales envejecen o se dañan, mueren y células nuevas las remplazan (Introducción. párr. 2). Sin embargo, en el cáncer, este proceso ordenado se descontrola. A medida que las células se hacen más y más anormales, las células viejas o dañadas sobreviven cuando deberían morir y células nuevas se forman cuando no son necesarias. Estas células adicionales pueden dividirse sin interrupción y pueden formar masas que se llaman tumores (Introducción. párr. 3).

#### **1.1.1. CÁNCER DE MAMA**

Es el cáncer que se forma en los tejidos de la mama. El tipo de cáncer de mama más común es el carcinoma ductal, que empieza en el revestimiento de los conductos galactóforos (tubos delgados que llevan leche desde los lobulillos de la mama hasta el pezón). Otro tipo de cáncer de mama es el carcinoma lobulillar, que empieza en los lobulillos (glándulas lácteas). El cáncer de mama invasivo es el que diseminó desde el sitio en que empezó en los conductos mamarios o lobulillos hasta el tejido normal circundante. El cáncer de mama se presenta tanto en hombres como en mujeres, aunque el cáncer de mama masculino es poco frecuente (Aspectos generales. Párr. 2).

El cáncer es la tercera causa de muerte en México y según estimaciones de la Unión Internacional contra el Cáncer, cada año se suman 128,000 casos de mexicanos. Desde el 2008 es la principal causa de muerte en el mundo (Sección Introducción, párr. 1). En 2009 la tasa de mortalidad por cáncer en México fue de 65 por cada 100,000 según las cifras más

recientes de Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. En 2008, el 10.9% de los casos de cáncer en México estaban relacionados con tumores en la mamas. Este tipo de cáncer ocupa el segundo lugar en prevalencia a nivel nacional y es el primero si únicamente se toma en cuenta a la población femenina, según Globocan (Sección Medular, párr. 6). Casi el 70% de los casos de cáncer de mama se presenta en mujeres entre 30 y 59 años de edad, según INEGI. Sin embargo la tasa de mortalidad más alta se da en las mujeres mayores a 60 años. En el 2009 se registraron 25.5 muertes por cada 100,000 habitantes, mientras que la mortalidad de mujeres entre 30 y 59 fue de 7 por cada 100,000 habitantes (Sección Medular, Párr. 7).

### 1.1.1.1. Factores de Riesgo

Un factor de riesgo es todo aquello que puede aumentar la probabilidad de padecer una enfermedad, en la Tabla 1 clasificamos los más comunes.

<b>Factores de riesgo que no están relacionados con elecciones personales</b>	<b>Factores que no están relacionados con el estilo de vida</b>	<b>Factores inciertos</b>	<b>Factores controversiales o que han sido desmentidos</b>
Incidencia sobre algún sexo	Tener hijos	Alimentación y consumo de vitaminas	Sostenes
Envejecimiento	Control de la natalidad	Químicos en el ambiente	Aborto provocado
Raza y origen étnico	Terapia hormonal después de la menopausia	Humo del tabaco	Implantes de seno
Factores de riesgo genéticos	Lactancia	Trabajo nocturno	
Antecedentes familiares con C.M	Consumo de bebidas alcohólicas		
Antecedentes personales de C.M	Sobrepeso y obesidad		
Tejido mamario denso	Actividad física		

Tabla 1. Factores de riesgo según el instituto nacional de cáncer de mama (INC).

En las pasadas tres décadas se ha hecho un progreso considerable combatiendo el cáncer de mama, y durante este tiempo la actividad física ha emergido como un modificador importante del comportamiento de la salud que puede jugar un rol clave en



ambos casos como prevención y tratamiento de esta enfermedad (Morag y Farquhar, 1995; Mathews et al, 2002)

Como la supervivencia se ha incrementado con el diagnóstico temprano, mujeres que han experimentado los tratamientos del cáncer de mama hacen frente a retos tanto físicos como psicológicos asociados con esta experiencia (Wilmoth et al, 2004; Irwin et al, 2003). Mientras muchos de los severos efectos que dejan la cirugía y el tratamiento adyuvante, como la quimioterapia y la radiación, se solucionan después de que el tratamiento termine, otros síntomas y/o problemas de salud pueden persistir por meses y años después del tratamiento y algunas condiciones de salud asociadas con el tratamiento pueden no surgir sino hasta mucho después de que el primer tratamiento ha terminado como puede ser el linfedema o la osteoporosis (Courneya et al, 2008). Los tratamientos del cáncer a menudo conducen a una deficiencia funcional que se magnifica si se asocia con un desacondicionamiento por desuso muscular. Así, esto es importante para determinar si la práctica de ejercicio mejora la fuerza en sobrevivientes al cáncer.

Recientes investigaciones han reportado claros beneficios de la actividad física sobre la aptitud cardiovascular y fuerza muscular entre sobrevivientes al cáncer de mama y también buenos resultados con respecto a reducir la fatiga, mejorando el estado de ánimo y la calidad de vida (Moros et al, 2010, Ortega y Cánovas, 2012, Irwin M, 2010)

Los efectos secundarios debido a los diferentes tratamientos que las personas con cáncer se someten los podemos agrupar en 3 niveles (Serdá, 2004):

- nivel físico: incluye fatiga, dolor, náuseas, vómitos, trastornos de sueño, caquexia, cambios de peso y alteración de la imagen corporal asociada a la pérdida de pelo, la mastectomía y el linfedema.

- nivel funcional: consiste en una disminución de la efectividad cardiovascular, ataxia, pérdida de tono y atrofia muscular, disminución de la amplitud de movimiento.

- nivel psicosocial: incluye distrés, ansiedad, depresión, estrés, disminución de la autoestima, pérdida del autocontrol y sensación de aislamiento.

## 2. JUSTIFICACIÓN:

Si bien se sabe que el ejercicio físico viene a repercutir de manera favorable la calidad de vida de personas que sufren o sufrieron cáncer de mama. Numerosos estudios respaldan que la actividad física en este tipo de poblaciones ayuda favorable y significativamente en el alivio de las secuelas que dejan los tratamientos de quimioterapia, radiación, cirugía, etc. (Adamsem et al, 2003; Burnham y Wilcox 2002; Kolden et al, 2002; Pinto y Clarck, 2003; Porock Y Kristjanson, 2000; Segal y Evans, 2001)

Durante la última década las campañas de “*screening*”, el diagnóstico temprano y la mejora de los sistemas de tratamientos han supuesto un aumento del número de supervivientes al cáncer de mama, con una supervivencia relativa del 75% a los 5 años. En este contexto es fundamental considerar la calidad de vida de la paciente durante la enfermedad, así como los meses posteriores al tratamiento (Morag, 1995; Mathews et al, 2002).

En un principio el ejercicio aconsejado a esta población era el trabajo de resistencia - cardiovascular, movilidad articular general, flexibilidad y de relajación (Serdá, 2004; Moros et al, 2009; Courneya et al, 2003) que efectivamente obtuvieron resultados muy positivos, en cuanto al consumo máximo de oxígeno, resistencia a la fatiga, etc., pero al cabo del tiempo, serán unos 7 u 8 años atrás cuando el entrenamiento de estas personas es orientado a la fuerza muscular, y muchos estudios concluyen y deducen mayores beneficios que los que aporta un entrenamiento cardiovascular.

Aún más recientes investigaciones apuntan hacia una variable de la fuerza como medida de entrenamiento, enfocada a mejorar más aún la aptitud física y con ello la calidad de vida de las personas. Esta manifestación de la fuerza es la potencia muscular, la cual ha sido objeto de estudio en ya en algunas investigaciones en parte gracias a avances en la tecnología que permiten cuantificarla (Reid et al, 2012)

Lamentablemente no encontramos investigaciones que relacionen entrenamiento de potencia muscular y cáncer de mama, aunque existe información suficiente y confiable de entrenamiento de potencia en otras poblaciones como las de adultos mayores, en las cuales

también utilizaron los mismos medios y herramientas de entrenamiento que las utilizadas en el presente estudio (Sayers y Gibson, 2012; Orr et al, 2006 ; Henwood, Riek y Taaffe, 2008; Pereira et al, 2012 ; Pojednic et al, 2012 ; Foncea et al, 2014) y que con las que intentaremos fundamentar la discusión de nuestro trabajo dado que es la población que más se asemeja a la nuestra.

La potencia muscular es ahora reconocida como una valiosa medida para determinar la cantidad de discapacidad física relacionada con la edad (Bean et al, 2010; Foldvari et al, 2000; Reid et al, 2008)

Potencia es definida como el trabajo desarrollado en un mínimo periodo de tiempo, o como el producto de la fuerza por la velocidad. Ya que potencia incluye, la producción de fuerza como la velocidad del movimiento, tanto por la alteración neural como por la disfunción de la capacidad pueden hacer que la potencia disminuya y eventualmente disminuya la función física. En contraste, evaluaciones de fuerza tradicional y una repetición máxima pueden ser menos sensibles a la alteración neural y capacidad muscular ya que esos son predominantemente dependientes de la fuerza. En efecto, ha sido demostrado que la potencia tiende a disminuir más pronto y más rápidamente que la fuerza (Foldvari et al, 2000; Metter et al, 1997)

Maximizar la capacidad de producción de potencia es considerado un objetivo importante para mantener la función física (Bean et al, 2010; Foldvari et al, 2000; Reid et al, 2008). Por lo tanto, para lograr este objetivo se requiere de una comprensión mejorada de los factores que limitan la potencia muscular, y cómo esos factores pueden diferir con la edad y el estado funcional (Nogueira et al 2009).

Este estudio es un protocolo llevado a cabo previamente en la ciudad de León España y Bogotá Colombia, donde se obtuvieron resultados favorables y básicamente es un entrenamiento orientado a la fuerza muscular, personalizado para cada paciente. En este estudio no se limitó la participación por la edad de las pacientes, ni tampoco por el tiempo desde el diagnóstico o desde el tratamiento.

### **3. MARCO TEÓRICO:**

Para hacer frente a este trabajo de investigación tenemos que tener claro algunos conceptos, los cuales son básicos y esenciales para el desarrollo del planteamiento del protocolo de entrenamiento el cual es dirigido principalmente al fortalecimiento muscular.

La producción de fuerza en los seres humanos es imprescindible para su desarrollo dentro del medio que le rodea 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 (Corbin, 1987; Devis, Peiro y Dossier, 1993).

Dicha fuerza es manifestada por la movilización de aparato locomotor, conformado por un elemento pasivo, representado por palancas óseas, articulaciones y haces ligamentosos; y un elemento activo constituido por el sistema neuromuscular, capaz de generar fuerzas internas en virtud de procesos de naturaleza fisiológica.

Existen bastantes interpretaciones que muchos autores tienen para el concepto de fuerza, por mencionar algunos:

“Es el poder de contracción de los músculos como resultado de un solo esfuerzo máximo, en un movimiento dado, a una velocidad específica” (Knuttgen y Kraemer, 1987), este un concepto muy globalizado en cuanto a la definición de fuerza muscular, ya que se pueden tomar distintas variables.

“La fuerza es la función específica que desarrollan los músculos esqueléticos y por ende es una cualidad que está involucrada en cualquier movimiento” (Knuttgen y kraemer, 1987).

Debemos tener en cuenta que para que se produzca fuerza debe haber una resistencia a vencer y fuerza es un sinónimo de tensión, entonces podríamos decir que la “fuerza es resultado de la aplicación de tensión muscular a una resistencia”.

La producción de fuerza está basada en las posibilidades de contracción de la musculatura esquelética. Dicha contracción se genera en virtud de la coordinación de las moléculas proteicas contráctiles de actina y miosina dentro de las unidades morfofuncionales descritas en las fibras musculares (sarcómeras).

### 3.1. MANIFESTACIÓN DE LA FUERZA

La relación existente entre la tensión muscular generada y la resistencia a vencer, van a determinar diferentes formas de contracción o producción de fuerza. Estos tipos de contracción diferenciados van a dar como resultado los siguientes tipos de fuerza:

**Fuerza estática:** es aquella que se produce como resultado de una contracción isométrica, en la cual se genera un aumento de la tensión en los elementos contráctiles sin detectarse movimiento de longitud en la estructura muscular (Kirsch, 1993; Kuznetsov, 1989). Es decir, se produce una tensión estática en la que no hay acortamiento, ni elongación de fibras musculares, ya que el producto de la fuerza por la distancia recorrida es nulo. En este caso la resistencia externa y la fuerza interna producida poseen la misma magnitud, siendo la resultante de ambas fuerzas en oposición igual a cero, esta manifestación de fuerza requiere un cuidado extremo en su práctica dadas las repercusiones cardiovasculares que conlleva en esfuerzos máximos (Macchi, 1993)

**Fuerza Dinámica:** es aquella que se produce como resultado de una contracción isotónica o anisométrica, en la cual, se genera una alta 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 concéntrica*, en la cual la fuerza muscular interna supera la resistencia a vencer; o tensión en alargamiento de las fibras musculares, que supondría la *fuerza dinámico excéntrica* donde la fuerza externa a vencer es superior a la tensión interna generada (Weineck, 1988)

En la mayoría de las contracciones musculares efectuadas “in vivo” se produce un cambio de tensión y de longitud en el mismo, conjugándose las contracciones de naturaleza isométrica e isotónica, recibiendo ésta el nombre de contracciones **auxotónicas**. También conocemos la posibilidad de realizar contracciones **isocinéticas** mediante el empleo de dinamómetros electromecánicos que mantienen constante la velocidad de contracción del músculo en esfuerzo, independientemente de la fuerza aplicada, y que están adquiriendo un gran auge en programas de entrenamiento, sobre todo, dentro de la fuerza explosiva y en el campo de la rehabilitación (Martin y Alonso, 1987)

**Fuerza máxima:** es la mayor expresión de fuerza que el sistema neuromuscular puede aplicar ante una resistencia dada. (Hauptmann y Harre, 1987; Navarro, 1987; Ozolin, 1983)

**Fuerza explosiva:** también denominada fuerza –velocidad y caracterizada por la capacidad del sistema neuromuscular para generar una alta velocidad de contracción ante una resistencia dada (Cerani, 1993; Generelo y Tierz, 1994; Harre y Hauptmann 1994; Hegedus, 1975)

El tipo de fibras musculares implicadas en la acción va a tener una importancia vital para este tipo de manifestación de la fuerza (Morales, 1990), siendo las fibras blancas, rápidas fibras FT (fibras de alta velocidad de contracción, gran producción de fuerza y adaptadas a esfuerzos intensos de naturaleza anaeróbica) las que generarán más fuerza y en menos tiempo.

Otros autores distinguen (Kuznetsov, 1987) entre las manifestaciones de fuerza explosiva y fuerza rápida, señalando que la fuerza explosiva supone la superación de resistencias que no alcanzan el límite mediante la aplicación de la máxima aceleración (potencia). Mientras que la fuerza rápida es una aplicación de una aceleración por debajo de la máxima para superar una resistencia similar a la anterior.

Dentro de la fuerza explosiva se establece una atención directa a los elementos elásticos de las fibras musculares, circunstancias que justifican la aparición de otras formas de fuerza, en la cuales, el ciclo estiramiento- acortamiento ejerce un acción principal. De esta forma surge la llamada **fuerza elástico-explosiva** y **fuerza explosivo elástica-reactiva** (González, 1995; Vittori, 1990). Ambos tipos de fuerza suponen una subclasificación de la llamada **fuerza pliométrica** definida como la capacidad de alcanzar una fuerza máxima (eliminando en este caso el matiz de movilización de altas resistencias y aplicando la consideración del mayor estímulo producido) en un periodo de tiempo lo más corto posible, en virtud de la mayor energía acumulada en los procesos de estiramiento-acortamiento musculares (Chu, 1993; Gutiérrez y Paidal, 1991).

La fuerza explosivo elástica es aquella fuerza potencial que la musculatura almacena cada vez que se ve sometida a un estiramiento, energía que se transforma en cinética cuando se establece la fase de contracción concéntrica, es decir, los elementos elásticos del músculo actúan como si fuesen un muelle (González, 1995; Vittori, 1990).

En la fuerza explosivo elástico-reactiva se produce una reducción sensible de ciclo estiramiento-acortamiento, circunstancia que añade a la acción restitutiva de los tejidos la intervención del tejido miotático o reflejo de estiramiento, que aumenta en gran medida la contracción subsiguiente (González, 1995). La fase de estiramiento-acortamiento deberá ser extremadamente rápida para obtener los beneficios de la acción refleja, situándose en torno a 240-160 m/s (Vittori, 1990).

#### Relación Fuerza explosiva- potencia

La fuerza explosiva representa la máxima expresión de la potencia (Kraemer, 1987).

**La potencia:** es la capacidad de la musculatura de contraerse rápidamente venciendo una resistencia que se opone al acercamiento de sus puntos de inserción.

La potencia solo se identifica a través de sus efectos. Cuanto mayor sea la aceleración que una persona pueda imprimir a su masa corporal en un tiempo determinado mayor será la potencia que disponga.

Potencia muscular: es la realización de fuerza con una exigencia asociada de tiempo mínimo. Depende de la fuerza pura, la coordinación, la velocidad de contracción de la musculatura y el respeto de los principios biomecánicos que rigen el movimiento.

Para el entrenamiento de la potencia existen las siguientes posibilidades: aumento de la fuerza pura y perfeccionamiento de la coordinación (Garhammer, 1993).

**Fuerza resistencia:** es la capacidad de soportar la fatiga en la realización de esfuerzos musculares que pueden ser de corta, media y larga duración. Supone, por tanto, una combinación de las cualidades de fuerza y resistencia, donde la relación de la intensidad de la carga y la duración del esfuerzo van a determinar la preponderancia de una de las cualidades sobre la otra.

Para tener una noción de cuanta fuerza puede generar una persona, existen los Test de fuerza, imprescindibles para evaluar y diseñar programas de entrenamiento.

Dentro de las pruebas de valoración de fuerza máxima es preciso distinguir entre la fuerza máxima estática y fuerza máxima dinámica.

Para la determinación de la fuerza máxima estática o isométrica pueden ser utilizados los llamados dinamómetros isométricos, donde es valorada la fuerza de los grupos musculares de una articulación en un determinada angulación en base al análisis de los picos de fuerza producidos a velocidad cero. No obstante también 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 determinada carga en una única repetición máxima (1RM), pudiéndose realizar dichos test mediante máquinas o pesos libres.

#### **4. ANTECEDENTES:**

Una característica normal del envejecimiento es la disminución de masa muscular, lo cual a su vez, contribuye a un menor rendimiento muscular, fragilidad y pérdida de independencia (Fiatarone et al, 1990).

Se han previsto cantidad de medidas para la prevención de la discapacidad funcional e invalidez en adultos mayores, a pesar de que algunas estrategias han tenido éxito en la prevención la magnitud de este problema de salud pública es serio y no ha sido reducido (Orr et al, 2006).

Muchas estrategias para mejorar el equilibrio, el riesgo a sufrir caídas, que son en lo particular algunos de los principales problemas que conlleva el envejecimiento, tienden a incluir estrategias específicas de entrenamiento del equilibrio (Hu, 1994; Grahn, 2001), entrenamiento de fuerza (Schlicht, Camajone y Owen 2001; Bean et al, 2002), caminata (Brooke et al, 1998), Tai-Chi (Wolf et al, 1996) y ejercicio multidimensionales (Shumway et al, 1997). Pocas intervenciones, como sea, han demostrado resultados positivos consistentes en balance.

Recientemente, la potencia muscular (Bean, Herman y Kiely 2004) y velocidad de contracción (Cuoco et al, 2004), han demostrado mayor influencia en el desarrollo funcional particularmente con tareas de intensidad baja, que la fuerza muscular, tareas como levantarse de una silla o subir escaleras.

Cuando se amenaza el equilibrio (perturbación, pérdida de visión o propiocepción), se produce una respuesta dirigida a mantener la estabilidad postural. Con el envejecimiento, la respuesta inicial es lenta y esto reduce el tiempo para que la persona actúe y solucione dicho movimiento o acción. La velocidad en la cual altas fuerzas musculares son generadas, puede ser un determinante crítico para prevenir un accidente (De Vos et al, 2005).

Recientemente el uso de cargas optimizadas de entrenamiento (bajas, moderadas y altas) en intervenciones de levantamiento de pesas con adultos mayores ha resultado en un



incremento de la cantidad de producción de fuerza y potencia muscular a frente a diferentes cargas (Henwood y Taaffe, 2005; de Vos et al, 2008)

Altas velocidades en entrenamiento progresivo de fuerza (potencia) resulta con más fuertes adaptaciones en potencia muscular en comparación con bajas velocidades en entrenamiento progresivo de fuerza (Fielding et al, 2002).

El entrenamiento de la potencia muscular hoy en día es importante en el desarrollo muscular característico de personas adultas mayores (Barry y Carson, 2004). Algo que diferencia el entrenamiento de potencia muscular con los distintos tipos de entrenamiento que existen, es la velocidad de contracción que se ejecuta en cada repetición, un componente clave de la potencia muscular es la velocidad a la cual la fuerza es desarrollada (Sayers et al, 2003). El entrenamiento de resistencia a la fuerza ejecutando movimientos a alta velocidad con cargas también altas (Fielding et al, 2002) o movimientos a alta velocidad y cargas bajas (Miszko et al, 2006) ha demostrado un efecto positivo tanto en el desarrollo de potencia muscular como en test de desarrollo funcional.

En adultos mayores la potencia muscular se reduce el doble de rápido que la fuerza (3-4% contra 1-2%) debido a que la velocidad de las personas tiende a decaer más rápido que la misma fuerza (Petrella et al, 2005), ha sido reportado que adultos que están en sus setentas retienen el 50% de la fuerza y solo el 25% de potencia muscular (Bosco, 1980)

En la búsqueda y recopilación de información referente al presente estudio se utilizaron los siguientes parámetros de palabras en PubMed, Medline: “*muscular power and breast cancer*”, “*breast cancer and muscular power training*”, “*power training and cancer*”, pero los pocos artículos encontrados en la búsqueda no tuvieron congruencia alguna con nuestro tema en particular, por ello cabe resaltar la originalidad de nuestro trabajo. Utilizamos parámetros de búsqueda como: “*muscular power training*” “*older adults and power training*” [rotatory encoder] or [linear encoder], son aun pocas las investigaciones en las cuales se utilizó como instrumento de medición el encoder y probablemente se deba a que su aplicación al rendimiento humano data unos pocos años atrás. Como instrumentos para medir la potencia muscular hay varios como por ejemplo, dinamómetros isocinéticos (los cuales no demuestran con precisión la potencia que realmente genera la persona, ya que las contracciones son a velocidad constante a lo largo del movimiento y prefijada antes del movimiento, y en la vida diaria no realizamos frecuentemente fuerza isocinética), en otros estudios se basaron en fórmulas matemáticas para deducir la potencia generada y así daban un aproximado de la potencia. Otros en cambio utilizaron videocámaras de alta resolución, tomando el clip o filme de la contracción ejecutada, lo someten a un software en el cual mediante visionado calculan la velocidad y desplazamiento, de esta forma calculan la potencia que se generó. Todas las pruebas coincidieron en algo en común y fue que en todos los estudios se basaron primeramente en realizar 1RM o fuerza máxima y a partir de ello se precisan cargas de

menor a mayor donde la persona entrenada tendrá que movilizar cada una de esas cargas a la máxima velocidad la fase concéntrica del músculo.

## **5. OBJETIVO:**

General:

Estudiar el efecto del entrenamiento de fuerza convencional sobre la potencia muscular

Específicos:

Analizar a qué carga se manifiesta la máxima potencia muscular de los principales grupos musculares del brazo, hombro y extensores de la rodilla.

Estudiar los cambios producidos por el entrenamiento de fuerza en la potencia y su manifestación en los principales grupos musculares del brazo, hombro y extensores de la rodilla.

## **6. METODOLOGÍA:**

El entrenamiento se llevó a cabo en la ciudad de Hermosillo Sonora, México. El protocolo de entrenamiento previamente se llevó a cabo en España y Colombia. Primeramente se hizo un comunicado con las directoras de los distintos grupos de cáncer de mama existentes en la ciudad, invitándoles a formar parte del programa de entrenamiento, después de ver el interés por parte de las participantes, de manera presencial, se realizaron conferencias donde se explicaba detalladamente el propósito del programa, en qué consistía y dando a conocer de manera más específica los beneficios de éste.

### **6.1. MUESTRA**

La evaluación inicial se realizó a un grupo de 47 mujeres sobrevivientes al cáncer de mama. La segunda evaluación se realizó a 23 de ellas, que fueron las que completaron 12 semanas de entrenamiento de fuerza dos veces por semana.

### **6.2. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN DE LA POTENCIA**

El test consiste en realizar tres repeticiones a la máxima velocidad con cargas al 30%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% de su fuerza máxima determinada mediante la evaluación de 1RM. Con cada una de las cargas realizaron tres repeticiones, eligiéndose para este trabajo la que manifestó mayor potencia. La contracción es enfocada a la fase concéntrica ejecutándola lo más rápido posible y la fase excéntrica es lenta con una pausa de 1 a 2 segundos para evitar el efecto pliométrico.

La potencia se determinó con un transductor de posición (encoder) *T- Force*®.

El encoder es un mecanismo e instrumento de medición que determina el desplazamiento del objeto al que está anclado a lo largo del tiempo. Conociendo la masa del objeto al que está anclado, y sabiendo el desplazamiento y el tiempo empleado se determina fácilmente la potencia manifestada. Cada paciente desarrolla en cada grupo muscular a entrenar, en este caso se utilizó una máquina de extensión de pierna (*Leg extensión*), un *press* de pecho sentado, y *pec dec* (contractor de pectoral) respectivamente, para efectos de ejercicio aeróbico y cardiovascular se utilizó una bicicleta estacionaria.

### 6.3. PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO

Las pacientes serán sometidas a un protocolo de entrenamiento de sobrecarga en un periodo de 12 semanas mínimo 2 veces por semana, en las instalaciones de la Universidad de Sonora Campus Hermosillo, atendiendo los criterios y principios del entrenamiento deportivo como la ondulación de cargas, el incremento progresivo de las cargas, la individualización del ejercicio, la densidad del ejercicio, entre otras, supervisadas por alumnos egresados y maestros de la Lic. En Cultura Física y Deporte de la Universidad de Sonora campus Hermosillo.

El protocolo de entrenamiento individualizado progresivo se basa en trabajar 3 ejercicios en cada sesión, pectoral contractor (*press* de pecho) con la maquina EXM2500S marca *Body-Solid*, extensión de rodilla con la máquina DX-2-8019® extensor de pierna/isquiotibial combo marca *DYNAMAX PRO® by muscle dynamics* y aductor de pectoral sentado (*pec dec*) con la máquina EXM2500S marca *Body-Solid®*; ya sea unilateral o bilateral tal sea el caso de la paciente. Por lo menos 2 sesiones de entrenamiento por semana, dejando al menos un día de recuperación entre cada sesión. La sesión consta de 45-50 minutos, 30 min obligatorios de bicicleta modelo RC-30 Y RC-40 a su vez marca *HORIZON® Fitness*, cada ejercicio está compuesto de 3 sets y ondulando el volumen de repeticiones, 12-10-12 y 16-13-16 cada dos días, esperando que haya una adaptación antes de incrementar la carga.

La distribución de cargas para cada participante del programa y plan de entrenamiento se basó en el test de Repetición Máxima (RM), variando a lo largo de las de las semanas entre un 40 y un 70% de 1RM.

### 6.4. METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Los resultados descriptivos, en las tablas se muestran como media ( $\bar{x}$ ) y desviación típica (ds). En las figuras, se muestran las medias y las barras de error correspondientes al error estándar de la media.

La comparación pre – post se realizó mediante la prueba *t* de *Student* para muestras relacionadas, una vez que se comprobó la distribución normal de los valores de las variables, mediante la prueba de Kolmogorov – Smirnov.

Se ha establecido la significación estadística para un valor  $p < 0,05$ .

Se ha empleado el paquete estadístico SPSS, V.18.

## 7. RESULTADOS

Como podemos observar en la tabla 1, la Potencia Pico (Pp) manifestada se incrementó en cada uno de los ejercicios desarrollados durante el programa de entrenamiento, a excepción de la potencia manifestada en la *Leg extension*.

Pp (vatios)				
	Pre		Post	
<b>PP</b>	114.69	±9.31	138.41	±10.53*
<b>LE</b>	332.41	±28.36	348.81	±27.69
<b>FB</b>	72.53	±8.46	105.86	±13.23*
<b>FD</b>	60.29	±6.02	96.47	±13.38*
<b>FI</b>	42.60	±5.09	88.57	±11.82*

Tabla 2. Valoración la potencia pico (Pp) antes y después del entrenamiento ( $\bar{X}\pm ds$ )

PP- *Press* de pecho

Pre- Resultados antes del entrenamiento

LE- *Leg extension*

Post- Resultados después del entrenamiento

FB- *Fly* bilateral

FD- *Fly* brazo derecho

\* - Diferencia significativa pre-post

FI- *Fly* brazo izquierdo

En la tabla 2, podemos observar cómo la Potencia Media (PM) también experimentó incrementos significativos en cada uno de los ejercicios desarrollados durante el programa de entrenamiento, también a excepción de la potencia manifestada en la *Leg extension*.

PM (vatios)				
	Pre		Post	
<b>PP</b>	62.84	±4.35	71.46	±5.48*
<b>LE</b>	163.59	±12.50	178.09	±13.41
<b>FB</b>	35.14	±3.33	49.05	±4.91*
<b>FD</b>	27.47	±2.18	38.10	±3.11*
<b>FI</b>	20.93	±1.92	37.37	±3.58*

Tabla 3. Valoración de la potencia media (PM) antes y después del entrenamiento ( $\bar{X}\pm ds$ ).

PP- *Press* de pecho

Pre- Resultados antes del entrenamiento

LE- *Leg extension*

Post- Resultados después del entrenamiento

FB- *Fly* bilateral

FD- *Fly* brazo derecho

\* - Diferencia significativa

FI- *Fly* brazo izquierdo

En la tabla 3, podemos observar cómo el Desplazamiento (DESP) manifestado en la primera evaluación (pre) mantuvo un rango similar en relación a la evaluación final (post) dado que los ejercicios desarrollados se llevaron a cabo en máquinas de musculación guiada, las cuales tiene un rango de desplazamiento y movilidad limitada, a excepción de que en la máquina de *leg extension* se incrementó significativamente la amplitud del desplazamiento.

	DESP (cm)			
	Pre		Post	
<b>PP</b>	30.96	±1.10	30.08	±1.18
<b>LE</b>	50.98	±1.02	54.51	±1.45*
<b>FB</b>	27.27	±0.30	25.75	±0.75
<b>FD</b>	14.09	±0.37	13.92	±0.15
<b>FI</b>	13.40	±0.38	13.58	±0.35

Tabla 4. Valoración del desplazamiento (desp) que realiza la placa al movilizar el peso, antes y después del entrenamiento ( $\bar{x} \pm ds$ ).

PP- *Press* de pecho

Pre- Resultados antes del entrenamiento

LE- *Leg extension*

Post- Resultados después del entrenamiento

FB- *Fly* bilateral

FD- *Fly* brazo derecho

\* - Diferencia significativa

FI- *Fly* brazo izquierdo

En la siguiente tabla, podemos observar cómo la Velocidad Media (VELMED) manifestada se incrementó en todos los ejercicios desarrollados durante el programa de entrenamiento.

	VELMED (m/s)			
	Pre		Post	
<b>PP</b>	0.49	±0.02	0.59	±0.029*
<b>LE</b>	0.67	±0.018	0.78	±0.025*
<b>FB</b>	0.33	±0.017	0.39	±0.018*
<b>FD</b>	0.19	±0.009	0.23	±0.005*
<b>FI</b>	0.18	±0.007	0.23	±0.009*

Tabla 5. Valoración de la velocidad media (velmed) antes y después del entrenamiento ( $\bar{x} \pm ds$ ).

PP- *Press* de pecho

Pre- Resultados antes del entrenamiento

LE- *Leg extension*

Post- Resultados después del entrenamiento

FB- *Fly* bilateral

FD- *Fly* brazo derecho

\* - Diferencia significativa

FI- *Fly* brazo izquierdo

A continuación, y para hacer más visual el capítulo de resultados, exponemos el resto de resultados en forma de figuras, representando los valores promedio y las barras de error el error estándar de la media. Y en la figura 1, se observa la evolución del desplazamiento de la carga a medida que se incrementa la carga, el desplazamiento mejoró en relación a la primera evaluación, aunque no haya sido una diferencia significativa, dado que en las máquinas está limitado el rango de movimiento. El declive de la línea supone que conforme las cargas se vayan incrementando, el movilizar el peso será más complejo así como completar todo el rango de movimiento

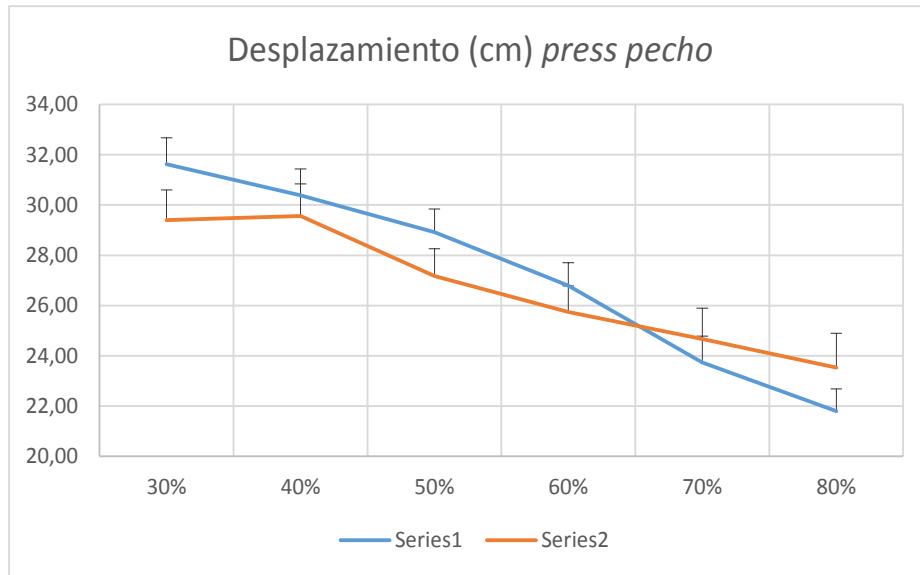


Figura 1. Gráfica de desplazamiento de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 2, la potencia máxima tuvo un mejoramiento en cada una de las cargas efectuadas, hubo diferencia significativa tanto al 40% como también al 70% del 1RM, pero al 60% se alcanzó la máxima expresión de potencia. La producción de potencia máxima fue notable a partir del 40% de 1RM.

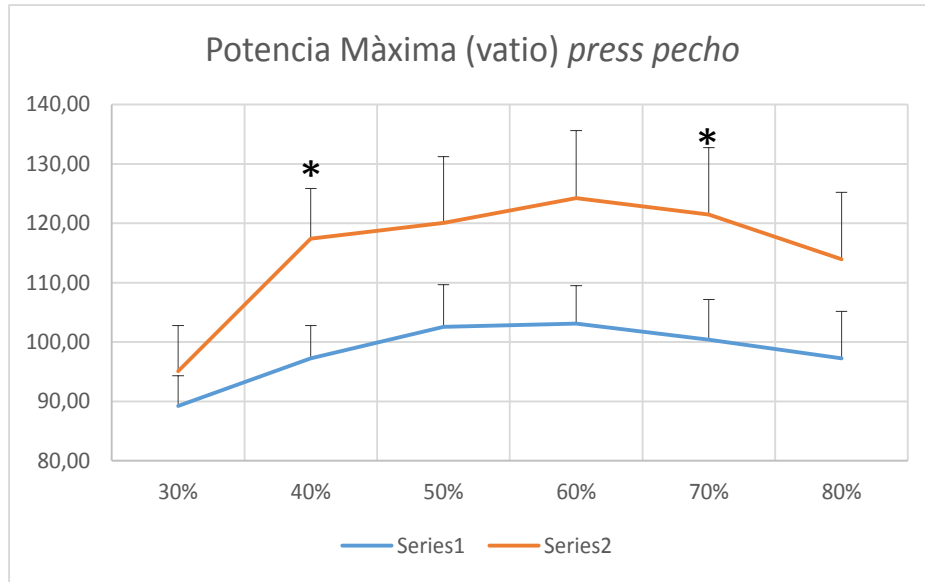


Figura2. Gráfica de potencia máxima de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 3, la máxima expresi3n de potencia se alcanz3 al 70%. Vemos como la línea del post entrenamiento tiende a ser mayor a partir del 40% del 1RM. Tambi3n se observa que a pesar de haber una tendencia a la mejora en la potencia en todas las cargas, esta mejora no lleg3 a ser significativa.

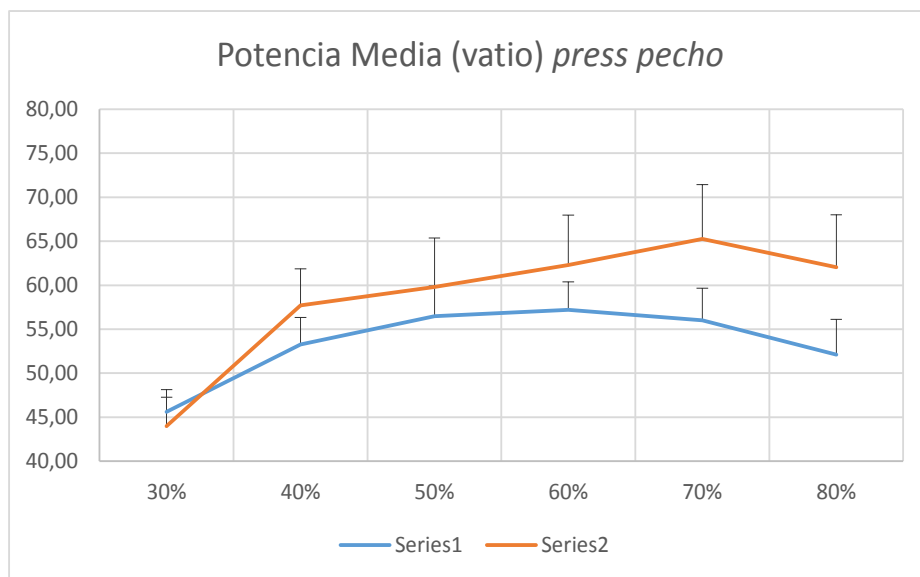




Figura 3. Gráfica de potencia media de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 4, la velocidad máxima alcanzada es superior tras recibir el entrenamiento, la gráfica hace frente a mayor carga-menor velocidad, hubo diferencia significativa en la mejora al 30%, 40% 50% y 70% del 1RM. La máxima expresión de velocidad se alcanzó al 30% del 1RM como era de suponerse, ya que es la carga más ligera.

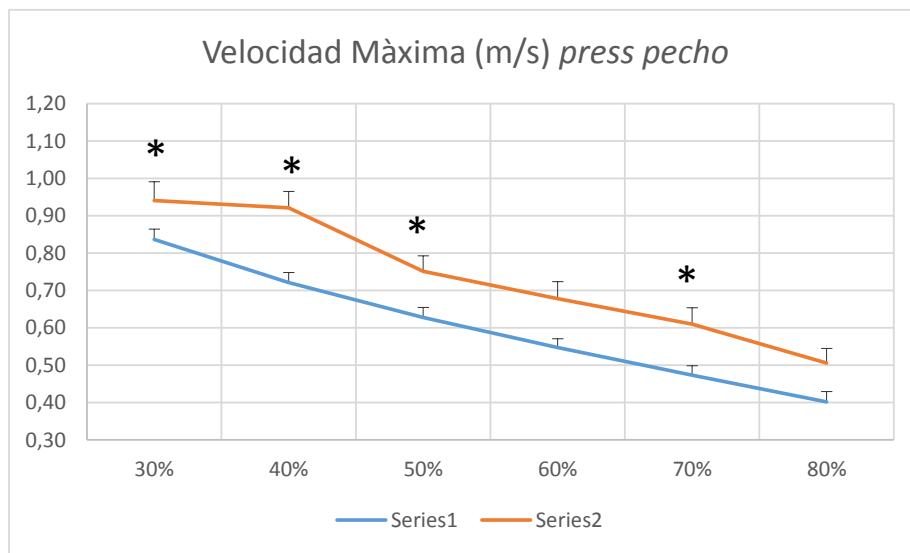


Figura 4. Gráfica de velocidad máxima de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 5, en la velocidad media de *press* de pecho hubo mejora con diferencia significativa en el 40% de 1RM.

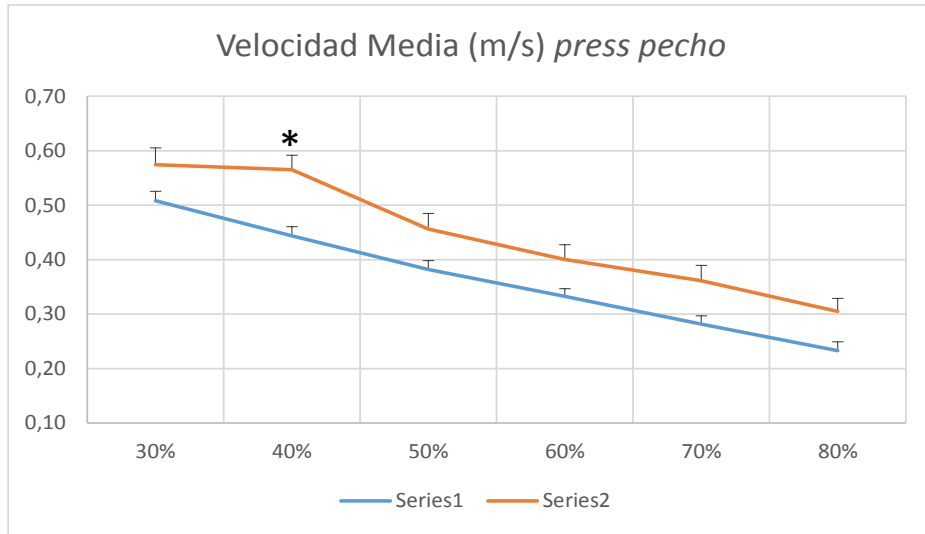


Figura 5. Gráfica de velocidad media de *press* de pecho, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 6, el desplazamiento de la carga en la *Leg Extension* como era de esperar fue disminuyendo a medida que se incrementaba la carga, y como consecuencia del entrenamiento al 40% del 1RM hubo un incremento significativo.

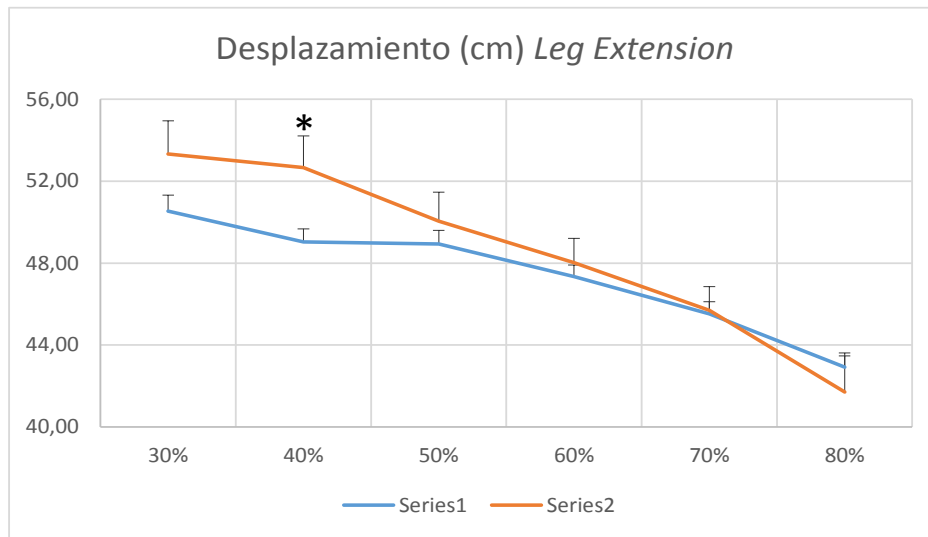


Figura 6. Gráfica de desplazamiento de *leg extension*, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 7, la producción de potencia en la extensión de pierna tendió a mejorar con base al entrenamiento, aunque no hubo diferencia significativa. La máxima expresión de potencia se alcanzó al 70% del 1RM.

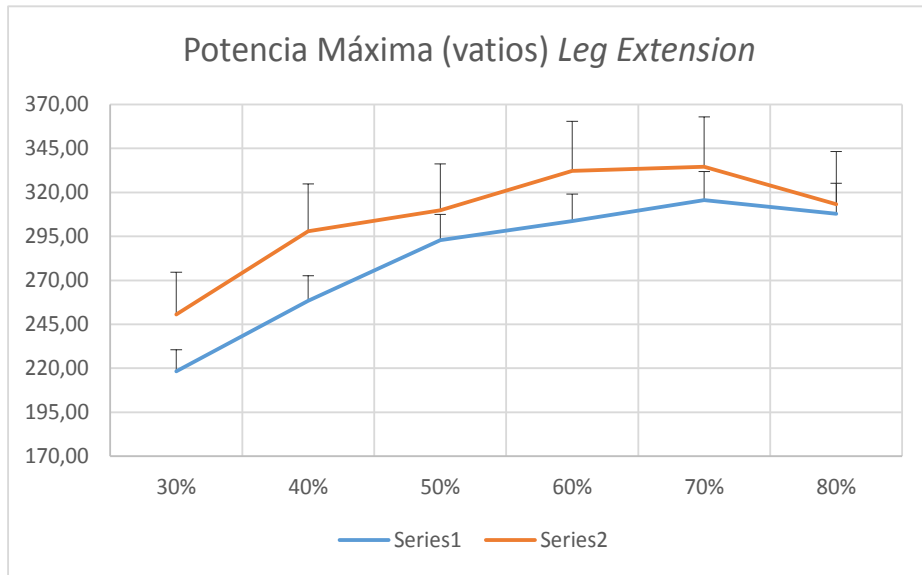


Figura 7. Gráfica de potencia máxima de *leg extension*, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 8, en relación a la potencia media después del entrenamiento hubo mejora significativa en las cargas 30, 40, 60 y 70% del 1RM.

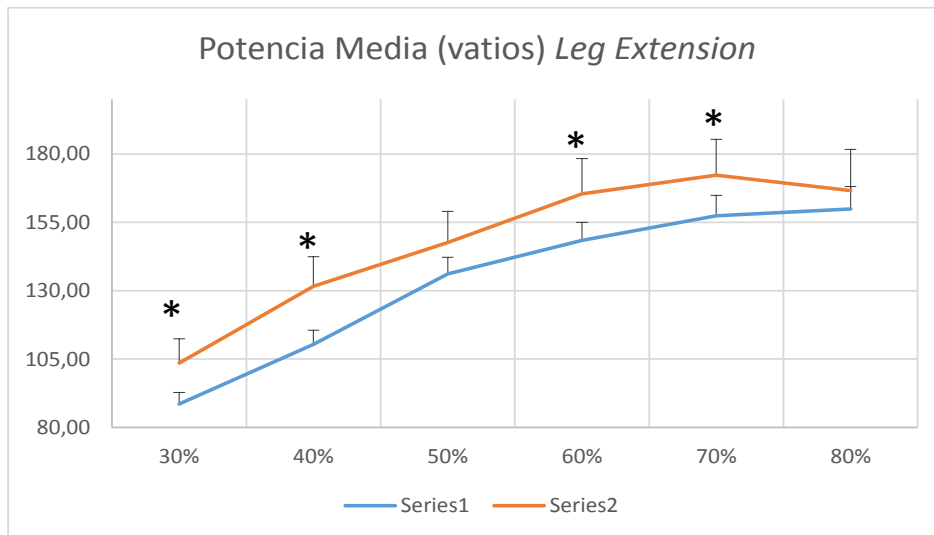


Figura 8. Gráfica de potencia media de *leg extension*, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 9, la velocidad mejoró en cada una de las cargas empleadas y hubo diferencia significativa al 30% de 1RM. Relación, a mayor carga menor velocidad.

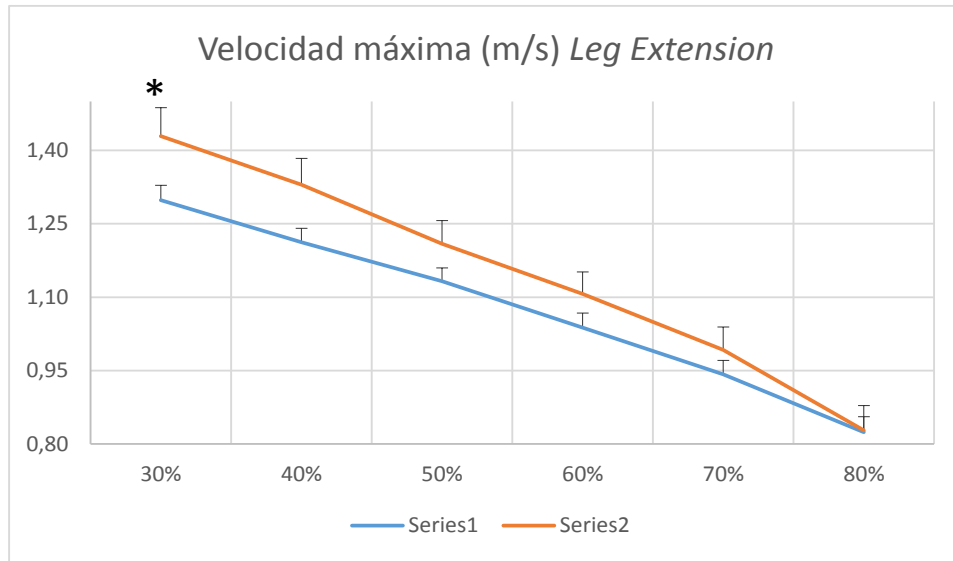


Figura 9. Gráfica de velocidad máxima de *leg extension*, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 10, la velocidad media es superior en cada una de las cargas, habiendo diferencia significativa al 40 y 50% de 1RM.

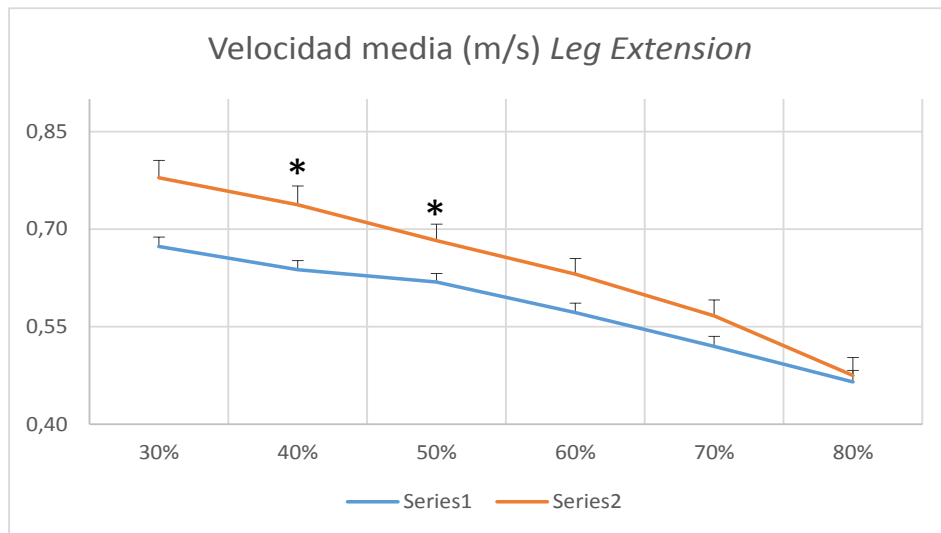


Figura 10. Gráfica de velocidad media de *leg extension*, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 11, el desplazamiento en el *Fly* Bilateral, presenta un comportamiento un poco diferente al mostrado en los otros ejercicios, aquí la evaluación inicial fue ejecutada con un rango mayor de movimiento, excepto en la carga del 80% donde la línea que señala la post-evaluación fue un tanto mayor a la de pre-evaluación, así bien no hubo diferencia significativa.

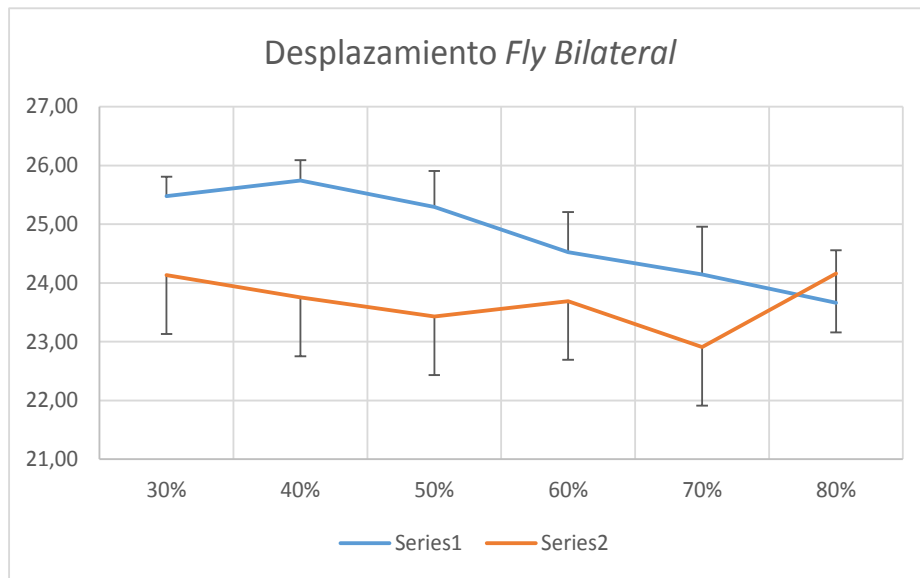


Figura 11. Gráfica de desplazamiento de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 12, la potencia máxima manifestada fue superior tras llevar a cabo el entrenamiento en cada una de las cargas, alcanzando la potencia pico post-entrenamiento al 70% de 1RM a diferencia de 50% que se alcanzó antes del entrenamiento.

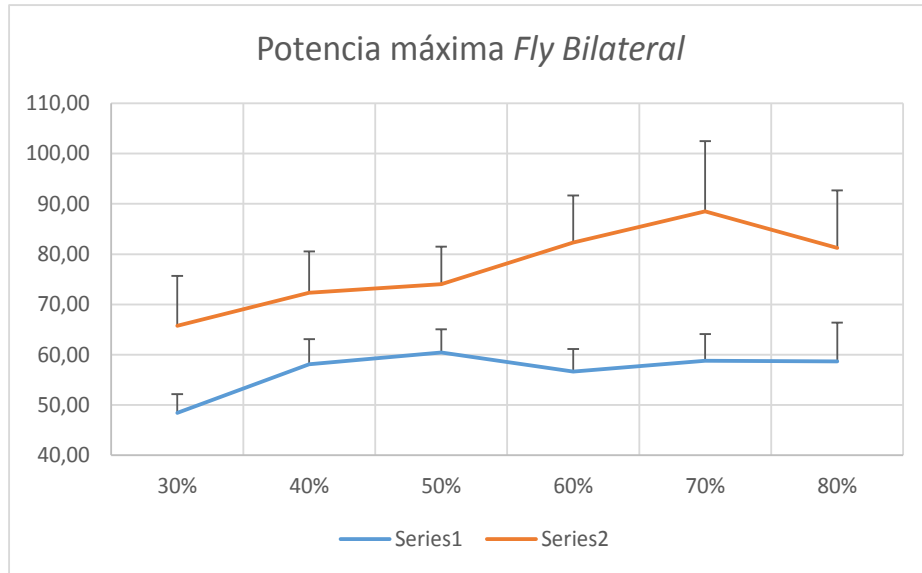


Figura 12. Gráfica de potencia máxima de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 13, en lo relativo a la potencia media manifestada en el *fly* bilateral se presentó mejora significativa en la mayoría de las cargas, en concreto en el 40, 50, 60 y 70% de 1RM.

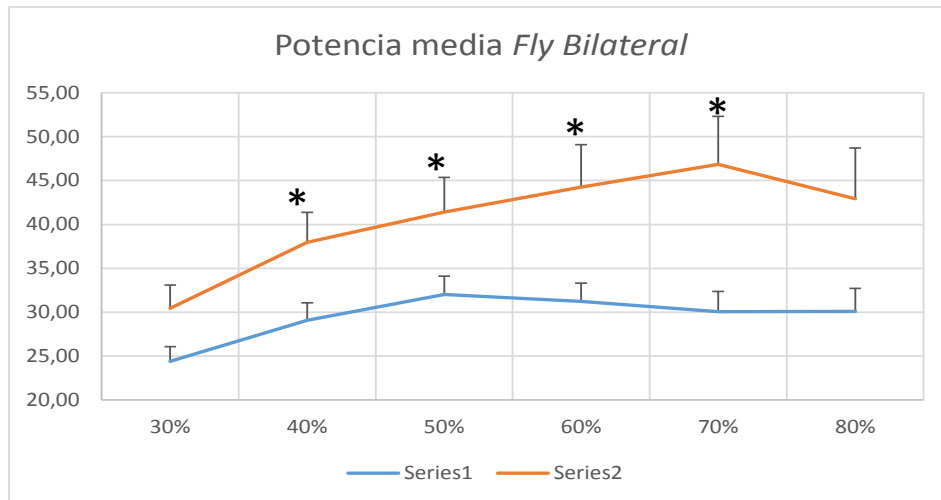


Figura 13. Gráfica de potencia media de *fly* bilateral, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 14, hubo una tendencia a la mejora en la producción de velocidad en cada una de las cargas, alcanzando su máxima expresión al 30% de 1RM, sin embargo no hubo diferencia significativa.

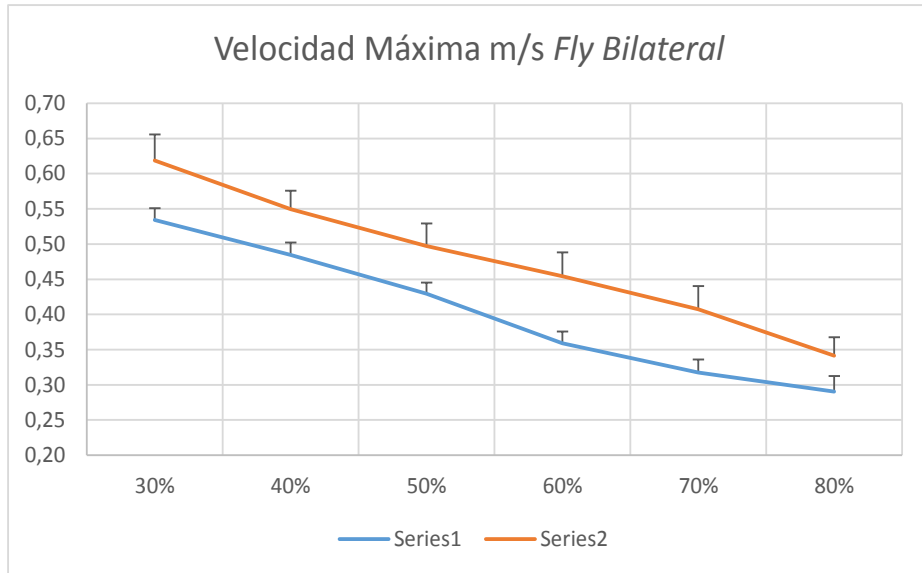


Figura 14. Gráfica de velocidad máxima de fly bilateral, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

Como podemos observar en la figura 15, hubo mejora significativa al 30% de 1RM, la mejora fue todas las cargas.

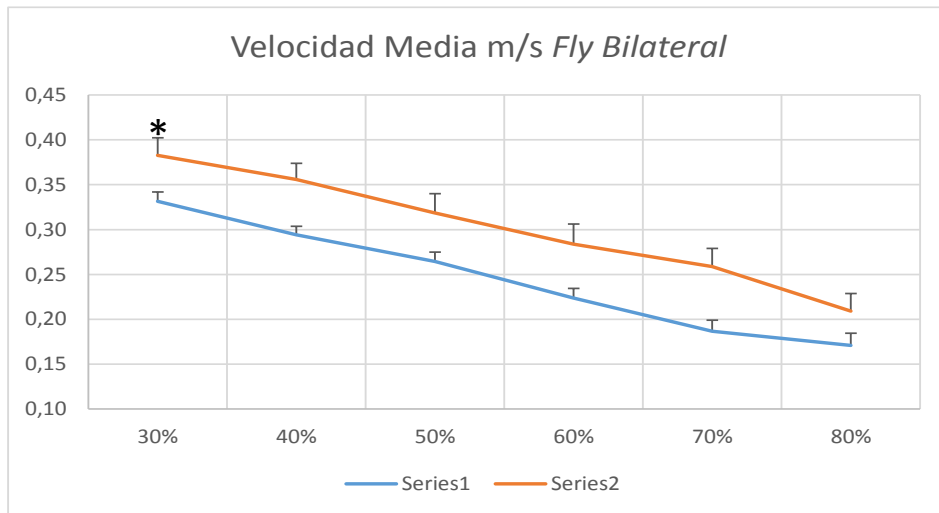


Figura 15. Gráfica de velocidad media de fly bilateral, pre y post entrenamiento.

\*- diferencia significativa      series1- pre-entrenamiento      series2- post-entrenamiento

## 8. DISCUSIÓN

En lo que nos concierne, este estudio ha servido como base para una amplia gama de investigaciones futuras, ya que en la bibliografía disponible no pudimos encontrar entrenamiento de potencia muscular con una población de supervivientes al cáncer de mama.

Encontramos que el resultado de 12 semanas de ejercicio físico con máquinas de musculación en un programa de entrenamiento convencional con pesas, muestra un incremento en el desarrollo de potencia muscular (analizando los resultados puedo señalar el porcentaje promedio que se incrementó).

Investigaciones anteriores (Pereira et al., 2012, Stephen P. Sayers et al., 2003, Orr et al., 2006) tuvieron un rango de 12 semanas de entrenamiento al igual que nuestro estudio, Pereira por ejemplo hizo un estudio en el cual ellos querían saber las consecuencias de un desentrenamiento de 6 semanas después de un entrenamiento a altas velocidades de 12 semanas, y ver si tanto la fuerza como la potencia se reducía considerablemente al dejar de entrenar. Tuvieron una muestra de 37 mujeres las cuales fueron divididas en dos grupos, uno con el que trabajaron y otro control, en nuestro estudio no distinguimos grupo control, ya que lo que aplicamos y llevamos a cabo fue un protocolo de entrenamiento previamente realizado en España y otros países del cual se obtuvieron resultados meramente positivos

La muestra de este estudio consta de 23 participantes, las cuales son todas mujeres, a diferencia de Sayers utilizaron un total de 72 participantes, dividieron el grupo en tres, el primer grupo entrenaron a altas velocidades los ejercicios, el segundo grupo trabajo a velocidades bajas y hubo un tercer grupo que fue de control, el grupo que trabajo a velocidades altas mejoró su potencia pico y máxima velocidad así como la velocidad de frenado a comparación de los dos otros grupos. Los ejercicios que se entrenaron a lo largo del programa son el *press* de banco, extensión de pierna en máquinas de musculación, dato en el cual coincidimos, del mismo modo que lo hicimos nosotros se basaron en el test de 1RM para la distribución de las cargas.

El volumen y carga del entrenamiento fue similar al estudio que hizo Pereira, donde el porcentaje de cargas fue progresivo del 40% al 75% de 1RM, las sesiones por semana fue entre 2 y 3 veces, a nuestro criterio eran 2 sesiones reglamentarias, la sesión de Pereira consta de 3 sets de 12 repeticiones, a diferencia de nuestro estudio, nosotros ondulamos las



repeticiones en 3 *sets* 12-10-12. Pereira utilizo el *press* de banco y la extensión de pierna para llevar a cabo los test de fuerza, para los test de potencia en pierna utilizo una alfombra de contacto (*Ergojump Digitime*® 1000; *Digitest, Jyvaskyla Finland*) para los test de salto vertical, para potencia en brazos utilizo una pelota medicinal de 1.5 kg (0,60 m), y para el rendimiento funcional llevé a cabo el test de 30 segundos de pararse y sentarse.

En nuestro estudio utilizamos un encoder *T-force*® para medir la potencia, Foncea (2014) utilizó un encoder rotatorio óptico (*Globus Real Power*®, *Codogne Italy*) el cual adaptó a una barra. El funcionamiento y mecanismo es igual que el realizado en nuestro estudio, progresivamente se incrementan las cargas a ciertos porcentajes de 1RM y se elige la carga donde se manifestó la mayor potencia, enfocado en la fase concéntrica lo más rápido posible y pausando la fase excéntrica. Las máquinas de musculación no coincidieron con nuestro estudio, ellos trabajaron en una máquina *Smith S3-020* tanto el pectoral como el cuádriceps.

Potencia muscular puede ser evaluada usando un dinamómetro isocinético o isoinercial. Inclusive el *test* isocinético sigue siendo uno de los métodos más populares para evaluar potencia, éste puede ser no apropiado para evaluar las actividades que realizamos diariamente (Jane, 1995).

En este estudio nos resulta complicado el comparar muestras, ya que dentro de la bibliografía (como lo mencionábamos antes) no hemos podido encontrar entrenamiento de la potencia muscular en supervivientes al cáncer de mama. Pero podemos demostrar en base a nuestros resultados que la potencia muscular si es entrenable en esta población, con las medidas y equipamiento adecuado, sin dejar de lado, que en base a investigaciones previas, donde se demuestra que la potencia muscular tiende a decaer más rápido que la fuerza muscular debido al envejecimiento, el entrenar la potencia en una etapa más temprana sin duda que retardara los efectos que conlleva el envejecimiento y por ende las personas serán más funcionales e independientes al llegar a esta etapa biológica.

La gran mejora que tuvieron las supervivientes al cáncer tras el entrenamiento de fuerza, se deduce sencillamente a que un 90% de las mujeres entrenadas, tenían una actividad física baja, pasan de un estado semi-sedentario a un estado activo y como resultado del programa era de esperarse una mejora significativa (Gibala et al, 2000).

Se demostró que tanto la fuerza máxima como la potencia se modificó al culminar las 12 semanas en un entrenamiento convencional con pesas, las participantes incrementaron su fuerza en un 10% y en relación a ello incrementaron la generación de potencia muscular. Existe una relación entre aumento de fuerza y generación de potencia, si una persona es capaz de reclutar más fibras musculares al realizar un movimiento o movilizar un peso (vencer una resistencia), inevitablemente podrá generar mayor velocidad a esa carga, lo cual se traslada a potencia.

Entonces con este estudio podemos también deducir que, entrenamiento enfocado a la potencia muscular, beneficia positivamente tanto a mujeres adultas sobrevivientes al cáncer de mama como aquellas adultas jóvenes/mayores que padecen o padecieron la enfermedad, y realizan ejercicio de manera regular, como también aquellas que son sedentarias, si se toman las medidas necesarias, como una buena evaluación de fuerza, una correcta técnica de movimiento y una correcta distribución de cargas y volumen, el entrenamiento nunca será un factor de riesgo, al contrario, improvisara una mejora en sus actividades y labores cotidianas.

## 9. CONCLUSIÓN

A la vista de los resultados de nuestro estudio podemos concluir que en mujeres supervivientes a un cáncer de mama:

1º: La potencia muscular máxima se manifiesta a diferentes porcentajes de la fuerza máxima, si bien, en general, esta potencia es máxima cuando se vence una resistencia entre el 50 y el 60% de la máxima fuerza.

2º: El entrenamiento de fuerza convencional, con el programa que hemos llevado a cabo, no parece producir mejoras en la potencia muscular máxima, a excepción de en el ejercicio de *press* de pecho.

3º: La potencia muscular media, a lo largo del rango de movimiento, se manifiesta con valores más altos superando cargas alrededor del 60% de la máxima fuerza.

4º: El entrenamiento convencional, produce mejoras más claras sobre la potencia media que sobre la potencia máxima, a excepción del ejercicio del *press* de pecho.

A modo de conclusión general, podemos decir que el entrenamiento convencional de fuerza, produce en general mejoras en la potencia media y en menor medida en la potencia pico, además de tender a manifestar mayores potencias con porcentajes de fuerza máxima más altos.

## 10. BIBLIOGRAFIA

- Adamsen, L., Midtgaard, J., et al. (2003). *Feasibility, Physical capacity, and health benefits of a multidimensional exercise program for cancer patients undergoing chemotherapy. ISupport Care Cancer.* 11: 707-716.
- Barry, B. and Carson, R. (2004). “*The consequences of resistance training for movement control in older adults,*” *Journals of Gerontology Series A*, vol. 59, no. 7, pp. 730-754.
- Bean, J., Kiely, D., La Rose, S., O’Neil, E, Goldstein, R., and Frontera, W. (2009). “*Increased velocity exercise specific to task training versus the national institute on agings strength training program: changes in limb power and mobility*”, *Journals of Gerontology Series A*, vol. 64, no. 9, pp. 983-991.
- Bean, J., Herman, S., Kiely, D., et al. (2004). *Increased velocity exercise specific to task (invest) training: a pilot study exploring effects on leg power, balance, and mobility in community-dwelling older women.* *J Am Geriatr Soc*; 52: 799-804.
- Bean, J., Kiely, D., Herman, S., et al. (2002). *The relationship between leg power and physical performance in mobility- limited older people.* *J Am Geriatr Soc*; 50: 461-467.
- Bean, J., Kiely, D., La Rose, S., Goldstein, R., Frontera, W., Leveille, S. (2010). *Are changes in leg power responsible for clinically meaningful improvements in mobility in older adults?* *J Am Geriatr Soc*; 58: 2363- 2368 [PubMed: 21143443].
- Bickel, C., Cross, J., Bamman, M. (2011). *Exercise dosing to rein resistance training adaptations in young older adults.* *Med. Sci. Sports Excerc.* 43, 1177-1187.
- Bosco, C. y Komi, P. V. (1980). *Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles.* *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*; 45: 209-219.
- Brooke- Wavell, K., Athersmith, L., Jones, P., Masud, T. (1998). *Brisk walking and postural stability: a cross- sectional study in postmenopausal women.* *Gerontology.*; 44: 288-292.
- Burnham, T., Wilcox, A. (2002). *Effects of exercise on psychological variables in cancer survivors.* *Official journal of the American College of sports Medicine.* 1863-67.

- Cerani, J. (1993). *Las cualidades físicas y sus etapas sensibles: la fuerza*, Sport y Medicina; (19): 15-18.
- Chu, D. (1993). *Ejercicios polimétricos*. Barcelona: Paidotribo. Pp. 9-15.
- Corbin, C. (1987). *Youth fitness, exercise and health. There is much to be done*. Research Quarterly for Exercise and Sport; 4(58): 308-14.
- Courneya, K., Segal, R., Gelmon, K., Reid, R., Mackey, J., Friedenreich, C., et al. (2008). *Predictors of supervised exercise adherence during breast cancer chemotherapy*. Med Sci Sports Exerc; 40: 1180-7.
- Courneya, K., Mackey, J. (2003). *Randomized controlled trial of exercise training in postmenopausal breast cancer survivors: physical fitness and quality of life outcomes*. Journal of clinical oncology. May. V. 21, N9, 1660-68.
- Cuoco, A., Callahan, D., Sayers, S., Frontera, W., Bean, J., Fielding, R. (2004). *Impact of muscle power and force on gait speed in disabled older men and women*. J Gerontol Biol Sci Med Sci; 59A: 1200-1206.
- De Vos, N., Singh, N., Ross, D., Stavrinou, T., Orr, R., Fiatarone-Singh, M. (2005). *Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults*. J Gerontol. 60; 638-647.
- De Vos, N., Singh, N., Ross, D., Stavrinou T., Orr, R. and Fiatarone- Singh, M. (2008). *“Effect of power-training intensity on the contribution of force and velocity to peak power in older adults”*. Journal of Aging and Physical Activity, vol. 16, no. 4, pp. 393-407.
- Devis, J., Peiro, C., Dossier. (1993). *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; 4: 71-86.
- Fiatarone, M., Marks, E., Ryan, N., Meredith, C., Lipsitz, L., Evans, W. (1990). *High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle*. JAMA, 263: 3029-3034.
- Fielding, R., LeBrasseur, N., Cuoco, A., Bean, J., Mizer, K., and Fiatarone-Singh M. (2002). *“High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women”* Journal of the American Geriatrics Society, vol. 50, no. 4, pp. 655-662.
- Fieo, R., Watson, R., Deary, I., Starr, J. (2010). *A revised activities of daily living/instrumental activities of daily living instrument increases interpretive power: theoretical application for functional task exercise*. Gerontology 56, 483-490.
- Foldvari, M., Clarck, M., Laviolette, L., Bernstein, M., Kaliton, D., Castaneda, C., Pu, C., Hausdorff, J., Fielding, R., Singh M. (2000). *Association of muscle power with functional*

*status in community-dwelling elderly women.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci; 55: M192-M199. [PubMed: 10811148].

Garhammer J. (1993). *A review of power output studies of Olympic and powerlifting: methodology, performance prediction and evaluation test.* Journal of strength and conditioning research.

Generelo, E., Tierz, O. (1994). *Cualidades físicas (fuerza, velocidad, agilidad y calentamiento).* Zaragoza: Imagen y Deporte. Pp. 19-20.

Gibala, M., Interisano, A., Tarnopolsky, M., Roy, B., MacDonald, J., Yarashaki, K., MacDougall, D. (2000). *Canadian journal of Physiology and Pharmacology.* 78. 656-661.

González, J. y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo.* Barcelona: Inde. P. 51.

Grahn Kronhed, A., Moller, C., Olsson, B., Moller, M. (2001). *The effects of short term balance training on community-dwelling older adults.* J aging Phys Act; 9: 19-31.

Gutierrez, M., Paidal, P. (1991). *Efecto de la precontracción muscular sobre el tiempo de impulso y altura alcanzada por corredores en salto vertical.* Archivos de Medicina de Deporte; 29 (8): 23-27

Harre, D. y Hautmann, M. (1994). *La capacidad de la fuerza y su entrenamiento.* Revista de Entrenamiento Deportivo; 1 (8): 32-38.

Hauptmann, M. y Harre, D. (1987). *El entrenamiento de la fuerza máxima.* Revista de Entrenamiento Deportivo; 2 (1): 11-18.

Hegedus, J. (1975). *Teoria general y especial del entrenamiento deportivo.* Buenos Aires: Stadium,. Pp. 105-107.

Henwood, T. and Taaffe, D. (2005). *“Improved physical performance in older adults undertaking a short-term programme of high-velocity resistance training,”* Gerontology, vol. 51, no. 2, pp. 108-115.

Hu, M. y Woollacott, M. (1994). *Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance.* L Gerontol A Bio Sci Med Sci.; 49: M52-M61.

Instituto Nacional del Cancer. (2015). *¿Que es el cancer?.* APA style. Recuperado de: <http://www.cancer.gov/espanol/cancer/que-es>

Irwin, M., George, S., Matthews, C. (September 2010). *Physical Activity and Breast Cancer: Prevention, Survival, and Mechanisms.*

- Jane, J. (1995). *Iso-inertial measurement of muscular strength: an assessment alternative*. Proceedings of International Symposium on Biomechanics in Sports: Ontario. p, 330-335
- Kirsch, L. (1993). *Entrenamiento isométrico. Ejercicio para desarrollar la fuerza muscular y relajarse*. Barcelona: Paidotribo. Pp. 14-15.
- Knuttgen, H. and Kraemer W. (1987). *Terminology and measurement in exercise performance*. Journal of Applied Sport Science Research. 1. Pp 1-10.
- Kolden, G., Strauman, T. et al. (2002). *A pilot study of group exercise training (GET) for women with primary breast cancer: feasibility and health benefits*. Psycho-Oncology. 11: 447-456.
- Kuznetsov, V. (1989). *Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel*. Buenos Aires: Stadium. Pp. 11-13.
- Macchi, G. (1993). *Respuesta cardiovascular a la contracción isométrica*. Sport y medicina; 24: 21-23.
- Martin, F. y Alonso M. (1987). *Utilidad de los distintos sistemas de entrenamiento de potencia muscular*. Archivos de medicina del Deporte; 13; (4): 37-44.
- Mathews, A., Ridgeway, V., et al. (2002). *Predicting worry following a diagnosis of breast cancer*. Psychooncology. V. 11, 415-418.
- Metter, E., Conwit, R., Tobin, J., Fozard, J. (2000). *Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men*. J Gerontol Bio Sci; 55 A: M192-M199.
- Miszko, T., Cress, M., Slade, J., Covey, C., Agrawal, S., and Daoerr C. (2006). *“Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults”* Journals of Gerontology Series A, vol. 61, no. 1, pp. 78-85.
- Morag y Farquhar. (1995). *Definitions of quality of life: a taxonomy*. Jour of adv nursing. V.22, N.3, 502-508.
- Morales, J., Aguera, J., Vivo, J. y Miró F. (1990). *Modificaciones por el entrenamiento de los tipos de fibras II (Lia Lib) en el musculo de la rata*. Archivos de Medicina del Deporte; 26 (7): 127-132.
- Moros, M., Mercedes, R., Ana C., Enrique S., Víctor M., Alejandro T. (s/f) *Ejercicio físico en mujeres con cáncer de mama*.
- Navarro F. (1987). *La fuerza*. Apuntes Educación Física; 7-8: 20-25.
- Nogueira, W, Gentil, P., Mello, S., Oliveira, R., Bezerra, A., Bottaro, M. (2009). *Effects of power training on muscle thickness of older men*. Int J Sports Med; 30:200-204 [PubMed:19199198]

- Orr, R., De Vos, N., Singh, N., Ross, D., Stavrinou, T., and Fiatarone-Singh, M. (2006). "Power training improves balance in healthy older adults" *Journals of Gerontology Series A*, vol. 61, no. 1, pp. 78- 85.
- Ortega, G. y Cánovas C. (2012). *Recomendaciones dietéticas, actividad física y medio ambiente para las y los supervivientes de Cáncer de Mama*. 1ra. Edición. PEHSU-Murcia, Murcia.
- Ozolin, N. (1983). *Sistema contemporáneo de entrenamiento deportivo*. La Habana: Científico-Médica. Pp. 78-95.
- Petrella, J., Kim, J., Tuggle, S., Hall, S., and Bamman M. (2005). "age differences in knee extension power, contractile velocity, and fatigability" *Journal of Applied Physiology*, vol. 98, no. 1, pp. 211-220.
- Pinto B. y Clark M. (2003). *Psychological and fitness changes associated with exercise participation among women with breast cancer*. *Psycho-Oncology*. 12: 118-126.
- Porock, D. y Kristjanson, L. (2000). *An exercise intervention for advanced cancer patients experiencing fatigue: a pilot study*. *Journal Palliative care*, V. 16, N. 3, 30-36.
- Reid, K., Callahan, D., Carabello, R., Phillips, E., Frontera, W., Fielding, R. (2008). *Lower extremity power training in elderly subjects with mobility limitations: a randomized controlled trial*. *Aging Clin Exo Res*; 20: 337-343. [PubMed: 18852547].
- Reid, K., Fielding, R. (2012). *Skeletal muscle power; a critical determinant of physical functioning in older adults*. *Excerc Sport Sci Rev*. 40: 4-12.
- Sayers, S., Bean, J., Cuoco, A., LeBrasseur, N., Jette, A., Fielding, R. (2003). *Changes in function and disability after resistance training: does velocity matter? A pilot study*. *Am J Phys Med Rehabil*; 82: 605-613.
- Schlicht, J., Camaione, D., Owen, S. (2001). *Effects of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults*. *JGerontol Med Sci*; 56A: M281-M286.
- Secretaría de Prevención y Promoción de la Salud. (2013). *Los cinco tipo de cáncer que mas afectan a los mexicanos*. APA style: *Referencia Electronica*. Recuperado de: <http://www.spss.gob.mx/noticias/1445-5-tipos-cancer-mas-afectan-mexicanos.html>
- Segal, R. y Evans, W. (Feb 2001). *Structured exercise improves physical functioning in women with stages I and II breast cancer: Results of a randomized controlled trial*: *Journal of Clinical Oncology*. v. 19, N3, 657-665.
- Serdá Ferrer, B. (2004). *Cáncer de mama y ejercicio físico*.



- Shumway-Cook, A., Gruber, W., Baldwin, M., Liao, S. (1997). *The effects of multidimensional exercise on balance, mobility, and fall risk in community- dwelling older adults*. Phys Ther; 77: 46-57.
- Vittori, C. (1990). *El entrenamiento de la fuerza para el sprint*. Revista de Entrenamiento Deportivo; 3 (4): 2-8.
- Weineck, J. (1988). *Entrenamiento óptimo*. Barcelona: Hispano Europea.
- Wolf, S., Barnhart, H., Kutner, N., McNeely, E., Coogler, C., Xu, T. (1996). *Reducing frailty and falls in older persons: an investigation of tai chi and computerized balance training*. Atlanta FICSIT Group. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques*. J Am Geriatr Soc; 44: 489-497.