



universidad
de león

Máster en Innovación e Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Efectos del entrenamiento resistido y del desentrenamiento sobre la fuerza muscular en
mujeres sobrevivientes al cáncer de mama

Effects of resistance training and detraining on muscle strength in breast cancer women su
rvivors

Trabajo de Fin de Máster

Que presenta para acreditar el grado Alumno:

Néstor Antonio Camberos Castañeda

Tutor: José Antonio de Paz Fernández

Septiembre de 2016

León, España

ÍNDICE

Índice	1
Índice de tablas y figuras	2
Índice de abreviaturas	3
Resumen	4
Palabras claves	4
Abstract	5
Key words	5
1. Antecedentes	6
1.1 Cáncer de mama	6
1.2 Consecuencias en supervivientes	7
1.3 Ejercicio de Fuerza	8
1.4 Determinantes de la Fuerza	10
1.5 Fuerza y relación con la salud	11
1.6 Fuerza y cáncer de mama	12
2. Objetivo	15
3. Metodología	16
3.1 Muestra	16
3.2 Protocolo de pruebas	16
3.3 programa de entrenamiento	17
3.4 Metodología estadística	19
4. Resultados	20
5. Discusión	21
6. Conclusiones	23
7. Bibliografía	24
	1

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Ejercicio de extensión de pierna (<i>leg extension</i>)	17
Figura 2. Ejercicio de prensa de pecho	18
Figura 3. Comportamiento de la carga durante las 12 semanas de entrenamiento	18
Tabla 1. Valores de fuerza máxima antes, después del entrenamiento y después de 6 semanas de descanso	20
Tabla 2. Valores delta de la fuerza máxima producto del entrenamiento y desentrenamiento	20

Índice de abreviaturas

1RM -- 1 repetición máxima

P -- Significación estadística

PB – Prensa de banco

EP – Extensión de pierna

Pre – Antes del entrenamiento

Post – después del entrenamiento

Desent -- Desentrenamiento

Resumen

Las personas sobrevivientes al cáncer de mama padecen efectos adversos sobre la fuerza y su funcionalidad producto de los diversos tratamientos a que son sometidos en el proceso de curación de la enfermedad.

Objetivo: Determinar la influencia del entrenamiento con resistencias en los niveles de fuerza en miembros superiores e inferiores de mujeres supervivientes al cáncer de mama, así como los efectos en el desentrenamiento de la fuerza muscular, producidos después de un periodo de descanso.

Metodología: Se evaluó la fuerza máxima a 31 mujeres mastectomizadas sobrevivientes al cáncer de mama con una edad media de 56.9 ± 9.7 años, mediante la prueba de 1RM en máquina de prensa de pecho y extensión de piernas, la evaluación se aplicó en tres tiempos, antes del entrenamiento, al terminar el entrenamiento de 24 sesiones y después de un periodo de descanso de 6 semanas.

Resultados: Se obtuvieron mejoras en la fuerza de ambos miembros superiores e inferiores en 17.98% y 12.31% respectivamente, en el desentrenamiento se tuvieron disminución de 7.14% para miembros superiores y de 3.82% para los miembros inferiores.

Conclusiones: Entrenar con resistencias del 40 al 70 % de 1RM permite ganancias significativas en la fuerza muscular y permite su mantenimiento por un tiempo razonablemente prolongado.

Palabras claves: Cáncer de mama, fuerza máxima, desentrenamiento, fuerza muscular

ABSTRACT

Surviving breast cancer people suffer adverse effects on strength and functionality due to some treatments to which they are subjected in the process of curing the disease.

Objective. To determine the influence of resistance training on strength levels in upper and lower limbs of breast cancer survivors women and detraining effects on muscle strength, produced after a period of rest.

Methodology: The maximum strength was evaluated to 31 mastectomized breast cancer survivors women with a mean age of 56.9 ± 9.7 years, by testing 1RM machine chest press and leg extension, evaluation was applied in three different times, before training, at the end of training 24 sessions and after a rest period of 6 weeks.

Outcomes: Improvements in the strength of both upper and lower limbs in 17.98 % and 12.31% were obtained respectively in the detraining decreased 7.14 % for upper limbs and 3.82 % for the lower limbs were taken

Conclusions: Training with resistance from 40 to 70 % of 1RM allows significant gains in muscle strength and allows maintenance for a reasonably long time

Key words: Breast cancer, Maximum strength, Detraining, Muscular strength.

1. ANTECEDENTES

1.1 Cáncer de mama

A escala mundial, entre las mujeres el cáncer de mama es el más común (A.C.S. 2012). Según la organización mundial de la salud anualmente se registran 1,380,000 casos nuevos de este padecimiento ocasionando alrededor de 458 mil fallecimientos por el mismo.

En Latinoamérica y el Caribe las cifras de incidencia y mortalidad se mantienen en la cima de la estadística para todos los tipos de cáncer entre las personas del sexo femenino. (Globocan, 2015). En México las cifras respecto del cáncer de mama indican que es la mayor causa de morbilidad hospitalaria en el 2013 entre las mujeres mayores de 20 años. En el año 2014 se presentó la incidencia más alta del cáncer de mama en el sexo femenino alcanzando 28.75 casos por cada 100 mil mujeres de 20 o más años, siendo en el grupo etario de 60-64 años donde se concentra la mayoría de los casos nuevos ocurriendo 68 casos por cada 100 mil mujeres (INEGI, 2015).

En las últimas décadas el número de defunciones por cáncer de mama ha disminuido considerablemente siendo evidente ese decremento en los países más desarrollados, contrariamente en los países de bajos recursos económicos no se aprecia el mismo efecto reductivo en la mortalidad ya que el diagnóstico es realizado ya en fases avanzadas de la enfermedad, no se dispone de servicios sanitarios oportunos y hay una escasa aplicación en la detección precoz del padecimiento (OMS 2015).

Si bien es cierto que debido a las constantes mejoras en los protocolos de cribado, diagnóstico temprano y desarrollo de investigaciones que han redundado en mejores tratamientos y en decremento en la tasa de mortalidad a nivel mundial y local (Jemal A & cols, 2010), (Siegel & cols, 2012) y han contribuido también a mejorar la tasa relativa de supervivencia de 5 años por encima del 80% (Cáncer Research UK, 2011), (Coleman MP, 2008), pero a pesar de todo las personas sobrevivientes al cáncer de mama padecen efectos adversos producto de los diversos tratamientos a que son sometidos en el proceso de curación de la enfermedad.

Muchos son los factores relacionados con la aparición del cáncer de mama, aunque no hay la certeza atribuible a ningún factor en particular como origen del padecimiento. Hay factores relativos al cáncer de mama que no se pueden controlar como el sexo, el envejecimiento, antecedentes familiares y personales, la raza, alteraciones de las células mamarias, el embarazo y lactancia, exposición prolongada a los estrógenos,

aparición precoz de la menarquía y presentación de la menopausia a una edad muy avanzada, haber recibido administración del fármaco dietilestilbestrol, la exposición a terapias de radiación a edades tempranas puede aumentar significativamente el riesgo de desarrollo del cáncer de mama.

Entre los factores de riesgo controlables o modificables se encuentran el peso corporal, al aumentar el tejido graso se incrementan los niveles de estrógenos, la alimentación es presumiblemente determinante en el cáncer de mama así como también los niveles elevados de estrés y ansiedad de las personas, el consumo de tabaco y alcohol son factores relacionados a la aparición del cáncer de mama (Sociedad Americana del Cáncer, 2016).

1.2 Consecuencias en supervivientes

El cáncer de mama ocasiona muchos impedimentos funcionales en el brazo y hombro del lado de la mama que pasa por una cirugía, desde la lumpectomía a la disección de ganglios axilares que limitan las actividades cotidianas por la reducción del movimiento del brazo afectado, el dolor y la disminución de la fuerza muscular. Siendo evidente que el dolor y la reducción en el rango de movimiento son los impedimentos post tratamiento más comunes (Hidding JT, 2014).

Algunos de los efectos son fatiga, debilidad, pérdida de flexibilidad y elasticidad, dolor en el brazo y en la parte superior del cuerpo, limitaciones en la movilidad del hombro, alteraciones en la composición corporal y pérdida de masa muscular (Hayes SC & cols, 2011), (Hayes SC & cols, 2012) conduciendo todos estos factores a que la persona tenga limitaciones para realizar sus actividades cotidianas tanto instrumentales como laborales, sociales, de entretenimiento y deportivas (Tsai RJ & cols, 2009).

Los impedimentos o limitaciones consecuencia del tratamiento del cáncer de mama pueden estar presentes años después, propiciando una situación incapacitante en las personas por las restricciones de movilidad en la extremidad superior afectada por la cirugía y la disminución de fuerza (Schmitz & cols, 2010), además la creencia errónea de que las afectaciones como la fatiga y las limitaciones de movimiento desaparecerán con solo transcurrir el tiempo y la no aceptación de los beneficios de la intervención de actividad física acentúan el grado o gravedad de las limitaciones físicas disminuyendo las posibilidades de recuperar su funcionalidad anterior al tratamiento (Cheville AL & Tchou J, 2007).

Otros numerosos efectos secundarios asociados a los tratamientos contra el cáncer afectan a las sobrevivientes por el resto de sus vidas (Mayer, 2013), más del 66% de las sobrevivientes presenta alta comorbilidad, entre las más comunes esta la hipertensión, trastornos respiratorios, cardiovasculares, diabetes, obesidad, hipotiroidismo con una incidencia creciente entre las mujeres postmenopáusicas (Kumar & cols, 2012). Además pueden desarrollar el linfedema y neuropatía periférica inducida por quimioterapia (Tofthagen, 2010; Fu & Rosedale, 2009; Rosedale & Fu, 2010; Levangie & cols, 2010).

En el aspecto psicológico los trastornos que sufre una mujer ante el cáncer de mama son con frecuencia ansiedad, insomnio, subvaluación personal, vergüenza (Borbón y Beato, 2002), las sobrevivientes al cáncer de mama desarrollan altos niveles de depresión y ansiedad tanto como un afrontamiento negativo al padecimiento (Zhao & cols, 2011).

Las pacientes que son mastectomizadas experimentan serias afectaciones al autoconcepto e identidad así como distorsión de su imagen corporal aunado a una incapacidad de realizar compromisos sociales. El tipo de cirugía, la posible reconstrucción, los cambios en la imagen corporal, los efectos físicos o psicológicos afectados tienen mucha influencia en la actitud de afrontamiento hacia la enfermedad (Stanton & cols, 2002).

1.3 EJERCICIO DE FUERZA

A diario las personas necesitan moverse, realizar desde tareas simples hasta las más complejas, desde que nace el ser humano se mueve, el movimiento es parte fundamental de su desarrollo y es necesario durante cada etapa de su vida, la generación de fuerza da a las personas su dinamismo vital.

Existen variadas definiciones de fuerza.

Para Boeck-Behrens & Buskies (2005) la fuerza es “la capacidad del sistema neuromuscular para superar obstáculos de forma concéntrica y dinámica, contrarrestarlos de forma excéntrica y dinámica o sostenerlos de forma estática o isométrica”

Según Ehlenz, H. Gosser, M & Zimmerman, E (2010) “es la capacidad del organismo de movilizar o inmovilizar una resistencia mediante la actividad muscular”

Para Kuznetsov(1989) “ es la capacidad de vencer u oponerse ante una resistencia externa mediante la tensión muscular”.

Fuerza máxima

Es la fuerza más alta que puede desarrollar el sistema neuromuscular en una contracción máxima espontanea (Boeck-Behrens & Buskies, 2005).

Para Ehlenz & cols (1990) es la máxima expresión en la cantidad de fuerza que una persona puede lograr desarrollar.

Se distinguen dos tipos de fuerza máxima

Dinámica

Es la fuerza que al contraerse las fibras además de la tensión hay una variación en todos los elementos contráctiles ocasionando una diferencia en la longitud de la estructura muscular ya sea un acortamiento o tensión en alargamiento (Kuznetsov. 1989) denominándose contracción concéntrica y contracción excéntrica respectivamente.

Estática o isométrica

Se produce como resultado de una acción que genera incremento de la tensión en las fibras musculares sin afectar la longitud en toda la estructura muscular, no hay acortamiento ni elongación de las fibras debido al equilibrio entre la resistencia externa y la tensión generada por el musculo (knutten & Kreamer, 1987).

1.4 Determinantes de la fuerza

Generalmente la fuerza cualidad necesaria para el desempeño de cualquier actividad es el resultado de un proceso funcional que permite que la contracción muscular pueda oponerse a una resistencia ya sea vencéndola o resistiéndola.

Esta generación y mantenimiento de la fuerza está en relación a factores determinantes los cuales pueden ser estructurales musculares y neuronales como, la activación cortical, la frecuencia de estimulación motora, la sincronización en la activación de las fibras motoras determinantes en el desarrollo de la fuerza, grado de coordinación muscular agonista-antagonista (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006).

En la producción de fuerza hay varios aspectos del componente neural que son de mucha importancia como son la rapidez con que se activan las células motoras, la cantidad de unidades motoras y su grado de sincronización al intervenir en el movimiento además de la importancia del grado de coordinación de la activación neural de los grupos musculares que intervienen en el gesto motor como son los músculos agonistas, antagonistas y sinergistas (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006).

Existen factores estructurales que también marcan la pauta en la generación de la fuerza, como la fuerza que una fibra muscular puede realizar, la longitud de las fibras, el número de miofibrillas y sarcómeros colocadas paralelamente a lo largo de una sección transversal con posibilidades de ser activados, numero de puentes cruzados de miosina conectándose con los filamentos de actina (López Chicharro & Fernández Vaquero, 2006).

En el desarrollo de la fuerza es determinante el tipo de fibra contráctil y como se distribuyen las fibras musculares, que se denominan fibras blancas o de contracción rápida Fast-twitch (FT) y las fibras rojas o de contracción lenta Slow-Twitch (ST). La relación o grado de participación de cada tipo de fibra está determinado por la genética individual, esta proporción no se ve alterada por el entrenamiento, no así la participación del número de fibras lentas y rápidas en la contracción muscular (Boeck-Behrens & Buskins, 2005).

Parte importante en el funcionamiento muscular le corresponde al sistema neuroendocrino ya que las glándulas endocrinas a través de la liberación al torrente sanguíneo de hormonas que tienen efectos anabolizantes que modulan el funcionamiento de las fibras musculares a nivel metabólico y celular; durante los entrenamientos de fuerza hay un incremento de ciertas hormonas anabólicas debido a un aumento en su demanda por las células musculares. Así como también se ha detectado que cuando hay mejoras en la producción de fuerza en la actividad física de carácter crónico hay un incremento de las tasas basales de hormonas anabólicas y una disminución en la generación de fuerza en los periodos de mayor edad (Gonzalez & Gorostiaga, 1995).

Los aspectos metabólicos también juegan un papel decisivo en los desempeños musculares relativos a la generación de fuerza, a través del metabolismo no oxidativo y oxidativo se genera la energía química necesaria para la contracción muscular.

1.5 Fuerza y relación con la salud

Los estilos de vida actuales con hábitos alimenticios inadecuados y altos niveles de sedentarismo aunados al decremento en las capacidades físicas por aumento en la edad. Concretamente la fuerza con todos los beneficios que su entrenamiento aporta al organismo, según lo demuestran varias publicaciones, debe ser un elemento importante a considerar cuando se piensa en programas de actividad física enfocados a la salud y la prevención

Son varios los efectos positivos que el ejercicio de fuerza produce sobre el organismo: mejora el aparato locomotor generando mayor capacidad de trabajo al sistema osteoarticular, proporciona mejora a la tensión arterial, ejerce control sobre la respuesta de la frecuencia cardiaca, sobre todo cuando el ejercicio de fuerza es realizado a intensidad moderada (DeGroot et al, 1998).

Disminución de los factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares (Smutok et al, 1993), control del perfil lipídico, tolerancia a la glucosa, diabetes mellitus, metabolismo basal, mejora la condición física de las personas diabéticas, el equilibrio y la fuerza muscular, la densidad mineral ósea, previene el cáncer de colon y la osteoporosis, optimiza en general el rendimiento físico, disminuye el riesgo de lesiones y desgaste producto de las actividades cotidianas.

El entrenamiento de la fuerza brinda una compensación a los efectos del envejecimiento propiciando una mejor autonomía funcional a mayor edad de las personas.

Brinda la posibilidad de pasar por periodos de recuperación más cortos en el caso de lesiones del aparato locomotor, ayuda a contrarrestar el deterioro funcional producto de padecimientos crónicos o de reciente afección (Boeck-Behrens & Buskins, 2005).

1.6 Fuerza y cáncer de mama

El entrenamiento mediante el ejercicio físico es muy recomendable en la preservación de la masa musculo esquelética y de la funcionalidad de las mujeres adultas y su utilidad en la recuperación de la pérdida funcional y mantenimiento de la densidad mineral y densidad muscular consecuencia de los tratamientos al cáncer de mama, ha sido reconocida últimamente (Saarto t. et al, 2012). Los efectos del entrenamiento con resistencias van directamente a estimular los sistemas muscular y esquelético, siendo determinantes para revertir los efectos negativos del tratamiento sobre huesos y músculos (Winter-Stone et al, 2015).

El ejercicio físico favorece el funcionamiento orgánico, mejora muchos procesos biológicos, como el gasto energético eficiente, óptimo funcionamiento hormonal, resistencia a la insulina y en el caso de las pacientes con cáncer de mama, el ejercicio físico ayuda a la reducción de la fatiga crónica, la calidad de vida se ve mejorada (Mishra & cols, 2012), (Mishra, Snyder & cols, y col 2012) y tiene aspectos beneficiosos sobre muchos de los efectos secundarios derivados de los tratamientos contra el cáncer.

El efecto terapéutico no farmacológico que el ejercicio físico proporciona a los pacientes con cáncer está sobradamente reconocido, (Mishra & cols, 2012). Cada vez se fortalece la evidencia científica de que al producir un incremento en la actividad física supervisada en pacientes con cáncer de mama se obtienen beneficios en los aspectos psicológicos y físicos (Szmek & Richards, 2011).

Recientes trabajos muestran que al realizar entrenamiento de fuerza con pesas se mejoran la fuerza muscular de las extremidades contribuyendo a elevar la condición de los componentes físicos relativos a la calidad de vida de las personas con cáncer de mama (Kwan MI, 2011).

El efecto terapéutico del ejercicio en el desempeño físico de pacientes con cáncer de mama ha sido demostrado en muchos estudios, tanto el ejercicio aeróbico como el de fuerza pueden mejorar o cuando menos estabilizar el desempeño físico de las personas durante el tratamiento médico más común en el cáncer de mama que suelen ser la quimioterapia y la radioterapia (Courneya & cols, 2007; Hwang & cols, 2008). Durante el

tratamiento activo el efecto secundario más común es la fatiga relacionada al cáncer (Stone & cols, 2000). Campbell & cols, 2005; Milne & cols, 2008 y Mutrie & cols, 2007 evaluaron el efecto del entrenamiento de fuerza sobre la fatiga en pacientes con cáncer de mama durante el tratamiento activo encontrando diferencias significativas a favor del entrenamiento de fuerza.

En un estudio sobre la influencia del entrenamiento con pesas en la salud ósea en supervivientes al cáncer de mama realizado por Winter–Stone y colaboradores en 2014, se aplicó un programa de entrenamiento de fuerza a 128 mujeres con edad promedio de 55 años, se estableció un grupo control de 130 mujeres dentro del cual en los niveles de densidad mineral ósea 8 mujeres pasaron del nivel normal al nivel de osteopenia. Se obtuvo una diferencia significativa ($p= 0.03$) respecto del grupo de entrenamiento y el control, los niveles de densidad mineral ósea de las participantes del grupo experimental permanecieron igual que al inicio de la intervención.

En una revisión sistemática y metaanálisis de Cheema B. y colaboradores en 2014, sobre la eficacia y seguridad del entrenamiento progresivo con resistencias a pacientes con cáncer de mama se revisaron 15 estudios en los cuales se prescribió ejercicio progresivo con pesas para la parte superior del cuerpo, de dos a tres veces por semana, solo dos estudios no ejercitaron las extremidades inferiores, otros estudios prescribieron una rutina dividida cuatro veces a la semana, cinco días de baja intensidad, o siete sesiones a la semana. Los ejercicios para la parte superior fueron iniciados a una intensidad baja y su progresión se aplicó en base al grado de tolerancia de las participantes en la mayoría de los estudios, cuatro estudios aplicaron ejercicios para la parte superior con una intensidad del 65 al 75 % de 1RM, la prescripción de los ejercicios para las extremidades inferiores fue acorde a los principios de entrenamiento establecidos para los adultos saludables. Todos los estudios ajustaron los incrementos progresivos de las cargas de acuerdo a las adaptaciones de fuerza de las participantes. Nueve de los estudios compararon grupo de entrenamiento contra grupo de control. En la duración de los estudios hubo seis con duración de 8 a 17 semanas, seis tuvieron vigencia de 52 semanas o más y tres duraron 26 semanas. En la prescripción del ejercicio se utilizaron máquinas y pesos libres, dos estudios solo utilizaron bandas de resistencia. Los resultados mostraron que el entrenamiento progresivo con resistencias proporciona mejoras significativas en la fuerza muscular de las extremidades inferiores así como de la parte superior del cuerpo.

Battaglini CL y colaboradores reportan en su revisión de ejercicio y cáncer de mama en 2014, los efectos del entrenamiento con resistencias sobre la fuerza en extremidades inferiores y parte superior del cuerpo en mujeres supervivientes al cáncer de mama, varios estudios donde se registraron incrementos significativos en la fuerza de las extremidades superiores y tronco de (+ 5.31 kg, $p= 0.05$), también incrementos en la fuerza

de extremidades inferiores tanto en el grupo experimental ($p= 0.25$) como en el grupo control ($p= 0.008$), con un incremento mayor en el grupo experimental de + 17.82 kg contra un incremento en el grupo control de + 5.42 kg

2. OBJETIVO

Determinar la influencia del entrenamiento con resistencias en los niveles de fuerza en miembros superiores e inferiores de mujeres supervivientes al cáncer de mama, así como los efectos en el desentrenamiento de la fuerza muscular, producidos después de un periodo de descanso.

3. METODOLOGÍA

El programa se realizó en la ciudad de Hermosillo Sonora llevándose a cabo un acercamiento con las dirigentes de los grupos de apoyo a mujeres sobrevivientes al cáncer de mama para invitar a las mujeres integrantes de esas agrupaciones a participar en el programa, habiendo aceptado participar se realizaron un par de reuniones de información sobre características, objetivos y beneficios del programa.

Se solicitó la autorización al comité de bioética de la Universidad de Sonora, que regula los protocolos en intervenciones con poblaciones humanas, en cuestiones de salud, ética y respeto por la dignidad y seguridad de las personas en cuanto a manejo de información privada y procedimientos.

3.1 Muestra

Se integraron un grupo de 31 mujeres mastectomizadas sobrevivientes al cáncer de mama con una edad media de 56.9 ± 9.7 años, el tiempo transcurrido desde el diagnóstico del cáncer de mama es de 5.7 ± 4.7 años, el 21.9% de las participantes fue operada de la mama izquierda y el 40.6 tuvo la cirugía de la mama derecha, al 46.9 de las integrantes del programa se le practicó la linfadenectomía. A las participantes se les evaluó en una primera ocasión y después de completar 24 sesiones de trabajo físico de fuerza muscular se les evaluó por segunda ocasión y pasado un periodo de descanso de 6 semanas se procedió a evaluarlas por tercera ocasión.

La evaluación realizada a las pacientes consistió en un test de fuerza de una repetición máxima (1RM) con el fin de determinar la fuerza máxima en cada uno de los grupos musculares que iban a trabajar durante el entrenamiento.

El protocolo de la evaluación de 1RM se llevó a cabo en una máquina de prensa de pecho sentado y para las extremidades inferiores se utilizó una máquina de extensión de pierna (leg extensión).

3.2 Protocolo de las pruebas

Se realizó previamente 10 minutos de calentamiento pedaleando en bicicleta estacionaria modelo RC-30 y RC-40 marca Horizon Fitness, con una resistencia equivalente a 50 watts

Para la prensa de pecho sentado en la primera carga se intenta levantar el 20% del peso corporal. Con dos minutos de recuperación. Tras cada intento el incremento en la carga después de cada intento es de 10% si consigue ponerla en movimiento dos veces, en caso contrario se realiza una disminución del 5%.

En la prueba de extensión de pierna se inicia el movimiento con la rodilla flexionada a 90º y la extensión hasta los 180º.

Para la primera carga se aplica el 40% del peso corporal con dos minutos de recuperación y los incrementos en la carga tras cada intento son del 20% si la moviliza dos veces si no, se reduce la carga al 10%.

La prueba de 1RM finaliza cuando la carga se moviliza solo una vez.

3.3 Programa de Entrenamiento

El entrenamiento se lleva a cabo, durante 12 semanas, en el laboratorio de desempeño físico de la Licenciatura en Cultura Física y Deporte de la Universidad de Sonora, dos sesiones de entrenamiento por semana con al menos un día de descanso entre ambas sesiones, atendiendo a los principios del entrenamiento como son densidad e individualización del ejercicio, ondulación e incremento progresivo de las cargas. La totalidad de las sesiones son supervisadas.

El entrenamiento progresivo consiste en trabajar en cada sesión el ejercicio de prensa de pecho sentado en la máquina EXM2500S marca Body Solid, el ejercicio de extensión de pierna se trabaja en la máquina DX-2-8019 Extensor de pierna/isquiotibial combo marca Dinamax Pro by Muscle dynamics. Se realizan dos sesiones por semana con un día de descanso entre cada sesión.



Figura 1. Ejercicio de extensión de pierna (*legg extencion*)



Figura 2. Ejercicio de prensa de pecho

Cada sesión tiene una duración de 50 minutos, con 30 minutos de bicicleta estacionaria modelo RC-30 y RC-40 marca Horizon Fitness,

Los ejercicios realizados son prensa de pecho sentado, extensión de pierna sentada. Se realizan 3 series para cada ejercicio con una variación ondulatoria de repeticiones 12-10-12 y 16-12-16.

El porcentaje de variación de la carga durante las 12 semanas fue del 40% al 70%. La base para la distribución de las cargas individualizadas tomo como base el test de repetición máxima (1RM).

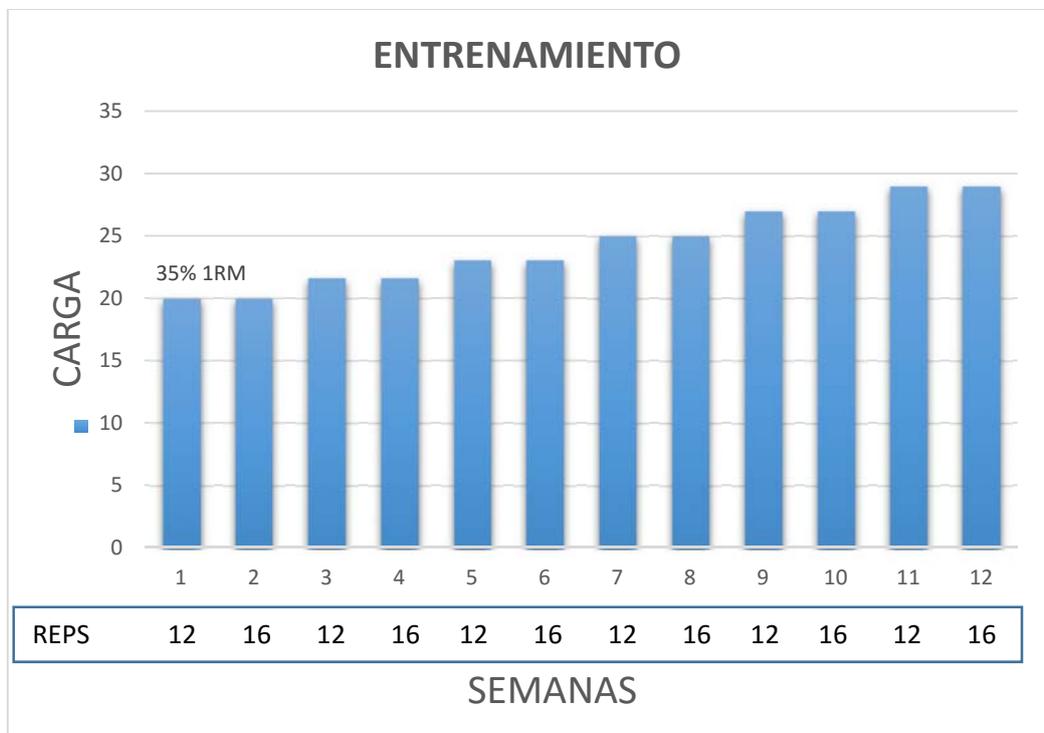


Figura 3. Comportamiento de la carga durante las 12 semanas de entrenamiento

3.4 METODOLOGIA ESTADISTICA

La estadística descriptiva, se muestra como media y desviación estándar.

Tras verificar la normalidad de la distribución de las variables cualitativas mediante la prueba de Kolmogorov Smirnov, se procedió a comparar los efectos del entrenamiento, (pre–post) mediante la prueba T de Student de muestras relacionadas.

Se estableció un nivel de significación estadística para una $p < 0.05$

Es estudio estadístico se realizó con el paquete SPSS v.21, y las gráficas con el programa Excel 2013.

4. RESULTADOS

En la siguiente tabla 1 se muestra el incremento en los resultados de la fuerza máxima después de 24 sesiones de entrenamiento así como el decremento en la fuerza producto del desentrenamiento, solo en el desentrenamiento de la extensión de pierna no se observó diferencia significativa

	pre		post		desentrenamiento	
PB	29.42	± 9.25	34.71	±9.60 *	32.23	±12.30 *
EP	44.26	±11.24	49.71	±11.41*	47.81	±13.74

Tabla 1. Valores de fuerza máxima antes, después del entrenamiento y después de 6 semanas de descanso

PB – Prensa de Banco

EP – Extensión de Pierna

Pre – Valores antes del entrenamiento

Post – Valores después del entrenamiento

Desentrenamiento—valores después de 6 semanas de descanso

En la tabla 2 se observan los valores de incremento y decremento en el entrenamiento y desentrenamiento respectivamente, presentando en ambos valores significancia estadística.

	pre-post	post-desent
	%	%
	Δ Ent	desent
PB	17.98*	7.14*
EP	12.31*	3.82*

Tabla 2. Valores delta de la fuerza máxima producto del entrenamiento y el desentrenamiento

PB – Prensa de Banco

EP – Extensión de Pierna

Pre-post – incremento porcentual entre evaluaciones antes y después del entrenamiento

Post-desent – incremento porcentual entre la evaluación después de entrenamiento y después de 6 semanas de descanso

5. Discusión

Después de terminado el entrenamiento a lo largo de 24 sesiones durante 12 semanas logrando completar la totalidad de las participantes el programa, no se registraron lesiones ni deserciones, podemos ver que dos sesiones de, entrenamiento de fuerza en máquinas de extensión de pierna y prensa de banco propiciaron un incremento en la fuerza de miembros inferiores y miembros superiores logrando obtener diferencias significativas en las ganancias de fuerza de ambos grupos musculares, estudio como el de Courneya et al 2007, en el que evaluaron la fuerza a más de 200 mujeres con cáncer de mama, en este estudio estimaron el RM en los ejercicios de prensa de pecho y extensión de pierna con el test de 8RM a diferencia de nuestro estudio donde realizamos el test de 1RM, en su estudio Courneya et al, establecieron grupos experimental y grupos control para los dos grupos musculares a realizar ejercicio aeróbico y ejercicio resistido, a diferencia de nuestro estudio en el que solo se estableció grupo experimental evaluando a 31 mujeres mastectomizadas supervivientes al cáncer de mama, utilizando los mismos ejercicios como en el estudio de Courneya, los resultados obtenidos en la ganancia de fuerza muscular son muy similares, nosotros obtuvimos ganancias en la prensa de pecho alrededor de los 5.29 kg, $p= 0.000$ y 5.45 kg, $p= 0.000$ en extensión de piernas respectivamente mientras que en el estudio de Courneya et al registraron ganancias de 3.3 kg para la prensa de pecho y 8.2 kg en el caso de la extensión de pierna, además obtuvieron diferencias significativas respecto de los grupos control para la prensa de pecho 7.7 kg, $p= 0.001$ y 6.8 kg, $p= 0.001$ para la extensión de pierna. El porcentaje de ganancia entre los dos estudios es similar en los resultados de prensa de pecho, de 14.2% y 17.9% para el estudio de Courneya y el de nosotros respectivamente, estos coinciden con Adamsen et al en 2009, que reporta porcentajes de ganancia en prensa de pecho de 19%, porcentajes similares de incremento obtuvo Schwartz en su estudio de 2007 en las extremidades superiores en sobrevivientes al cáncer de mama, aunque ejercitados en máquinas diferentes. En los resultados en el ejercicio de extensión de pierna obtuvimos un 12.3% contra un 33% del estudio de Courneya, otros estudios como el de Schwartz et al en 2009 y Adamsen et al en 2009 reportan mejoras en la fuerza del mismo segmento corporal en el rango de 24% al 32% denotando nuestro bajo resultado respecto de esos estudios.

Revisando la bibliografía disponible encontramos muy poca información referente al desentrenamiento de la fuerza, en nuestros resultados obtenidos vemos que después de obtener incrementos significativos en la fuerza muscular de los grupos musculares evaluados en los aparatos de prensa de pecho y extensión de pierna y pasado un periodo de 6 semanas sin entrenamiento las personas participantes en nuestro estudio tuvieron un decremento en sus niveles de fuerza en los grupos musculares evaluados sin

tener resultados significativos en sus niveles de rendimiento de fuerza muscular, resultados similares fueron observados en el estudio de Herrero y colaboradores, once mujeres supervivientes al cáncer de mama participaron en un programa supervisado de entrenamiento aeróbico y de resistencias , se les evaluó la fuerza resistencia de piernas y de prensa de banco en tres diferentes tiempos antes del programa de ejercicios, durante el programa de ejercicios y al termino de las siguientes 8 semanas de terminación del programa de entrenamiento. La capacidad funcional muscular, las mejoras inducidas por el entrenamiento de fuerza no mostraron resultados significativos después del periodo de desentrenamiento, ésta falta de pérdida significativa en la fuerza muscular se dio a pesar de la reducción significativa registrada en la masa muscular después del periodo de desentrenamiento, estos resultados son similares a los ocurridos en nuestro estudio.

6. CONCLUSIÓN

Después de ver los resultados obtenidos en este estudio concluimos que:

1- En el trabajo de fuerza con mujeres mastectomizadas supervivientes al cáncer de mama, se obtienen ganancias significativas en los niveles de fuerza muscular dosificando las cargas entre el 40 y 70 % del test 1RM

2- Las supervivientes al cáncer de mama al participar en un programa de fuerza muscular pueden mantener sus niveles de fuerza por un periodo razonablemente corto de tiempo de desentrenamiento.

3- Para obtener posiblemente resultados más concluyentes respecto de los efectos del desentrenamiento en la fuerza muscular se requiere de estudios donde el periodo de desentrenamiento sea más prolongado.

7. BIBLIOGRAFÍA

Adamsen, L., Quist, M., Andersen, C., Moller, T., Herrstedt, J., & Kronborg, D. et al. (2009). Effect of a multimodal high intensity exercise intervention in cancer patients undergoing chemotherapy: randomised controlled trial. *BMJ*, 339(oct13 1), b3410-b3410. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.b3410>

Battaglini, C. (2014). Twenty-five years of research on the effects of exercise training in breast cancer survivors: A systematic review of the literature. *World Journal Of Clinical Oncology*, 5(2), 177. <http://dx.doi.org/10.5306/wjco.v5.i2.177>

Boeckh-Berens, w. & Buskies, w. (2005). *Entrenamiento de la fuerza* (pp. 34-39). Barcelona: paidotribo.

Borbón, J. & Beato, A. (2002). Enfoque actual de la problemática de salud-sociedad en pacientes con mastectomía. *Revista Cubana De Medicina Militar*, 31(1), 47-53.

Campbell, A., Mutrie, N., White, F., McGuire, F., & Kearney, N. (2005). A pilot study of a supervised group exercise programme as a rehabilitation treatment for women with breast cancer receiving adjuvant treatment. *European Journal Of Oncology Nursing*, 9(1), 56-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejon.2004.03.007>

Cancer research uk. (2016). *cancer statistics incidence*. Recuperado 16 Abril 2016, de <http://www.cancerresearchuk.org/health-professional/cancer-statistics/incidence>

Cancer statistics. (2012). *Cancer Journal Clinics*, 62(1), 10-29.

Cheema, B., Kilbreath, S., Fahey, P., Delaney, G., & Atlantis, E. (2014). Safety and efficacy of progressive resistance training in breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat*, 148(2), 249-268. <http://dx.doi.org/10.1007/s10549-014-3162-9>

Coleman, M., Quaresma, M., Berrino, F., Lutz, J., De Angelis, R., & Capocaccia, R. et al. (2008). Cancer survival in five continents: a worldwide population-based study (CONCORD). *The Lancet Oncology*, 9(8), 730-756. [http://dx.doi.org/10.1016/s1470-2045\(08\)70179-7](http://dx.doi.org/10.1016/s1470-2045(08)70179-7)

Courneya, K., Segal, R., Mackey, J., Gelmon, K., Reid, R., & Friedenreich, C. et al. (2007). Effects of Aerobic and Resistance Exercise in Breast Cancer Patients Receiving Adjuvant Chemotherapy: A Multicenter Randomized Controlled Trial. *Journal Of Clinical Oncology*, 25(28), 4396-4404. <http://dx.doi.org/10.1200/jco.2006.08.2024>

Cheville, A. & Tchou, J. (2007). Barriers to rehabilitation following surgery for primary breast cancer. *Journal Of Surgical Oncology*, 95(5), 409-418. <http://dx.doi.org/10.1002/jso.20782>

DeGroot, D., Quinn, T., Kertzer, R., Vroman, N., & Olney, W. (1998). Circuit Weight Training in Cardiac Patients: Determining Optimal Workloads for Safety and Energy Expenditure. *Journal Of Cardiopulmonary Rehabilitation*, 18(2), 145-152. <http://dx.doi.org/10.1097/00008483-199803000-00008>

Ehlenz, H., Grosser, M., & Zimmermann, E. (1990). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.

Fu, M. & Rosedale, M. (2009). Breast Cancer Survivors' Experiences of Lymphedema-Related Symptoms. *Journal Of Pain And Symptom Management*, 38(6), 849-859. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2009.04.030>

Globocan,. (2016). *Fact Sheets by Cancer*. *Globocan.iarc.fr*. Recuperado 11 Marzo 2016, de http://globocan.iarc.fr/Pages/fact_sheets_cancer.aspx

González Badillo, J. & Gorostiaga Ayestarán, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza, aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: INDE.

Hayes, S., Johansson, K., Alfano, C., & Schmitz, K. (2011). Exercise for breast cancer survivors: bridging the gap between evidence and practice. *Translational Behavioral Medicine*, 1(4), 539-544. <http://dx.doi.org/10.1007/s13142-011-0082-7>

Hayes, S., Johansson, K., Stout, N., Prosnitz, R., Armer, J., Gabram, S., & Schmitz, K. (2012). Upper-body morbidity after breast cancer. *Cancer*, 118(S8), 2237-2249. <http://dx.doi.org/10.1002/cncr.27467>

Herrero, F., San Juan, A., Fleck, S., Foster, C., & Lucia, A. (2007). Effects of Detraining on the Functional Capacity of Previously Trained Breast Cancer Survivors. *International Journal Of Sports Medicine*, 28(3), 257-264. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-924348>

Hidding, J., Beurskens, C., van der Wees, P., van Laarhoven, H., & Nijhuis-van der Sanden, M. (2014). Treatment Related Impairments in Arm and Shoulder in Patients with Breast Cancer: A Systematic Review. *Plos ONE*, 9(5), e96748. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0096748>

Hwang, J., Chang, H., Shim, Y., Park, W., Park, W., Huh, S., & Yang, J. (2008). Effects of Supervised Exercise Therapy in Patients Receiving Radiotherapy for Breast Cancer. *Yonsei Medical Journal*, 49(3), 443. <http://dx.doi.org/10.3349/ymj.2008.49.3.443>

INEGI.ORG (2015). *Estadísticas a propósito del día mundial contra el cáncer*. Recuperado 4 Marzo 2016, de <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/mama0.pdf>

Jemal, A., Center, M., DeSantis, C., & Ward, E. (2010). Global Patterns of Cancer Incidence and Mortality Rates and Trends. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 19(8), 1893-1907. <http://dx.doi.org/10.1158/1055-9965.epi-10-0437>

Knuttgen, H. & Kraemer, W. (1987). Terminology and Measurement in Exercise Performance. *J Strength Cond Res*, 1(1), 1. [http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287\(1987\)001<0001:tami>2.3.co;2](http://dx.doi.org/10.1519/1533-4287(1987)001<0001:tami>2.3.co;2)

Kumar, M., Nagpal, R., Hermalath, R., Verma, V., Kumar, A., & Singh, S. (2012). targeted cancer therapies: the future of cancer treatment. *Acta Biomedica Atenei Parmensis*, 83(3), 220-233.

Kwan, M., Cohn, J., Armer, J., Stewart, B., & Cormier, J. (2011). Exercise in patients with lymphedema: a systematic review of the contemporary literature. *Journal Of Cancer Survivorship*, 5(4), 320-336. <http://dx.doi.org/10.1007/s11764-011-0203-9>

Levangie, P., Santasier, A., Stout, N., & Pfalzer, L. (2010). A qualitative assessment of upper quarter dysfunction reported by physical therapists treated for breast cancer or treating breast cancer sequelae. *Support Care Cancer*, 19(9), 1367-1378. <http://dx.doi.org/10.1007/s00520-010-0959-x>

López Chicharro, J. & Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Médica Panamericana.

Mayer, E. (2013). Early and Late Long-Term Effects of Adjuvant Chemotherapy. *American Society Of Clinical Oncology Educational Book*, 33, 9-14. http://dx.doi.org/10.1200/edbook_am.2013.33.9

Milne, H., Wallman, K., Gordon, S., & Courneya, K. (2007). Effects of a combined aerobic and resistance exercise program in breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Breast Cancer Res Treat*, 108(2), 279-288. <http://dx.doi.org/10.1007/s10549-007-9602-z>

Mishra, S., Scherer, R., Snyder, C., Geigle, P., Berlanstein, D., & Topaloglu, O. (2012). Exercise interventions on health-related quality of life for people with cancer during active treatment. *Clinical Otolaryngology*, 37(5), 390-392. <http://dx.doi.org/10.1111/coa.12015>

Mutrie, N., Campbell, A., Whyte, F., McConnachie, A., Emslie, C., & Lee, L. et al. (2007). Benefits of supervised group exercise programme for women being treated for early stage breast cancer: pragmatic randomised controlled trial. *BMJ*, 334(7592), 517-517. <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.39094.648553.ae>

Organización mundial de la salud. (2015). *Octubre: mes de la sensibilización sobre el cáncer de mama*. (2016). recuperado 5 Marzo 2016, de: http://www.who.int/cancer/events/breast_cancer_month/es/

Rosedale, M. & Fu, M. (2009). Confronting the Unexpected: Temporal, Situational, and Attributive Dimensions of Distressing Symptom Experience for Breast Cancer Survivors. *Oncology Nursing Forum*, 37(1), E28-E33. <http://dx.doi.org/10.1188/10.onf.e28-e33>

Saarto, T., Penttinen, H., Sievannen, H., Kellokumpu, P., Hakamies blomquist, L., & Nikander, R. (2012). Effectiveness of a 12 month exercise program on physical performance and quality of life of breast cancer survivors. *Anticancer Res*, 32(9), 3875-84.

Schwartz, A., Winters-Stone, K., & Gallucci, B. (2007). Exercise Effects on Bone Mineral Density in Women With Breast Cancer Receiving Adjuvant Chemotherapy. *Oncology Nursing Forum*, 34(3), 627-633. <http://dx.doi.org/10.1188/07.onf.627-633>

Smutok, M., Reece, C., Kokkinos, P., Farmer, C., Dawson, P., & Shulman, R. et al. (1993). Aerobic versus strength training for risk factor intervention in middle-aged men at high risk for coronary heart disease. *Metabolism*, 42(2), 177-184. [http://dx.doi.org/10.1016/0026-0495\(93\)90032-j](http://dx.doi.org/10.1016/0026-0495(93)90032-j)

Sociedad Americana del Cáncer. (2016). *factores de riesgo*. Recuperado 7 Junio 2016, de: <http://www.Sociedad Americana del cáncer/factores>

Sociedad Americana del Cáncer,. (2016). *Sociedad Americana del Cáncer. Estadísticas*. Recuperado 12 Marzo 2016, de <http://www.cancer.org/cancer/breastcancer/detailedguide/breast-cancer>

Stanton, A., Danoff-burg, S., & Huggins, M. (2002). The first year after breast cancer diagnosis: hope and coping strategies as predictors of adjustment. *Psycho-Oncology*, *11*(2), 93-102. <http://dx.doi.org/10.1002/pon.574>

Stone, P., Richardson, A., Ream, E., Smith, A., Kerr, D., & Kearney, N. (2000). Cancer related fatigue, inevitable, unimportant and untreatable? results of a multi-centre patient survey. *Annual Oncology*, *11*(975), 971-75.

Szymlek, E. & Richards, E. (2011). Physical activity among cancer survivors: a review literature. *New Zealand Medical Journal*, *124*(1337), 77-89.

Toftthagen, C. (2010). Patient Perceptions Associated With Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy. *Clinical Journal Of Oncology Nursing*, *14*(3), E22-E28. <http://dx.doi.org/10.1188/10.cjon.e22-e28>

Tsai, R., Dennis, L., Lynch, C., Snetselaar, L., Zamba, G., & Scott-Conner, C. (2009). The Risk of Developing Arm Lymphedema Among Breast Cancer Survivors: A Meta-Analysis of Treatment Factors. *Annals Of Surgical Oncology*, *16*(7), 1959-1972. <http://dx.doi.org/10.1245/s10434-009-0452-2>

Winters-Stone, K., Dobek, J., Bennett, J., Nail, L., Leo, M., & Schwartz, A. (2011). The effect of resistance training on muscle strength and physical function in older, postmenopausal breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Journal Of Cancer Survivorship*, *6*(2), 189-199. <http://dx.doi.org/10.1007/s11764-011-0210-x>

Winters-Stone, K., Laudermilk, M., Woo, K., Brown, J., & Schmitz, K. (2014). Influence of weight training on skeletal health of breast cancer survivors with or at risk for breast cancer-related lymphedema. *Journal Of Cancer Survivorship*, *8*(2), 260-268. <http://dx.doi.org/10.1007/s11764-013-0337-z>

Zhao, W., Wu, J., Zhu, M., Fan, S., Zou, Q., Si, S., & Lian, H. (2001). Depression, anxiety and coping style in patients with breast cancer. *Chinese Journal Of Clinical Psychology*, *9*(4), 286-289.