

**UNIVERSIDAD DE LEÓN**  
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INNOVACIÓN E  
INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y  
DEL DEPORTE



**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**ASIMETRÍA FUNCIONAL DE LAS EXTREMIDADES SUPERIORES EN MUJERES CON  
CÁNCER DE MAMA**

*ASYMMETRY FUNCTIONAL OF UPPER EXTREMITY IN WOMEN WITH BREAST CANCER*

**JOSÉ MANUEL TANORI TAPIA**

DIRECTOR: RODRIGO FERNÁNDEZ GONZALO

**LEÓN, SEPTIEMBRE DE 2016**

---

# ÍNDICE

ABREVIATURAS	2
INDICE DE TABLAS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
1 INTRODUCCIÓN	6
2 SIMETRÍA	8
2.1 Asimetría en extremidades superiores y sus causa	11
3 CÁNCER DE MAMA	12
4 CÁNCER DE MAMA Y LINFEDEMA	14
5 OBJETIVOS	18
6 METODOLOGÍA	20
6.1 Muestra	21
6.2 Evaluación del volumen de la extremidad	21
6.3 Evaluación de la fuerza	23
6.4 Metodología estadística	24
7 RESULTADOS	25
8 DISCUSIÓN	31
9 CONCLUSIONES	36
10 LIMITACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	38
11 BIBLIOGRAFÍA	41

---

## ABREVIATURAS

**1RM:** Una repetición máxima, como expresión de la fuerza máxima

**DMO:** Densidad mineral ósea

**DS:** Desviación estándar

**DXA:** Densitometría dual de rayos X

**IMC:** Índice de masa corporal, (masa corporal / altura<sup>2</sup>)

**$\pi$ :** Constante resultante de la relación entre la longitud de una circunferencia y su diámetro, de valor 3,1416

**$\chi^2$ :** Chi cuadrado

---

# ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Total Muestra 164	26
Tabla 2: Total Muestra Linfadenectomizada 133 (80,5%)	26
Tabla 3: Total Muestra No Linfadenectomizada 31 (19,5%)	27
Tabla 4: Valores de asimetría en la fuerza en el total de la muestra	27
Tabla 5: Valores de asimetría en la fuerza de las linfadenectomizadas	27
Tabla 6: asimetría en el la fuerza en toda la muestra	29
Tabla 7: asimetría en el la fuerza en la muestra linfadenectomizada	29
Tabla 8: correlaciones entre asimetrías	29
Figura 1. El Hombre de Vitruvio	10
Figura 2: Porcentajes de grados de asimetría en la fuerza, totales y acumulados	28
Figura 3: mujeres con asimetría de volumen más de un 5%	30
Figura 4: Porcentajes de categorías de asimetría del volumen y acumulados	30

---

# RESUMEN

**Objetivo:** Estudiar el grado de asimetría en el volumen y la fuerza de las extremidades superiores en mujeres mastectomizadas unilateralmente y el grado de relación existente entre ambas.

**Muestra:** 164 afectadas unilateralmente por cáncer de mama, de las cuales 133 se les había practicado linfadenectomía.

**Diseño:** se les ha realizado una evaluación de la fuerza máxima dinámica unilateral en un ejercicio de *chest fly press*, y se ha calculado el volumen de las extremidades superiores mediante la determinación de los perímetros cada 4 cm desde la flexura palmar distal de la muñeca y aplicando la fórmula modificada del cono truncado.

**Resultados:** los resultados muestran a nivel grupal una ausencia de asimetría patológica entre las extremidades superiores en la fuerza ni en el volumen. No obstante, un 11,4% de las mujeres presentan una diferencia de fuerza entre las extremidades superiores de más de un 10%, lo que es considerado mayor de lo normal. Las mujeres que no han sufrido linfadenectomía han sido diagnosticadas más recientemente que las que sí la.

**Conclusiones:** es necesario ser cuidadosos a la hora de interpretar los datos publicados en materia de disimetría funcional haciendo un análisis más personalizado de las diferencias entre las extremidades. No se han encontrado relación entre el grado de disimetría en el volumen y en la fuerza de mujeres supervivientes al cáncer de mama mastectomizadas.

## PALABRAS CLAVE

Cáncer de mama, supervivientes, linfedema, asimetría fuerza.

---

## ABSTRACT

**Objective:** To study the degree of asymmetry in the volume and strength of the upper extremities in women with mastectomies unilaterally and the degree of relationship about them.

**Sample:** 164 unilaterally affected women by breast cancer, of which 133 had undergone mastectomy.

**Design:** Has undergone an assessment of unilateral dynamic maximum force in chest fly press, and then calculated the volume of the upper extremities by determining the perimeters every 4 cm from the distal palmar flexure of the wrist and applying the modified formula of the truncated cone.

**Results:** The results show corporately an absence of pathological asymmetry between arms in force (16%) or volume (34%). However, 26% of women have a difference of strength between the upper extremities. Women who have not lymphadenectomy have been diagnosed more recently than those that do.

**Conclusions:** It is necessary to be careful when interpreting the data published in functional dysmetry making more personalized analysis of the differences between the extremities. We found no relationship between the degree of limb loss in volume and strength of the survivors of breast cancer who underwent mastectomy women.

## KEY WORDS

Breast cancer survivors, lymphedema, strength asymmetry

---

# 1 INTRODUCCIÓN

---

La Universidad de Sonora, donde trabajo, ha implementado un programa de extensión (servicio a la comunidad), de acondicionamiento físico para mujeres supervivientes al cáncer de mama. Al acercarme a las informaciones de divulgación a las que tienen acceso las personas afectadas por el cáncer de mama, como las asociaciones de afectadas, las recomendaciones que a menudo les da el personal sanitario, o la de testimonios de las propias afectadas, me di cuenta que una de las barreras que tienen estas mujeres para adherirse a un programa de ejercicio físico es el miedo a desarrollar linfedema por realizar ejercicio físico.

También observé que con demasiada frecuencia, a estas mujeres no se les controla asiduamente el volumen de sus brazos, en los servicios de salud ni incluso en las consultas periódicas que realizan a sus oncólogos, salvo cuando ya es evidente que tienen linfedema. De manera que la presencia o no de linfedema se deja a criterio subjetivo de la autopercepción de las afectadas.

Por último, este miedo al desarrollo de linfedema lleva con frecuencia a estas pacientes a una sobreprotección del brazo afectado, lo que hace que tanto la movilidad como las actividades con la extremidad del lado intervenido sean menores pudiendo contribuir a la merma funcional de ese lado.

Esta fue la motivación que me llevó a centrarme en este tema para desarrollar este Trabajo Fin de Máster.

---

## **2 SIMETRÍA**

---

Simetría es la cualidad que presentan los cuerpos o las composiciones gráficas que muestran idénticas medidas o proporciones a ambos lados, respecto a un plano central. Cuando en ambos lados existen las mismas dimensiones, proporciones o material hablamos de simetría propiamente dicha o de simetría perfecta. Cuanto más diferencia exista entre un lado del plano y el otro lado, menor nivel de simetría presentará, o inversamente, mayor será el grado de asimetría.

En la naturaleza, podemos observar que en la mayoría de los individuos de las diferentes especies, la simetría, al menos aproximada, es una constante. Las hojas, los insectos, los reptiles, los mamíferos... en todos ellos se aprecia esta clara tendencia a la simetría de sus cuerpos. Si bien, esta aparente simetría no es perfecta, basta doblar la hoja de una planta por la mitad y observaremos que no suele ser perfecta la simetría.

Esta simetría la observamos frecuentemente también en las construcciones humanas, desde la mayoría de utensilios, pasando por los edificios, hasta llegar a los coches o los aviones.

En el cuerpo humano la simetría en cuanto a formas o dimensiones, sólo puede ser establecida respecto al plano sagital, que divide el cuerpo en dos mitades de aparente idénticas proporciones. Dicho plano, estando en posición anatómica, pasa de atrás a adelante por el vértex craneal y perpendicular a la superficie de apoyo entre las caras internas de las extremidades inferiores.

El grado de simetría de un cuerpo, lo podemos establecer a muchos niveles. En primer lugar por las dimensiones, en segundo lugar por la composición o el contenido, en tercer lugar desde un punto funcional por la movilidad, la fuerza o la destreza (Krzykala, 2012).

El nivel de simetría en las dimensiones y proporciones del cuerpo, se ha considerado como el ideal de la belleza. Son numerosas las referencias periodísticas, o los *blogs*, que podemos encontrar en un buscador de internet, que hablan del grado de belleza de los personajes populares en función del grado de simetría, por ejemplo de sus rostros.

Ya el arquitecto Marco Vitruvio Polion (Siglo I antes de Cristo), en el Libro III Capítulo I del libro *De Architectura* describe las diferentes proporciones del cuerpo humano, se piensa que basado en cánones de la antigua Grecia. Este texto, es en el que se basó, 15 siglos más tarde, Leonardo da Vinci para realizar su famoso dibujo el *Hombre de Vitruvio* (figura 1), con este dibujo popularizó aquel estudio sobre las proporciones del cuerpo humano representación de la simetría del cuerpo humano.

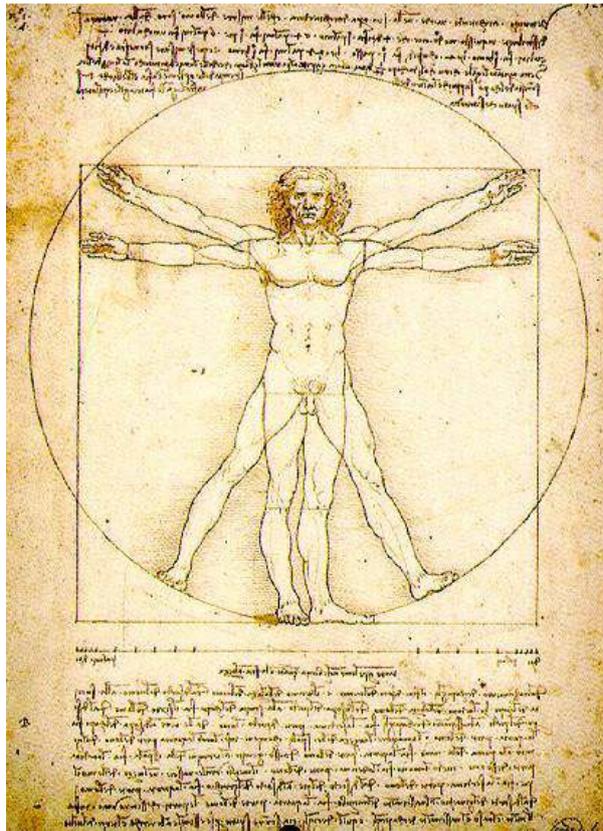


Figura 1. El Hombre de Vitruvio. Imagen tomada de:

[http://historiaybiografias.com/divina\\_proporcion/](http://historiaybiografias.com/divina_proporcion/)

Pero la simetría va más allá de una cuestión estética, tiene una gran trascendencia, incluso para la selección de pareja y no solo en el reino animal, sino también en los humanos. En un interesante artículo de Thornhill y Gangestad (1999), titulado *The Scent of Symmetry: A Human Sex Pheromone that Signals Fitness?*, se habla por ejemplo, que para las mujeres en la fase de la ovulación, el olor de los varones con más simetría les resulta más atractivo. En este mismo artículo, en su bibliografía se recogen 4 artículos de Thornhill sobre las preferencias en la elección de pareja y la simetría, y las relaciones incluso con los complejos de histocompatibilidad (Thornhill et al., 2003).

En nuestro cuerpo, existen órganos impares como el corazón, el hígado, el bazo o el estómago y por tanto, la simetría perfecta en cuanto al contenido corporal no existe, una cierta asimetría en los humanos es más bien una norma que una rareza (Al-Eisa, Egan, y Wassersug, 2004).

Existen algunos estudios que se han centrado en analizar la simetría en la densidad mineral ósea (Walters et al., 1988; Yang et al., 1997), encontrando en general en las exploraciones con DXA que el antebrazo dominante tiene significativamente mayor área ósea y una mayor densidad mineral ósea (DMO). Sin embargo, no suele

---

haber diferencias significativas en ninguna de las mediciones con DXA entre las caderas.

También en la simetría de los pechos en las mujeres y su relación con el cáncer de mama (Hennessey et al., 2014), que de paso hemos de señalar la conclusión a la que llegan y es que las pequeñas diferencias entre ambos pechos, no parece que tenga una significativa relación con el riesgo de cáncer de mama entre ambas mamas.

## **2.1 ASIMETRÍA EN EXTREMIDADES SUPERIORES Y SUS CAUSAS**

No parece razonable que podamos atribuir a causas genéticas directas o vasculares las diferencias en la composición ósea, muscular, de volumen, de fuerza o de habilidad. De hecho, las diferencias, cuando se hacen significativas en ausencia de procesos patológicos, se observa en individuos con una alta especialización funcional, por ejemplo entre los brazos de los tenistas jóvenes (Ireland et al., 2013) o de tenistas veteranos, poniendo de manifiesto que muchos de estos cambios se producen en un tiempo relativamente corto (Ireland et al., 2014).

Hay que aclarar, que cuando estudiamos la simetría en una persona, no podemos decir si las diferencias laterales que encontramos, son o no significativas, pues es en un único individuo. Y cuando en la bibliografía buscamos artículos al respecto en los que se estudia la diferencia entre un lado y otro del cuerpo, habitualmente se estudian a muestras más o menos numerosas, y cuando se estudian esas diferencias, estadísticamente, pueden no ser significativas a nivel de grupo.

Incluso la dominancia lateral, de por sí no es razón que explique las diferencias cuando existen, pues cuando existe lateralidad contrariada el lado no dominante natural, tiende a hacerse de mayores dimensiones o con mayor contenido en músculo o hueso. Es popular y clarificador en este aspecto, la diferencia entre el volumen de los brazos del tenista Rafael Nadal diestro que juega con la zurda.

La simetría no se restringe únicamente al campo de las proporciones, sino que también se estudia desde el punto de vista cinemático, por ejemplo en la diferencia de braceo entre un lado y otro del cuerpo. Es tan normal que no exista simetría, que se han hecho estudios para determinar hasta qué punto se puede considerar normal o no esta asimetría. Dato que por otro lado puede resultar de gran importancia, por ejemplo, para el diagnóstico precoz de enfermedades neurodegenerativas como el Parkinson. En este sentido, se estima que una diferencia en la amplitud del braceo superior a un 50% no se considera normal pudiendo ser uno de los primeros síntomas de la enfermedad de Parkinson (Plate et al., 2015).

Las asimetrías funcionales, suelen tender a desaparecer con el proceso del envejecimiento, siendo más frecuentes en personas jóvenes o maduras jóvenes que en las personas de la tercera edad y más claro cuanto mayor es la edad de las personas (Paizis et al., 2014).

---

## **3 CÁNCER DE MAMA**

---

El Cáncer de mama es el cáncer más frecuente en la población femenina mundial y en la mayoría de los países desarrollados es el cáncer de mayor incidencia en las mujeres. En México a pesar de ser el segundo cáncer en las tasas de incidencia, después del cervicouterino, es el que más altas tasas de mortalidad presenta en la población femenina mexicana (20 / 100.000 mujeres de más de 20 años) (Navarro-Ibarra et al., 2015).

Parece existir un incremento en la tendencia de la incidencia del cáncer de mama, a pesar de que las causas no las sabemos muy bien, podría en parte estar relacionado con el incremento en las tasas de obesidad, pues altos índices de obesidad contribuyen al desarrollo de enfermedades crónicas, como la hipertensión, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes tipo 2 o los cánceres de colon, endometrio (Kumanyika et al., 2002). Además las mujeres con cáncer de mama, la obesidad se asocia con una mayor mortalidad por todas las causas.

Pero afortunadamente también cada vez tanto el índice de curación como los años de supervivencia, gracias básicamente al diagnóstico que se hace cada vez más precozmente y a la eficacia de los tratamientos. Según La Sociedad Americana del Cáncer estima que el 89% de las mujeres estadounidenses diagnosticados con cáncer de mama invasivo en el período 2011-2012 será vivos 5 años después del diagnóstico y el 82% estará viva 10 años después del diagnóstico (American Cancer Society, 2015).

Esta mayor supervivencia en buena parte se fundamentada en la agresividad de los tratamientos, lo que tiene como consecuencia no sólo la mayor eficacia curativa, sino también una mayor probabilidad de secuelas secundarias en las supervivientes.

---

## **4 CÁNCER DE MAMA Y LINFEDEMA**

Alrededor de un 10% del fluido filtrado que sale desde la luz de los capilares sanguíneos para nutrir a las células tisulares y que no reingresa de nuevo en los capilares, entra en los vasos linfáticos (Sakorafas et al., 2006). Los vasos linfáticos de forma confluyente van conduciendo todo ese líquido extracelular filtrado en los capilares (linfa), hasta a través de un gran vaso, el conducto torácico, es vertido de nuevo en la vena cava. Los vasos linfáticos, en su interior tienen numerosas válvulas que bloquean el reflujo linfático, permitiendo únicamente el flujo de la linfa desde la periferia hacia el conducto torácico, este flujo se ve facilitado por las contracciones rítmicas. Desde que la linfa es recogida, hasta que desemboca en la vena cava, pasa a través de ganglios linfáticos, normalmente pasa a través de 8 a 10 gánglios linfáticos diferentes, cambiando paulatinamente su composición pues las moléculas pequeñas pasan el filtro ganglionar, mientras que las moléculas grandes son retenidas y a menudo se les añaden otras proteínas que son anticuerpos (inmunoglobulinas).

Todos los vasos linfáticos del miembro superior vierten su contenido en un grupo terminal de ganglios linfáticos a nivel de la axila. Los vasos linfáticos internos a las fascias musculares forman parte de los paquetes neurovasculares, mientras que los vasos linfáticos más superficiales, excepto los de la mano y de la parte posterior del antebrazo, discurren próximos a las venas superficiales.

El linfedema es una acumulación de líquido intersticial en los tejidos debido a la incapacidad del sistema linfático para transportar el líquido linfático de la zona afectada (Ahmed et al., 2008). Este trastorno tiene su origen en los problemas que se producen en el retorno linfático, como consecuencia de la resección de los vasos de las cadenas linfáticas habitualmente axilares, procedentes de la zona en la que se encuentra la mama. Dicha resección, más o menos amplia, reduce la sección total del área de los vasos linfáticos de la extremidad superior del lado afectado por el cáncer.

Además de este daño mecánico vascular, se puede sumar, por una parte, el efecto tóxico sobre el endotelial y el resto de los componentes de las paredes de los vasos; y por otra parte el efecto provocado por las numerosas sesiones de radiación a las que también suelen ser sometidas, y que localmente pueden también dañar los vasos finos del territorio radiado, en este caso de la zona pectoral y axilar.

Las mujeres que se han sometido a tratamiento quirúrgico o la radioterapia para el cáncer de mama tienen un riesgo de por vida de desarrollar linfedema, que puede causar inflamación en el brazo, mano, hombro, pecho, o la pared torácica. La condición puede resultar en consecuencias físicas y psicológicas, que pueden afectar negativamente a la calidad de vida (QOL) de una mujer (Cormier et al., 2009) y poner en peligro su bienestar emocional, (Taghian et al., 2014). El desarrollar linfedema puede afectar negativamente al bienestar emocional. Las pacientes con linfedema experimentan con cierta frecuencia estrés, ansiedad, tristeza o frustración (Vassard et

---

al., 2010; Ridner, 2005; Ridner et al., 2012 (b); Ridner et al., 2012 (a)). También puede limitar la práctica del ejercicio físico, hasta incluso llegar a ser menos independientes.

El linfedema puede afectar físicamente la función del brazo mediante la limitación de la amplitud de movimiento, además de provocar sentimientos de dolor, pesadez y adormecimiento en las extremidades superiores (Vassard et al., 2010). Por ejemplo en otro estudio (Hayes et al., 2008) realizado en mujeres operadas por cáncer de mama, en el grupo que presentaba linfedema se encontró el doble de problemas en la función del hombro que en el que no tenían linfedema.

Afortunadamente, parece existir una tendencia hacia una menor incidencia del linfedema, como consecuencia de la cada vez más frecuente realización del análisis previo del ganglio centinela axilar, de forma que si es negativo se tiende a no realizar linfadenectomía, es decir cada vez menos la linfadenectomía se realiza de forma sistemática con la mastectomía.

La mayor incidencia de linfedema se produce entre los 2 y 5 años tras la cirugía (Disipo et al., 2013), sin embargo, se cree comúnmente que el riesgo de linfedema se mantiene durante toda la vida (Stout Gergich et al., 2008).

Aun no existen unos criterios claros o valores de corte, universalmente aceptados para establecer el diagnóstico de linfedema. Aunque la mayoría de los estudios que analizan el linfedema con el método del cálculo de los perímetros o de los volúmenes de la extremidad superior, emplean como criterios diagnósticos una diferencia entre ambas extremidades de  $> 2$  cm de circunferencia, o de más de  $> 200$  ml de diferencia de volumen, o una diferencia  $> 3-10\%$  en la circunferencia o el volumen entre extremidades (Stout Gergich et al., 2008).

Uno de los inconvenientes que se encuentran a la hora de realizar un mejor seguimiento del linfedema es que no se suele tener información sobre los volúmenes de las extremidades pre-tratamiento, ni de las asimetrías que presentan antes de la intervención, para poder determinar si los aumentos de volumen después del tratamiento del cáncer de mama son clínicamente significativos.

El grado de asimetría en el volumen de las extremidades en mujeres adultas sanas, mediante el empleo de los perímetros o por volumetría, o con bioimpedancia muestran que el volumen de la extremidad dominante es mayor en un rango que va desde un 1,6% a 4,7% que en la extremidad no dominante (Godal y Swedborg, 1982).

No son frecuentes las publicaciones que hagan referencia a la evaluación de las diferencia en el volumen entre el miembro afectado y no afectado en pacientes con cáncer de mama antes de la cirugía y/o de los tratamientos quimio y radioterápicos. En

---

otro estudio (Johansson et al., 2001) realizado a 61 pacientes, no se encontraron diferencias en los volúmenes entre los miembros superiores de las mujeres preoperatorios. Más recientemente en un estudio con una muestra de 677 pacientes Ancukiewicz et al., (2012), no encontraron diferencias significativas entre los volúmenes medios de las extremidades antes de la operación, aunque en el 11,2% de las pacientes, el volumen de la extremidad afectada superó en más de un  $\geq 5\%$  al volumen de la extremidad no afectada.

En condiciones normales, el líquido intersticial está en equilibrio con flujo de salida desde el lado arterial del lecho capilar, flujo de entrada en el lado venoso y el drenaje linfático retirar el exceso de líquidos y proteínas. Los linfáticos distales forman un sistema cerrado de tubos que constan de un revestimiento endotelial apoyado por tejido fibroso. Los vasos linfáticos más grandes tienen fibras musculares en sus paredes (Swartz, 2001).

Tras la interrupción del sistema linfático de la extremidad superior después de la mastectomía acompañada de linfadenectomía, reduce en un promedio del 40% el flujo linfático aumentando la presión hidrostática aumenta, y los vasos linfáticos convertirse progresiva congestionado y dilatada. La linfa se acumula en consecuencia, la extremidad afectada, lo que resulta en la formación de linfedema. El linfedema se produce sólo en un porcentaje de pacientes porque existe un equilibrio entre el aumento de la carga linfática existente y la capacidad reducida del flujo de salida reducida, cuando los mecanismos compensatorios, entre los que se contemplan la neoformación vascular linfática, se convierten en inadecuados, se desarrolla el linfedema (Swartz, 2001).

Tradicionalmente, los terapeutas físicos, cirujanos, enfermeras y han advertido a las mujeres que han tenido la disección axilar evitar el ejercicio vigoroso parte superior del cuerpo, repetitivo o excesivo, en la creencia de que tales tipos de ejercicio en realidad podría inducir linfedema (Matthews y Smith, 1996). Sin embargo, Harris y Niesen-Vertommen (2000) han demostrado que las mujeres que han recibido tratamiento del cáncer de mama pueden participar con seguridad en el ejercicio vigoroso, repetitivo extremidad superior, sin que se les desarrolle linfedema.

---

## **5 OBJETIVOS**

---

**Objetivo General:**

Estudiar la disimetría en las extremidades superiores en mujeres supervivientes al cáncer de mama.

**Objetivos específicos:**

En mujeres supervivientes al cáncer de mama, al incorporarse a un programa de entrenamiento de fuerza:

- Analizar el grado de simetría en la fuerza de los miembros superiores
- Determinar la prevalencia de linfedema
- Estudiar la relación entre disimetría funcional y de volumen

---

## **6 METODOLOGÍA**

## 6.1 MUESTRA

La muestra de nuestro estudio, estuvo constituida por 164 mujeres que habían padecido cáncer de mama unilateral y habían sido sometidas a cirugía de resección de la mama, de las cuales 80,5 por ciento de ellas con resección ganglionar más o menos amplia. Y que estaban en diferentes fases de tratamiento, algunas dadas de alta definitivamente, otras aún en fase de quimioterapia o radioterapia postquirúrgica.

Todas las participantes lo hicieron voluntariamente, fueron informadas del objeto y pormenores del estudio y firmaron el consentimiento para su participación. Le proyecto de investigación, fue aprobado por la Comisión de Bioética de la Universidad de Sonora.

## 6.2 EVALUACIÓN DEL VOLUMEN DE LA EXTREMIDAD

La medida de perímetros se realizó con una cinta métrica antropométrica Lufkin® modelo W606PM, en ambas extremidades superiores. Cada medida se realizó tres veces y se hizo la media de las tres determinaciones, para así disminuir el error de la medida (Cuello-Villaverde et al., 2010). Con el codo y la muñeca extendidos ambos a 180 grados, el punto de referencia inicial fue el hueso pisiforme a la altura del pliegue distal de la flexura de la cara anterior de la muñeca, a partir de ahí, se extendía la cinta de medida hasta la zona de la articulación acromioclavicular, marcándose con un rotulador una señal cada 4 centímetros (Mortimer, 1990), señal que era por la cual pasaba el borde inferior de la cinta métrica, de forma perpendicular al eje mayor de la extremidad, aplicando únicamente la presión necesaria para que se ajuste la superficie de la cinta métrica a la piel del perímetro medido sin que comprima para que la cinta no esté en un plano inferior a la piel de la zona en que se está midiendo. Y de esta manera se continuaban las medidas en los puntos señalados hasta la raíz del miembro. En este estudio, hemos presentado los resultados calculados en base a 9 puntos de determinación, es decir hasta los 36 cm desde la referencia anatómica inicial, (Cuello-Villaverde et al., 2010), (figura 3).



Figura 3. Determinación de perímetros

Con estas medidas de los perímetros, se determinó el volumen de cada extremidad empleando el método indirecto basado en calcular matemáticamente el volumen de cada segmento medido, para después sumarlos y conseguir el volumen total de cada brazo. Para hallar el volumen de cada segmento se empleó la fórmula del cono truncado (Cuello-Villaverde et al., 2010) (Figura 4).

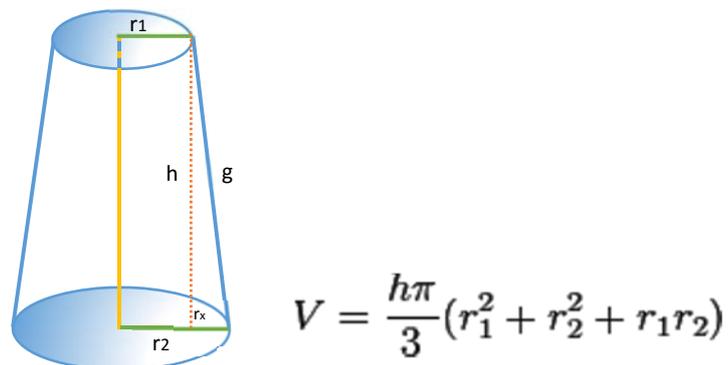


Figura 4. Fórmula del cono truncado

Algunas investigaciones utilizan la longitud de cada segmento (g) como la altura del cono, nuestro grupo utiliza la altura real de cada segmento (h), para ello se realizan los siguientes pasos:

1.- Determinar el radio de cada uno de los perímetros medidos, empleando la fórmula:

$$r = \frac{p}{2\pi}$$

2.- Hallar el radio desconocido restándole al radio dos el radio uno de cada segmento:

$$rx = r2 - r1$$

3.- Identificar la altura (h) de cada segmento empleando el teorema de Pitágoras, que en este caso sería igual a:

$$h = \sqrt{g^2 - r_x^2}$$

4.- Hallar el volumen de cada segmento medido, utilizando la fórmula del cono truncado.

5.- Sumar todos los volúmenes de cada segmento para hallar el volumen total de cada brazo.

### 6.3 EVALUACIÓN DE LA FUERZA

La evaluación de la fuerza máxima dinámica se realizó determinado 1RM (una repetición máxima) conforme a continuación se concreta.



Figura 5. Posición de inicio en el ejercicio de *chest fly press*

Se realizó en una máquina multiestación *Body-Solid®*, en el ejercicio de *chest fly press*, en el que se activan básicamente el pectoral mayor y la porción anterior del deltoides. La persona con la espalda y el occipucio firmemente apoyados en el respaldo

de la silla, con el antebrazo en rotación anterior de 90 grados y el brazo en abducción a de 90 grados con el codo flexionados unos 165 grados, en esta posición, la mano sujeta el asidero vertical del brazo de palanca de la máquina diseñado para este ejercicio (figura 5). Desde esta posición inicial, la persona aproxima el asidero manteniendo la flexión del codo hasta el plano medio sagital de la persona en la fase concéntrica del movimiento, y desde manteniendo el control del peso regresa la extremidad superior al punto de partida.

La primera carga que se utilizaba era el correspondiente al 10% del peso corporal de cada persona. Con cada carga se realizaban dos repeticiones. Tras cada intento se les daban 2 minutos de recuperación. Los incrementos en la carga tras cada intento fueron de un 10% si conseguían moverla dos veces y si fallaban se realizaba una disminución del 5%.

La carga que sólo conseguían mover una única vez en un rango de movimiento próximo a completo, se determinó como máxima fuerza dinámica.

#### **6.4 METODOLOGÍA ESTADÍSTICA**

La estadística descriptiva, se muestra como media y desviación para las variables cuantitativas y como recuento o proporción de las frecuencias para las variables cualitativas.

Se constató la existencia o no de la distribución normal de las variables cuantitativas, mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

La comparación entre las medias de las variables cualitativas entre los grupos, se realizó mediante la prueba T de *Student* para muestras independientes, y para el estudio de las variables intragrupo (izquierda/derecha) mediante la prueba T de *Student* para muestras relacionadas.

La Asociación con variables cuantitativas se realizó mediante la prueba Chi cuadrado.

El estudio de la correlación bivariada, para variables cuantitativas se realizó con la prueba de Pearson.

Se estableció el nivel de significación para una  $p \leq 0,05$ .

Se empleó el paquete estadístico SPSS v21, para el análisis estadístico, y el Excel 2013 para la realización de las representaciones gráficas.

Se ha establecido la significancia estadística para un valor de una  $p < 0,05$ .

---

## **7 RESULTADOS**

**TABLA 1: TOTAL MUESTRA 164**

	IZQUIERDO OPERADO	DERECHO OPERADO
	78 (48%)	86 (52%)
<b>AÑOS DESDE DIAGNÓSTICO</b>	6 ± 5,3	4,6 ± 3,9
<b>EDAD</b>	54,2 ± 9,6	54,1 ± 9,6
<b>LINFADENECTOMÍA</b>	SI 66 (84%)	67 (78%)
	NO 12 (16%)	19 (22%)

En la tabla 1, se muestran los datos del total de la muestra estudiada, mostrando el número (y el porcentaje) de las mujeres operadas del lado derecho y las operadas del lado izquierdo. A su vez de cada uno de estos subgrupos se presentan los datos relativos a la edad, años desde el diagnóstico y número y porcentaje de mujeres que has sufrido o no la linfadenectomía. Observamos que el porcentaje de las afectadas del pecho derecho es similar a las afectadas del lado izquierdo. También es claro el mayor número de mujeres que han sufrido linfadenectomía, no habiendo diferencias en el porcentaje de linfadenectomizadas y no, entre las afectadas del lado derecho y del lado izquierdo ( $X^2= 2,264$ ,  $p= 0,323$ ).

**TABLA 2: TOTAL MUESTRA  
LINFADENECTOMIZADA 133 (80,5%)**

	IZQUIERDO OPERADO	DERECHO OPERADO
	61 (46%)	72 (54%)
<b>AÑOS DESDE DIAGNÓSTICO *</b>	6,5 ± 5,6	5,1 ± 4,2
<b>EDAD</b>	54,2 ± 9,6	54,1 ± 9,6

En la tabla 2, mostramos los datos de la muestra de las pacientes que sufrieron la linfadenectomía, los valores y porcentajes de las afectadas del lado derecho e izquierdo, los años promedio desde el diagnóstico y su edad. No hubo diferencias entre los dos grupos en lo relativo a la edad o años de desde el diagnóstico. La diferencia estadística significativa, ( $p=0,009$ ), señalada corresponde a la existente en los años desde el diagnóstico entre las mujeres linfadenectomizadas y no linfadenectomizadas.

**TABLA 3: TOTAL MUESTRA NO LINFADENECTOMIZADA 31 (19,5%)**

	IZQUIERDO OPERADO	DERECHO OPERADO
	13 (40%)	18 (60%)
<b>AÑOS DESDE DIAGNÓSTICO *</b>	3 ±1,5	3,2 ± 2,4
<b>EDAD</b>	52,6 ± 4,5	54,3 ± 7,4

En la tabla 3, presentamos los datos de la muestra de las pacientes que no sufrieron la linfadenectomía, los valores y porcentajes de las afectadas del lado derecho e izquierdo, los años promedio desde el diagnóstico y su edad, no se aprecian diferencias entre los dos grupos.

*Tabla 4: Valores de asimetría en la fuerza en el total de la muestra. Media± DS*

<b>FUERZA Y ASIMETRÍA total muestra</b>					
Operado IZQUIERDO			Operado DERECHO		
1RM derecho	1RM izquierdo	% 1RM	1RM derecho	1RM izquierdo	% 1RM
23,64 ±8,07	24,58 ±8,20	5,8 ±20,3	32,47 ±41,85	23,04 ±6,15	10,8 ±19,9

En la tabla 4, se muestran los valores relativos a la fuerza máxima de cada uno de los brazos en todas las mujeres de la muestra, separándolas en un grupo que habían sido intervenidas en su miembro superior izquierdo de las que lo habían sido en el derecho. A pesar de un valor medio más alto en la 1RM derecha en las mujeres operadas del lado derecho, esta diferencia no es significativa respecto a las del operado en el izquierdo. Tampoco en ninguno de los dos grupos hubo diferencias significativas entre un brazo y el otro. Se muestra igualmente la disimetría expresada como la diferencia porcentual entre un brazo y otro, no habiendo diferencias significativas en la asimetría en lo relativo a la fuerza máxima en el grupo de operadas del brazo derecho de las operadas en el brazo izquierdo.

*Tabla 5: Valores de asimetría en la fuerza de las linfadenectomizadas. Media± DS*

<b>FUERZA Y ASIMETRÍA linfadenectomizadas</b>					
Operado IZQUIERDO			Operado DERECHO		
1RM derecho	1RM izquierdo	% 1RM	1RM derecho	1RM izquierdo	% 1RM
25,12 ±7,92	26,19 ±7,61	7,03 ±20,70	34,26 ±48,31	23,06 ±6,77	9,94 ±22,53

En la tabla 5, se recogen los datos relativos a la fuerza de ambas extremidades y a la asimetría funcional (% 1RM), en las mujeres de la muestra que habían sido sometidas a linfadenectomía. Al igual que ocurre en toda la muestra, a pesar de los valores más altos en el 1RM del brazo derecho en las intervenidas del lado derecho, no son significativamente más altos. Tampoco existe diferencia en la asimetría entre las intervenidas de un lado respecto a las intervenidas del otro.

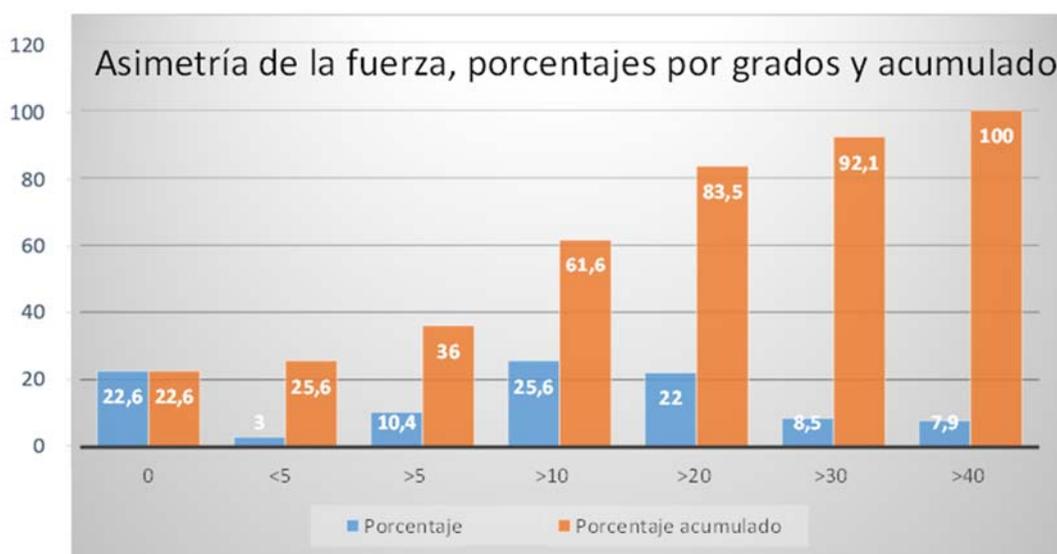


Figura 2: Porcentajes de grados de asimetría en la fuerza, totales y acumulados

La figura 2 representa el porcentaje de la muestra que presenta diferentes grados de asimetría, así como el porcentaje acumulado a medida que se va incrementando el grado de asimetría. En ella el 0, representa la existencia de igualdad absoluta en el valor de 1RM de una extremidad respecto de la contralateral. <5, se refiere a que entre una extremidad y otra hay una asimetría en la fuerza en valores que van de 0,1 a 4,9%. >5 es la asimetría en la fuerza que va de 5 hasta 9,99%, >10, que la asimetría es superior a 10 e inferior a 19,9%; >20 es la asimetría que va de 20 a 29,9%, >30 la que va de 30 a 39,9% y finalmente >40 que la asimetría mayor del 40%.

Tabla 6: asimetría en el la fuerza en toda la muestra

<b>VOLUMEN Y ASIMETRÍA total muestra</b>					
Operado IZQUIERDO			Operado DERECHO		
VOLUMEN derecho	VOLUMEN izquierdo	% Volumen	VOLUMEN derecho	VOLUMEN izquierdo	% Volumen
1180,6 ±58,7	1204,5 ±83,7	23,8 ±25,0	1291,2 ±353,6	1270,3 ±326,0	20,9 ±34,2

En la tabla 6, mostramos los valores del volumen (ml) del brazo, de los 36 centímetros desde el pliegue distal de la muñeca hacia la raíz del hombro, relativos al grupo de la muestra intervenido del lado derecho y de las intervenidas en el lado izquierdo. No se observan diferencias significativas en ninguno de los dos grupos entre el miembro superior izquierdo y derecho, ni tampoco en el grado de asimetría en el volumen (% volumen), entre las operadas del lado derecho respecto a las intervenidas del lado izquierdo.

Tabla 7: asimetría en el la fuerza en la muestra linfadenectomizada

<b>VOLUMEN Y ASIMETRÍA linfadenectomizadas</b>					
Operado IZQUIERDO			Operado DERECHO		
VOLUMEN derecho	VOLUMEN izquierdo	% Volumen	VOLUMEN derecho	VOLUMEN izquierdo	% Volumen
1182,1 ±82,9	1209,6 ±117,1	27,5 ±34,2	1158,1 ±148,7	1143,7 ±151,6	14,3 ±23,6

En la tabla 7, se muestran los mismos datos que en la tabla 6, pero esta vez referidos únicamente a las mujeres intervenidas pero que no sufrieron linfadenectomía. Y al igual que ocurría en la linfadenectomizadas, no se observan diferencias entre los brazos en ninguno de los dos grupos, ni diferencia en el grado de asimetría entre ambos grupos.

Tabla 8: correlaciones entre asimetrías

<b>Correlaciones</b>				
	Δ FUERZA ABSOLUTA	Δ % FUERZA	Δ VOLUMEN ABSOLUTO	Δ % VOLUMEN
Δ FUERZA ABSOLUTA	1,00			
Δ % FUERZA	0,427**	1,00		
Δ VOLUMEN ABSOLUTO	-0,08	-0,20	1,00	
Δ % VOLUMEN	-0,14	-0,13	0,954**	1,00

En la tabla 8, se recogen los valores relativos a la correlación de Person entre los valores asimetría de la fuerza expresada en forma absoluta y en forma de porcentaje, y los de la asimetría en el volumen del brazo también expresados de forma absoluta y de forma porcentual. Lógicamente se puede observar que existe una correlación positiva y significativa entre los valores absolutos y porcentuales tanto de fuerza como de volumen. Si bien no existe correlación entre las respectivas formas de expresión de los valores de simetría de fuerza y de volumen.



Figura 3: mujeres con asimetría de más de un 5%

En la figura 3, se representa gráficamente el porcentaje y el número de mujeres que presentan o no más de un 5% de diferencia en el volumen entre las extremidades. Podemos observar, que un 25% de ellas presentan esta asimetría en el volumen de los antebrazos fundamentalmente y en la figura 4, porcentajes de los diferentes grados, entre 0 y 3 %, más de 3 y menos de 5 %, entre 5 y 10% y más de 10%.

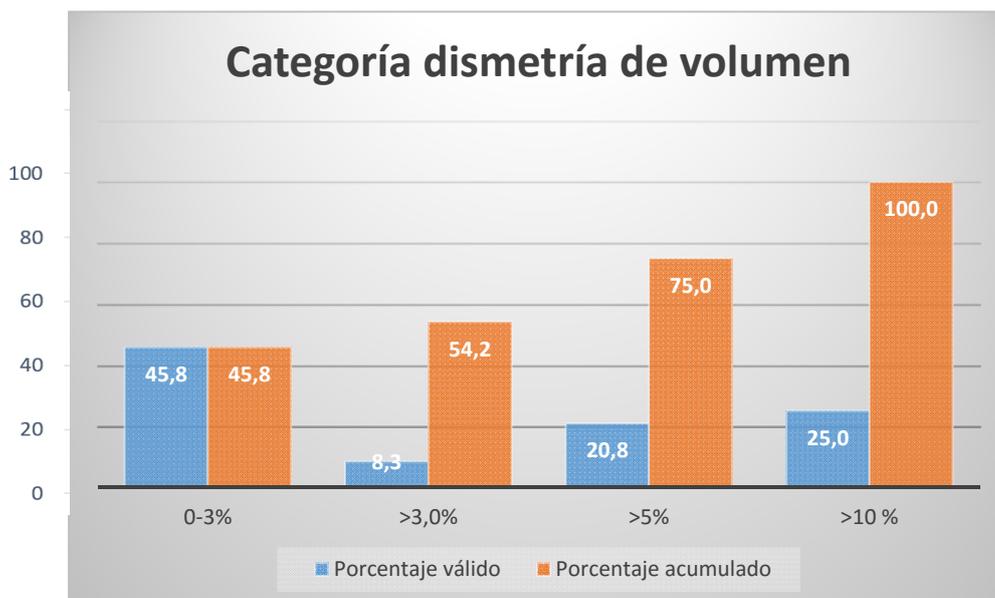


Figura 4: Porcentaje por categorías de asimetría del volumen y acumulados

---

## **8 DISCUSIÓN**

En la muestra no había ningún varón, a pesar de que este tipo de cáncer también afecta a los varones, si bien es verdad que en una proporción cien veces menor que en la mujer.

En relación a la resección linfática, llama la atención, que el grupo que no había sufrido resección ganglionar había sido diagnosticado más recientemente. Como ya se mencionó, la implementación más frecuente en los últimos años, de la exploración del ganglio centinela, que es el primer ganglio que drena la linfa procedente del territorio de la mama, de forma que si este ganglio está afectado en la cirugía se es más agresivo en lo referente a la linfadenectomía, y si no está afectado se es más conservador. Probablemente es la razón por la cual en el grupo de mujeres no linfadenectomizadas han sido diagnosticadas más recientemente.

En nuestro grupo, es ligeramente más numeroso de las personas afectadas del lado derecho que del izquierdo, 52% frente al 48% del total de la muestra. La tendencia no cambia en las linfadenectomizadas o no de nuestro grupo. Dependiendo de las series estudiadas varía ligeramente, si bien en general parece que hay un consenso en que es ligeramente pero no significativamente más frecuente en la mama izquierda que en la derecha. En nuestro caso, este dato está ligeramente distorsionado, pues hemos excluido para este estudio, a aquellas mujeres que habían sufrido cáncer en las dos mamas.

El tamaño de nuestra muestra es inferior a la de la mayoría de los estudios epidemiológicos, pero es superior a muchos de los estudios de intervención. Nuestro grupo, se trata de mujeres que se iban a incorporar a un programa de ejercicio físico.

### **Dismetría en la fuerza**

La asimetría en la fuerza en las personas sanas, puede no existir, ser pequeña o ser considerable, dependiendo del grupo muscular en el que se evalúe, además no siempre los resultados publicados son uniformes. De forma general, en la práctica clínica, la asimetría habitualmente aceptada como normal suele ser de alrededor de un 10% (McGrath et al., 2016). En un trabajo ya clásico de Armstrong y Oldhan (1999), en el que se compara la fuerza de la mano dominante y no dominante en personas diestras y zurdas, realizando la máxima fuerza de contracción voluntaria en un ejercicio de pinza y en presión palmar, no encontraron diferencias significativas entre las manos dominantes y no dominantes en los participantes zurdos, aunque sí observaron diferencias pequeñas pero significativas (0,1-3%) entre las manos dominantes y no dominantes en los participantes diestros, por lo que concluyen que la norma del 10% para establecer el límite de la normal asimetría, debe ser tomada con precaución a la hora de comparar manos lesionadas frente a las no lesionadas. En cualquier caso en

---

nuestro estudio no se trataba de la mano, sino de grupos musculares del hombro básicamente.

En nuestro trabajo, no hemos encontrado asimetría en la fuerza cuando se comparan los valores de todo el grupo. Tampoco cuando se analizó separadamente en las mujeres que fueron intervenidas con o sin linfadenectomía. En los resultados hemos recogido en la figura 3 los datos en forma de gráfica del grado de simetría en la fuerza que hemos encontrado. Y lo hacemos en base al porcentaje de disimetría que las diferentes personas de la muestra presentan. Pues no resulta operativo el estudiar la asimetría del grupo en general, pues las asimetrías que de forma individual pueden existir, pueden quedar (de hecho quedan) amortiguadas en los valores promedios del grupo. Por ello, ante algo tan aparentemente evidente, nos ha llamado mucho la atención que en la mayoría de estudios sobre asimetría, el tratamiento es global y no individualizado. Hemos considerado diferentes niveles de simetría/asimetría, a pesar de que clínicamente se suele considerar como límite normal de asimetría en la fuerza de un 10%, también hemos considerados otros límites más conservadores con un 5%, u otros claramente superiores, 20%, 30%, o más de 40%.

En nuestra muestra el 36% por cierto de las supervivientes, presentaban una simetría completa o una simetría claramente dentro de los límites normales. Es decir que el 74% presentaban valores que clínicamente podríamos considerar como de asimetría superior a la considerada como normal. De hecho, el 16,2% de nuestra población presentaba unos índices muy patológicos de asimetría en la fuerza. Nos parece de importancia trascendental estos datos, y nos sirve para recalcar la importancia de no publicar los datos relativos a asimetría de fuerza en cualquier grupo muscular o grupo poblacional como valores promedio de los grupos, salvo que además se haga una comunicación añadida de los diferentes grados de asimetría. De confirmarse nuestros hallazgos en otras poblaciones de supervivientes al cáncer de mama, nos indicaría que el nivel de disimetría en la fuerza entre las extremidades del lado operado y no operado en las supervivientes de cáncer de mama, es más alto del que habitualmente se dice.

No podemos contrastar nuestros valores con el de otros estudios, pues es infrecuente que se estudie este extremo en supervivientes de cáncer de mama, y no hemos encontrado ningún estudio en estas pacientes ni con este tipo de ejercicio ni con los diferentes rangos de disimetría. Hay estudios que miden la fuerza de prensión manual, pero no tiene por qué verse afectada especialmente, y se entiende entonces que se diga que no hay asimetría. Nosotros hemos elegido este ejercicio, por la seguridad en la ejecución para estas pacientes, y porque se emplean fundamentalmente los dos músculos más afectados habitualmente en la mastectomía, el pectoral mayor y la porción anterior del deltoides, ya sea porque con frecuencia en la intervención de la

---

mastectomía se procede al raspado de la fascia del pectoral y a que es la zona donde más se centra el proceso de radioterapia posterior con alrededor de 25 sesiones.

### **Dismetría en el volumen**

Como ya hemos comentado, el linfedema es un problema con repercusiones psicológicas y también sobre la calidad de vida. Es una preocupación que a menudo desasosiega a las pacientes supervivientes de cáncer. Por otra parte, a pesar de ser un importante problema, no existen criterios diagnósticos claros y universales para su diagnóstico o categorización (Taghian et al., 2014).

En nuestra muestra, un 25% de las pacientes, presentaban disimetría en el volumen, si ponemos el punto de corte en un 5%, similar a lo que se reporta en las diferentes series que varía de un 16% a un 26% (Ay, Kutun y Cetin, 2014).

Es destacable el hecho de que la ausencia de linfedema es mayor en el grupo de las mujeres que han sido diagnosticadas en los tres últimos años. Se podría atribuir a que cada vez con más frecuencia se analiza previamente el ganglio centinela como se refiere en (Rebegea et al., 2015), si bien no hay que olvidar que el linfedema puede aparecer en los 20 años siguientes al tratamiento del cáncer, de forma que las mujeres que más tiempo llevan desde su diagnóstico han dispuesto de más tiempo para desarrollar esta patología.

Sin embargo, y quitando valor al razonamiento que acabamos de hacer, también llama la atención que cuando analizamos el linfedema por categorías en función del grado de asimetría, apreciamos que la categoría del grado de linfedema no está asociado, curiosamente, a que hayan sufrido o no linfadenectomía ( $X^2= 2,069$ ;  $p=0,355$ ). Este aspecto es un poco contradictorio cuando lo analizamos en las publicaciones científicas, pues nos encontramos con publicaciones que destacan que antes de realizar la cirugía, las mujeres diagnosticadas de cáncer de mama, ya un 11,2% presentan disimetría en el volumen de más de un 5%, es decir se podría considerar como de linfedema (Ancukiewiez et al., 2012).

En un estudio interesante y publicado recientemente, que trata de predecir la probabilidad de desarrollar linfedema en mujeres con cáncer de Bains et al (2015), a las mujeres se les estudió el grado de flujo linfático muscular, y observaron que las mujeres que tenían un alto flujo antes de ser intervenidas presentaban una mayor tasa de incidencia de linfedema.

Por otra parte, entre los factores predisponentes a desarrollar linfedema, cada vez está más reconocido el sobrepeso y obesidad. El presentar un IMC superior a 30 kg/m<sup>2</sup> supone tener cuatro veces más probabilidades de desarrollar linfedema que si se tiene un IMC más bajo (Ay, Kutun y Cetin A., 2014; Togawa et al., 2014).

---

Hemos leído en la bibliografía, que el desarrollo de linfedema, puede comprometer la función de la extremidad del lado afectado (Taghian et al., 2014), también, curiosamente, cuando hemos analizado el grado de correlación entre la disimetría de fuerza y la de volumen entre las extremidades, el nivel de correlación fue muy bajo (aunque negativo) y muy lejos de la significación estadística. Lo que nos hace, pensar, al menos, que no siempre la disimetría en el volumen se acompaña de disimetría funcional.

---

## **9 CONCLUSIONES**

---

A la vista de los resultados de nuestro estudio, podemos concluir que en la muestra de mujeres supervivientes al cáncer de mama, mastectomizadas unilateralmente:

**Primero.-** La prevalencia del linfedema, está en valores ligeramente altos a los descritos en la bibliografía.

**Segundo.-** presentan, en principio, una disimetría de fuerza más alta que las publicadas, si bien es necesario ser cautos a la hora de interpretar los valores grupales no matizados por grados de disimetría.

**Tercero.-** la disimetría en el volumen del brazo no se relaciona con la disimetría funcional.

**Cuarto.-** aunque con reservas, la asimetría de volumen es menos frecuente en pacientes tratadas en los últimos años.

---

**10 LIMITACIONES DEL TRABAJO**

**Y**

**FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

---

El presente trabajo, realizado como una introducción a una investigación posterior, y pensando en un Trabajo fin de Máster, tiene algunas limitaciones, como son:

- el tamaño de la muestra, que en un futuro pretendo incrementar de forma notable
- la falta de toma de datos complementarios, relativos al tipo de cáncer, y tipo de cirugía de forma más detallada
- la determinación de la fuerza únicamente de un ejercicio en el *bench fly press*

En un futuro próximo, pretendo realizar medidas complementarias a las de los perímetros, con el uso de bioimpedancia local y desplazamiento de agua, además de hacer un seguimiento durante dos años de estas pacientes, a la vez que ver el efecto que el entrenamiento muscular de las extremidades superiores puede ejercer sobre la disimetría funcional y la disimetría de volumen, y analizar la disimetría funcional en más grupos musculares y explorar el cómo afecta a la calidad de vida de las pacientes.



---

## **11 BIBLIOGRAFÍA**

1. Ahmed RL., Prizment A., Lazovich D., Schmitz KH., Folsom AR. (2008). Lymphedema and quality of life in breast cancer survivors: the Iowa Women's Health Study. *J Clin Oncol.* 26(35):5689–96
2. Al-Eisa E., Egan D., Wassersug R. (2004). Fluctuating asymmetry and low back pain. *Evol Hum Behav.* 25:31–37.
3. American Cancer Society (ACS). Cancer facts and figures 2015. American Cancer Society, Atlanta. [Fecha de Consulta 12 de Agosto 2016]. Disponible en: <http://www.cancer.org/acs/groups/content/@editorial/documents/document/acspc-044552.pdf>
4. Ancukiewicz M., Miller CL., Skolny MN., O'Toole J., Warren LE., Jammallo LS., Specht MC., Taghian AG.(2012). Comparison of relative versus absolute arm size change as criteria for quantifying breast cancer-related lymphedema: The flaws in current studies and need for universal methodology. *Breast Cancer Res Treat.* 135(1):145–152.
5. Armstrong CA., Oldham JA. (1999). A comparison of dominant and non-dominant hand strengths. *J Hand Surg Br.* 24(4):421-5.
6. Ay AA, Kutun S, Cetin A. (2014) Lymphoedema after mastectomy for breast cancer: importance of supportive care. *S Afr J Surg.* 6;52(2):41-4
7. Bains SK., Stanton AW., Cintolesi V., Ballinger J., Allen S., Zammit C., Levick JR., Mortimer PS., Peters AM., Purushotham AD. (2015). A constitutional predisposition to breast cancer-related lymphoedema and effect of axillary lymph node surgery on forearm muscle lymph flow. *Breast.* (1):68-74
8. Clerke A., Clerke J. (2001). A literature review of the effect of handedness on isometric grip strength differences of the left and right hands. *Am J Occup Ther.* 55(2):206-11.
9. Cormier JN., Xing Y., Zaniletti I., Askew RL., Stewart BR., Armer JM. (2009). Minimal limb volume change has a significant impact on breast cancer survivors. *Lymphology.* 42 (4):161–75.
10. Cuello-Villaverde E., Forner-Cordero I., Forner-Cordero A. (2010). Linfedema: métodos de medición y criterios diagnósticos. *Rehabilitación (Madr).* 44(S1):21–28.
11. DiSipio T, Rye S., Newman B., Hayes S. (2013). Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Oncol.* 14(6):500-15.
12. Godal R., Swedborg I. (1982). A correction for the natural asymmetry of the arms in the determination of the volume of oedema. *Scand J Rehabil Med.* 14(4):193-5
13. Harris SL., Niesen-Vertommen. (2000). Challenging the myth of exercise-induced lymphedema following breast cancer: a series of case reports. *Journal of Surgical Oncology.* 74(2):95-8.

14. Hayes SC., Janda M., Cornish B., Battistutta D., Newman B. (2008). Lymphedema after breast cancer: incidence, risk factors, and effect on upper body function. *J Clin Oncol.* 26(21):3536-42.
15. Hennessey S., Huszti E., Gunasekura A., Salleh A., Martin L., Minkin S., Chavez S., Boyd NF. (2014). Bilateral symmetry of breast tissue composition by magnetic resonance in young women and adults. *Cancer Causes Control.* 25(4):491-7.
16. Ireland A., Maden-Wilkinson T., McPhee J., Cooke K., Degens H., Rittweger J. (2014). Effects of age and starting age upon side asymmetry in the arms of veteran tennis players: a cross-sectional study. *Osteoporos Int.* 25(4):1389-400.
17. Ireland A., Maden-Wilkinson T., McPhee J., Cooke K., Narici M., Degens H., Rittweger J. (2013). Upper limb muscle-bone asymmetries and bone adaptation in elite youth tennis players. *Med Sci Sports Exerc.* 45(9):1749-58.
18. Johansson K., Ingvar C., Albertsson M., Ekdahl C. (2001). *Study Adv Physiother.* 2001;3:55-66
19. Krzykala, M. (2012). Dxa as a Tool for the Assessment of Morphological Asymmetry in Athletes (*Chapter 5*). En: Abdellah El Maghraoui. Dual Energy X-Ray Absorptiometry. [Fecha consulta: 12 Agosto 2016]. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/dual-energy-x-ray-absorptiometry/dxa-as-a-tool-for-the-assessment-of-morphological-asymmetry-in-athletes>
20. Kumanyika S., Jeffery RW., Morabia A., Ritenbaugh C., Antipatis VJ.(2002). Public Health Approaches to the Prevention of Obesity (PHAPO) Working Group of the International Obesity Task Force (IOTF). Obesity prevention: the case for action. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 26(3):425-36.
21. Matthews K., Smith J. (1996). Effectiveness of modified complex physical therapy for lymphedema treatment. *Aust J Physiother.* 42(4):323-328.
22. McGrath TM., Waddington G., Scarvell JM., Ball NB., Creer R., Woods K., Smith D. (2016). The effect of limb dominance on lower limb functional performance: a systematic review. *J Sports Sci.* 34(4):289-302.
23. Mortimer PS. (1990). Investigation and management of lymphoedema. *Vasc Med.* 1:1-20. [Fecha consulta: 26 Julio 2016]. Disponible en: <http://vmj.sagepub.com/>
24. Navarro-Ibarra MJ., Caire-Juvera G., Ortega-Vélez MI., Bolaños-Villar AV., Saucedo-Tamayo Mdel S. (2015). Influence of reproductive factors, breastfeeding and obesity on the risk of breast cancer in mexican women. *Nutr Hosp.* 32(1):291-8.
25. Paizis C., Skoura X., Personnier P., Papaxanthis C. (2014). Motor Asymmetry Attenuation in Older Adults during Imagined Arm Movements. *Front Aging Neurosci.* 20:6:49.
26. Plate A., Sedunko D., Pelykh O., Schlick C., Ilmberger JR., Bötzel K. (2015). Normative data for arm swing asymmetry: how (a)symmetrical are we? *Gait Posture.* 41(1):13-8.

27. Rebegea L., Firescu D., Dumitru M., Anghel R. (2015). The incidence and risk factors for occurrence of arm lymphedema after treatment of breast cancer. *Chirurgia (Bucur)*. 110(1):33-7.
28. Ridner SH (2005). Quality of life and a symptom cluster associated with breast cancer treatment-related lymphedema. *Support Care Cancer*. 13(11):904–11.
29. Ridner SH., Bonner CM., Deng J., Sinclair VG. (2012). Voices from the shadows: living with lymphedema. *Cancer Nurs*. 35(1):18–26. (a).
30. Ridner SH., Sinclair V., Deng J., Bonner CM., Kidd N., Dietrich MS. Breast cancer survivors with lymphedema: glimpses of their daily lives. *Clin J Oncol Nurs* 2012;16(6):609–14. (b).
31. Sakorafas GH., Peros G., Cataliotti L., Vlastos G. (2006). Lymphedema following axillary lymph node dissection for breast cancer. *Surg Oncol*. 15(3):153-65.
32. Stout Gergich NL., Pfalzer LA., McGarvey C., Springer B., Gerber LH., Soballe P. (2008). Preoperative assessment enables the early diagnosis and successful treatment of lymphedema. *Cancer*. 112 (12):2809–19.
33. Swartz MA. (2001) The physiology of the lymphatic system. *Adv Drug Deliv Rev*. 23;50(1-2):3-20.
34. Taghian NR., Miller CL, Jammallo LS., O'Toole J., Skolny MN. (2014). Lymphedema following breast cancer treatment and impact on quality of life: a review. *Rev Oncol Hematol*. 92(3):227-34
35. Thornhill R., Gangestad S. W. (1999). The scent of symmetry: A human sex pheromone that signals fitness?. *Evol Hum Behav*. 20(3):175–201
36. Thornhill R., Gangestad S. W., Miller R., Scheyd G., McCollough J. K., Franklin M. (2003). Major histocompatibility complex genes, symmetry, and body scent attractiveness in men and women. *Behavioral Ecology*. 14(5):668–678.
37. Togawa K, Ma H, Sullivan-Halley J, Neuhaus ML, Imayama I, Baumgartner KB, Smith AW, Alfano CM, McTiernan A, Ballard-Barbash R, Bernstein L. (2014). Risk factors for self-reported arm lymphedema among female breast cancer survivors: a prospective cohort study. *Breast Cancer Res*. 22;16(4):414.
38. Vassard D., Halgren Olsen M., Zinckernagel L., Vibe-Petersen J., Oksbjerg Dalton S., Johansen C. (2010) Psychological consequences of lymphoedema associated with breast cancer: a prospective cohort study. *Eur J Cancer*. 46(18):3211–8.
39. Walters J., Koo WW., Bush A., Hammami M. (1998) Effect of hand dominance on bone mass measurement in sedentary individuals. *J Clin Densitom*. 1(4):359-67.
40. Yang R., Tsai K., Chieng P., Liu T. (1977). Symmetry of bone mineral density at the proximal femur with emphasis on the effect of side dominance. *Calcif Tissue Int*. 1(3):189-91.