



REHABILITACIÓN

www.elsevier.es/rh



REVISIÓN

Linfedema: métodos de medición y criterios diagnósticos

E. Cuello-Villaverde^{a,*}, I. Forner-Cordero^b y A. Forner-Cordero^c

^aServicio de Rehabilitación, Hospital Provincial de Castellón, Castellón, España

^bUnidad de Linfedema, Servicio de Rehabilitación, Hospital Universitario La Fe, Valencia, España

^cServicio de Rehabilitación, Hospital de Sagunto, Universidad de Valencia, Valencia, España

Recibido el 30 de mayo de 2010; aceptado el 31 de mayo de 2010
Disponibile en Internet el 14 de julio de 2010

PALABRAS CLAVE

Linfedema;
Métodos de medición;
Valoración de resultados;
Medidas circunferenciales;
Volumetría;
Diagnóstico

Resumen

Objetivo: Realizar una revisión y una actualización de los conocimientos existentes respecto a los diferentes métodos de medición del linfedema y los criterios diagnósticos relacionados, cuestiones muy debatidas en las sociedades internacionales de linfología.

Estrategia de búsqueda: Se buscaron los artículos originales en las principales bases de datos: Clearinghouse National Guidelines, Guidelines Finder de la National electronic Library for Health del NHS británico, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Web of Knowledge y MEDLINE (1996–2009) y las monografías más relevantes sobre linfedema.

Selección de estudios: Se valoró la relevancia de los artículos mediante la lectura del título y el resumen, y aquellos considerados relevantes fueron recuperados a texto completo para su análisis posterior.

Datos: La medición del tamaño del miembro constituye el aspecto central del diagnóstico y la valoración del linfedema, pudiendo realizarse mediante medidas perimetrales (circunferencia) o volumetría directa o indirecta. Otras técnicas cuantifican aspectos como las propiedades mecánicas o físicas de los tejidos.

© 2010 Elsevier España, S.L. y SERMEF. Todos los derechos reservados.

Lymphedema: Measurement methods and diagnostic criteria

KEYWORDS

Lymphedema;
Measuring methods;
Outcome assessment;
Circumferential measurements;
Volumetry;
Diagnosis

Abstract

Objective: To review and update the existing knowledge regarding the different methods of measurement of lymphedema and diagnostic criteria, these being very debated issues in international societies of lymphology.

Search strategy: Original articles were searched for in major databases: Clearinghouse National Guidelines, Guidelines Finder of the National electronic Library for Health of Britannic NHS, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Web of Knowledge and MEDLINE (1996–2009), and the most relevant monographs on Lymphedema.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: cuello.enrique0@gmail.com (E. Cuello-Villaverde).

Study selection: The relevance of the articles was evaluated by initial reading of the title and abstract and the full text of those considered relevant was analyzed.

Data: The main aspect of the diagnosis and assessment of lymphedema is the measurement of the size of the limb that can be done by circumference measurement or by direct or indirect volumetry. Other methods assess physical or mechanical properties of tissues.

© 2010 Elsevier España, S.L. and SERMEF. All rights reserved.

Introducción

En los últimos años se ha producido un avance considerable tanto en el diagnóstico del linfedema como en su reconocimiento como complicación potencialmente grave e incapacitante de las enfermedades neoplásicas. A pesar de ello, los aspectos fundamentales del linfedema, como los sistemas de medición y los criterios diagnósticos, que inciden también en sus cifras de incidencia, en su clasificación y valoración evolutiva, siguen debatiéndose y se encuentran muy alejados de los documentos de consenso que elaboran las sociedades internacionales de linfología¹.

Aunque las pruebas complementarias pueden descartar una patología venosa (eco-Doppler)² o confirmar la disfunción linfática^{3,4}, el diagnóstico de linfedema es clínico, y el aumento del volumen del miembro constituye el aspecto fundamental^{1,5-8}, sin olvidar que la sintomatología y otros signos de la piel y del tejido celular subcutáneo pueden orientar a un diagnóstico precoz⁹.

La determinación del tamaño del miembro ofrece, no obstante, dificultades. Si no existen medidas previas se precisa la comparación con el miembro contralateral que, si bien es válida de forma general, ocasiona problemas diagnósticos y de valoración evolutiva en linfedemas bilaterales^{8,10,11}.

Otro obstáculo estriba en establecer los límites a partir de los cuales las diferencias entre los dos miembros superan asimetrías puramente fisiológicas.

En cuanto a los sistemas de valoración propiamente dichos, el tamaño del miembro puede ser determinado mediante medidas perimétrales o mediciones directas o indirectas del volumen. Otras técnicas cuantifican aspectos como las propiedades mecánicas o físicas de los tejidos. La consistencia tisular, por ejemplo, se ha intentado medir mediante tonometría y la cantidad del fluido extracelular, por medio de bioimpedancia.

Medidas perimétrales

Las medidas perimétrales se llevan a cabo con una simple cinta métrica (fig. 1). Su disponibilidad la convierte en la forma de medición más eficiente y utilizada a nivel clínico⁶. Aunque es evidente que diversos factores (tabla 1) pueden producir errores de medida¹²⁻¹⁴, numerosos estudios consideran que esta técnica es muy fiable tanto intraobservador como interobservador^{6,15-22}. Las medidas deben tomarse siempre en las dos extremidades porque cualquier cambio de tamaño en el miembro no afecta, ya sea fisiológico, sistémico o producido por el propio tratamiento, puede producir errores de apreciación²³.

El número de las medidas difiere según los autores (tabla 3). Para el miembro superior (MS) Mortimer utilizaba un sistema, seguido por otros autores¹⁴, que comenzaba en la estiloides cubital, midiendo cada cuatro centímetros hasta la raíz del miembro²⁴. Otros autores disminuyen la longitud del segmento medido a 3 cm, suponiendo que un mayor número de mediciones proporcionará una valoración más exacta^{16,18,25}. Es más habitual, por contra, un número de perímetros más reducido, tal vez con la idea de acortar el tiempo de exploración²⁶⁻²⁸, constituyendo la mínima expresión dos medidas a nivel del brazo y del antebrazo²⁸.

En el miembro inferior (MI) existen también métodos muy dispares. Algunos autores miden, a semejanza del MS, segmentos de 4 cm desde el tobillo a la ingle^{23,24}. Casley-Smith toma una medida en el medio del pie, otra en el tobillo y luego asciende hasta el final a intervalos de 10 cm²⁹. Otros autores miden solo dos perímetros a nivel de la pierna, en el tobillo y la parte media de la pantorrilla, aunque se trata más de trabajos dedicados a la investigación que a la valoración clínica del linfedema^{20,22}.

En nuestra experiencia, el método de Mortimer u otro similar, aún valorando ambos miembros, es rápido y no ocupa más de 3-4 min para un observador experimentado. Además, un número reducido de mediciones puede dar lugar a falsos negativos hasta en los linfedemas moderados, dada la frecuente irregularidad del edema a lo largo de la extremidad⁹. Ello hace recomendable el examen del miembro, tanto de forma global como por segmentos, ya que si el edema se limita o afecta preferentemente a uno de ellos, la medición total da una idea equivocada de la gravedad de este⁵.

Las referencias para la toma de medidas también ha sido objeto de debate. En el MS, cuando se incluye la mano en la medición, se comienza por detrás de las metacarpofalángicas, para evitar el sesgo de medición por posibles artropatías³⁰, o a partir de la yema del dedo medio^{16,31}.



Figura 1 Medición de los perímetros con cinta métrica.

Tabla 1 Ventajas e inconvenientes de los métodos de medición del tamaño

Ventajas	Inconvenientes
<i>Medidas perimétricas (cinta métrica)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Método fácilmente disponible • Muy fiable interobservador como intraobservador • Rápido: 3–4 min • La suma de los perímetros sirve para la clasificación y para la valoración evolutiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Errores derivados de la tensión de la cinta, su grosor, ángulo de medición, etc. • Número de medidas no estandarizado • Referencias iniciales no estandarizadas
<i>Volumetría indirecta (cilindro, cono truncado)</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Método simple y medidas fiables • Correlación con métodos de valoración directa 	<ul style="list-style-type: none"> • En general, precisa un sistema informático • Método no estandarizado • Cálculo absoluto de la mano y del pie poco fiable
<i>Volumetría: desplazamiento de agua</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Único método real de medición directa • Fiabilidad alta (incluso la mano y el pie) • Alta sensibilidad (los cambios del 3% se consideran cambio real del volumen) 	<ul style="list-style-type: none"> • Método caro • Poco higiénico. Contraindicado en las heridas abiertas • Sin consenso en cuanto al nivel de inmersión • Solo mide el volumen total. Los edemas muy localizados son infravalorados • No portátil
<i>Aparatos optoelectrónicos</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Resultados muy fiables • Mínimas diferencias entre la variabilidad interobservador e intraobservador • Fuerte correlación con desplazamiento de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Método caro • Poco extendido • Exploración complicada en las limitaciones articulares, poca estabilidad de los miembros o de las extremidades largas • No aplicable a la mano o al pie • No portátil

Tabla 2 Criterios diagnósticos

Autor	Extremidad	Sistema de medición	Criterio
Markowski (1981) ²⁷	Miembro superior	Perimetral	> de 1,5 cm de exceso en dos perímetros
Kissin (1986) ³⁵	Miembro superior	Desplazamiento de agua	> 200 ml de exceso de volumen
Kissin (1986) ³⁵	Miembro superior	Perimetral	> 2 cm de exceso en un perímetro
Brismar (1983) ⁴¹	Miembro superior	Perimetral	> 2 cm de exceso en un perímetro
Clarysse (1993) ²⁶	Miembro superior	Perimetral	> 2 cm de exceso en un perímetro
Erickson (2001) ⁷	Miembro superior	Perimetral	> 2 cm de exceso en un perímetro
Harris (2001) ⁸	Miembro superior	Perimetral	> 2 cm de exceso en un perímetro
Ozaslan (2004) ⁴³	Miembro superior	Perimetral	> 2 cm de exceso en un perímetro
Starrit (2004) ⁴⁹	Miembro superior	Desplazamiento de agua	> 16% de exceso de volumen
Hayes (2005) ⁴⁴	Miembro superior	Perimetral y suma de los perímetros	> 5 cm de exceso en un perímetro y/o > 10% de exceso de la suma de perímetros
Spillane (2008) ⁴⁶	Miembro inferior	Volumetría directa (optoelectrónico)	> 15% de exceso de volumen
Spillane (2008) ⁴⁶	Miembro inferior	Perimetral (sumación de perímetros)	> 7% de exceso de la suma de perímetros
Sagen (2009) ¹⁹	Miembro superior	Desplazamiento de agua	> 10% de exceso de volumen

Se ha argumentado que la utilización de referencias óseas para las marcas es más exacta y hace más comparables las mediciones⁶, pero también es cierto que los segmentos generados no son equidistantes, lo que dificulta un cálculo

de volumen estandarizado³². La estiloides cubital, el olécranon y el epicóndilo son frecuentemente utilizados en el MS^{6,14,15,24,33–35}. En el MI³⁶ el contorno del tobillo parece una medida muy fiable para demostrar cambios de tamaño.

Tabla 3 Sistemas de medición (circometría y volumetría indirecta)

Autor	Extremidad	Sistema de medición	Método de medición
Markowski (1981) ²⁷	MS	Perimetral	5 medidas: 21 y 11,5 cm por encima y 7,5; 14 y 24 cm por debajo del olécranon
Kissin (1986) ³⁵	MS	Perimetral	2 medidas: 15 cm por encima y 10 cm por debajo del epicóndilo
Mortimer (1990) ²⁴	MS	Perimetral. Volumetría indirecta (cilindro)	Desde la muñeca, cada 4 cm a lo largo de la extremidad
Mortimer (1990) ²⁴	MI	Perimetral. Volumetría indirecta (cilindro)	Desde el tobillo, cada 4 cm a lo largo de la extremidad
Clarysse (1993) ²⁶	MS	Perimetral	3 medidas: la muñeca, el antebrazo y el brazo
Casley-Smith (1994) ⁵	MS	Perimetral. Volumetría indirecta (cono truncado)	En medio de la mano y desde la muñeca cada 10 cm
Casley-Smith (1994) ⁵	MI	Perimetral. Volumetría indirecta (cono truncado)	En medio del pie y desde el tobillo cada 10 cm
Acebes (1999) ¹⁷	MS	Perimetral. Volumetría indirecta (cono truncado)	4 medidas: 15 cm por encima y por debajo del olécranon, en la radiocarpiana y en las metacarpofalángicas
Labs (2000) ²²	MI	Perimetral. Volumetría indirecta	2 medidas: perímetro máximo en la pantorrilla y en el tobillo
Sander (2002) ¹⁶	MS	Perimetral. Volumetría indirecta (cono truncado)	Cada 3 cm desde el dedo medio a lo largo de la extremidad
Taylor (2006) ⁶	MS	Perimetral. Volumetría indirecta (cono truncado)	5 medidas: la muñeca, 30 cm, 40 cm, 50 cm y 65% de la distancia entre el olécranon y el acromion
Czerniec (2010) ¹⁵	MS	Perimetral. Volumetría indirecta (cono truncado)	5 medidas: la estiloides cubital, 10 cm, 20 cm, 30 cm y 40 cm

MI: miembro inferior; MS: miembro superior.

La tuberosidad tibial parece la referencia más exacta para medir el perímetro de la pantorrilla, con mayor fiabilidad intraobservador e interobservador que el maléolo medial o la patela²⁰. Se ha diseñado un aparato para medir el tamaño del MI, con buena consistencia test-retest, el Leg-O-Meter. Se ha utilizado en los pacientes con insuficiencia venosa^{37,38}, pero aún no ha sido validado en el linfedema³⁹.

En cuanto a los criterios diagnósticos, la diversidad es tal que en un trabajo de revisión la diferencia perimetral exigida para definir un linfedema posmastectomía oscilaba entre 2–10 cm, según los autores (tabla 2)⁴⁰. Markowski et al defendían que una diferencia entre el brazo afecto y el no afecto igual o superior a 1,5 cm en al menos dos de los cinco perímetros que medía era suficiente para considerar un miembro linfedematoso y establecía una clasificación en función de las diferencias²⁷. Clarysse realizaba solo tres medidas en la muñeca, el antebrazo y el brazo, requiriendo 2 cm de diferencia en una de ellas para diagnosticar linfedema posmastectomía²⁶. Aunque no queda claro cuál es el fundamento de estas diferencias, esta última, la de 2 cm, se ha convertido en el criterio diagnóstico imperante de linfedema en el MS^{7,26,28,35,40–43}. No existe o al menos no hemos encontrado en la literatura médica ninguna propuesta análoga para el MI¹⁴.

La suma de los perímetros de ambos miembros y su comparación es otro parámetro posiblemente válido, tanto para el diagnóstico como para la valoración del linfedema. La cantidad de edema medida a través de la suma de los perímetros presenta una estrecha relación con las medidas del volumen⁵. La diferencia absoluta entre la suma de los perímetros ha sido propuesta como posible criterio

diagnóstico^{44,45}. El cociente entre la suma de los perímetros de ambos miembros expresado en porcentaje se ha utilizado tanto para la definición de linfedema^{44,46} como para valorar su gravedad⁴⁷. Se ha propuesto que un exceso del 7% en la relación de la suma de perímetros es indicativo de linfedema del MI⁴⁶.

Volumetría

El volumen puede obtenerse de forma indirecta a partir de las circunferencias medidas con cinta métrica o directamente mediante instrumentos de desplazamiento de agua o dispositivos electrónicos.

Como en las medidas perimetrales, existen criterios diagnósticos muy variados (tabla 2), desde los que preconizan diferencias absolutas de volumen entre los dos miembros hasta los que defienden volúmenes relativos. Auvert et al consideran que a partir de los 100 ml de diferencia existe linfedema del MS, requiriendo tratamiento cuando se sobrepasa los 250 ml⁴⁸. Kissin et al establecen los 200 ml de diferencia para diagnosticar linfedema posmastectomía³⁵. En cuanto a los criterios relativos, el más conocido para el MS es el que establece como límite para el diagnóstico el 10% de exceso del volumen con respecto al miembro control^{14,19}. Se ha propuesto, en los pacientes sometidos a linfadectomía inguinal y axilar por melanoma, un exceso de volumen del 15 y del 16% como criterio definitorio de linfedema del MI y del MS, respectivamente^{46,49}.

La volumetría indirecta se realiza a partir de las medidas perimetrales, mediante un cálculo matemático del volumen de cada segmento medido, realizando después su sumatorio para conseguir el volumen total del miembro. Los modelos más utilizados son el del cilindro (o disco) o el del frustum (porción de figura geométrica comprendida entre dos planos), cuya opción más conocida es la del cono truncado. Los volúmenes obtenidos de esta manera son fiables y se correlacionan con los métodos de valoración directa del volumen^{6,15-18,20-22,33,50}, pero no son intercambiables, habiéndose comunicado diferencias significativas, tanto por exceso como por defecto^{18,22,33}.

En la mayor parte de estos ensayos los autores utilizan directamente la fórmula del cono truncado^{5,6,15,29}, quizá porque de las dos fórmulas más conocidas parece la más adecuada, considerando la anatomía de los miembros. Además, en el supuesto de que el miembro fuera un cono truncado perfecto, el número de medidas no influiría en el cálculo del volumen. Sin embargo, cuando se han realizado estudios comparativos entre el cono truncado y el cilindro los resultados han sido controvertidos y existe una división de opiniones entre los que apoyan el primero^{25,33} y los que se inclinan por el segundo^{16,51}.

Los métodos reseñados parten de la base de que la sección de los miembros es circular, cuando en puridad se asemeja más a una elipse^{6,52}, lo que ha llevado también a utilizar un modelo frustum elíptico³¹. No obstante, las diferencias reales del volumen entre la utilización de un modelo frustum circular frente a un frustum elíptico en las extremidades son inferiores al 5% y no parecen justificar la mayor complejidad de la toma de medidas, salvo cuando sea preciso un cálculo muy exacto, sobre todo en trabajos de investigación⁵².

El alejamiento del modelo circular es más evidente, por su forma e irregularidad, en la mano y en el pie, por lo que suelen ser excluidos tanto de las medidas perimetrales como de los cálculos del volumen derivados de estas^{6,32,53}. Se ha investigado un modelo trapezoidal para la mano, comparándolo mediante el desplazamiento de agua con métodos frustum, tanto del cono truncado¹⁶ como elíptico⁵³, evidenciándose una superioridad de estos últimos. También para la volumetría del pie se han propuesto modelos elípticos⁵⁴ y fórmulas específicas basadas en la altura, la longitud y la medida del contorno del tobillo¹⁴.

La fórmula del cono truncado es $V = h \times (C1^2 + C1C2 + C2^2)/12\pi$, donde h es la longitud del segmento medido y $C1$ y $C2$ son los perímetros proximal y distal de este. En caso de utilizar el sistema de medición perimetral de Mortimer (donde $h=4$ cm), la fórmula puede simplificarse a $V = 4 \times (C1^2 + C1C2 + C2)/12\pi$, llegando a $V = (C1^2 + C1C2 + C2^2)/3\pi$.

La fórmula del cilindro es más sencilla, permite obtener el volumen con solo una calculadora (aunque lleva tiempo) y es mucho más fácil de llevar a una hoja de cálculo en un sistema informático: $V=h \times \pi r^2$, donde h es la altura del segmento medido y r es el radio de la circunferencia medida.

Es importante, para evitar errores, saber de qué manera se llega a la fórmula de cálculo del volumen a partir de las medidas de circunferencia. Como los parámetros que conocemos son los perímetros (no los radios), es preciso expresar el volumen en función de estos: sabemos que $P=2\pi r$, luego

$r=P/2\pi$. Sustituyendo este valor de r en la fórmula del volumen del cilindro tenemos $V=h \times \pi \times (P/2\pi)^2$; simplificando obtenemos $V=h \times \pi \times P^2/4\pi^2$.

Esta fórmula es la que puede aplicarse siempre, independientemente del número de medidas perimetrales realizadas. Con frecuencia, sin embargo, se comete el error, incluso en los protocolos clínicoterapéuticos, de considerar la fórmula P^2/π referenciada por Mortimer²⁴ como de aplicación general cuando únicamente refleja los volúmenes de los miembros medidos cada 4 cm: $V = h \times P^2/4\pi$; $V = 4 \times P^2/4\pi$; $V = P^2/\pi$.

Esta equivocación es trascendente para los cálculos absolutos, por ejemplo si se utilizan criterios diagnósticos de diferencia de los volúmenes.

La volumetría mediante desplazamiento de agua ha sido considerada por algunos autores como el «gold standard» para la medición del linfedema^{6,25,48,55}. Se basa en el principio de Arquímedes, según el cual todo objeto introducido total o parcialmente en un fluido estático experimenta una fuerza de empuje igual al peso del fluido desplazado⁵⁶. Así, el volumen del miembro se determina introduciendo el miembro y calculando la diferencia entre los niveles inicial y final del líquido. Los datos de variabilidad intraobservador e interobservador indican que un incremento o una disminución del 3% con respecto al miembro control puede considerarse un cambio real del volumen en la valoración evolutiva del linfedema¹⁹. No se trata, en cualquier caso, de un método exento de inconvenientes (tabla 1). No es barato, requiere el cambio de agua entre pacientes y no puede aplicarse cuando hay heridas abiertas^{33,56}. No existe consenso en cuanto al nivel al que debe sumergirse el miembro y aunque lo hubiera, es difícil asegurar que la inmersión se realice hasta el punto deseado⁶. Por otra parte, solo mide el volumen total y no da idea de la forma del miembro, con lo que los edemas muy localizados pueden pasar desapercibidos o ser infravalorados¹⁶.

También los aparatos optoelectrónicos de cálculo del volumen se han considerado la prueba volumétrica «gold standard»^{33,34,57}. Consisten en un marco vertical móvil que contiene diodos emisores de rayos infrarrojos en dos lados y sensores de luz infrarroja en los lados opuestos^{15,34}. Con el miembro en el centro del marco, este se desplaza desde la muñeca o el tobillo hasta el brazo o el muslo y luego en sentido contrario. Con ello se dibuja la sombra del miembro en dos planos, a partir de la cual se obtiene su silueta. Los cálculos volumétricos, realizados a partir de los diámetros, se basan en la asunción de secciones transversales circulares o elípticas³⁴. Sus resultados parecen muy fiables, siendo el único método de medición en el que no existen prácticamente diferencias entre la variabilidad interobservador e intraobservador³³. Muestra además una fuerte correlación con el desplazamiento de agua, aunque tampoco son métodos intercambiables³³. Sin embargo, es un método caro, poco extendido y con algunas deficiencias que complican la exploración (tabla 1). La extremidad debe mantenerse en alto, apoyando la mano o el pie sobre un soporte, lo que hace difícil obtener medidas cuando existen limitaciones articulares o el paciente no puede mantener el miembro estable durante la exploración^{13,33}. Además, en muchos casos el aparato puede no valorar adecuadamente el edema del brazo o del muslo ya que el marco es estrecho y el

aparato solo puede medir una longitud de 40 cm^{33,34}. Todo ello puede llevar a errores de medición del miembro en toda su longitud hasta en el 20% de los casos¹⁵. Stanton et al indican también que con este método no se puede medir la mano o el pie fiablemente porque considera que su sección se desvía marcadamente del cilindro o elipse³⁴.

Otros métodos

La tonometría intenta medir la resistencia de los tejidos a la compresión, pudiendo identificar acúmulos de líquido o fibrosis tisular⁵⁸. Se trata también de un método comparativo que requiere normalización con el miembro contralateral y no está estandarizado⁴². Se han encontrado diferencias en la compresibilidad del MI en los linfedemas de grado II y III⁵⁹ y en el MS se han mostrado cambios tras liposucción⁶⁰. La consistencia del método, no obstante, ofrece dudas dependiendo del segmento analizado. Se han comunicado deficiencias en la detección de cambios en el brazo⁶⁰ y una mayor fiabilidad para el pie que para la pierna⁵⁹. Estas diferencias pueden ser debidas al distinto grosor de los tejidos blandos en los diferentes segmentos de la extremidad⁶⁰. Los estudios comparativos más recientes arrojan resultados contradictorios. Uno de ellos lo considera un método útil, aunque con menor fiabilidad que la bioimpedancia⁶¹. El otro, que compara la tonometría con las medidas perimetrales y la volumetría por desplazamiento de agua la desaconseja como método de valoración y recomienda modificar los protocolos de valoración⁶².

La bioimpedancia se basa en la medición de la resistencia del organismo al paso de una corriente de baja intensidad. A través de los parámetros obtenidos puede calcularse el volumen de líquido extracelular e intracelular⁶³. En general se utiliza la bioimpedancia por espectroscopia que mide la impedancia en un espectro de múltiples frecuencias. La técnica se considera muy útil para la detección precoz del linfedema^{13,15,64-66} o para la monitorización de los primeros estadios de este, cuando los cambios consisten predominantemente en el volumen de fluido extracelular⁶⁴. También se ha mostrado eficaz para detectar cambios tras programas de tratamiento⁶⁷. Se ha demostrado una estrecha correlación con la volumetría^{15,64}, por lo que parece posible transformar las medidas de impedancia en medidas del volumen⁶⁴. En algunos de esos estudios comparativos se ha relacionado también más estrechamente la presencia de sintomatología con la bioimpedancia que con las medidas del volumen, como si las manifestaciones clínicas del linfedema estuvieran relacionadas fundamentalmente con la cantidad de líquido extracelular^{15,68}.

La bioimpedancia por espectroscopia, si bien simplifica algún aspecto de la exploración por la portabilidad del aparato¹³, no deja de ser un método caro, no solo por su coste, sino por la necesidad de un operador para el manejo de datos y el cálculo de la curva. Se ha preconizado como alternativa la bioimpedancia de frecuencia simple, manejable por el propio explorador y muy similar en cuanto a exactitud⁶⁹. También se ha propuesto una variante de la bioimpedancia, la ratio volumen de líquido extracelular/volumen de líquido intracelular como una medida muy sensible para el diagnóstico y la valoración del linfedema, que no requiere normalización con el brazo contralateral,

por lo que puede utilizarse también para el diagnóstico de los linfedemas bilaterales⁷⁰.

Conclusiones

- 1) Es necesario llegar a un consenso alrededor de los criterios diagnósticos y de los métodos de medición, tanto para el MS como para el MI.
- 2) Nos inclinamos por las medidas perimetrales y la volumetría indirecta como método fiable y universal de diagnóstico y valoración, ante la imperfección de los equipos de medición directa de volumen (desplazamiento de agua o aparatos optoelectrónicos) y su difícil disponibilidad.
- 3) Creemos recomendable un sistema de medición, con múltiples medidas a distancias cortas y que permita cálculos globales y parciales del miembro. No parece trascendente la elección del modelo matemático para el cálculo del volumen, incluso para la mano y el pie, siempre y cuando se haga una comparación porcentual con el miembro contralateral. La relación entre las sumas de los perímetros es una alternativa válida que no precisa sistema informático y, por tanto, susceptible de convertirse en una unidad de medida generalizada.
- 4) Se debe seguir buscando un método de diagnóstico y medición simple y fácilmente disponible, que a ser posible no requiera normalización con el miembro contralateral. La bioimpedancia y sus variantes constituyen una técnica prometedora que requiere más investigación.

Bibliografía

1. International Society of Lymphology. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. 2009 Consensus Document of the International Society of Lymphology. *Lymphology*. 2009;42: 51-60.
2. Svensson WE, Mortimer PS, Tohno E, Cosgrove DO. Colour Doppler demonstrates venous flow abnormalities in breast cancer patients with chronic arm swelling. *Eur J Cancer*. 1994;30:657-60.
3. Moshiri M, Katz DS, Boris M, Yung E. Using lymphoscintigraphy to evaluate suspected lymphedema of the extremities. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;178:405-12.
4. Modi S, Stanton AW, Svensson WE, Peters AM, Mortimer PS, Levick JR. Human lymphatic pumping measured in healthy and lymphoedematous arms by lymphatic congestion lymphoscintigraphy. *J Physiol*. 2007;583:271-85.
5. Casley-Smith JR. Measuring and representing peripheral oedema and its alterations. *Lymphology*. 1994;27:56-70.
6. Taylor R, Jayasinghe UW, Koelmeyer L, Ung O, Boyages J. Reliability and validity of arm volume measurements for assessment of lymphedema. *Phys Ther*. 2006;86:205-14.
7. Erickson VS, Pearson ML, Ganz PA, Adams J, Kahn KL. Arm edema in breast cancer patients. *J Natl Cancer Inst*. 2001;93: 96-111.
8. Harris SR, Hugi MR, Olivetto IA, Levine M; Steering Committee for Clinical Practice Guidelines for the Care and Treatment of Breast Cancer. Clinical practice guidelines for the care and treatment of breast cancer: 11. Lymphedema. *CMAJ*. 2001;164: 191-9.
9. Stanton A, Modi S, Melor R, Levick R, Mortimer P. Diagnosing breast cancer related lymphoedema in the arm. *Journal of*

- lymphedema [revista electrónica] 2006;1:12-5 [consultado 13/2/2010]. Disponible en: http://www.lymphormation.org/journal/content/0101_arm.pdf.
10. Armer JM. The problem of post-breast cancer lymphedema: Impact and measurement issues. *Cancer Invest.* 2005;23:76-83.
 11. Armer JM, Stewart BR. A comparison of four diagnostic criteria for lymphedema in a post-breast cancer population. *Lymphat Res Biol.* 2005;3:208-17.
 12. Tomczack H, Nyka W, Lass P. Lymphoedema: Lymphoscintigraphy versus other diagnostic techniques-a clinician's point of view. *Nuclear Medicine Review [revista electrónica]* 2005;8:37-43 [consultado 13/2/2010]. Disponible en: http://www.viamedica.pl/gazety/gazetax2ang/darmowy_pdf.phtml?indeks=14&indeks_art=231.
 13. Ridner SH, Dietrich MS, Deng J, Bonner CM, Kidd N. Bioelectrical impedance for detecting upper limb lymphedema in nonlaboratory settings. *Lymphat Res Biol.* 2009;7:11-5.
 14. Stanton AW, Badger C, Sitzia J. Non-invasive assessment of the lymphedematous limb. *Lymphology.* 2000;33:122-35.
 15. Czerniec SA, Ward LC, Refshauge KM, Beith J, Lee MJ, York S, et al. Assessment of breast cancer-related arm lymphedema-comparison of physical measurement methods and self-report. *Cancer Invest.* 2010;28:54-62.
 16. Sander AP, Hajer NM, Hemenway K, Miller AC. Upper-extremity volume measurements in women with lymphedema: A comparison of measurements obtained via water displacement with geometrically determined volume. *Phys Ther.* 2002;82:1201-12.
 17. Acebes O, Renau E, Sansegundo R, Santos FJ, Aguilar JJ. Valoración del linfedema postmastectomía. Estudio comparativo de dos métodos de medición. *Rehabilitación (Madr).* 1999;33:190-4.
 18. Megens AM, Harris SR, Kim-Sing C, McKenzie DC. Measurement of upper extremity volume in women after axillary dissection for breast cancer. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:1639-44.
 19. Sagen A, Kåresen R, Skaane P, Risberg MA. Validity for the simplified water displacement instrument to measure arm lymphedema as a result of breast cancer surgery. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90:803-9.
 20. Tunc R, Caglayan-Tunc A, Kisakol G, Unler GK, Hidayetoglu T, Yazici H. Intraobserver and interobserver agreements of leg circumference measurements by tape measure based on 3 reference points. *Angiology.* 2007;58:593-6.
 21. Karges JR, Mark BE, Stikeleather SJ, Worrell TW. Concurrent validity of upper-extremity volume estimates: Comparison of calculated volume derived from girth measurements and water displacement volume. *Phys Ther.* 2003;83:134-45.
 22. Labs KH, Tschöepf M, Gamba G, Aschwanden M, Jaeger KA. The reliability of leg circumference assessment: A comparison of spring tape measurements and optoelectronic volumetry. *Vasc Med.* 2000;5:69-74.
 23. Mayrovitz HN, Macdonald J, Davey S, Olson K, Washington E. Measurement decisions for clinical assessment of limb volume changes in patients with bilateral and unilateral limb edema. *Phys Ther.* 2007;87:1362-8.
 24. Mortimer PS. Investigation and management of lymphoedema. *Vasc Med [revista electrónica].* 1990;1:1-20. [consultado 13/02/2010]. Disponible en: <http://vmj.sagepub.com/>.
 25. Kaulesar Sukul DM, Den Hoed PT, Johannes EJ, Van Dolder R, Benda E. Direct and indirect methods for the quantification of leg volume: Comparison between water displacement volumetry, the disk model method and the frustum sign model method, using the correlation coefficient and the limits of agreement. *J Biomed Eng.* 1993;15:477-80.
 26. Clarysse A. Lymphoedema following breast cancer treatment. *Acta Clin Belg Suppl.* 1993;15:47-50.
 27. Markowski J, Wilcox JP, Helm PA. Lymphedema incidence after specific postmastectomy therapy. *Arch Phys Med Rehabil.* 1981;62:449-52.
 28. Andersen L, Højris I, Erlandsen M, Andersen J. Treatment of breast-cancer-related lymphedema with or without manual lymphatic drainage-a randomized study. *Acta Oncol.* 2000;39:399-405.
 29. Casley-Smith JR. Alterations of untreated lymphedema and its grades over time. *Lymphology.* 1995;28:174-85.
 30. González Viejo MA. Definición y diagnóstico del linfedema postmastectomía. En: *Rehabilitación del linfedema postmastectomía. XVIII Jornadas nacionales de la Sociedad Española de Rehabilitación.* 21-23 de mayo 1997 Tenerife (España). Madrid: Editorial científica Faes; 1997.
 31. Loprinzi CL, Kugler JW, Sloan JA, Rooke TW, Quella SK, Novotny P, et al. Lack of effect of coumarin in women with lymphedema after treatment for breast cancer. *N Engl J Med.* 1999;340:346-50.
 32. Gerber LH. A review of measures of lymphedema. *Cancer.* 1998;83:2803-4.
 33. Deltombe T, Jamart J, Recloux S, Legrand C, Vandenbroeck N, Theys S, et al. Reliability and limits of agreement of circumferential, water displacement, and optoelectronic volumetry in the measurement of upper limb lymphedema. *Lymphology.* 2007;40:26-34.
 34. Stanton AW, Northfield JW, Holroyd B, Mortimer PS, Levick JR. Validation of an optoelectronic limb volumeter (Perometer). *Lymphology.* 1997;30:77-97.
 35. Kissin MW, Querci della Rovere G, Easton D, Westbury G. Risk of lymphoedema following the treatment of breast cancer. *Br J Surg.* 1986;73:580-4.
 36. Brodovicz KG, McNaughton K, Uemura N, Meininger G, Girman CJ, Yale SH. Reliability and feasibility of methods to quantitatively assess peripheral edema. *Clin Med Res.* 2009;7:21-31.
 37. Bérard A, Kurz X, Zuccarelli F, Abenhaim L; VEINES Study Group. Venous Insufficiency Epidemiologic and Economic Study. Validity of the Leg-O-Meter, an instrument to measure leg circumference. *Angiology.* 2002;53:21-8.
 38. Bérard A, Zuccarelli F. Test-retest reliability study of a new improved Leg-O-meter, the Leg-O-meter II, in patients suffering from venous insufficiency of the lower limbs. *Angiology.* 2000;51:711-7.
 39. Tiwari A, Cheng KS, Button M, Myint F, Hamilton G. Differential diagnosis, investigation, and current treatment of lower limb lymphedema. *Arch Surg.* 2003;138:152-61.
 40. Petrek JA, Heelan MC. Incidence of breast carcinoma-related lymphedema. *Cancer.* 1998;83:2776-81.
 41. Brismar B, Ljungdahl I. Postoperative lymphoedema after treatment of breast cancer. *Acta Chir Scand.* 1983;149:687-9.
 42. Petrek JA, Pressman PI, Smith RA. Lymphedema: Current issues in research and management. *CA Cancer J Clin.* 2000;50:292-307.
 43. Ozaslan C, Kuru B. Lymphedema after treatment of breast cancer. *Am J Surg.* 2004;187:69-72.
 44. Hayes S, Cornish B, Newman B. Comparison of methods to diagnose lymphoedema among breast cancer survivors: 6-month follow-up. *Breast Cancer Res Treat.* 2005;89:221-6.
 45. Pani SP, Vanamail P, Yuvaraj J. Limb circumference measurement for recording edema volume in patients with filarial lymphedema. *Lymphology.* 1995;28:57-63.
 46. Spillane AJ, Saw RP, Tucker M, Byth K, Thompson JF. Defining lower limb lymphedema after inguinal or ilio-inguinal dissection in patients with melanoma using classification and regression tree analysis. *Ann Surg.* 2008;248:286-93.
 47. Cuello Villaverde E, Guerola Soler N, López Rodríguez A. Perfil clínico y terapéutico del linfedema postmastectomía. *Rehabilitación (Madr).* 2003;37:22-32.
 48. Auvert JF, Vayssairat M. La volumétrie: un examen complémentaire indispensable en lymphologie [Volumetrics: An indispensable complementary test in lymphology]. *Rev Med Interne.* 2002;23:388s-90s.

49. Starrit de Wilt JH, Thompson JF. Lymphedema after complete axillary node dissection for melanoma: Assessment using a new, objective definition. *Ann Surg.* 2004;240:866–74.
50. Tewari N, Gill PG, Bochner MA, Kollias J. Comparison of volume displacement versus circumferential arm measurements for lymphoedema: Implications for the SNAC trial. *ANZ J Surg.* 2008;78:889–93.
51. Sitzia J. Volume measurement in lymphoedema treatment: Examination of formulae. *Eur J Cancer Care (Engl).* 1995;4:11–6.
52. Mayrovitz HN. Limb volume estimates based on limb elliptical vs. circular cross section models. *Lymphology.* 2003;36:140–3.
53. Mayrovitz HN, Sims N, Hill CJ, Hernández T, Greenshner A, Diep H. Hand volume estimates based on a geometric algorithm in comparison to water displacement. *Lymphology.* 2006;39:95–103.
54. Mayrovitz HN, Sims N, Litwin B, Pfister S. Foot volume estimates based on a geometric algorithm in comparison to water displacement. *Lymphology.* 2005;38:20–7.
55. Damstra RJ, Glazenburg EJ, Hop WC. Validation of the inverse water volumetry method: A new gold standard for arm volume measurements. *Breast Cancer Res Treat.* 2006;99:267–73.
56. Hughes S, Lau J. A technique for fast and accurate measurement of hand volumes using Archimedes' principle. *Australas Phys Eng Sci Med.* 2008;31:56–9.
57. Tierney S, Aslam M, Rennie K, Grace P. Infrared optoelectronic volumetry, the ideal way to measure limb volume. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1996;12:412–7.
58. Clodius L, Deak L, Piller NB. A new instrument for the evaluation for tissue tonicity in lymphoedema. *Lymphology.* 1976;9:1–5.
59. Kar SK, Kar PK, Mania J. Tissue tonometry: A useful tool for assessing filarial lymphedema. *Lymphology.* 1992;25:55–61.
60. Bagheri S, Ohlin K, Olsson G, Brorson H. Tissue tonometry before and after liposuction of arm lymphedema following breast cancer. *Lymphat Res Biol.* 2005;3:66–80.
61. Moseley A, Piller N. Reliability of bioimpedance spectroscopy and tonometry after breast conserving cancer treatment. *Lymphat Res Biol.* 2008;6:85–7.
62. Chen YW, Tsai HJ, Hung HC, Tsao JY. Reliability study of measurements for lymphedema in breast cancer patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2008;87:33–8.
63. Peláiz A, Barranco E, García O, González I, Magrans Ch. Utilidad de la espectroscopia de impedancias para la determinación de la composición corporal en humanos. *Rev Cub Física.* 2006;23:30–4.
64. Ward LC, Czerniec S, Kilbreath SL. Operational equivalence of bioimpedance indices and perometry for the assessment of unilateral arm lymphedema. *Lymphat Res Biol.* 2009;7:81–5.
65. Warren AG, Janz BA, Slavin SA, Borud LJ. The use of bioimpedance analysis to evaluate lymphedema. *Ann Plast Surg.* 2007;58:541–3.
66. Cornish BH, Chapman M, Hirst C, Mirolo B, Bunce IH, Ward LC, et al. Early diagnosis of lymphedema using multiple frequency bioimpedance. *Lymphology.* 2001;34:2–11.
67. Cornish BH, Bunce IH, Ward LC, Jones LC, Thomas BJ. Bioelectrical impedance for monitoring the efficacy of lymphoedema treatment programmes. *Breast Cancer Res Treat.* 1996;38:169–76.
68. Ridner SH, Montgomery LD, Hepworth JT, Stewart BR, Armer JM. Comparison of upper limb volume measurement techniques and arm symptoms between healthy volunteers and individuals with known lymphedema. *Lymphology.* 2007;40:35–46.
69. Cornish BH, Thomas BJ, Ward LC, Hirst C, Bunce IH. A new technique for the quantification of peripheral edema with application in both unilateral and bilateral cases. *Angiology.* 2002;53:41–7.
70. York SL, Ward LC, Czerniec S, Lee MJ, Refshauge KM, Kilbreath SL. Single frequency versus bioimpedance spectroscopy for the assessment of lymphedema. *Breast Cancer Res Treat.* 2009;117:177–82.