

CEU

*Universidad
Cardenal Herrera*

VALIDACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE MEDIDAS PARA VALORAR EL EDEMA EN ESGUINCES DE TOBILLO



Marc Figueres Orchillers

Fisioterapeuta

Universidad CEU Cardenal Herrera

Facultad de Ciencias de la Salud

IV Edición Máster Universitario en Atención Fisioterápica en la Actividad Física
y el Deporte



VALIDACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE MEDIDAS PARA VALORAR EL EDEMA EN ESGUINCES DE TOBILLO

Marc Figueres Orchillers

Jesús Quero Blanco

José Fernández Aránegas

Daniel Navarro Sellés

Eva Segura Ortí

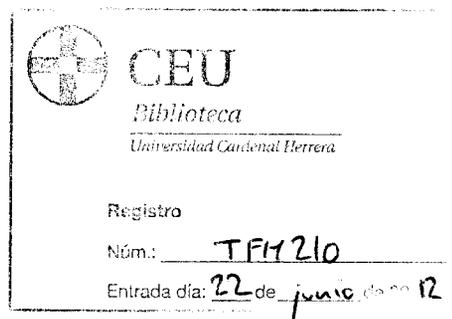
Miguel Ángel Buil Bellver

Universidad CEU Cardenal Herrera

Facultad de Ciencias de la Salud

IV Edición Máster Universitario en Atención Fisioterápica en la Actividad
Física y el Deporte

Moncada a 4 de Julio de 2011



ÍNDICE

Título	2
1. Resumen	5
2. Introducción	6
3. Metodología	
3.1. Diseño	8
3.2. Pacientes	8
3.3. Observadores	9
3.4. Medidas	10
3.5. Análisis estadístico	14
4. Materiales	15
5. Resultados	16
6. Discusión	18
7. Conclusión	19
8. Bibliografía	21
9. Anexos	
9.1. Anexo 1: Consentimiento informado	23
9.2. Anexo 2: Datos demográficos	25
9.3. Anexo 3: Hoja de registro	26

9.4. Anexo 4: Medias de la medidas realizadas	27
---	----

10. Tablas

10.1.	Tabla 1 y 2: prueba de distribución de la normalidad	29
10.2.	Tabla 3: Gráfico de dispersión volumen/perímetro	30
10.3.	Tabla 4: Grafico de dispersión volumen/diámetro	31
10.4.	Tabla 5 y 6: Correlaciones	31
10.5.	Tabla 7: Prueba de muestras relacionadas	32
10.6.	Tabla 8,9,10 y 11: Coeficiente de correlación interclase	32
10.7.	Tabla 12: Valores del SEM y MDC para investigador 1	33
10.8.	Tabla 13: Valores del SEM y MDC para investigador 2	33

11. Figuras	34
--------------------	-----------

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la fiabilidad y validez de cuatro tipo de medidas: ecográficas, del perímetro, del diámetro y volumétricas, que comúnmente son utilizadas para la cuantificación del edema tras un esguince de tobillo.

Diseño: Estudio de validación.

Métodos: Se evaluó la fiabilidad de las medidas en 51 sujetos (49 % hombres, 51% mujeres) con edades comprendidas entre 18 y 62 (edad media 24 años). Un fisioterapeuta realizó una medida ecográfica, una medida del perímetro, una medida del diámetro y una medida del volumen del tobillo a cada paciente el mismo día y en las mismas condiciones. Posteriormente otro fisioterapeuta distinto realizó las mismas mediciones para ver si los resultados coincidían.

Resultados: Se demostró la fiabilidad de los 4 tipos de medidas (ICC varía de 0,87 a 0,992), siendo el método más fiable la volumetría (vaso volumen).

El vaso volumen se correlaciona directamente con las medidas del perímetro y del diámetro con valores de $r = 0,749$ y $r = 0,825$ respectivamente.

Conclusión: Las cuatro medidas utilizadas son fiables y repetibles, siendo la más fiable la del vaso volumen. En la práctica clínica diaria se puede sustituir el método del vaso volumen por el del perímetro o diámetro del tobillo ya que se correlacionan directamente.

Palabras clave: medidas, fiabilidad, validez, tobillo, vaso volumen.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones de tobillo como resultado de traumas son frecuentes en la práctica deportiva. La mayoría de estas lesiones resultan en un proceso inflamatorio agudo en el cual el edema es uno de los síntomas más relevantes⁽¹⁾. La presencia de edema indica reacción inflamatoria del tejido, alteración en la dinámica normal de los capilares y un inadecuado u obstaculizado funcionamiento del bombeo del sistema venoso y linfático⁽¹⁾.

La formación de edema es un obstáculo significativo para el proceso de curación y puede causar dolor y reducción de la movilidad⁽²⁾. La reducción de éste debería ser un objetivo primordial en el esguince de tobillo⁽³⁾.

La tasa de recuperación de la función del tobillo después de un esguince puede estar relacionada con el control de edema en el sitio de la lesión⁽²⁾, por lo tanto, un punto importante en los ensayos clínicos es la cuantificación de edema⁽⁴⁾.

En caso de que el edema no se corrija, se conducirá a un estado de incapacidad funcional debido a la limitación en la elasticidad muscular, disminución en los arcos articulares, acortamiento de la aponeurosis y, en algunos casos, necrosis de los tejidos⁽¹⁾.

Las medidas de fiabilidad indican el grado en que las puntuaciones de una prueba clínica son libres de errores de medidas⁽⁵⁾. La fiabilidad se puede expresar como fiabilidad relativa o como una fiabilidad absoluta. Si una medida tiene una alta fiabilidad relativa, esto indica que las mediciones repetidas muestran clasificaciones consistentes, por el contrario si una medida tiene una fiabilidad absoluta alta, esto indica que, en repetidas mediciones, los resultados muestran poca variabilidad⁽⁵⁾.

La fiabilidad relativa se mide con coeficientes de correlación interclase (ICC). El ICC es una estadística apropiada para el examen de fiabilidad⁽⁵⁾. Como regla general, un ICC por encima de 0,75 es considerado bueno

para demostrar fiabilidad; para las medidas clínicas se sugiere que la fiabilidad debe exceder 0,90 para asegurar una razonable validez⁽⁵⁾.

La fiabilidad ofrece indicaciones sobre "Lo bien que los individuos en un grupo se pueden distinguir de entre sí por el uso de una medida" y se puede calcular con el ICC⁽⁶⁾.

Existen varios métodos para evaluar el edema, entre los cuales se incluyen: la medición de la circunferencia de las extremidades, volumen del miembro, la impedancia bioeléctrica, los modelos computarizados, ecografía, y la resonancia magnética. Cada método tiene ventajas e inconvenientes⁽⁷⁾. Este estudio principalmente se centrará en las medidas ecográficas, del perímetro, del diámetro y volumetría (vaso volumen).

Técnicas básicas como la cinta métrica (utilizada para medir el perímetro) requieren un equipo y costes mínimos, pero sacrifican precisión⁽⁸⁾. Ésta demostró tener una fiabilidad limitada⁽⁴⁾. Las mediciones del perímetro en el tiempo pueden cambiar debido a la ubicación de la medición con cinta métrica, no debiéndose a cambios en la circunferencia⁽⁷⁾.

La volumetría del agua es una técnica de medición relativamente de bajo coste que ofrece resultados en 3D⁽⁸⁾, es ampliamente considerado como el método de referencia de evaluación de edema, sin embargo, también es considerado como difícil de realizar, e inadecuado en algunas situaciones clínicas, además de ser un proceso lento⁽⁹⁾. Es un procedimiento estándar para medir el desplazamiento del volumen del agua. Aunque el procedimiento es eficaz, la exactitud de las mediciones es limitada por la calidad y la legibilidad de los cilindros graduados. Las grandes unidades de lectura en cilindros graduados requieren a menudo del examinador para estimar el volumen de líquido, por lo que disminuye la precisión de la medición⁽⁸⁾.

El presente estudio tuvo como objetivo principal investigar la fiabilidad de 4 técnicas de medición (ecografía, perímetro, diámetro, vaso volumen) que se utilizan para cuantificar el edema en los esguinces de tobillo.

También se pretende investigar la validez de éstas para saber cuáles están relacionadas en la práctica clínica diaria y si se pueden sustituir unas medidas por otras. Como objetivo secundario se pretende investigar que técnica es más válida.

METODOLOGÍA

Diseño:

Es un estudio transversal, que fue diseñado para comprobar la validación de 4 técnicas de medición comúnmente utilizadas para cuantificar el edema en los esguinces de tobillo. Las medidas utilizadas son la ecografía, el perímetro, el diámetro y el vaso volumen (volumetría). También se pretende demostrar la repetibilidad de dichas medidas en el día y entre observadores.

Tanto los sujetos como los investigadores participantes en el estudio son voluntarios y no recibirán compensación económica alguna.

El estudio fue aprobado por el comité ético de la Universidad Cardenal Herrera CEU San Pablo, y todo se realizó siempre bajo el consentimiento informado de los pacientes antes de su participación (Anexo 1).

Pacientes:

Cincuenta y un sujetos (n=51) acudieron voluntariamente a la clínica IVRE situada en Valencia para participar en el estudio, de los cuales 26 (51%) fueron mujeres y 25 (49%) hombres; de edades comprendidas entre 18 y 62 años (edad media 24 años). De los participantes, 39 eran deportistas, mientras que 12 afirmaron no realizar ningún tipo de deporte.

De los 51 sujetos, 47 eran diestros y 4 zurdos. La altura media de la muestra era de 1.71 metros; el sujeto con más altura medía 1.91 m. y el

más bajo 1.56 m. El peso medio es de 71kg, el máximo peso es de 126.8 kg y el menor es de 48.8kg (Anexo 2).

Criterios de Inclusión:

Pacientes mayores de 18 años que voluntariamente quieran participar en el estudio y no tengan ninguna dolencia en los miembros inferiores, que sean capaces de comunicarse y entenderse con el investigador.

Criterios de exclusión:

Los menores de 18 años, aquellos que no sean capaces de seguir las instrucciones del investigador, los sujetos que se encuentren bajo los efectos de drogas o alcohol y los participantes que no cumplan los criterios de inclusión.

Observadores:

El estudio es llevado a cabo por 6 investigadores, de los cuales 5 son fisioterapeutas (4 de ellos en trámites de conseguir el título de Máster Universitario en Atención Fisioterápica en la Actividad Física y el Deporte) y el restante junto con un médico especializado en medicina deportiva son los tutores del trabajo y se encargan de supervisar y coordinar el estudio.

Los investigadores se dividen en 2 grupos (1 y 2). El grupo 1 tiene 2 componentes, de los cuales uno es el encargado de tomar las 4 medidas (ecográfica, volumétrica, perimétrica y diamétrica) y apuntar los resultados en un hoja. El otro componente apunta estos datos en una hoja Excel, para posteriormente introducirlos en SPSS y realiza las medidas demográficas de cada paciente.

El grupo 2 consta también de 2 fisioterapeutas y se reparten las tareas de la misma forma que el grupo 1.

Los investigadores toman una serie de medidas (cada serie de medidas incluye: medida ecográfica, volumétrica, perimétrica, diamétrica) a cada

sujeto uno después del otro, en el mismo día y en las mismas circunstancias, los resultados son anotados de manera que un grupo no pueda saber los del otro.

Medidas

Se entregará el consentimiento informado al voluntario (Anexo 1), será explicado con claridad y se responderá cualquier duda que pueda surgir, una vez firmado, pasará a ser sujeto apto para el estudio.

Lo primero a realizar es recoger los datos personales del participante, después se pesará al paciente con una báscula de la marca Bernar, se medirá la talla con un medidor de la marca Seca y se preguntará cuál es su pie dominante y si habitualmente practica deporte (Anexo 3).

Posteriormente se tomarán las siguientes medidas:

1. Medida ecográficas
2. Medida del perímetro
3. Medida del diámetro
4. Medida volumétrica

1. Las medidas ecográficas: se tomarán con el ecógrafo Sonosite, modelo Turbo, software MSK, y sonda lineal; en las estructuras laterales del tobillo del pie dominante. Las imágenes se utilizan para medir el espesor del tejido celular subcutáneo (TCS), tejidos comprendidos entre superficie ósea y TCS y líquido intraarticular. Se prevé que esto proporcionará una mayor precisión de la medida inflamatoria, y proporcionará una herramienta útil para guiar a futuros estudios clínicos⁽¹⁰⁾.

La posición del paciente será en decúbito supino sobre la camilla, la rodilla del pie no dominante estará en extensión, la rodilla del pie dominante estará en flexión de 120°, el tobillo dominante estará en flexión de 100° y en apoyo completo sobre la camilla. Se medirá de la siguiente forma:

- I. Situar el transductor^(foto 3) de forma longitudinal a lo largo del peroné, tomando como apoyo caudal la parte más craneal del maléolo peroneo. La imagen deseada será la que en su parte derecha tenga el comienzo del maléolo peroneo y se vea de forma clara el hueso y la pie, sin que aparezca tejido muscular (la explicación de situarse de esta manera es la sencillez de la medida y la referencia del peroné como algo común)
- II. Una vez obtenida la imagen deseada, congelarla en el ecógrafo. Marcar con un rotulador la situación del transductor para que las siguientes medidas se realicen en el mismo lugar.
- III. En la pantalla de ecógrafo seleccionar calibre, colocar un punto en la mitad de la línea hiperecogénica que representa el hueso y sobre el punto más superficial de éste, el otro punto se coloca en la parte más superficial de la epidermis (Para evitar errores de medida se llegó al acuerdo entre los investigadores que siempre se colocaba el punto en la pantalla del ecógrafo en el lugar más superficial posible del hueso y de la epidermis).
- IV. Guardar imagen y descongelarla.
- V. Repetir el proceso dos veces más, colocando el transductor sobre la marca hecha con rotulador. Los resultados se apuntan una vez tomadas las tres mediciones de manera que ninguna medida pueda influir en el investigador. Se sacará la media de las tres medidas.

2. Las medidas del perímetro: se tomarán con una cinta métrica inelástica metálica Lufkin modelo executive thinline de 2m.

La posición del paciente será en decúbito supino, apoyando el pie dominante encima de la camilla de forma que el tobillo quede en apoyo completo y aproximadamente en flexión de 100°, la rodilla del pie

dominante estará en flexión de 120°, la otra rodilla estará extendida. Se medirá de la siguiente forma:

- I. Rodear la pierna dominante con la cinta métrica por encima de los maléolos, teniendo cuidado de no comprimir^(foto 8).
- II. Buscar la zona que tengo el mínimo contorno de la pierna por encima del maléolo tibial⁽¹¹⁾.
- III. Retirar la cinta y apuntar el resultado.
- IV. Repetir el mismo proceso dos veces más.

3. Las medidas del diámetro: se tomarán con un paquímetro milimétrico Holtain.

La posición del paciente será en decúbito supino sobre la camilla, la rodilla del pie no dominante estará en extensión, la rodilla del pie dominante estará en flexión de 120°, el tobillo dominante estará en flexión de 100° y en apoyo completo sobre la camilla. Se medirá de la siguiente forma:

- I. Colocar el paquímetro por la parte anterior del pie dominante^(foto 7).
- II. Ajustar los brazos del paquímetro de maléolo tibial a maléolo peroneo sin comprimir, de manera que el tobillo quede entre los dos brazos del paquímetro. Se calcula el diámetro bimaleolar y se define como la distancia entre el punto maleolar tibial y peroneo⁽¹¹⁾.
- III. Apuntar el resultado de la medida y retirar el paquímetro.
- IV. Repetir el proceso dos veces más siguiendo los mismos pasos y sacar la media de los 3 resultados.

4. Medidas volumétricas: se tomarán con una cubeta que tiene una rampa incrustada^(foto1) (diseñada especialmente para el estudio) con una capacidad de 10 litros, 4 matraces milimetrados (de 5l, 2l, 1l, y 200ml).

una jeringuilla de 20 ml, y un recipiente donde cae el agua desplazada de 9 litros de capacidad^(foto 1).

Hay que tener en cuenta que la temperatura del agua influye en el volumen, cuando la diferencia en la temperatura es pequeña (20-32 °C) las diferencias en el volumen no son significativas, cuando la temperatura se acerca a 40 ° C, la diferencia de volumen llega a ser significativa⁽¹²⁾ por lo que este estudio utilizó agua a temperatura ambiente comprendida entre 20 y 28 °C.

La posición del paciente será en sedestación sobre una silla, rodilla en 90° aproximadamente, tobillo en 90° y con apoyo completo sobre la base de la cubeta. Se medirá de la siguiente forma:

- I. Llenar la cubeta sobre una superficie plana para evitar planos inclinados (normalmente será el suelo), introducir agua hasta que empiece a chorrear por la rampa.
- II. Una vez haya parado de chorrear, vaciar el agua que haya caído en el recipiente, secar y volver a poner el recipiente.
- III. Después de realizar los pasos anteriores, la cubeta estará lista para empezar el proceso de medición. Introducir el pie dominante lentamente en el agua hasta llegar a la base de la cubeta, de manera que esté en apoyo completo y no toque ninguna pared. Se debe intentar que el sujeto este quieto y evite hacer cualquier movimiento con su cuerpo.
- IV. Esperar hasta que el agua deje de chorrear por la rampa.
- V. Coger el recipiente donde se haya desplazado el agua y pasarla a los matraces milimetrados para calcular el volumen desplazado.
- VI. Sacar el pie y secarlo.
- VII. Repetir este proceso dos veces más y sacar la media.

Las medidas realizadas con el ecógrafo, con el perímetro y el diámetro utilizan el sistema de medida en centímetros (cm). Las medidas volumétricas utilizan el sistema de medida en mililitros (ml).

Análisis estadístico:

Los análisis estadísticos se realizaron con SPSS 18 (SPSS Inc, Chicago, IL, EE.UU.) y una hoja de cálculo Excel (Excel 2007, Microsoft Inc., Redmond, WA, EE.UU.)

La distribución de la normalidad fue comprobada para todas las variables estudiadas mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Se realizaron diagramas de dispersión para comprobar si a simple vista la variación de los valores de una de las variables conlleva la variación de los niveles de otra, es decir, si un sujeto tiene un volumen de agua desplazado alto, también tiene un perímetro grande. A este tipo de relación entre dos variables se le denomina correlación lineal simple. Estos diagramas no informan de la intensidad de esta relación, ni de su significatividad estadística, para eso se realizó un estadístico: el coeficiente de correlación de Pearson (r). La intensidad de la relación se valora con el valor absoluto del coeficiente (de 0 a 1), en general se considera que por encima de $r=0,7$ una correlación es buena. Por debajo de 0,7 una correlación no es lo suficientemente intensa como para hablar de asociación importante entre dos variables⁽¹³⁾.

Las muestras que no presentan una distribución normal no suelen correlacionarse de manera lineal. De hecho no se puede obtener la significación estadística de r si se calcula a partir de muestras no distribuidas normalmente, por lo que si queremos ver la correlación de muestras no distribuidas normalmente, deberemos emplear el coeficiente de Spearman.

Se realizó la prueba T para muestras relacionadas para descartar sesgos sistemáticos.

Se realizó el coeficiente de correlación interclase (ICC) para comprobar la fiabilidad de las medidas, esta es la medida de repetibilidad más aceptada actualmente. El ICC puede variar desde 0 hasta 1 donde los valores de

0,80 a 1 se consideran como evidencia de una buena repetibilidad, los valores de 0,60 a 0,80 se consideran como una repetibilidad aceptable y los valores por debajo de 0,60 se consideran que tiene una mala repetibilidad.

Los errores estándar de medición (SEM) y puntuaciones del mínimo cambio detectable (MDC) se calcularon para los 4 tipos de medidas realizadas por cada grupo de investigadores. El SEM se calculó utilizando la siguiente ecuación: $SEM = SD \times \sqrt{1-r}$

donde, SD es la desviación estándar de la medida, y r es el ICC de cada tipo de medida. Para medidas repetidas, el SEM se multiplicó por la raíz cuadrada del número de medidas⁽⁵⁾.

El MDC se calculó para los 4 tipos de medidas realizadas por cada grupo de investigadores en el intervalo de confianza del 90%.

La fórmula utilizada para el cálculo de MDC fue: $MDC = SEM \times 1,65 \times \sqrt{2}$

En esta ecuación, el SEM se ha calculado como se describió anteriormente. El 1,65 en la ecuación representa los resultados de la MDC en el nivel de confianza del 90%. El producto de la SEM, multiplicado por 1.65, se multiplica por la raíz cuadrada de 2 a cuenta de los errores asociados con mediciones repetidas⁽⁵⁾.

MATERIALES

- Camilla.
- Silla.
- Ecógrafo Sonosite^(foto 4), modelo Turbo, software MSK, y sonda lineal.
- Gel antialérgico para utilizar el ecógrafo.
- Cubeta con rampa incrustada para sumergir el pie con capacidad para 10 litros, 34 cm largo x 19 cm ancho x 21 cm de alto^(Foto 1).

- 4 matraces milimétricos (de 5l, 2l, 1l, y 200ml)^(Foto 2).
- Jeringuilla 20 ml^(Foto 2).
- Recipiente para verter el agua desplazada con capacidad para 9 litros, 33cm largo x 27 cm ancho x 13 cm alto^(Foto 1).
- El paquimetro milimétrico Holtain^(foto 5).
- Cinta métrica inelástica metálica Lufkin, modelo executive thinline de 2m^(foto 6).
- Báscula marca Bernar.
- Medidor de talla marca Seca.
- Rotulador.

RESULTADOS

La muestra total de estudio fue de 51 sujetos con edades comprendidas entre 18 y 62 años, de los cuales el 49% eran hombres y el 51% mujeres.

Después de realizar la prueba de normalidad^(tabla 1 y 2) a las medias de las medidas de los dos grupos, se decidió elegir el grupo investigador 2 para correlacionar unas técnicas con otras, ya que los datos del grupo investigador 1 diferían más de la normalidad. Las pruebas que mostraron una distribución normal fueron las del perímetro del grupo 1 y 2 y la del ecógrafo del grupo 2, por lo que al realizar las correlaciones con el resto de pruebas (que no son normales) se utilizó el coeficiente de Spearman.

Al observar los diagramas de dispersión, que se han realizado con las seis posibles combinaciones de las cuatro técnicas, vemos que solamente la gráfica de vaso volumen/perímetro^(tabla 3) y la gráfica de vaso volumen/diámetro^(tabla 4) guardan una cierta correlación. Por lo que se realizó la correlación de estas 3 técnicas utilizando el coeficiente de Spearman.

En la tabla 5 aparece que el coeficiente de correlación entre las medidas del perímetro y las medidas del vaso volumen (ambas realizadas por el grupo investigador 2) es de $r = 0,749$ y tiene una significación de 0,00, además es positivo.

En la tabla 6 aparece que el coeficiente de correlación entre las medidas del diámetro y las medidas del vaso volumen (ambas realizadas por el grupo investigador 2) es de $r = 0,825$ y tiene una significación de 0,00, además es positivo. Estadísticamente no hay buenas correlaciones con las otras medidas realizadas.

La prueba T para muestras relacionadas^(tabla 7) obtuvo valores de $p > 0,05$ para todas las medias de las 4 medidas.

En las tablas 8, 9, 10 y 11 vemos que el ICC para las medidas del vaso volumen, de diámetro, perímetro y ecografía son de 0,992, 0,954, 0,981 y 0,870 respectivamente.

Para las pruebas del SEM del grupo investigador uno^(tabla 12) se han obtenido unos resultados para el vaso volumen de 15,67ml, para el perímetro de 0,23cm, para la ecografía de 0,07cm, para el diámetro de 0,11cm. Para las pruebas del MDC del grupo investigador uno se han obtenido unos resultados para el vaso volumen de 36,57ml, para el perímetro de 0,54cm, para la ecografía de 0,16cm y para el diámetro de 0,25cm.

Para las pruebas del SEM del grupo investigador dos^(tabla 13) se han obtenido unos resultados para el vaso volumen de 15,77ml, para el perímetro de 0,23cm, para la ecografía de 0,07cm, para el diámetro de 0,10cm. Para las pruebas del MDC del grupo investigador dos se han obtenido unos resultados para el vaso volumen de 36,81 ml, para el perímetro de 0,55cm, para la ecografía de 0,16 cm y para el diámetro de 0,24cm.

DISCUSIÓN

Se puede observar que las cuatro técnicas utilizadas para realizar las medidas ante un hipotético edema de tobillo son fiables, obteniendo valores del ICC elevados (siempre por encima de 0,8) lo que indica que tienen una buena repetibilidad.

Según los resultados obtenidos podemos decir que las técnicas de vaso volumen, perímetro y diámetro están correlacionadas directamente entre ellas lo que indica que son técnicas válidas ya que miden lo que realmente se debería estar midiendo, es decir, si aumenta el diámetro del tobillo, el volumen desplazado también será mayor o si aumenta el perímetro del tobillo, el volumen desplazado también será mayor; por lo que en la práctica clínica del día a día se podría sustituir una técnica por otra, obteniendo resultados igualmente fiables. Este es un hallazgo importante, ya que la técnica del vaso volumen es un proceso lento, por lo que se ahorraría mucho tiempo sustituyéndola por la medición del perímetro o del diámetro sin restarle fiabilidad a la medida.

El método del vaso volumen ha demostrado ser la medida más sensible y fiable de edema en las extremidades inferiores con un ICC de 0'99, otro estudio sobre el desplazamiento del agua en pacientes con lesiones en el tobillo obtuvo resultados parecidos, con un ICC de 0,99(10). La alta fiabilidad de la volumetría observada en el estudio actual es similar a la observada previamente. Las diferencias del promedio de las mediciones volumétricas del investigador 1 y 2 fueron de 5,5 ml. Petersen⁽¹⁴⁾ informó de diferencias promedio de 11 ml a 18 ml⁽⁹⁾.

Con respecto al método del diámetro no se ha encontrado mucha investigación abordando esta temática por lo que sería interesante que en futuros estudios se realizaran investigaciones para comprobar si el método es igualmente fiable.

En cuanto a las limitaciones metodológicas podemos decir que el material no era siempre el más adecuado, ya que los matraces utilizados eran de plástico y no de vidrio, lo que le resta precisión a las medidas.

La prueba del vaso volumen a pesar de ser económica y de bajo coste, es un proceso laborioso y lento⁽⁹⁾, por lo que algunos pacientes no podían mantener el pie quieto durante todo el proceso.

Respecto a las medidas del perímetro y diámetro las posibles limitaciones vienen por comprimir al realizar la medida, por ese se hizo especial hincapié en este aspecto durante el proceso de aprendizaje que tuvieron los investigadores.

De las medidas ecográficas cabe destacar que es un aparato difícil de utilizar y de no muy común uso entre el colectivo de fisioterapeutas, por lo que los investigadores tuvieron un proceso de dos semanas para su aprendizaje. Sería interesante que el uso del ecógrafo se normalizara dentro del colectivo de fisioterapeutas, por esto proponemos que para futuras investigaciones se compruebe la fiabilidad y validez de las medidas ecográficas, ya que pensamos que es un método, que si se adquieren los conocimientos necesarios, puede detectar objetivamente lesiones.

CONCLUSIÓN

Se concluye que los 4 tipos de mediciones utilizadas durante el estudio presentan una alta fiabilidad, siendo la más fiable la medida del vaso volumen.

Se puede afirmar que la medida del vaso volumen está directamente correlacionada con las medidas del perímetro y del diámetro, por lo que

en la práctica clínica se podría sustituir una por otra, obteniendo resultados igualmente fiables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Dos Reis, F.A.; Ribeiro, E.A.; De Carvalho, Pde, T.; Belchior, A.C.; Arakaki, J.C.; De Vasconcelos, R.A. Analysis of the Figure-of-Eight method and volumetry reliability for ankle edema measurement. *Rev. Bras. Med. Esporte.*, 2004, 10:472-474
2. Man, I.O.; Morrissey, M.C.; Cywinski, J.K. Effect of neuromuscular electrical stimulation on ankle swelling in the early period after ankle sprain. *Phys. Ther.*, 2007, 87, 1, 53-65
3. Coté, D.J.; Prentice, W.E., Jr; Hooker, D.N.; Shields, E.W. Comparison of three treatment procedures for minimizing ankle sprain swelling. *Phys. Ther.*, 1988, 68, 7, 1072-1076
4. Labs, K.H.; Tschoepf, M.; Gamba, G.; Aschwanden, M.; Jaeger, K.A. The reliability of leg circumference assessment: a comparison of spring tape measurements and optoelectronic volumetry. *Vasc. Med.*, 2000, 5, 2, 69-74
5. Ries, J.D.; Echternach, J.L.; Nof, L.; Gagnon Blodgett, M. Test-retest reliability and minimal detectable change scores for the timed "up & go" test, the six-minute walk test, and gait speed in people with Alzheimer disease. *Phys. Ther.*, 2009, 89, 6, 569-579
6. Mast, N.H.; Impellizzeri, F.; Keller, S.; Leunig, M. Reliability and agreement of measures used in radiographic evaluation of the adult hip. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2011, 469, 1, 188-199
7. Pasley, J.D.; O'Connor, P.J. High day-to-day reliability in lower leg volume measured by water displacement. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2008, 103, 4, 393-398
8. Kavin, K.W.; Tsang, PhD.; Katie M.; Windsor, B.S.; James, W. Precision and Reliability of a Modified Volumetric Technique to Assess Ankle Volumes. *Athletic Training & Sports Health Care.*, 2009, 1, 1, 19-23

9. Brodovicz,K.G.; McNaughton,K.; Uemura,N.; Meininger,G.; Girman,C.J.; Yale,S.H. Reliability and feasibility of methods to quantitatively assess peripheral edema. *Clin.Med.Res.*, 2009, 7, 1-2, 21-31
10. Bleakley,C.M.; O'Connor,S.; Tully,M.A.; Rocke,L.G.; Macauley,D.C.; McDonough,S.M. The PRICE study (Protection Rest Ice Compression Elevation): design of a randomised controlled trial comparing standard versus cryokinetic ice applications in the management of acute ankle sprain. *BMC Musculoskelet.Disord.*, 2007, 8, 125
11. Esparza, F. (ed.) (1993). *Manual de Cineantropometría*. Pamplona: (GREC) FEMEDE
12. Gebruers, N.; Truijen, S.; Engelborghs,S. ; De Deyn, P.P. Volumetric evaluation of upper extremities in 250 healthy persons. *Clin.Physiol.Funct.Imaging.*, 2007, 27, 1, 17-22
13. Sanchez, D. *Estadística aplicada a la fisioterapia, las ciencias del deporte y la biomecánica.*, Madrid, CEU Ediciones, 2010
14. Petersen KJ, Irish SM, Lyons CL, Miklaski SF, Bryan JM, Henderson NE, Masullo LN. Reliability of water volumetry and the figure of eight method on subjects with ankle joint swelling. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999;29:609-615

ANEXOS

Anexo 1.



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Valoración de la fiabilidad de medidas antropométricas y ecográfica.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PERSONAL

D/Dña:..... Acepto la realización de las pruebas abajo indicada, he leído y comprendido las instrucciones acompañantes al dorso y he recibido las explicaciones que considero suficientes, por lo que de acuerdo con ello:

AUTORIZO

NO AUTORIZO

Fdo.: _____

Fdo.: _____

En Valencia a de de 20....

OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

Se le van a realizar una serie de mediciones antropométricas y ecográficas en el tobillo para comprobar la fiabilidad de dichas mediciones. Dos grupos de fisioterapeutas realizarán las siguientes medidas:

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Valoración ecográfica | <input type="checkbox"/> Medición del diámetro |
| <input type="checkbox"/> Medición en vaso-volumen | <input type="checkbox"/> Medición del perímetro |

ued puede dejar de participar en cualquier momento si así lo desea. MUCHAS GRACIAS.

INFORMACIÓN SOBRE LAS MEDICIONES A TOMAR

Ecografía MSK:

Con la ecografía podemos valorar anatómicamente las partes blandas que rodean su tobillo lesionado, identificando las estructuras dañadas y pudiendo valorar de forma directa el acúmulo de líquido por la inflamación a distintos niveles.

Vaso-Volumen:

Es conocido por todos que la perfusión de un sólido dentro de un líquido desplaza un volumen de líquido similar al del sólido sumergido. Esta sencilla técnica nos permite valorar el aumento de líquido experimentado por su articulación inflamada con bastante exactitud.

Perímetro:

La medición de los perímetros de su pierna nos da una idea aproximada de la inflamación provocada por su lesión

Anchura maleolar:

Distancia medida con un paquímetro, a la altura de ambos maléolos para medir la anchura aumentada o disminuida según la inflamación.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Anexo 2. Datos demográficos

Características	Total (n=51)
Edad (en años)	Máxima 62, mínima 18/ edad media 24
Sexo	25h (49%) / 26m (51%)
Pie dominante	4 zurdos (8%) / 47 diestros (92%)
Deportista	39 si (76,5%) / 12 no (23,5%)
Talla (en cm.)	Máxima 1'91, mínima 1'56/ talla media 1'71
Peso (en kg.)	Máximo 126,8, mínima 48,8/ peso medio 71

Anexo 4. Medias de las medidas realizadas

CODIGO	SEXO	DEPORTE	DOMINANTE	VasoVOL1	VasoVOL2	DIAMETRO	DIAMETRO2	DIAMETRO3	PERIMETRO1	PERIMETRO2	PERIMETRO3	PERIMETRO4	ECO1	ECO2
01	1,00	1,00	1,00	1.040,00	1.044,00	7,30	7,40	7,40	20,00	20,00	20,90	20,90	0,36	0,32
02	1,00	1,00	1,00	1.103,00	1.083,00	7,20	7,10	7,10	21,60	21,60	22,90	22,90	0,35	0,33
03	1,00	1,00	1,00	1.172,00	1.108,00	7,30	7,50	7,50	22,60	22,60	22,50	22,50	0,76	0,75
04	1,00	1,00	1,00	1.048,00	1.095,00	7,10	7,00	7,00	21,50	21,50	22,00	22,00	0,60	0,51
05	1,00	1,00	1,00	1.131,00	1.137,00	7,10	7,00	7,00	21,70	21,70	22,40	22,40	0,61	0,51
06	1,00	1,00	1,00	1.278,00	1.277,00	7,60	7,50	7,50	24,10	24,10	24,10	24,10	0,64	0,73
07	2,00	1,00	1,00	983,00	932,00	6,70	6,60	6,60	22,70	22,70	22,40	22,40	0,54	0,66
08	2,00	1,00	1,00	913,00	916,00	6,30	6,40	6,40	21,30	21,30	21,20	21,20	0,55	0,62
09	1,00	1,00	1,00	1.259,00	1.233,00	7,40	7,40	7,40	22,70	22,70	23,50	23,50	0,57	0,62
10	1,00	1,00	1,00	1.304,00	1.312,00	7,70	7,60	7,60	24,20	24,20	24,50	24,50	0,48	0,76
11	2,00	1,00	1,00	1.048,00	1.057,00	6,90	6,70	6,70	20,60	20,60	20,70	20,70	0,48	0,60
12	2,00	1,00	1,00	1.169,00	1.161,00	6,50	6,40	6,40	22,10	22,10	21,80	21,80	0,63	0,66
13	1,00	1,00	1,00	1.131,00	1.116,00	6,80	6,70	6,70	21,20	21,20	21,10	21,10	0,35	0,35
14	1,00	1,00	1,00	1.050,00	1.039,00	6,50	6,50	6,50	19,80	19,80	19,90	19,90	0,40	0,36
15	2,00	1,00	1,00	1.025,00	1.005,00	6,30	6,60	6,60	20,40	20,40	20,50	20,50	0,32	0,31
16	2,00	1,00	1,00	852,00	827,00	6,10	6,10	6,10	18,40	18,40	18,40	18,40	0,32	0,32
17	1,00	1,00	1,00	1.436,00	1.440,00	7,70	7,50	7,50	24,50	24,50	24,00	24,00	0,42	0,55
18	1,00	1,00	1,00	1.291,00	1.291,00	6,80	6,90	6,90	22,40	22,40	22,40	22,40	0,30	0,29
19	2,00	1,00	1,00	1.054,00	1.037,00	6,40	6,40	6,40	21,20	21,20	21,50	21,50	0,40	0,43
20	2,00	0,00	1,00	957,00	957,00	6,00	6,00	6,00	20,30	20,30	20,00	20,00	0,29	0,27
21	1,00	1,00	2,00	1.436,00	1.432,00	7,70	7,60	7,60	21,10	21,10	21,10	21,10	0,41	0,42
22	2,00	0,00	1,00	1.118,00	1.140,00	7,10	7,00	7,00	22,30	22,30	22,20	22,20	0,39	0,42
23	2,00	1,00	1,00	1.157,00	1.123,00	6,60	6,50	6,50	23,40	23,40	23,30	23,30	0,71	0,68
24	2,00	1,00	1,00	918,00	893,00	5,90	6,10	6,10	19,20	19,20	19,30	19,30	0,59	0,46
25	1,00	1,00	1,00	1.027,00	1.029,00	6,50	6,60	6,60	19,70	19,70	19,70	19,70	0,27	0,29
26	2,00	1,00	1,00	878,00	909,00	6,20	6,30	6,30	19,90	19,90	20,30	20,30	0,42	0,41
27	2,00	1,00	1,00	989,00	959,00	6,40	6,20	6,20	20,40	20,40	20,20	20,20	0,38	0,38
28	2,00	0,00	1,00	1.129,00	1.123,00	6,90	6,80	6,80	21,40	21,40	21,10	21,10	0,40	0,44
29	1,00	1,00	1,00	1.174,00	1.175,00	7,20	7,20	7,20	22,10	22,10	22,10	22,10	0,35	0,35
30	2,00	1,00	1,00	1.085,00	1.079,00	6,60	6,40	6,40	22,30	22,30	22,20	22,20	0,44	0,46
31	1,00	1,00	1,00	1.294,00	1.294,00	6,80	7,00	7,00	22,10	22,10	22,10	22,10	0,43	0,39
32	1,00	1,00	2,00	1.165,00	1.154,00	7,20	7,40	7,40	22,20	22,20	22,10	22,10	0,30	0,31
33	1,00	1,00	1,00	1.809,00	1.814,00	7,90	8,00	8,00	27,60	27,60	28,20	28,20	0,78	0,79
34	1,00	1,00	1,00	1.185,00	1.205,00	6,70	6,80	6,80	22,70	22,70	22,90	22,90	0,49	0,52
35	2,00	1,00	1,00	1.242,00	1.215,00	6,50	7,10	7,10	24,00	24,00	24,00	24,00	0,71	1,09

36	2,00	0,00	1,00	946,00	994,00	6,20	6,20	21,30	21,20	0,55	0,55
37	1,00	0,00	1,00	1.115,00	1.131,00	7,20	6,90	21,10	21,50	0,46	0,61
38	2,00	0,00	1,00	1.073,00	1.051,00	6,50	6,60	21,20	21,10	0,47	0,52
39	2,00	0,00	1,00	947,00	906,00	5,90	5,90	19,70	19,80	0,54	0,62
40	2,00	0,00	1,00	1.065,00	1.046,00	6,60	6,60	21,90	22,00	0,64	0,63
41	2,00	0,00	1,00	989,00	981,00	6,40	6,40	20,80	20,70	0,44	0,43
42	1,00	0,00	1,00	1.509,00	1.513,00	7,30	7,40	25,70	25,70	1,28	1,01
43	1,00	1,00	1,00	1.145,00	1.148,00	6,70	6,60	20,60	20,60	0,83	0,77
44	1,00	1,00	1,00	1.395,00	1.351,00	7,60	7,50	23,00	22,80	0,36	0,37
45	2,00	0,00	1,00	1.052,00	1.045,00	6,70	6,70	20,90	20,90	0,79	0,56
46	2,00	0,00	2,00	1.084,00	1.077,00	6,70	6,70	22,80	22,70	0,79	0,80
47	2,00	1,00	1,00	936,00	932,00	6,60	6,60	19,50	19,50	0,34	0,33
48	1,00	1,00	1,00	1.043,00	1.064,00	6,70	6,70	20,30	20,30	0,35	0,28
49	2,00	1,00	1,00	1.022,00	1.042,00	6,30	6,30	21,60	21,50	0,89	0,88
50	1,00	1,00	2,00	1.210,00	1.199,00	7,20	7,40	21,40	21,50	0,30	0,30
51	2,00	1,00	1,00	1.112,00	1.119,00	6,70	6,70	22,70	22,60	0,60	0,57

media	1127,3137	1121,7647	6,8078431	6,8137255	21,72941176	21,80196078	0,51	0,5214
desviación estándar	175,25039	176,40574	0,4999373	0,4890888	1,68170082	1,710612779	0,2	0,1954

TABLAS

Tabla 1. Prueba de distribución de la normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Ecografía inv. 1 sobre maleólo peroneo, media de 3, cm	,133	51	,026
Ecografía inv. 2 sobre maleólo peroneo, media de 3, cm	,113	51	,099

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 2. Prueba de distribución de la normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
Perímetro inv. 1 se mide 3 veces y se elige la menor, cm	,105	51	,200*
Perímetro inv. 2 se mide 3 veces y se elige la menor, cm	,104	51	,200*

a. Corrección de la significación de Lilliefors

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

Tabla 3. Gráfico de dispersión

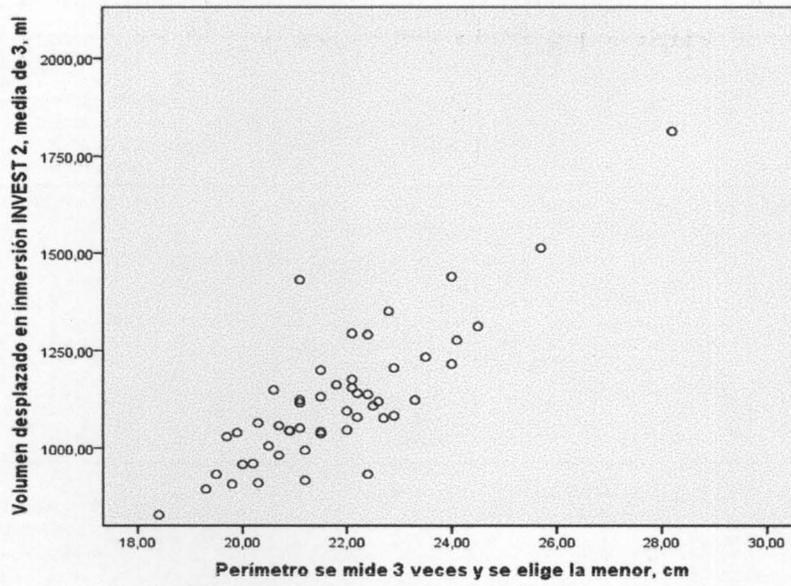


Tabla 4. Gráfico de dispersión

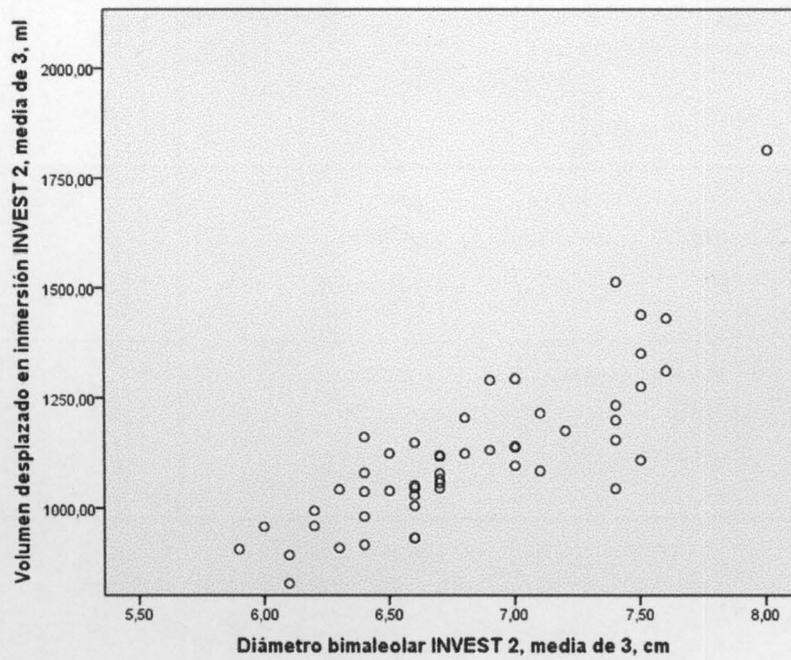


Tabla 5

Correlaciones			Perímetro se mide 3 veces y se elige la menor, cm	Volumen desplazado en inmersión INVEST 2, media de 3, ml
Rho de Spearman	Perímetro se mide 3 veces y se elige la menor, cm	Coefficiente de correlación	1,000	,749**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	51	51
	Volumen desplazado en inmersión INVEST 2, media de 3, ml	Coefficiente de correlación	,749**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	51	51

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 6

Correlaciones			Diámetro bimalleolar INVEST 2, media de 3, cm	Volumen desplazado en inmersión INVEST 2, media de 3, ml
Rho de Spearman	Diámetro bimalleolar INVEST 2, media de 3, cm	Coefficiente de correlación	1,000	,825**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	51	51
	Volumen desplazado en inmersión INVEST 2, media de 3, ml	Coefficiente de correlación	,825**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	51	51

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 7

Prueba de muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas				t	gl	Sig. (bilateral)	
		Media	Desviación tip.	Error tip. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
					Inferior				Superior
Par 1	Volumen desplazado en inmersión INVEST 1, media de 3, ml - Volumen desplazado en inmersión INVEST 2, media de 3, ml	5,54902	21,94932	3,07352	-,62433	11,72236	1,805	50	,077
Par 2	Diámetro bimalleolar INVEST 1, media de 3, cm - Diámetro bimalleolar INVEST 2, media de 3, cm	-,00588	,15022	,02103	-,04813	,03637	-,280	50	,781
Par 3	Perímetro se mide 3 veces y se elige la menor, cm - Perímetro se mide 3 veces y se elige la menor, cm	-,07255	,32868	,04602	-,16499	,01989	-1,576	50	,121
Par 4	Ecografía vertical sobre maleólo peroneo, media de 3, cm - Ecografía vertical sobre maleólo peroneo, media de 3, cm	-,01020	,09941	,01392	-,03816	,01776	-,732	50	,467

Tabla 8. Coeficiente de correlación interclase

	Correlación intraclase ^a	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,992 ^b	,986	,996	255,684	50	50	,000
Medidas promedio	,996	,993	,998	255,684	50	50	,000

(a)

Tabla 9. Coeficiente de correlación interclase

	Correlación intraclase ^a	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,954 ^b	,921	,973	42,355	50	50	,000
Medidas promedio	,976	,959	,987	42,355	50	50	,000

(a)

Tabla 10. Coeficiente de correlación interclase

	Correlación intraclase ^a	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,981 ^b	,967	,989	105,530	50	50	,000
Medidas promedio	,991	,983	,995	105,530	50	50	,000

(a)

Tabla 11. Coeficiente de correlación interclase

	Correlación intraclase ^a	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,870 ^b	,784	,924	14,437	50	50	,000
Medidas promedio	,931	,879	,960	14,437	50	50	,000

(a) Modelo de efectos aleatorios de dos factores en el que tanto los efectos de las personas como los efectos de las medidas son aleatorio.

a. Coeficientes de correlación intraclase de tipo C utilizando una definición de coherencia, la varianza inter-medidas se excluye de la varianza del denominador.

b. El estimador es el mismo, ya esté presente o no el efecto de interacción.

Tabla 12. Valores del SEM y MDC para investigador 1

	DE Evaluad or 1	ICC	raíz 1- ICC	SEM	MCD	MDC2		
Volumen agua (ml)	175,25	0,992	0,089443	15,6749	36,57655	0,016	0,126491	36,57655
Perímetro (cm)	1,6817	0,981	0,13784	0,23181	0,540909	0,038	0,194936	0,540909
ECOGRAFÍA (cm)	0,19516	0,87	0,360555	0,07036	0,164193	0,26	0,509902	0,164193
Diámetro (cm)	0,49994	0,954	0,214476	0,10722	0,250203	0,092	0,303315	0,250203

Tabla 13. Valores del SEM y MDC para investigador 2

	DE Evaluad or 1	ICC	raíz 1- ICC	SEM	MCD	MDC2		
Volumen agua (ml)	176,406	0,992	0,089443	15,7782	36,81769	0,016	0,126491	36,81769
Perímetro (cm)	1,71061	0,981	0,13784	0,23579	0,550208	0,038	0,194936	0,550208
ECOGRAFÍA (cm)	0,19542	0,87	0,360555	0,07046	0,164412	0,26	0,509902	0,164412
Diámetro (cm)	0,48909	0,954	0,214476	0,1049	0,244774	0,092	0,303315	0,244774

FIGURAS

Foto 1. Cubeta con rampa incrustada y recipiente para verte el agua



Foto 2. Matraces milimétricos y jeringuilla



Foto 3. Posición transductor y ecógrafo.

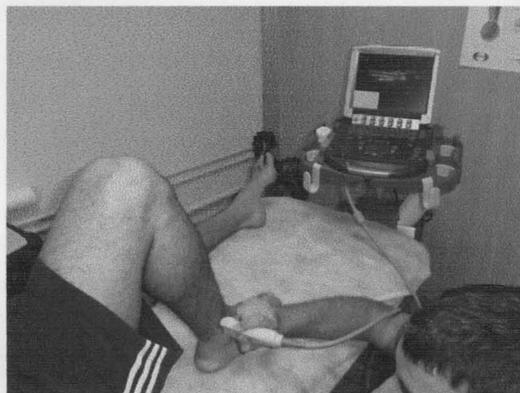


Foto 4. Ecógrafo con imagen



Foto 5. Paquímetro

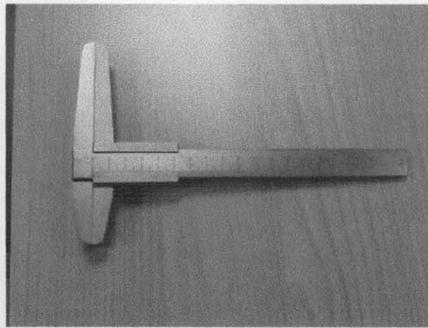


Foto 6. Cinta métrica



Foto 7. Medición de diámetro con paquímetro.



Foto 8. Medición del perímetro con cinta métrica.

