



Universidad Zaragoza



Facultad de Medicina
Universidad Zaragoza

TRABAJO FIN DE GRADO

Estudio experimental con ondas de choque extracorpóreas para el tratamiento de la celulitis

Belén Clemente Cuartero

Director: Manuel Guerra Sánchez

Departamento: Farmacología y Fisiología

Facultad de Medicina

Zaragoza 2019

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN	4
CONCEPTO CELULITIS	4
EPIDEMIOLOGÍA	5
FISIOPATOLOGÍA	5
TRATAMIENTO	8
Tratamientos tópicos	8
Radiofrecuencia	8
Ultrasonidos localizados de alta intensidad	9
Láser	9
Mesoterapia	10
Criolipólisis	10
Subcisión	11
Cirugía	12
Terapia con ondas de choque acústicas	13
PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS	17
MATERIAL Y MÉTODOS	18
RESULTADOS	22
Porcentaje de grasa	22
Peso	24
Cintura	25
Cadera	25
Muslo zona superior	26
Muslo zona inferior	27
OTROS RESULTADOS ENCONTRADOS	28
EVOLUCIÓN A LO LARGO DEL TRATAMIENTO MEDIANTE IMÁGENES	28
DISCUSIÓN	32
CONCLUSIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXO 1	39
ANEXO 2	44
ANEXO 3	45

RESUMEN

Introducción y objetivos: la celulitis es un estado parafisiológico que afecta a millones de mujeres en todo el mundo. Se caracteriza por alteraciones en el relieve y la firmeza de la piel, confiriéndole el característico aspecto de piel de naranja. Con este trabajo se pretende comprobar la eficacia de las ondas de choque extracorpóreas en su eliminación, realizando un tratamiento con ondas de tipo radial a diez pacientes.

Material y métodos: se ha utilizado la máquina Orthosthetic & Slimspec cedida por la empresa D-Maher en diez mujeres con celulitis. Se han realizado diez sesiones de tratamiento focalizadas en la zona de muslos y abdomen.

Resultados: se ha producido una reducción de 1-2cm de media de todos los perímetros estudiados tras terminar el tratamiento. El porcentaje de grasa también se ha visto disminuido. Las pacientes han expresado una clara mejoría en la apariencia de su celulitis.

Conclusiones: este estudio demuestra la eficacia del tratamiento con ondas de choque extracorpóreas en la eliminación de la celulitis. Se ha producido una reducción de todos los perímetros estudiados además del porcentaje de grasa. El peso de las pacientes no se ha visto afectado por el tratamiento. Las pacientes han manifestado una clara mejoría en la apariencia de su celulitis mostrándose satisfechas con el tratamiento.

Palabras clave: celulitis, tratamiento celulitis, ondas de choque extracorpóreas, medicina estética

ABSTRACT

Background and objectives: cellulite is a paraphysiological condition that affects millions of women around the world. It is characterised by relief and firmness alterations of the skin surface, which give the skin the characteristic orange-peel appearance. By performing an experimental treatment with extracorporeal shock waves, this desertation aims to prove its effectiveness in the elimination of cellulite.

Materials and methods: Orthostethic & Slimspec machine donated by D-Maher company has been used in ten women with cellulite. Ten treatment sessions have been performed, focused in the area of thighs and abdomen.

Results: there has been a reduction of 1-2cm on average of all the perimeters studied after finishing the treatment. Also, the percentage of fat has been diminished. The patients have expressed a clear improvement in their cellulite appearance.

Conclusions: this study demonstrates the efficacy of extracorporeal shock wave treatment in the elimination of cellulite. There has been a reduction of all the perimeters studied in addition to the percentage of fat. The patients weight has not been affected by the treatment. The patients have shown a clear improvement in the appearance of their cellulite, showing themselves satisfied with the treatment.

Key words: cellulite, cellulite treatment, extracorporeal schock waves, aesthetic medicine

INTRODUCCIÓN

CONCEPTO CELULITIS

La celulitis, comúnmente conocida como “piel de naranja”, es una alteración del tejido subcutáneo que provoca la modificación estética de la piel. Esta situación se produce con más frecuencia en los glúteos y muslos de las mujeres, siendo en estas la prevalencia mucho mayor que en el sexo masculino. Se puede hablar de una etiología multifactorial, con numerosos factores que favorecen su aparición. Entre ellos podemos destacar la arquitectura del tejido conectivo, la acción de los estrógenos, alteraciones microvasculares y ciertas características genéticas y hormonales. (1) Es importante tener claro las diferencias entre celulitis y obesidad, ya que esta última se caracteriza por un proceso de hipertrofia e hiperplasia de los adipocitos que no se limita necesariamente a glúteos, muslos o abdomen. Sin embargo, la celulitis es el resultado de múltiples cambios estructurales, inflamatorios, morfológicos y bioquímicos que sí se limitan a las zonas antes descritas. No se ha visto que la celulitis cuente con morbilidad o mortalidad asociadas, lo que hace complicado definirla como un proceso patológico. Sin embargo, esta condición continúa siendo un motivo muy frecuente de consulta en la medicina estética y causa de baja autoestima entre las mujeres. (2)

Para evaluar los diferentes grados de celulitis, se dispone de la escala de Nürnberger- Müller (3) que la clasifica en tres grados:

- Grado 1: cambios en la apariencia de la piel sólo visibles al pellizcarla o con la contracción muscular.
- Grado 2: cambios visibles en la apariencia de la piel sin necesidad de manipulación.
- Grado 3: cambios visibles en la apariencia de la piel sin necesidad de manipulación, asociados con nódulos subcutáneos.

EPIDEMIOLOGÍA

En términos de prevalencia, la celulitis afecta a un 80% de las mujeres postpuberales de todas las razas. (4) Sin embargo, y pese a la enorme incidencia de esta condición, existen muy pocos estudios publicados en cuanto a epidemiología e incidencia global. Clásicamente, se afirmaba que había un empeoramiento en situaciones asociadas con un aumento de los niveles de estrógenos; como el embarazo, la lactancia o el uso prolongado de anticonceptivos orales. Sin embargo, Emanuele E et al (5) no encontraron diferencias significativas en cuanto a polimorfismos genéticos en los receptores de estrógenos en mujeres con y sin celulitis. Esto lleva a la conclusión de que la mayor prevalencia de celulitis en las mujeres, no se debe principalmente a la acción de estas hormonas, sino que está influida por variaciones en genes que influyen en la microcirculación del tejido adiposo y la fibrosis como respuesta a la hipoxia. (5)(6)

La incidencia en el sexo masculino es rara, y se asocia a situaciones de hipogonadismo, deficiencia de andrógenos derivada de terapias estrogénicas para el cáncer de próstata, castración, o síndrome de Klinefelter. (7)

FISIOPATOLOGÍA

Arquitectura del tejido conectivo subcutáneo

Estudios hechos con resonancia magnética, han confirmado que las depresiones en la piel que se producen en la celulitis, están relacionadas con el aumento significativo del espesor de los septos fibrosos subcutáneos. Mientras que en los hombres los septos fibrosos están dispuestos en forma de cruz de San Andrés, en las mujeres son prácticamente perpendiculares a la superficie (Fig 1). Esta diferencia en la disposición, hace que se favorezca la aparición de celulitis en las mujeres. El estar de pie, pellizcar la piel o contraer el músculo, hace que aumente la tensión de estos septos fibrosos lo que agrava la apariencia clínica. Sin embargo, en situaciones de menos tensión, como estando tumbado, estas áreas de celulitis tienden a desaparecer. (1)(7)

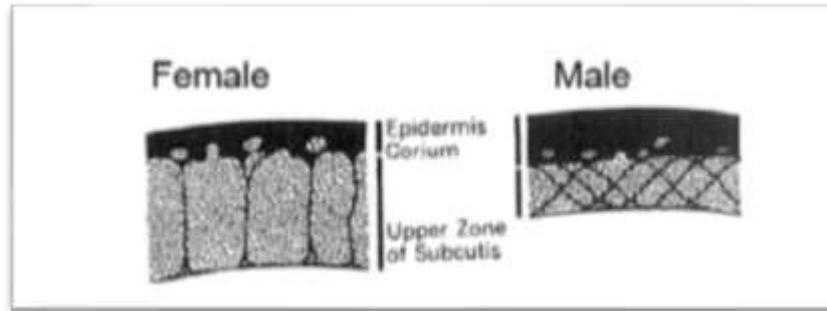


Figura 1. Distribución de los septos fibrosos en ambos sexos. De la Casa Almeida M et al (1)

Cambios vasculares

Las alteraciones en la microcirculación vascular y linfática del tejido subcutáneo también influyen en la formación de celulitis. Diversos autores hablan de la similitud entre la estasis venosa crónica y los cambios vasculares y metabólicos que se producen en la celulitis. El aumento de la permeabilidad capilar y el depósito de glicosaminocicanos (GAG) en las paredes de los capilares, hace que aumente la cantidad de agua, lo que lleva al edema. (8) Esto conlleva un aumento de la congestión vascular, pérdida de la red capilar e hipoxia del tejido. Este acúmulo de GAG junto con la hipoxia, provocan la neovascularización, el aumento de espesor y la esclerosis de los septos fibrosos tan llamativos en la celulitis. (2)(7)

Inflamación crónica

Se ha visto asociación entre la patogénesis de la celulitis y diversos factores proinflamatorios. La formación de los septos fibrosos se ve influida por la inflamación crónica. Es importante destacar el papel de la adiponectina en este proceso; una hormona derivada de los adipocitos con funciones antiinflamatorias, antifibróticas y vasodilatadoras. La menor expresión de esta hormona en el tejido subcutáneo, conlleva un aumento de la incidencia de celulitis. A su vez, en pacientes con celulitis se ha comprobado que existe un aumento del estrés oxidativo. (1)(6)(7)

Influencia genética

Se conoce muy poco acerca de la influencia genética en la aparición de la celulitis. Emanuele et al (5) hablan de la relación entre la enzima convertidora de la angiotensina (ECA) y la HIF1A (subunidad alfa 1 del factor inductor de hipoxia) con la celulitis.

Se ha visto que existe una alta asociación entre la celulitis y la presencia del polimorfismo rs1799752 de la ECA, en concreto de los genotipos que contienen la delección del alelo D. Los pacientes que poseen esta delección, sufren un aumento de actividad de la ECA en la circulación y en los tejidos, y en consecuencia aumentan los niveles de angiotensina II. Este aumento de angiotensina II en el tejido adiposo, actúa como una hormona paracrina, aumentando la síntesis de ácidos grasos y triglicéridos. Se produce una hiperplasia de los adipocitos y una reorganización de los componentes de la matriz extracelular lo que altera la arquitectura del tejido adiposo subcutáneo formando una red de bandas fibrosas características de la celulitis. (5)

Por el contrario, la presencia del alelo T en el polimorfismo rs11549465 del gen HIF1A se asocia con una disminución de la presencia de celulitis. La expansión de tejido adiposo en respuesta a un exceso de ingesta calórica, es un estímulo muy potente de la expresión del gen HIF1A, que puede estimular una respuesta fibrótica como la que se produce en la celulitis. Sin embargo, en pacientes con la mutación del alelo T, esta respuesta fisiológica fibroinflamatoria se mitiga lo suficiente como para frenar el desarrollo de las bandas fibrosas septales, lo que hace la aparición de celulitis menos probable. (5)

Se ha demostrado que el tabaco puede ser un factor etiológico y/o modificador del desarrollo de la celulitis, al existir una relación entre los polimorfismos de la ECA (presencia alelo I/delección alelo D), el tabaquismo y la presencia de celulitis. (1)

TRATAMIENTO

Tratamientos tópicos

Entre los ingredientes activos utilizados en cremas anticelulíticas podemos encontrar extractos vegetales como el ginkgo biloba, que estimula la microcirculación; y el retinol, que estimula la síntesis de colágeno. Los dos han demostrado una reducción significativa de la apariencia de la celulitis al ser aplicados de forma tópica. (9)

Las xantinas (más concretamente la cafeína), los extractos de hierbas, los receptores del ácido retinoico y los inhibidores del factor activador de la proliferación del peroxisoma, son tratamientos tópicos para la celulitis. Todos ellos disminuyen la adipogénesis, incrementan la termogénesis, contribuyen a la síntesis de colágeno y mejoran la microcirculación. (4)(7)(9)

Radiofrecuencia

Los dispositivos de radiofrecuencia (RF) se basan en la liberación de energía térmica a la dermis y el tejido subcutáneo a través de electrodos. Esto hace que se eleve la temperatura de ese área lo que produce la desnaturalización y remodelado del colágeno, a la vez que desencadena la lipólisis. (4) También se puede hablar de un aumento de la circulación sanguínea de esa zona tras la aplicación del tratamiento. A su vez, la radiofrecuencia influye en los adipocitos subcutáneos induciendo su apoptosis. (10)

Podemos hablar de diferentes tipos de electrodos, los de primera generación (unipolares, monopolares y bipolares), y los de última generación (multipolares, multigeneradores y controladores de la temperatura). (7) Se han realizado ensayos clínicos acerca de la eficacia de los dispositivos de última generación, y aunque se han conseguido resultados en la reducción de la apariencia de la celulitis, es preciso destacar que el éxito de este tratamiento se ve claramente influido por otros parámetros como la potencia utilizada y la frecuencia de las sesiones. Estos factores hacen que aún no se tengan protocolos exactos del uso de esta técnica. (3)

Ultrasonidos localizados de alta intensidad

Usar ultrasonidos de alta intensidad de una manera localizada, permite incidir sobre el tejido elegido de una manera muy precisa, sin que se produzcan abrasiones en zonas contiguas. La energía del ultrasonido hace que se produzca una vibración molecular de la zona que eleva la temperatura por encima de los 56º y necrosa los adipocitos. Este proceso genera una gran cantidad de energía, determinando que el contenido de los adipocitos se vierta a la circulación hepatobiliar vía linfática. Este proceso, conocido como “cavitación”, se ha descrito como respuesta a la reducción del volumen de tejido adiposo local tras la aplicación de ultrasonidos. Se trata de una técnica segura y eficiente que reduce el tejido adiposo subcutáneo sin efectos significativos en los lípidos sanguíneos o en los marcadores inflamatorios. Además, no produce efectos adversos en la zona tratada como quemaduras o cicatrices. El tiempo de recuperación después del tratamiento es mínimo, lo que es una ventaja considerable. Sin embargo, y según los estudios realizados, no se han encontrado resultados significativos en la reducción del IMC y el peso. (3)(11)

Láser

Los dispositivos láser para el tratamiento de la celulitis funcionan emitiendo energía al plano de la dermis y del tejido subcutáneo. De esta manera se produce un calentamiento local del tejido que estimula la remodelación del colágeno y mejora la microcirculación, lo que hace que mejore la apariencia de la piel y aumente su suavidad. (12)(13)

El láser YAG es un tipo de láser mínimamente invasivo que ha resultado ser el más efectivo para este tratamiento. Se trata de un dispositivo que cuenta con un láser de 1440nm y una cánula con un sensor termal lo que permite la rotura de los septos fibrosos a la vez que estimula la elasticidad de la piel. (4)(9)

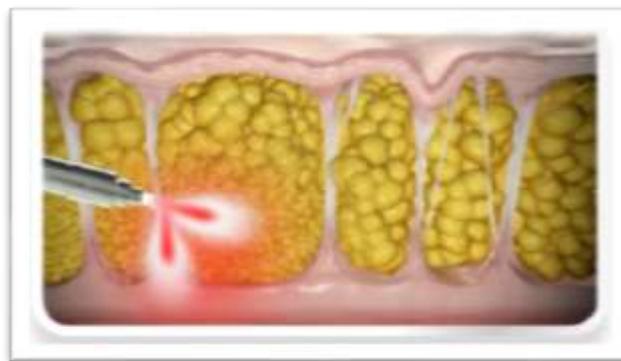


Figura 2. Ruptura de los septos fibrosos con láser YAG. DiBernardo BE et al (12)

Mesoterapia

La mesoterapia consiste en la inyección de sustancias en el tejido subcutáneo con el fin de disolver la grasa. Se han propuesto multitud de sustancias como las xantinas, la aminofilina y la teofilina, las cuales producen la lipólisis mediante la inhibición de la fosfodiesterasa y el aumento de los niveles de adenosina cíclica monofosfato. Hormonas, enzimas, extractos de hierbas, vitaminas y minerales también se utilizan.

- i. **Collagenase Clostridium histolyticum:** las enzimas producidas tras la fermentación del Clostridium histolyticum se están usando actualmente en ensayos clínicos para el tratamiento de la celulitis. Al mezclar la collagenasa I y la collagenasa II en un ratio de 1:1, se produce sinergia entre ellas lo que provoca la hidrólisis de la triple hélice de colágeno. Esto hace que tengan la capacidad de lisar el colágeno subdérmico que se observa en los septos fibrosos del tejido celulítico. (4)
- ii. **Rellenos dérmicos:** otro de los tratamientos de última generación son las inyecciones de hidroxapatita de calcio y microsferas de ácido poly-L-lactic. Esta forma de relleno dérmico se lleva usando mucho tiempo para el tratamiento de las cicatrices y en la actualidad se ha empezado a usar para suavizar y corregir las irregularidades de la piel con celulitis. (4)
- iii. **Fosfatidilcolina:** se utiliza en la práctica diaria por su efecto lipolítico secundario a la activación del receptor beta-adrenérgico. Como efectos adversos tras su inyección en el tejido subcutáneo, se puede producir una paniculitis lobular, necrosis de la grasa y lipoatrofia serosa. (9)

El uso de la mesoterapia se ha visto limitado debido a la ausencia de protocolos estandarizados de tratamiento, resultados insatisfactorios, y el riesgo de posibles efectos secundarios tales como edema, equimosis, nódulos subcutáneos, infección, reacciones de urticaria e irregularidades de la piel. (9)

Criolipólisis

Los adipocitos tienen una sensibilidad más alta al frío en comparación con otras células ricas en agua. Sobre este hecho, se sustenta el uso de la criolipólisis para el tratamiento de la celulitis. Se ha demostrado científicamente que este método es eficaz para reducir el espesor de la capa de grasa sin que se produzca ningún daño físico a los tejidos circundantes. (3) Varios estudios han demostrado que el uso de esta técnica es eficaz en pacientes con zonas localizadas

de celulitis. Sin embargo, no se han visto resultados tan satisfactorios en pacientes obesos con flacidez generalizada.

Subcisión

La subcisión es una técnica que se describió por primera vez en 1995 (7) para el tratamiento de cicatrices de acné y pequeñas zonas de depresión de la piel. (Figs 3 y 4) Se basa en introducir una aguja en el tejido subcutáneo hasta alcanzar 1,5-2cm de profundidad; en ese momento la aguja se redirige de manera paralela/tangencial a la epidermis y se realiza un barrido de la zona con el objetivo de liberar el anclaje de la dermis reticular al tejido subcutáneo mediante la rotura de las bandas fibrosas septales. (9) Esto da lugar a una piel más firme y suave, con la consiguiente desaparición de la celulitis de esa zona. Esta técnica se realiza con anestesia local y es efectiva en celulitis grado III (presente en descanso). Actualmente, se puede realizar de manera manual, con la ayuda de un dispositivo de aspiración y asistida por láser. A pesar de la sencillez y buenos resultados de esta técnica, no es un método muy aceptado entre las pacientes ya que cuenta con numerosos efectos secundarios, como son el edema, el discomfort, el dolor y los hematomas en la zona tratada. (4)(14)(15)



Figura 3. Tratamiento de subcisión, introducción de agujas. Amore R et al (14)

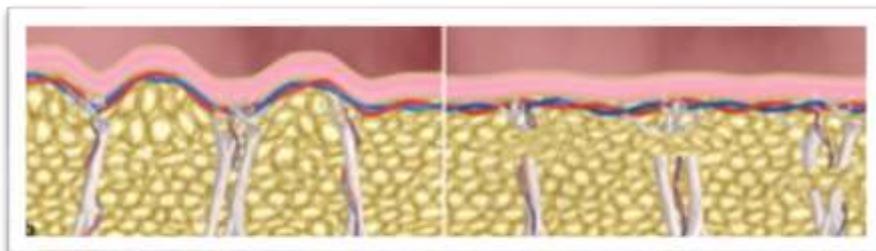


Figura 4. Tratamiento de subcisión, efecto sobre los septos fibrosos. Giese S et al (15)

Cirugía

La liposucción se empezó a utilizar como tratamiento para la celulitis en los años ochenta. Los dos métodos más comunmente usados son la liposucción asistida, que disminuye la grasa subcutánea más profunda; y la liposucción superficial, que libera los septos fibrosos subcutáneos. La creación de cánulas con diámetros mucho más pequeños ha revolucionado esta técnica, permitiendo la aspiración de volúmenes mucho más grandes de grasa con mayor precisión. (Fig5)

La liposucción asistida por ecografía constituye la nueva revolución en este campo, ya que aumenta la retracción de la piel y disminuye la pérdida sanguínea intraoperatoria en comparación con la liposucción tradicional.

Aunque la liposucción es un método excelente para mejorar el contorno corporal, algunos autores avisan sobre un posible aumento de las irregularidades de la piel tras su práctica. Debido a ello, la liposucción convencional ya no es un método estándar para el tratamiento de la celulitis. En parte se debe a que el tejido adiposo de la celulitis es muy superficial, con tan solo una fina capa dérmica en su superficie. Esto conlleva que si la liposucción se realiza muy cerca de la superficie de la piel, se produzcan irregularidades y por consiguiente un resultado no deseado tras la intervención. Sin embargo, cuando la liposucción se asocia a un injerto autólogo de grasa los resultados son muy satisfactorios en cuanto a la apariencia de la celulitis. (9)

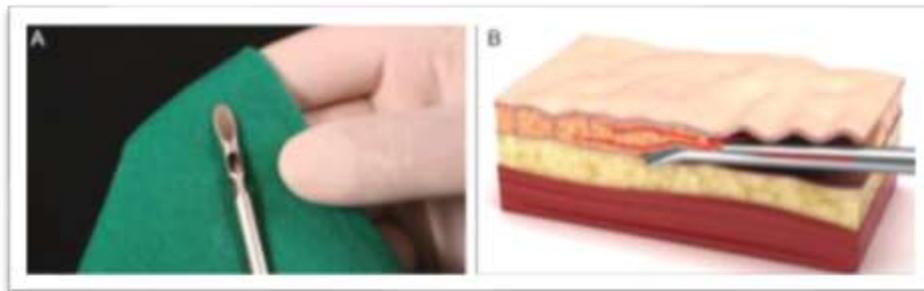


Figura 5. A Cánula de liposucción. B Efecto de la liposucción en la grasa superficial. Uebel CO et al (9)

Terapia con ondas de choque acústicas

La terapia con ondas de choque acústicas es una técnica basada en ondas de presión que se transmiten al tejido subcutáneo promoviendo la lipólisis, aumentando la circulación sanguínea y el drenaje linfático de la zona, y estimulando la producción de nuevo colágeno. (3) Esta técnica se lleva utilizando desde hace más de treinta años como tratamiento para la litiasis renal. A su vez, es una forma no invasiva de tratar enfermedades musculoesqueléticas como tendinopatías o defectos óseos, heridas de partes blandas problemáticas e incluso disfunción eréctil. A su vez, se han demostrado efectos beneficiosos en la regeneración tisular tanto de fracturas como de tejidos necrosados y úlceras. (3)(16)

Existen dos dispositivos de ondas de choque diferentes, las ondas de choque focales y las radiales. Las primeras se caracterizan por transmitir una energía hasta cien veces superior, lo que permite el tratamiento de regiones más profundas al aumentar la penetrancia de las ondas. Esto la hace óptima para aplicaciones en urología, ortopedia, cardiología y neurología. Las ondas de choque radiales, se caracterizan por tener una intensidad de impulso menor, lo que disminuye la energía y la penetrancia. Estas ondas radiales son por lo tanto idóneas para tratar zonas más superficiales como síndromes de dolor miofascial. A su vez, son las utilizadas en el campo de la medicina estética como tratamiento para la celulitis, (4) y por lo tanto sobre las que se sustenta este trabajo. (Fig 6)

En cuanto al mecanismo de acción de las ondas de choque, ambos tipos se caracterizan por un aumento inicial de la presión hasta alcanzar un pico positivo de hasta 100mPa. Tras este pico, se produce una amplitud negativa de hasta -10mPa lo que hace que el ciclo total tenga una duración de menos de 10 microsegundos. Las respuestas biológicas se cree que se desencadenan por el aumento inicial de presión, seguido de una fuerza tensional que resulta en una estimulación mecánica. Los aceleradores magnéticos crean un campo magnético que dispara un proyectil hasta golpear un aplicador de metal situado en la piel del paciente. El proyectil genera ondas de estrés que el aplicador transmite como ondas de presión de una manera no invasiva a los tejidos. (17) La tecnología de los campos magnéticos y del mínimo punto de impacto de los transmisores, permite repartir la energía generada por toda la superficie del transmisor. Esto hace que se produzca un mayor efecto sobre el tejido sin pérdida de energía, por lo que no se produce dolor y aparición de hematomas, siendo el tratamiento cómodo y relajado para las pacientes.

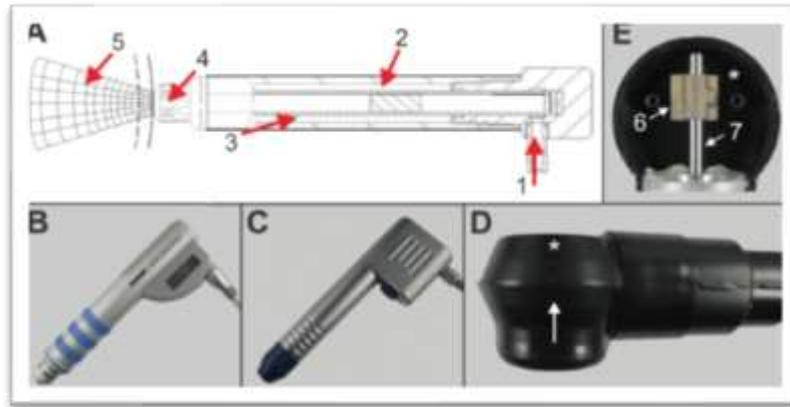


Figura 6. B, C y D Aplicadores de ondas de choque. Sistemas de impulso mecánico puro A y con efecto rotatorio E. Császár NBM et al (17)

Esta energía creada en el proceso se proyecta únicamente en las zonas a las que se aplica el tratamiento, sin que se produzcan cambios significativos en los tejidos circundantes. La potencia y la efectividad se ven afectas por la energía de la onda de choque, la frecuencia utilizada, el número de pulsos enviados, y el número y frecuencia de las sesiones. (3)(7) Algunos de los mecanismos que entran en juego como respuesta a este tratamiento son la neovascularización, el estímulo de proliferación y diferenciación celular, efectos antiinflamatorios y antimicrobianos y supresión de la nocicepción.

Las ondas de choque tienen un efecto tanto directo como indirecto sobre los tejidos que se aplican. El efecto directo es resultado de la energía de la onda que se transmite al tejido diana. Sin embargo, el indirecto es el resultado de la creación de burbujas cavitadas en el tejido a tratar. La cavitación se refiere a la rápida formación, expansión y colapso de burbujas de vapor en líquido, debido a los rápidos cambios de presión que se producen. (16)(17)(18)

En cuanto a los efectos en las células, esta técnica ha demostrado un efecto positivo en la viabilidad y proliferación de diferentes tipos de células, como las células madre mesenquimales provenientes de tejido adiposo y médula ósea, y los progenitores endoteliales. Este efecto se desencadena a través de la liberación inmediata de ATP, que posteriormente se une a los receptores purinérgicos que actúan a través de la señalización de Erk 1/ provocando la proliferación celular. (19) Además del aumento del potencial de crecimiento, también se ha observado una mayor diferenciación de los progenitores en células maduras. El efecto positivo de la terapia con ondas de choque acústicas radiales sobre las células, también puede ser atribuido al aumento de expresión y secreción de factores de crecimiento que intervienen en

los mecanismos de regeneración. Por lo tanto, se puede afirmar que las ondas de choque no solo han demostrado aumentar la calidad de las células, sino también la mejora del rendimiento celular cuando el tejido nervioso se trata con esta técnica; lo que también podría ser crucial para realizar terapias celulares. (19)(20)

En el campo de la medicina estética, esta técnica ha supuesto toda una revolución en los últimos años, ya que permite el tratamiento de la celulitis, el lipoedema y el linfedema. (17)(21) Se trata de una técnica no invasiva, que no requiere la administración de fármacos y con resultados visibles a las pocas sesiones de tratamiento. Concretamente, en pacientes con celulitis y linfedema, se produce una mejora muy significativa de las propiedades biomecánicas de la piel, lo que hace que disminuyan las protusiones de la dermis y de la hipodermis superficial. Este efecto es causado por el remodelado del colágeno que se produce en las zonas tratadas. (4)(10)

Se ha demostrado que esta técnica produce tanto una disminución significativa del espesor de la capa de grasa del tejido subcutáneo, como una reducción de centímetros de la circunferencia de los muslos. También tiene un beneficio adicional en la reducción de la apariencia de la celulitis, mejorando la firmeza de la piel. (22) Algunos autores han encontrado concentraciones elevadas de malondialdehído en suero y proteínas carboniladas en el plasma de pacientes con celulitis, junto con una dermis edematosa y rica en lípidos, fruto del estrés oxidativo. Después del tratamiento con ondas de choque, las concentraciones de estas sustancias disminuyen. (23)

La terapia con ondas de choque acústicas radiales es muy segura, careciendo de efectos adversos graves para las pacientes. Únicamente se puede objetivar enrojecimiento o entumecimiento de la zona tratada. El tratamiento se puede aplicar a cualquier edad y en diferentes zonas del cuerpo: abdomen, glúteos, muslos, brazos, flancos, cadera, rodillas, tobillos, monte de venus, cuello y cara. (Figs 7 y 8)

Es importante destacar que este tratamiento se puede realizar en pacientes con marcapasos, diabéticos o portadores de prótesis. El embarazo es la única contraindicación absoluta para la utilización de esta técnica. (23)



Figura 7. La aplicación de geles favorece el deslizamiento del aplicador. Schmitz C et al (16)



Figura 8. Técnica de aplicación de las ondas de choque. Priglinger E et al (19)

PLANTEAMIENTO Y OBJETIVOS

A. PLANTEAMIENTO:

Recientemente se han empezado a utilizar las ondas de choque extracorpóreas como tratamiento para la celulitis con resultados muy prometedores. Esta técnica está muy aceptada y es ampliamente usada en campos como la urología, existiendo múltiples estudios que la avalan. Es importante el seguir investigando nuevas técnicas de tratamiento, ya que la presencia de celulitis, en la mayoría de los casos, lleva de la mano un estigma social importante.

Se realizará un estudio experimental para comprobar la eficacia de las ondas de choque extracorpóreas en el tratamiento de la celulitis en diez mujeres con esta condición. Para ello se utilizará la máquina de ondas radiales (R-AWT®) Orthostethic+Slimspec cedida por la empresa D-Maher.

B. OBJETIVOS:

- Comprobar la eficacia del tratamiento con ondas de choque acústicas de tipo radial en la eliminación de la celulitis localizada en abdomen y muslos.
- Evaluar la eficacia de la única máquina del mercado que produce ondas de choque radiales sin contar con compresor para generar estas ondas.

Para cumplimentar estos objetivos previamente se realizará la formación necesaria para:

Adquirir la técnica necesaria para el manejo de la máquina y la aplicación de las ondas.

Realizar de una forma precisa la toma de datos y las medidas de las pacientes.

Finalmente se realizará un análisis estadístico de los datos recogidos a lo largo del proceso.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental sobre diez mujeres con celulitis para comprobar la eficacia de las ondas de choque extracorpóreas en su tratamiento. Se decidió focalizar el tratamiento en dos zonas diferenciadas: abdomen y muslos (zona anterior y posterior).

A. MATERIAL

Se utilizó la máquina Orthosthetic+Slimspec cedida por la empresa D-Maher, la cual utiliza ondas de choque acústicas de tipo radial (R-AWT®). (Fig 9) Es el único equipo del mercado actual que no utiliza compresor para generar las ondas de choque. En su lugar, el sistema genera un campo magnético que mantiene el balón impactador en suspensión, sin rozamiento con las paredes del canalizador. Los aceleradores magnéticos impulsan al impactador, consiguiendo la eliminación del rozamiento cinético y aprovechando el 100% de la onda generada con una mayor penetración (55mm). Se trata de una máquina muy segura que además cuenta con la certificación FDA y de la Agencia Europea para estética.

La máquina se compone de tres partes diferenciadas:



Figura 9. Máquina generadora de ondas radiales Orthosthetic&Slimspec

- **Panel de control:** pantalla táctil que permite la selección del número de impulsos, energía y velocidad de disparo.
- **Pieza de mano:** en ella se genera el campo magnético.
- **Transmisor:** permite realizar cualquier tipo de tratamiento con tecnología MPI (mínimo punto de impacto). La parte móvil tiene un recorrido de 1,5mm lo que

permite una mayor amplitud de onda. Cuenta con membrana protectora suaviza los impactos en la piel del paciente.

- **Pedal interruptor:** pone en funcionamiento la máquina dejando libres las dos manos del operador.

El material necesario para el tratamiento fue una camilla, aceite corporal para facilitar el deslizamiento de la pieza de mano por la zona a tratar, y sábanas de celulosa para proteger de manchas de aceite la ropa interior de las pacientes.

Para la toma de medidas antropométricas de las pacientes, se utilizó una báscula, un tallímetro, una cinta métrica y un plicómetro. (Figs 10, 11 y 12) Para las fotografías se utilizó una cámara Reflex marca Nikon D3400, un trípode y una pantalla blanca como fondo.



Figura 10. Cinta métrica



Figura 11. Plicómetro



Figura 12. Tallímetro y
báscula

B. MÉTODOS

i. Elección de las pacientes:

El contenido del estudio experimental se publicitó a mujeres de un entorno próximo con el fin de conseguir a diez voluntarias. Se establecieron como criterios de inclusión en el estudio cuatro requisitos:

- Tener celulitis en abdomen y muslos.

- Contar con total disponibilidad para la realización de las diez sesiones en las horas propuestas.
- No tener ninguna comorbilidad grave que incapacitara a la paciente para la realización del tratamiento.
- No estar embarazada ni sospecha de estarlo, por ser el embarazo la única contraindicación absoluta. (23)

Las pacientes que cumplían los cuatro requisitos fueron introducidas en el estudio experimental. No se estableció límite de edad, pero es importante resaltar que todas las pacientes eran mayores de edad.

Se realizaron reuniones individuales con las pacientes donde se explicó en qué consistía el tratamiento y cuál iba a ser el protocolo a seguir (toma de medidas y fotografías). Se les dio una hoja con toda la información necesaria y un consentimiento informado que fue firmado por todas las participantes. (Anexo 1)

ii. Lugar de trabajo:

El estudio se realizó durante el mes de febrero de 2019 por la autora de este trabajo en el laboratorio de biofísica de la Facultad de Medicina de Zaragoza. En este laboratorio se realizó todo el proceso, desde la realización de las fotografías y la toma de medidas y pliegues, hasta la realización del tratamiento.

iii. Protocolo de tratamiento:

Se aplicaron los protocolos específicos para cada zona del cuerpo propuestos por la casa comercial, que fueron los siguientes:

- Abdomen: dos ciclos de 3000 impulsos, a una frecuencia de 7Hz e intensidad III.
- Zona anterior de muslos: un ciclo de 1500 impulsos, a una frecuencia de 7Hz e intensidad III (en cada muslo).
- Zona posterior de muslos: un ciclo de 3000 impulsos, a una frecuencia de 7Hz e intensidad III (en cada muslo).

Las sesiones se realizaron con una frecuencia de 2 ó 3 por semana de manera alterna, en el plazo de un mes hasta completar las 10 sesiones.

iv. Toma de medidas antropométricas:

Se decidió tomar las medidas antropométricas de todas las pacientes en tres momentos diferenciados: antes de comenzar el tratamiento, a la mitad del mismo (quinta sesión) y al finalizarlo. Siguiendo la misma sistématica, se tomaron fotografías de las zonas a tratar de todas las pacientes. Esto se realizó con el objetivo de analizar los datos recogidos y poder valorar con exactitud la eficacia del tratamiento.

A cada paciente se le tomaron las siguientes medidas: peso, talla, perímetro de la cintura, perímetro braquial, perímetro de la cadera, perímetro del muslo en zona superior y perímetro del muslo en zona inferior. Estos datos se analizaron de manera directa, realizando con ellos un tratamiento estadístico en un programa Excel 2010.

También se tomaron los pliegues: subescapular, tricipital, bicipital, abdominal, inguinal, muslo y pierna. Estos pliegues fueron analizados de manera indirecta para el cálculo del porcentaje de grasa mediante la fórmula de Rose y Guimares y la de los 6 pliegues (24)(25)(26).

Todas estas medidas fueron recogidas en fichas individuales identificadas con un código para cada paciente. Esto permitió una recogida de datos sencilla y ordenada que facilitó la realización de la estadística posterior y el análisis de resultados. (Anexo 2)

v. Realización de las sesiones:

Las pacientes fueron citadas individualmente en el laboratorio de Biofísica donde se realizó el tratamiento. Se tumbaban en una camilla y se aplicaba un aceite corporal por la zona a tratar, para facilitar el deslizamiento de la máquina por el cuerpo.

La aplicación de la ondas comenzaba con el abdomen y para finalizar se trataban los muslos. Al acabar, se retiraba el exceso de aceite corporal con papel absorbente y las pacientes eran citadas para la próxima sesión.

La duración de cada sesión era de 40 minutos, a los que habría que sumar el tiempo dedicado a la toma de medidas, realización de fotografías y preparación de la paciente.

RESULTADOS

Con respecto al análisis de datos, es preciso resaltar que se parte de una muestra de diez pacientes (n=10) y que las variables estudiadas (explicadas anteriormente) son todas cuantitativas continuas. Con ellas se ha realizado un análisis estadístico descriptivo y se han comparado las diferencias entre las medias usando la T de Student para datos apareados.

A continuación se desglosa cada medida estudiada, incorporando un diagrama de barras, y comentando los niveles de significación obtenidos. (Las tablas estadísticas se pueden encontrar en el anexo 3). Se ha considerado un nivel de significación con $p < 0,05$.

Además, se han añadido unos símbolos a los gráficos expuestos con el fin de hacer más visual el análisis de resultados:

-  Resultados estadísticamente significativos comparando la quinta sesión con el inicio del tratamiento.
-  Resultados estadísticamente significativos comparando la décima sesión con el inicio del tratamiento.
-  Resultados estadísticamente significativos comparando la última sesión con la quinta sesión.

Porcentaje de grasa

a) Se ha calculado el porcentaje de grasa mediante la fórmula de Rose y Guimaraes:

$$\%Grasa = \sum (pliegue\ tricipital + pliegue\ subescapular + pliegue\ suprailíaco + pliegue\ abdominal) \times 0,153 + 5,783$$

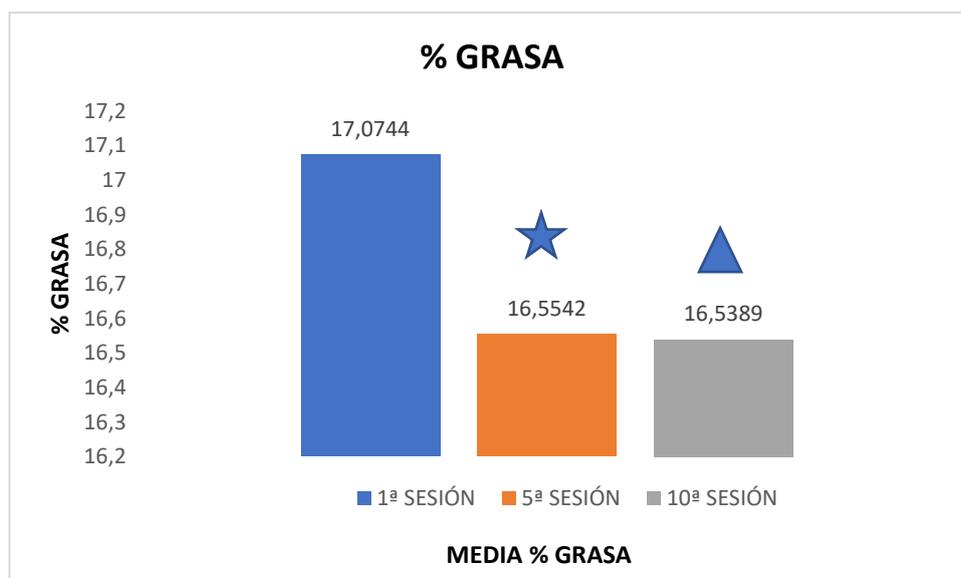


Figura 13. Diferencias significativas entre el porcentaje de grasa de la 1ª sesión con la 5ª y 10ª.

A la vista de los resultados, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de grasa entre la quinta sesión y el inicio del tratamiento ($p=0,00092012$). A su vez, también existen diferencias estadísticamente significativas si comparamos el porcentaje de grasa de las pacientes al final de tratamiento con el comienzo del mismo ($p=0,0000632474$). Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la quinta sesión y el fin del tratamiento ($p=0,9059136$).

- b) También se ha calculado el porcentaje de grasa mediante la fórmula de los seis pliegues:

$$\% \text{ Grasa} = \sum (\text{pliegue tricípital} + \text{pliegue subescapular} + \text{pliegue suprailíaco} + \text{pliegue abdominal} + \text{pliegue muslo} + \text{pliegue pierna}) \times (0,1548 + 3,580)$$

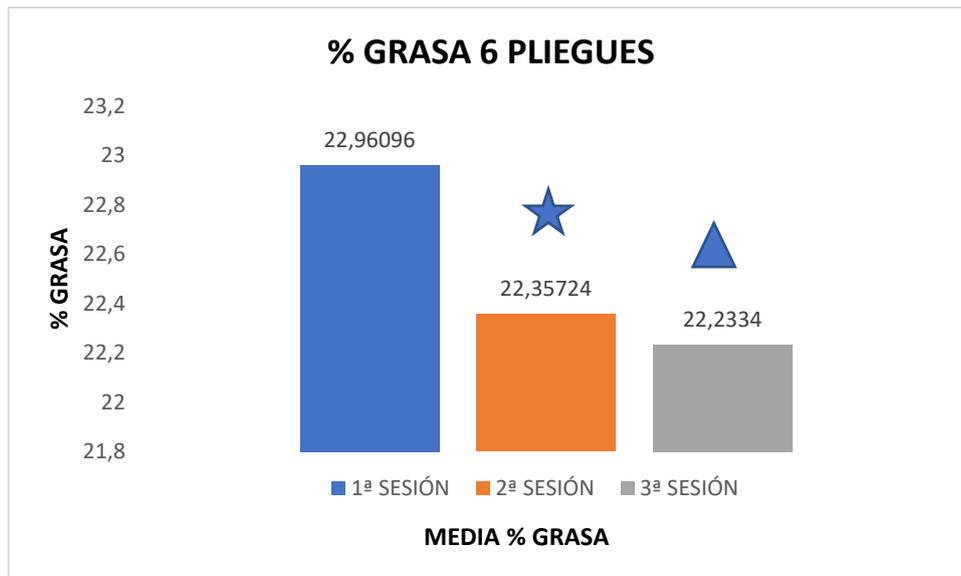


Figura 14. Diferencias significativas entre el porcentaje de grasa de la 1ª sesión con la 5ª y 10ª.

Se observa que los resultados al usar esta fórmula también son estadísticamente significativos si comparamos la quinta sesión con el inicio del tratamiento ($p=0,0044948$). También se encuentran diferencias estadísticamente significativas al comparar el porcentaje de grasa al final del tratamiento con la primera sesión ($p=0,0002439$). Sin embargo, no se encuentran diferencias estadísticamente significativas al comparar el porcentaje de grasa en la quinta sesión y al finalizar el tratamiento ($p=0,4907265$).

Peso

No existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al peso al comparar los datos de la quinta sesión con la primera sesión ($p=0,0885904$). Tampoco existen diferencias significativas al comparar el peso al final del tratamiento con la primera sesión ($p=0,7577401$). Al comparar el peso al finalizar el tratamiento con la quinta sesión, tampoco se encuentran diferencias estadísticamente significativas ($p=0,0510033$).

Cintura

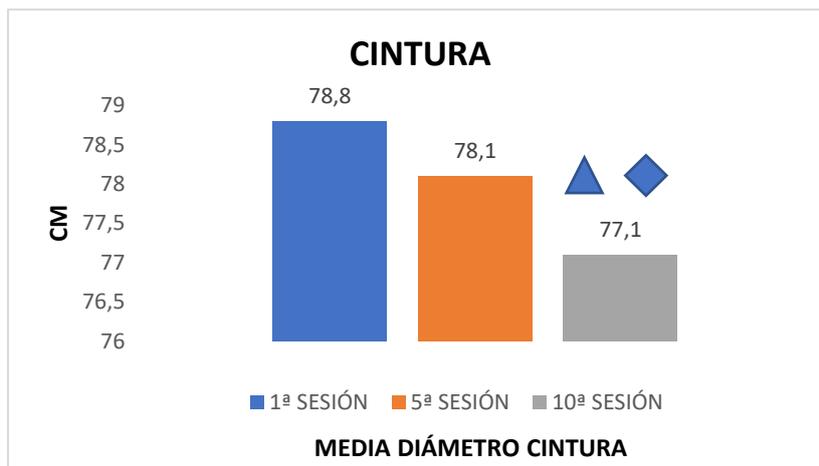


Figura 15. Diferencias significativas del perímetro de la cintura entre la 1ª y 10ª sesión y entre la 5ª y 10ª sesión.

En cuanto al análisis de los datos referentes al perímetro de la cintura, se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre el final del tratamiento y el inicio del mismo ($p=0,0094505$). También se observan diferencias significativas entre el final del tratamiento y la quinta sesión ($p=0,00846815$). Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre la quinta sesión y el inicio del tratamiento ($p=0,110764922$).

Cadera

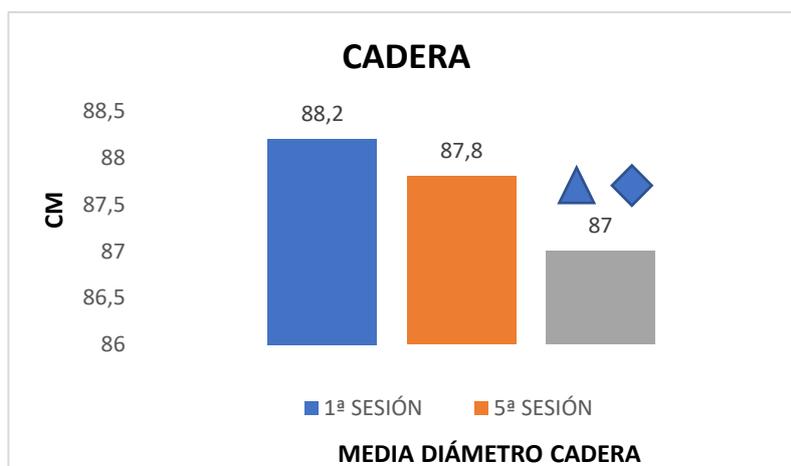


Figura 16. Diferencias significativas del perímetro de la cadera entre la 1ª y 10ª sesión y entre la 5ª y 10ª sesión.

En cuanto al perímetro de la cadera, podemos observar diferencias estadísticamente significativas entre el final del tratamiento y el inicio del mismo ($p=0,02385638$). A su vez, también se observan diferencias significativas entre el final del tratamiento y la quinta sesión ($p=0,02236719$). Sin embargo, no existen diferencias significativas entre la quinta sesión y el inicio del tratamiento ($p=0,22286835$).

Muslo zona superior

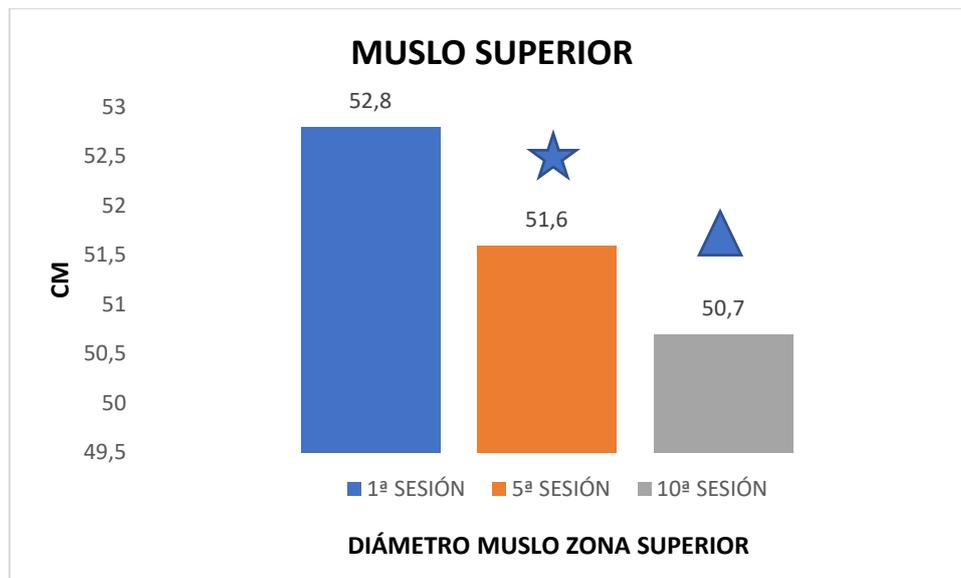


Figura 17. Diferencias significativas entre el perímetro del muslo superior de la 1ª sesión con la 5ª y 10ª.

Se observan diferencias estadísticamente significativas en cuanto al perímetro del muslo en la zona superior al finalizar el tratamiento y al inicio del mismo ($p=0,00019417$). También se observan diferencias significativas entre la quinta sesión y el inicio del tratamiento ($p=0,0367875$). Sin embargo, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre el fin del tratamiento y la quinta sesión ($p=0,1080552$).

Muslo zona inferior

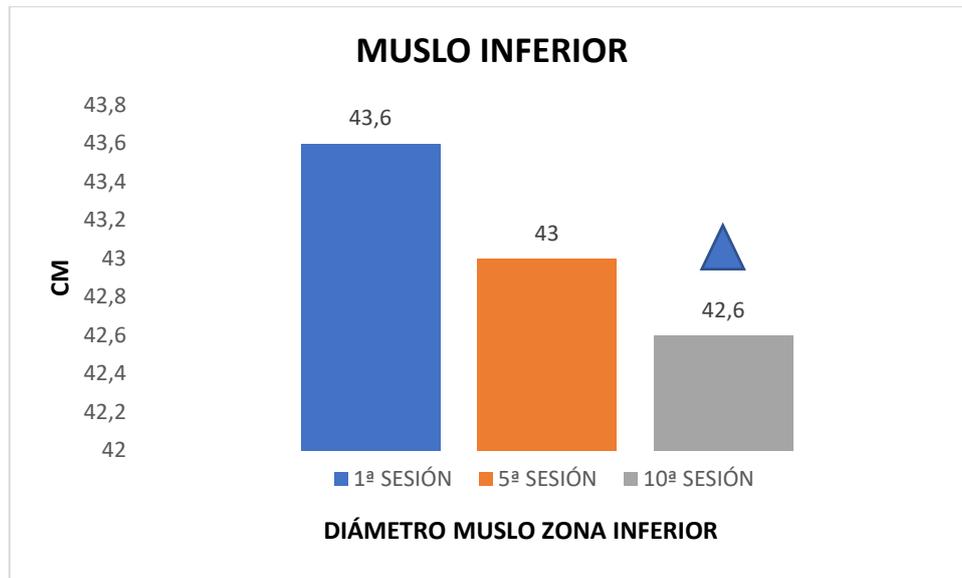


Figura 18. Diferencias significativas del perímetro del muslo inferior entre la 1ª y 10ª sesión.

En cuanto al perímetro del muslo en la zona inferior, se observan diferencias estadísticamente significativas entre el fin del tratamiento y el inicio del mismo ($p=0,01495636$). Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre la quinta sesión y el inicio del tratamiento ($p=0,1934221$). Tampoco se observan diferencias significativas entre el final del tratamiento y la quinta sesión ($p=0,3731988$).

OTROS RESULTADOS ENCONTRADOS

A lo largo de las diez sesiones de tratamiento, se fueron recogiendo las impresiones y cambios encontrados por las pacientes. De entre ellos los más representativos fueron:

- Aumento de la frecuencia miccional y defecatoria los dos días posteriores a la realización de la sesión.
- Entumecimiento de piernas el día posterior a la realización de la sesión.
- Piernas más ligeras.
- Enrojecimiento autolimitado de la zona tratada.

Es preciso resaltar que estos hallazgos no se produjeron en todas las pacientes y tampoco tras todas las sesiones, sino que fueron apareciendo de manera esporádica.

Al acabar todas las sesiones, se realizó una evaluación individual en la que las pacientes expresaron su grado de conformidad y satisfacción con el tratamiento realizado. Las diez participantes en el estudio afirmaron encontrar mejoría en la apariencia de su celulitis, además de una mayor suavidad y firmeza de la zona tratada. A su vez, las pacientes indicaron se sentían menos inflamadas y edematosas, relacionándolo con el aumento de la diuresis.

EVOLUCIÓN A LO LARGO DEL TRATAMIENTO MEDIANTE IMÁGENES

A continuación se muestran las fotografías más representativas que se han tomado a lo largo del estudio. Se trata de cinco pacientes diferentes y se comparan diferentes momentos del tratamiento. Hay que destacar que las fotografías difieren en su enfoque e iluminación debido a que fueron tomadas en horas diferentes y a que la técnica fotográfica no pudo estandarizarse mejor.



Figura 19. 1ª sesión - 10ª sesión



Figura 20. 1ª sesión – 10ª sesión



Figura 21. 1ª sesión - 5ª sesión - 10ª sesión



Figura 22. 1ª sesión - 5ª sesión - 10ª sesión



Figura 23. 1ª sesión - 10ª sesión



Figura 24. 1ª sesión – 10ª sesión

DISCUSIÓN

Al comparar los resultados obtenidos con la literatura publicada hasta la fecha, se pueden encontrar similitudes en cuanto al tipo de estudio y los resultados encontrados. Sin embargo, los estudios encontrados varían considerablemente en cuanto al nivel de evidencia, el dispositivo utilizado y el protocolo de tratamiento.

Knobloch y Kraemer en su metanálisis de 2015 (27) presentan los estudios de Adatto et al. Trataron a 25 mujeres con una media de edad de 42,6 años y un IMC de 24 de media. Realizaron seis sesiones con una frecuencia de dos por semana en una pierna, usando la otra como control. Compararon, en cada paciente, la pierna tratada con la control en dos momentos: siete días tras finalizar el tratamiento y 12 semanas después. Se encontraron diferencias significativas entre la pierna tratada y la control en cuanto a la mejora de la profundidad de las depresiones causadas por la celulitis, las rojeces y la suavidad de la piel.

Knobloch y Kraemer en su metanálisis de 2015 (27) presentan los estudios de Ferraro et al. Trataron a 50 pacientes, 37 mujeres y 13 hombres, con una combinación de ondas de choque y criolipólisis. El tratamiento se aplicó en diferentes partes del cuerpo: abdomen, tobillos, brazos, glúteos y muslos. Las sesiones se realizaron durante dos meses con una frecuencia de una sesión (de cada zona a tratar) cada dos semanas. La evaluación de resultados se realizó 12 semanas después de acabar el tratamiento. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios objetivándose una disminución en la circunferencia de media: 6,86cm en abdomen, 2,25cm en tobillos, 2,75cm en brazos, 5cm en glúteos y 5,78cm en muslos.

Knobloch et al en 2010 y 2013 (27)(28)(29), publicaron dos ensayos clínicos randomizados doble ciego en mujeres con celulitis, las cuales fueron divididas en dos grupos que diferían en la intensidad de las ondas administradas. Ambos grupos recibieron seis sesiones de ondas de choque en glúteos y muslos. Además, todas las pacientes comenzaron una tabla de ejercicios específica de glúteos a realizar tres veces al día. Encontraron diferencias significativas en cuanto a la apariencia de la celulitis ($p=0,001$) en los dos grupos, siendo mayor la disminución de la misma en el grupo que recibió una intensidad de impulso mayor.

Russe-Wilfingseder et al en 2013, realizaron un ensayo clínico randomizado doble ciego controlado con placebo en 17 pacientes, citado en el metanálisis de Knobloch y Kraemer (27) y en el estudio de Schmitz (16). Realizaron una sesión por semana un total de siete semanas. Los resultados obtenidos fueron evaluados mediante un cuestionario de satisfacción, control del peso, circunferencia de los muslos, toma de fotografías estandarizadas y análisis con un

sistema de imagen 3D. Las pacientes fueron evaluadas antes de empezar el estudio, un mes después y tres meses tras acabar el tratamiento. Los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios, con un nivel de significación de $p=0,0106$. Las pacientes expresaron mejoría en la asimetría de la piel con celulitis con incremento de la suavidad y firmeza de esa zona.

Schlaudraff et al en 2014, realizaron un estudio en 14 mujeres con celulitis aplicando el tratamiento con ondas de choque extracorpóreas con control intra-individual. Las pacientes fueron tratadas en una sola pierna dos veces por semana, un total de cuatro semanas. Tras la realización del tratamiento se produjo una mejora del grado de celulitis pasando del $2,5\pm 0,09$ basal, a $1,57\pm 0,18$ al acabar todas las sesiones. Ninguna paciente empeoró su grado de celulitis, a la vez que no se observaron efectos adversos al tratamiento. Citado en el metanálisis de Knobloch y Kraemer en 2015 (27).

Nassar et al en 2015, realizaron un ensayo clínico randomizado con control intra-individual en 15 pacientes realizando el tratamiento con ondas de choque en una sola pierna. La frecuencia fue de dos sesiones por semana hasta alcanzar ocho sesiones. La evaluación post-tratamiento se realizó doce semanas después. Se observaron diferencias significativas en cuanto a la reducción de la circunferencia de la pierna y la disminución del espesor del tejido adiposo subcutáneo; medidas por ecografía, en la pierna tratada en comparación con la pierna control. Citado en el metanálisis de Knobloch y Kraemer en 2015 (27).

Los estudios publicados varían sustancialmente en cuanto a los aparatos utilizados, el tipo de onda de choque (radial o focal), los parámetros establecidos (energía, cantidad de impulsos y presión), así como el protocolo de tratamiento (frecuencia y número de sesiones). Sin embargo, todos los autores coinciden con la efectividad de las ondas de choque extracorpóreas en el tratamiento de la celulitis, objetivándose en todos los estudios realizados una mejora en la apariencia de la piel, una disminución de la circunferencia de la zona tratada, a la vez que una disminución del grosor del tejido adiposo subcutáneo. En la mayoría de los estudios el tratamiento se aplica a la zona de muslos, por lo que se disponen muy pocos datos sobre el efecto de las ondas de choque en la celulitis abdominal.

Para evaluar la eficacia de este tratamiento en los tejidos, la mayoría de autores utilizan la resonancia magnética. Se ha comprobado que tras el tratamiento con ondas de choque, se produce una disminución del grosor de estos septos con la consiguiente mejora de la apariencia de la celulitis al suavizarse la piel de esa zona. Además también se ha objetivado que las ondas de choque reducen la circunferencia y el grosor del tejido con lfedema, a la vez que también reducen el dolor.

El usar métodos objetivos para evaluar los resultados del tratamiento, como ecografía o toma de fotografías estandarizadas, mejoraría la eficacia analítica. Las escalas de satisfacción individual son subjetivas y no siempre se correlacionan con los resultados medidos de manera cuantitativa.

Se puede afirmar que los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los hallazgos encontrados en la literatura consultada, lo que indica que esta técnica es efectiva y válida como tratamiento de la celulitis. Sin embargo, ninguna fuente consultada hace referencia a un aumento de la frecuencia miccional y defecatoria tras el tratamiento, lo que contrasta mucho con los resultados obtenidos ya que el aumento de la diuresis fue una constante en las pacientes estudiadas.

CONCLUSIONES

1. Tras el tratamiento de 10 sesiones con ondas de choque extracorpóreas de tipo radial, se ha producido una disminución de la circunferencia de todos los perímetros estudiados:
 - Cintura: 1,7 cm de media
 - Cadera: 1,2 cm de media
 - Muslo zona superior: 2,1 cm de media
 - Muslo zona inferior: 1 cm de media
2. Se ha comprobado una reducción del porcentaje de grasa de las pacientes tras 10 sesiones de tratamiento. Este porcentaje varía según la fórmula utilizada:
 - Mediante la fórmula de Rose y Guimaraes: 0,54%
 - Mediante la fórmula de los seis pliegues: 0,73%
3. No se han observado diferencias significativas en cuanto al peso de las pacientes a lo largo del tratamiento.
4. Todas las pacientes mostraron un alto nivel de satisfacción con el tratamiento, a la vez que percibieron una clara mejoría en la apariencia de su celulitis.

BIBLIOGRAFÍA

1. De La Casa Almeida M, Suarez Serrano C, Rebollo Roldán J, Jiménez Rejano JJ. Cellulite's aetiology: A review. Vol. 27, Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology. 2013. p. 273–8.
2. Khan MH, Victor F, Rao B, Sadick NS. Treatment of cellulite. Part I. Pathophysiology. J Am Acad Dermatol. 2010;62(3):361–70.
3. Alizadeh Z, Halabchi F, Mazaheri R, Abolhasani M, Tabesh M. Review of the mechanisms and effects of noninvasive body contouring devices on cellulite and subcutaneous fat. Int J Endocrinol Metab. 2016;14(4).
4. Sadick N. Treatment for cellulite. Int J Women's Dermatology. 2018;5(1):68–72.
5. Emanuele E, Bertona M, Geroldi D. A multilocus candidate approach identifies ACE and HIF1A as susceptibility genes for cellulite. 2010;930–5.
6. Emanuele E. Cellulite: Advances in treatment: Facts and controversies. Clin Dermatol. 2013;31(6):725–30.
7. Friedmann DP, Vick GL, Mishra V. Cellulite: a review with a focus on subcision. 2017;17–23.
8. Sant'Ana EMC, Pianez LRG, Custódio FS, Guidi RM, de Freitas JN. Effectiveness of carboxytherapy in the treatment of cellulite in healthy women: a pilot study. Clin Cosmet Investig Dermatol. 2016;Volume 9:183–90.
9. Uebel CO, Piccinini PS, Martinelli A, Aguiar DF, Ramos RFM. Cellulite: A Surgical Treatment Approach. Aesthetic Surg J. 2018;38(10):1099–114.
10. Fritz K, Salavastru C, Gyurova M. Clinical evaluation of simultaneously applied monopolar radiofrequency and targeted pressure energy as a new method for noninvasive treatment of cellulite in postpubertal women. J Cosmet Dermatol. 2018;17(3):361–4.
11. Moravvej H, Akbari Z, Mohammadian S, Razzaghi Z. Focused ultrasound lipolysis in the treatment of abdominal cellulite: An open-label study. J Lasers Med Sci. 2015;6(3):102–5.
12. DiBernardo BE, Sasaki GH, Katz BE, Hunstad JP, Petti C, Jay Burns A. A multicenter study

- for cellulite treatment using a 1440-nm Nd:YAG wavelength laser with side-firing fiber. *Aesthetic Surg J.* 2016;36(3):335–43.
13. Savoia A, Landi S, Vannini F, Baldi A. Low-level laser therapy and vibration therapy for the treatment of localized adiposity and fibrous cellulite. *Dermatol Ther (Heidelb).* 2013;3(1):41–52.
 14. Amore R, Amuso D, Leonardi V, Sbarbati A, Conti G, Albini M, et al. Treatment of dimpling from cellulite. *Plast Reconstr Surg - Glob Open.* 2018;6(5):1–8.
 15. Giesse S, Hartmann S, Lambert-Baumann J. Behandlung dermalen Depressionen bei Cellulite. *Treatment of dermal depressions in cellulite. J für Ästhetische Chir.* 2018;11(2):91–6.
 16. Schmitz C, Schlaudraff K-U, Kiessling M, Csaszar N. Predictability of the individual clinical outcome of extracorporeal shock wave therapy for cellulite. *Clin Cosmet Investig Dermatol.* 2014;171.
 17. Császár NBM, Angstman NB, Milz S, Sprecher CM, Kobel P, Farhat M, et al. Radial shock wave devices generate cavitation. *PLoS One.* 2015;10(10):1–19.
 18. Chang MH, Lin SY. Development of an Omnidirectional-Capable Electromagnetic Shock Wave Generator for Lipolysis. *J Healthc Eng.* 2017;2017:1–10.
 19. Priglinger E, Sandhofer M, Peterbauer A, Wurzer C, Steffenhagen C, Maier J, et al. Extracorporeal shock wave therapy in situ — novel approach to obtain an activated fat graft. *J Tissue Eng Regen Med.* 2018;12(2):416–26.
 20. Priglinger E, Schuh CMAP, Steffenhagen C, Wurzer C, Maier J, Nuernberger S, et al. Improvement of adipose tissue-derived cells by low-energy extracorporeal shock wave therapy. *Cytotherapy.* 2017;19(9):1079–95.
 21. de Godoy JMP, Groggia MY, Ferro Laks L, Guerreiro de Godoy M de F. Intensive Treatment of Cellulite Based on Physiopathological Principles. *Dermatol Res Pract.* 2012;2012:1–5.
 22. Eskici G. The Effect of Different Methods Used in Regional Slimming and Cellulite Treatment on Regional Weight Loss. 2017;299–304.
 23. Zerini I, Sisti A, Cuomo R, Ciappi S, Russo F, Brandi C, et al. Cellulite treatment: A comprehensive literature review. *J Cosmet Dermatol.* 2015;14(3):224–40.

24. Rodríguez G. Perfil antropométrico de judocas de élite y juveniles en la modalidad de combate. *Rev Iberoam Ciencias la Act Física y el Deport.* 2013;2(2):16.
25. Herrero A, Cabañas MD, Maestre I. Morfotipo del futbolista profesional de la Comunidad Autónoma de Madrid. Composición corporal. *Biomecánica.* 2004;12(1):72–7.
26. Armesilla AS, Li H, Resumen M. Estimación del grado de desarrollo de la composición corporal en deportistas púberes y prepúberes. 2005;12(2):14–22.
27. Knobloch K, Kraemer R. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) for the treatment of cellulite - A current metaanalysis. *Int J Surg.* 2015;24:210–7.
28. Knobloch K, Joest B, Vogt PM. Cellulite and extracorporeal Shockwave therapy (CelluShock-2009) - a Randomized Trial. *BMC Womens Health.* 2010;10(1):29.
29. Knobloch K, Joest B, Krämer R, Vogt PM. Cellulite and focused extracorporeal shockwave therapy for non-invasive body contouring: A randomized trial. *Dermatol Ther (Heidelb).* 2013;3(2):143–55.

ANEXO 1

DOCUMENTO DE INFORMACIÓN PARA EL PARTICIPANTE

Título de la investigación: Estudio experimental con ondas de choque extracorpóreas en el tratamiento de la celulitis.

Investigador Principal: Belén Clemente Cuartero

Centro: Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza

1. Introducción:

Nos dirigimos a usted para solicitar su participación en un proyecto de investigación que estamos realizando en la facultad de Medicina de Zaragoza. Su participación es voluntaria, pero es importante para obtener el conocimiento que necesitamos. Antes de tomar una decisión es necesario que:

- lea este documento entero
- entienda la información que contiene el documento
- haga todas las preguntas que considere necesarias
- tome una decisión meditada
- firme el consentimiento informado, si finalmente desea participar.

Si decide participar se le entregará una copia de esta hoja y del documento de consentimiento firmado. Por favor, consérvelo por si lo necesitara en un futuro.

2. ¿Por qué se le pide participar?

Se le solicita su colaboración porque necesitamos mujeres con celulitis que se quieran someter a un tratamiento específico para su eliminación.

En total en el estudio participarán diez mujeres de estas características.

3. ¿Cuál es el objeto de este estudio?

El objetivo de este estudio es el comprobar la eficacia de un nuevo tratamiento, basado en ondas de choque electroacústicas, en la eliminación de la celulitis.

4. ¿Qué tengo que hacer si decido participar?

Si decide participar en el estudio, se le realizarán diez sesiones de tratamiento en las zonas de abdomen y muslos. Las sesiones se realizarán durante el mes de febrero en el aula de biofísica de la Facultad de Medicina de Zaragoza con una frecuencia de 2 o 3 por semana hasta completar las diez sesiones. Cada sesión tendrá una duración de 40 minutos. Además, se le tomarán las medidas antropométricas y se le realizarán fotografías de las zonas a tratar. Estos datos se le recogerán previamente al comienzo del tratamiento, a la mitad del mismo y al finalizarlo.

5. ¿Qué riesgos o molestias supone?

El tratamiento con ondas de choque electroacústicas no supone ningún riesgo físico ni mental para la persona, salvo en caso de embarazo. Únicamente puede notar una débil molestia en forma de presión en la zona a tratar, así como enrojecimiento de la piel. Además, algunas pacientes experimentan un aumento de la diuresis los dos días posteriores a la sesión.

6. ¿Obtendré algún beneficio por mi participación?

Al tratarse de un estudio de investigación orientado a generar conocimiento no es probable que obtenga ningún beneficio por su participación si bien usted contribuirá al avance científico y al beneficio social.

Usted no recibirá ninguna compensación económica por su participación.

7. ¿Cómo se van a tratar mis datos personales?

Toda la información recogida se tratará conforme a lo establecido en la legislación vigente en materia de protección de datos de carácter personal. En la base de datos del estudio no se incluirán datos personales: ni su nombre, ni su nº de historia clínica ni ningún dato que le pueda identificar. Se le identificará por un código que sólo el equipo investigador podrá relacionar con su nombre.

Sólo el equipo investigador tendrá acceso a los datos recogidos y nadie ajeno al centro podrá consultar su historial.

De acuerdo a lo que establece la legislación de protección de datos, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos. Además puede limitar el tratamiento de datos que sean incorrectos, solicitar una copia o que se trasladen a un tercero (portabilidad) los datos que usted ha facilitado para el estudio. Para ejercitar sus derechos, diríjase al investigador principal del estudio. Así mismo tiene derecho a dirigirse a la Agencia de Protección de Datos si no quedara satisfecho.

Si usted decide retirar el consentimiento para participar en este estudio, ningún dato nuevo será añadido a la base de datos, pero sí se utilizarán los que ya se hayan recogido. En caso de que desee que se destruyan tanto los datos como las muestras ya recogidos debe solicitarlo expresamente y se atenderá a su solicitud.

Los datos codificados pueden ser transmitidos a terceros y a otros países pero en ningún caso contendrán información que le pueda identificar directamente, como nombre y apellidos, iniciales, dirección, nº de la seguridad social, etc. En el caso de que se produzca esta cesión, será para los mismos fines del estudio descrito o para su uso en publicaciones científicas pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo a la legislación vigente.

El promotor/investigador adoptará las medidas pertinentes para garantizar la protección de su privacidad y no permitirá que sus datos se crucen con otras bases de datos que pudieran permitir su identificación o que se utilicen para fines ajenos a los objetivos de esta investigación.

Las conclusiones del estudio se presentarán en congresos y publicaciones científicas pero se harán siempre con datos agrupados y nunca se divulgará nada que le pueda identificar.

8. ¿Quién financia el estudio?

Este proyecto no cuenta con financiación pública. El tratamiento se lleva a cabo con una máquina cedida por la empresa D-Maher, que también se hace cargo del material fungible.

10. ¿Se me informará de los resultados del estudio?

Usted tiene derecho a conocer los resultados del presente estudio, tanto los resultados generales como los derivados de sus datos específicos. También tiene derecho a no conocer dichos resultados si así lo desea. Por este motivo en el documento de consentimiento informado le preguntaremos qué opción prefiere. En caso de que desee conocer los resultados, el investigador le hará llegar los resultados.

11. ¿Puedo cambiar de opinión?

Su participación es totalmente voluntaria, puede decidir no participar o retirarse del estudio en cualquier momento sin tener que dar explicaciones. Basta con que le manifieste su intención al investigador principal del estudio.

12. ¿Qué pasa si me surge alguna duda durante mi participación?

En la primera página de este documento está recogido el nombre del investigador responsable del estudio. Puede dirigirse a él en caso de que le surja cualquier duda sobre su participación.

Muchas gracias por su atención, si finalmente desea participar le rogamos que firme el documento de consentimiento que se adjunta.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre.....

Apellidos.....

Acepto voluntariamente dar el consentimiento para formar parte de este estudio sabiendo que:

Este estudio no contiene ningún riesgo físico ni mental para mi persona.

Puedo dejarlo cuando quiera y pedir la retirada de todos mis datos.

Mis datos personales, como el nombre, apellidos etc... solo será conocido por el equipo investigador.

Los datos solo serán usados de forma anónima en publicaciones o congresos.

El archivo electrónico de las fotos y datos médicos se hará en un documento sin nombre usando en su lugar un código.

Doy mi consentimiento informado en Zaragoza a de de 20

Firmado

ANEXO 2

ANTROPOMETRÍA

Nombre y Apellidos:.....

Peso: Talla H:..... Edad:..... Perímetro del cuello:

Envergadura: Perímetro braquial en mitad del húmero:mm

1.- Pliegue tricípital:mm 2.- Pliegue subescapular:mm

3.- Pliegue supra iliaco:mm 4.- Pliegue abdominal:mm

5.- Pliegue muslo:.....mm 6.- Pliegue pierna:.....mm

7.-Pliegue bicipital:mm 8.- Anchura codo:mm

COMPOSICIÓN CORPORAL:

% grasa A: Σ de pliegues (1+2+ 3+4) x 0,153 + 5,783 Ecuación de Rose y Guimaraes.

% grasa B: Σ de pliegues (1+2+3+4+5+6) x (varones 0,1015 + 2,585); (mujeres 0,1548 + 3,580)

% grasa A: % grasa B:

Peso grasa = Peso total x % grasa =..... Sedentario: 13 – 20%. Mujeres \leq 28%

Peso magro corporal (P.M.C.)= peso total - peso grasa.

Peso magro corporal =..... (Peso músculo esquelético, esqueleto, visceras agua etc.)

H = altura en metros. F = diámetro bicondíleo en metros =.....

P = diámetro biestiloideo en metros =.....

Peso óseo = $3.02 (H^2 \times F \times P \times 400)^{0.712}$ Ecuación de Von Döbeln (1964), modificada por Rocha

(1975) Peso óseo =.....Kg

Peso residual Ecuación de Würch: Varón= peso total x 24.1/100

Mujer= peso total x 20.9/100 Peso residual=.....Kg

Peso muscular = peso total – (peso óseo+ peso residual + peso grasa). Ecuación De Rose,

E.H., Guimarães A.G. (1980). Peso muscular=.....Kg

Área transversal total $T=C^2/4\mu$; $T=.....$ mm² Área muscular $M=(C-\mu \text{ pliegue Tricip})^2/ 4\mu$

$M=.....$ mm² Área transversal grasa $G= T-M$; $G=.....$ mm²

Complexión corporal según 8. Constitución: pequeña , mediana , grande

ANEXO 3

Tabla 1. T de Student del porcentaje de grasa entre 1ª y 5ª sesión. Fórmula de Rose y Guimaraes

	% GRASA 1ª	% GRASA 5ª
Media	17,0744	16,5542
Varianza	24,7032576	24,2943804
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,9976778	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	4,84070578	
P(T<=t) una cola	0,00046006	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,00092012	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 2. T de Student del porcentaje de grasa entre 1ª y 10ª sesión. Fórmula de Rose y Guimaraes

	% GRASA 1ª	% GRASA 10ª
Media	17,0744	16,5389
Varianza	24,7032576	25,1987481
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,998876493	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	7	
P(T<=t) una cola	3,16237E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1,833112933	
P(T<=t) dos colas	6,32474E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2,262157163	

Tabla 3. T de Student del porcentaje de grasa entre 5ª y 10ª sesión. Fórmula de Rose y Guimaraes

	% GRASA 5ª	% GRASA 10ª
Media	16,5542	16,5389
Varianza	24,2943804	25,1987481
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99696599	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	0,12156613	
P(T<=t) una cola	0,45295681	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,90591362	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 4. T de Student del porcentaje de grasa fórmula 6 pliegues entre 1ª y 5ª sesión

	% GRASA 6 PLIEG 1ª	% GRASA 6 PLIEG 5ª
Media	22,96096	22,35724
Varianza	59,9225103	60,0037184
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99784889	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	3,75858151	
P(T<=t) una cola	0,00224741	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,00449482	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 5. T de Student del porcentaje de grasa fórmula 6 pliegues entre la 1ª y 10ª sesión

	% GRASA 6 PLIEG 1ª	% GRASA 6 PLIEG 10ª
Media	22,96096	22,2334
Varianza	59,9225103	61,9963783
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99887569	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	5,84966569	
P(T<=t) una cola	0,00012193	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,00024386	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 6. T de Student del porcentaje de grasa fórmula 6 pliegues entre la 5ª y 10ª sesión

	% GRASA 6 PLIEG 5ª	% GRASA 6 PLIEG 10ª
Media	22,35724	22,2334
Varianza	60,0037184	61,9963783
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,9976975	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	0,71842121	
P(T<=t) una cola	0,24536324	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,49072648	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 7. T de Student del porcentaje de peso entre la 1ª y 5ª sesión y entre 1ª y 10ª sesión

	PESO 1ª	PESO 5ª		PESO 1ª	PESO 10ª
Media	62,6	61,9	Media	62,6	62,5
Varianza	104,711111	91,4333333	Varianza	104,711111	103,833333
Observaciones	10	10	Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99542902		Coefficiente de correlación de Pearson	0,99526695	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9		Grados de libertad	9	
Estadístico t	1,90909091		Estadístico t	0,31799936	
P(T<=t) una cola	0,0442952		P(T<=t) una cola	0,37887004	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293		Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,0885904		P(T<=t) dos colas	0,75774007	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716		Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 8. T de Student del porcentaje de peso entre la 5ª y 10ª sesión

	PESO 5ª	PESO 10ª
Media	61,9	62,5
Varianza	91,4333333	103,833333
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99837332	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-2,25	
P(T<=t) una cola	0,02550163	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,05100326	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 9. T de Student del perímetro cintura entre 1ª y 10ª sesión y entre 1ª y 5ª sesión

	CINTURA 1ª	CINTURA 10ª		CINTURA 1ª	CINTURA 5ª
Media	78,8	77,1	Media	78,8	78,1
Varianza	169,733333	145,211111	Varianza	169,733333	150,322222
Observaciones	10	10	Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99451683		Coefficiente de correlación de Pearson	0,996940241	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9		Grados de libertad	9	
Estadístico t	3,28519879		Estadístico t	1,768519034	
P(T<=t) una cola	0,00472525		P(T<=t) una cola	0,055382461	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293		Valor crítico de t (una cola)	1,833112933	
P(T<=t) dos colas	0,0094505		P(T<=t) dos colas	0,110764922	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716		Valor crítico de t (dos colas)	2,262157163	

Tabla 10. T de Student del perímetro cintura entre 10ª y 5ª sesión

	CINTURA 10ª	CINTURA 5ª
Media	77,1	78,1
Varianza	145,211111	150,322222
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99714139	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	-3,35410197	
P(T<=t) una cola	0,00423408	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,00846815	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 11. T de Student del perímetro cadera entre 1ª y 10ª sesión y entre 1ª y 5ª sesión

	CADERA 1ª	CADERA 10ª		CADERA 1ª	CADERA 5ª
Media	88,2	87	Media	88,2	87,8
Varianza	151,955556	128,444444	Varianza	151,955556	135,066667
Observaciones	10	10	Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99653512		Coefficiente de correlación de Pearson	0,998478259	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9		Grados de libertad	9	
Estadístico t	2,7136021		Estadístico t	1,309307341	
P(T<=t) una cola	0,01192819		P(T<=t) una cola	0,111434175	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293		Valor crítico de t (una cola)	1,833112933	
P(T<=t) dos colas	0,02385638		P(T<=t) dos colas	0,22286835	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716		Valor crítico de t (dos colas)	2,262157163	

Tabla 12. T de Student del perímetro cadera entre 5ª y 10ª sesión

	CADERA 5ª	CADERA 10ª
Media	87,8	87
Varianza	135,066667	128,444444
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,99711033	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	2,75298881	
P(T<=t) una cola	0,01118359	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,02236719	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 13. T de Student del perímetro muslo zona superior entre 1ª y 10ª sesión y entre 1ª y 5ª sesión

	MUSL.SUP 1ª	MUSL.SUP 10ª		MUSL.SUP 1ª	MUSL.SUP 5ª
Media	52,8	50,7	Media	52,8	51,6
Varianza	21,2888889	22,6777778	Varianza	21,2888889	20,4888889
Observaciones	10	10	Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,97293945		Coefficiente de correlación de Pearson	0,94272605	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9		Grados de libertad	9	
Estadístico t	6,0343056		Estadístico t	2,44948974	
P(T<=t) una cola	9,7086E-05		P(T<=t) una cola	0,01839375	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293		Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,00019417		P(T<=t) dos colas	0,0367875	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716		Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 14. T de Student del perímetro muslo zona superior entre 5ª y 10ª sesión

	MUSL.SUP 5ª	MUSL.SUP 10ª
Media	51,6	50,7
Varianza	20,4888889	22,6777778
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,94226754	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	1,78421022	
P(T<=t) una cola	0,05402762	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,10805524	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 15. T de Student del perímetro muslo zona inferior entre 1ª y 10ª sesión y entre 1ª y 5ª sesión

	MUSL.INF 1ª	MUSL.INF 10ª		MUSL.INF 1ª	MUSL.INF 5ª
Media	43,6	42,6	Media	43,6	43
Varianza	16,4888889	19,3777778	Varianza	16,4888889	21,5555556
Observaciones	10	10	Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,97217972		Coefficiente de correlación de Pearson	0,96066018	
Diferencia hipotética de las medias	0		Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9		Grados de libertad	9	
Estadístico t	3		Estadístico t	1,40556386	
P(T<=t) una cola	0,00747818		P(T<=t) una cola	0,09671103	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293		Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,01495636		P(T<=t) dos colas	0,19342206	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716		Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

Tabla 16. T de Student del perímetro muslo zona inferior entre 5ª y 10ª sesión

	MUSL.INF 5ª	MUSL.INF 10ª
Media	43	42,6
Varianza	21,5555556	19,3777778
Observaciones	10	10
Coefficiente de correlación de Pearson	0,95683833	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	9	
Estadístico t	0,93704257	
P(T<=t) una cola	0,18659939	
Valor crítico de t (una cola)	1,83311293	
P(T<=t) dos colas	0,37319877	
Valor crítico de t (dos colas)	2,26215716	

