



**Universidad
Zaragoza**

Nutrición humana y dietética

TRABAJO FIN DE GRADO

**VALORACIÓN NUTRICIONAL Y MUSCULAR EN PACIENTES
EN UN PROGRAMA DE REHABILITACION CARDIACA,
MEDIANTE IMPEDANCIA, FUERZA DE AGARRE DE LA
MANO Y ECOGRAFÍA MUSCULAR.**

**NUTRITIONAL AND MUSCULAR ASSESSMENT IN
PATIENTS IN A CARDIAC REHABILITATION PROGRAM, BY
IMPEDANCE, HAND GRIP STRENGTH AND MUSCULAR
ULTRASOUND.**

Autor/es

Pilar Viñas Lagunas

Director/es

Alejandro Sanz Paris – Departamento de Medicina, Psiquiatría y Dermatología

José Puzo Foncillas – Departamento de Medicina, Psiquiatría y Dermatología

Facultad de Ciencias de la salud y del Deporte

Septiembre 2021

RESUMEN

Introducción: La Iniciativa de Liderazgo Global sobre Desnutrición (GLIM) requiere una evaluación muscular. La bioimpedancia es el método más utilizado para determinar la masa muscular, pero el documento de consenso acepta otras herramientas como el agarre manual (HG) o circunferencia del brazo. Por otro lado, la ecografía muscular es una técnica novedosa con pocos estudios todavía. El objetivo de este estudio es comparar la intensidad de la correlación entre la masa muscular medida por impedancia (ASMI) y por otros métodos.

Objetivo: Valorar la relación de los resultados de ecografía muscular del bíceps y flexor de la mano con impedancia, antropometría y fuerza muscular.

Material y métodos: Realizamos valoración nutricional en un grupo de 111 pacientes ambulatorios de un centro de cardiología clínica. Edad media 61,28 (12,94), 66,7% hombres, enfermedad coronaria 33,3%, valvular enfermedad cardíaca 16,7%, diabetes 17,7%. Medidas: peso, altura, circunferencia de brazos y pantorrillas, pliegue cutáneo del tríceps, impedancia segmentaria, ecografía del músculo bíceps y flexor de dedos de la mano para medir su grosor y ecogenicidad, y agarre manual. Estadístico prueba: correlación de Pearson. El estudio ha sido validado por el comité de ética local. C.P. – C.I. PI20 / 608.

Resultados: 1- Ninguno de los pacientes con criterios GLIM fenotípicos (IMC bajo o ASMI bajo) presentó criterios GLIM etiológicos por lo que no se pueden considerar malnutridos. 2- Respecto al diagnóstico de sarcopenia, 14 pacientes (12.6%) presentaron sarcopenia confirmada, 32 pacientes (28.8%), sarcopenia probable) y ninguno sarcopenia severa. 3- Los hombres presentaron mayor fuerza de agarre de la mano, circunferencia muscular del brazo, grosor muscular por ecografía y grasa visceral por impedancia. Las mujeres presentaron mayor pliegue cutáneo bicipital y porcentaje de grasa total por impedancia. 4- El grosor del músculo bíceps se correlaciona positivamente con todos los parámetros musculares. 5- El grosor del flexor de los dedos de la mano se correlaciona positiva e intensamente con fuerza de agarre de la mano, ASMI (impedancia) y grosor del bíceps.

Conclusión: El grosor del músculo bíceps se correlaciona positivamente con todos los parámetros musculares, siendo de mayor intensidad con ASMI y grosor flexores mano. El grosor del flexor de la mano se correlacionó positiva e intensamente con fuerza de agarre de la mano, ASMI (impedancia) y grosor del bíceps.

Divulgación de interés: Ninguno declarado

Palabras clave: Hand-grip, masa muscular, ultrasonido muscular.

ABSTRACT

Introduction: The Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM) requires a muscle assessment. Bioimpedance is the most widely used method to determine muscle mass, but the consensus document accepts other tools such as hand grip (HG) or arm circumference. On the other hand, muscle ultrasound is a novel technique with few studies yet. The objective of this study is to compare the intensity of the correlation between muscle mass measured by impedance (ASMI) and by other methods.

Objective: To assess the relationship of the results of muscle ultrasound of the biceps and flexor of the hand with impedance, anthropometry and muscle strength.

Material and methods: We performed nutritional assessment in a group of 111 outpatients from a clinical cardiology center. Mean age 61.28 (12.94), 66.7% men, coronary heart disease 33.3%, valvular heart disease 16.7%, diabetes 17.7%.

Measurements: weight, height, circumference of arms and calves, skin fold of the triceps, segmental impedance, ultrasound of the biceps muscle and flexor of the fingers of the hand to measure its thickness and echogenicity, and hand grip. Test statistic: Pearson's correlation. The study has been validated by the local ethics committee. C.P. - C.I. PI20 / 608.

Results: 1- None of the patients with phenotypic GLIM criteria (low BMI or low ASMI) presented etiological GLIM criteria so they cannot be considered malnourished. 2- Regarding the diagnosis of sarcopenia, 14 patients (12.6%) had confirmed sarcopenia, 32 patients (28.8%), probable sarcopenia) and none had severe sarcopenia. 3- Men presented greater hand grip strength, arm muscle circumference, muscle thickness by ultrasound and visceral fat by impedance. The women presented greater bicipital skin fold and percentage of total fat by impedance. 4- The thickness of the biceps muscle is positively correlated with all muscle parameters. 5- Finger flexor thickness is strongly and positively correlated with hand grip strength, ASMI (impedance), and biceps thickness.

Conclusions: The thickness of the biceps muscle is positively correlated with all muscle parameters, being of greater intensity with ASMI and Hand Flexor Thickness. Hand flexor thickness was strongly and positively correlated with hand grip strength, ASMI (impedance), and biceps thickness.

Disclosure of Interest: None Declared

Keywords: Hand grip, muscle mass, muscle ultrasoun

ÍNDICE

1. Introducción.....	7
1.1. Justificación del estudio.....	7
1.2. Insuficiencia cardíaca.....	8
1.3. Rehabilitación cardíaca.....	8
1.4. Sarcopenia.....	9
1.5. Masa muscular, función cardíaca y nutrición.....	9
1.6. Técnicas de medición fuerza y masa muscular.....	10-11-12
2. Hipótesis y objetivos.....	12
2.1 Objetivo principal.....	13
2.2 Objetivos secundarios.....	13
3. Material y métodos.....	13
3.1. Diseño del estudio.....	13
3.2. Tratamiento estadístico.....	13
3.3. Muestra.....	14
3.3.1. Criterios de inclusión.....	14
3.3.2. Criterios de exclusión.....	14
3.4 Materiales.....	15-18
3.5 Aspectos éticos.....	18
4. Resultados.....	19
4.1 Características de la población.....	19-20
4.2 Fuerza de la mano por Hand-grip.....	21
4.3 Grosor del músculo bíceps braquialli por ecografía.....	22-27
4.4 Grosor del músculo flexor de la mano por ecografía.....	28
4.5 Ecogenicidad del músculo bíceps braquialli por ecografía.....	29
4.6 Ecogenicidad del músculo flexor de la mano por ecografía.....	30
4.7 Características de los pacientes por sarcopenia.....	31
5. Discusión.....	32-35
6. Conclusiones.....	36
7. Bibliografía.....	37-40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de la población.....	20
Tabla 2. Correlaciones entre fuerza de la mano con ecografía muscular e impedancia.....	21
Tabla 3. Relación grosor bíceps por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular.....	27
Tabla 4. Relación grosor del flexor de la mano por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular.....	28
Tabla 5. Relación ecogenicidad del bíceps por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular.....	29
Tabla 6. Relación ecogenicidad del flexor de la mano por ecografía muscular por impedancia y fuerza muscular.....	30

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Figura 1. Regresión ASMI con fuerza de la mano en el grupo total.....	22
Figura 2. Regresión ASMI con fuerza de la mano en mujeres.....	22
Figura 3. Regresión ASMI con fuerza de la mano en hombres.....	23
Figura 4. Regresión grosor bíceps con fuerza de la mano en grupo total.....	23
Figura 5. Regresión grosor bíceps con fuerza de la mano en mujeres.....	24
Figura 6. Regresión grosor bíceps con fuerza de la mano en hombres.....	24
Figura 7. Regresión grosor flexor mano con fuerza de la mano en grupo total.....	25
Figura 8. Regresión grosor flexor mano con fuerza de la mano en mujeres.....	25
Figura 9. Regresión grosor flexor mano con fuerza de la mano en hombres.....	26

LISTADO DE ABREVIATURAS

- ASPEN: American Society of Parenteral and Enteral Nutrition
- ESPEN: European Society of Parenteral and Enteral Nutrition
- EWGSOP: Grupo Europeo de Trabajo sobre la Sarcopenia en Personas de Edad Avanzada
- UCI: Unidad de Cuidados Intensivos
- BIE: Bioimpedancia eléctrica
- DXA: Absorciometría Dual de rayos X
- HGS: Hand Grip Strength
- TUG: Timed Up and Go
- TAC: Tomografía Axial Computerizada
- RM: Resonancia magnética
- EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica
- IC: Insuficiencia cardiaca
- IMC: Índice de Masa Corporal
- BMI: Body mass Index
- GLIM: Liderazgo Global en Desnutrición
- ASMI: Masa Muscular Esquelética
- SCA: Síndrome Coronario Agudo
- BPC e ICH: Buenas Prácticas Clínicas
- SEE: Sociedad Española de Epidemiología
- CEICA: Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón
- CSA: Correlación del área transversal
- ST: tendón semitendinoso
- GT: Gracilis

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación del estudio

En la actualidad es difícil diagnosticar la sarcopenia en la práctica clínica habitual porque carecemos de herramientas fiables para la medición de la masa muscular. El papel de la sarcopenia, es decir, una reducción de la fuerza y la masa muscular, ha recibido recientemente un intenso análisis en pacientes con insuficiencia cardíaca (IC), por lo que los cambios en la función y composición muscular se consideran determinantes críticos en la fisiopatología y progresión de esta afección. Esta pérdida muscular se ve potenciada por el reposo derivado de hospitalizaciones largas. De hecho, además de la disfunción cardíaca y la reducción del gasto cardíaco, que obviamente son necesarios para definir la insuficiencia cardíaca (IC), el deterioro muscular puede considerarse la causa más importante de bajo rendimiento físico y reducción de la capacidad cardiorrespiratoria.¹

Por tanto, la sarcopenia puede contribuir al mal pronóstico de los pacientes con insuficiencia cardíaca (IC). La sarcopenia y la insuficiencia cardíaca (IC) parecen presentar varias vías patogénicas similares y, por tanto, podrían beneficiarse de un enfoque terapéutico común.¹

1.2 La Insuficiencia Cardíaca (IC)

La Insuficiencia Cardíaca (IC) es una enfermedad crónica y degenerativa del corazón que impide que éste tenga capacidad suficiente para bombear la sangre y por lo tanto de hacer llegar suficiente oxígeno y nutrientes al resto de los órganos. Puede manifestarse a cualquier edad, aunque la probabilidad de sufrirla aumenta con los años.²

Según su forma de manifestarse, se clasifica en:

-Insuficiencia Cardíaca Crónica:

La enfermedad se va manifestando gradualmente, pero los síntomas se intensifican con el paso del tiempo. Es la más frecuente.²

-Insuficiencia Cardíaca Aguda:

Los síntomas aparecen de forma repentina y son graves desde el principio. Con un tratamiento adecuado, los pacientes pueden mejorar rápidamente.

La insuficiencia cardíaca (IC) genera fatiga, ya que el corazón no puede distribuir la sangre suficiente que necesita el organismo. Además, puede provocar una acumulación de sangre, que puede salir de los vasos sanguíneos y congestionar los pulmones.²

La insuficiencia cardiaca es un problema sanitario de primer orden en nuestro país. Existe una prevalencia de insuficiencia cardiaca del 2% en otros países europeos y en Estados Unidos, los estudios en España arrojan cifras del 5%, probablemente a causa de sus limitaciones metodológicas. La insuficiencia cardiaca consume enormes recursos sanitarios: es la primera causa de hospitalización de mayores de 65 años y representa el 3% de todos los ingresos hospitalarios y el 2,5% del coste de la asistencia sanitaria.³

1.3 Rehabilitación cardiaca

La rehabilitación cardiaca se define (OMS 1993) como la suma coordinada de intervenciones requeridas para influir favorablemente sobre la enfermedad, asegurando las mejores condiciones físicas, psíquicas y sociales, con el fin de que los pacientes, por sus propios medios, puedan conservar o reanudar sus actividades en la sociedad de manera óptima, No debe ser considerada como una terapia aislada sino que debe ser integrada en el tratamiento global de la cardiopatía, de la cual, ésta forma solo una faceta.

Consta de tres fases:

-Fase I: durante el ingreso hospitalario. El objetivo es la pérdida del miedo, la movilización suave y progresiva precozmente y concienciarse del control de los factores de riesgo cardiovasculares.⁴

-Fase II: fase ambulatoria, siendo esta la fase principal. El objetivo es adquirir un hábito de vida cardiosaludable mediante el control de los factores de riesgo cardiovascular y la realización de ejercicio físico adecuado. La mayor intensidad de actuaciones rehabilitadoras se realiza en los programas de fase II en los que se lleva a cabo una evaluación médica, optimización farmacológica, prescripción individualizada de programa de reentrenamiento al esfuerzo, control de factores de riesgo cardiovascular, desarrollo de aulas de educación terapéutica, valoración psicológica y terapia de grupo.⁴

-Fase III: fase de mantenimiento. Incluyendo los controles, los cuidados y los nuevos hábitos que el paciente deberá llevar durante toda su vida.⁴

Los objetivos de la rehabilitación incluyen establecer un plan individualizado para ayudar al paciente a recuperar la fuerza, prevenir que la enfermedad empeore, reducir el riesgo de tener problemas cardíacos futuros y mejorar tanto la salud como la calidad de vida.⁵

Existe una evidencia científica IA que avala la derivación de los pacientes a estos programas tras SCA y cirugía de by pass aortocoronario, dichos programas han demostrado una disminución de la

mortalidad (cardiovascular y por todas las causas) y morbilidad (menos eventos, menos hospitalizaciones), así como su coste – efectividad⁶

1.4 Sarcopenia

La sarcopenia es un concepto introducido en 1989 por Rsenberg.⁷ Es un síndrome frecuente en ancianos, caracterizado por una pérdida gradual, marcada y generalizada de masa muscular esquelética relacionada con el envejecimiento, que se evidencia en la disminución de fuerza y agilidad, la cual puede generar discapacidad física que a su vez aumenta el grado de dependencia del paciente, disminuyendo así su calidad de vida y aumentando su mortalidad.⁸ Estimaciones basadas en la prevalencia de la sarcopenia y la población de la OMS sugieren que la sarcopenia afecta a más de 50 millones de personas en la actualidad y afectará a más de 200 millones de personas en los próximos 40 años.⁸ .La masa muscular disminuye aproximadamente un 3-8% por década a partir de los 30-35 años y se evidencia un aceleramiento al pasar los 60 años⁹

1.5 Masa muscular, función cardíaca y nutrición

Existen diversos factores relacionados con la sarcopenia que podemos modificar, como son la nutrición y el ejercicio físico.

Se ha demostrado en varios estudios que la malnutrición asociada a pérdida de masa muscular impacta negativamente en la evolución clínica, especialmente en enfermedades crónicas como EPOC, IC o cáncer donde disminuye la supervivencia global, la funcionalidad y calidad de vida, aumentando las complicaciones postoperatorias y mortalidad. La disminución de la masa y la fuerza muscular son sus síntomas principales y junto con la desnutrición son algunos de los principales problemas sociosanitarios que afectan a la actividad asistencial en todos los niveles: desde la atención primaria, residencias geriátricas, así como hospitales. La prevalencia aumenta en la población mayor de 65 años, con una importante morbimortalidad asociada, prolongando las estancias hospitalarias y el coste sanitario¹⁰

Los pacientes sometidos a cirugía cardíaca (entre 2-10 meses antes de iniciar el programa) han sufrido con frecuencia estancias prolongadas hospitalarias incluyendo ingresos en UCI, que incrementa la frecuente situación previa de baja condición física por la propia enfermedad cardiológica y otras comorbilidades asociadas y la pérdida muscular.¹¹ Sin duda la inactividad física es uno de los peligros más destacados de la hospitalización, ya que facilita la reducción en la síntesis de proteínas y una pérdida acelerada de masa muscular, fuerza, potencia y capacidad funcional, afectando negativamente a la salud.

Se ha demostrado que la sarcopenia está fuertemente asociada con un aumento de la mortalidad debido a la enfermedad cardiovascular en adultos mayores.¹¹ Sugie et al observa una buena relación entre la masa muscular esquelética y la función cardíaca durante el ejercicio.¹² Esto nos hace pensar que es muy importante que nuestros pacientes tras un programa de rehabilitación cardíaca aumenten su masa muscular.¹³

Los programas de rehabilitación cardíaca han demostrado mejorar la condición física y la capacidad funcional, así como la calidad de vida de los pacientes, sin embargo, existen pocos trabajos que de forma objetiva analicen los cambios que se producen en la composición corporal debido al entrenamiento con ejercicio aeróbico y ejercicio de fuerza.¹⁴

Sumide et al. Mostró aumento de la tolerancia al ejercicio que se correlacionó significativamente con los cambios en la musculatura de las piernas en pacientes tras cirugía valvular cardíaca.¹⁵

1.6 Técnicas de medición fuerza y masa muscular

Es indispensable un buen método diagnóstico de la sarcopenia. Según EWGSOP habría tres criterios: baja masa muscular, disminución de la fuerza muscular y disminución del rendimiento físico.

Como técnicas de imagen corporal:

-La Resonancia Magnética (RM): técnica de imágenes médicas que utiliza un campo magnético y ondas de radio generadas por computadora para crear imágenes detalladas de los órganos y tejidos del cuerpo.¹⁶

-Tomografía Axial Computerizada (TAC): Procedimiento para el que se usa una computadora conectada a una máquina de rayos X a fin de crear una serie de imágenes detalladas del interior del cuerpo. Las imágenes se toman desde diferentes ángulos y se usan para crear vistas tridimensionales (3D) de los tejidos y órganos.¹⁷

Ambas han sido consideradas tradicionalmente las técnicas de referencia para la medición de la masa muscular.¹⁸ Sin embargo, estas herramientas no son útiles para la determinación de la masa muscular de forma rutinaria, debido a la radiación ionizante y al coste respectivamente.

-La densitometría (DXA): tipo de radiografía de dosis baja que mide el calcio y otros minerales en los huesos.¹⁹ La medición muestra la fuerza y la densidad de los huesos. Juega un papel muy importante a nivel de investigación, pero al igual que la RM, tiene disponibilidad limitada.

- Bioimpedancia eléctrica: técnica usada para medir la composición corporal que tiene el cuerpo humano, se basa en la capacidad de éste para conducir la corriente eléctrica. Permite medir los parámetros bio-eléctricos en sistemas biológicos.²⁰ Cuya limitación principal es el nivel de hidratación de los pacientes.

- BMI (Body Mass Index). Entre las herramientas más utilizadas se encuentra el BMI (peso/altura al cuadrado) y las medidas antropométricas del diámetro de brazo y pantorrilla, que se trata de un método algo inespecífico.

En la nueva definición de sarcopenia de la EWGSOP2²¹ la pérdida de fuerza muscular presenta más importancia que la disminución de masa muscular. De hecho, se puede producir una disminución de la funcionalidad sin disminución del volumen. Esto se debe a la infiltración de tejido adiposo y fibrótico.²² Por lo que surge un nuevo concepto que es la calidad del músculo.

Para valorar la fuerza muscular y rendimiento físico, se utilizan test como los siguientes²³:

-La fuerza de presión manual (hand grip): La fuerza desarrollada en la fuerza de agarre (hand grip) representa una medida extrapolable a la fuerza general del individuo.²⁴ Distintos estudios han sugerido que un valor bajo de fuerza de agarre (hand-grip) en personas de edad avanzada puede estar relacionado con problemas de salud, habiendo planteado si hay un mínimo nivel de fuerza en la prensa de mano asociado a un descenso de la mortalidad.²⁴

-Prueba de levantarse y andar (TUG): evaluación que debería realizarse dentro de una evaluación de rutina cuando se trata con adultos mayores. Su objetivo es detectar a las “personas propensas a caerse” e identificar a aquellas que necesitan una evaluación.²⁵

Además de la bioimpedancia eléctrica, BMI, medidas antropométricas y el hand-grip para la masa y fuerza muscular, se ha utilizado la ecografía muscular. Se ha demostrado que existe una buena correlación entre las distintas técnicas de imagen y las mediciones reales de los distintos grupos musculares. En el caso de la ecografía, Rustani K. et al han utilizado satisfactoriamente la medida del grosor del músculo recto femoral como screening rápido de la sarcopenia.²⁶ En este sentido, la ecografía nos puede aportar también información sobre la calidad de las distintas fibras musculares por medio del distinto grado de ecogenicidad. Se aprecia un aumento de la ecogenicidad en aquellos pacientes que presentan una peor calidad del músculo.²⁷

Thomaes et al realizó también estudios ecográficos en músculos de la pierna de pacientes con coronariopatía.²⁸ La ecografía muscular del rectus femoris requiere que el paciente muestre sus extremidades inferiores en su totalidad, lo que es una dificultad añadida en consultas externas, ya que es ahí donde se han valorado a los pacientes.

La realización de esta técnica en el bíceps facilita la exploración porque requiere menos tiempo y además protege la intimidad del paciente. Existen muy pocos estudios que valoren la masa muscular mediante ecografía del bíceps. Esta localización tiene importancia funcional para la auto-alimentación y además es mucho más accesible que la musculatura de la pierna en pacientes ambulatorios.²⁹

1.7 Ecografía en bíceps

La mayoría de los estudios actuales sobre la evolución de la sarcopenia por ecografía se ha centrado como hemos dicho antes, en las extremidades inferiores. Según Shumin Li, se proporciona una base teórica de la aplicación del ultrasonido sobre los miembros superiores para la sarcopenia.³⁰

La ecografía se valora cada vez más en la evaluación de la masa del musculo esquelético, debido a todos los contras nombrados anteriormente. Como pueden ser, la gran pérdida de tiempo, el coste económico de estas pruebas y la necesidad de equipos especializados. Por lo que existe una necesidad urgente de medición estándar y uniforme de sarcopenia. Comparando la ecografía con los métodos anteriores, el ultrasonido es más común y tiene una gran fuerza en el diagnostico de la sarcopenia.

El ultrasonido se puede usar para distinguir el tejido muscular, la grasa subcutánea, muestra el grosor y el área de sección transversal del músculo. El ultrasonido es una técnica conveniente, confiable y no radiactiva. Se puede realizar en personas que no pueden cooperar con DXA o MRI y necesitan estar en cama.

Además estudios previos han mostrado una buena correlación entre la evaluación ecográfica del musculo y masa muscular esquelético medida por DXA. Además en la masa muscular, se observo fuerte correlación entre los parámetros ecográficos y la fuerza muscular. El grosor muscular del antebrazo de la extremidad superior también fue significativamente correlacionado con la fuerza de agarre. Se perfila que la ecografía es un método eficaz para medir la masa muscular de los miembros superiores.³⁰

2. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

Los pacientes en un programa de rehabilitación cardiaca pueden presentar cierto grado de sarcopenia. Es complicado el diagnostico de la sarcopenia ya que se carece de métodos fiables para la medición de la fuerza y masa muscular. Un análisis de composición corporal mediante impedancia nos puede dar una información valiosa sobre la eficacia en el aumento de la masa muscular de estos pacientes de forma global. Además, la ecografía muscular puede jugar un papel muy importante en su diagnóstico, ofreciendo una medida visual de la calidad y cantidad de masa muscular y además nos informa específicamente de un grupo muscular en concreto.

2.1 Objetivo principal

Valorar la relación de los resultados de ecografía muscular del bíceps y flexor de la mano con impedancia, antropometría y fuerza muscular.

2.2 Objetivos secundarios

-Comparar los resultados de impedancia con antropometría y fuerza de la mano.

-Valorar el papel de la ecografía muscular en relación con la impedancia.

-Comparar los resultados de ecografía muscular con impedancia y fuerza de la mano.

-Valorar la relación del grosor del bíceps y flexor de la mano por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular.

-Valorar la relación de la ecogenicidad del bíceps y flexor de la mano por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular.

3. MÉTODOS Y MATERIALES

3.1 Diseño del estudio

Estudio observacional descriptivo prospectivo en pacientes que están un programa de rehabilitación cardíaca en el hospital Miguel Servet de Zaragoza.

3.2 Tratamiento estadístico

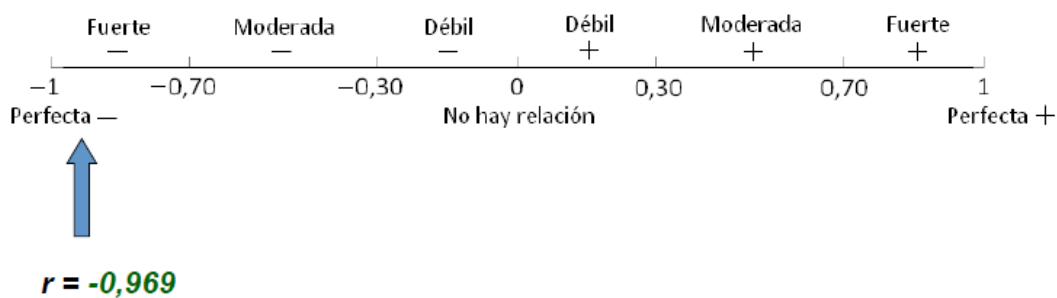
Los datos se analizan con el paquete estadístico SPSS 24.

Para conocer si las variables cuantitativas siguen o no una distribución normal se realiza la Prueba de Bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov.

Se describen las variables cuantitativas con distribución normal con media y desviación estándar, las variables cuantitativas con distribución no-normal con mediana e intervalo intercuartílico y las variables cualitativas por medio de proporciones.

Para la comparación de medias se realiza un análisis bivalente mediante el cálculo de la T de Student, para las variables paramétricas y cuantitativas, la U de Mann-Whitney para las variables no paramétricas y Kruskal-Wallis para la comparación entre variables cuantitativas y cualitativas no dicotómicas. Para la comparación de variables cualitativas se utilizan tablas de contingencia y Chi Cuadrado.

Para comprobar la asociación estadística entre variables cuantitativas se utilizan la Correlación de Pearson y de Spearman para comparación de variables paramétricas y no paramétricas respectivamente.



- **Relación lineal negativa y fuerte entre conc. alcohol y albúmina.**

3.3 Muestra

Se recoge una muestra de conveniencia de todos los pacientes que realicen el programa de rehabilitación cardiaca en el hospital Miguel Servet de Zaragoza consecutivamente de marzo a julio de 2021. Dadas la situación especial por la pandemia COVID ha sido necesario citarlos por las tardes fuera del horario laboral para evitar acumulación de pacientes en la sala de espera.

3.3.1 Criterios de inclusión

- Pacientes han sido sometidos a cirugía cardiaca en nuestro hospital e incluidos en el programa fase 2 de rehabilitación cardiaca con duración de 8 semanas. (La cirugía se realizó entre 2-12 meses antes de la inclusión en el programa)
- Firma del consentimiento informado por parte del paciente.

3.3.2 Criterios de exclusión:

- No firma del consentimiento informado.
- Proceso agudo en curso o enfermedad terminal (esperanza de vida inferior a 6 meses).
- Presencia de edemas u otros trastornos hídricos que pudieran alterar los resultados de la BIA.

- Tratamiento con corticoides, quimioterapia o hemodiálisis
- Insuficiencia renal, hepática o cardíaca graves que produzcan retención de líquidos.

(Los criterios 2, 4,5 contraindican un programa de rehabilitación cardíaca, el paciente debe estar estable y medicación optimizada)

3.4 Materiales

La composición corporal: se evalúa mediante BIA, utilizando un aparato multifrecuencia TANITA de composición segmentaria.

Se utiliza el Appendicular skeletal muscle mass index (ASMI) calculado a partir de los datos de impedancia según la fórmula de Sergy. Se considera bajo si $< 7 \text{ Kg/m}^2$ en hombres y $< 5.5 \text{ Kg/m}^2$ en mujeres. Además, el aparato muestra resultados de masa grasa y masa muscular segmentaria de brazos, piernas y tronco.³¹

Evaluación de la sarcopenia:

Diagnóstico de Sarcopenia confirmada según revised European consensus cuando coincide disminución de la capacidad funcional medida por fuerza muscular (sarcopenia probable), junto con disminución de la masa muscular media por ASMI. Ninguno presentó alteración de los test físicos como el de la marcha por lo que no encontramos Sarcopenia severa.³²

La fuerza muscular: se evaluará por medio de la fuerza de la mano con el dinamómetro (Jamar Hydraulic Handgrip Dynamometer, model 5030J1, United States) utilizando el mejor de tres intentos con la mano no dominante.

La fuerza de agarre de la mano se consideró disminuida si $< 27 \text{ Kg}$ en hombres y $< 16 \text{ Kg}$ en mujeres. Estos puntos de referencia son los utilizados por el revised European consensus , según Dodds et al.

(3)

Medición de parámetros antropométricos: se determina el peso (referido), talla (referido), circunferencia abdominal, del brazo (dominante), de la pantorrilla, del muslo, pliegue cutáneo tricipital (del brazo no dominante), se utilizarán como materiales:

- Cinta métrica inextensible HOLTAIN, precisión de 1 mm.
- Plicómetro HOLTAIN de presión constante (10 g/mm^2), precisión de 0.2 mm.

Según Índice de masa corporal, se clasificaron en:

Bajo (<20 Kg/m² si < 70 años, o <22 Kg/m² si >70 años),

Normal (20 ó 22 a 24.9 Kg/m²),

Sobrepeso (25 a 29.9 Kg/m²),

Obesidad I (30 a 34.9 Kg/m²),

Obesidad II (35 a 40 Kg/m²)

Parámetros analíticos plasmáticos: Albúmina sérica, creatinina, colesterol total, hemoglobina, linfocitos al inicio del programa y al alta (ver hoja de recogida de datos y cronograma). Todas las analíticas son las habituales. *(Estos parámetros están incluidos en la analítica pre y post programa que solicitamos habitualmente)*

El diagnóstico de malnutrición se realizó según los criterios GLIM. Deben concurrir al menos un criterio fenotípico (pérdida de peso o IMC bajo o baja masa muscular) junto con criterio etiológico (disminución de la ingesta o de la absorción o coexistencia con inflamación).³³

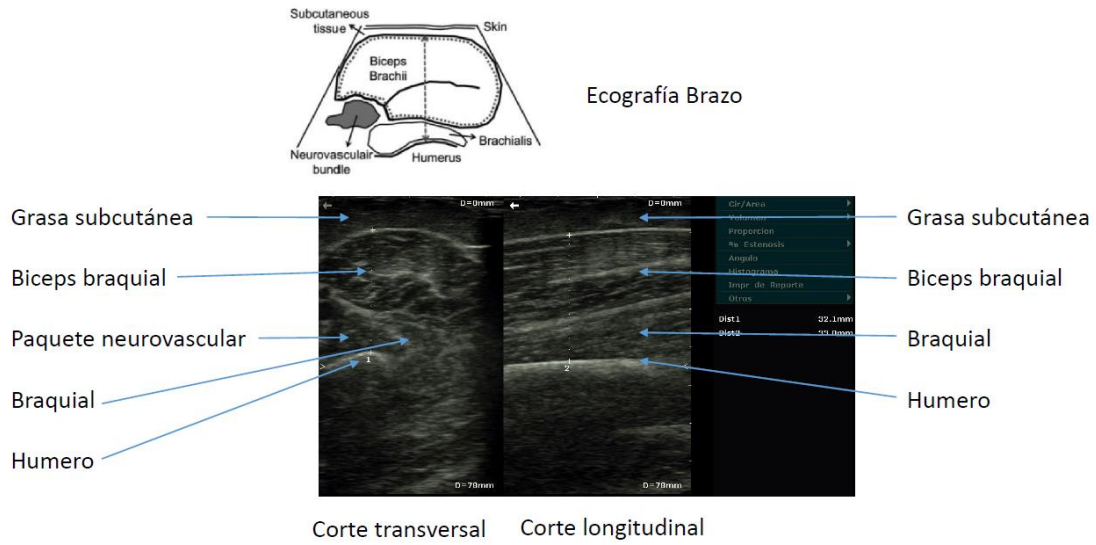
Medición ecográfica de bíceps y flexor dedos mano: Se mide en la mano no dominante con un aparato de ecografía EDAN DUS 60. Se repiten las mediciones 3 veces. Todos los aparatos y test son de propiedad del Servicio de Endocrinología y Nutrición del Hospital Universitario Miguel Servet debidamente inventariados.

Ecográficamente el músculo sano, en un corte transversal, es una estructura relativamente anecoica con motas hiperecoicas dentro del tejido que representa el perimio, dándole la "aparición de noche estrellada". El músculo aparece delimitado por una línea hiperecoica que representa la fascia muscular.

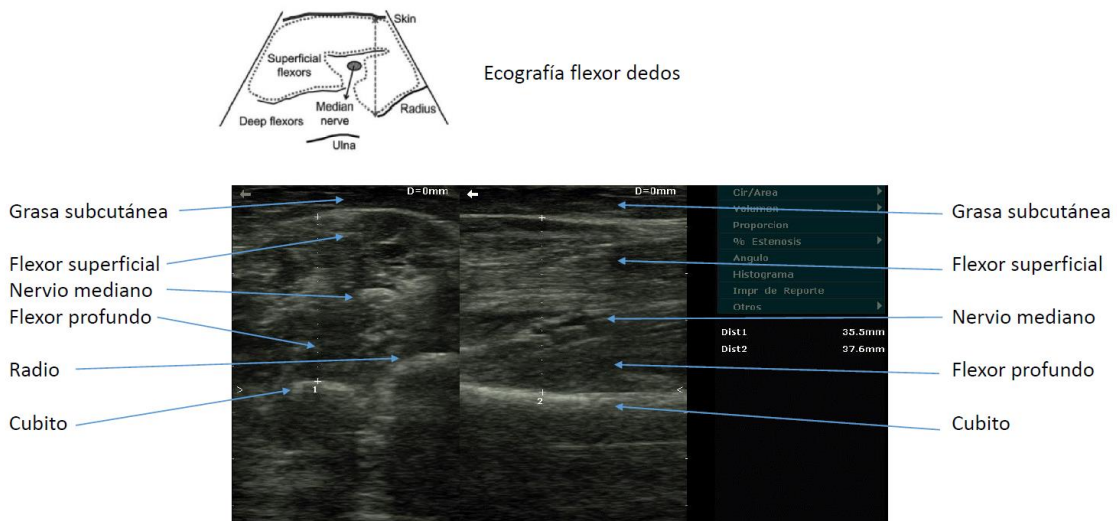
En un corte longitudinal se aprecia la orientación paralela de las fibras musculares, así como el ángulo por el cual se inserta en el hueso o en una aponeurosis.

- 1- Grosor muscular: distancia establecida por una línea recta imaginaria que une la aponeurosis superficial y profunda de un músculo. Se descarta la grasa subcutánea y la línea ósea.
- 2- Ecogenicidad se usa un programa gratuito Image J que es un procesador de imágenes basado en Java desarrollado por Wayne Rasband del National Institute of Mental Health at NIH³⁴

Bíceps



Musculo flexor de los dedos



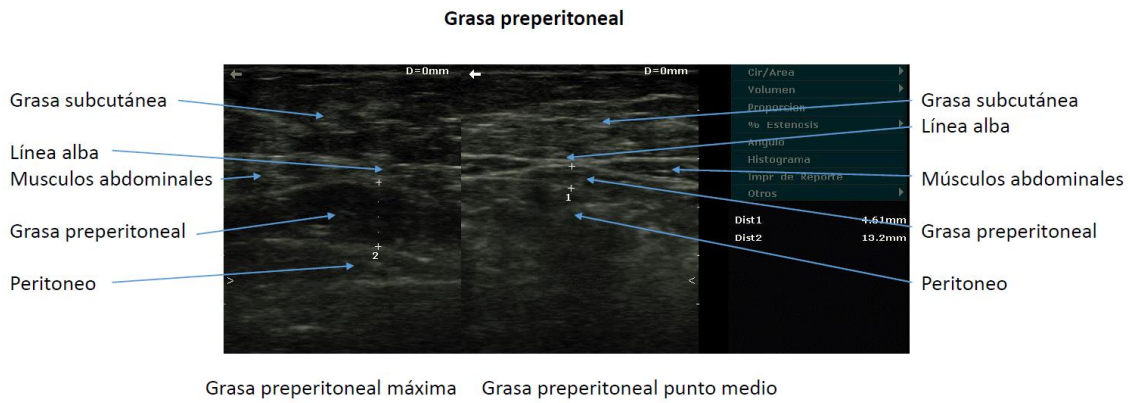
Medición de la grasa preperitoneal

Se realizó la ecografía abdominal, se les indicó a los pacientes que se tumbaran en decúbito supino en una camilla con el abdomen relajado. Se midieron los siguientes índices en todos los pacientes.

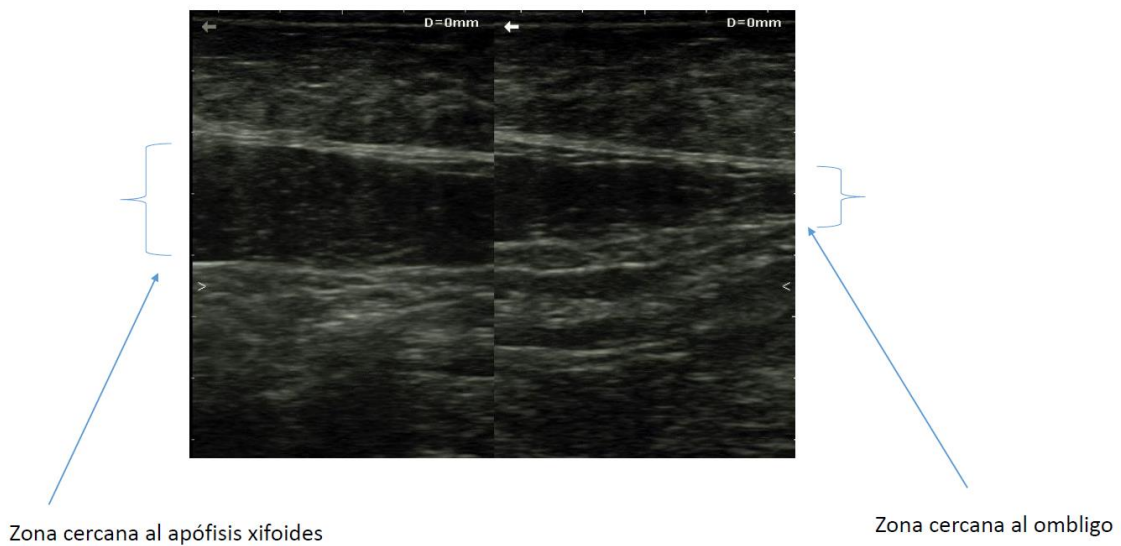
- Espesor de grasa preperitoneal en el punto medio: se mide en el punto medio entre la apófisis xifoides y el ombligo. Es la distancia entre la línea alba y el peritoneo.

- Máximo espesor de grasa preperitoneal: medido en la región subxifoidea. Es la distancia entre la línea alba y el peritoneo.

Se hicieron tres mediciones de cada espesor obteniéndose la media entre las tres.



Vista longitudinal de la grasa preperitoneal



3.5 Aspectos éticos

Los investigadores realizarán el estudio de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki. Las copias de la Declaración de Helsinki y las enmiendas posteriores serán proporcionadas bajo expresa solicitud o pueden ser obtenidas a través de la página web de la Asociación Médica Mundial (World Medical Association)³⁵

El estudio se desarrollará de acuerdo con el protocolo asegurando el cumplimiento de las normas de Buena Práctica Clínica (BPC), tal como se describe en las Normas Tripartitas Armonizadas de la ICH para Buena Práctica Clínica 1996.

De acuerdo con las normas internacionales relativas a la realización de estudios epidemiológicos, recogidas en las International Guidelines for Ethical Review of Epidemiological Studies (Council for the International Organizations of Medical Sciences-CIOMS-Ginebra, 1991) y las recomendaciones de la Sociedad Española de Epidemiología (SEE) sobre la revisión de los aspectos éticos de la investigación epidemiológica, este tipo de estudios, deben, excepto en ciertos casos específicos, someterse a revisión por un comité independiente. Por ello, el presente estudio ha sido aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón (CEICA). C.P. - C.I. PI20/608³⁶

4. RESULTADOS

4.1 Características de la población

Se trata de un grupo de 111 pacientes incluidos en un programa de rehabilitación cardíaca tras cirugía cardíaca por valvulopatía (71.2%) o coronariopatía (28.8%). Su edad media fue de 60.9 años (rango 22 a 84 años), de los cuales 37 son mujeres y 74 hombres. El 15.3% eran diabéticos.

Según Índice de masa corporal, se clasificaron en bajo (<20 Kg/m² si < 70 años, o <22 Kg/m² si >70 años), normal (20 ó 22 a 24.9 Kg/m²), sobrepeso (25 a 29.9 Kg/m²), obesidad I (30 a 34.9 Kg/m²) y obesidad II (35 a 40 Kg/m²)

	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	8	7,2
Normal	25	22,5
Sobrepeso	46	41,4
Obesidad I	27	24,3
Obesidad II	5	4,5
Total	111	100,0

Según la fuerza de agarre de la mano 27 pacientes (24.3%) lo presentaron bajo (<27Kg en hombres y < 16 Kg en mujeres).

ASMI bajo en 42 pacientes (37.8%) (< 7 Kg/m² en hombres y < 5.5 Kg/m² en mujeres)

Ninguno de los pacientes con criterios GLIM fenotípicos (IMC bajo o ASMI bajo) presentó criterios GLIM etiológicos por lo que no se pueden considerar malnutridos.

Respecto al diagnóstico de sarcopenia, 14 pacientes (12.6%) presentaron sarcopenia (ASMI bajo + baja fuerza de agarre).

Los hombres presentaron mayor fuerza de agarre de la mano, circunferencia muscular del brazo, grosor muscular por ecografía y grasa visceral por impedancia.

La ecogenicidad muscular por ecografía es menor en hombres solo en bíceps, pero no la observamos en flexores de la mano (la menor ecogenicidad indica menor infiltración grasa y por tanto, mejor calidad de la masa muscular).

Las mujeres presentaron mayor pliegue cutáneo bicipital y porcentaje de grasa total por impedancia.

Pero no observamos diferencias entre hombres y mujeres en edad, índice de masa corporal grasa preperitoneal, circunferencia del brazo (si en circunferencia muscular del brazo) ni ecogenicidad del flexor de los dedos por ecografía.

Dadas las diferencias entre hombres y mujeres en los datos musculares, todos los análisis estadísticos los realizamos sobre el grupo total y además separado en hombres y mujeres.

Tabla 1. Características de la población

	Grupo total (n: 111)	Mujeres (n: 37)	Hombres (n: 74)	p
	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)	
edad	60.9 (12.5)	58.1 (14.3)	62.4 (11.3)	0.085
IMC	27.4 (4.7)	26 (6.5)	28.2 (3.4)	0.052
Circunf. Brazo	29.9 (4.2)	29.2 (5.6)	30.3 (2.3)	0.279
Circunf. Muscular Brazo	25.4 (3.8)	23.9 (5.2)	26,2 (2.7)	0.023
Pliegue bicipital	14.4 (7.8)	16.6 (8.4)	13.4 (7.3)	0.042
Fuerza mano máxima	30.5 (11.5)	19.9 (8.1)	35.9 (9.2)	0.0001
Fuerza mano media	29 (11.3)	18.8 (8)	34.2 (9)	0.0001
Bíceps Longitudinal Distal (grosor mm)	31.3 (6.4)	26.4 (5.3)	33.7 (5.6)	0.0001
Bíceps Longitudinal Distal (ecogenicidad)	39.3 (9.5)	42.3 (10)	37.7 (9)	0.036
Flexor dedos Longitudinal (grosor mm)	33.2 (6.6)	27.5 (4.2)	36.2 (5.6)	0.0001
Flexor dedos Longitudinal (ecogenicidad)	41.9 (9.4)	40.5 (11)	42.7 (8.5)	0.300
Grasa Preperitoneal Máxima	14.1 (4.8)	13.6 (5.5)	14.4 (4.7)	0.701
Grasa Preperitoneal punto medio	8.4 (3.8)	8.5 (4.4)	8.4 (3.8)	0.963
Masa Grasa total (impedancia)	22.1 (8)	21.5 (10.9)	22.4 (6.3)	0.629
% Masa Grasa total (impedancia)	27.8 (6.7)	31.3 (8.3)	26.2 (5)	0.001

Grasa Visceral (impedancia)	10.9 (4.1)	7.7 (4.2)	12.5(3.1)	0.0001
ASMI	6.8 (1.0)	5.8 (0.9)	7.2 (0.7)	0.0001
Rz (50kHz)	584.6 (119.5)	690 (138.3)	532 (60.6)	
Xc (50kHz)	55.5 (11)	61.2 (11.9)	52.7 (9.5)	

4.2 Estudio de la fuerza de la mano medida por Hand Grip

La fuerza de agarre de la mano se correlacionó positivamente con todos los parámetros musculares con intensidad moderada, siendo la de mayor intensidad la relación con el grosor de los músculos flexores de los dedos.

Llama la atención la falta de correlación significativa con la ecogenicidad del flexor de los dedos.

Tabla 2. Correlaciones entre fuerza de la mano con ecografía muscular e impedancia

	Grupo total		Mujeres		Hombres	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
edad	-0,158	0,1	-0,344	0,04	-0,314	0,008
IMC	0.174	0.07	0.033	0.8	0.073	0.5
Circunferencia Brazo	0.186	0.05	0.267	0.1	0.046	0.6
Circ Muscular Brazo	0.369**	0.0001	0.383*	0.02	0.206	0.08
ASMI (impedancia)	0.537**	0.0001	0.196	0.2	0.296*	0.01
Grosor Bíceps	0.413**	0.0001	0.094	0.6	0.118	0.3
Ecogenicidad Bíceps	-0.343**	0.0001	-0.237	0.2	-0.276*	0.04
Grosor Flexor dedos	0.665**	0.0001	0.347*	0.04	0.453**	0.0001
Ecogenicidad Flexor dedos	-0.061	0.5	-0.056	0.7	-0.005	0.9

A continuación presentamos en figuras las gráficas de regresión con la fórmula y R^2 , para visualizar las correlaciones descritas en la tabla

Figura 1.- Regresión ASMI con fuerza de la mano en el grupo total

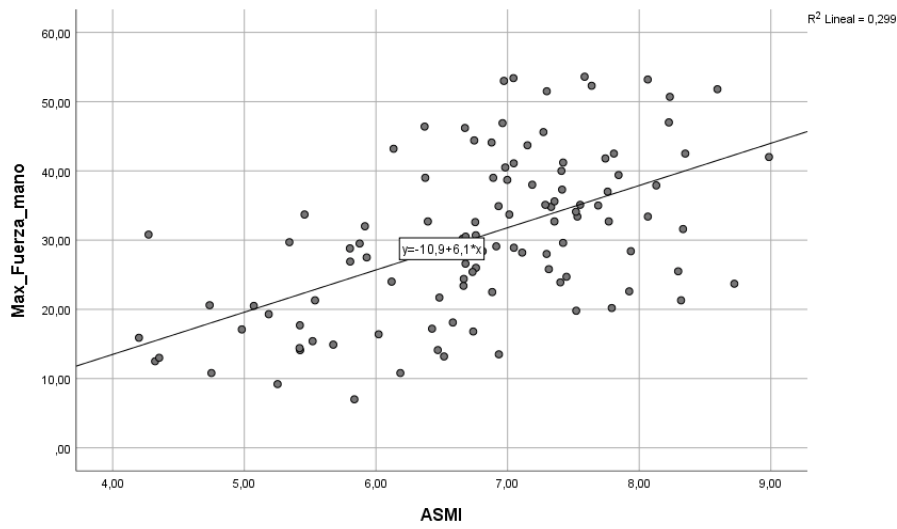
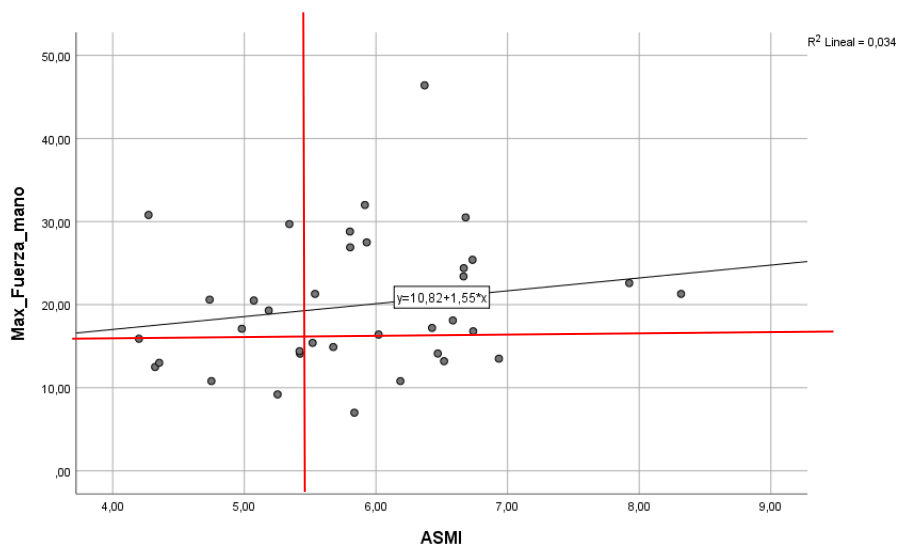


Figura 2.- Regresión ASMI con fuerza de la mano en mujeres



Marcamos en líneas rojas el límite de normalidad de ASMI (<5.5 Kg/m²) y de fuerza de agarre mano (< 16 Kg) en mujeres

Figura 3.- Regresión ASMI con fuerza de la mano en hombres

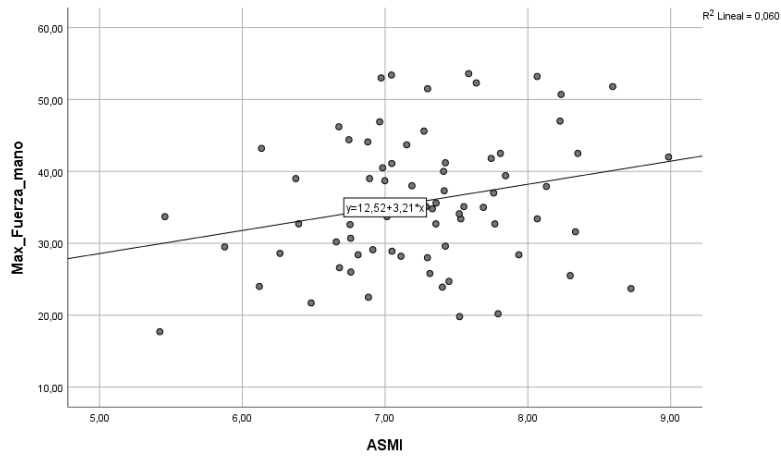


Figura 4.- Regresión grosor bíceps con fuerza de la mano en grupo total

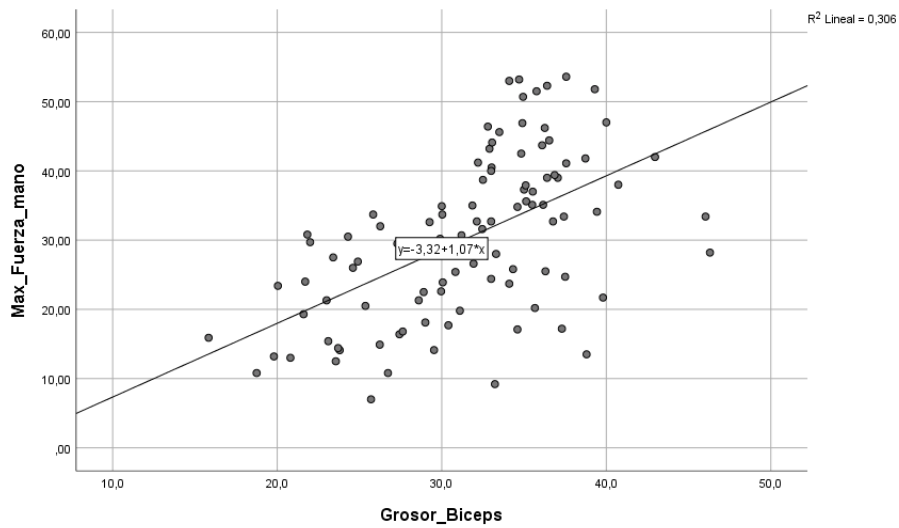


Figura 5.- Regresión grosor bíceps con fuerza de la mano en mujeres

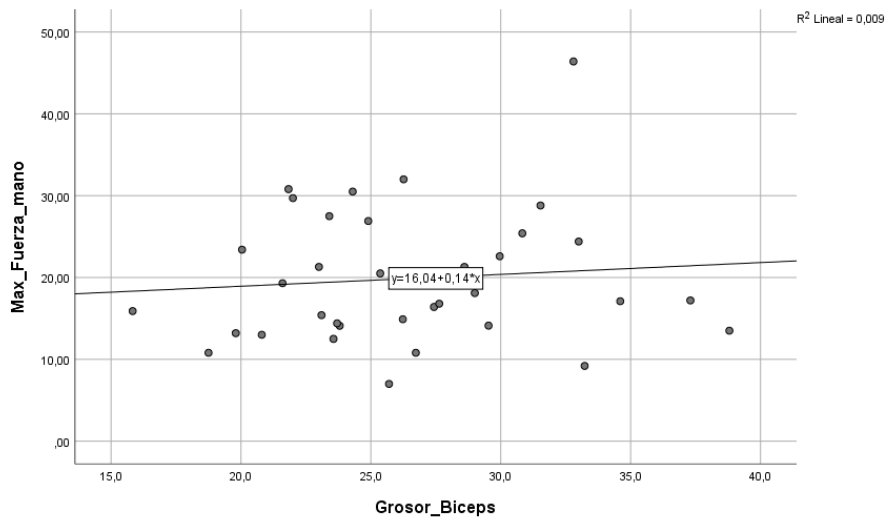


Figura 6.- Regresión grosor bíceps con fuerza de la mano en hombres

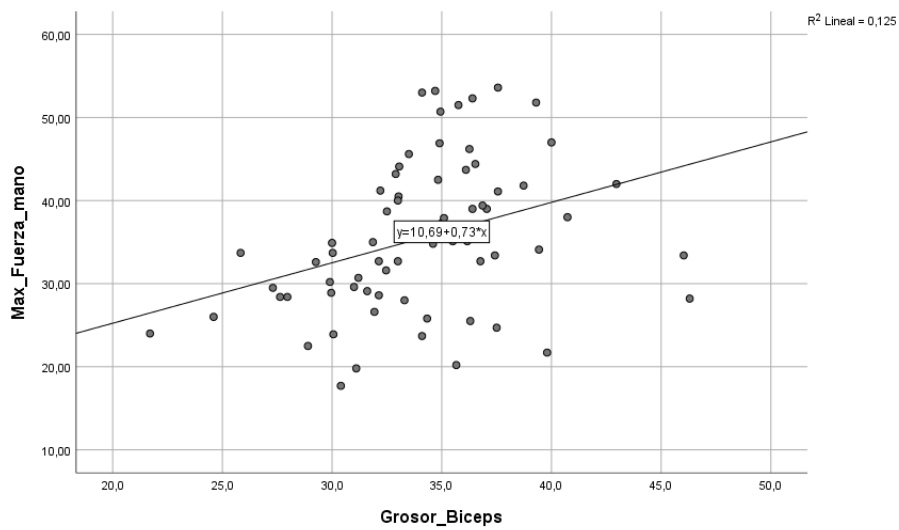


Figura 7.- Regresión grosor flexor mano con fuerza de la mano en grupo total

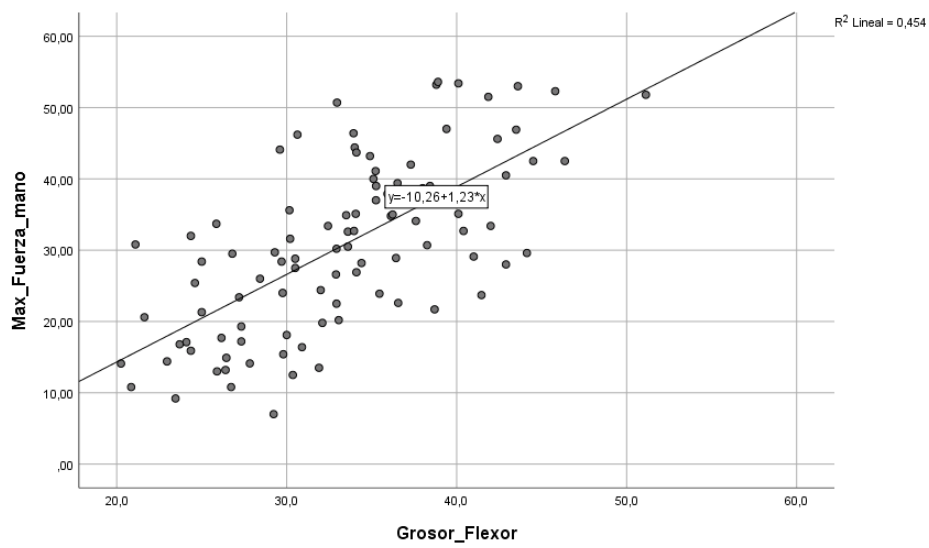


Figura 8.- Regresión grosor flexor mano con fuerza de la mano en mujeres

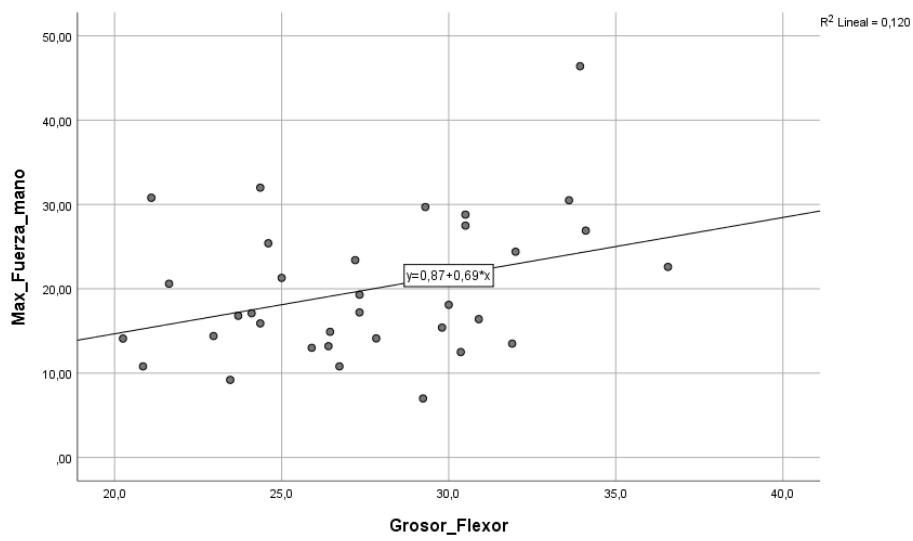
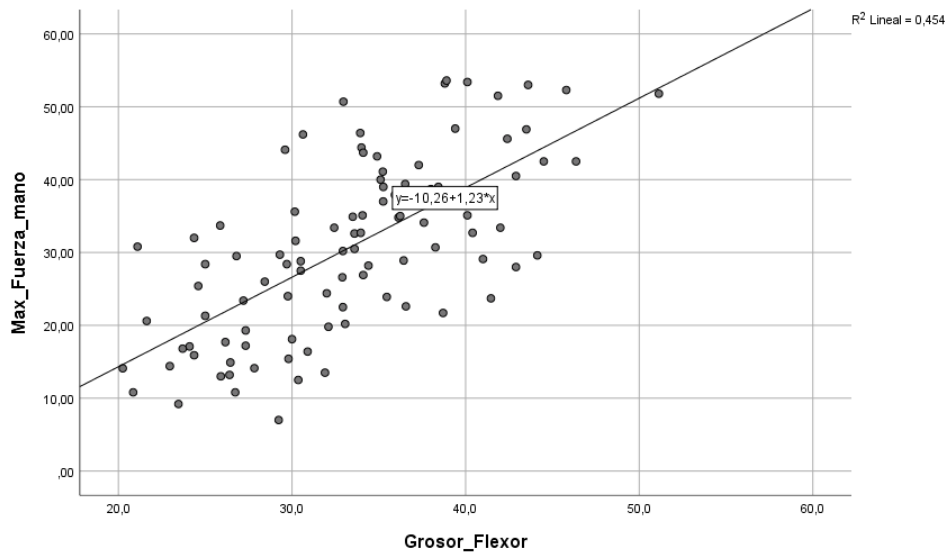


Figura 9.- Regresión grosor flexor mano con fuerza de la mano en hombre



Finalmente, presentamos en una tabla las medias (desviación estándar) de cada parámetro estudiado en el grupo total y por sexo.

Los pacientes con fuerza de mano normal son más jóvenes, de mayor peso y con mayor masa muscular. Cuando realizamos el estudio estadístico separando por sexos, en ocasiones no encontramos diferencias significativas por el escaso número de pacientes.

Tabla comparativa entre pacientes con fuerza agarre normal y baja

	Grupo total		p	Mujeres		p	Hombres		P
	Fuerza normal	Fuerza baja		Fuerza normal	Fuerza baja		Fuerza normal	Fuerza baja	
edad	60 (11.6)	64.7 (13.1)	0.08	57.9 (12.6)	60.9 (14.5)	0.5	60.9 (11.2)	68.8 (10.5)	0.02
IMC	28 (4.7)	25.9 (4.8)	0.04	27.5 (7.2)	23.9 (4.7)	0.1	28.2 (3.3)	28 (4.1)	0.8
Circunferencia Brazo	30.3 (4)	28.8 (4.8)	0.08	31.2 (6.1)	26 (4.4)	0.009	30 (2.8)	31.7 (3.3)	0.07
Circ Muscular Brazo	25.9 (3.8)	24.1 (3.8)	0.03	25.8 (5.7)	21.2 (2.6)	0.009	26 (2.8)	27.1 (2.1)	0.1

ASMI (impedancia)	6.9 (0.93)	6.2 (1.2)	0.01	6.1 (0.9)	5.5 (0.8)	0.07	7.3 (0.7)	7.1 (0.9)	0.4
Grosor Bíceps	32.7 (5.3)	28.4 (6.5)	0.001	27.4 (4.8)	25 (6)	0.1	34.6 (4.1)	32 (5.1)	0.05
Ecogenicidad Bíceps	40 (10.4)	43.1 (7.9)	0.1	43.4 (10.5)	43 (9.2)	0.9	38.8 (10.2)	43.2 (6.6)	0.1
Grosor Flexor dedos	34.6 (6.4)	29.1 (5.2)	0.0001	28.4 (4.4)	26.1 (3.5)	0.1	37 (5.4)	33.1 (4.6)	0.03
Ecogenicidad Flexor dedos	44.7 (9.4)	43 (10.5)	0.4	44.8 (9.7)	41.3 (8.8)	0.2	44.6 (9.3)	45.4 (12.5)	0.8
Pliegue bicipital	14.2 (7.8)	14.8 (8)		17.4 (8.1)	15.3 (9.1)		13 (7.4)	14.4 (7)	0.5

4.3 Estudio del grosor del músculo bíceps braquial por ecografía

El grosor del músculo bíceps braquial se correlaciona positiva y moderadamente con todos los parámetros musculares por impedancia, antropometría y el grosor de otros músculos del brazo medidos por ecografía. Siendo de mayor intensidad con ASMI y Grosor Flexores mano.

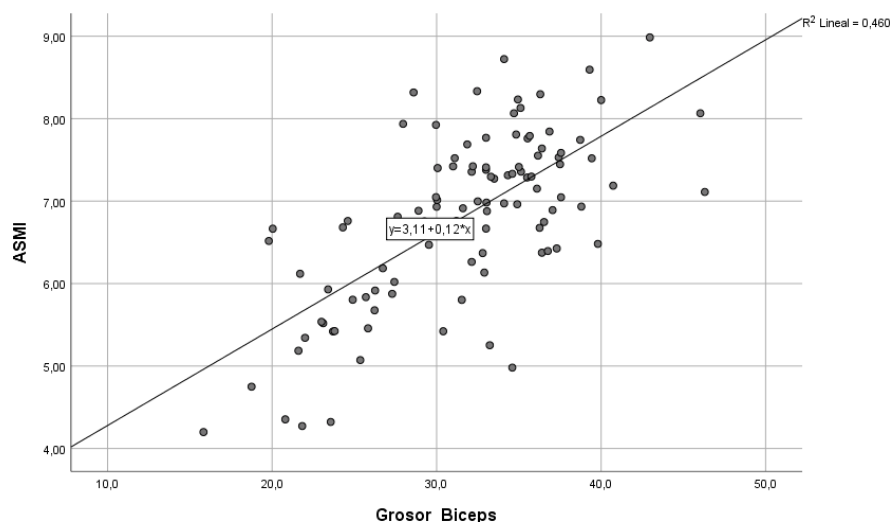
Se correlaciona negativa y débilmente con la ecogenicidad del músculo.

Tabla 3. Relación grosor bíceps por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular

	Grupo total		Mujeres		Hombres	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
edad	-0,145	0,1	-0,062	0,7	-0,358**	0,002
IMC	0,416**	0.0001	0.420*	0.01	0.391**	0.001
Circunferencia Brazo	0.368**	0.0001	0.443**	0.008	0.352**	0.003
Circunf Muscular Brazo	0.301*	0.002	0.319	0.061	0.128	0.2
ASMI	0.682**	0.0001	0.440**	0.008	0.341**	0.003
Fuerza mano máxima	0.413**	0.0001	0.094	0.5	0.118	0.3

Ecogenicidad Bíceps	-0.299**	0.007	-0.274	0.1	-0.187	0.1
Grosor Flexores mano	0.510**	0.0001	0.313	0.07	0.272*	0.03
Ecogenicidad Flexores mano	0.069	0.5	0.224	0.2	-0.202	0.1

Regresión ASMI con grosor del bíceps



4.4 Estudio del grosor del flexor de la mano por ecografía

El grosor del flexor de la mano se correlacionó positivamente y en grado moderado con todos los parámetros musculares, IMC y fuerza de la mano, pero no con su ecogenicidad.

La intensidad de correlación es mayor con la circunferencia muscular del brazo que con la circunferencia del brazo.

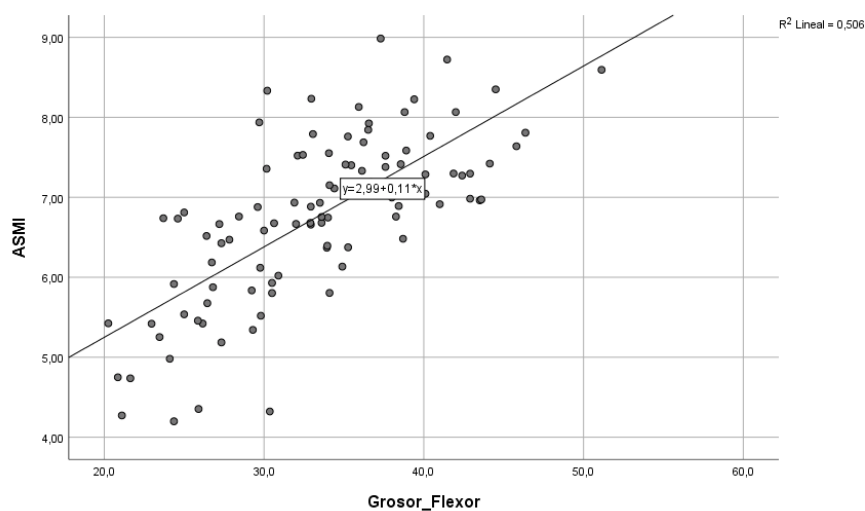
La máxima intensidad en la correlación es con fuerza de agarre de la mano, ASMI (impedancia) y grosor del bíceps.

Tabla 4. Relación grosor del flexor de la mano por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular

	Grupo total		Mujeres		Hombres	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
edad	-0,116	0,2	-0,241	0,1	-0,344	0,005
IMC	0.397**	0.0001	0.437**	0.01	0.265*	0.03

Circunferencia Brazo	0.394**	0.0001	0.456**	0.007	0.369**	0.003
Circunf Muscular Brazo	0.514**	0.0001	0.408*	0.01	0.463**	0.0001
ASMI (impedancia)	0.711**	0.0001	0.510**	0.002	0.445**	0.0001
Fuerza Mano máxima	0.665**	0.0001	0.347*	0.04	0.453**	0.0001
Grosor Bíceps	0.510**	0.0001	0.313	0.07	0.272*	0.03
Ecogenicidad Bíceps	0.185	0.09	-0.390*	0.03	0.096	0.4
Ecogenicidad Flexor	0.009	0.9	-0.302	0.1	0.028	0.8

Regresion ASMI con grosor del flexor dedos



4.5 Estudio del ecogenicidad del músculo bíceps braquialli por ecografía

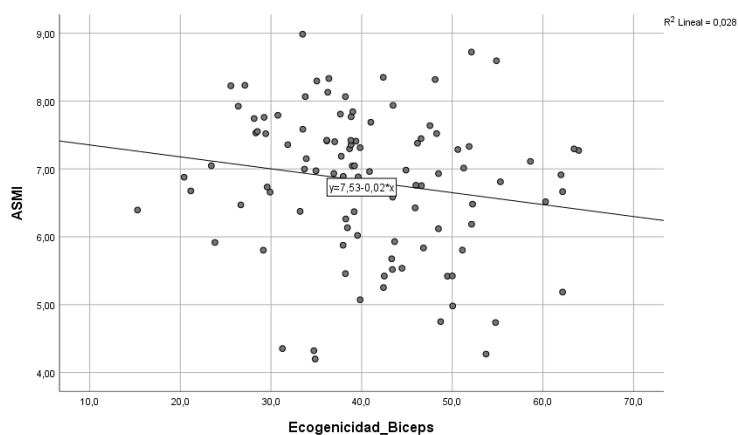
La ecogenicidad del músculo bíceps braquialli valorada por ecografía se correlaciona positiva y moderadamente con la edad y con la ecogenicidad del otro musculo explorado (el flexor de los dedos). Se correlaciona negativa y débilmente con el resto de los parámetros musculares estudiados.

Tabla 5. Relación ecogenicidad del bíceps por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular

	Grupo total		Mujeres		Hombres	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
edad	0,418	0,0001	0,584	0,001	0,429	0,001
IMC	-0.115	0.3	-0.246	0.1	0.150	0.2

Circunferencia Brazo	-0.229*	0.03	-0.466*	0.01	0.074	0.5
Circunf Muscular Brazo	-0.327**	0.003	-0.497**	0.006	-0.0711	0.6
ASMI	-0.236*	0.03	-0.269	0.1	-0.0008	0.9
Fuerza Mano máxima	-0.343**	0.002	-0.237	0.2	-0.276**	0.04
Grosor Bíceps	-0.299**	0.007	-0.274	0.1	-0.187	0.1
Grosor Flexor	-0.185	0.09	-0.390*	0.03	0.096	0.4
Ecogenicidad Flexor	0.360**	0.001	0.459*	0.01	0.355**	0.008

Regresión ASMI con ecogenicidad del bíceps



4.6 Estudio de la ecogenicidad del flexor de la mano por ecografía

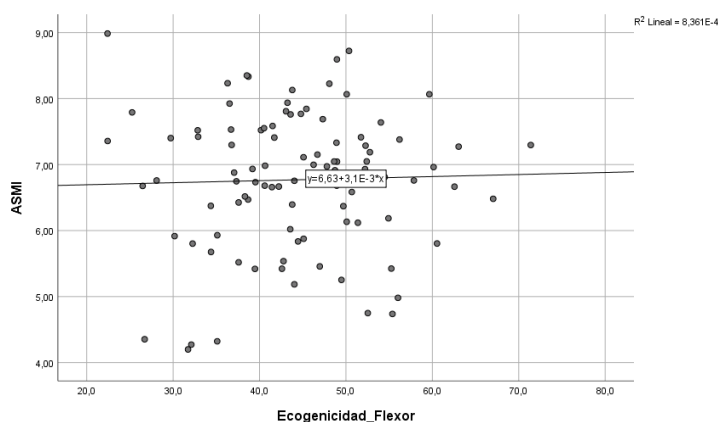
La ecogenicidad del flexor de la mano se correlacionó solo con edad y la ecogenicidad del bíceps. Siendo esta correlación positiva y moderada-débil.

Tabla 6. Relación ecogenicidad del flexor de la mano por ecografía muscular con impedancia y fuerza muscular

	Grupo total		Mujeres		Hombres	
	Rho	p	Rho	p	Rho	p
edad	0,368	0,001	0,448	0,01	0,277	0,04
IMC	0.124	0.2	0.215	0.2	-0.045	0.7
Circunferencia Brazo	0.026	0.8	0.108	0.5	-0.120	0.3

Circunf Muscular Brazo	0.008	0.9	-0.017	0.9	-0.068	0.6
ASMI	0.094	0.3	0.188	0.3	-0.113	0.4
Fuerza Mano máxima	0.061	0.5	-0.056	0.7	-0.005	0.9
Grosor Bíceps	0.069	0.5	0.224	0.2	-0.202	0.147
Ecogenicidad Bíceps	0.360**	0.001	0.459*	0.01	0.355**	0.008
Grosor Flexor	0.009	0.9	-0.302	0.1	0.028	0.8

Regresion ASMI con ecogenicidad del flexor dedos



4.7 Estudio de las características de los pacientes con sarcopenia

Respecto al diagnóstico de sarcopenia,

- 14 pacientes (12.6%) presentaron sarcopenia (ASMI bajo + baja fuerza de agarre),
- 46 pacientes con baja fuerza de la mano (14 incluidos en sarcopenia y 32 pacientes (28.8%) con baja fuerza pero sin baja ASMI)
- 23 pacientes con ASMI bajo (14 incluidos en sarcopenia y 9 pacientes solo con ASMI baja sin afectación de la fuerza)
- 56 pacientes (50.5%) son normales (fuerza y ASMI normales)

El grosor de los músculos medida por ecografía es muy bajo en sarcopenia, mayor cuando solo hay afectación de la fuerza de la mano, mayor en solo disminución de la masa muscular global medida por impedancia y mayor que los pacientes normales.

La circunferencia muscular del brazo sigue un patrón similar, pero no diferencia entre pacientes normales y pacientes con solo disminución de la masa muscular global medida por impedancia (ASMI bajo).

La ecogenicidad no presentó diferencias significativas entre los grupos.

	Sarcopenia	Solo fuerza mano baja	Solo ASMI bajo	NORMAL	p
Grosor bíceps	25.7 (6.4)	30.2 (5.2)	32.7 (3.7)	33.7 (5.2)	0.0001
Grosor flexor	27.6 (5.2)	31.9 (6.5)	32.7 (5.4)	35.8 (5.9)	0.0001
Ecogenicidad bíceps	43.3 (6.4)	42.3 (11.6)	40 (8.4)	39.4 (9.8)	0.4
Ecogenicidad flexor	45.4 (11.1)	44.3 (8.4)	36.4 (8.8)	45 (9.8)	0.2
Circunferencia brazo	26.4 (4.7)	27.8 (2.4)	32.7 (3)	31.7 (4)	0.0001
CircMuscBrazo	22.5 (3.9)	24 (2.7)	27.4 (1.9)	26.8 (3.9)	0.0001

5. DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la asociación de la evaluación muscular mediante ecografía muscular, en concreto del bíceps braquial y flexor de la mano frente a la evaluación muscular mediante otras técnicas clásicas como impedancia, antropometría y fuerza muscular. Se utilizan estas herramientas para el diagnóstico de sarcopenia en pacientes de rehabilitación cardíaca en el Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza (España). Se observó una correlación positiva en el grosor muscular medido por ecografías tanto del bíceps braquial como del flexor de la mano con todos los parámetros musculares por impedancia y antropometría. Además se correlaciona positivamente la fuerza de agarre de la mano con los parámetros musculares por ecografía e impedancia. Respecto a la ecogenicidad del bíceps braquial y del flexor de la mano la correlación es negativa con los demás parámetros musculares estudiados.

En un estudio anterior, el grupo de trabajo europeo sobre la sarcopenia corrobora que utilizar una baja fuerza muscular, usando fuerza de agarre, sería un buen método para el primer paso en el diagnóstico de sarcopenia. A esta afectación se le debe asociar disminución de la masa muscular y ahí es donde evaluamos diferentes métodos de medirlo.³⁷

En nuestro estudio hubo 14 pacientes diagnosticados de sarcopenia. Todos ellos presentaron un ASMI bajo junto con una baja fuerza de agarre. Otros pacientes que presentaron o el ASMI o la fuerza de agarre moderadamente baja, por lo que no se les puede definir como sarcopénicos aunque los estudiamos por separados de los totalmente normales. Consideramos para el diagnóstico de sarcopenia la aparición conjunta de los parámetros de ASMI y fuerza de agarre como factores imprescindibles en

el diagnóstico de la sarcopenia. No encontramos ningún caso de malnutrición debido a que no muestran criterios GLIM etiológicos.

En otros estudios se mostró que el grosor del músculo del bíceps braquial en el hombre fue significativamente mayor que en mujeres, mientras que la masa grasa fue significativamente menor que la de mujeres.³⁰ Esto en cierta medida refleja las diferencias en el músculo y distribución del tejido adiposo, donde los hombres tienen mayor tejido muscular y menor tejido adiposo que las mujeres. En nuestro estudio se puede observar que según los parámetros musculares estudiados, los hombres presentan mayor fuerza de agarre de la mano, mayor circunferencia muscular del brazo, mayor grosor muscular por ecografía y grasa visceral por impedancia. También se observa mayor calidad del músculo del bíceps en hombres, debido a que su ecogenicidad es más baja que en las mujeres. Mientras que estas presentan un mayor pliegue bicipital y un mayor porcentaje de grasa total por impedancia.

En cuanto al estudio que hemos llevado a cabo de la fuerza de la mano medida por hand-grip se observa una correlación positiva con una intensidad moderada en los parámetros musculares estudiados, tales como; el grosor del flexor de la mano (Rho 0.665), siendo esta la relación con mayor intensidad, ASMI (Rho 0.537), el grosor del bíceps (Rho 0.413) y por último la circunferencia muscular del brazo (Rho 0.369). Todas ellas con un grado de significación de ($p = 0.0001$). Estos resultados nos dejan ver una fuerte correlación entre los parámetros ecográficos y la fuerza muscular, en este caso la ecografía muscular de extremidades superiores con la fuerza de agarre. También se observa una falta de correlación con la ecogenicidad, en concreto la del flexor de la mano, la cual no sabemos porque es la única que no se correlaciona. La determinación de la ecogenicidad de un músculo es compleja por la heterogeneidad en la imagen y la superposición de fascias y tejidos neurológicos y vasculares. La ecogenicidad es una técnica prometedora porque nos indica la calidad del músculo, pero de difícil cuantificación con tecnología sencilla de escala de grises, como la que hemos utilizado. En cuanto a las mujeres vemos que su mayor asociación de los parámetros musculares con la fuerza de la mano, son la circunferencia muscular del brazo (Rho 0.383) y el grosor de los flexores de la mano (Rho 0.347). En hombres, se presenta, ASMI (Rho 0.296) y también el grosor de los flexores de la mano (Rho 0.453).

En estudios anteriores se presentó una estrecha asociación entre el grosor del músculo del brazo con la fuerza de agarre. También hay que destacar las correlaciones significativas en hombres con el grosor del músculo flexor de la mano.³⁸ Lo cual también apoya los resultados de nuestro estudio, donde se observa una buena correlación de ambos parámetros. Y sobre este último, el músculo flexor de la mano, decir que en nuestro estudio también encontramos una buena asociación en mujeres.

Otro de los estudios revisados informó que la fuerza de agarre estaba fuertemente relacionada con la circunferencia muscular del brazo, pero no con la circunferencia del brazo.³⁹ Algo que nuestro estudio

confirma, ya que no se encuentra una fuerte asociación de la fuerza de agarre con la circunferencia del brazo ($p = 0.05$) pero si está bien correlacionada como hemos nombrado anteriormente con la circunferencia muscular del brazo ($p = 0.0001$). Esto es debido a que la circunferencia del brazo recoge también el compartimento graso, que es muy importante en mujeres.

En el estudio realizado del grosor del bíceps braquial y el grosor del flexor de la mano mediante ecografía, encontramos una buena correlación con todos los parámetros musculares que fueron tomados por impedancia y antropometría. Siendo en el bíceps braquial la de mayor intensidad con ASMI y el grosor del flexor de la mano. Y respecto al músculo flexor se asocia con mayor intensidad con la circunferencia muscular del brazo, al igual que la fuerza de agarre. Esto nos deja ver una buena asociación entre la ecografía, la impedancia y la antropometría para la medición del grosor muscular, lo que significa que la ecografía es un método eficaz de medición del músculo y por tanto de diagnóstico para la sarcopenia. Además también se puede observar una buena asociación entre ellos, del bíceps braquial y del flexor de la mano.

Pocos estudios se han centrado en la importancia de evaluar las extremidades superiores utilizando la técnica de ultrasonido. Por lo que sería conveniente una mayor investigación para una mayor inclusión clínica de este método en ciertas enfermedades como la sarcopenia. La mayoría de los estudios se estudia el grosor de los músculos de extremidades inferiores y preferentemente del cuádriceps. Consideramos que la valoración del bíceps aporta ventajas sobre la del cuádriceps. El brazo es mucho más accesible a la exploración que el muslo, y no se ve condicionado por enfermedades que afecten a la movilidad.

Un estudio reciente investigó la confiabilidad de las mediciones de ultrasonido examinando la correlación en el área transversal (CSA) del tendón semitendinoso (ST) y gracilis (GT). Esta evaluación se realizó por ecografía y por resonancia magnética (RM). En el estudio no se observan diferencias en los resultados de ambas técnicas ($p > 0.05$).⁴⁰ Por lo tanto y según este estudio, la ecografía puede proporcionar medidas precisas y fiables para el grosor muscular.⁴⁰ Además de que la técnica de ultrasonido está fuertemente relacionada con la resonancia magnética (RM).

El criterio más utilizado para medir la masa corporal magra es DXA, pero por ciertas limitaciones ya nombradas, como el acceso al material, el coste de esta técnica y la exposición de radiación, se estudió la masa corporal magra por ultrasonido. Y este estudio demuestra que la utilización de medidas del grosor muscular junto con estimaciones antropométricas proporciona una fuerte asociación con los valores resultantes de DXA.⁴¹ Todos estos datos reflejan la importancia del ultrasonido en el diagnóstico de la sarcopenia. Ha demostrado ser una técnica precisa y confiable con alta repetibilidad para medir la masa muscular en diferentes poblaciones.

Con respecto a la ecogenicidad, en nuestro estudio, se ve una falta de correlación tanto en el grosor del bíceps braquial como en el flexor de la mano con todos los parámetros musculares estudiados. Además la correlación entre estos es negativa y débil. Se podría sostener que las personas con sobrepeso leve pueden exhibir un efecto protector contra la pérdida muscular y mantener la independencia funcional para darle explicación a esta correlación negativa con el grosor muscular y la fuerza de agarre principalmente.

Hasta hace poco solo se recomendaba para el diagnóstico de sarcopenia la cantidad de músculo, sin embargo quedó claro por estudios anteriores que medir la calidad de este es indispensable.⁴¹

En uno de los estudios revisados, la ecografía de diagnóstico móvil fue propuesta como un método para la obtención estimada de la masa y calidad muscular.⁴² Además los datos de este estudio sugieren que edad y ecogenicidad muscular se asocian significativamente con una gran magnitud, justo lo que ocurre en nuestro presente estudio. Los resultados son similares, la ecogenicidad del bíceps braquial y del flexor de la mano solo se correlacionan positivamente con la edad y también entre ambas ecogenicidades. Pero existe correlación negativa y débil con los demás parámetros musculares estudiados.

Se concluye por sus resultados del estudio antes nombrado, que la calidad del músculo se puede asociar con el rendimiento muscular. La disfunción muscular relacionada con la edad está marcada por una pérdida de grasa corporal magra y una disminución de la composición del tejido muscular.⁴² Por lo que, disminuye la fuerza y potencia muscular e impacta negativamente con la independencia funcional.

La principal limitación del presente estudio es el tamaño de la muestra y los pocos estudios encontrados sobre ecografía en diferentes músculos del brazo. Se requiere más investigación para confirmar el potencial de ultrasonido como técnica en la medición del grosor y de la calidad muscular, especialmente en las extremidades superiores y tronco, para poder establecer referencias estándares de normalidad. También se necesitaría investigación adicional para comprender como incorporar la característica de la ecogenicidad muscular en el marco del síndrome de sarcopenia. Otra de las limitaciones es el número total de mediciones antropométricas y ecográficas en cada sujeto, las dificultades metodológicas y el procesamiento de las imágenes in situ obstaculizan el logro de mayor tamaño de muestra. Otra de las dificultades ha sido no poder citar a los pacientes durante más días o en otros momentos por motivos de seguridad relacionados con el aforo y el desplazamiento hasta consulta debido al Covid-19. A pesar de ello, facilitar el acceso de las mediciones musculares ecográficas a la práctica clínica tiene las ventajas de ser un método simple, efectivo, no invasivo y de bajo costo para estudiar el grosor y la calidad musculares de los pacientes de rehabilitación cardíaca. Se requieren estudios futuros que reproduzcan este enfoque en muestras más grandes.

Por otro lado, la principal fortaleza del presente estudio es la inclusión de la valoración de la ecografía del brazo como herramienta influyente en el diagnóstico de sarcopenia junto a otros parámetros como la bioimpedancia, método hand-grip y el resto de mediciones antropométricas.

6. CONCLUSIÓN

- 1- De los 111 pacientes valorados de consulta de rehabilitación cardíaca, 14 pacientes (12.6%) presentaron sarcopenia confirmada (ASMI bajo + baja fuerza de agarre) y 32 pacientes (28.8%) con baja fuerza pero sin baja ASMI (sarcopenia probable) y ninguno con sarcopenia severa.
- 2- No encontramos pacientes desnutridos según criterios GLIM. Aunque encontramos pacientes con criterios GLIM fenotípicos (8 con IMC bajo o 42 con ASMI bajo), ninguno presentó criterios GLIM etiológicos por lo que no se pueden considerar malnutridos.
- 3- Los hombres presentaron mayores valores en los parámetros musculares estudiados (Circunferencia muscular del brazo, fuerza de la mano, grosor ecográfico de bíceps y flexores de los dedos de la mano y ASMI). Esta diferencia no se pudo detectar con la circunferencia de brazo.
- 4- Las mujeres presentaron mayor cantidad de grasa subcutánea (pliegue cutáneo bicipital) y porcentaje de masa grasa total por impedancia, mientras que los hombres presentaron mayor grasa visceral por impedancia. La grasa preperitoneal medida por ecografía abdominal no encontró diferencias entre sexos.
- 5- La fuerza de agarre de la mano se correlacionó positiva e intensamente con el grosor de los músculos flexores de los dedos. Con el resto de parámetros musculares también se correlacionó positivamente, pero con intensidad moderada y variable según sexo.
- 6- El grosor del músculo bíceps se correlaciona positiva y moderadamente con todos los parámetros musculares por impedancia, antropometría y el grosor de otros músculos del brazo medidos por ecografía. Siendo de mayor intensidad con ASMI y Grosor Flexores mano.
- 7- El grosor del flexor de la mano se correlacionó positiva e intensamente con fuerza de agarre de la mano, ASMI (impedancia) y grosor del bíceps. También se correlacionó positivamente pero en grado moderado con todos los parámetros musculares, IMC y fuerza de la mano, pero no con su ecogenicidad. La intensidad de correlación es mayor con la circunferencia muscular del brazo que con la circunferencia del brazo.
- 8- La ecogenicidad del flexor de la mano y del bíceps solo se correlacionó con la edad, pero no con el resto de parámetros musculares estudiados.

9- El grosor de los músculos medido por ecografía es muy bajo en sarcopenia confirmada, seguido de sarcopenia probable, seguido en los pacientes con solo disminución de la masa muscular global medida por impedancia y por último el máximo grosor lo encontramos en los pacientes normales.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Curcio F, Testa G, Liguori I, Papillo M, Flocco V, Panicara V, et al. Sarcopenia and heart failure. *Nutrients*. 2020;12(1):211.
2. Insuficiencia Cardíaca: qué es, causas, síntomas y tratamiento [Internet]. Cardioalianza.org. 2018 [citado el 9 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://cardioalianza.org/las-enfermedades-cardiovasculares/insuficiencia-cardiaca/>
3. Sayago-Silva I, García-López F, Segovia-Cubero J. Epidemiología de la insuficiencia cardiaca en España en los últimos 20 años. *Rev Esp Cardiol*. 2013;66(8):649–56.
4. Rehabilitación Cardíaca :: Fases del Programa [Internet]. Areadelcorazonhcvv.com. [citado el 9 de septiembre de 2021]. Disponible en: http://www.areadelcorazonhcvv.com/areas/rehabilitacion_cardiaca_fases.php
5. Chen ZB, Fan LB, Liu YJ, Zheng YR. Meta-Analysis of the Effects of Cardiac Rehabilitation on Exercise Tolerance and Cardiac Function in Heart Failure Patients Undergoing Cardiac Resynchronization Therapy. *Biomed Res Int*. 2019 Nov 28;2019:3202838. doi: 10.1155/2019/3202838. PMID: 31871936; PMCID: PMC6907042.
6. AACVPR Guidelines for Cardiac Rehabilitation and secondary prevention programs . Fifth edition . Human kinetics.2013
7. Rosenberg, I. (1989). Summary comments: Epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50, 1231–1233.
8. Gutiérrez Cortés W.A. Et al. Sarcopenia, una patología nueva que impacta a la vejez, vol 5 nº1, feb 2018
9. Burgos Peláez R; Sarcopenia en ancianos. *Endocrinol nutr* 2006; 53 (5):335-44
10. Mareschal J et al. Clinical value of muscle mass assessment in clinical conditions associated with malnutrition. *J. Clin. Med*. 2019, 8, 1040.
11. Socha M, Wronecki K, Sobiech KA.-Gender and age-dependent differences in body composition changes in response to cardiac rehabilitation exercise training in patients after coronary artery bypass grafting. *Ann Agric Environ Med*. 2017 Sep 21;24(3):517-521
12. Sugie M, Harada K, Takahashi T, Nara M, Ishikawa J, Koyama T, Kim H, Tanaka J, Fujimoto H, Obuchi S, von Haehling S, Kyo S, Ito H. Relationship between skeletal muscle mass and cardiac function during exercise in community-dwelling older adults. *ESC Heart Fail*. 2017 Nov;4(4):409-416. doi: 10.1002/ehf2.12158. Epub 2017 Apr 10. PMID: 29154420; PMCID: PMC5

13. Sullivan , J et al . Strength training for health in adults: Terminology , principles, benefits and risk – Up to date. 2020
14. Mirman AM, Nardoni NR, Chen AY, Horwich TB. Body Composition Changes During Traditional Versus Intensive Cardiac Rehabilitation in Coronary Artery Disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2020 Nov;40(6):388-393
15. Sumide T, Shimada K, Ohmura H, Onishi T, Kawakami K, Masaki Y, Fukao K, Nishitani M, Kume A, Sato H, Sunayama S, Kawai S, Shimada A, Yamamoto T, Kikuchi K, Amano A, Daida H: Relationship between exercise tolerance and muscle strength following cardiac rehabilitation: comparison of patients after cardiac surgery and patients with myocardial infarction. *J Cardiol* 2009, 54:273-281.
16. Resonancia magnética [Internet]. MayoClinic.org. [citado el 9 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/mri/about/pac-20384768>
17. QUE ES UNA TOMOGRAFIA AXIAL COMPUTARIZADA MEDICINA - Google Search [Internet]. Google.com. [citado el 9 de septiembre de 2021].
18. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* julio de 2010;39(4):412-23.
19. Edith Miranda V, Sara Muñoz CH, Paola Paolinelli G, Claudia Astudillo A. Densitometría ósea. *Rev médica Clín Las Condes.* 2013;24(1):169–73.
20. Sld.cu. [citado el 9 de septiembre de 2021].
21. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing.* 12 de octubre de 2018;
22. Goodpaster BH, Carlson CL, Visser M, Kelley DE, Scherzinger A, Harris TB, et al. Attenuation of skeletal muscle and strength in the elderly: The Health ABC Study. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. junio de 2001;90(6):2157-65.
23. A. J. Cruz-Jentoft et al. Sarcopenia. Revised European consensus 2019. *Age and ageing* 2019; 48: 16-31.
24. Fuerza de agarre (hand grip) y mortalidad en personas de edad avanzada [Internet]. *Fisiologiadelejercicio.com.* 2019 [citado el 9 de septiembre de 2021].
25. “Levantarse y caminar” P. Prueba “Levantarse y caminar” [Internet]. *Gericareonline.net.* [citado el 9 de septiembre de 2021].
26. Rustani K et al; Ultrasound measurement of rectus femoris muscle thickness as a quick screening test for sarcopenia assessment. *Elsevier Gerontology* vol 83 (2019); 151-54
27. Pillen S, Tak RO, Zwarts MJ, Lammens MMY, Verrijp KN, Arts IMP, et al. Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. *Ultrasound Med Biol.* marzo de 2009;35(3):443-6.
28. Thomaes T, Thomis M, Onkelinx S, Coudyzer W, Cornelissen V, Vanhees L. Reliability and validity of the ultrasound technique to measure the rectus femoris muscle diameter in older CAD-

patients. *BMC Med Imaging*. 2012 Apr 2;12:7. doi: 10.1186/1471-2342-12-7. PMID: 22471726; PMCID: PMC3342139.

29. Jenkins ND, Miller JM, Buckner SL, Cochrane KC, Bergstrom HC, Hill EC, Smith CM, Housh TJ, Cramer JT. Test-Retest Reliability of Single Transverse versus Panoramic Ultrasound Imaging for Muscle Size and Echo Intensity of the Biceps Brachii. *Ultrasound Med Biol*. 2015 Jun;41(6):1584-91. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2015.01.017. Epub 2015 Mar 3. PMID: 25746907.

30. Li S, Li H, Hu Y, Zhu S, Xu Z, Zhang Q, et al. Ultrasound for measuring the cross-sectional area of biceps brachii muscle in sarcopenia. *Int J Med Sci*. 2020;17(18):2947–53.

31) Sergi G, De Rui M, Stubbs B et al. Measurement of lean body

mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clin Exp Res* 2017; 29: 591–97

32. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al; Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019 Jan 1;48(1):16-31. doi: 10.1093/ageing/afy169. Erratum in: *Age Ageing*. 2019 Jul 1;48(4):601. PMID: 30312372; PMCID: PMC6322506.

33. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R et al. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *PLoS One* 2014; 9: e113637.

34. Cederholm T, et al., GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition e A consensus report from the global clinical nutrition community, *Clinical Nutrition* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.002>

35. (ImageJ [Internet]. Nih.gov. [citado el 9 de septiembre de 2021].

36. Wma.net. [citado el 9 de septiembre de 2021].

37. (37)Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39(4):412–23.

38. Abe T, Thiebaud RS, Loenneke JP, Ogawa M, Mitsukawa N. Association between forearm muscle thickness and age-related loss of skeletal muscle mass, handgrip and knee extension strength and walking performance in old men and women: a pilot study. *Ultrasound Med Biol*. 2014;40(9):2069–75.

39. Kallman DA, Plato CC, Tobin JD. The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J Gerontol*. 1990;45(3):M82-8.

40. Galanis N, Savvidis M, Tsifountoudis I, Gkouvas G, Alafropatis I, Kirkos J, et al. Correlation between semitendinosus and gracilis tendon cross-sectional area determined using ultrasound, magnetic resonance imaging and intraoperative tendon measurements. *J Electromyogr Kinesiol*. 2016;26:44–51.

41. Perkisas S, Bastijns S, Baudry S, Bauer J, Beaudart C, Beckwée D, et al. Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: 2020 SARCUS update. *Eur Geriatr Med*. 2021;12(1):45–59.7

42. Ismail C, Zabal J, Hernandez HJ, Woletz P, Manning H, Teixeira C, et al. Diagnostic ultrasound estimates of muscle mass and muscle quality discriminate between women with and without sarcopenia. *Front Physiol.* 2015;6:302.

