

Journal Pre-proof

Ecografía POCUS: Una herramienta para la detección y seguimiento de sarcopenia en diálisis peritoneal

Estefanya García-Menéndez Jose Portolés MD PhD Prof Irene Pérez Rodrigo Ana Tato Ribera Claudia Yuste Lozano Marta Ossorio González María Jesús Álvarez López Paula López Sánchez Darío Janeiro Marín



PII: S0211-6995(24)00120-6

DOI: <https://doi.org/doi:10.1016/j.nefro.2024.12.004>

Reference: NEFRO 1308

To appear in: *NEFROLOGÍA*

Received Date: 16 May 2024

Accepted Date: 9 December 2024

Please cite this article as: García-Menéndez E, Portolés J, Rodrigo IP, Ribera AT, Lozano CY, González MO, López MJ, Sánchez PL, Marín DJ, Ecografía POCUS: Una herramienta para la detección y seguimiento de sarcopenia en diálisis peritoneal (2024), doi: <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2024.12.004>

This is a PDF file of an article that has undergone enhancements after acceptance, such as the addition of a cover page and metadata, and formatting for readability, but it is not yet the definitive version of record. This version will undergo additional copyediting, typesetting and review before it is published in its final form, but we are providing this version to give early visibility of the article. Please note that, during the production process, errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

© 2024 Sociedad Española de Nefrología. Publicado por Elsevier España, S.L.U.

Título:

Ecografía POCUS: Una herramienta para la detección y seguimiento de sarcopenia en diálisis peritoneal

Title:

POCUS ultrasound: A tool for the detection and monitoring of sarcopenia in peritoneal dialysis

Nombres y filiaciones de los autores:

**Estefanya García-Menéndez^a, Jose Portolés^{a,b}, Irene Pérez Rodrigo^b Ana Tato Ribera^c,
Claudia Yuste Lozano^{d,f}, Marta Ossorio González^{e,f}, María Jesús Álvarez López^a, Paula López
Sánchez^a, Darío Janeiro Marín^a**

^a*Departamento de Nefrología, Hospital Universitario Puerta de Hierro Majadahonda, IDIPHISA. Madrid, España.*

^b*Departamento de Medicina. Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Madrid. España.*

^c*Departamento de Nefrología, Hospital Universitario Fundación Alcorcón. Madrid, España.*

^d*Departamento de Nefrología, Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid, España.*

^e*Departamento de Nefrología, Hospital Universitario La Paz. Madrid, España.*

^f RICORS ISCIII; RD21/0005/

Autor para Correspondencia*:

*Jose Portoles MD PhD Prof.

Departamento de Nefrología

Hospital Universitario Puerta de Hierro

Joaquín Rodrigo s/n

28100 Madrid , Spain

josem.portoles@salud.madrid.org

ORCID 0000-0002-2114-1385

ORCID:

Estefanya García-Menéndez ORCID 0009-0002-4538-3503

Jose Portolés ORCID 0000-0002-2114-1385

Claudia Yuste Lozano ORCID 0000-0001-6327-9588

Marta Ossorio González ORCID 0000-0003-3464-3701

Paula López Sánchez ORCID 0000-0002-4332-5759

Ana Tato Ribera ORCID 0000-0003-4651-0615

Ecografía POCUS: Una herramienta para la detección y seguimiento de sarcopenia en diálisis peritoneal.

POCUS Ultrasound: A Tool for the Detection and Monitoring of Sarcopenia in Peritoneal Dialysis.

ABSTRACT:

La prevalencia de Sarcopenia varía entre el 1.5% y el 68% de los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC). El amplio intervalo se debe a las distintas herramientas diagnósticas y puntos de corte utilizados. Es preciso establecer un diagnóstico e intervención precoz de sarcopenia, por su asociación a peor calidad de vida (QoL), mayor tasa de hospitalización y eventos. La revisión del consenso “European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2)”, propone la ecografía como herramienta emergente para cuantificar la masa muscular. Nuestro objetivo es describir la prevalencia de pacientes en riesgo de sarcopenia en diálisis peritoneal (DP) y la utilidad de la ecografía en nuestro medio.

Material y Métodos:

Realizamos un estudio observacional en pacientes prevalentes de DP en el Hospital Universitario Puerta de Hierro durante el periodo de enero a octubre del 2023. Se recogen parámetros clínicos, de eficacia, analíticos y nutricionales junto al desempeño funcional medido por SPPB, fragilidad (escala FRAIL), riesgo de desnutrición (escala MIS), bioimpedancia (BCM) y la estima de la masa apendicular esquelética mediante fórmula de Lin. Se añade la medición ecográfica de la grasa supramuscular, los ejes (X e Y) y el área del recto anterior del cuádriceps (RAC), ajustada por altura y superficie corporal. Clasificamos los pacientes con riesgo de sarcopenia según la fuerza palmar por los criterios EWGSOP2 ajustados por sexo. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación con Medicamentos del Hospital Universitario Puerta de Hierro (Nº 16/2023).

Resultados:

Evaluamos 38 pacientes, con edad media de 65.4 años (DE 14.9), el 65.8% eran varones. Un 52.6% tenía un índice de masa magra (LTI) disminuido y un 23.7% un índice de masa grasa (FTI) disminuido, con un ángulo de fase (AF) medio de 4.5 (DE 1.1). Clasificamos al 42.1% de los pacientes como riesgo de sarcopenia según la fuerza palmar; eran mayores, comórbidos, peor nutrición por la escala MIS y peores puntuaciones de fragilidad y capacidad funcional. De igual modo, tenían un menor LTI, menor masa muscular esquelética apendicular y menor grosor del cuádriceps (Eje Y 8.5 mm (DE 2.4) vs 11.8 mm (DE 3.3) $p=0.002$). Los pacientes con riesgo de sarcopenia tenían niveles más bajos de fósforo y mayores de proteína C reactiva (PCR). La

capacidad predictiva de la ecografía para clasificar a los pacientes con riesgo de sarcopenia fue de AUC 0.78 (0.64-0.93) para Eje Y, similar a las obtenidas con el LTI y AF de la bioimpedancia.

Conclusiones:

El riesgo de sarcopenia es altamente prevalente en DP y se relaciona con la edad, comorbilidad desnutrición e inflamación de los pacientes. La ecografía es una herramienta accesible, segura, de bajo coste y fácil de utilizar a pie de cama. Este método nos sirve para cuantificar la masa muscular y valorar la calidad de la misma. Proponemos el espesor del músculo RAC (Eje Y) como el mejor parámetro complementario, dada su buena correlación con la bioimpedancia y su valor diagnóstico de riesgo sarcopénico. Nuestra experiencia servirá de base a futuros estudios para definir puntos de corte específicos en DP y diseñar protocolos de seguimiento e intervención.

Palabras Claves: Diálisis peritoneal, Ecografía muscular, Sarcopenia, Dinapenia, Fragilidad

ABSTRACT:

The prevalence of Sarcopenia varies between 1.5% and 68% among patients with chronic kidney disease (CKD). This wide range is due to the different diagnostic tools and the cut-off points used. Early diagnosis and intervention of sarcopenia are essential because of its association with poorer quality of life (QoL), higher hospitalization rates, and adverse events. The “European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2)” consensus review suggests ultrasound as an emerging tool to quantify muscle mass. Our objective is to describe the prevalence of sarcopenia risk in peritoneal dialysis (PD) and the utility of ultrasound in our setting.

Material and methods:

We conducted an observational study in prevalent PD patients at the Puerta de Hierro University Hospital between January and October 2023. Clinical, efficacy, analytical and nutritional parameters were collected, along with functional performance measured by SPPB, frailty (FRAIL scale), risk of malnutrition (MIS scale), bioimpedance (BCM) and estimation of appendicular skeletal muscle mass using Lin’s formula. Ultrasound measurement of supramuscular fat, Axes (X and Y) and the area of

the rectus femoris muscle of the quadriceps (RAC) were also included, adjusted for height and body surface area. We classified patients at risk of sarcopenia based on handgrip strength according to EWGSOP2 criteria, adjusted for sex. This study was approved by the Ethics Committee of Puerta de Hierro University Hospital (No. 16/2023).

Results:

We evaluated 38 patients, with a mean age of 65.4 years (SD 14.9), 65.8% were male. 52.6% had a reduced lean tissue index (LTI) and 23.7% had a reduced fat tissue index (FTI), with a mean phase angle (AF) of 4.5 (SD 1.1). We classified 42.1% as patients at risk of sarcopenia based on handgrip strength. They were older, had more comorbidities, poorer nutrition according to the MIS scale, and showed worse scores on frailty and functional capacity. Similarly, they had a lower LTI, lower appendicular skeletal muscle mass, and lower quadriceps muscle thickness (Y axis 8.5 mm (SD 2.4) vs 11.8 mm (SD 3.3) $p=0.002$). Patients at risk of sarcopenic had lower phosphorus levels and higher C-reactive protein (CRP) levels. The predictive capacity of ultrasound for classifying patients at risk of sarcopenia was AUC 0.78 (0.64-0.93) for Y Axis, similar to those obtained with the LTI and AF of bioimpedance.

Conclusions:

Sarcopenia risk is highly prevalent in PD and is related to age, comorbidity, malnutrition and inflammation in patients. Ultrasound is an accessible, safe, low-cost and easy-to-use tool at the bedside. This method helps us to quantify muscle mass and assess its quality. We propose the thickness of the RAC muscle (Y axis) as the best complementary parameter given its good correlation with bioimpedance and its diagnostic value for sarcopenic risk. Our experience will serve as a basis for future studies that allow us to define specific cut-off points in PD and design monitoring and intervention protocols.

Keywords: Peritoneal dialysis, Muscle ultrasound, Sarcopenia, Dynapenia, Frailty.

Introducción

El término Sarcopenia define un síndrome caracterizado por la pérdida de masa muscular y disminución de la fuerza que se asocia con el envejecimiento descrito en 1989¹. La senescencia va a contribuir al desarrollo de este síndrome, se ha demostrado que a partir de la cuarta década de vida el músculo esquelético comienza a declinar, siendo una de las causas más importantes del deterioro funcional y de pérdida de la independencia. En este proceso influyen factores extrínsecos como nutrición deficiente y vida sedentaria, y también intrínsecos, como los cambios hormonales, la inflamación, la pérdida de proteínas en el músculo, el estrés oxidativo y la alteración de factores que regulan la miogénesis².

Este síndrome también puede verse en personas menos ancianas, en situaciones de enfermedades crónicas e inflamación, que condicionen malnutrición, ya sea por malabsorción, disminución de ingesta o actividad física baja³. En ciertos perfiles de pacientes es muy difícil distinguir si la causa de la sarcopenia es el envejecimiento “per se” o la patología asociada, como sucede en los pacientes con Enfermedad Renal Crónica (ERC). En este caso, se trata de una población longeva con comorbilidad asociada y en muchas ocasiones con un estado de inflamación mantenida.

En contraste con la sarcopenia asociada al envejecimiento, que progresa de manera lenta y se debe a cambios hormonales y metabólicos relacionados con la edad, la sarcopenia en la ERC es acelerada y multifactorial⁴. En la ERC confluyen múltiples procesos, como la acidosis metabólica, resistencia a la insulina, déficit de vitamina D y aumento de estrés oxidativo, así como un estado de inflamación crónica con disminución de la ingesta calórico-proteica, que provoca un aumento del catabolismo proteico⁵. A ello se añaden diversos factores, tales como: la técnica de diálisis, la edad, el desbalance hormonal y las dietas muy restrictivas que disminuyen la síntesis proteica, contribuyendo a un balance negativo de proteínas⁶.

Es relevante establecer un diagnóstico precoz de Sarcopenia debido a su impacto negativo en calidad de vida (QoL), hospitalizaciones y eventos adversos^{5,7,8}. Su prevalencia oscila entre 1.5% y 68% de los pacientes en diálisis. Este rango tan amplio se debe a la falta de consenso para la definición de sarcopenia en pacientes con ERC^{7,9}, y a la variabilidad de las herramientas diagnósticas disponibles y de los protocolos utilizados por cada centro¹⁰. Los parámetros antropométricos habitualmente utilizados, como el peso, la talla o el índice de masa corporal (IMC), no llegan a reflejar la verdadera sarcopenia, ya que la masa muscular esquelética perdida es reemplazada por grasa manteniendo el peso total en un proceso conocido como mioestasis¹¹, que se ve en la obesidad sarcopénica. Esta situación tiene la capacidad de alterar la funcionalidad del músculo y constituyen un poderoso predictor de discapacidad y mortalidad¹².

La revisión del consenso “European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2)” publicado en el 2019, recomienda una aproximación práctica al diagnóstico de sarcopenia. Se propone realizar un cribado de sarcopenia mediante la evaluación de la fuerza de prensión manual (handgrip), para detectar “dinapenia” (disminución de la fuerza muscular)⁶, clasificando a estas personas como en “Riesgo de Sarcopenia”. Ese dato por sí mismo nos debería llevar a proponer una intervención diagnóstica/correctora, seguida de una valoración de la masa muscular total para confirmar el diagnóstico de sarcopenia.

El método de referencia recomendado para la valoración de la masa muscular por este grupo es la DEXA por sus siglas en inglés (dual energy X-ray absorptiometry), aunque en la realidad no está disponible en la mayoría de las unidades de Nutrición y su uso se limita a protocolos de investigación, optando por la bioimpedancia multifrecuencia como procedimiento alternativo.

La bioimpedancia es una herramienta muy extendida en nuestro medio de atención al paciente con ERC y diálisis, que ha llegado a posicionarse como el patrón de referencia para la sobrehidratación y la nutrición. Con esta técnica no es posible una medición directa de la masa muscular, ya que lo que estima es el índice de masa magra, que contiene músculo, piel, huesos y vísceras. Además presenta limitaciones relacionadas con la estructura corporal del paciente (como casos extremos de obesidad o desnutrición), la temperatura o incluso el estado de sobrehidratación que pueden alterar las mediciones¹³⁻¹⁵. A su vez, presenta algunas contraindicaciones que limitan su uso como: algunos tipos de dispositivos cardiacos implantables, determinadas prótesis metálicas y el embarazo. Por ello, en unidades de endocrinología y geriatría se ha empezado a buscar nuevas herramientas para la medición directa de la masa muscular como la ecografía (ECO). La ventaja principal de la ecografía es su inocuidad, disponibilidad en nefrología, bajo coste de fungible y portabilidad que permite una valoración a pie de cama (POCUS por sus siglas en inglés), haciendo que cada día su uso esté más extendido.

En este escenario de relevancia de la sarcopenia como factor pronóstico, ausencia evidencia específica en diálisis peritoneal (DP) y falta de recomendaciones propias en guías clínicas, decidimos poner en marcha un protocolo de evaluación sistemática de la sarcopenia para todos los pacientes de nuestro programa de DP.

Material y métodos:

Se realiza un estudio observacional en pacientes incidentes (a la semana de iniciar diálisis peritoneal) y prevalentes de la unidad de Diálisis Peritoneal del Hospital Universitario Puerta de

Hierro Majadahonda en el periodo entre enero del 2023 y octubre del 2023. Los pacientes incluidos debían estar en una situación de estabilidad clínica (no ingresos en los últimos 3 meses, sin procesos infecciosos o neoplásicos activos). Los datos clínicos de paciente, etiología, técnica, eficacia y laboratorio fueron recogidos por nefrólogos y enfermeros en una historia clínica electrónica estructurada. Además, se recogen datos del desempeño funcional y la fragilidad, junto con la masa muscular y riesgo de desnutrición. Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética de Investigación con Medicamentos del Hospital Universitario Puerta de Hierro (Nº 16/2023).

La fuerza muscular se evalúa por dinamometría (kg), con dinamómetro CAMRY modelo: EH101, calculando la mayor de 3 mediciones de la fuerza de agarre de mano, en la extremidad dominante. Dado que no tenemos guías específicas para ERC y sabemos que son pacientes con un estado de inflamación crónica y senescencia acelerada, asumimos las recomendaciones del EWGSOP2¹⁶, considerando el límite de fuerza muscular disminuida en prensión palmar < 27kg en varones y < 16kg en mujeres. Clasificamos a los pacientes por debajo del punto de corte, como riesgo de sarcopenia.

La fragilidad se valoró mediante la escala FRAIL que consta de 5 preguntas relativas a 5 dominios: fatigabilidad, resistencia, deambulación, comorbilidad y pérdida de peso no intencionada¹⁷. Se consideran frágiles a una puntuación igual o mayor de 3 puntos.

La medición del desempeño funcional se realizó con el Short Physical Performance Battery (SPPB)¹⁸, que consiste en la evaluación de 3 ejercicios sencillos que se realizan en un orden determinado, para evitar la fatiga de la persona y asegurar su reproducibilidad:

- 1. Test de equilibrio en tres posiciones: pies juntos, semi-tándem y tándem.
- 2. Test de velocidad de la marcha en 4 metros.
- 3. Test de levantarse de la silla 5 veces sin apoyar los brazos.

La puntuación total del SPPB resulta de la suma de los tres test y oscila entre 0 y 12. Así se clasifica a los pacientes según su puntuación: desde 0 (discapacidad severa) hasta 12 (paciente robusto).

Utilizamos el score malnutrición inflamación (MIS) para valorar el riesgo de desnutrición de nuestros pacientes, siendo el rango normal = <3, leve= 3 - 5, moderado 6-8 Grave = > 8.

La medición de composición corporal se realiza con un equipo de bioimpedancia multifrecuencia (BCM ® Fresenius Medical Care, Bad Homburg, GER), siguiendo el protocolo habitual de la unidad y recomendaciones del fabricante. Se recopilaron los datos de peso, talla, IMC, estado de

sobrehidratación (OH), índice de masa grasa (FTI), índice de masa magra (LTI), agua corporal total y ángulo de fase (AF) a 50kHz. A partir de la bioimpedancia estimamos la masa muscular esquelética apendicular (MMEA) mediante la fórmula de Lin, donde $MMEA (kg) = -1.838 + 0.395 \times \text{Agua total corporal (L)} + 0.105 \times \text{Peso (kg)} + 1.231 \times \text{sexo masculino} - 0.026 \times \text{edad (años)}$ ¹⁹. Este resultado lo dividimos por la altura (m^2) para calcular el Índice de MMEA (IMMEA). Se considera masa muscular disminuida cuando está por debajo de 5.5 kg/m^2 en mujeres y de 7 kg/m^2 en hombres según lo publicado por EWGSOP2.

La masa muscular se midió mediante ecografía utilizando el equipo SonoScape *Digital Color Doppler Ultrasound* (SonoScape, China), siguiendo protocolos previamente publicados^{20,21}. La medición se realiza en modo B y con sonda lineal (6-12 MHz), en el tercio inferior de la línea imaginaria entre la espina iliaca antero-superior y la rótula de la pierna dominante, en decúbito supino, con el músculo relajado y con el transductor perpendicular al eje longitudinal. Se procede a medir el grosor del recto anterior del cuádriceps (RAC) EjeX/EjeY, su área (aRAC) y la grasa supramuscular como detalla la Fig. 1. Para evitar errores en las mediciones, utilizamos la media de tres mediciones consecutivas por el mismo observador. Estas mediciones se ajustaron por altura (EjeY/[Alt]²) y por superficie corporal del paciente (EjeY/Sc). Para el cálculo de la superficie corporal utilizamos la fórmula de *Du Bois & Du Bois*²².

Análisis estadístico:

Los datos se registraron en una base de datos diseñada para este fin. Las variables continuas se muestran como media y desviación estándar (DE) o mediana y rango intercuartílico (RIC), según su distribución. Las variables categóricas se muestran como frecuencias y/o porcentajes. Las comparaciones entre grupos se realizan con *t-Student/Mann-Whitney* o *chi*², según la naturaleza de las variables. El análisis de correlación para variables cuantitativas se realizó con el test de Pearson. Para estimar la capacidad de la ecografía en discriminar a los pacientes con riesgo de Sarcopenia realizamos curvas ROC (*Receiver Operating Characteristic*), utilizando como indicador el área bajo la curva (AUC) y su intervalo de confianza al 95%. Consideramos significativo un p-valor <0.05. Los análisis se han realizado con el paquete estadístico STATA v16.0 (*Stata Statistical Software: Release 16. 2019. College Station, TX: StataCorp LLC*)

Resultados:

Características basales de los pacientes

Se evaluaron 38 pacientes, con una media de edad de 65.4 años (DE 14.9), siendo el 65.8% varones que llevaban en DP una mediana de 14.1 meses RIC [1.3-37.6]. El 44.7% procedía de hemodiálisis, un 5.3 % tenían un trasplante de órgano sólido no renal y 5.3% provenía de un trasplante renal no funcionante. El 47.37 % se clasificó como prefrágil y un 34.2% como frágil. La prevalencia de comorbilidades fue: 86.8 % hipertensos, 36.8 % diabéticos, 36.8% antecedentes de fibrilación auricular y 31.6% cardiopatía isquémica. Estas características son similares a las previamente descritas por el GCDP²³. El resto de las características basales, así como los datos analíticos y valores obtenidos mediante BCM y ecografía de toda la muestra se resumen en la tabla 1. En la población estudiada el 52.6% tenía un LTI disminuido y un 23.7% FTI disminuido según los valores propuestos por el fabricante ajustados a edad y sexo, con AF medio de 4.5 (DE 1.1). La masa muscular esquelética apendicular se estimó a partir de los datos obtenidos por la bioimpedancia con la fórmula de Lin, y de acuerdo con lo indicado en EWGSOP2, un 55.3% presenta un índice de masa muscular apendicular disminuida ajustada a sexo, siendo la media de 5.7 kg/m² (DE 1.4) en mujeres y de 6.7 kg/m² (DE 1.0) en hombres. Además, encontramos una tendencia a un mayor riesgo de sarcopenia en los pacientes diabéticos.

Respecto a la fuerza palmar, todos los pacientes fueron capaces de realizar la medición. En conjunto, un 42.1% de los pacientes presentó una fuerza palmar disminuida ajustada por sexo, y fueron clasificados como pacientes en riesgo de sarcopenia. El valor medio fue de 19.1 kg (DE 6.1) en mujeres y de 27.8 Kg (DE 8.8) en hombres, con un 44% de los hombres y un 38.5% de las mujeres presentando una fuerza palmar disminuida. Observamos que los pacientes con *handgrip* disminuido son mayores, aunque un 37.5 % tienen menos de 65 años. De la misma forma asocian mayor comorbilidad, peor nutrición por la escala MIS y peores puntuaciones de fragilidad y capacidad funcional por escala de FRAIL y SPPB. De igual modo, tienen una tendencia a menor masa muscular medida por ecografía y menor masa magra estimada por BCM. En el grupo de riesgo, un 75% de los pacientes tiene un IMMEA disminuido con diferencias estadísticas significativas respecto al grupo sin riesgo. Estos pacientes son los clasificados como sarcopénicos (*handgrip* disminuido + IMMEA disminuido), que en nuestra cohorte suponen el 31.6%. En parámetros de hidratación se objetiva una tendencia a la sobrehidratación en el grupo de riesgo.

Respecto a los parámetros analíticos los pacientes con riesgo de sarcopenia presentan niveles más bajos de fósforo, con una tendencia a menores niveles de albúmina y prealbúmina, como valores

subrogados de desnutrición (**tabla 1**). Pero hay una correlación negativa de la albúmina plasmática con la sobrehidratación en este grupo de pacientes $r^2=0.26$ $p = 0.046$, que podría justificar su descenso. De igual manera podemos observar que los pacientes con riesgo de sarcopenia presentan niveles más elevados de proteína c reactiva, sin correlación aparente con la sobrehidratación.

Las mediciones ecográficas del musculo recto anterior del cuádriceps (RAC) se resumen en la **tabla 1** y destaca una reducción significativa del grosor (Y) sin cambios en el eje horizontal (X), con una tendencia a mayor grasa supramuscular. Los parámetros corregidos por altura y superficie corporal de paciente se comportan de igual manera.

Los parámetros con mejor poder discriminativo de la medición ecográfica fue el Eje Y_{alt} AUC: 0.78 IC al 95% [0.63-0.93] y Eje Y AUC 0.78 IC al 95% [0.64-0.93] (figura2).

El poder discriminativo de las estimaciones obtenidas por BCM (AF y LTI) para riesgo de sarcopenia por *handgrip* presentan curvas ROC similares, con valores de 0.81 y 0.75 respectivamente.

Valoración del estado nutricional según el Score MIS

La media del score MIS era de 7.4 (DE 4.4), el 31.6% de los pacientes presentaban un riesgo grave de desnutrición (MIS >8) y un 34.2% riesgo moderado (MIS 6-8). No hay diferencias significativas al estratificar por sexos (Riesgo grave en Mujeres 30.8% vs Hombres 32.0% $p = 0.6$).

El ángulo de fase va disminuyendo con tendencia lineal significativa al progresar el riesgo de desnutrición por MIS (5 (DE 1.1) vs 4.6 (DE 1.2) vs 3.7 (DE 0.7); $p = 0.03$). La medición de la grasa supramuscular disminuyó a medida que aumentó el riesgo medido por MIS (10.5 (DE 5.7) vs 6.9 (DE 3.3) vs 6.3 (DE 2.5); $p = 0.03$). No se encontraron diferencias significativas en el resto de los parámetros medidos por Ecografía o mediante BIA.

Correlación de parámetros nutricionales, funcionales y datos ecográficos.

No se objetivó relación entre la albúmina, proteínas totales, vitamina D y el IMC con parámetros ecográficos, solo la prealbúmina se correlaciona positivamente con la medición ecográfica del grosor del cuádriceps Eje Y con una r^2 de 0.11 $p = 0.04$.

El análisis de correlación de los valores obtenidos por ecografía como Eje Y del RAC tiene una adecuada correlación con el ángulo fase, similar pasa con el EjeY corregido por superficie corporal y altura (**figura 3**). Importante recalcar que la valoración ecográfica de la grasa supramuscular mostró una adecuada correlación con el FTI (r^2 0.51 $p = <0.001$), siendo negativa con el LTI ($r^2 - 0.13$ $p = 0.02$).

Al separar en pacientes frágiles y no frágiles según escala FRAIL, los pacientes frágiles tienen un menor grosor del Cuádriceps, Eje Y 8.8 mm (DE 3.3) vs 11.3 mm (DE 3.1) $p=0.03$. Si hacemos el análisis según su estado funcional medido por SPPB, los pacientes con una limitación grave (SPPB ≤ 6) presentan un Eje Y menor de 7.82 mm (DE 2.6) frente al resto 11.5 mm (DE 3.0) $p = 0.04$.

Discusión:

Hemos observado que casi la mitad de nuestros pacientes en DP presentan una fuerza palmar compatible con riesgo de sarcopenia, que se asocia con la edad, la comorbilidad cardiovascular, la fragilidad evaluada por scores y la desnutrición/inflamación. Sin embargo, existe un considerable porcentaje de pacientes menores de 65 años que presentan una fuerza muscular disminuida, apoyando la teoría de una senescencia acelerada con sarcopenia precoz. Sabemos que existe una relación no lineal entre la edad cronológica con la fuerza palmar desde la infancia hasta la senescencia²⁴, pero carecemos de puntos de corte específicos en población renal.

Estudios previos en el ámbito de la ERC describen una elevada prevalencia de sarcopenia que se asocia a peores resultados clínicos, con aumento de la discapacidad, fragilidad y mortalidad. En nuestro estudio un 31,6% se clasifican como sarcopénicos (handgrip disminuido + IMMEA disminuido), valores algo más elevado que los publicados en esta población específica, pero sabemos que los estudios sobre la prevalencia de sarcopenia en pacientes en diálisis arrojan resultados muy variables, dependiendo de las poblaciones, los métodos utilizados para medir la masa muscular y los criterios de diagnósticos¹⁰.

En un metaanálisis que analiza la prevalencia de sarcopenia en la ERC, se observó que el 46,5% de los pacientes en DP presentaban riesgo de sarcopenia, datos similares a la de nuestra población. De igual manera observaron que los paciente en hemodiálisis un 51,5% presentaba riesgo, disminuyendo este porcentaje en los pacientes ERC no diálisis con una prevalencia de 19,6%²⁵. Por ello, intentar prevenir y diagnosticar de manera precoz este síndrome es primordial^{1,26}. En este sentido, parece razonable que una técnica económica, inocua accesible y fácilmente reproducible, como la ecografía pueda ser utilizada rutinariamente por especialistas entrenados adecuadamente.

En la actualidad sabemos que el peso, la talla y el IMC, parámetros utilizados tradicionalmente en una valoración nutricional, no son los suficientemente sensibles para detectar cambios tempranos en la composición corporal²⁷. El método más expandido de diagnóstico de sarcopenia en la nefrología es la bioimpedancia, que estima el índice de masa magra, masa grasa y el

estado de hidratación, partir del cual mediante fórmulas podemos estimar la masa muscular esquelética apendicular. Para poder definir un descenso de la masa muscular es necesario el cálculo de la MMEA, información obtenida mediante DEXA, pero dado su elevado costo y falta de disponibilidad de la prueba, a nivel clínico las guías nos recomiendan el uso de fórmulas a partir de la bioimpedancia. Nosotros nos hemos decantado por la fórmula de Lin, validada para su uso en pacientes en hemodiálisis, que presenta un elevado poder predictivo para el diagnóstico de sarcopenia¹⁹.

Es imperativo recordar que la bioimpedancia puede verse artefactada por situaciones extremas de hidratación o cambios en la geometría corporal. En el caso de los pacientes en DP, por ejemplo, el abdomen lleno hace que se sobreestime el LTI²⁸. Aunque el ángulo de fase ha demostrado ser el mejor marcador de desnutrición, que además refleja propiedades de las membranas celulares y el equilibrio entre agua intracelular y extracelular, este puede variar de forma fisiológica en función de la edad, el sexo, el IMC, la raza y en valores extremos de composición corporal^{29,30}. En otros estudios realizados en pacientes en DP con el objetivo de valorar la posibilidad de utilizar el BCM como sustituto de la Valoración Subjetiva Global (VSG) en el desgaste proteico energético, se ha objetivado que la sensibilidad y especificidad del BCM para distinguir a los pacientes malnutridos fue baja³¹. Por otro lado, aunque la realización de una medición de bioimpedancia precisa un tiempo similar al de la ECO, tiene ciertas limitaciones, como la exclusión de determinados pacientes (prótesis o marcapasos) y un gasto de fungibles en cada medición.

En esta línea, el Grupo de Trabajo Europeo sobre sarcopenia (EWGSOP2) nombra la ecografía como una herramienta potencial para valorar la masa muscular con la ventaja de realizar al mismo tiempo una valoración cuantitativa y cualitativa¹⁶. Existen ya trabajos que validan su capacidad para estimar la masa muscular comparándola con la DEXA, Resonancia Magnética y Tomografía Computarizada^{32,33}.

La ecografía se ha postulado como una herramienta asequible e inocua que permite valorar parámetros de composición corporal, por lo que su uso se está extendiendo rápidamente en especialidades como Nefrología. La asociación de la ecografía a pie de cama con otras herramientas ya contrastadas como el BCM, permiten una mejor valoración de nuestros pacientes. Sin embargo, es necesario definir los puntos de corte específicos para nuestra población, el plan de seguimiento más eficiente y el valor predictivo de estos parámetros sobre los eventos clínicos.

La ecografía muscular del RAC es una técnica inocua y asequible que correlaciona bien con los estimadores clásicos por impedanciometría (LTI y AF) y tienen el mismo valor predictivo de

riesgo de sarcopenia. Existen pocos estudios previos publicados sobre la ecografía de masa muscular en pacientes en diálisis o enfermos renales. El grupo de Souza comparó la ecografía con la tomografía encontrando una diferencia de 3.97 mm con una fuerte correlación entre ambos métodos en paciente prediálisis³². En población en Hemodiálisis se ha demostrado como la ecografía del recto anterior del cuádriceps puede discriminar a pacientes en con síndrome de desgaste proteico según el grosor del músculo y su área³⁴. A pesar de ser una técnica emergente y atractiva por su facilidad de uso, en la actualidad carecemos de puntos de corte y protocolos para su uso, lo que dificulta aplicarlo en la práctica clínica diaria.

Proponemos el valor del grosor del RAC (Eje Y) como el parámetro más relevante para seguimiento de la estimación de masa muscular. La pérdida de masa del RAC estimada por área es significativa, pero el Eje Y resulta más discriminativo, ya que el músculo sarcopénico es más flácido y, aunque mantiene Eje X, pierde grosor y aumenta la grasa supramuscular. Los análisis del Eje Y se confirman en los índices corregidos por altura o superficie corporal del paciente, necesarios para su estandarización.

Nuestro trabajo describe por primera vez la utilidad de la ecografía para valorar la masa muscular en pacientes en DP. El grupo de trabajo SARCUS propone intentar protocolizar los diferentes parámetros para establecer medidas más homogéneas que permitan analizar los datos de una forma más universal³⁵.

En nuestro análisis observamos que la evaluación por ecografía muscular del cuádriceps demostró ser un buen indicador de la masa muscular total del paciente, con una buena correlación con la masa magra medida por BCM y con la fuerza muscular evaluada por *handgrip*. Es precisamente esta fuerza, medida por dinamometría, la que el grupo EWGSOP2 recomienda como herramienta práctica para definir intervenciones, ya que este parámetro se asocia de manera independiente a resultados adversos en población general, como los ingresos hospitalarios prolongados, el mal desempeño funcional, la disminución en la calidad de vida y aumento en la mortalidad³⁶. La dinapenia (reducción de fuerza medida por *handgrip*) y la sarcopenia (pérdida de fuerza y masa muscular) no son conceptos idénticos, aunque el criterio práctico del EWGSOP2 señala la dinapenia como el parámetro más accesible que identifica el riesgo y por sí mismo, nos debe impulsar a intervenir y proteger al paciente.

Igualmente observamos como los pacientes catalogados como frágiles presentaron una masa muscular del cuádriceps significativamente disminuida medida por ecografía respecto a los no

frágiles. Esto también se mantiene al analizar el grosor del cuádriceps (EjeY) según su capacidad funcional medido por SPPB.

Cabe destacar que la medición de la grasa supramuscular del muslo se correlacionó adecuadamente con parámetros de grasa medidos por BCM, por lo que además de medir masa muscular podemos tener una referencia de la grasa corporal global.

Podemos afirmar que existe una adecuada relación de los valores obtenidos por ecografía respecto a las múltiples herramientas utilizadas en la actualidad para valorar al paciente tanto desde el punto de vista nutricional como desde un abordaje integral. De igual forma hemos demostrado que la ecografía presenta una capacidad predictiva elevada para poder discriminar a pacientes con riesgo de Sarcopenia. Hay que tener en cuenta que la ecografía por si solo mide un punto del paciente, por lo que es necesario usarlo junto con otras herramientas de cara a realizar una adecuada valoración de la composición corporal.

Nuestro estudio está limitado por su naturaleza unicéntrica y tamaño muestral, algo común en España, donde las unidades tienen 20 pacientes de media y una permanencia en DP de sólo 2 años. Además, se trata de una medición puntual sin tener en cuenta la evolución en técnica, pero la definición de un protocolo de medición realizado por un único observador refuerza su validez interna. Es posible que nuestra realidad local, con perfiles de pacientes que provienen de HD previa, expliquen parte de nuestros hallazgos, pero no podemos abordar subanálisis estratificados por grupos. Es necesario promover estudios multicéntricos para mejorar la potencia estadística y reducir la variabilidad, permitiendo así definir puntos de corte de las pruebas diagnósticas de sarcopenia aquí propuestas para la población renal.

Conclusiones:

El riesgo de sarcopenia es altamente prevalente en pacientes en DP y se relaciona con la edad, la comorbilidad, la desnutrición e inflamación. La ecografía se postula como una herramienta accesible, segura, de bajo coste y fácil de utilizar a pie de cama en todos los ámbitos de la medicina clínica, ampliando la evaluación del estado de hidratación y volemia (POCUS) con la medición de parámetros musculares. Proponemos utilizar el grosor del musculo RAC (Eje Y) como el mejor parámetro complementario, dada su buena correlación AF y su valor diagnóstico de riesgo sarcopénico, comparable al de estimadores clásicos de impedanciometría.

Creemos que desde un abordaje multidisciplinar que englobe diferentes técnicas diagnósticas de sarcopenia podemos lograr una valoración más completa de nuestros pacientes en las unidades de DP. Nuestra experiencia puede servir de base a futuros estudios para definir puntos de corte

específicos en DP y diseñar protocolos de seguimiento e intervención sobre la sarcopenia y fragilidad de la población renal.

Cumplimiento de guías éticas:

El presente estudio ha sido aprobado por el CEIm del Hospital Puerta de Hierro (Nº 16/2023) y se ha realizado de acuerdo con la Declaración de Helsinki, el *International Council for Harmonization guidelines for Good Clinical Practice*, y las regulaciones locales aplicables.

Financiación:

Este estudio ha sido financiado por “Unrestricted Grants” de FRIAT, Nipro y ViforSCL a través de la Fundación Madrileña de Nefrología, así como del Instituto de Investigación Puerta de Hierro Segovia de Arana (IDIPHISA). Financiado parcialmente a través de RICORS RD21/0005 y RD24/0004.

Autoría:

Todos los firmantes cumplen los criterios de autoría propuestos por el International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), son responsables del Trabajo y han dado su aprobación a esta versión.

Conflicto de intereses:

JP, ha recibido apoyo para congresos e investigación de Vifor CSL y Astellas, pero no supone conflicto con el contenido del presente artículo. Resto de autores no tienen ningún conflicto de interés en el área de conocimiento del presente trabajo.

Agradecimientos:

Los autores agradecen el soporte de la Fundación Madrileña de Nefrología y del grupo colaborativo GCDP en la elaboración del presente artículo.

BIBLIOGRAFIA

1. Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *J Nutr*. 1997;127(5 SUPPL.):990–1.
2. Kim JS, Kosek DJ, Petrella JK, Cross JM, Bamman MM. Resting and load-induced levels of myogenic gene transcripts differ between older adults with demonstrable sarcopenia and young men and women. *J Appl Physiol* [Internet]. 2005 Dec [cited 2024 Nov 13];99(6):2149–58. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16051712/>
3. 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* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2023 Jun 5];48(1):16–31. Available from: <https://academic.oup.com/ageing/article/48/1/16/5126243>
4. Fahal IH. Uraemic sarcopenia: aetiology and implications. *Nephrol Dial Transplant* [Internet]. 2014 [cited 2024 Nov 14];29(9):1655–65. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23625972/>
5. Giglio J, Kamimura MA, Lamarca F, Rodrigues J, Santin F, Avesani CM. Association of Sarcopenia With Nutritional Parameters, Quality of Life, Hospitalization, and Mortality Rates of Elderly Patients on Hemodialysis. *J Ren Nutr* [Internet]. 2018 May 1 [cited 2023 Sep 27];28(3):197–207. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29673501/>
6. Sánchez Tocino ML, Cigarrán S, Ureña P, González Casaus ML, Mas-Fontao S, Gracia Iguacel C, et al. Definición y evolución del concepto de sarcopenia. *Nefrología* [Internet]. 2024 May 1 [cited 2024 May 7];44(3):323–30. Available from: <https://www.revistanefrologia.com/es-definicion-evolucion-del-concepto-sarcopenia-articulo-S0211699523001261>
7. Elder M, Moonen A, Crowther S, Aleksova J, Center J, Elder GJ. Chronic kidney disease-related sarcopenia as a prognostic indicator in elderly haemodialysis patients. *BMC Nephrol*. 2023;24(1):138.
8. Yu M-D, Zhang H-Z, Zhang Y, Yang S-P, Lin M, Zhang Y-M, et al. Relationship between chronic kidney disease and sarcopenia. *Sci Reports* | [Internet]. 123AD;11:20523. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-99592-3>
9. Wathanavasin W, Banjongjit A, Avihingsanon Y, Praditpornsilpa K, Tungsanga K, Eiam-Ong S, et al. Prevalence of Sarcopenia and Its Impact on Cardiovascular Events and Mortality among Dialysis Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2022 Oct 1;14(19).
10. Lamarca F, Carrero JJ, Rodrigues JCD, Bigogno FG, Fetter RL, Avesani CM. Prevalence of sarcopenia in elderly maintenance hemodialysis patients: the impact of different diagnostic criteria. *J Nutr Health Aging* [Internet]. 2014 Sep 28 [cited 2023 Sep 27];18(7):710–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25226111/>
11. Sabatino A, Sola KH, Brismar TB, Lindholm B, Stenvinkel P, Avesani CM. Making the invisible visible: imaging techniques for assessing muscle mass and muscle quality in chronic kidney disease. *Clin Kidney J*. 2024;17(3):1–11.
12. Visser M, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, Newman AB, Nevitt M, Rubin SM, et al. Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* [Internet]. 2005 [cited 2023

- Sep 27];60(3):324–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15860469/>
13. Deurenberg P. Limitations of the bioelectrical impedance method for the assessment of body fat in severe obesity. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1996 [cited 2023 Sep 27];64(3 Suppl). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8780361/>
 14. Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1996 [cited 2023 Sep 27];64(3 Suppl). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8780358/>
 15. Cox-Reijven PLM, van Kreel B, Soeters PB. Accuracy of bioelectrical impedance spectroscopy in measuring changes in body composition during severe weight loss. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* [Internet]. 2002 [cited 2023 Sep 27];26(2):120–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11873761/>
 16. 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*. 2019;48(1):16–31.
 17. Morley JE, Vellas B, Abellan van Kan G, Anker SD, Bauer JM, Bernabei R, et al. Frailty Consensus: A Call to Action. *J Am Med Dir Assoc* [Internet]. 2013 [cited 2024 May 7];14(6):392. Available from: [/pmc/articles/PMC4084863/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2404863/)
 18. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol* [Internet]. 1994 [cited 2024 Feb 4];49(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8126356/>
 19. Lin TY, Wu MY, Chen HS, Hung SC, Lim PS. Development and validation of a multifrequency bioimpedance spectroscopy equation to predict appendicular skeletal muscle mass in hemodialysis patients. *Clin Nutr* [Internet]. 2021;40(5):3288–95. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.10.056>
 20. Berger J, Bunout D, Barrera G, de la Maza MP, Henriquez S, Leiva L, et al. Rectus femoris (RF) ultrasound for the assessment of muscle mass in older people. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015 Jul 1;61(1):33–8.
 21. García-Almeida JM, García-García C, Vegas-Aguilar IM, Ballesteros Pomar MD, Cornejo-Pareja IM, Fernández Medina B, et al. Nutritional ultrasound®: Conceptualisation, technical considerations and standardisation. *Endocrinol Diabetes y Nutr (English ed)* [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2023 Jun 5];70:74–84. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2530018022001688>
 22. Du Bois D DBE. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. 1916. *Nutrition* [Internet]. 11989 [cited 2023 Oct 4];5(5):303–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2520314/>
 23. Portolés J, Vega A, Lacoba E, López-Sánchez P, Botella M, Yuste C, et al. Is peritoneal dialysis suitable technique CKD patients over 65 years? A prospective multicenter study. *Nefrologia*. 2021 Sep 1;41(5):529–38.
 24. Gómez-Campos R, Vidal Espinoza R, de Arruda M, Ronque ERV, Urra-Albornoz C, Minango JC, et al. Relationship between age and handgrip strength: Proposal of reference values from infancy to senescence. *Front Public Heal*. 2023 Jan 26;10.
 25. Duarte MP, Almeida LS, Neri SGR, Oliveira JS, Wilkinson TJ, Ribeiro HS, et al. Prevalence of sarcopenia in patients with chronic kidney disease: a global systematic review and meta-

- analysis. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* [Internet]. 2024 Apr 1 [cited 2024 Nov 13];15(2):501–12. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jcsm.13425>
26. Sabatino A, Cuppari L, Stenvinkel P, Lindholm B, Avesani CM. Sarcopenia in chronic kidney disease: what have we learned so far? *J Nephrol*. 2021 Aug 1;34(4):1347–72.
 27. Gonzalez MC, Correia MITD, Heymsfield SB. A requiem for BMI in the clinical setting. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* [Internet]. 2017 Sep 1 [cited 2023 Oct 5];20(5):314–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28768291/>
 28. Davenport A. Does peritoneal dialysate affect body composition assessments using multi-frequency bioimpedance in peritoneal dialysis patients? *Eur J Clin Nutr* [Internet]. 2013 Feb [cited 2023 Oct 5];67(2):223–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23249878/>
 29. Llamas L, Baldomero V, Iglesias ML, Rodota LP. Valores del ángulo de fase por bioimpedancia eléctrica; estado nutricional y valor pronóstico VALUES OF THE PHASE ANGLE BY BIOELECTRICAL IMPEDANCE: NUTRITIONAL STATUS AND PROGNOSTIC VALUE. *Nutr Hosp*. 2013;28(2):286–95.
 30. Lukaski HC, Talluri A. Phase angle as an index of physiological status: validating bioelectrical assessments of hydration and cell mass in health and disease. *Rev Endocr Metab Disord* [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2024 Nov 13];24(3):371–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36336754/>
 31. Paudel K, Visser A, Burke S, Samad N, Fan SL. Can Bioimpedance Measurements of Lean and Fat Tissue Mass Replace Subjective Global Assessments in Peritoneal Dialysis Patients? *J Ren Nutr* [Internet]. 2015 Nov 1 [cited 2023 Oct 5];25(6):480–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26175186/>
 32. de Souza VA, Oliveira D, Cupolilo EN, Miranda CS, Colugnati FAB, Mansur HN, et al. Rectus femoris muscle mass evaluation by ultrasound: facilitating sarcopenia diagnosis in pre-dialysis chronic kidney disease stages. *Clinics* [Internet]. 2018 [cited 2023 Oct 5];73. Available from: [/pmc/articles/PMC6201140/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/306201140/)
 33. Sabatino A, Regolisti G, di Mario F, Ciuni A, Palumbo A, Peyronel F, et al. Validation by CT scan of quadriceps muscle thickness measurement by ultrasound in acute kidney injury. *J Nephrol* [Internet]. 2020 Feb 1 [cited 2023 Oct 5];33(1):109–17. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40620-019-00659-2>
 34. Sahathevan S, Khor BH, Singh BKS, Sabatino A, Fiaccadori E, Daud ZAM, et al. Association of ultrasound-derived metrics of the quadriceps muscle with protein energy wasting in hemodialysis patients: A multicenter cross-sectional study. *Nutrients*. 2020;12(11):1–16.
 35. 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 Feb 1;12(1):45–59.
 36. Ibrahim K, May C, Patel HP, Baxter M, Sayer AA, Roberts H. A feasibility study of implementing grip strength measurement into routine hospital practice (GRImP): Study protocol. *Pilot Feasibility Stud* [Internet]. 2016;2(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40814-016-0067-x>

Fig1. Mediciones del recto anterior del cuádriceps (ejes X e Y) y grasa supramuscular.

GSM: grasa supramuscular

Fig2. Capacidad predictiva de medicaciones ecográficas y BCM para riesgo de Sarcopenia.

AF: ángulo de Fase, LTI: índice de masa magra.

Fig3. Análisis de correlación del Eje Y con el LTI y Ángulo de fase.

LTI: índice de masa magra. Eje Y del músculo recto anterior por ecografía.

Journal Pre-proof

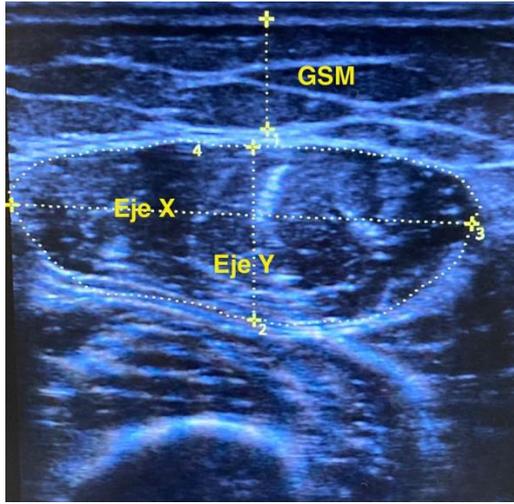


Figura 1

Journal Pre-proof

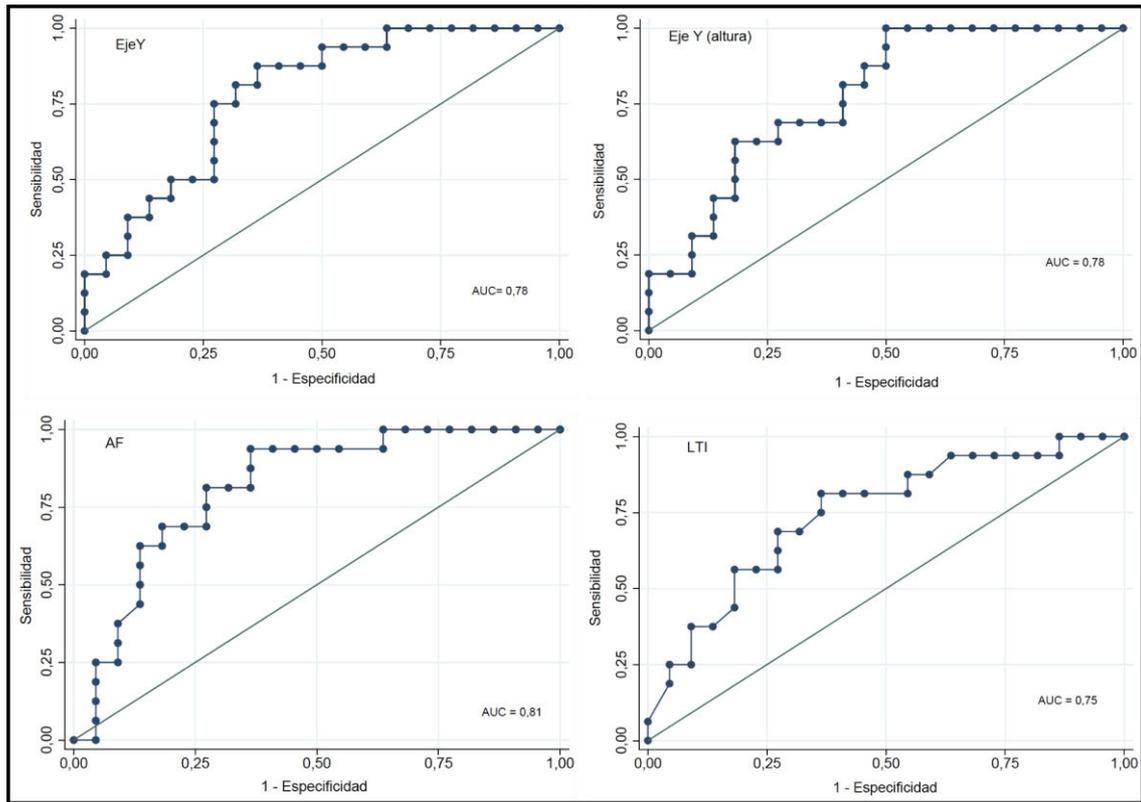


Figura 2

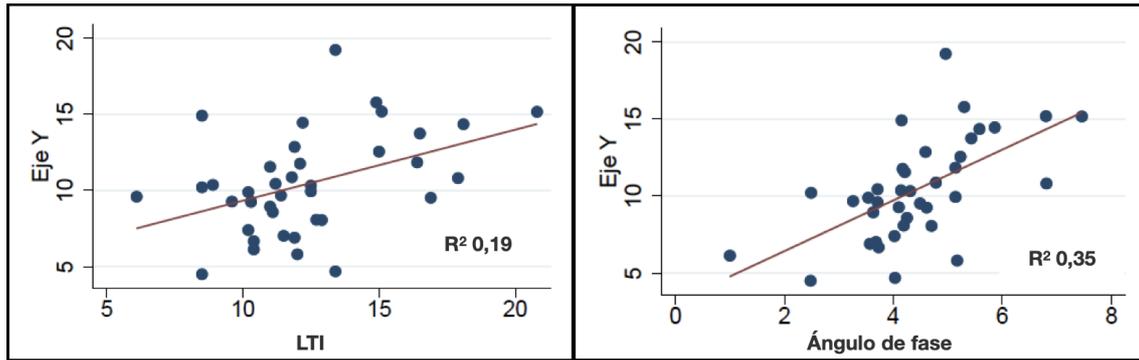


Figura 3

Journal Pre-proof

Tabla 1 . Características basales de los pacientes clasificados por riesgo de sarcopenia

	Sin Riesgo ^a (n 22)	Riesgo de Sarcopenia ^a (n 16)	Total n38	p-valor
Edad (años)	59.6 (15.1)	73.5 (10.8)	65.5 (14.9)	0.002*
Menores de 65 años (%)	54.5	37.5	47.37	0.3
Hombre (%)	63.6	68.7	65.8	0.7
Tiempo diálisis (meses)	17.0 [3.9 – 35.2]	8.3 [0.6 -38.2]	14.1 [1.3-37.6]	0.40
Diabetes (%)	27.27	50.00	36.8	0.2
HTA (%)	90.9	81.2	86.8	0.4
Fuerza palmar (Kg)	30.0 (7.4)	17.8 (5.2)	24.9 (8.9)	<0.001
Fuerza palmar mujeres (Kg)	23.1 (3.7)	12.8 (2.3)	19.1 (6.1)	<0.001
Fuerza palmar hombres (kg)	34.0 (5.9)	20.0 (4.6)	27.8 (8.8)	<0.001
ESCALAS				
Escala FRAIL	1.3 (1.2)	2.9 (1.5)	2.0(1.5)	<0.001*
SPPB	10.6 (1.8)	5.7 (3.5)	8.5 (3.6)	<0.001*
MIS	6.3 (4.1)	9 (4.4)	7.5 (4.5)	0.06
ECOGRAFIA MUSCULAR				
Eje Y (mm)	11.8 (3.3)	8.5 (2.4)	10.4 (3.3)	0.002*
Eje Y _{altura} (mm/ m ²)	4.2 (1.2)	3.0 (0.8)	3.7 (1.2)	0.002*
Eje Y _{sc} (mm/ m ²)	6.6 (1.9)	4.8 (1.1)	5.8 (1.8)	0.002*
Eje X (mm)	35.4 (8.2)	38 (8.2)	36.5 (8.1)	0.30
Área RAC (cm ²)	3.7 (1.4)	2.9 (0.9)	3.4 (1.2)	0.06
RAC _{sc} (cm ² /m ²)	2.0 (0.7)	1.7 (0.4)	1.9 (0.6)	0.07
RAC _{altura} (cm ² /m ²)	1.3 (0.4)	1.0 (0.3)	1.1 (0.4)	0.07
GSM (mm)	8.5 (5.1)	7.1 (3.0)	7.9 (4.4)	0.3
BCM				
OH (L)	1.6 (1.5)	2.5 (2.0)	2.0 (1.7)	0.2
Peso (kg)	71.3 (15.2)	68.1 (16.1)	70.0 (15.5)	0.5
IMC (kg/m ²)	25.1 (5.5)	23.9 (5.2)	24.6 (5.3)	0.5
LTI (kg/m ²)	13.4 (3.1)	10.9 (2.4)	12.4 (3.1)	0.01*
FTI (kg/m ²)	10.9 (6.1)	11.9 (6.3)	11.3 (6.1)	0.7
Ángulo de fase (grados)	4.9 (1.1)	3.8 (0.7)	4.5 (1.1)	0.008*
IMMEA disminuido ^a (%)	40.9	75.0	55.3	0.04*
LABORATORIO				
Hemoglobina (g/dl)	12.1 (1.6)	11.3 (1.6)	11,8 (1,6)	0.09
Ferritina (ng/ml)	598.4 (310.0)	852.5 (933.3)	705.4 (651.0)	0.3
Transferrina (ng/ml)	177 (23.2)	186.1 (48.0)	181.0 (35.5)	0.5
PCR (mg/l)	2.5 [1-9]	9.5 [2-21]	4.5 [1-12]	0.03
Kt/V	2.6 (0.5)	2.3 (0.7)	2.5 (0.6)	0.2
FRR (ml/min/1,73m ²)	5.2 (2.8)	5.5 (5.8)	5.3 (4.2)	0.8

nPCR (g/Kg/D)	1.0 (0.2)	0.9 (0.1)	0.9 (0.2)	0.01*
Urea (mg/dl)	116.5 (15.1)	121.9 (36.1)	119.0 (25.8)	0.6
Colesterol total (md/dl)	134.7 (19.6)	140.6 (37.2)	137.0 (28.1)	0.6
Albúmina (g/dl)	3.8 (0.3)	3.6 (0.5)	3.7 (0.4)	0.09
Prealbúmina (mg/dl)	33.7 (7.4)	27.3 (13.9)	31.0 (11.0)	0.11
Proteínas totales (g/dl)	6.1(0.6)	6.1(0.9)	6.1 (0.7)	0.8
Fósforo (mg/dl)	5.0 (0.9)	4.3(1.3)	4.7 (1.1)	0.04*
Proteína C reactiva (mg/L)	4.7(4.7)	16.3 (21.2)	9.6 (15.1)	0.05*
Linfocitos (x10E3/microL)	1.6 (0.6)	1.9 (2.3)	1.7 (1.5)	0.5

Los datos se muestran como media (desviación estándar), mediana [rango intercuartílico], o número y porcentaje. FA: fibrilación auricular, IC: Insuficiencia cardiaca, OH: sobrehidratación relativa, IMC: índice de masa muscular, LTI: índice de masa magra, FTI: índice de masa grasa. IMMEA: índice de masa muscular esquelética apendicular GSM: grasa supramuscular del muslo. RAC: recto anterior del cuádriceps. SPPB: Short Physical performance Battery. MIS: Malnutrition index score. ^a ajustado a sexo. *p<0.05.