



Universidad Zaragoza

TRABAJO FIN DE MÁSTER:

VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL Y LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN PACIENTES PEDIÁTRICOS CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA.

Víctor Adán Lanceta

Médico Interno Residente de Pediatría del Hospital Infantil Universitario “Miguel Servet”, Zaragoza.

Tutores académicos:

- **Dra. Ruth García Romero (Médico Adjunto, Unidad de Gastroenterología Pediátrica, Hospital Infantil Universitario “Miguel Servet”.**
- **Dr. Feliciano J. Ramos Fuentes (Catedrático vinculado del Servicio de Pediatría, Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa”, Facultad de Medicina, Universidad de Zaragoza.**

MÁSTER EN CONDICIONANTES GENÉTICOS, NUTRICIONALES Y AMBIENTALES DEL CRECIMIENTO Y DESARROLLO.

Zaragoza, Septiembre 2017

CURSO ACADÉMICO 2016-2017

DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA, RADIOLOGÍA Y MEDICINA FÍSICA.

FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

TÍTULO: Valoración del estado nutricional y la composición corporal en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica.

AUTOR: Víctor Adán Lanceta. DNI: 72983821Z

TUTORES: Dra. Ruth García Romero, DNI: 25169727 y Prof. Feliciano J. Ramos Fuentes, DNI: 08795117.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Enfermedades crónicas en pediatría.

CENTRO DE REALIZACIÓN DEL TRABAJO: Hospital Infantil Universitario "Miguel Servet". Zaragoza.

RESUMEN:

INTRODUCCIÓN: Pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) pueden presentar alteraciones nutricionales y de la composición corporal.

OBJETIVOS: Conocer el estado nutricional de pacientes con ERC y comparar la estimación de composición corporal entre antropometría y bioimpedanciometría con parámetros bioquímicos nutricionales y de progresión de ERC.

MATERIAL Y MÉTODOS: Estudio descriptivo de parámetros de composición corporal de 14 pacientes. Se correlacionan estos parámetros obtenidos por antropometría y bioimpedanciometría con parámetros bioquímicos nutricionales y de progresión de la ERC.

RESULTADOS: Los parámetros antropométricos, de bioimpedanciometría y bioquímicos se encuentran dentro lo previamente descrito en pacientes con ERC, con medidas de tendencia central y rangos levemente inferiores a los de referencia en cuanto a la población general. La correlación del porcentaje de masa grasa medido por antropometría (FM%Ant) es mayor con la relación peso/talla (P/TZ), el perímetro de caderas (PCaZ) y el pliegue subescapular (pSeZ), y la del porcentaje de masa grasa medido por bioimpedanciometría (FM%BIVA) con la P/TZ, el perímetro abdominal (PAZ) y el pliegue subescapular (pSeZ). El ángulo de fase (AF) y el porcentaje de masa celular (BCM%BIVA) se correlacionan con los índices nutricionales de Waterloo y Shukla (IW y IS). El intercambio Na/K (Na/K) se correlaciona negativamente de forma moderada con el IW y el IS.

CONCLUSIONES: La composición corporal de pacientes con ERC es similar a la esperada según la bibliografía publicada, con un mayor porcentaje de masa grasa. El perímetro abdominal y el pliegue subescapular son las medidas antropométricas que tiene una correlación más fuerte con el porcentaje de masa grasa y el porcentaje de masa libre de grasa, obtenido por bioimpedanciometría. Parámetros sencillos como el ángulo de fase y el intercambio Na/K se correlacionan con índices nutricionales como el índice de Waterloo y el índice de Sukla.

PALABRAS CLAVE: Enfermedad renal crónica, pediatría, composición corporal, bioimpedanciometría, antropometría.

ABSTRACT:

Assessment of nutritional status and body composition in pediatric patients with chronic kidney disease.

INTRODUCTION: Patients with chronic kidney disease (CKD) may present nutritional and body composition alterations.

OBJECTIVES: To study the nutritional status of patients with CKD, comparing the estimation of body composition measured by anthropometry and bioimpedanciometry with nutritional biochemical parameters and progression of CKD.

MATERIAL AND METHODS: Descriptive study of body composition parameters of 14 patients. These parameters are correlated either by anthropometry and bioimpedanciometry with nutritional biochemical parameters and progression of CKD.

RESULTS: The anthropometric, bioimpedanciometry and biochemical parameters found in our children are similar to what is previously described in patients with CKD, with measures of central tendency and ranges slightly lower than the reference ones in the general population. The correlation of the percentage of fat mass measured by anthropometry (FM%Ant) is higher with the weight/height ratio (W/HZ), the perimeter of the hips (HPZ *-hip perimeter-*) and with the subscapular fold (SefZ), and the percentage of fat mass measured by bioimpedanciometry (FM%BIVA) with W/HZ abdominal perimeter (APZ) and subscapular fold (SefZ). Phase angle (PA) and percentage of cell mass (BCM%BIVA) are correlated with Waterloo and Shukla nutritional indexes (IW and IS). The Na/K (Na/K) exchange is also moderately negatively correlated with the IW and IS.

CONCLUSIONS: The body composition of patients with CKD is similar to that expected according to published data, with a higher percentage of fat mass. The abdominal circumference and the subscapular fold are the anthropometric measures that have a stronger correlation with the percentage of fat mass and the percentage of free mass of fat, obtained by bioimpedanciometry. Simple parameters such as phase angle and Na / K exchange correlate with nutritional indices such as the Waterloo index and the Sukla index.

KEYWORDS: Chronic renal disease, pediatrics, body composition, bioimpedanciometry, anthropometry.

VISTO BUENO DE LOS TUTORES: El Prof. Feliciano J. Ramos Fuentes, Catedrático vinculado del Servicio de Pediatría del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa” y la Dra. Ruth García Romero, Médico Adjunto de la Unidad de Gastroenterología Pediátrica del Hospital Universitario “Miguel Servet” hacen constar que el trabajo de fin de Máster del Programa "Condicionantes genéticos, nutricionales y ambientales del crecimiento y desarrollo" titulado "Valoración del estado nutricional y la composición corporal en pacientes pediátricos con enfermedad renal crónica", del que es autor Víctor Adán Lanceta, ha sido realizado bajo su dirección y se encuentra en condiciones de ser defendido ante el tribunal correspondiente.

Zaragoza, a 31 de agosto de 2017.

ABREVIATURAS:

1. ERC: Enfermedad renal crónica.
2. CAKUT: Anomalías congénitas del riñón y del tracto urinario.
3. BIA: Bioimpedanciometría.
4. BIVA: Bioimpedanciometría vectorial.
5. AF: Angulo de fase.
6. TBW: Agua total.
7. ECW: Agua extracelular.
8. ICW: Agua intracelular.
9. FFM: Masa libre de grasa.
10. BCM: Masa celular.
11. MM: Masa muscular.
12. MG: Masa grasa.
13. Na/K: Intercambio Na/K.
14. GEB: Gasto energético basal.
15. GEBBIVA: Gasto energético basal por bioimpedanciometría vectorial.
16. IMC: Índice de masa corporal.
17. IMCBIVA: Índice de masa corporal por bioimpedanciometría vectorial.
18. MLG: Masa libre de grasa
19. MGant: Masa grasa obtenida por antropometría
20. MLGant: Masa libre de grasa obtenida por antropometría
21. MGbia: Masa grasa obtenida por bioimpedanciometría
22. MLGbia: Masa libre de grasa obtenida por bioimpedanciometría
23. FFM%Ant: Porcentaje de masa libre de grasa por antropometría.
24. FFM%BIVA: Porcentaje de masa libre de grasa por bioimpedanciometría
25. FM%Ant: Porcentaje de masa grasa por antropometría.
26. FM%BIVA: Porcentaje de masa grasa por bioimpedanciometría.
27. pB: Pliegue bicipital.
28. pT: Pliegue tricipital.
29. pSe: Pliegue subescapular.
30. pSi: Pliegue supriliaco.
31. PB: Perímetro braquial.
32. PCa: Perímetro caderas.
33. PA: Perímetro abdominal.
34. pB: Pliegue bicipital (z-score).
35. pT: Pliegue tricipital (z-score).
36. pSe: Pliegue subescapular (z-score).
37. pSi: Pliegue supriliaco (z-score).
38. PB: Perímetro braquial (z-score).
39. PCa: Perímetro caderas (z-score).
40. PA: Perímetro abdominal (z-score).
41. FGE: Filtrado glomerular estimado.

ÍNDICE

1. Antecedentes y justificación.
 - 1.1. Enfermedad renal crónica y su afectación en el estado nutricional, la composición corporal y el desarrollo.
 - 1.2. Valoración del estado nutricional.
 - 1.2.1. Antropometría.
 - 1.2.2. Bioimpedanciometría.
 - 1.2.3. Método bioquímico.
 - 1.3. Hipótesis de trabajo.
2. Objetivos del estudio.
 - 2.1. Objetivo principal.
 - 2.2. Objetivos específicos.
3. Material y métodos.
 - 3.1. Diseño del estudio.
 - 3.1.1. Obtención de los datos.
 - 3.1.2. Variables y métodos de medida.
4. Resultados.
 - 4.1. Análisis descriptivo.
 - 4.1.1. Aspectos generales de la muestra.
 - 4.1.2. Análisis de la composición corporal por antropometría.
 - 4.1.3. Análisis de la composición corporal por bioimpedanciometría.
 - 4.1.4. Valores analíticos.
 - 4.2. Análisis comparativo.
 - 4.2.1. Relación entre la masa grasa obtenida por antropometría y bioimpedanciometría con parámetros antropométricos.
 - 4.2.2. Relación entre la masa libre de grasa obtenida por antropometría y bioimpedanciometría con parámetros antropométricos y de bioimpedanciometría.
 - 4.2.3. Relación entre parámetros de bioimpedanciometría relacionados con enfermedades crónicas y parámetros bioquímicos e índices nutricionales.
5. Discusión.
6. Conclusiones.
7. Bibliografía.

1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.1 ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA Y SU AFECTACIÓN EN EL ESTADO NUTRICIONAL, LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y EL DESARROLLO.

La enfermedad renal crónica (ERC), definida como la alteración de marcadores de lesión renal y/o disminución del filtrado glomerular estimado (FGE) <60 mL/min/1,73m², durante 3 meses, es una situación patológica compleja debido a las múltiples etiologías (enfermedades renales congénitas, adquiridas, hereditarias y metabólicas) y a las múltiples manifestaciones clínico-analíticas¹.

Los niños afectados de ERC secundaria a glomerulopatías crónicas pueden presentar edema, hipertensión, hematuria y proteinuria. Los lactantes y niños con anomalías congénitas del riñón y del tracto urinario (CAKUT, del inglés "*congenital anomalies of kidney and urinary tract*") a menudo presentan poliuria y sufren con mayor frecuencia episodios de deshidratación e infección del tracto urinario. La nefronoptosis juvenil familiar puede dar una clínica insidiosa de vómitos, anorexia, cefalea, fatiga, polidipsia y poliuria. Los niños afectados de ERC de larga evolución pueden presentar además alteraciones del metabolismo óseo mineral (osteodistrofia renal en términos histopatológicos), edemas e hipertensión. Las manifestaciones clínicas como hemos comentado son múltiples y algunas de ellas comunes a toda ERC, independientemente de la etiología que la ha provocado.

La desnutrición, el retraso del crecimiento y las alteraciones del volumen de líquido extracelular son tres de las manifestaciones clínicas más comunes en ERC, especialmente a menor edad del niño y mayor grado de afectación renal. Las dos primeras de vital importancia en el paciente pediátrico por ser un organismo en desarrollo y crecimiento.

La causa de la desnutrición en la ERC es doble y ambas coexisten en la mayoría de los pacientes. En primer lugar la disminución de los aportes por anorexia secundaria a la uremia y el aumento de pérdida de nutrientes por defectos en la reabsorción tubular. En segundo lugar el aumento de mediadores inflamatorios que disminuyen la síntesis proteica y aumentan el catabolismo proteico además de producir anorexia que reduce la ingesta.

Además la desnutrición provoca alteraciones en la función renal que en la ERC puede empeorar la situación clínica creando un dilema patológico:

- Disminución de la filtración: Los niveles de urea y creatinina son más bajos de lo que corresponde al grado de afectación renal. Este descenso es secundario a la disminución de la masa corporal magra.

- Menor capacidad de concentración debida, posiblemente, a una disminución de la concentración de urea en la médula renal.

- Disminución de la capacidad de acidificar la orina debido a una producción disminuida de protones que se generan a partir de la degradación proteica.

El retraso del crecimiento en ERC se debe a tres causas fundamentalmente: a la desnutrición proteico-calórica, a la acidosis metabólica y a la resistencia parcial a la hormona de crecimiento (GH) que se produce en ERC². El retraso y la pérdida de potencial crecimiento tienen devastadoras consecuencias físicas y psicológicas que incrementan la morbilidad y mortalidad en el futuro del paciente como adulto³. La administración exógena de hormona de crecimiento recombinante humana (rhGH) permite corregirlo y alcanzar y mantener una talla normal⁴.

Las alteraciones del volumen de líquido extracelular son frecuentes en la ERC y participan en los trastornos del equilibrio hidroelectrolítico. En los niños con CAKUT, tales como uropatía obstructiva y displasia renal, leves disminuciones del FG se suelen acompañar de una elevada pérdida de sodio y agua que conduce a una depleción intravascular¹. En estadios terminales de la ERC se deteriora el control de la reabsorción de sodio a nivel de túbulo distal y se produce una retención de sodio y agua que provoca una sobrecarga de volumen. Esta situación es por si sola un factor de riesgo cardiovascular en paciente con ERC en diálisis⁵.

La adecuada valoración del estado nutricional, del crecimiento y de la composición corporal⁶ va a permitir la detección temprana de desnutrición, retraso de crecimiento y alteraciones del volumen de líquido extracelular, trastornos todos ellos comunes en toda ERC y que tienen un impacto directo en la morbilidad y mortalidad a medio y largo plazo⁷⁸. El análisis de la composición corporal en pacientes con enfermedad renal crónica ha ido ganando interés en los últimos años como consecuencia del gran impacto que tiene como factor de riesgo de morbimortalidad⁹.

Para ello disponemos de diferentes métodos: el método antropométrico, el método bioquímico, métodos bioeléctricos, métodos de imagen y la recogida de la historia dietética.

1.2 VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

La valoración nutricional debería formar parte de la evaluación clínica de todos los individuos, más aún en personas con alguna enfermedad crónica, ya que permite no sólo determinar su estado nutritivo, sino también valorar los requerimientos nutricionales, la posibilidad de presentar riesgos sobreañadidos a su enfermedad atribuibles a una posible alteración del estado de nutrición y evaluar la eficacia de una determinada terapia nutritiva. En niños las enfermedades crónicas condicionan un importante deterioro de la nutrición, que es tanto mayor cuanto más incide sobre periodos de crecimiento acelerado en los que la situación de balance energético negativo es más acentuada.

La valoración del estado nutricional consiste en la cuantificación de los depósitos energéticos y del contenido proteico del organismo¹⁰.

1.2.1 ANTROPOMETRÍA

Informa de las dimensiones corporales y de la composición corporal. Es un método, sencillo, barato, rápido y cuando se realizan revisiones periódicas es posible controlar el progreso individual del paciente. Es necesario comparar cualquier dato antropométrico con los valores de normalidad esperados para la edad y la etnia del individuo. Exigen minuciosidad por parte del evaluador pudiendo producirse errores derivados de evaluaciones realizadas por observadores diferentes o mal entrenados. Diversos estudios han mostrado el alto índice de correlación entre los datos obtenidos mediante los parámetros antropométricos y los obtenidos con otros métodos. El equipo que se usa incluye un tallímetro o un estadiómetro, una báscula, una cinta métrica no extensible y un lipocalibrador. Si las medidas se recogen correctamente y se comparan con los estándares de referencia apropiados (expresados en percentiles y en Z-score) se puede evaluar, de forma indirecta, el estado nutricional y controlar el progreso individual del paciente.

- Medidas antropométricas básicas: Fundamental obtenerlas con una técnica estandarizada y el material adecuado.

- Peso: Valora la masa corporal pero es poco preciso ya que varía con el estado de hidratación, los alimentos... Se utiliza una báscula clínica.

- Talla: Niños hasta 2-3 años se mide la longitud en decúbito y a partir de esa edad la estatura.

- También son útiles los índices de relación peso-talla que proporcionan información

rápida acerca del estado de desnutrición aguda o crónica del niño pero sin tener en cuenta la composición corporal del mismo.

- **Perímetro braquial:** Se mide en el brazo izquierdo o no dominante con una cinta métrica. Se coloca el brazo en ángulo recto y se mide en el punto medio equidistante entre el acromion y el olecranon sin comprimir los tejidos. Valora la composición corporal (grasa y masa muscular). También se suele medir la circunferencia a nivel de la cintura y a nivel de la cadera.

- **Pliegues cutáneos:** Se miden los pliegues tricípital, bicipital, subescapular y suprailíaco izquierdos o del lado no dominante. Evalúan la grasa subcutánea a partir de la cual se puede estimar la masa grasa. En cada pliegue deben realizarse 3 mediciones y se toma como valor final la media aritmética de estos 3 valores. Se usa un calibrador del pliegue cutáneo. Los pliegues se miden en las zonas indicadas aplicando el calibrador horizontalmente manteniéndolo durante unos 3 segundos.

a) **Pliegue tricípital (pT):** Se mide con el individuo de pie, con el codo extendido y el brazo aducido, el lipocalibre o plicómetro se coloca en el punto medio entre olecranon y acromion en la piel que cubre el músculo tríceps.

b) **Pliegue bicipital (pB):** se mide al mismo nivel que el tricípital, pero en la cara anterior del brazo.

c) **Pliegue subescapular (pSe):** Se mide un centímetro por debajo del ángulo escapular, con una inclinación de 45° respecto a la columna vertebral, con los hombros del individuo relajados.

d) **Pliegue suprailíaco (pSi):** Sobre la cresta ilíaca, en la línea axilar media, siguiendo el pliegue cutáneo oblicuo hacia delante y abajo con el individuo respirando normalmente.

Fórmulas para el cálculo de la grasa corporal en función de los pliegues cutáneos	
<i>Ecuaciones logarítmicas</i>	
1. Cálculo de la densidad corporal (DC):	
Fórmulas de Brook ⁹ (1-11 años):	
Niñas: $DC = 1,2063 - (0,0999 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$	
Niños: $DC = 1,1690 - (0,0788 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$	
Fórmulas de Durnin ^{10,11} (>11 años):	
Niñas: $DC = 1,1369 - (0,0598 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$	
Niños: $DC = 1,1533 - (0,0643 \times \log [PCB + PCT + PCSE + PCSI])$	
2. Cálculo del porcentaje de grasa corporal (%GC) a partir de la densidad corporal (DC):	
Fórmula de Siri ¹² : $\%GC = (495 / DC) - 450$	
<i>Ecuaciones no logarítmicas</i>	
Fórmulas de Slaughter ¹³ (validadas en adolescentes):	
Niñas:	
$\%GC = 1,33 (PCT + PCSE) - 0,013 (PCT + PCSE)^2 - 2,5$	
Si $(PCT + PCSE) > 35$ mm: $\%GC = 0,546 (PCT + PCSE) + 9,7$	
Niños:	
Prepúberes: $\%GC = 1,21 (PCT + PCSE) - 0,008 (PCT + PCSE)^2 - 1,7$	
Púberes: $\%GC = 1,21 (PCT + PCSE) - 0,008 (PCT + PCSE)^2 - 3,4$	
Pospúberes: $\%GC = 1,21 (PCT + PCSE) - 0,008 (PCT + PCSE)^2 - 5,5$	
Si $(PCT + PCSE) > 35$ mm: $\%GC = 0,783 (PCT + PCSE) + 1,7$	
PCB: pliegue cutáneo bicipital; PCSE: pliegue cutáneo subescapular; PCSI: pliegue cutáneo suprailíaco; PCT: pliegue cutáneo tricípital.	

Tabla 1.1. Fórmulas para el cálculo de la grasa corporal en función de los pliegues cutáneos.

Se han descrito fórmulas matemáticas^{11.12.13} que relacionan los pliegues con la densidad corporal total y con el porcentaje de grasa corporal. La fórmula más conocida es la de Siri¹⁴: % grasa corporal = [(4,95 / D) – 4,5] * 100 donde D representa la densidad corporal obtenida por la fórmula de Durmin-Womersley que usa los valores obtenidos de la suma de los cuatro pliegues cutáneos: $D = C - M * \log(PT + PB + PS + PA)$. Donde C y M son dos coeficientes publicados por Durmin y Womersley según la edad y sexo del paciente: C = 1,1143 en varones y 1,1278 en mujeres; M = 0,0618 en varones y 0,0775 en mujeres. El valor obtenido en la fórmula de Siri se multiplica por el peso del paciente y se obtiene el peso de la masa grasa, que restada del peso corporal total permite conocer el valor de la MLG.

Limitaciones:

- La cantidad de pliegue cutáneo cogido entre los dedos para medir varía entre observadores.
- En personas muy obesas, el pliegue puede ser mayor que la amplitud de apertura de los brazos del lipocalibre.
- Si se efectúan lecturas muy repetidas en la misma zona puede producirse un cierto edema que interfiere en el resultado.
- La profundidad a la que se colocan los brazos del lipocalibre varía entre observadores.
- Si el paciente presenta una sensación de molestia, puede moverse, estar tenso, etc.
- El tiempo que el pliegue permanezca aprisionado entre los brazos del lipocalibre influye también en el resultado.
- Velocidad de crecimiento: Calcula el incremento de la talla por unidad de tiempo¹⁵.

● Interpretación: Es necesario comparar las medidas del paciente con patrones de referencia, lo que se puede hacer mediante percentiles o calculando el z-score.

- Percentiles: Indican qué porcentaje de la población de la misma edad y sexo se halla por arriba o debajo de la medición efectuada. El P50 corresponderá a la mediana.

- Z-score: Expresa las unidades de medición estándar de la mediana. Permite comparar niños de diferente edad y sexo.

Existen índices para categorizar el estado de nutrición:

- Relación peso/talla útil para detectar precozmente la desnutrición

- Índice de masa corporal o índice de Quetelet: Su valoración se realiza mediante curva percentilizada o con z-score. Se calcula $\text{peso(kg)/talla(m}^2\text{)}$.

La sencillez de la toma de las medidas, la inocuidad o la rapidez de la toma de medidas son las ventajas del método antropométrico¹⁶. Sus desventajas son la variabilidad inter-observador e intra-observador y que comparas con estándares de referencia que se basan en poblaciones que pueden no adaptarse bien a las características de los pacientes a los que se aplican. En los niños afectos de ERC el método antropométrico sigue siendo una herramienta básica para su valoración nutricional prediálisis¹⁷, en diálisis¹⁸ y postransplante¹⁹.

1.2.2 BIOIMPEDANCIOMETRÍA

Es un método que, basándose en el concepto de impedancia (Z)²⁰, analiza la composición corporal y obtiene datos sobre el estado de hidratación y nutrición del paciente. La impedancia (Z) es la oposición que muestra un cuerpo conductor al paso de una corriente eléctrica. Existen diferentes métodos para realizar esta prueba, pero el más habitual consiste en pasar una corriente monofrecuencia de muy baja intensidad (50kHz) a través de cuatro electrodos colocados dos a dos en la mano y el pie del mismo hemitruco. Es una prueba indolora ya que la intensidad es tan baja que es imperceptible por el paciente. En el análisis se asume que, al paso de la corriente eléctrica, el cuerpo humano se comporta como un cilindro en el que la impedancia es directamente proporcional a la longitud (L) e inversamente proporcional a la sección transversal (A) (Ley de Ohm). La oposición que el cuerpo humano ofrece al paso de la corriente está formada por dos componentes: la resistencia (R) que ofrece el fluido intra- y extracelular y la reactancia (X_c) de las membranas celulares (tejido celular). La resistencia (R) al paso de la corriente, que viene dada principalmente por el contenido de agua, que es un excelente conductor, de tal modo que cuanto mayor es su contenido, menor es la R y viceversa. Esto permite analizar el estado de hidratación y distinguir tejidos con gran cantidad de agua como el músculo y tejidos con poca cantidad de agua, como la grasa, el pulmón o el hueso. El segundo componente es la reactancia (X_c), que determina la capacidad de las células para almacenar energía, ya que se comportan como condensadores eléctricos al paso de una corriente eléctrica, donde las membranas celulares actúan como conductores y el contenido celular actúa como dieléctico, que es donde se almacena la carga una vez que se hace pasar la corriente. Los dos componentes vienen expresados en Ohmios (Ω), tienen una representación vectorial y su resultante vectorial es la impedancia (Z).

El ángulo que forman la R y la Xc se denomina ángulo de fase (φ), que normalmente es inferior a 10° , ya que la R es muy superior a la Xc.

En resumen, mientras que la R determina preferentemente el estado de hidratación, la Xc determina preferentemente el estado nutricional.

Con la BIA se realiza la medición de la resistencia (R) y reactancia (Xc) y a través de una ecuación de regresión se pueden calcular los parámetros de:

- Agua corporal total (en inglés, *total body water*, TBW)²¹.
- Masa libre de grasa o masa magra (en inglés, *fat-free mass*, FFM).
- Masa grasa (MG) (en inglés, *fat mass*, FM).
- Agua intra y extracelular (en inglés, *intracellular and extracellular water*, ICW, ECW).

Existen distintas ecuaciones para realizar el cálculo, pero en todas ellas se incluyen por lo menos datos de altura y peso del paciente y la sección transversal (A) es considerada una constante. En la mayoría de las ecuaciones se dejan de lado los datos de reactancia (Xc).

Clasificación de los métodos de BIA:

1. Según la posición de los electrodos:

1.1. BIA distal: Consiste en colocar 4 electrodos uno encima de la articulación metacarpofalángica del tercer dedo, otro en la zona dorsal del antebrazo en la línea que une las cabezas radial y cubital, otro encima de la articulación metatarsfalángica del tercer dedo y otro en el tobillo en la línea que une el maleolo tibial y el peroneo en la cara anterior de la pierna.

1.2. BIA proximal: Los electrodos radiocubital y tibioperoneo se colocan en las fosas antecubital y poplíteas para intentar mejorar la estimación de la masa magra. No demostrada la superioridad frente al modelo anterior.

1.3. BIA de arco superior: Mide la impedancia a lo largo de los brazos y en el arco escapular.

1.4. BIA de arco inferior: Los electrodos son 4 placas de acero inoxidable sobre las que se apoya el individuo.

1.5. BIA segmentario: presenta dificultades al establecer los puntos de referencia en los cuales deben colocarse los electrodos por lo que todavía no está estandarizada

2. Según los métodos de medida de la impedancia:

2.1. BIA monofrecuencia: Es la técnica estándar. Envía una frecuencia de 50 KHz. Con esta frecuencia el componente de reactancia se desprecia y se considera que el componente de resistencia equivale a la impedancia corporal.

2.2. BIA multifrecuencia: Disponen de un abanico de frecuencias de hasta 500-1000

KHz. Con ellos se obtiene una estimación más precisa del agua corporal total. La medida del ACT (Suma de los compartimentos extracelular e intracelular es la que mejor correlación muestra con la MLG).

2.3. BIA espectroscópico: Permanece en el campo de la investigación.

3. Según la interpretación del valor de la impedancia:

3.1. Convencional: Considera al organismo como un conductor cilíndrico de área de sección constante y longitud variable, correspondiente a la talla del individuo. Considera el valor de la resistencia como valor de impedancia, despreciando el valor de la reactancia.

3.2. Vectorial: La bioimpedancia vectorial (BIVA) es un tipo de análisis de la bioimpedancia en la que además de la resistencia se tiene en cuenta la reactancia y con ambas se obtiene el vector de impedancia Z que es representado gráficamente mediante el gráfico $R \times C$ (fig.1.1). Este gráfico está estandarizado por altura y en él figuran las elipses que indican el 50%, 75% y el 95% de tolerancia en población sana, siendo distintas según el sexo y la raza²². Dependiendo de la situación del vector con respecto a las elipses se puede conocer si los estados de hidratación y nutrición del paciente están dentro de la normalidad.

3.3. Cuando el vector de impedancia de un paciente cae fuera de la elipse de tolerancia al 75% es posible identificar si esta alteración es debida a su estado de hidratación o de nutrición según el desplazamiento del vector sobre los ejes:

3.4. • Vectores que están por encima del eje menor indican deshidratación, mientras que si están por debajo indican un exceso de líquido.

3.5. • Un vector situado a la izquierda del eje mayor indica un aumento de tejidos blandos [diferenciando si es debido a aumento de masa muscular (atletas) o a masa

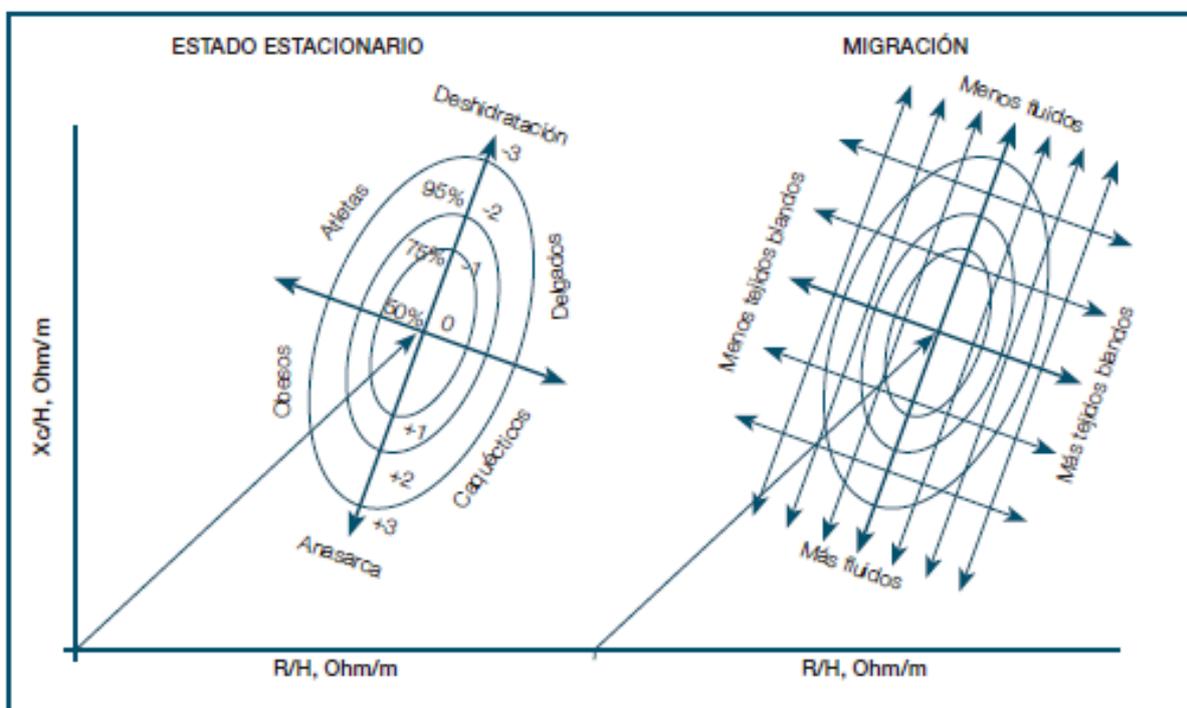


Figura 1.1. Gráfico de valores de resistencia, reactancia y ángulo de fase.

grasa (obesos)] y si está situado a la derecha, disminución de dicha masa, diferenciando también si el paciente se encuentra en un estado caquéctico o está simplemente delgado.

3.6. Condiciones para la realización de BIA

- Limpiar la piel donde se colocan los electrodos con alcohol.
- Paciente en decúbito supino sobre una superficie no conductora con el brazo y la pierna donde se colocan los electrodos separados en abducción 45° del resto del cuerpo
- El paciente debe estar con la vejiga vacía y en ayunas de al menos 4 horas
- No hacer ejercicio físico antes del examen.
- No ingerir alcohol desde el día anterior al examen.

Consideraciones sobre el empleo de la BIA en clínica:

El empleo de BIA presenta varias ventajas: Es un método poco costoso, portátil, no invasivo, se puede realizar en individuos encamados y presenta menor variabilidad entre observadores que las técnicas antropométricas. Todo ello lo hace especialmente idóneo para su empleo en estudios poblacionales, consiguiendo medidas bastante precisas de agua corporal total, masa grasa y masa libre de grasa.

La BIA no mide ningún compartimento directamente, por esto las inferencias realizadas están influidas por la geometría corporal, las variaciones en la hidratación y las diferencias tisulares al paso de la corriente. Por tanto existen diferencias condicionadas por el sexo, la edad, la raza e incluso en el mismo individuo en diferentes estados fisiológicos y situaciones de enfermedad. Por tanto los modelos matemáticos obtenidos son muy dependientes de la población en la que se han desarrollado y deberían aplicarse en individuos que tuvieran características similares²³.

En pacientes pediátricos con ERC o patología glomerular con edemas la BIVA ha demostrado que detecta estados de deshidratación y de sobrehidratación²⁴. En otros estudios en pacientes no pediátricos afectados de ERC se ha encontrado correlación con valores antropométricos y bioquímicos nutricionales como el perímetro braquial, la masa corporal magra²⁵, la albúmina y la creatinina²⁶.

1.2.3 MÉTODO BIOQUÍMICO

A partir de la determinación en sangre u orina de diferentes parámetros, permite obtener información acerca del estado de diversos nutrientes en el organismo, así como de algunos compartimentos, fundamentalmente el magro. De entre todos ellos

destacar la albúmina que es un marcador de pronóstico en caso de diálisis, y que tiene un papel predominante como marcador inflamatorio además de depender del estado nutricional de las últimas semanas. El método bioquímico también es útil para valorar la repercusión bioquímica del daño renal con repercusión en el metabolismo intermediario de nutrientes²⁷. En los controles bioquímicos es obligada la valoración de las alteraciones hidroelectrolíticas, del equilibrio ácido-base y de la afectación del metabolismo fosfocálcico²⁸ debido a que la hiponatremia es responsable de la mala incorporación celular de los nutrientes, a que la acidosis favorece la rotura proteica²⁹ y a que parámetros del metabolismo fosfocálcico, como el fósforo, intervienen en la pérdida de función renal.

1.3 HIPÓTESIS DE TRABAJO

Debido a las alteraciones que se observan en la ERC, la hipótesis de este trabajo es que hay una correlación entre estos métodos y variables diferentes que proporcionan información acerca de múltiples aspectos del estado nutricional del paciente pediátrico con ERC. Información que es vital para el diagnóstico de manifestaciones comunes en ERC en edad pediátrica (desnutrición, retraso del crecimiento y alteraciones del volumen de líquido extracelular), para su manejo terapéutico, seleccionando una correcta suplementación o nutrición enteral, y para su seguimiento. Ninguno de ellos son considerados de referencia y todos tienen ventajas y limitaciones. Lo óptimo es utilizar más de uno, que sean de fácil aplicación y que proporcionen la información más eficaz y efectiva para el manejo del paciente.

Es por ello que el objetivo de nuestro proyecto es evaluar mediante diferentes métodos de valoración nutricional la composición corporal del paciente pediátrico con ERC. De esta manera, obtendremos datos que permitan elegir de entre todo el conjunto de métodos o variables que se han evaluado, los más disponibles, aplicables y eficaces para nuestro centro y para el manejo integral del paciente pediátrico con ERC.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

- Realizar valoración del estado nutricional y de la composición corporal de los pacientes pediátricos afectos de ERC controlados en la Unidad de Nefrología Pediátrica del Hospital Infantil “Miguel Servet” de Zaragoza.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar la correlación entre los parámetros de composición corporal obtenidos mediante BIVA y los obtenidos mediante el método antropométrico.
- Estudiar la relación entre composición corporal y parámetros analíticos nutricionales y renales como albúmina, proteínas totales, fósforo, filtrado glomerular, etc.
- Conocer la composición corporal de pacientes con distintos grados de ERC.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio descriptivo transversal de tipo serie de casos en el que se ha realizado la obtención de la mayoría de los datos de forma transversal cuando los pacientes decidían participar en el estudio y algún dato de forma retrospectiva, ya que se cogieron los datos bioquímicos de la analítica sanguínea más reciente.

En el estudio se han incluido 14 pacientes con ERC, que acuden a consultas externas de Nefrología Pediátrica del Hospital Infantil Universitario “Miguel Servet” de Zaragoza.

A todos ellos se les ha realizado un estudio antropométrico y el análisis de composición corporal mediante bioimpedanciometría. Además se han recogido los datos bioquímicos pertenecientes a su analítica más reciente. Todas las pruebas forman parte del estudio anual rutinario a excepción de la bioimpedanciometría eléctrica.

Criterios de inclusión:

1.- Pacientes afectos de ERC, es decir según las guías KDIGO 2012 tener un filtrado glomerular (FG) disminuido (FG <60 ml/min/1,73 m²) y/o presencia de marcadores de daño renal (albuminuria aumentada y/o anomalías del sedimento urinario y/o anomalías electrolíticas u otras anomalías debidas a trastornos tubulares

y/o anomalías detectadas histológicamente y/o anomalías estructurales detectadas con pruebas de imagen y/o historia de trasplante renal.

- 2.- Pacientes entre 0 y 18 años de edad.
- 3.- Firma del consentimiento informado para participar en el estudio.
- 4.- Ayuno (comida y líquidos) de unas 4 horas mínimo previo a BIVA.
- 5.- Micción previa a BIVA para vaciar vejiga.

Criterios de exclusión:

- 1.- Pacientes mayores de 18 años.
- 2.- No realización de ayuno o micción previa.
- 3.- Realización de ejercicio físico antes del examen.
- 4.- Enfermedad intercurrente o descompensación de su ERC.
- 5.- No desear participar en el estudio.

3.1.1 Obtención de los datos

Inicialmente se facilitó la información del estudio a los pacientes que presentaban los criterios de inclusión descritos mediante una carta y una llamada telefónica posterior. Si estaban de acuerdo con el estudio se concertó una cita para realizar las mediciones antropométricas y de bioimpedanciometría correspondientes y en dicha visita se procedió también a la firma del consentimiento informado.

Los datos se recogieron de la siguiente manera:

- Datos epidemiológicos: Se ha realizado una revisión de la historia clínica de los pacientes del estudio.

- Datos antropométricos: Se han realizado mediciones antropométricas a los pacientes que tras informarse del estudio acudieron a la cita.

-Datos de impedancia bioeléctrica: A todos los pacientes incluidos en el estudio se les ha realizado un análisis de la composición corporal mediante BIA con BIA 101 Anniversary (Akern Bioresearch), realizada el mismo día que acudían a la medición de los parámetros antropométricos. Para la realización de la BIA se comprobó el cumplimiento de las siguientes condiciones: temperatura ambiental de 20 a 35°C, no utilizar diuréticos en la semana previa, no haber consumido alcohol en 48 horas previas al análisis, no haber realizado ejercicio en las 12 horas previas y no haber

ingerido alimentos ni bebidas en las 4 horas previas.

Para la realización de la medición se coloca al paciente en decúbito supino sobre la camilla y se colocan 2 electrodos en extremidad inferior y 2 en extremidad superior. Los electrodos tienen un tamaño de unos 5 cm², son desechables y adhesivos, gracias a un gel electrolítico sólido. De los 4 electrodos, los proximales son de detección de voltaje y los distales, de inyección de corriente. Los cables se ajustan a los electrodos a través de pinzas, ubicando el extremo negro proximal y el rojo distal. Durante la medición, el paciente permanece en reposo durante 2-3 minutos. El dispositivo, nos da los datos de resistencia, reactancia y ángulo de fase. Posteriormente, estos datos se introducen en el software (Akern Bioresearch), obteniendo los datos de composición corporal detallados en el siguiente apartado.

- Datos analíticos: Se han seleccionado los datos de las últimas analíticas sanguíneas de los pacientes.

3.1.2 Variables y método de medida

- Variables epidemiológicas: Edad, sexo y enfermedad que padecen.

- Variables antropométricas:

- Peso, talla e índice de masa corporal (IMC), calculado en z-scores.

- Perímetros corporales (braquial, abdominal y cadera) mediante una cinta métrica inextensible y flexible, calibrada en milímetros (precisión 1 mm) y calculado su z-score.

- Medición de pliegues (bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco) mediante un lipocalibrador de presión constante (10 g/m²), con precisión de 0,2 mm. La técnica de medida debe ajustarse a un procedimiento estandarizado: se delimitan la piel y el tejido celular subcutáneo tomando un pliegue entre los dedos pulgar e índice, dejando resbalar el tejido muscular u óseo, se deben medir en el hemicuerpo no dominante. Se siguió la técnica de medición y localización de los pliegues según lo expuesto en el apartado de introducción. Posteriormente se calculó su z-score.

Para realizar el análisis de composición corporal y estado nutricional a partir de los datos antropométricos, se utilizarán gráficas de crecimiento de Fernández et al 2011 y SERRA MAJEM et al 2002 (ENKID), utilizando para su cálculo la aplicación nutricional denominada Gastroinf de la SEGHP (Sociedad Española de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátrica) disponible online. Mediante la fórmula de Siri se obtienen, a partir de los datos antropométricos, el porcentaje de grasa corporal, la masa grasa y la masa libre de grasa. Además también se calcula el gasto energético basal y total según la fórmula de la OMS aplicando de un factor de actividad física

ligera.

- Variables obtenidas por impedancia bioeléctrica: Resistencia (R), reactancia (Xc) y ángulo fase han sido cuantificadas por BIA con un dispositivo marca Akern (BIA Anniversary, 101), monofrecuencia a 50 Hz, tetrapolar (4 electrodos). Los datos obtenidos mediante BIA se analizan mediante el programa informático AKERN BIORESEARCH, obteniendo los siguientes datos: porcentaje de agua corporal total (TBW%BIVA), porcentajes de agua extracelular (ECW%BIVA) e intracelular (ICW%BIVA), porcentajes de masa libre de grasa (FFM%BIVA), masa celular (BCM%BIVA), masa muscular (MM%BIVA), masa grasa (FM%BIVA), metabolismo basal (GEBBIVA) e índice de masa corporal (IMCBIVA).

- Variables analítica sanguínea: Se recogen los valores de osmolalidad, urea, creatinina, colesterol, albúmina, proteínas totales, ácido úrico, fósforo, calcio, sodio, potasio, cloro, gasometría capilar, parámetros analíticos en orina: Osmolalidad, urea, creatinina, ácido úrico, calcio, fósforo, sodio, potasio, cloro y albuminuria y cálculo de filtrado glomerular estimado (FGE) según fórmulas de Schwartz modificada 2009 y del volumen urinario.

4.RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO

4.1.1 Aspectos generales de la muestra

La muestra sobre la que se ha realizado el estudio la componen un total de 14 pacientes con una edad media de 9,7 años \pm 5,594 con un rango de 2 a 18 años y una mediana de 10 años (Tabla 4.1 y Figura 4.1).

Edad (años)		
N	Válido	14
Media		9,71
Mediana		10,00
Desviación estándar		5,594
Varianza		31,297
Rango		16
Mínimo		2
Máximo		18

Tabla 4.1. Análisis descriptivo variable edad

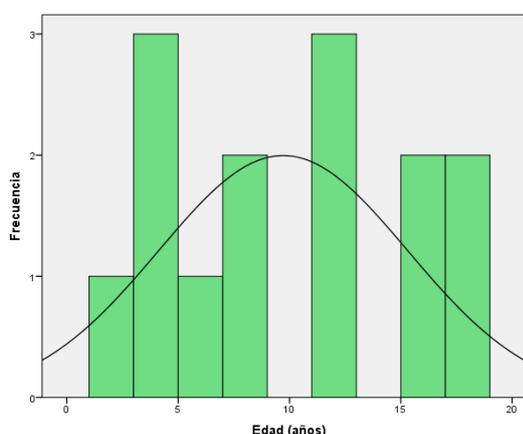


Figura 4.1. Variable edad.

En cuanto al género, el 50% eran varones (7 pacientes) y 50% eran mujeres (7 pacientes) (Figura 4.2).

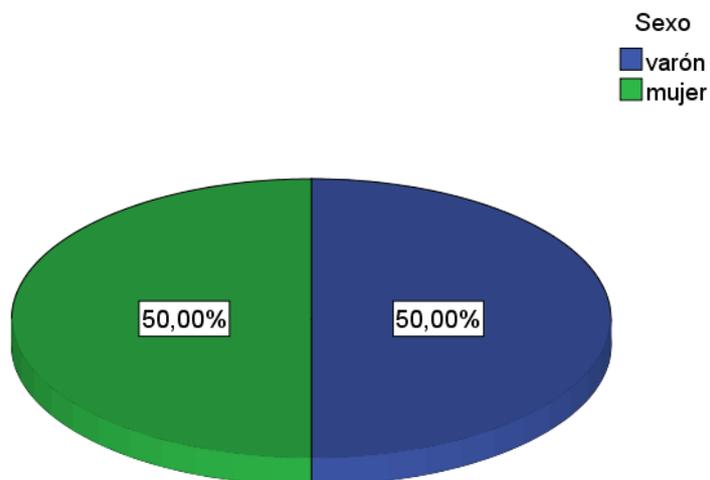


Figura 4.2. Distribución de la muestra según edad

La mayor parte de la muestra está formada por pacientes afectados de CAKUT (7 pacientes 50%) dentro de las cuales tenemos: hipoplasia renal bilateral, válvulas de uretra posterior, síndrome papilo-renal, monorroño con riñón único multiquístico y malformaciones urológicas complejas con riñón -único con duplicidad de vejiga y uretra. IRA en contexto de hipoxia neonatal en 2 pacientes, un 14,29%. Hipomagnesemia Familiar con Hipercalciuria y Nefrocalcinosis en 2 pacientes, un 14,29%. RVU en 1 paciente, un 7,14%. Vejiga neurógena en paciente con un mielomeningocele en 1 paciente, un 7,14%. PQRAR en 1 paciente, un 7,14%.

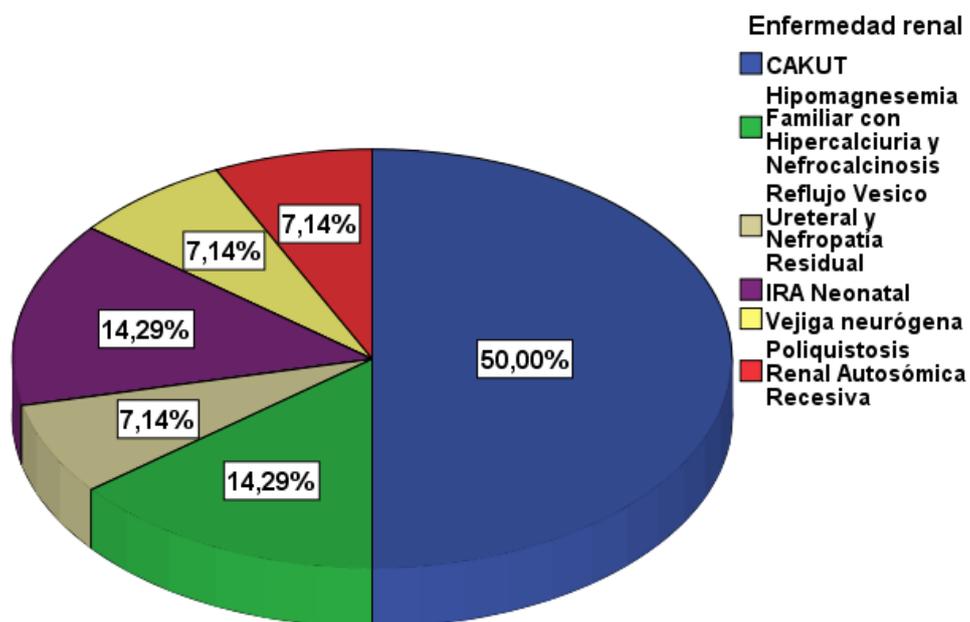


Figura 4.3. Distribución de la muestra según enfermedad

De los pacientes estudiados el 50% llevan una dieta estricta de restricción proteica mientras que el 48,48% llevan una dieta libre (figura 4.4).

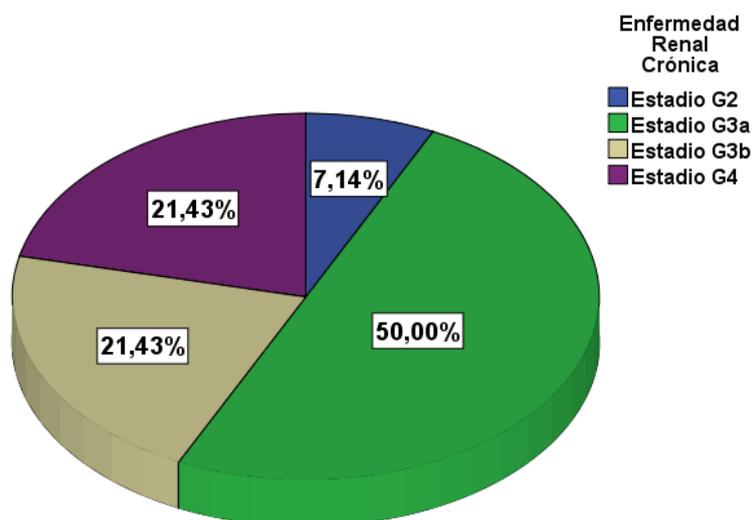


Figura 4.4. Distribución de la muestra según el Estadio de la ERC (KDIGO 2012)

4.1.2 Análisis de composición corporal mediante antropometría

En el grupo a estudio, el Z score para la mediana de peso es -0,04 (R -2,36 a 2,16) y el Z score para la mediana de talla es -0,1 (R -2,92 a 1,98). El Z score para el IMC es 0,12 (R -2,78 a 1,94) y para la relación peso/talla es -0,40 (R -2,66 a 1,95). El perímetro braquial (PBZ) presentó un Z score -0,55 (R -7,32 a 2,27), el perímetro abdominal (PAZ) un Z score de 0,66 (R -2,77 a 7,38), y el perímetro de cadera (PCaZ) un Z score de -0,64 (R -2,72 a 1,42). En cuanto a los pliegues, el Z score del pliegue subescapular (pSeZ) es 0,17 (R -2,16 a 3,48), para el pliegue tricpital (pTZ) 0,41 (R -1,72 a 3,77); el Z score del pliegue bicipital (pBZ) es -0,03 (R -1,89 a 3,12) y 1,35 (R -2,19 a 5,07) del pliegue suprailíaco (pSiZ). Mediante la aplicación de la fórmula de Siri, se calcula el porcentaje de masa grasa (FM%Ant) de los pacientes, siendo la mediana 21,15% (R 9,07 a 43,10). La mediana del porcentaje de masa libre de grasa (FFM%Ant) es 78,84% (R 56,90 a 90,93). La mediana del gasto energético estimado basal según las referencias de la OMS es 1.245,65 kcal (R 613,16 a 1.938,21). Los datos aparecen en la tabla 4.2.

n=14	Media (DE)	Mediana	Rango	Valor p
Peso (Z-Score)	-0,17 (1,19)	-0,04	[-2,36 , 2,16]	0,979
Talla (Z-Score)	-0,1 (1,61)	0,42	[-2,92 , 1,98]	0,248
Índice Masa Corporal (Z-Score)	0,12 (1,44)	0,27	[-2,78 , 1,94]	0,504
Relación Peso/Talla (Z-Score)	-0,40 (1,36)	-0,44	[-2,66 , 1,95]	0,864
Perímetro braquial (Z-Score)	-0,55 (2,35)	-0,52	[-7,32 , 2,27]	0,483
Perímetro abdominal (Z-Score)	0,66 (2,54)	0,18	[-2,77 , 7,38]	0,598
Perímetro caderas (Z-Score)	-0,64 (1,47)	-0,90	[-2,72 , 1,42]	0,242
Pliegue bicipital (Z-Score)	-0,03 (1,48)	-0,17	[-1,89 , 3,12]	0,331
Pliegue tricpital (Z-Score)	0,41 (1,67)	0,29	[-1,72 , 3,77]	0,015
Pliegue suprailíaco (Z-Score)	1,35 (2,33)	0,93	[-2,19 , 5,07]	0,153
Pliegue subescapular (Z-Score)	0,17 (1,56)	0,43	[-2,16 , 3,48]	0,105
FM%Ant	22,54 (11,28)	21,15	[9,07 , 43,10]	0,160
FFM%Ant	77,44 (11,28)	78,84	[56,90 , 90,93]	0,162
Gasto energético basal	1258,94 (450,13)	1245,65	[613,16 , 1938,21]	0,542

Tabla 4.1 Valores obtenidos por antropometría. DE: desviación estándar; FM%Ant: porcentaje de masa grasa obtenido por antropometría; FFM%Ant: porcentaje masa libre de grasa obtenido por antropometría.

4.1.3 Análisis de composición corporal mediante antropometría

Respecto a los datos de composición corporal obtenidos por BIA, se han obtenido los siguientes resultados expresados en mediana y rango: porcentaje corporal de agua total (TBW%BIVA) 58,6% (R 46,6 a 81,8), agua extracelular (ECW%BIVA) 43,85% (R 40,5 a 51,2), e intracelular (ICW%BIVA) de 56,00% (R 49,3 a 59,6) El porcentaje de masa celular (BCM%BIA) es 53,00% (R 44,0 a 74,0), porcentaje de masa muscular (MM%BIVA) 54,5% (R 39,0 a 79,0) y el porcentaje de masa libre de grasa (FFM%BIVA) 79,5% (R 61,0 a 98,0). El porcentaje de grasa corporal estimado por BIA (FM%BIVA) es 20,05% (R 2,0 a 39,0).

El índice de masa celular tiene un valor de 7 (R 6,0 a 19,0) y el índice de masa corporal estimado por bioimpedanciometría (IMCBIVA) de 18,75 (R 12,2 a 28,2). En cuanto al metabolismo basal estimado según la BIA es 1195,0 Kcal (R 870 a 2140). Se presentan los datos en la tabla 4.3.

n=14	Media (DE)	Mediana	Rango	P
Ángulo de fase	6,3 (1,82)	5,85	[4,4 , 11,8]	0,002
TBW%BIVA	60,95 (10,59)	58,65	[46,6, 81,8]	0,707
ECW%BIVA	44,79 (3,43)	43,85	[40,5 , 51,2]	0,163
ICW%BIVA	55,21 (3,32)	56,00	[49,3 , 59,6]	0,322
FFM%BIVA	80,0 (11,7)	79,5	[61,0 , 98,0]	0,834
BCM%BIA	54,14 (7,32)	53,00	[44,0 , 74,0]	0,086
MM%BIVA	55,0 (10,03)	54,5	[39,0 , 79,0]	0,495
FM%BIVA	20,0 (11,70)	20,5	[2,0 , 39,0]	0,834
Índice de masa celular	8,5 (3,58)	7,0	[6,0 , 19,0]	0,001
IMCBIVA	19,18 (5,07)	18,75	[12,2 , 28,2]	0,415
GEBBIVA (Kcal)	1268,57 (375,90)	1195,0	[870,0 , 2140,0]	0,542

Tabla 4.2. Valores obtenidos en BIVA. DE: desviación estándar. FFM%BIVA: porcentaje masa libre de grasa obtenido por bioimpedanciometría; FM%BIVA: porcentaje masa grasa obtenido por bioimpedanciometría;

4.1.4 Valores analíticos

Dado que los pacientes recogidos en el estudio presentan una enfermedad que afecta a diferentes parámetros bioquímicos y que estos se relacionan con el estado nutricional y de hidratación, además de afectar al pronóstico de su ERC los hemos recogidos en la tabla 4.4 separando los resultados según su estadio de ERC (KDIGO 2012).

n=14		Estadío G2 (n=1)	Estadío G3a (n=7)	Estadío G3b (n=3)	Estadío G4 (n=3)
Urea (mg/dL)	Media (DE)	43	57,87 (16,41)	81,67 (29,16)	151 (1,0)
	Rango	No calculable	[44 , 89]	[48 , 99]	[150 , 152]
	Mediana	43	53	98	151
	P	No calculable	0,13	0,03	0,85
Creatinina (mg/dL)	Media (DE)	0,48	1,13 (0,27)	1,25 (0,15)	4,02 (0,27)
	Rango	No calculable	[0,64 , 1,48]	[1,07 , 1,35]	[3,12 , 5,47]
	Mediana	0,48	1,19	1,32	3,48
	P	No calculable	0,83	0,19	0,27

FGE (Schwarz 2009) mL/min/1,73m²	Media (DE)	85,18	52,6 (4,11)	34,69 (3,41)	19,1 (5,1)
	Rango	No calculable	[46,9 , 57,9]	[32,2 , 38,59]	[15,73 , 25,01]
	Mediana	85,18	52,3	33,3	16,85
	P	No calculable	0,38	0,31	0,21
Proteínas Totales (g/L)	Media (DE)	7,4	7,2 (0,41)	7,4 (0,51)	6,8 (0,21)
	Rango	No calculable	[6,5 , 7,8]	[7,0 , 8,0]	[6,6 , 7,7]
	Mediana	7,4	7,1	7,3	6,7
	P	No calculable	0,89	0,57	0,46
Albúmina (g/L)	Media (DE)	4,7	4,3 (0,33)	4,7 (0,28)	4,3 (0,17)
	Rango	No calculable	[3,9 , 4,9]	[4,4 , 4,9]	[4,2 , 4,5]
	Mediana	4,7	4,3	4,4	4,2
	P	No calculable	0,66	0,00	0,00
Volumen urinario (%)	Media (DE)	2,22	3,34 (2,49)	4,37 (2,85)	10,25 (3,96)
	Rango	No calculable	[1,16 , 8,03]	[1,63 , 7,32]	[5,90 , 13,65]
	Mediana	2,22	2,63	4,17	11,20
	P	No calculable	0,09	0,88	0,60
PTH	Media (DE)	101,2	78,21 (47,9)	122,0 (23,28)	179,63 (138,67)
	Rango	No calculable	[28,0 , 169,9]	[95,8 , 139,8]	[65,6 , 334,0]
	Mediana	101,2	58,4	131,0	139,3
	P	No calculable	0,33	0,36	0,51
Calcio	Media (DE)	10,6	9,83 (0,12)	9,97 (0,49)	9,93 (0,21)
	Rango	No calculable	[9,2 , 10,3]	[9,3 , 10,7]	[9,7 , 10,1]
	Mediana	10,6	9,19	9,9	10,0
	P	No calculable	0,66	0,01	0,46
Fósforo	Media (DE)	4,9	4,57 (0,67)	4,6 (0,49)	5,4 (0,20)
	Rango	No calculable	[3,3 , 5,4]	[4,3 , 5,2]	[5,2 , 5,6]
	Mediana	4,9	4,8	4,4	5,4
	P	No calculable	0,40	0,19	0,58
Sodio	Media (DE)	138	138,4 (2,22)	137,3 (2,51)	138,3 (1,53)
	Rango	No calculable	[135 , 141]	[135 , 140]	[137 , 140]
	Mediana	138	139	137	138
	P	No calculable	0,48	0,83	0,63
Potasio	Media (DE)	5,1	4,5 (0,58)	4,8 (0,2)	4,9 (0,78)
	Rango	No calculable	[3,9 , 5,7]	[4,6 , 5,0]	[4,4 , 5,8]
	Mediana	5,1	4,4	4,8	4,5
	P	No calculable	0,17	0,63	0,12
Hemoglobina	Media (DE)	13,4	13,48 (1,23)	12,0 (0,65)	11,93 (1,07)
	Rango	No calculable	[12,3 , 15,2]	[11,4 , 12,7]	[10,7 , 12,6]
	Mediana	13,4	13,1	11,9	12,5
	P	No calculable	0,17	0,74	0,09
Microalbúmina/ Creatinina	Media (DE)	83,70	52,69 (58,83)	69,75 (39,21)	978,73 (951,01)
	Rango	No calculable	[9,62 , 182]	[27,35 , 104,7]	[351,8 , 2073,0]
	Mediana	83,70	31,72	77,18	511,41
	P	No calculable	0,00	0,69	0,16

Tabla 4.4. Valores bioquímicos nutricionales y de progresión de ERC. FGE: Filtrado glomerular estimado.;

4.2 ANÁLISIS COMPARATIVO.

El análisis de correlación entre dos variables cuantitativas se realiza mediante el test de Spearman, debido a que el tamaño muestral es pequeño ($n < 20$) y a que la mayoría de las variables no siguen una distribución normal. Este es el test utilizado para analizar la relación entre los valores de composición corporal obtenidos en antropometría y en BIVA así como entre la edad y los parámetros de composición corporal. Sigma (bilateral) indica la validez de la hipótesis. Aceptaremos las correlaciones solamente si $\sigma < 0,05$. El coeficiente de correlación ("r") indica la asociación entre ambas. Si $r > 0$, existe correlación positiva, si $r = 0$, no existe correlación lineal, y si $r < 0$ existe una correlación negativa. La variable está acotada entre 1 y -1, que indicarían correlaciones positivas y negativas perfectas respectivamente.

4.2.1 Relación entre la masa grasa obtenida por antropometría y bioimpedanciometría con parámetros antropométricos

En todas las variables antropométricas encontramos una correlación positiva estadísticamente significativa menos con el pliegue bicipital y el porcentaje de masa grasa medida mediante BIVA (FM%BIVA) ($\rho: 0,477$; $p= 0,085$).

La relación de peso/talla en z-score es la variable antropométrica, sin contar con pliegues ni perímetros, que más se correlaciona con el FM%BIVA ($\rho: 0,684$; $p=0,007$) y con el porcentaje de masa grasa calculada con antropometría FM%Ant ($\rho: 0,829$; $p=0,000$).

De los perímetros, el de cadera es el que más se correlaciona con el FM%Ant ($\rho: 0,880$; $p=0,000$) y el perímetro abdominal el que más se correlaciona con el FM%BIVA ($\rho: 0,749$; $p=0,002$)

De los pliegues el subescapular es el que más se correlaciona con el FM%Ant ($\rho: 0,898$; $p=0,000$) y con el FM%BIVA ($\rho: 0,613$; $p=0,020$).

De todas las variables antropométricas, tanto peso, IMC, relación peso/talla, pliegues y perímetros, es el pliegue subescapular el que tiene una correlación más fuerte con el FM%Ant ($\rho: 0,898$; $p=0,000$).

De todas las variables antropométricas, tanto peso, IMC, relación peso/talla, pliegues y perímetros, es el perímetro abdominal el que tiene una correlación más fuerte con el FM%BIVA ($\rho: 0,749$; $p=0,002$).

La correlación entre los distintos parámetros obtenidos por antropometría y BIA con respecto a la masa grasa se detallan en la tabla 4.5. y en la figura 4.5.

Correlaciones			
Rho de Spearman n=14		FM% Ant	FM% BIVA
Peso (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,816	0,679
	Sig. (bilateral)	0,000	0,008
Índice Masa Corporal (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,702	0,543
	Sig. (bilateral)	0,005	0,045
Peso/Talla (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,829	0,684
	Sig. (bilateral)	0,000	0,007
Perímetro braquial (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,796	0,618
	Sig. (bilateral)	0,001	0,019
Perímetro abdominal (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,807	0,749
	Sig. (bilateral)	0,000	0,002
Perímetro caderas (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,880	0,552
	Sig. (bilateral)	0,000	0,041
Pliegue bicipital (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,796	0,477
	Sig. (bilateral)	0,001	0,085
Pliegue tricípital (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,867	0,556
	Sig. (bilateral)	0,000	0,039
Pliegue supriliaco (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,876	0,547
	Sig. (bilateral)	0,000	0,043
Pliegue subescapular (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	0,898	0,613
	Sig. (bilateral)	0,000	0,020
FM% Ant	Coef. Corr (ρ)	1,000	0,573
	Sig. (bilateral)		0,032
FM% BIA	Coef. Corr (ρ)	0,573	1,000
	Sig. (bilateral)	0,032	

Tabla 4.53 Correlaciones entre parámetros de antropometría y bioimpedanciometría.

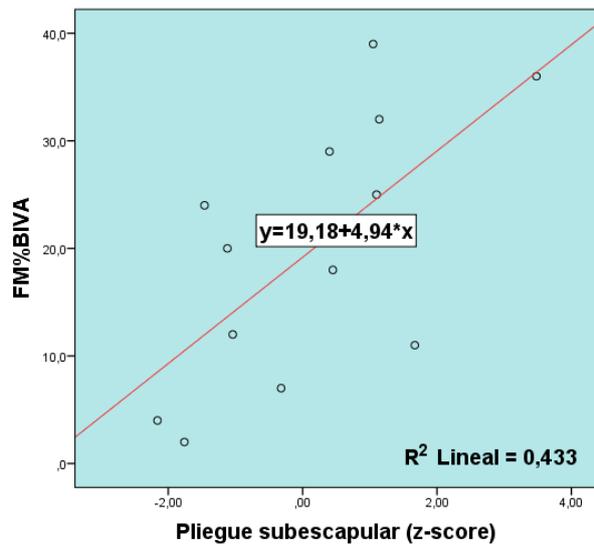
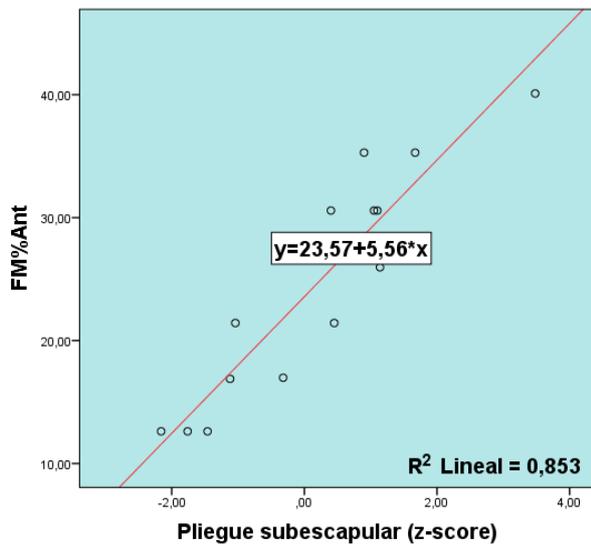
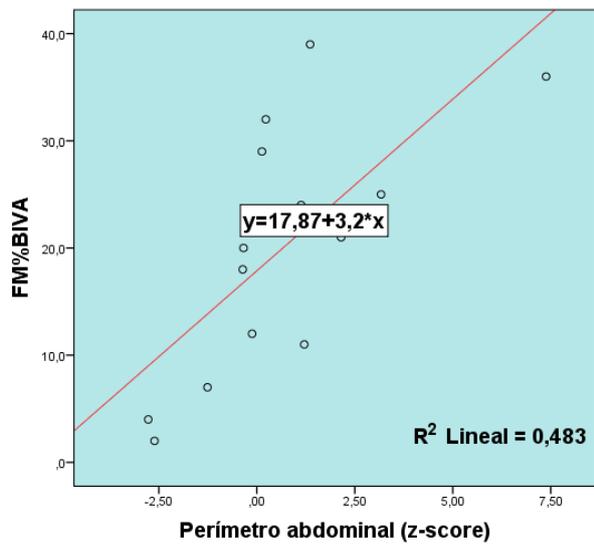
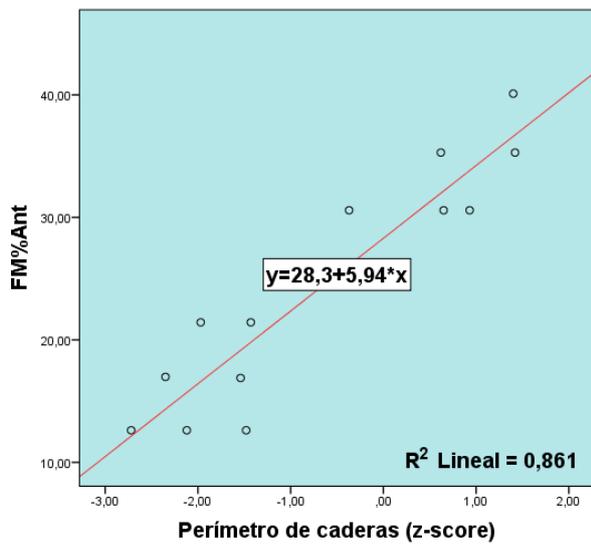
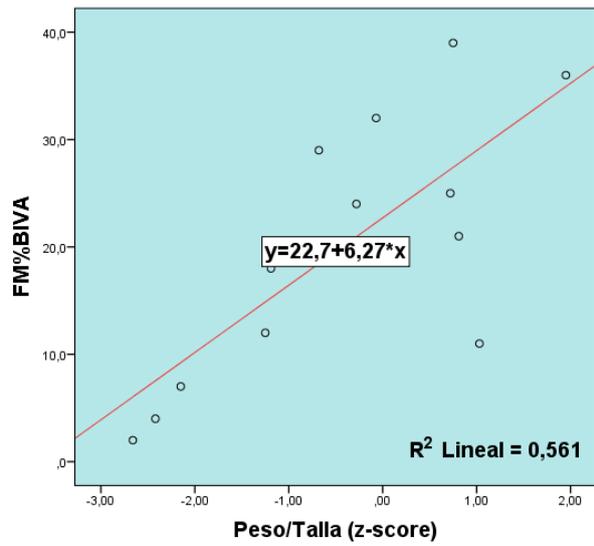
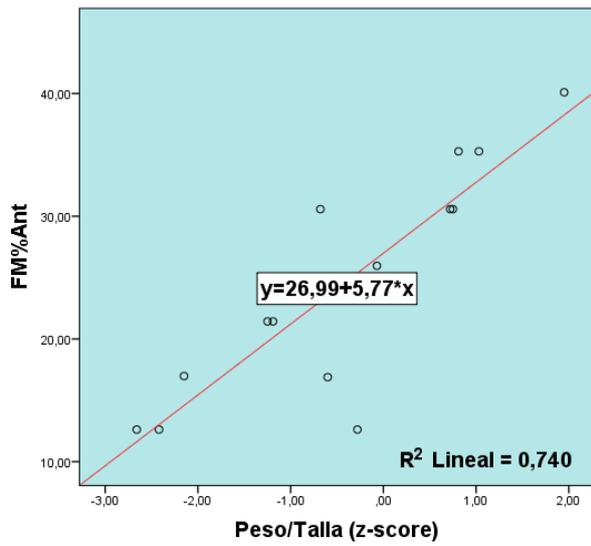


Figura 4.5. Gráfico de dispersión de la masa grasa obtenida por antropometría y bioimpedanciometría con parámetros antropométricos.

4.2.2 Relación entre la masa libre de grasa obtenida por antropometría y bioimpedanciometría con parámetros antropométricos y de bioimpedanciometría.

Al estudiar la correlación entre el porcentaje de masa libre de grasa tanto por antropometría como por bioimpedanciometría con los diferentes parámetros antropométricos como peso, IMC, relación peso talla, y los perímetros y pliegues encontramos una correlación estadísticamente significativa igual que la correlación con la FM%BIVA y la FM%Ant, pero negativa.

También hemos estudiado la correlación entre el porcentaje de masa libre de grasa por antropometría y bioimpedanciometría y el porcentaje de masa celular y masa muscular (BCM%BIVA, MM%BIVA) encontrando una correlación positiva y estadísticamente significativa entre FFM%BIVA y la MM%BIVA ($p:0,703$; $p=0,005$).

La correlación entre los distintos parámetros obtenidos por antropometría y BIA con respecto a la masa grasa se detallan en la tabla 4.6. y en la figura 4.6.

Correlaciones			
Rho de Spearman n=14		FFM% Ant	FFM%BIVA
Peso (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,816	-0,679
	Sig. (bilateral)	0,000	0,008
Índice Masa Corporal (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,702	-0,543
	Sig. (bilateral)	0,005	0,045
Peso/Talla (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,829	-0,684
	Sig. (bilateral)	0,000	0,007
Perímetro braquial (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,796	-0,618
	Sig. (bilateral)	0,001	0,019
Perímetro abdominal (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,807	-0,749
	Sig. (bilateral)	0,000	0,002
Perímetro caderas (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,880	-0,552
	Sig. (bilateral)	0,000	0,041
Pliegue bicipital (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,796	-0,477
	Sig. (bilateral)	0,001	0,085
Pliegue tricipital (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,867	-0,556
	Sig. (bilateral)	0,000	0,039
Pliegue suprailíaco (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,876	-0,547
	Sig. (bilateral)	0,000	0,043
Pliegue subescapular (Z-Score)	Coef. Corr (ρ)	-0,898	-0,613
	Sig. (bilateral)	0,000	0,020
BCM%BIVA	Coef. Corr (ρ)	-0,330	-0,088
	Sig. (bilateral)	0,249	0,764
MM%BIVA	Coef. Corr (ρ)	0,420	0,703
	Sig. (bilateral)	0,135	0,005

FFM% Ant	Coef. Corr (ρ) Sig. (bilateral)	1,000 0,032	0,573 1,000
FFM% BIVA	Coef. Corr (ρ) Sig. (bilateral)	0,573 0,032	1,000 0,032

Tabla 4.64 Correlaciones entre parámetros de antropometría y bioimpedanciometría.

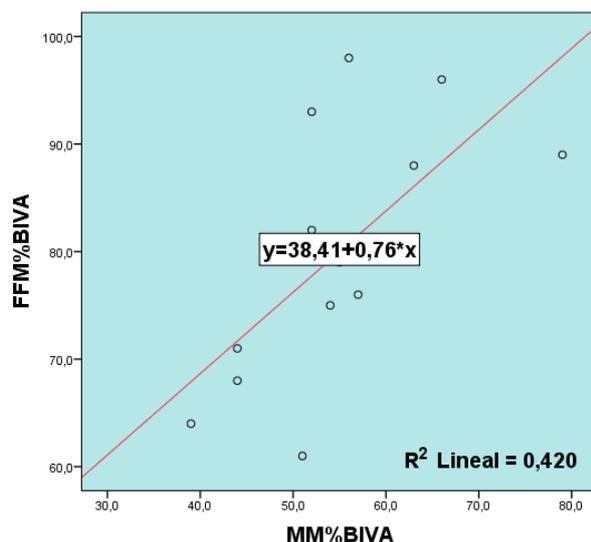


Figura 4.6. Gráfico de dispersión de la masa libre de grasa obtenida por antropometría y bioimpedanciometría con parámetros antropométricos.

4.2.3 Relación entre parámetros de bioimpedanciometría relacionados con enfermedades crónicas y parámetros bioquímicos e índices nutricionales.

En este apartado estudiamos la asociación que hay entre variables de bioimpedanciometría que tienen que ver con el pronóstico en enfermedades crónicas y el estado nutricional (ángulo de fase, porcentaje de masa celular (BCM%BIVA) y el índice de intercambio Na/K) con variables bioquímicas y antropométricas que valoran la evolución de la ERC (urea, creatinina, FGE, volumen urinario, microalbúmina/creatinina) y el estado nutricional (Índice de Waterloo por peso e Índice de Shukla). Los resultados los podemos encontrar en la tabla 4.7 y la figura 4.7.

Encontramos una relación positiva y alta entre el ángulo de fase y el BCM%BIVA ($\rho:0,998$; $p=0,000$). Sin embargo encontramos una asociación negativa moderada entre Na/K con el ángulo de fase y el BCM%BIVA ($\rho:-0,746$; $p=0,002$ y $\rho:-0,760$; $p=0,002$, respectivamente). Ambas correlaciones son estadísticamente significativas.

Al estudiar la correlación entre el FGE con el ángulo de fase y el BCM%BIVA encontramos una asociación negativa y moderada estadísticamente significativa ($\rho:-0,643$; $p=0,013$ y $\rho:-0,638$; $p=0,014$, respectivamente). Al estudiar la correlación entre

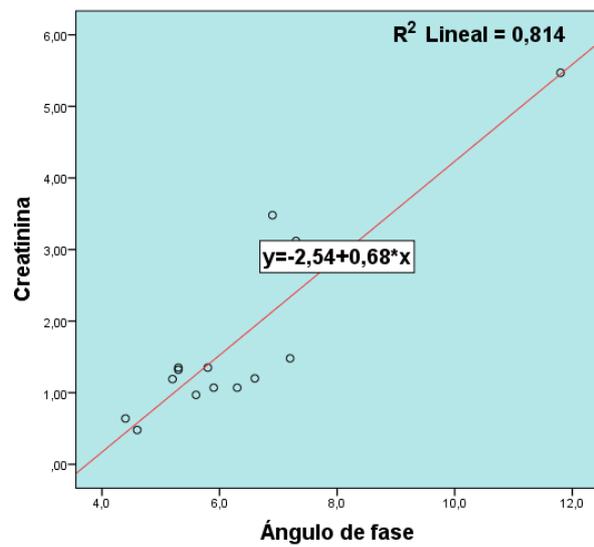
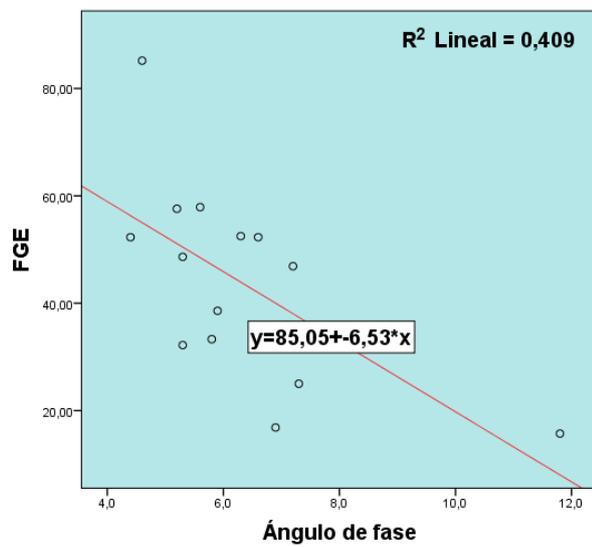
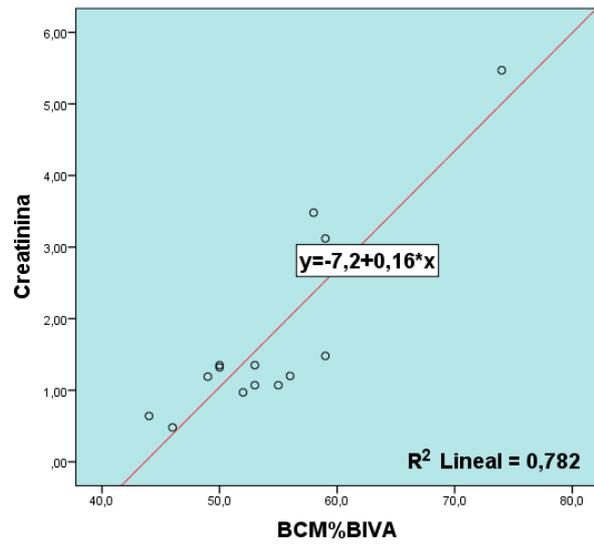
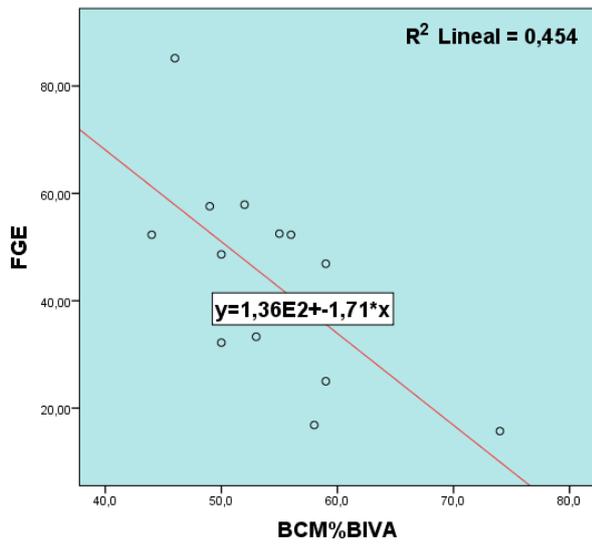
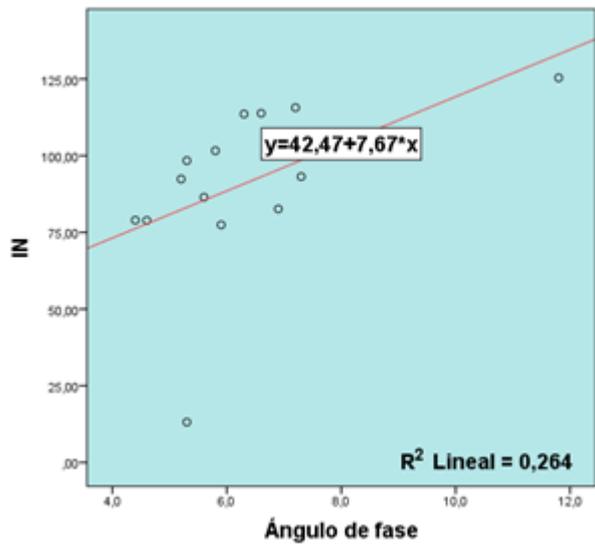
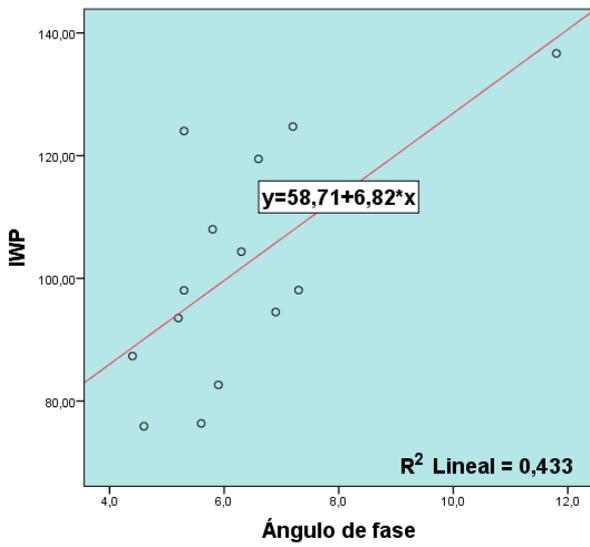
la creatinina con el ángulo de fase, el BCM%BIVA y el Na/K encontramos una asociación positiva y alta estadísticamente significativa con el ángulo de fase y el BCM%BIVA (ρ :0,755; p =0,002 y ρ :0,766; p =0,001, respectivamente) y una asociación negativa y moderada estadísticamente significativa con el Na/K (ρ :-0,700; p =0,005).

Al estudiar la correlación entre el índice de Waterloo (peso) con el ángulo de fase, el BCM%BIVA y el Na/K encontramos una asociación positiva y moderada estadísticamente significativa con el ángulo de fase y el BCM%BIVA (ρ :0,607; p =0,021 y ρ :0,635; p =0,015, respectivamente) y una asociación negativa y alta estadísticamente significativa con el Na/K (ρ :-0,826; p =0,000).

Al estudiar la correlación entre el índice de Shukla con el ángulo de fase, el BCM%BIVA y el Na/K encontramos una asociación positiva y moderada estadísticamente significativa con el ángulo de fase y el BCM%BIVA (ρ :0,618; p =0,018 y ρ :0,648; p =0,012, respectivamente) y una asociación negativa y moderada estadísticamente significativa con el Na/K (ρ :-0,723; p =0,003).

Correlaciones				
Rho de Spearman n=14		Ángulo de fase (AF)	BCM%BIVA	Na/K
FGE	Coef. Corr (ρ)	-0,643	-0,638	0,388
	Sig. (bilateral)	0,013	0,014	0,171
Edad (meses)	Coef. Corr (ρ)	0,620	0,622	-0,788
	Sig. (bilateral)	0,018	0,018	0,001
Urea	Coef. Corr (ρ)	0,509	0,512	-0,441
	Sig. (bilateral)	0,063	0,061	0,061
Creatinina	Coef. Corr (ρ)	0,755	0,766	-0,700
	Sig. (bilateral)	0,002	0,001	0,005
Volumen urinario %	Coef. Corr (ρ)	0,521	0,523	-0,503
	Sig. (bilateral)	0,056	0,055	0,066
Microalb/Creatinina	Coef. Corr (ρ)	0,469	0,461	-0,358
	Sig. (bilateral)	0,091	0,097	0,209
Índice de Waterloo (peso)	Coef. Corr (ρ)	0,607	0,635	-0,826
	Sig. (bilateral)	0,021	0,015	0,000
Índice de Shukla	Coef. Corr (ρ)	0,618	0,648	-0,723
	Sig. (bilateral)	0,018	0,012	0,003
Ángulo de fase (AF)	Coef. Corr (ρ)	1,000	0,998	-0,746
	Sig. (bilateral)		0,000	0,002
BCM%BIVA	Coef. Corr (ρ)	0,998	1,000	-0,760
	Sig. (bilateral)	0,000		0,002
Na/K	Coef. Corr (ρ)	-0,746	-0,760	1,000
	Sig. (bilateral)	0,002	0,002	

Tabla 4.75 Correlaciones entre variables nutricionales y de pronóstico de bioimpedanciometría y variables bioquímicas e índices nutricionales.



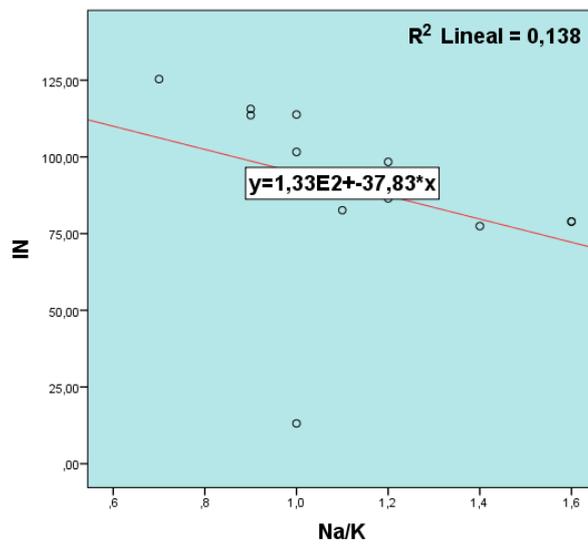
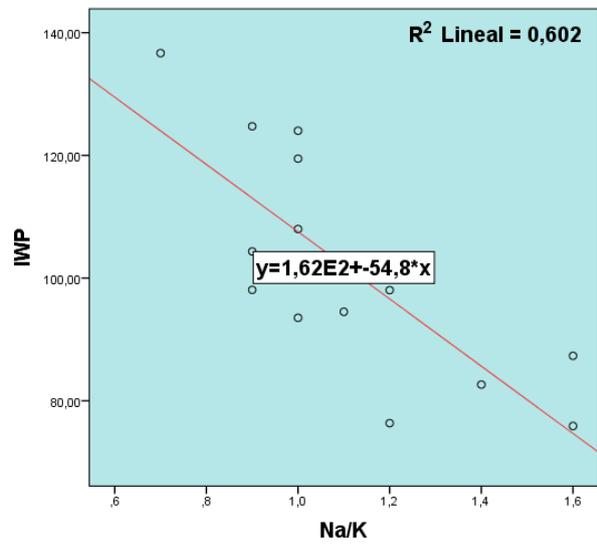
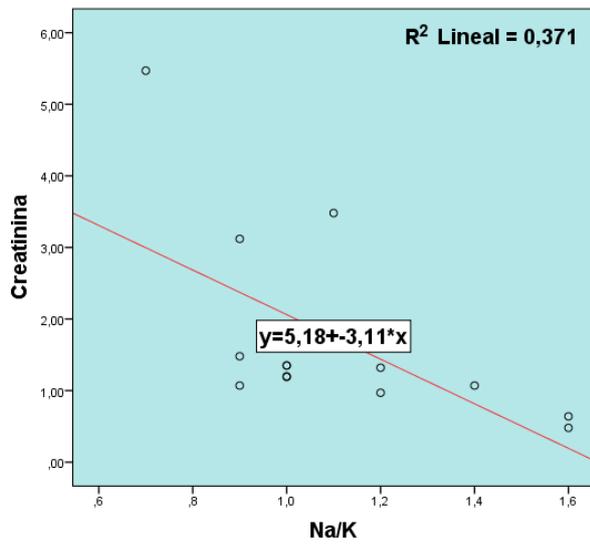
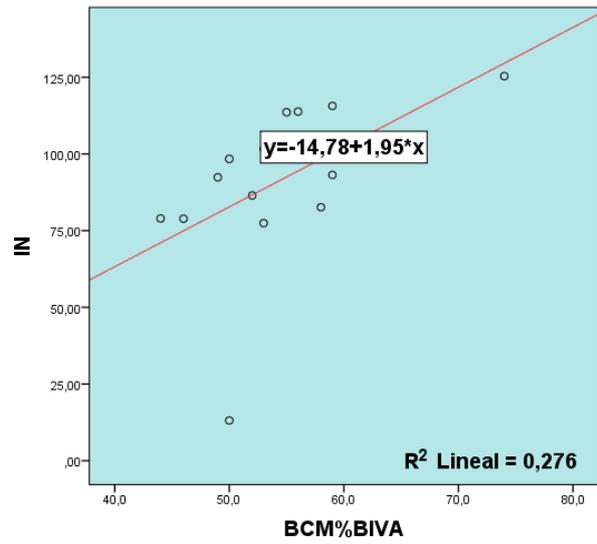
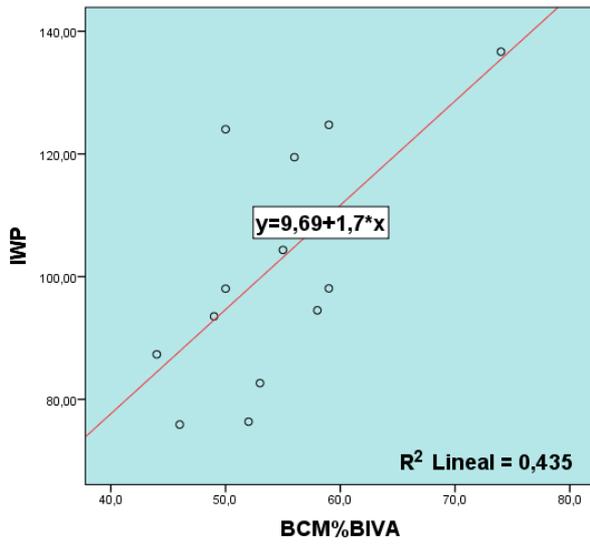


Figura 4.6. Gráfico de dispersión entre parámetros de bioimpedanciometría relacionados con enfermedades crónicas y parámetros bioquímicos e índices nutricionales

5. DISCUSIÓN

Dado que los pacientes de la muestra presentan ERC y que, si no obtienen de forma temprana un soporte nutricional, pueden desarrollar desnutrición y retraso del crecimiento resulta muy interesante realizar un análisis de su composición corporal para valorar su estado nutricional.

El estudio de los valores antropométricos se recomienda en las guías clínicas para el manejo nutricional del paciente con ERC³⁰. En el estudio descriptivo de los parámetros antropométricos de composición corporal (expresados como z-score) que incluye peso, talla, IMC, relación peso/talla, perímetros y pliegues corporales encontramos que, aunque las medidas de tendencia central como media y mediana se encuentran entre los +/- 2 z-score, cuando observamos los rangos la mayoría de los rangos máximos no sobrepasan el +2 z-score pero encontramos mínimos que se encuentran por debajo del -2 z-score. El GEB de nuestros pacientes se encuentra dentro de los valores de referencia de niños saludables. Esto ya había sido valorado en anteriores estudios como el de Anderson CE³¹ en el que se concluye que no hay diferencias significativas entre el GEB de niños afectados de ERC y niños sanos.

En cuanto a pliegues y perímetros las medidas de tendencia central se encuentran entre los +/- 2 z-score. Pero al observar los rangos máximos y mínimos encontramos valores extremos que superan los +/- 2 z-score. La muestra es muy heterogénea y pequeña para poder sacar conclusiones de estas medidas de tendencia central por lo que hay que esperar a el análisis comparativo. Los pacientes de menor edad suelen mostrar tendencias a bajos FM% y sin embargo en paciente de mayor edad encontramos una tendencia al aumento del FM%, tanto por antropometría como por BIVA.

En la valoración del porcentaje de la masa grasa encontramos que las medidas de tendencia central muestran un porcentaje mayor que en los valores de referencia (15-20%). Parece por lo tanto que hay una tendencia a la obesidad. Que por otra parte se ha observado en otros estudios, como el de Wong CS o Rashid R, y que revelan que se asocia íntimamente con morbilidad y mortalidad en pacientes con ERC³².

En cuanto a los parámetros obtenidos por BIVA se comprueba que las medianas de los porcentajes de TBW%BIVA, ECW%BIVA y ICW%BIVA se encuentran dentro de los valores de referencia que son 60-64%, 39-45% y 55-61% respectivamente. Respecto a los parámetros nutricionales obtenidos por BIVA el FM%BIVA, como hemos comentado antes, se encuentra fuera de los valores de referencia (15-20%), al contrario que el FFM%BIVA cuyo valor de referencia es 74-90%.

Cuando valoramos los parámetros bioquímicos separando los grupos según su estadio de ERC encontramos datos coherentes con la progresión de su ERC con aumento de valores como la urea, creatinina, potasio, fósforo, PTH, etc., conforme el FGE disminuye. También aumenta el volumen urinario que es un buen indicador de poliuria si supera el 3% y el cociente en orina de microalbuminuria/creatinina que es un marcador de daño renal.

Como parámetros bioquímicos nutricionales observamos un descenso en las proteínas totales y de la hemoglobina, también relacionados con el avance de la ERC.

Al estudiar la asociación entre la masa grasa por antropometría y por bioimpedanciometría encontramos una asociación positiva y moderada y medidas de tendencia central muy parecidas con diferencias entre medias y medianas de 2,54% máximo lo cual nos indica que ambos métodos son fiables y bastante exactos para valorar el compartimento grasa.

En este estudio, de los parámetros antropométricos que más se han asociado con el porcentaje de masa grasa valorado por antropometría han sido la relación peso/talla, el perímetro de caderas y el pliegue subescapular; teniendo todos ellos una asociación alta. El pliegue subescapular ya ha sido valorado como unos de los pliegues que mejor evalúan el compartimento grasa en la evaluación del paciente con ERC³³.

De los parámetros antropométricos que más se han asociado con el porcentaje de masa grasa valorado por BIVA, a la cual le otorgamos mayor fiabilidad que a la calculada mediante método antropométrico, han sido la relación peso/talla, el perímetro abdominal y el pliegue subescapular. El pliegue subescapular vuelve a ser

uno de los mejores valorados junto con el perímetro abdominal. Esto coincide con lo descrito en la bibliografía que nos indica que el perímetro abdominal es uno de los mejores indicadores de grasa visceral³⁴.

Aunque la correlación entre la valoración antropométrica (pliegues y perímetros) y el FM%Ant es mayor que la que encontramos con la FM%BIVA hay que tener en cuenta que esa misma valoración antropométrica es la utilizada para realizar los cálculos y extraer el FM%Ant por lo que no creemos que sea relevante para la práctica clínica encontrar dicha relación. Es significativo sin embargo encontrar correlaciones moderadas al relacionar dos métodos diferentes como es en antropométrico y por bioimpedanciometría.

El ángulo de fase es un parámetro que puede ser recolectado directamente de la BIVA y no depende de ecuaciones de regresión para ser estimado, eliminando así posibles fuentes de error³⁵. Es considerado una herramienta útil en el pronóstico de pacientes renales³⁶ y sus valores de referencia, de acuerdo con el rango de edad, ya fueron descritos en la literatura³⁷. En el presente estudio, tanto media como mediana permanecen dentro de los valores de rango. El AF está directamente relacionado con las membranas celulares, que son representadas por la reactancia. AF's inferiores al previsto son consistentes con una reactancia reducida, muerte celular y ruptura de membranas celulares selectivas, lo que puede sugerir perjuicios en el estado nutricional³⁸. Una correlación alta y significativa entre edad y AF fue confirmada y concordante con otros estudios como el de Barbosa-Silva³⁹.

Según Rashid R los sujetos con mayor edad muestran una cantidad superior de células (células musculares y adiposas) y sus resultados reflejan mayores AF⁴⁰. En nuestro estudio también encontramos una correlación fuerte y positiva entre AF y la edad. Además, la medida del AF también puede ser considerada un índice funcional y de salud general, principalmente con el avance de la edad. En nuestro estudio observamos encontramos una correlación moderada y positiva entre diferentes índices nutricionales como el de Waterloo y el de Shukla. Encontramos sin embargo una correlación moderada y negativa entre el avance de la ERC, medidas con el FGE y el aumento de la creatinina, y el ángulo de fase y el porcentaje de masa celular BMC%BIVA. De esto se deduce que el ángulo de fase en muestras de diferentes edades es un mejor marcador nutricional que del avance de la ERC.

El Na/K constituye un parámetro emergente y de gran relevancia clínica en la monitorización de los estados inflamatorios. Se correlaciona con parámetros de inflamación, de malnutrición y de riesgo cardiovascular⁴¹. Basado en las propiedades bioeléctricas celulares en las que éstas se comportan como verdaderos condensadores almacenando la electricidad a ambos lados de sus membranas, el Na/K determina el grado de lesión de la membrana celular. En nuestro estudio hemos encontrado una correlación negativa moderada entre el Na/K y los índices nutricionales de Waterloo y Sukla así como con la edad y la creatinina.

Por todo ello creemos que el ángulo de fase, sin estar ponderado por edad, el BCM%BIVA y el Na/K son buenos indicadores nutricionales en el paciente con ERC. En el caso de que se ponderaran por edad podrían utilizarse como marcadores pronósticos de morbilidad y mortalidad en ERC como se ha observado en otros estudios como el de Abad⁴².

6. CONCLUSIONES

1. Los pacientes afectos de ERC, presentan valores de composición corporal por antropometría y bioimpedanciometría que sugieren una tendencia al aumento del porcentaje de masa grasa y un estado de hidratación normal.

2. Los valores plasmáticos de urea y creatinina así como el FGE, el volumen urinario y el cociente microalbuminuria/creatinina son coherentes con la progresión a ERC. La mayoría de los pacientes no tienen alteraciones iónicas importantes.

3. La masa grasa y la masa libre de grasa estimada por antropometría y por bioimpedanciometría se correlacionan de forma moderada y de forma estadísticamente significativa. La relación peso/talla se correlaciona bien con ambas.

4. El perímetro de caderas y el pliegue subescapular son las medidas que tienen una correlación con el porcentaje de masa grasa obtenido por antropometría más fuerte.

5. El perímetro abdominal y el pliegue subescapular son las medidas antropométricas que tiene una correlación más fuerte con el porcentaje de masa grasa y el porcentaje de masa libre de grasa obtenido por bioimpedanciometría. Teniendo en cuenta la correlación de estas dos variables medidas con antropometría y por

bioimpedanciometría la relación peso/talla, el perímetro abdominal y el pliegue subescapular son las medidas antropométricas que mejor valoran el compartimiento graso en pacientes con ERC.

6. El ángulo de fase, el porcentaje de masa celular y el intercambio Na/K son valores de la bioimpedanciometría que se correlacionan con índices nutricionales.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Fernández Camblor C, Melgosa Hijosa M. Enfermedad renal crónica en la infancia. Diagnóstico y tratamiento. *Protoc diagn ter pediatr*. 2014; 1:385-401.
- 2 Camargo MFC, Henriques CL, Vieira S, Komi S, Leão ER, Nogueira PCK. Growth of children with end-stage renal disease undergoing daily hemodialysis. *Pediatr Nephrol*. 2014; 29:439–444.
- 3 Norgan NG. Long-term physiological and economic consequences of growth retardation in children and adolescents. *Proc Nutr Soc*. 2000; 59:245–256.
- 4 Tonshoff B, Niaudet P, Kim MS. Growth hormone treatment in children with chronic kidney disease and postrenal transplantation (Monografía en Internet) UptoDate. 2013. Disponible en: <http://www.uptodate.com>
- 5 Chazot C, Wabel P, Chamney P, Moissl U, Wieskotten S, Wizemann V. Importance of normohydration for the longterm survival of haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2012; 27:2404–2410.
- 6 Ros Arnal I, Herrero Álvarez M, Castell Miñana M. Valoración del estado nutricional. En: Lama More RA, ed. *Nutrición enteral en pediatría*. Barcelona: Editorial Glosa, 2010; pp.19-36.
- 7 Avram MM, Fein PA, Borawski C, Chattopadhyay J, Matza B. Extracellular mass/body cell mass ratio is an independent predictor of survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney Int Suppl*. 2010; (117):S37-S40.
- 8 Wizemann V, Wabel P, Chamney P, Zaluska W, Moissl U, Rode C, et al. The mortality risk of overhydration in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2009; 24 (5):1574-9.
- 9 López-Gómez JM. Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. *Nefrología* 2011; 31 (6):630-634.
- 10 Gil A, Martínez de Victoria E, Maldonado J. Tratado de nutrición. *Nutrición humana en el estado de salud*. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires. 2010; 397-422.
- 11 Durnin JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr*. 1974; 32: 77-97.
- 12 Durnin JV, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nutr*. 1967; 21: 681-689.
- 13 Brook CG. Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch Dis Child*. 1971; 46: 182-184.

-
- 14 Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. En: Brozek J, Henschel A, eds. Techniques for measuring body composition. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1961; 223-244.
- 15 Ros Arnal I, Herrero Álvarez M, Castell Miñana M. Valoración del estado nutricional. En: Lama More RA, ed. Nutrición enteral en pediatría. Barcelona: Editorial Glosa, 2010; pp.19-36.
- 16 Haschke F, Van't Hof MA. Euro-Growth. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2000; 31 Supl 1: 1-85.
- 17 Lama RA, Castell M, Herrero M, Ros I, de la Mano A, Rodríguez G. Soporte nutricional en la enfermedad renal crónica. Acta Pediatr Esp. 2011; 69(11): 501-505.
- 18 Sedhain et al. Assessment of Nutritional Status of Nepalese Hemodialysis Patients by Anthropometric Examinations and Modified Quantitative Subjective Global Assessment. Nutrition and Metabolic Insights, 2015; 8: 21–27.
- 19 Kiisk L, et al. Body Composition in Kidney Transplant Patients, Coll. Antropol. 2012; 36, 4: 1325–1333.
- 20 Rosell J, Piccoli A, Nescolarde LD. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. 2002; 22(3):228-238.
- 21 Bozzetto S, Piccoli A, Montini G. Bioelectrical impedance vector analysis to evaluate relative hydration status. Pediatr Nephrol. 2010; 25(2):329-334.
- 22 Rosell J, Piccoli A, Nescolarde LD. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. 2002; 22(3):228-238.
- 23 Sánchez A, Adela M. Uso de la bioimpedancia eléctrica para la estimación de la composición corporal en niños y adolescentes. An Venez Nutr 2009; 22 (2): 105-110.
- 24 Bozzetto S, Piccoli A, Montini G. Bioelectrical impedance vector analysis to evaluate relative hydration status. Pediatr Nephrol. 2010; 25 (2):329-334.
- 25 Oliveira CM, Kubrusly M, Mota RS, Silva CA, Choukroun G, Oliveira VN. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. J Ren Nutr. 2010; 20 (5):314-320.
- 26 Espinosa Cuevas MA, Navarrete Rodriguez G, Villeda Martinez ME, Atilano Carsi X, Miranda Alatraste P, Tostado Gutierrez T, et al. Body fluid volume and nutritional status in hemodialysis: vector bioelectric impedance analysis. Clin Nephrol. 2010; 73 (4):300-308.
- 27 Haschke F, Van't Hof MA. Euro-Growth. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2000; 31 Supl 1: 1-85.

-
- 28 Menon S, Valentini RP, Hidalgo G, Peschansky L, Mattoo TK. Vitamin D insufficiency and hyperparathyroidism in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol.* 2008; 23: 1831-1836.
- 29 Reaich D, Channon SM, Scrimgeour CM, Daley SE, Wilkinson R, Goodship TH. Correction of acidosis in humans with CRF decreases protein degradation and amino acid oxidation. *Am J Physiol.* 1993; 265: 230E-235E.
- 30 National Kidney Foundation Kidney Disease Quality Outcome Initiative (K/DOQI). Clinical practice guidelines for nutrition in children with CKD: 2008 update. *Am J Kidney Dis.* 2009; 53[Suppl 2]:S1–S123.
- 31 Anderson CE, Gilbert RD, Elia M. Basal metabolic rate in children with chronic kidney disease and healthy control children. *Pediatr Nephrol.* 2015; 30:1995–2001.
- 32 Wong CS, Gipson DS, Gillen DL, Emerson S, Koepsell T, Sherrard DJ, Watkins SL, Stehman-Breen C. Anthropometric measures and risk of death in children with end-stage renal disease. *Am J Kidney Dis.* 2000; 36: 811–819.
- 33 Chumlea WC. Anthropometric and body composition assessment in dialysis patients. *Semin Dial.* 2004; 11-12; 17(6):466-470.
- 34 Després J, Prud'homme D, Pouliot M, Tremblay A, Bouchard C: Estimation of deep abdominal adipose-tissue accumulation from simple anthropometric measurements in men. *Am J Clin Nutr* 3:471–477.
- 35 Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Post CLA, Waitzberg DL, Heymsfield SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition.* 2003; 19(5):422-426.
- 36 Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, Grimaldi C, Rossi GA, Michelassi C. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 1996; 50(6):2103-2108.
- 37 Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN Jr. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr.* 2005; 82(1):49-52.
- 38 Oliveira C, Kubrusly M, Mota RS, Silva CAB, Choukroun G, Oliveira VN. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *J Renal Nutr.* 2010; 20(5):314-320.
- 39 Barbosa-Silva MCG, Barros AJD, Post CLA, Waitzberg DL, Heymsfield SB. Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition.* 2003; 19(5):422-426.

40 Rashid R, Neill E, Smith W, King D, Beattie TJ, Murphy A, Ramage IJ, Maxwell H, Ahmed SF. Body composition and nutritional intake in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* (2006) 21:1730–1738

41 Cigarrán S, Guillermina G, Bernis C, Cirugeda A, Sanz P, Herranz I, et al. Correlation between Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) measures and nutrition and inflammation markers in renal disease. *J Am Soc Nephrol* 2003; 14:815A

42 Abad S, Sotomayor G, Vega A, Pérez de José A, Verdalles U, Jofré R, et al. El ángulo de fase de la impedancia eléctrica es un predictor de supervivencia a largo plazo en pacientes en diálisis. *Nefrología*. 2011; 31(6):670-676.