

## Estudio comparativo de la composición corporal evaluada con DEXA, en pacientes con trasplante renal, pacientes con hemodiálisis, y grupo control de sujetos sanos

M. Jocelyne Piñon-Ruiz<sup>1</sup>, M. Raquel Huerta-Franco<sup>2</sup>,  
Francisco Miguel Vargas-Luna<sup>3</sup>, Evelia Apolinar-Jímenez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Guanajuato,  
Maestría en Investigación Clínica,  
División de Ciencias de la Salud,  
México

<sup>2</sup> Universidad de Guanajuato,  
Departamento de Ciencias Aplicadas al Trabajo,  
División de Ciencias de la Salud,  
México

<sup>3</sup> Universidad de Guanajuato,  
Departamento de Ingeniería Física,  
División de Ciencias e Ingenierías  
México

<sup>4</sup> Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío,  
Unidad de Metabolismo y Nutrición,  
México

Jocelynepinon.r@hotmail.com

**Resumen.** Los hallazgos clínicos de la Enfermedad Renal Crónica (ERC), como la desnutrición, la fatiga, el sedentarismo, la uremia, y el catabolismo asociado con la diálisis renal modifican la Composición Corporal (CC); causando alteraciones en la Masa Grasa (MG), la Masa Magra (MM), y la Densidad de Mineral Ósea (DMO). A pesar de la reversión de la uremia después de un Trasplante Renal (TR); los medicamentos inmunosupresores, y la poca actividad física, afectan la MM, y aumentan la MG; asociándose con pérdida del injerto renal, y enfermedades cardiovasculares. **Objetivo.** Demostrar si existen diferencias en la CC, entre pacientes con TR, pacientes en Hemodiálisis (HD), y un grupo control de sujetos sanos. **Material y métodos.** La CC con técnica de DEXA (Modelo Hologic Discovery Wi.) se evaluó en 46 pacientes con TR, 47 pacientes en HD, y 32 controles sanos (todos captados en el Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío). **Resultados.** El promedio de la edad fue de  $28.89 \pm 5.76$ ,  $27.39 \pm 5.04$ , y  $29.63 \pm 6.34$  años para los grupos en HD, TR y control, respectivamente. Los pacientes en HD presentaron una MG total de  $14986.67 \pm 6962.72$  g vs  $20105.65 \pm 6504.76$  g del grupo control (**P=0.007**), y  $19066.29 \pm 7948.04$  g el grupo con TR (**P=0.020**). La MG en tronco fue de  $5784.90$  g ( $3631.30-8887.30$ ) vs  $9730.00$  g ( $7936.85-12094.42$ ) del grupo control (**P<0.001**) y de  $8177.05$  g ( $5256.00-12386.87$ ) del grupo con TR (**P=0.018**). El porcentaje de grasa en tronco en el grupo en HD ( $23.012 \pm 9.11$  g) fue menor al compararlos con el grupo control ( $30.36 \pm 7.83$  g) (**P<0.001**) y el grupo con

TR ( $29.38 \pm 9.47$  g) (**P=0.002**). La MM total del grupo con TR fue de  $41000.94 \pm 8029.92$  g vs  $47118.62 \pm 11735.73$  g del grupo control ( $P=0.023$ ). La MM de las piernas fue menor en los pacientes con TR con  $6314.40$  g ( $4835.23-7501.18$ ) vs los  $7990.75$  g ( $5483.95-9360.97$ ) del grupo control ( $P=0.025$ ). El contenido y la DMO total, de los miembros inferiores, y superiores, fueron menores en ambos grupos con ERC comparado con el grupo control. Conclusiones: Es importante la evaluación de la CC mediante métodos válidos y confiables en los pacientes con ERC; principalmente por los cambios producidos en la CC que afectan la evolución de la enfermedad, asociándose a complicaciones cardiovasculares. A pesar, de que la capacidad para el ejercicio físico, y la calidad de vida pudieran mejorar en los pacientes con ERC, la CC, no se acercan a los valores normales de sujetos sanos de la misma edad.

**Palabras clave:** Composición corporal, DEXA, trasplante renal, hemodiálisis.

## Comparative Study of Body Composition Evaluated with DEXA, in Patients with Kidney Transplant, Patients with Hemodialysis, and Control Group of Healthy Subjects

**Abstract.** The clinical findings of Chronic Kidney Disease (CKD), such as malnutrition, fatigue, sedentary lifestyle, uremia, and catabolism associated with renal dialysis modify Body Composition (BC); causing alterations in Fat Mass (FM), Lean Mass (MM), and Bone Mineral Density (BMD). Despite the reversal of uremia after Renal Transplantation (KT); immunosuppressive medications and little physical activity affect MM and increase MG; being associated with loss of the kidney graft, and cardiovascular diseases. Aim. Demonstrate whether there are differences in WC between patients with TR, patients on Hemodialysis (HD), and a control group of healthy subjects. Material and methods. CC with DEXA technique (Hologic Discovery Wi. Model) was evaluated in 46 patients with TR, 47 patients on HD, and 32 healthy controls (all recruited at the Regional High Specialty Hospital of Bajío). Results. The average age was  $28.89 \pm 5.76$ ,  $27.39 \pm 5.04$ , and  $29.63 \pm 6.34$  years for the HD, TR, and control groups, respectively. Patients on HD presented a total GM of  $14986.67 \pm 6962.72$  g vs  $20105.65 \pm 6504.76$  g in the control group ( $P=0.007$ ), and  $19066.29 \pm 7948.04$  g in the TR group ( $P=0.020$ ). The GM in the trunk was  $5784.90$  g ( $3631.30-8887.30$ ) vs  $9730.00$  g ( $7936.85-12094.42$ ) in the control group ( $P<0.001$ ) and  $8177.05$  g ( $5256.00-12386.87$ ) in the TR group ( $P=0.018$ ). The percentage of trunk fat in the HD group ( $23.012 \pm 9.11$  g) was lower when compared to the control group ( $30.36 \pm 7.83$  g) ( $P<0.001$ ) and the TR group ( $29.38 \pm 9.47$  g) ( $P=0.002$ ). The total MM of the TR group was  $41000.94 \pm 8029.92$  g vs  $47118.62 \pm 11735.73$  g of the control group ( $P=0.023$ ). The MM of the legs was lower in patients with TR with  $6314.40$  g ( $4835.23-7501.18$ ) vs.  $7990.75$  g ( $5483.95-9360.97$ ) in the control group ( $P=0.025$ ). The content and total BMD of the lower and upper limbs were lower in both groups with CKD compared to the control group. Conclusions: It is important to evaluate CHD using valid and reliable methods in patients with CKD; mainly due to the changes produced in the CHD that affect the evolution of the disease, being associated with cardiovascular complications. Although the capacity for physical exercise and quality of life could improve in patients with CKD, WC are not close to the normal values of healthy subjects of the same age.

**Keywords:** Body composition, DEXA, kidney transplant, hemodialysis.

## **1. Introducción**

La enfermedad renal crónica es una enfermedad con alta mortalidad, discapacidad y con elevados costos para el sistema de salud, las tasas de prevalencia de la ERC están aumentando día con día a nivel mundial (1). En México, se ha reportado una prevalencia de la ERC de 12.2 % y una tasa de 51 defunciones por cada 100 mil habitantes (2). De la misma manera en cuanto al número de trasplantes realizados, el Centro Nacional de Trasplantes (CENATRA) reportó a finales de 2022, un total de 2712 trasplantes renales.

Los hallazgos clínicos de la ERC como la redistribución de la grasa corporal, la disminución del tamaño y el tipo de fibras musculares, el edema intersticial, la desnutrición, la fatiga, el sedentarismo, la uremia, y el catabolismo asociado con la diálisis renal modifican la composición corporal; causando alteraciones en la masa grasa, la masa magra, la densidad y el contenido mineral óseo (3,4).

A pesar de la reversión de la uremia tras un trasplante renal; los medicamentos inmunosupresores, y la inactividad física, siguen alterando la CC; e incluso varios años después de la cirugía, persisten las complicaciones relacionadas con la anemia, y algunas otras se exacerbaban, como la disminución de la masa muscular, y el aumento de peso (5–12).

Lo anterior se asocia con enfermedades cardiovasculares, y una menor supervivencia del paciente y del injerto renal en la población trasplantada (13,14). Investigar la composición corporal de los pacientes con ERC y en tratamientos renales sustitutivos es un tema importante en la medicina de trasplante de órganos, y fundamental para dejar de sobrevalorar esta y así obtener resultados objetivos que ayuden a determinar el verdadero estado físico en comparación con la población sana.

Lo anterior para poder realizar estrategias sobre la promoción, y la prescripción de ejercicio físico ajustado a las necesidades de estos pacientes, y así poder disminuir las pérdidas del injerto, y las comorbilidades asociadas (3,12,15,16). Sin embargo, ningún estudio hasta el momento en México ha analizado estas características, por ello el objetivo del presente estudio observacional, transversal y comparativo, es determinar prospectivamente la composición corporal de los pacientes con trasplante renal, y en hemodiálisis, y señalar cómo estos se relacionan con los resultados de individuos sanos.

Para evaluar mejor este objetivo de investigación, analizamos la composición corporal mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA), en receptores de trasplante renal, en pacientes con ERC en hemodiálisis y en un grupo control de voluntarios sanos.

## **2. Materiales y métodos**

**Sujetos:** En este estudio observacional se evaluaron; 47 pacientes con enfermedad renal crónica, sometidos a hemodiálisis periódica, 46 pacientes trasplantados renales adultos estables y 32 voluntarios adultos sanos, a los cuales se les explicó el objetivo del estudio, los procedimientos a realizar, la duración, los beneficios, los riesgos, la voluntariedad de la participación y la confidencialidad, a fin de obtener una firma del consentimiento informado después de la cual fueron evaluados.

El presente trabajo fue aprobado por los Comités de Investigación y Bioética del Hospital Regional de Alta Especialidad del Bajío, y cumple con las normas éticas exigidas en la Declaración de Helsinki para estudios en seres humanos.

En el grupo en hemodiálisis se incluyeron a todos aquellos con un mínimo de 3 meses y máximo de 60 meses de tratamiento de diálisis con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana, ya sea por catéter central o fistula arteriovenosa. Estos pacientes se encontraban en una condición de salud estable con niveles séricos de hemoglobina  $>6.3$  mmol/L, con dieta proteica normal y en tratamiento con terapia farmacológica según su protocolo y manejo de comorbilidades.

El grupo de pacientes con trasplante renal tenía un mínimo de 3 meses y un máximo de 24 meses desde la realización del trasplante. Todos los pacientes con TR eran tratados con inmunosupresión de mantenimiento estándar, de acuerdo con los protocolos del hospital donde se realizó la investigación (tacrolimus/ciclosporina combinados con ácido micofenólico y metilprednisolona), con niveles séricos de creatinina y urea no mayores a 2.90 mg./dL. y 160 mg/dL respectivamente.

El grupo control sano, estuvo compuesto por familiares sedentarios de los pacientes con trasplante renal y pacientes en hemodiálisis evaluados en este estudio, para evitar sesgos de nivel socioeconómico y estilo de vida entre los tres grupos.

Todos los pacientes se encontraban bajo vigilancia médica, se excluyeron del estudio a los pacientes con rechazo agudo comprobado con biopsia en los últimos 3 meses previos a la inclusión en el estudio, así como aquellos con algún problema musculoesquelético que impidiera la deambulación independiente por más de 800 metros, déficit cognitivo, amputación de extremidades, hospitalizaciones en el último mes, historia previa de enfermedad arterial coronaria o hemodinámicamente inestables (valores fuera de la normalidad de frecuencia cardíaca y presión arterial), pacientes con diagnóstico de lupus eritematoso sistémico, diabetes mellitus, osteoartritis incapacitante o enfermedades respiratorias graves.

Los datos demográficos/clínicos, las comorbilidades y la información sobre medicamentos se extrajeron de las historias clínicas de los pacientes, y se corroboraron con los médicos responsables.

**Antropometría:** Todos los pacientes se sometieron a una evaluación antropométrica que incluía el peso corporal, la altura y el índice de masa corporal (IMC) utilizando el procedimiento estándar (17). Se registró el peso con precisión de 0.1 kg, en los pacientes en hemodiálisis este se registró dentro de las primeras horas después de la sesión de diálisis, con una balanza digital modelo 767. La estatura se determinó con un estadiómetro anclado a la balanza (con precisión de 0.5 cm). Las mediciones fueron hechas sin calzado y con bata.

**Determinación de la composición corporal:** Se efectuó un análisis de composición corporal mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA) de cuerpo completo, mediante el equipo DEXA (Hologic Discovery Wi versión 13.5). Se midió la masa grasa y masa magra total, la masa grasa, porcentaje de grasa y masa libre de grasa del tronco, el porcentaje de masa grasa, masa magra, y la densidad y el contenido mineral óseo total y el T-score. Así mismo, se realizaron esas mediciones mencionadas en miembro inferior como superior. Las mediciones en los pacientes hemodializados se realizaron en las primeras horas después de la sesión de diálisis.

Todos los pacientes usaron bata en la evaluación y permanecieron en la cama DEXA en posición supina durante aproximadamente 5 a 10 minutos para completar la exploración corporal.

Parámetros bioquímicos: Se determinaron los niveles séricos de hemoglobina, creatinina, albúmina, urea, nitrógeno ureico, y electrolitos en todos los participantes. Todos los análisis de sangre se realizaron de acuerdo con los procedimientos estándar del laboratorio del hospital donde se realizó el estudio. La función renal se reporta en todos los pacientes como Tasa de Filtración Glomerular (TFG), usando la fórmula según la CKD-EPI (18).

Análisis estadístico: Las variables descriptivas cualitativas se presentan como frecuencias y porcentajes. Se aplicaron las pruebas de Chi cuadrada para comparar las frecuencias de las variables sociodemográficas y clínicas entre los grupos. Se determinó la distribución normal de los datos a través de la prueba de W de Shapiro Wilk's; las variables cuantitativas con distribución normal se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar (DE), las que no presentaron distribución normal como medianas y rangos intercuartílicos.

Las diferencias en las variables continuas con distribución normal entre los tres grupos se compararon mediante el análisis de varianza ANOVA y las pruebas de rango post hoc. Para comparar las variables sin distribución normal entre grupos se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y pares de medianas con la prueba U de Mann-Whitney. Para todas las pruebas anteriores, se consideró significativo un valor de ( $p < 0.05$ ). El análisis estadístico fue realizado con el programa computacional SPSS 25.0 (SPSS Inc., Chicago Illinois).

### **3. Resultados**

Diferencias en las características demográficas y clínicas entre pacientes en HD, con TR, y voluntarios sanos.

En esta investigación participaron 125 personas voluntarias: 47 en el grupo con HD, 46 en el grupo con TR, y 32 en el grupo control sano. Los grupos con TR, HD, y el grupo control se conformaron por un mayor porcentaje de hombres 25 (53.2%), en el grupo de HD, y 25 (54.3%) en el grupo de TR. y 19 (59.4%), en el grupo control, las pruebas de  $X^2$ , no mostraron diferencias significativas entre estas proporciones.

Al comparar el promedio de la edad de los participantes de los tres grupos, no se observaron diferencias significativas, siendo los valores ( $X \pm DE$ ) de:  $28.89 \pm 5.76$  años para el grupo en HD, de  $27.39 \pm 5.04$  años, para el grupo con TR, y  $29.63 \pm 6.34$  años para el grupo control (Tabla 1).

En este estudio se demostró que había un porcentaje significativamente mayor de hipertensos en el grupo de HD 39 (83%) en comparación con el grupo de pacientes con TR 24 (52.25%), ( $p < 0.001$ ). Los resultados en valores de mediana y los rangos intercuartiles para el tiempo desde el inicio de las sesiones de diálisis en el grupo en HD fue de 19 (14-35) meses; para el grupo con TR, el tiempo desde la cirugía fueron de 41 (15.75-49.75) meses.

El tiempo transcurrido desde el diagnóstico de la enfermedad fue significativamente mayor en el grupo de TR siendo de 72 (69-107.25) meses comparados con 30 (16-60) meses en el grupo en HD, respectivamente, ( $p < 0.001$ ) (Tabla 2). Los antecedentes de

la frecuencia de participantes que realizan alguna actividad física fueron significativamente mayor en el grupo control, al compararlo con ambos grupos (TR, HD), ( $p < 0.001$ ); tendencias similares se observaron en la frecuencia de participantes que tenían alguna ocupación laboral, siendo significativamente mayor en el grupo control ( $p < 0.001$ ) comparado con los otros grupos con HD y TR; es importante señalar que entre estos dos últimos no hubo diferencias significativas (Tabla 1).

#### **Resultados de los datos de laboratorio entre pacientes en HD, y pacientes con TR.**

Los pacientes con TR tuvieron niveles significativamente más bajos de creatinina sérica  $< 0.0001$ , urea  $< 0.0001$ , nitrógeno ureico en sangre  $< 0.0001$ , magnesio  $< 0.0001$ , fosforo  $< 0.0001$ , y potasio  $< 0.0001$ . En cuanto a los niveles de la tasa de filtración glomerular, fueron más altos en este grupo  $< 0.0001$ , así como la concentración de hemoglobina  $< 0.0001$  y de calcio  $< 0.0001$  en comparación con los pacientes en HD; sin embargo, los niveles de albúmina fueron similares en ambos grupos  $0.879$ .

#### **Resultados de las características antropométricas y de la composición corporal entre los pacientes en HD, los pacientes con TR y el grupo control de voluntarios sanos.**

En la Tabla 3 se presentan los valores promedio y desviación estándar ( $X \pm DE$ ) para el peso corporal, el cual fue significativamente mayor en el grupo control al compararlo con los dos grupos con HD y TR; siendo los resultados de:  $71.4 \pm 14.32$  kg, para el grupo control; de  $63.23 \pm 13.94$  kg para el grupo en HD, y de  $63.52 \pm 13.54$  kg para el grupo con TR, ( $p = 0.02$ ); los valores de mediana y rangos intercuartílicos del IMC fueron significativamente mayores en el grupo control, con  $26.49$  kg/m<sup>2</sup> (23.7-29.05), comparados con el grupo de pacientes en HD, que fue  $22.9$  kg/m<sup>2</sup> (21.25-26.5) ( $p = 0.016$ ); pero fueron similares a los del grupo de pacientes con TR. Sin embargo, los porcentajes de sobrepeso y obesidad fueron similares al compararlos entre los tres grupos.

En la Tabla 3, también se presentan los resultados en valores promedio y DE ( $X \pm DE$ ) de la masa grasa total (MGT) (Figura 1), la cual fue significativamente menor en el grupo de pacientes en HD ( $14.98 \pm 6.96$  kg) al compararlos con los otros dos grupos, siendo los resultados de:  $19.06 \pm 7.94$  kg para el grupo con TR ( $p = 0.02$ ); y de  $20.1 \pm 6.5$  kg para el grupo control ( $p = 0.007$ ).

Los pacientes con TR tuvieron una masa magra total (MMT) significativamente menor ( $41.0 \pm 8.02$  kg) comparado con el grupo control ( $47.11 \pm 11.73$  kg) ( $p = 0.023$ ).

El porcentaje de grasa total fue significativamente mayor en el grupo con TR ( $30.06\% \pm 8.60$ ) comparado con el grupo en HD ( $24.88\% \pm 8.49$ ) ( $p = 0.01$ ) (Figura 2). En la Tabla 3, también se aprecia que la densidad de mineral ósea (DMO), y el contenido de mineral óseo (CMO) fueron significativamente mayores en el grupo control comparado con los grupos en HD y con el grupo de pacientes con TR ( $p < 0.05$ ).

En las extremidades superiores, la DMO fue significativamente menor en ambos grupos con HD y TR, siendo los valores de:  $0.71 \pm 0.08$  g/cm<sup>2</sup> para el grupo con HD ( $p < 0.001$ ); y de  $0.72 \pm 0.08$  g/cm<sup>2</sup> para el grupo de pacientes con TR, respectivamente, ( $p < 0.001$ ), al compararlos con los valores del grupo control sano de  $0.78 \pm 0.08$  g/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 1.** Diferencias en las características demográficas y clínicas entre los pacientes en HD, pacientes con TR, y el grupo control de sujetos sanos.

	<b>Hemodiálisis (HD) N=47</b>	<b>Trasplante renal (TR) N=46</b>	<b>Control-sano N=32</b>	<i>p</i>
<i>Edad (años)</i>	28.89 ± 5.76	27.39 ± 5.04	29.63 ± 6.34	0.202
<b>Sexo</b>				
-Hombre	25 (53.2%)	25 (54.3%)	19 (59.4%)	0.85
-Mujer	22 (46.8%)	21 (45.7%)	13 (40.6%)	
<i>Ocupación laboral</i>	19 (40.4%)	28 (60.90%)	29 (90.6%) <sup>a</sup>	<b>&lt;0.001</b>
<i>Actividad física</i>	3 (6.4 %)	3 (6.5%)	14 (43.8%) <sup>b,c</sup>	<b>&lt;0.001</b>
<i>Dieta</i>	5 (10.6%)	8 (17.4%)	1 (3.1%)	0.143
<i>Hipertensión</i>	39 (83%)	24 (52.25%)	-	<b>0.002</b>
<i>Etiología de la ERC</i>				
-Hipoplasia renal	16 (34.0%)	28 (60.9%)		
-Idiopática	23 (48.9%)	12 (26.1%)	-	0.122
-Otras	8 (17.1%)	6 (13%)		
<i>Tiempo desde el diagnóstico de la ERC</i>				
(meses)	30 (16-60)	72 (69-107.25)	-	<b>&lt;0.001</b>
<i>Tiempo con el TR o HD</i>				
(meses)	19 (14-35)	41 (15.75-49.75)	-	<b>0.016</b>
<i>Tipo de donador</i>				
-Fallecido	-	18 (39.13%)		

-Vivo	28 (60.87%)
<i>Acceso vascular (HD)</i>	
-FAVI	15 (31.9%)
-Catéter Niagara	5 (10.6%)
-Catéter Mahurkar	7 (14.9%)
-Permacath	20 (42.6%)

Además, los valores de mediana y rango intercuartil para el CMO en los miembros superiores de los pacientes con TR, fue significativamente menor con 0.13 (0.11-0.16) kg comparado con el grupo control sano, con valores de 0.16 (0.13-0.2) kg ( $p = 0.04$ ). En cuanto a la masa grasa, masa magra y % total de grasa en brazos no hubo diferencias significativas entre grupos.

En las extremidades inferiores la MM del grupo con TR fue significativamente menor 6.31 (4.83-7.5) kg comparada con la del grupo control de 7.99 (5.48-9.36) kg ( $p=0.025$ ) (Figura III). La DMO fue significativamente mayor en el grupo control con 1.19 (1.01-1.32) g/cm<sup>2</sup>, comparado con el grupo en HD de 1.00 (0.92-1.12) g/cm<sup>2</sup> ( $p=0.006$ ) y el grupo con TR con 1.19 (1.01-1.32) g/cm<sup>2</sup> ( $p=0.018$ ). El CMO fue también significativamente mayor en el grupo control con 0.32 (0.27-0.39) kg al compararlo con el grupo con TR con 0.45 (0.31-0.51) kg, ( $p=0.006$ ) y el grupo en HD con 0.33 (0.28-0.39) kg ( $p<0.001$ ).

La MG en el tronco fue significativamente menor en el grupo de pacientes en HD 5.78 (3.63-8.88) kg, al compararla con la MG del grupo con TR 8.17 (5.25-12.38) kg, ( $p=0.018$ ), y la del grupo control sano 9.73 (7.93-12.09) kg ( $p<0.001$ ). Los resultados del CMO y el % total de grasa en tronco en el grupo control presentó los resultados más altos al compararlos con los de los grupos de pacientes con HD y TR (Tabla 4).

#### 4. Discusión

El objetivo principal de esta investigación de tipo observacional con diseño comparativo, fue evaluar las diferencias en la composición corporal entre pacientes con trasplante renal, pacientes con tratamiento de Hemodiálisis, y un Grupo Control de voluntarios sanos. Demostrándose que los pacientes con HD presentaron, una Masa Grasa (MG) corporal total, MG a nivel del tronco, y Porcentaje Total de Peso Graso (%PG) en el tronco, significativamente menores al de los voluntarios del GC y el grupo con TR.

La MM total, ya que de los miembros inferiores fueron significativamente menores en los pacientes con TR al compararlos con las del grupo control sano. Al observar los resultados del contenido, y densidad mineral ósea corporal total, así como la de los



**Tabla 2.** Diferencias en las características bioquímicas entre pacientes en HD, y pacientes con TR.

	<b>Hemodiálisis (HD)N= (47)</b>	<b>Trasplante renal (TR) N= (46)</b>	<b>p</b>
Nitrógeno ureico (BUN)(mg/dL)	63 (51.0-77.0)	22 (18.0-31.0)	<b>&lt;0.0001</b>
Urea (mg/dL)	134.80 (109.10-159.45)	47.10 (38.50-62.10)	<b>&lt;0.0001</b>
Creatinina (mg/dL)	12.40 (9.30-16.50)	1.6 (1.20-1.90)	<b>&lt;0.0001</b>
Hemoglobina (g/dL)	10.53 ± 1.85	13.35 ± 3.04	<b>&lt;0.0001</b>
Albumina (g/dL)	4.3 (3.95-4.50)	4.30 (4.20-4.60)	0.879
Magnesio (mg/dL)	2.4 (2.10-2.85)	2 (1.70-2.20)	<b>&lt;0.0001</b>
Fosforo (mg/dL)	5.9 (5.05-7.50)	3.90 (3.40-4.20)	<b>&lt;0.0001</b>
Potasio (mmol/L)	5.60 (4.70-6.10)	4.5 (4.30-4.80)	<b>&lt;0.0001</b>

miembros inferiores, y superiores, estos valores fueron menores en los pacientes con ERC.

También se demostró, que el porcentaje corporal total de masa grasa fue significativamente mayor en el grupo con TR, comparado con el grupo en HD. Estos resultados fueron similares a los encontrados por otros investigadores quienes evaluaron los cambios en la CC, de los pacientes con TR; aunque esta fue evaluada por bioimpedancia (19,20).

Dienemann et al., en un estudio longitudinal de 24 meses, en el que se evaluó la CC de pacientes receptores de TR, y controles sanos; cuya edad promedio, y rangos fueron de 46 (20-60) años, y 39 (21-60) años, respectivamente. Los investigadores reportaron un aumento significativo en el peso corporal (86,7 (48,4 - 135,3) kg vs 74,7 (41,5 - 123,5) kg), el IMC (28,4 (17,6 - 45,6) vs 25,5 (15,5 - 45,0)), y la masa grasa total así, como una disminución en la masa magra de las extremidades superiores e inferiores en los pacientes con TR.

También se destacó que la obesidad se presentó en el 45% de los pacientes a los 24 meses de seguimiento (21). En nuestra investigación, el tiempo que transcurrió desde la fecha de la cirugía en nuestros pacientes con TR fue de 41 meses.

La prevalencia de sobrepeso y obesidad [determinadas con el IMC (kg/m<sup>2</sup>) de los trasplantados renales] fue del 36.9%, cifras que fueron similares a lo reportado por el estudio citado previamente (21).

Sin embargo, en esta investigación, no se demostraron diferencias significativas en la MG, entre los pacientes con TR y el GC; esto puede deberse a la alta prevalencia de sobrepeso y obesidad en los sujetos del grupo control de este estudio, que fue del 50%; a pesar de estas diferencias, las cantidades de masa grasa total fueron muy similares entre estos dos grupos, coincidiendo con la teoría de otros estudios, en la cual se ha atribuido la ganancia de peso corporal en los pacientes con TR a expensas del crecimiento del tejido adiposo (22).

**Tabla 3.** Diferencias en las características antropométricas y en la composición corporal entre pacientes en HD, pacientes con TR y voluntarios sanos.

	<b>Hemodiálisis (HD) N= (47</b>	<b>Trasplante renal (TR) N= (46)</b>	<b>Control- sano N= (32)</b>	<b>p</b>
Peso (kg)	63.23 ± 13.94	63.52 ± 13.54	71.4 ±14.32 <sup>a,b</sup>	<b>0.020</b>
Altura (cm)	161.67± 8.40	159.54 ± 9.04	163.5 ± 10.8	0.172
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.9 (21.25- 26.5)	23.1 (21.25- 23.1)	26.49 (23.7- 29.05) <sup>c</sup>	<b>0.016</b>
Obesidad/sobrepeso	16 (34%)	17 (36.9%)	16 (50%)	0.335
Masa grasa total (g)	14986.67 ±6962.72 <sup>d,e</sup>	19066.29± 7948.04	20105.65 ±6504.76	<b>0.004</b>
Masa magra total (g)	43929.72 ± 10327.43	41000.94 ±8029.92 <sup>f</sup>	47118.62 ± 11735.73	<b>0.031</b>
Densidad mineral ósea total (BMD) (g/cm <sup>2</sup> )	0.99 ±0.10	1.01± 0.10	1.12 ± 0.10 <sup>g,h</sup>	<b>&lt;0.001</b>
Contenido mineral óseo total (BMC) (g)	1831.29 ± 383.39	1864.72 ± 372.53	2234.74 ± 495.32 <sup>g,h</sup>	<b>&lt;0.001</b>
% total de grasa	24.88 ±8.49 <sup>i</sup>	30.06 ± 8.60	29.24 ±8.53	<b>&lt;0.011</b>
T score	-1.60 ± 1.27	-1.32 ± 1.2	-0.96 ± 0.95 <sup>j,k</sup>	<b>&lt;0.001</b>

En otros estudios se ha encontrado una disminución de la masa magra (principalmente debida a la pérdida de la masa muscular de las piernas); demostrando que en miembros inferiores hay una pérdida de la masa muscular en aproximadamente el 10%, comparado con los controles sanos. Observándose también un aumento de la MG del tronco en los pacientes receptores de TR tratados con ciclosporina (23–25).

Los resultados de nuestra investigación coinciden con los resultados de estudios citados previamente, demostrando una menor MM en miembros inferiores de pacientes con TR, al compararlos con sujetos sanos, siendo un 20.9% inferior para los primeros, coincidiendo con ello en nuestro estudio el 70% de los pacientes eran tratados con ciclosporina por lo que no se puede excluir que la terapia inmunosupresora en pacientes

**Tabla 4.** Diferencias en la composición corporal de miembro superior entre pacientes en HD, pacientes con TR y voluntarios sanos.

	<b>Hemodiálisis (HD)N= (47)</b>	<b>Trasplante renal (TR) N= (46)</b>	<b>Control-sanoN= (32)</b>	<b>p</b>
Masa grasa brazos (g)	1021.95 (629.40- 1615.45)	1247.30 (838.55- 1874.43)	1334.55(690.40- 1625.56)	0.222
Masa magra brazos (g)	2831.55 (1856.70- 3632.15)	2600.95(1896.00- 3201.78)	3062.67(1984.25- 3754.46)	0.272
Densidad mineral ósea brazos (BMD) (g/cm <sup>2</sup> )	0.71 ± 0.08	0.72 ± 0.08	0.78 ± 0.08 <sup>a,b</sup>	<b>&lt;0.001</b>
Contenido mineral óseo brazos (BMC) (g)	142.14 (118.27- 178.37)	138.23 (117.38- 168.41)	160.96 (133.03- 206.41)	<b>0.03</b>
% total de grasabrazos	27.52 ± 11.21	<sup>c</sup> 32.42 ±11.64	30.12 ± 12.21	0.132

Nota: análisis posthoc Bonferroni, comparación entre parejas <sup>a</sup>,p=0.001 vs HD; <sup>b</sup>,p=0.001 vs TR; <sup>c</sup>,p=0.046 vs sano.

**Tabla 5.** Diferencias en la composición corporal de miembro inferior entre pacientes en HD, pacientes con TR y voluntarios sanos.

	<b>Hemodiálisis (HD) N= (47)</b>	<b>Trasplante renal (TR) N= (46)</b>	<b>Control-sano N= (32)</b>	<b>p</b>
Masa grasa piernas (g)	2294.00 (1792.30- 3662.25)	2904.70(2252.25- 3842.42)	3008.32(1939.56- 3748.67)	0.285
Masa magra piernas(g)	6766.40 (5043.40- 8141.45)	6314.40(4835.23- 7501.18) <sup>a</sup>	7990.75(5483.95- 9360.97)	0.031
Densidad mineral ósea piernas (BMD) (g/cm <sup>2</sup> )	1.00 (0.92-1.12)	1.02 (0.96-1.12)	1.19 (1.01-1.32) <sup>b,c</sup>	<b>&lt;0.001</b>
Contenido mineral óseo piernas (BMC) (g)	329.15 (274.62- 393.39)	337.49 (286.09- 391.10)	453.63 (317.66- 513.93) <sup>d,e</sup>	0.004
% total de grasa piernas	26.40 (19.05- 34.50)	31.20 (23.90- 42.50)	26.10 (19.50- 39.10)	0.080

Nota: análisis posthoc Bonferroni, comparación entre parejas <sup>a</sup>,p=0.025 vs sano; <sup>b</sup>,p=0.006 vs

con TR pueda tener un efecto sobre la composición corporal y la distribución de la grasa corporal.

En cuanto a la MG total, en la mayoría de los estudios observacionales de corte transversal, no se han reportado diferencias significativas cuando se comparan los resultados con los del GC de sujetos sanos (26). Sin embargo, en estudios longitudinales se demostró un aumento en la MG durante el seguimiento a largo plazo (24,25,27,28). Los resultados de esta investigación coinciden con estos reportes para una mayor cantidad de MG en los pacientes con ERC.

Esto puede deberse a que se ha documentado que la MG aumenta durante los primeros tres años de diálisis, y en los primeros dos años posteriores al TR, posteriormente el valor disminuye, alcanzando una meseta. La falta de una diferencia en la MG de pacientes y controles de esta investigación puede estar asociada con el tiempo de evolución del TR; ya que los pacientes se encontraban en un periodo decreciente después del tiempo en el que normalmente se observa un aumento de la MG (29,30).

La DMO reportada en la literatura en pacientes con TR, y en HD coincide con nuestros resultados, demostrando diferencias significativas en los grupos con HD y TR comparados con el grupo control sano. En este estudio también destaca la menor DMO en los brazos de los pacientes con ERC, dato similar a los resultados de otros estudios (29). Lo anterior puede deberse a una disminución de la masa magra, el consumo de inhibidores de la calcineurina por tiempo prolongado en los pacientes con TR, y la inactividad física (31–33).

Es difícil la comparación con las distintas cohortes de los estudios mencionados, ya que la mayoría de los estudios se realizaron en países de Europa o Asia, en los que el IMC basal medio fue notablemente más bajo en comparación con los pacientes con TR de México (34–36). Además, la población mexicana de pacientes en HD, y con TR, tienen una edad promedio mucho menor que la media de los estudios previos (50 años), por lo que la baja masa magra, de los pacientes estudiados de otros países, también se pudiera atribuir al envejecimiento del sujeto (37,38); relacionándose con una CC en la que predomina el aumento de la masa grasa, y disminuye la masa magra (39–41).

Sin embargo, es de interés que los pacientes con ERC (en HD o con TR) estudiados en el presente eran pacientes adultos jóvenes; en los que se esperaba que su capacidad física estuviera en su pico máximo; a pesar de ello, presentaron resultados inferiores incluso en comparación con la población enferma de mayor edad de otros países (34–36).

Otro factor importante a considerar, para explicar las diferencias en los resultados de la CC de los pacientes con ERC de este estudio; es el tiempo postrasplante renal, ya que la mayoría de los reportes de la literatura previa describen un tiempo postrasplante cercano a un año, lo que podría ser una posible explicación a los valores inferiores obtenidos en el IMC, el contenido graso, y la masa magra. Ya que conforme avanza el consumo de inmunosupresores mayores complicaciones metabólicas se producen, fomentando el depósito visceral de las grasas ingeridas, la pérdida ósea acelerada, y la pérdida de masa muscular.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones en primer lugar la susceptibilidad al sesgo de selección, ya que solo incluimos a pacientes sin discapacidades físicas graves, pérdidas previas del injerto, hospitalizaciones previas, o comorbilidades como diabetes, en esta población la CC seguramente hubiera reportado mayores alteraciones, por lo

**Tabla 6.** Diferencias en la composición corporal del tronco entre pacientes en HD, pacientes con TR y voluntarios sanos.

	Hemodiálisis (HD)N= (47)	Trasplante renal(TR) N= (46)	Control- sanoN= (32)	p
Masa grasa en tronco	5784.90 (3631.30-	8177.05	9730.00	<0.001
(g)	8887.30) <sup>a,b</sup>	(5256.00-	(7936.85-	
		12386.87)	12094.42)	
Masa magra en tronco	21701.20	19101.65	23420.20	0.075
(g)	(17357.80-	(16928.70-	(16558.72-	
	25401.80)	23152.65)	26406.77)	
Contenido mineral			581.79 ±	<0.001
óseo tronco (BMC) (g)	442.72 ± 106.23	448.89 ±106.77	137.45 <sup>c,d</sup>	
% total de grasa en tronco	23.012 ±9.11 <sup>f,g</sup>	29.38 ±9.47	30.36 ± 7.83	<0.001

que se podría estar sobrestimando la CC con nuestros resultados. En segundo lugar, la falta de muestreo aleatorio, y de participación multicéntrica, es un problema que resulta en la disminución de la capacidad de generalizar los resultados.

En tercer lugar, el diseño transversal, limita algunas de nuestras conclusiones, por lo que se proponen nuevos estudios en los que se realicen mediciones longitudinales. Sin embargo, destacamos que es el primer estudio comparativo de pacientes con HD y TR en México; utilizando además la herramienta más válida para la medición de nuestras variables, por lo que se espera que este estudio sea un parteaguas para realizar mayor investigación en este tipo de población.

## 5. Conclusiones

Este estudio muestra que los pacientes trasplantados renales y en hemodiálisis, tienen diferencias importantes en la composición corporal (mayor masa grasa, menor masa muscular total, y en extremidades inferiores, menor densidad y contenido mineral óseo), al compararlos con los sujetos sanos de la misma edad. Sorprendentemente la masa magra, de los pacientes con TR se acerca más a la de los pacientes hemodializados, que a la de los voluntarios sanos, contrario a lo que se pensaría por la presencia del nuevo órgano.

Por lo que, estos resultados demuestran la necesidad de efectuar mayor investigación en relación a la evaluación del estado de capacidad física integral de los pacientes con ERC, con el fin de diseñar estrategias de salud novedosas en las que se diseñen programas de ejercicio físico para la población de pacientes con ERC, con la idea de prevenir la aparición de problemas musculoesqueléticos, la sarcopenia, y el exceso de masa grasa que predisponen a los pacientes a desarrollar comorbilidades como diabetes

o enfermedades cardiovasculares; todos estos problemas generalmente pasan desapercibidos por el personal de salud.

Por lo que es necesario el trabajo multidisciplinario de médicos, fisioterapeutas, profesores de educación física, nutriólogos y psicólogos para el tratamiento integral de estos pacientes.

## Referencias

1. Hill, N. R., Fatoba, S. T., Oke, J. L., Hirst, J. A., O'Callaghan, C. A., Lasserson, D. S., Hobbs, F. D.: Global prevalence of chronic kidney disease - A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, vol. 11, no. 7 (2016) doi: 10.1371/journal.pone.0158765
2. James, S. L., Abate, D., Abate, K. H., Abay, S. M., Abbafati, C., Abbasi, N., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., Abdela, J., Abdelalim, A., Abdollahpour, I., Abdulkader, R. S., Abebe, Z., Abera, S. F., Abil, O. Z., Abraha, H. N., Abu-Raddad, L. J., Abu-Rmeileh, N. M., Accrombessi, M. M., Acharya, D., Acharya, P.: Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and Injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet*, vol. 392, no. 10159, pp. 1789–1858 (2018) doi: 10.1016/S0140-6736(18)32279-7
3. Oterdoom, L. H., Ree, R. M., Vries, A. P., Gansevoort, R. T., Schouten, J. P., van-Son, W. J., Heide, J. J. H., Navis, G., Jong, P. E., Gans, R. O., Bakker, S. J.: Urinary creatinine excretion reflecting muscle mass is a predictor of mortality and graft loss in renal transplant recipients. *Transplantation*, vol. 86, no. 3, pp. 391–398 (2008) doi: 10.1097/tp.0b013e3181788aea
4. Topp, K. S., Painter, P. L., Walcott, S., Krasnoff, J. B., Adey, D., Sakkas, G. K., Taylor, J., McCormick, K., TeNyenhuis, M., Iofina, M., Tomlanovich, S., Stock, P.: Alterations in skeletal muscle structure are minimized with steroid withdrawal after renal transplantation. *Transplantation*, vol. 76, no. 4, pp. 667–673 (2003) doi: 10.1097/01.tp.0000076096.45542.1b
5. Chen, G., Gao, L., Li, X.: Effects of exercise training on cardiovascular risk factors in kidney transplant recipients: a systematic review and meta-analysis. *Renal Failure*, vol. 41, no. 1, pp. 408–418 (2019) doi: 10.1080/0886022x.2019.1611602
6. Hernández-Sánchez, S.: Physical exercise and fitness in adults kidney transplant recipients. Ph. D. Thesis, Universidad de Granada (2016)
7. Moreau, K., Desseix, A., Germain, C., Barthe, N., Bachelet, T., Morel, D., Merville, P., Couzi, L., Thiebaut, R., Chauveau, P.: Body composition in 98 patients awaiting kidney transplantation. *Nutrition*, vol. 30, no. 2, pp. 186–191 (2014) doi: 10.1016/j.nut.2013.07.018
8. Dontje, M. L., Greef, M. H. G., Krijnen, W. P., Corpeleijn, E., Kok, T., Bakker, S. J., Stolk, R. P., Schans, C. P.: Longitudinal measurement of physical activity following kidney transplantation. *Clinical Transplantation*, vol. 28, no. 4, pp. 394–402 (2014) doi: 10.1111/ctr.12325
9. Chan, W., Chin, S. H., Whittaker, A. C., Jones, D., Kaur, O., Bosch, J. A., Borrows, R.: The associations of muscle strength, muscle mass, and adiposity with clinical outcomes and quality of life in prevalent kidney transplant recipients. *Journal of Renal Nutrition*, vol. 29, no. 6, pp. 536–547 (2019) doi: 10.1053/j.jrn.2019.06.009
10. Hartmann, E. L., Kitzman, D., Rocco, M., Leng, X., Klepin, H., Gordon, M., Rejeski, J., Berry, M., Kritchevsky, S.: Physical function in older candidates for renal transplantation: an impaired population. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, vol. 4, no. 3, pp. 588–594 (2009) doi: 10.2215/cjn.03860808

11. Takahashi, A., Hu, S. L., Bostom, A.: Physical activity in kidney transplant recipients: A review. *American Journal of Kidney Diseases*, vol. 72, no. 3, pp. 433–443 (2018) doi: 10.1053/j.ajkd.2017.12.005
12. Yang, D., Robinson, L., Selinski, C., Bajakian, T., Mejia, C., Harhay, M. N.: Physical function in kidney transplantation: current knowledge and future directions. *Current Transplantation Reports*, vol. 7, no. 2, pp. 46–55 (2020) doi: 10.1007/s40472-020-00271-5.
13. Purnell, T. S., Auguste, P., Crews, D. C., Lamprea-Montealegre, J., Olufade, T., Greer, R., Ephraim, P., Sheu, J., Kosteci, D., Powe, N. R., Rabb, H., Jaar, B., Boulware, L. E.: Comparison of life participation activities among adults treated by hemodialysis, peritoneal dialysis, and kidney transplantation: A systematic review. *American Journal of Kidney Diseases*, vol. 62, no. 5, pp. 953–973 (2013) doi: 10.1053/j.ajkd.2013.03.022
14. Bellizzi, V., Cupisti, A., Capitanini, A., Calella, P., D'Alessandro, C.: Physical activity and renal transplantation. *Kidney and Blood Pressure Research*, vol. 39, no. 2–3, pp. 212–219 (2014) doi: 10.1159/000355799
15. Painter, P., Roshanravan, B.: The association of physical activity and physical function with clinical outcomes in adults with chronic kidney disease. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, vol. 22, no. 6, pp. 615–623 (2013) doi: 10.1097/mnh.0b013e328365b43a.
16. Universidad Autónoma de Yucatán Facultad de Medicina: Manual de procedimientos para la toma de medidas y valoraciones clínicas, antropométricas, de flexibilidad y movimiento en el adulto mayor. Secretaría de Salud (2002)
17. Cockcroft, D. W., Gault, H.: Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron*, vol. 16, no. 1, pp. 31–41 (1976) doi: 10.1159/000180580
18. Haggan, W. E., Ligny, B. H., Partiu, A., Sabatier, J., Lobbedez, T., Levaltier, B., Ryckelynck, J.: The evolution of weight and body composition in renal transplant recipients: two-year longitudinal study. *Transplantation Proceedings*, vol. 38, no. 10, pp. 3517–3519 (2006) doi: 10.1016/j.transproceed.2006.10.121
19. Souza, G. C., Costa, C., Scalco, R., Gonçalves, L. F., Manfro, R. C.: Serum leptin, insulin resistance, and body fat after renal transplantation. *Journal of Renal Nutrition*, vol. 18, no. 6, pp. 479–488 (2008) doi: 10.1053/j.jrn.2008.05.008
20. Dienemann, T., Ziolkowski, S. L., Bender, S., Goral, S., Long, J., Baker, J. F., Shults, J., Zemel, B. S., Reese, P. P., Wilson, F. P., Leonard, M. B.: Changes in body composition, muscle strength, and fat distribution following kidney transplantation. *American Journal of Kidney Diseases*, vol. 78, no. 6, pp. 816–825 (2021) doi: 10.1053/j.ajkd.2020.11.032
21. Armstrong, K. A., Campbell, S. B., Hawley, C. M., Johnson, D. W., Isbel, N. M.: Impact of obesity on renal transplant outcomes. *Nephrology*, vol. 10, no. 4, pp. 405–413 (2005) doi: 10.1111/j.1440-1797.2005.00406.x
22. Mathieu, R. L., Casez, J. P., Jaeger, P., Montandon, A., Peheim, E., Horber, F. F.: Altered body composition and fuel metabolism in stable kidney transplant patients on immuno suppressive monotherapy with cyclosporine A. *European Journal of Clinical Investigation*, vol. 24, no. 3, pp. 195–200 (1994) doi: 10.1111/j.1365-2362.1994.tb00988.x
23. Steiger, U., Lippuner, K., Jensen, E. X., Montandon, A., Jaeger, P., Horber, F. F.: Body composition and fuel metabolism after kidney grafting. *European Journal of Clinical Investigation*, vol. 25, no. 11, pp. 809–816 (1995) doi: 10.1111/j.1365-2362.1995.tb01689.x
24. Lippuner, K., Casez, J., Horber, F. F., Jaeger, P.: Effects of deflazacort versus prednisone on bone mass, body composition, and lipid profile: A randomized, double blind study in kidney transplant patients. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, vol. 83, no. 11, pp. 3795–3802 (1998) doi: 10.1210/jcem.83.11.5235

25. Macdonald, J. H., Phanish, M. K., Marcora, S. M., Jibani, M., Bloodworth, L. L., Holly, J. M., Lemmey, A. B.: Muscle insulin-like growth factor status, body composition, and functional capacity in hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition*, vol. 14, no. 4, pp. 248–252 (2004) doi: 10.1016/j.jrn.2004.08.001
26. Mingrone, G., Benedetti, G., Capristo, E., Gaetano, A. D., Greco, A., Tataranni, P., Gasbarrini, G.: Twenty-four-hour energy balance in Crohn disease patients: metabolic implications of steroid treatment. *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 67, no. 1, pp. 118–123 (1998) doi: 10.1093/ajcn/67.1.118
27. Han, S. S., Hwang, J. H., Oh, Y. J., Cha, R., Ahn, C., Kim, Y. S.: Change in body compositions of asian recipients after kidney transplantation. *Journal of Korean Medical Science*, vol. 27, no. 10 (2012) doi: 10.3346/jkms.2012.27.10.1182
28. Kang, S. H., Kim, A. Y., Kim, J. C., Do, J. Y.: Comparison of body composition, strength, and physical performance measurements between healthy participants and hemodialysis patients. *International Journal of General Medicine*, vol. 14, pp. 7173–7179 (2021) doi: 10.2147/ijgm.s336082
29. Ishimura, E., Okuno, S., Marukawa, T., Katoh, Y., Hiranaka, T., Yamakawa, T., Morii, H., Kim, M., Matsumoto, N., Shoji, T., Inaba, M., Nakatani, T., Nishizawa, Y.: Body fat mass in hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, vol. 41, no. 3, pp. S137–S141 (2003) doi: 10.1053/ajkd.2003.50103
30. Torres, A., Lorenzo, V., Salido, E.: Calcium metabolism and skeletal problems after transplantation. *Journal of the American Society of Nephrology*, vol. 13, no. 2, pp. 551–558 (2002) doi: 10.1681/asn.v132551
31. Weisinger, J. R., Carlini, R. A., Rojas, E., Bellorin-Font, E.: Bone disease after renal transplantation. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, vol. 1, no. 6, pp. 1300–1313 (2006) doi: 10.2215/cjn.01510506
32. Almond, M., Kwan, J., Evans, K., Cunningham, J.: Loss of regional bone mineral density in the first 12 months following renal transplantation. *Nephron*, vol. 66, no. 1, pp. 52–57 (1994) doi: 10.1159/000187765
33. Painter, P. L., Hector, L., Ray, K., Lynes, L., Dibble, S., Paul, S. M., Tomlanovich, S. L., Ascher, N. L.: A randomized trial of exercise training after renal transplantation. *Transplantation*, vol. 74, no. 1, pp. 42–48 (2002) doi: 10.1097/00007890-200207150-00008
34. Habedank, D., Kung, T., Karhausen, T., Haehling, S. V., Doehner, W., Schefold, J. C., Hasper, D., Reinke, S., Anker, S. D., Reinke, P.: Exercise capacity and body composition in living-donor renal transplant recipients over time. *Nephrology Dialysis Transplantation*, vol. 24, no. 12, pp. 3854–3860 (2009) doi: 10.1093/ndt/gfp433
35. Workeneh, B., Moore, L. W., Fong, J. V. N., Shypailo, R., Gaber, A. O., Mitch, W. E.: Successful kidney transplantation is associated with weight gain from truncal obesity and insulin resistance. *Journal of Renal Nutrition*, vol. 29, no. 6, pp. 548–555 (2019) doi: 10.1053/j.jrn.2019.01.009
36. Faulkner, J. A., Larkin, L. M., Claflin, D. R., Brooks, S. V.: Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, vol. 34, no. 11, pp. 1091–1096 (2007) doi: 10.1111/j.1440-1681.2007.04752.x
37. Kalyani, R. R., Corriere, M., Ferrucci, L.: Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, vol. 2, no. 10, pp. 819–829 (2014) doi: 10.1016/s2213-8587(14)70034-8
38. Lee, J. E., Jo, I. Y., Lee, S., Kim, W., Choi, H. Y., Ha, S. K., Kim, H. J., Park, H. C.: Comparison of hydration and nutritional status between young and elderly hemodialysis patients through bioimpedance analysis. *Clinical Interventions in Aging* (2015) doi: 10.2147/cia.s86229



39. Marcelli, D., Usvyat, L. A., Kotanko, P., Bayh, I., Canaud, B., Etter, M., Gatti, E., Grassmann, A., Wang, Y., Marelli, C., Scatizzi, L., Stopper, A., Sande, F. M. V. D., Kooman, J.: Body composition and survival in dialysis patients: Results from an international cohort study. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, vol. 10, no. 7, pp. 1192–1200 (2015) doi: 10.2215/cjn.08550814
40. Stangl, M., Böcker, W., Chubanov, V., Ferrari, U., Fischereder, M., Gudermann, T., Hesse, E., Meinke, P., Reincke, M., Reisch, N., Saller, M., Seissler, J., Schmidmaier, R., Schoser, B., Then, C., Thorand, B., Drey, M.: Sarcopenia – endocrinological and neurological aspects. *Experimental and Clinical Endocrinology and Diabetes*, vol. 6, no. 01, pp. 8–22 (2018) doi: 10.1055/a-0672-1007