



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales.
Maestría en Nutrición Clínica Integral.

**SARCOPENIA EN EL PACIENTE CON ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA EN
DIÁLISIS PERITONEAL Y SU RELACIÓN CON FACTORES DIETÉTICOS,
TOXICOMANÍAS, REALIZACIÓN DE EJERCICIO Y TERAPIA DE REEMPLAZO**

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Maestro en Nutrición Clínica Integral

Presenta:
Carlos Alfredo Ocampo Mondragón

Dirigido por:
María de los Ángeles Aguilera Barreiro

María de los Ángeles Aguilera Barreiro
Presidente

Diana Beatriz Rangel Peniche
Secretario

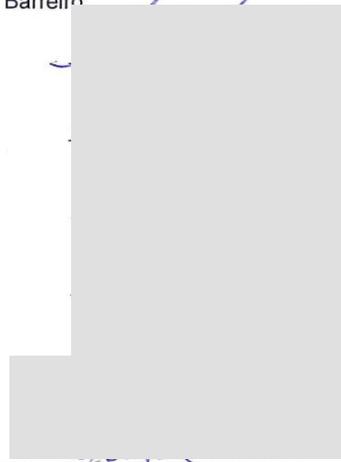
Blanca Lilia Reyes Rocha
Vocal

Iris del Carmen Nieves Anaya
Suplente

Héctor José Mayorga Madrigal
Suplente



Dra. Juana Elizabeth Elton Puente
Director de la Facultad



Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Octubre 2018



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales
de Información



Sarcopenia en el paciente con enfermedad renal
crónica en diálisis peritoneal y su relación con factores
dietéticos, toxicomanías, realización de ejercicio y
terapia de reemplazo

por

Carlos Alfredo Ocampo Mondragón

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0
Internacional](#).

Clave RI: CNMAC-263984

RESUMEN

Sarcopenia es un síndrome caracterizado por pérdida generalizada y progresiva de masa muscular, fuerza y rendimiento físico que se ha asociado fuertemente con el desarrollo de complicaciones, pobre calidad de vida y muerte. El objetivo del estudio fue determinar si existe relación entre diferentes aspectos del estilo de vida (ejercicio, dieta, toxicomanías) y la presencia de sarcopenia en el paciente con enfermedad renal en diálisis peritoneal. Se reclutaron 37 pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) en diálisis peritoneal (DP) y se evaluaron los siguientes aspectos: Masa muscular apendicular por absorciometría dual de rayos-X (DXA), fuerza muscular con dinamometría manual, rendimiento físico con una batería corta de rendimiento físico, antecedentes de realización de ejercicio, consumo de alcohol y tabaco, consumo energético y consumo proteico a través de una historia clínica nutricia. Al comparar las características de los grupos de pacientes con estados sarcopénico y sin sarcopenia, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas solo en el peso (53.52 ± 9.45 y 63.84 ± 10.41 $p=0.05$, para mujeres. 57.41 ± 3.44 y 70.29 ± 9.07 $p=0.004$, para hombres). No se encontró asociación estadísticamente significativa para el antecedente de realización de ejercicio (O.R.=0.71 $p=0.7$, I.C. 95%=0.10; 5.18), consumo de alcohol (O.R.=1.18 $p=0.88$, I.C. 95%=0.17; 8.10), abuso de alcohol (O.R.=2.0 $p=0.55$, I.C. 95%=0.20; 19.9), consumo de tabaco (O.R.=0.86 $p=0.88$, I.C.=0.12; 5.90), ingesta calórica (O.R.=0.99 $p=0.52$, I.C. 95%=0.99; 1.01), ingesta proteica (O.R.=0.97 $p=0.2$, I.C. 95%=0.92; 1.02). En conclusión, no se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre los factores estudiados y el desarrollo de sarcopenia. En los pacientes con ERC en DP evaluados en el presente estudio, la presencia de sarcopenia parece independiente tanto de factores dietéticos como de toxicomanías y actividad física. Se requiere de mayor investigación para determinar el origen de las alteraciones en la masa muscular, fuerza y rendimiento de esta población.

(Palabras clave: Enfermedad renal crónica, masa muscular apendicular, sarcopenia, fuerza muscular)

SUMMARY

Sarcopenia is a syndrome characterized by generalized and progressive loss of muscle mass, strength and physical performance that has been strongly associated with the development of complications, poor quality of life and death. The objective of the study was to determine if there is a relationship between different aspects of lifestyle (exercise, diet, alcohol consumption, smoking) and the presence of sarcopenia in the patient with renal disease on peritoneal dialysis. 37 patients with chronic kidney disease (CKD) in peritoneal dialysis (PD) were recruited and the following aspects were evaluated: Appendicular muscle mass by dual X-ray absorptiometry (DXA), muscle strength with a manual dynamometry, physical performance with a short battery of physical performance, exercise history, alcohol and tobacco consumption, energy consumption and protein consumption through a nutritional history. When comparing the characteristics of the groups with sarcopenic states and without sarcopenia, statistically significant differences were obtained only in weight (53.52 ± 9.45 and 63.84 ± 10.41 $p = 0.05$, for women, 57.41 ± 3.44 and 70.29 ± 9.07 $p = 0.004$, for men). No statistically significant association was found for the history of exercise (OR = 0.71 $p = 0.7$, 95% CI = 0.10, 5.18), alcohol consumption (OR = 1.18 $p = 0.88$, 95% CI = 0.17, 8.10), alcohol abuse (OR = 2.0 $p = 0.55$, 95% CI = 0.20, 19.9), tobacco consumption (OR = 0.86 $p = 0.88$, CI = 0.12, 5.90), caloric intake (OR = 0.99 $p = 0.52$, IC 95 % = 0.99; 1.01), protein intake (OR = 0.97 $p = 0.2$, 95% CI = 0.92, 1.02). In conclusion, no statistically significant associations were found between the factors studied and the development of sarcopenia. In patients with CKD in PD evaluated in the present study, the presence of sarcopenia seems independent of dietary factors, alcohol and tobacco consumption, and physical activity. More research is required to determine the origin of the alterations in muscle mass, strength and performance of this population.

(Key words: Chronic kidney disease, appendicular muscle mass, sarcopenia, muscle strength)

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de tesis es el resultado de la unión de esfuerzos múltiples. Primeramente, se reconoce y agradece profundamente el apoyo brindado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT). Por el acceso a las instalaciones y a sus usuarios, se agradece a Servicios de Salud del Estado de Querétaro (SESEQ) de la Secretaría de Salud y al Hospital General de Querétaro.

Agradezco en este espacio a la Universidad Autónoma de Querétaro y a la Facultad de Ciencias Naturales, mi lugar de formación académica durante el posgrado. Al cuerpo docente de la Maestría en Nutrición Clínica Integral, su esfuerzo y trabajo impulsó de forma directa e indirecta el proceso de realización del presente escrito. Especialmente reconozco la labor de la Dra. María de los Ángeles Aguilera como coordinadora de la maestría en nuestro ciclo como primera generación y, por supuesto, como directora de esta investigación.

Gratifico igualmente a mis asesores, Dra. Beatriz Rangel Peniche, Dra. Blanca Lilia Reyes Rocha, Mtra. Iris del Carmen Nieves Anaya, Dr. Héctor José Mayorga Madrigal, quienes con su guía y atinados comentarios dieron dirección al proyecto.

Índice

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 2 |
| SUMMARY | 3 |
| AGRADECIMIENTOS | 4 |
| Índice..... | 5 |
| I. Introducción..... | 7 |
| 1. Sarcopenia..... | 8 |
| 1.1 Factores asociados al desarrollo de sarcopenia en el adulto mayor | 9 |
| II. Revisión de la literatura..... | 16 |
| 1. Masa muscular esquelética..... | 16 |
| 2. Fuerza muscular y rendimiento físico..... | 19 |
| 3. El estilo de vida y desarrollo de sarcopenia | 21 |
| 4. Enfermedad renal crónica | 23 |
| 4.1 Definición y clasificación. | 23 |
| 4.2 Epidemiología de la enfermedad renal crónica. | 25 |
| 4.3 La masa muscular en la enfermedad renal crónica | 26 |
| III. Hipótesis..... | 28 |
| IV. Objetivos | 28 |
| 1. Objetivo general..... | 28 |
| 2. Objetivos específicos | 28 |
| V. Metodología | 29 |
| 1. Universo..... | 29 |
| 2. Tamaño de la muestra | 29 |
| 3. Unidades de observación..... | 29 |
| 5. Criterios de inclusión..... | 31 |
| 6. Criterios de exclusión..... | 31 |

| | |
|--|----|
| 7. Criterios de eliminación | 31 |
| 8. Variables de investigación | 32 |
| 9. Métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información | 34 |
| 10. Análisis estadístico..... | 36 |
| VI. Resultados y discusión | 36 |
| VII. Conclusiones | 48 |
| Referencias | 50 |

I. Introducción

El término “sarcopenia” proviene del griego “sarx” o carne y “penia” o pérdida, en general hace referencia a la disminución de masa muscular que se presenta junto con el envejecimiento, y que puede afectar al desempeño del individuo de forma tal que limite la capacidad del mismo en actividades del día a día. Con la inversión de la pirámide poblacional que se vive actualmente en México y el aumento en la esperanza de vida, aquellas condiciones a las que el adulto mayor es propenso representan un tema de suma importancia (Martínez-Domínguez et al., 2017).

Previamente ha sido determinado que la presencia de sarcopenia se encuentra asociada estrechamente a un aumento considerable del riesgo de muerte (independientemente de la causa) no sólo en adultos mayores, sino también en adultos en edad media (Dodds & Sayer, 2014). Se ha descrito de igual manera que la masa muscular disminuida en enfermedades crónicas tales como diabetes, hipertensión arterial, osteoporosis y artritis, se encuentran asociadas a un pobre rendimiento físico, especialmente cuando coexisten dos o más patologías crónicas junto con masa muscular disminuida (Li et al., 2015).

En el entendido de que las condiciones crónicas pueden contribuir en buena manera al desarrollo de sarcopenia, y que el desgaste muscular frecuentemente se acompaña de disminución en la fuerza y la función, el paciente con enfermedad renal crónica, que en muchos de los casos se presenta junto con otras condiciones crónicas y a la cual se le añade el desgaste propio de la terapia de reemplazo, representa claramente una población de alto riesgo que requiere de especial atención en el mantenimiento de las reservas musculares así como de la fuerza y la funcionalidad (Alves et al., 2018).

La presente investigación permitió describir aquellos factores que se asocian a la presencia de sarcopenia en el individuo con enfermedad renal crónica, específicamente en aquel con terapia de reemplazo con diálisis peritoneal.

1. Sarcopenia

Uno de los eventos que se presenta junto con el progreso de la edad y que más ha llamado la atención es la pérdida de la masa muscular. Se ha reportado que dicho evento tiene su comienzo en personas sanas alrededor de los 30 años de edad y que se pierde en promedio un 8% de masa muscular cada diez años, con una tasa de pérdida anual que va del 1 al 2% (Chávez-Moreno, Infante-Sierra, & Serralde-Zúñiga, 2015).

Sin embargo, resulta evidente que el proceso no es igual para la población en general, mientras que comúnmente se supone que el adulto mayor tiende a tener menor cantidad de masa muscular, algunos adultos mayores tienen mayor cantidad de masa muscular que adultos jóvenes sanos. Lo anterior se explica tomando en cuenta que existen diferencias importantes de un individuo a otro en aspectos como el pico máximo de masa muscular alcanzado, la edad en la que la pérdida de masa muscular inicia (mientras en algunos individuos puede iniciar a los 40 años en otros puede ser a los 50 años), la realización de ejercicio (tipo, intensidad, duración por sesión, tiempo que se ha realizado) y la alimentación (Brook et al., 2016).

Además de las particularidades mencionadas, se debe considerar que la disminución en el tamaño de la fibra muscular no compromete su función de manera proporcional. Se ha encontrado que las tasas de pérdida de la fuerza, medida con dinamometría, son tres veces mayores que la pérdida de masa muscular, estableciendo las bases de la necesidad de la valoración de la función y fuerza muscular (Goodpaster et al., 2006).

Estas observaciones evidenciaron la necesidad de incluir la evaluación de la función muscular como un criterio más al concepto de sarcopenia. De acuerdo con la European Working Group on Sarcopenia in Older People, esta condición es un síndrome caracterizado por una pérdida generalizada y progresiva tanto de la

masa muscular como de la fuerza muscular que se asocia con un elevado riesgo de consecuencias negativas como discapacidad física, pobre calidad de vida y muerte. (Cruz-Jentoft et al., 2010). Este mismo organismo sugiere la estratificación de la sarcopenia en tres fases:

- Presarcopenia: presencia de masa muscular disminuida sin impacto sobre la fuerza o el rendimiento físico.
- Sarcopenia: masa muscular disminuida más la presencia ya sea de fuerza muscular disminuida o rendimiento físico disminuido.
- Sarcopenia severa: estado en el que se encuentran afectados los tres parámetros.

La presencia de sarcopenia en sí, acarrea altos riesgos de eventos perjudiciales como caídas, fracturas y discapacidad. Se reporta que el riesgo de discapacidad es aproximadamente 4 veces mayor en pacientes con sarcopenia (Janssen, 2011).

1.1 Factores asociados al desarrollo de sarcopenia en el adulto mayor

La sarcopenia es una enfermedad multifactorial, varios agentes han sido planteados como causa de su desarrollo en el adulto sano. En la *Figura 1* se muestran de manera esquemática aquellos factores que tienen relación con ésta condición, a continuación se describen los mecanismos a través de los cuales dichos factores tienen un efecto sobre la masa muscular.

a) Niveles hormonales y sensibilidad a las mismas.

El aumento de la edad se encuentra asociado con ciertos cambios en la producción y sensibilidad hacia diferentes hormonas, entre ellas, hormonas que regulan la respuesta anabólica del organismo. Dentro de las más importantes se encuentran la hormona del crecimiento (GH), factor de crecimiento tipo insulina (IGF-1), cortisol, testosterona e insulina.

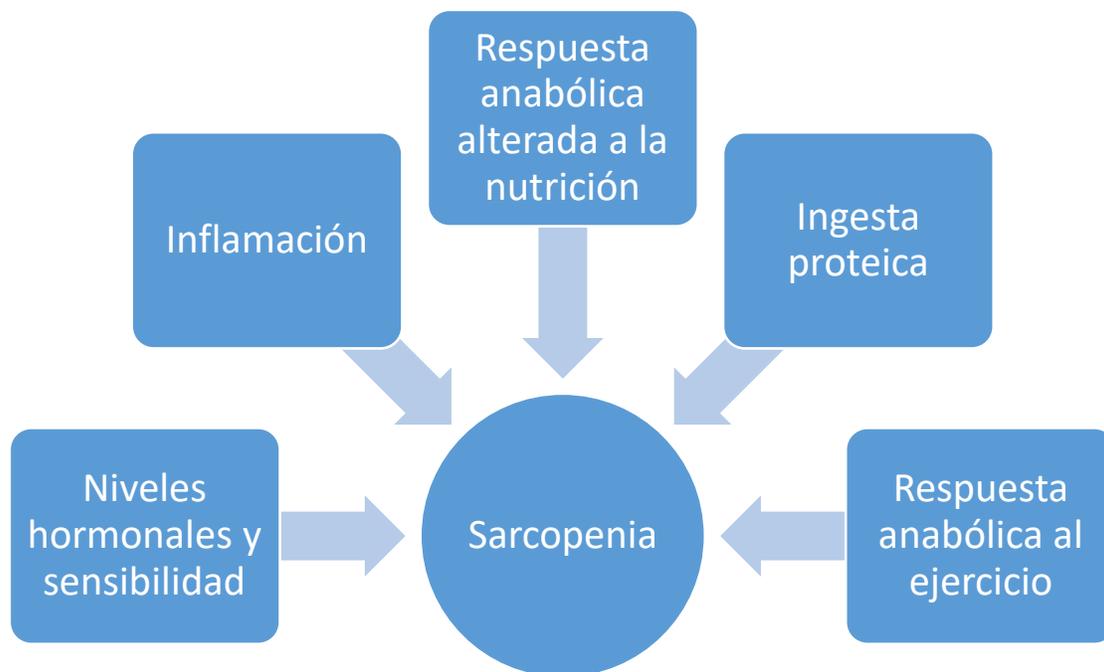


Figura 1. Factores relacionados a la presencia de sarcopenia. Diseño propio.

Durante el envejecimiento se observa una disminución en los niveles GH y de IGF-1, lo que ha podido asociarse con una disminución en la masa muscular (Rudman et al., 1990). Del mismo modo los niveles de testosterona biodisponible disminuyen tanto en hombres como en mujeres a partir de los 30 años de edad en una tasa anual de 2% aproximadamente, lo cual se relaciona con una disminución en la síntesis proteica, y por tanto, de la masa muscular (Sakuma & Yamaguchi, 2012).

b) Inflamación.

Los factores proinflamatorios tales como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α), Interleucina 6 (IL-6) e interleucina 1 (IL-1) tienen un papel importante sobre la degradación muscular y en la disminución de la síntesis proteica. La proteólisis es llevada a cabo mediante la activación del sistema proteolítico dependiente de la ubiquitina. Tanto el TNF- α como la IL-6 y la IL-1 tienen efecto catabólico a través de la activación del factor nuclear kappa-beta (NF- $\kappa\beta$), que se encuentra implicado tanto en la proteólisis miofibrilar como en la activación del sistema proteolítico

dependiente de la ubiquitina. El sistema proteolítico dependiente de la ubiquitina representa un mecanismo sumamente específico cuya regulación es llevada a cabo en múltiples pasos. Primero, aquella proteína a ser degradada debe ser señalizada mediante la adición de ubiquitina a través de la interacción con las enzimas E1, E2 y E3 que se encargan de activar, transportar y de fijar a la ubiquitina en la proteína correspondientemente. Dicho proceso se repite hasta que se han añadido una cadena de cinco ubiquitinas y la unidad proteasoma 26S, donde se lleva a cabo la proteólisis (Wang & Mitch, 2014) y se describirá de forma amplia posteriormente.

c) Respuesta anabólica alterada a la nutrición.

Tomando en cuenta lo mencionado respecto a los niveles hormonales durante el envejecimiento y la reducción de la sensibilidad a ciertas hormonas, particularmente la insulina, es posible explicar que se haya encontrado que la respuesta anabólica a la administración de cantidades adecuadas de aminoácidos no tiene el mismo efecto en sujetos jóvenes comparados con adultos mayores. Si bien la administración de glucosa en conjunto con aminoácidos mejora la absorción de éstos al interior del músculo y se disminuye la degradación de las proteínas musculares, ha sido demostrado en ratas que la respuesta anabólica a una comida compuesta es menor en ratas mayores que en ratas jóvenes (Walrand, Guillet, Salles, Cano, & Boirie, 2011).

d) Ingesta proteica.

De acuerdo con evidencia actual, un consumo adecuado de proteína es necesario para el mantenimiento de la masa magra en el adulto mayor, sin embargo, la recomendación actual de administrar 0.8 g/kg de peso ha sido cuestionada en varias ocasiones bajo el argumento de que podría ser insuficiente para el mantenimiento de la masa y la fuerza muscular (Bauer et al., 2013). En un estudio realizado en el año 2016 se observó que aquellos adultos mayores con una ingesta proteica mayor a 1.2 g/kg de peso mostraron mejor desempeño en la prueba de dinamometría, mejor velocidad de marcha y mayor puntaje en la batería corta de desempeño físico, lo cual apoya la sugerencia de adecuar las recomendaciones de aporte proteico en el adulto mayor (Isanejad et al., 2016).

e) Respuesta anabólica al ejercicio.

Se ha encontrado evidencia de que adultos mayores que llevaron a cabo entrenamiento de resistencia continuamente durante 12 a 17 años, pueden mantener tanto la morfología como la función muscular. De la misma manera, la evidencia apunta a que aunque no se haya realizado ejercicio que cumpla con las características mencionadas en intensidad y duración, la realización de ejercicio de alta intensidad (de acuerdo con la edad del paciente) puede mejorar su fuerza muscular. Sin embargo, la evidencia respecto a la respuesta anabólica al ejercicio no es concluyente, se han encontrado mejores tasas de síntesis proteica en adultos mayores posterior a dos semanas de entrenamiento, mientras que en otros estudios no se ha encontrado mejora en la tasa de síntesis proteica posterior al establecimiento del entrenamiento. Se debe investigar más a fondo si diferentes intensidades, duraciones o tipos de ejercicio tienen efecto benéfico sobre el anabolismo muscular en el adulto mayor (Walrand et al., 2011).

Una vez descritos los factores que propician el desarrollo de sarcopenia en el adulto mayor, es evidente que comparte varios elementos con el desarrollo de la enfermedad renal crónica. Dicho padecimiento tiene un importante componente inflamatorio y catabólico por mecanismos propios de la fisiopatología, a los que se debe sumar la respuesta inflamatoria que origina la terapia de remplazo (diálisis peritoneal para fines del presente estudio), estas características hacen que los requerimientos energéticos y proteicos del paciente con enfermedad renal en terapia de remplazo con diálisis peritoneal se vean aumentados en comparación con los de la población en general. Al catabolismo mencionado se debe sumar la pérdida de nutrientes que se genera con el proceso de recambio de líquido de dializado, que puede ser incluso mayor en caso de peritonitis (Naini, Karbalaie, Abedini, Askari, & Moeinzadeh, 2016).

Además del catabolismo, la inflamación y las pérdidas de nutrientes a través del líquido de dializado, debe considerarse la ingesta del paciente, que se encuentra limitada por varios motivos. La retención de toxinas urémicas (uremia) propia de la falla renal puede ocasionar anorexia, estado nauseoso y vómito. Una

de las manifestaciones clínicas relacionadas estrechamente con la ingesta de alimentos es el hedor urémico, dicha alteración genera disgeusia que puede limitar de manera importante el consumo de alimentos. Aunado a las limitantes intrínsecas del paciente respecto a la ingesta de alimentos, parte del tratamiento de la uremia consiste en la restricción del aporte proteico, lo cual hace que el paciente tenga un alto riesgo de desnutrición y, por tanto, de disminución de la masa muscular (Longo et al., 2013).

Hasta recientemente, el estudio del paciente renal y su salud musculoesquelética se había centrado más en las alteraciones minerales y óseas, sin embargo es ahora bien reconocido que dichas complicaciones van acompañadas de disminuciones importantes en la cantidad de músculo esquelético, que a su vez, trae consigo consecuencias como un elevado riesgo de caídas, fracturas, inmovilidad, dependencia y definitivamente una disminución en la calidad de vida (Avin & Moorthi, 2015).

La enfermedad renal crónica, definida como el daño renal por al menos tres meses determinado por la presencia de alteraciones estructurales o funcionales con o sin descenso de la tasa de filtración glomerular (National Kidney Foundation, 2002), representa un problema de salud pública de suma importancia debido al creciente número de casos que se detectan y, en definitiva, debido al aumento en la prevalencia de sus factores de riesgo más frecuentes, se considera que la tasa anual de aumento en la prevalencia de la enfermedad es mayor al 9% (Treviño-Becerra, 2004).

A la fecha es bien conocido que el catabolismo proteico característico de la enfermedad renal crónica trae como resultado modificaciones de suma importancia en la composición corporal y los parámetros bioquímicos del paciente. Existen varios espectros presentes en los cuales la disminución de la masa muscular es una constante. El síndrome de desgaste proteico-energético hace referencia a la disminución en las reservas energéticas y proteicas del individuo, su prevalencia es amplia dentro de lo reportado en la bibliografía, fluctuando entre el 18 y el 75%. Uno de los marcadores validados y utilizado con mayor frecuencia para su identificación

es el desgaste de la masa muscular (Carrero et al., 2008). Miopatía urémica es otro término que hace referencia al estado de las reservas del organismo en el contexto de la evolución de la enfermedad renal crónica y toma en cuenta a la reducción de la fuerza muscular y cambios significativos estructurales en las fibras musculares y se estima que se presenta en aproximadamente un 50% de los pacientes con tratamiento de diálisis (Fahal, 2014).

En un estudio realizado en 2012 en la ciudad de México, cuyo objetivo era determinar la prevalencia de sarcopenia en adultos mayores, se reportó un 33.6% de prevalencia, con un 48.5% para mujeres y un 27.4% para hombres (Arango-Lopera, Arroyo, Gutiérrez-Robledo, y Pérez-Zepeda, 2012). Es necesario resaltar que dichas observaciones fueron realizadas sin distinción del tipo de patología que presentara el paciente.

A pesar de que en el país no se cuenta con un registro oficial de personas con enfermedad renal crónica, sus causas más importantes son bien conocidas. En un estudio publicado en 2010 que buscaba conocer aspectos epidemiológicos de la enfermedad renal en México se identificó a la diabetes y la hipertensión como principales agentes causales con un 48.5% y 19% respectivamente (Méndez-Durán, Francisco Méndez-Bueno, Tapia-Yáñez, Montes, y Aguilar-Sánchez, 2010). De igual manera se han identificado ya los principales factores de riesgo para presentar enfermedad renal crónica, siendo estos la edad avanzada, síndrome metabólico, dislipidemia, nefrotoxinas (antiinflamatorios no esteroideos, antibióticos, medios de contraste), enfermedad cardiovascular y la presencia de diabetes (Evans & Taal, 2011). En el año 2012 se reportó una prevalencia de hipertensión arterial de 33.3% para hombres y de 30.8% para mujeres, y una prevalencia de diabetes tipo 2 de 8.6% para hombres y de 9.7 para mujeres (Instituto Nacional de Salud Pública, 2012). Como puede observarse, pese a que no se conoce de manera oficial la cantidad de pacientes con enfermedad renal crónica en el país, se sabe que la prevalencia de condiciones crónicas no transmisibles es bastante importante y se encuentra en aumento.

Previamente se ha hecho referencia a la importante relación entre la disminución de la masa muscular y la enfermedad renal crónica, y se ha establecido que, por diferentes mecanismos, tiene un fuerte impacto sobre la calidad de vida del paciente. Los agentes causantes del desgaste energético-proteico en el paciente renal son múltiples e incluyen la presencia de inflamación, acidosis, catabolismo derivado de la terapia de remplazo, la ingesta disminuida de nutrientes, pérdida de los mismos durante el proceso de diálisis y el estrés oxidativo (Greco et al., 2014).

Aunque la inflamación y la alta producción de citocinas inflamatorias se asocian con el catabolismo proteico y, en consecuencia, con la disminución de la masa muscular, los mecanismos precisos a través de los cuales se tiene este efecto permanecen aún sin ser determinados del todo. Además de lo antes dicho, se ha asociado fuertemente a algunos elementos de la familia del factor de crecimiento transformante beta (TGF- β). Un ejemplo de esto es la miostatina, que interfiere con el crecimiento muscular a través de la inhibición de la proliferación celular, además de favorecer la degradación de las proteínas musculares. Se ha observado aumentos importantes en la cantidad de masa muscular y la fuerza en animales que producen cantidades menores de miostatina, mientras que al administrarla en exceso ha causado desgaste proteico y caquexia (Wang & Mitch, 2014).

Llevar a la práctica el actual estudio permitió evaluar el efecto de algunas variables del estilo de vida (realización de ejercicio, tipo, intensidad y duración del mismo, cese del hábito tabáquico y el consumo de alcohol) y dietéticas (consumo de proteína), así como el tiempo transcurrido entre el establecimiento del diagnóstico y el inicio de la terapia de reemplazo. Determinar dicha relación, permite establecer estrategias de intervención temprana para atenuar la pérdida de masa muscular y disminuya el impacto de la patología sobre la calidad de vida del paciente y el riesgo de complicaciones.

II. Revisión de la literatura

1. Masa muscular esquelética

De manera general el músculo esquelético posee la característica particular de transformar la energía química en energía mecánica para llevar a cabo un trabajo, el control de sus contracciones es en mayor parte voluntaria, aunque también puede tener contracciones de forma refleja (Merí, 2005).

Además de las funciones motoras, de estabilidad y mantenimiento de la postura, el músculo esquelético juega un papel importante en múltiples funciones biológicas, representando aproximadamente el 30% del gasto energético basal es el sitio de utilización de glucosa más grande del organismo y contiene grandes depósitos de aminoácidos que pueden ser liberados para su utilización durante el estrés o el ayuno, por tanto, el mantenimiento de la masa muscular debe ser visualizado como un factor de suma importancia no solo en el mantenimiento de la independencia física sino también en la protección contra ciertas morbilidades metabólicas (Rizzoli et al., 2013).

Para comprender el deterioro de la musculatura a lo largo de la edad y en conjunto con condiciones crónicas, es necesario mencionar que las fibras musculares pueden clasificarse acorde con su funcionamiento y morfología de la siguiente manera (Merí, 2005):

- Fibras rojas, de contracción lenta o tipo I: contracción prolongada, metabolismo predominantemente aeróbico, eficaces en el mantenimiento de la postura y trabajos de baja intensidad y larga duración.
- Fibras blancas, de contracción rápida o tipo II
 - Fibras de tipo IIa: a pesar de ser consideradas fibras de contracción rápida, comparten características de las fibras de tipo I.
 - Fibras de tipo IIb: activadas en actividades que requieren de fuerza considerable, metabolismo principalmente anaeróbico por lo que su cantidad de mitocondrias es menor.

Cada fibra muscular contiene cantidades variables (entre cientos y millones) de miofibrillas, y cada miofibrilla a su vez contiene situados uno al lado del otro, filamentos delgados de actina y filamentos gruesos o pesados de miosina, que son las moléculas responsables de la contracción muscular (Hall & Guyton, 2011).

El aspecto crucial en la diferenciación del tipo de fibra muscular de la que se habla se encuentra en aquella isoforma de cadena pesada de miosina que predomina en la fibra en cuestión. Así, en las fibras tipo I predomina la isoforma de cadena pesada de miosina de tipo 1, en las fibras tipo IIA predomina la isoforma tipo 2a y en las fibras tipo IIB predomina la isoforma 2x. Es aceptado que las alteraciones musculares que acompañan al envejecimiento se caracterizan por una disminución en la cantidad de fibras de contracción rápida (Purves-Smith, Sgarlato, & Hepple, 2014).

Como parte del diagnóstico de sarcopenia, la valoración cuantitativa de la masa muscular resulta de particular relevancia y los instrumentos a utilizar para llevar a cabo dicha medición han sido punto de intensa discusión debido a la amplia variedad de recursos tecnológicos disponibles a la fecha, así como su precisión, sensibilidad, especificidad, portabilidad, y definitivamente su costo.

Los métodos más comúnmente utilizados en la evaluación de la masa muscular incluyen estudios de imagen como la absorciometría dual de rayos X (DXA), resonancia magnética (RM) y tomografía axial computarizada (TAC), se agregan además otros métodos como el análisis de bioimpedancia (BIA) y la antropometría, sus principales ventajas y desventajas se describen en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

De acuerdo con el consenso europeo establecido en 2010 con respecto al diagnóstico y definición de sarcopenia, la técnica más adecuada tanto en el ámbito de la investigación como en la práctica clínica para la valoración de la masa muscular es la absorciometría dual de rayos X (DXA), principalmente por su alta precisión, la baja exposición a la radiación y el costo en comparación con la resonancia magnética y la tomografía computarizada.

A pesar de las ventajas que posee el análisis de DXA sobre los demás métodos, su mayor desventaja radica en la poca portabilidad y el costo del equipo, en vista de dichas circunstancias, en el mismo consenso se recomienda el uso de análisis de bioimpedancia como opción válida alternativa a DXA. Bajo circunstancias controladas, los resultados obtenidos mediante impedancia han sido consistentes incluso con técnicas como RM.

Cuadro 1 Principales ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de evaluación de la composición corporal. Modificado de Guglielmi et al., 2016

| <i>Técnica</i> | <i>Ventajas</i> | <i>Desventajas</i> |
|----------------|---|--|
| <i>RM</i> | Alta reproducibilidad y precisión. Alta resolución de imagen. La mayor precisión al diferenciar tejidos. | Requiere experiencia y habilidades técnicas por parte del personal. Costosa. Requiere alta cooperación por parte del paciente. Escasa disposición. |
| <i>TC</i> | Alta reproducibilidad y precisión. Alta resolución de imagen. Puede diferenciar tejidos con precisión. | Requiere experiencia y habilidades técnicas por parte del personal. Costosa. No siempre disponible. |
| <i>DXA</i> | Alta reproducibilidad y precisión. Rápida y no invasiva. Baja exposición a radiación. Posibilidad de obtener medidas por regiones. | Variabilidad dependiendo de hardware y software. Contraindicado en embarazo. El estado de hidratación puede afectar la medición. No identifica grasa intramuscular. |
| <i>BIA</i> | Rápida y no invasiva. Buena disponibilidad. No exposición a radiación. Facilidad de utilización. | Resultados basados en ecuaciones que no siempre son de la población de referencia. Variación según estado de hidratación y colocación de electrodos. |

| | | |
|----------------------|-----------------------|---|
| <i>Antropometría</i> | Bajo costo. | Tendencia al error. |
| | Rápida y no invasiva. | Baja reproducibilidad. |
| | Fácil obtención. | No evalúa directamente la composición corporal. |

Dado que el diagnóstico de sarcopenia tiene como base la masa muscular disminuida, una vez se ha determinado el instrumento y técnica a usar para valorarla, han de establecerse los puntos de corte por debajo de los cuales se considera como baja masa muscular.

Para establecer los puntos de corte, diferentes estudios han evaluado tanto la masa muscular total como únicamente la suma de la masa muscular de las extremidades, al cual se le denomina masa muscular apendicular (MMA), que posteriormente se ajusta por la talla para dar origen al índice de masa muscular apendicular (IMMA). De forma general se considera que la masa muscular se encuentra disminuida cuando el índice de masa muscular apendicular se encuentra por debajo de dos desviaciones estándar en comparación con una población joven y sana de referencia (Dodds & Sayer, 2014).

2. Fuerza muscular y rendimiento físico

Inicialmente el término sarcopenia comprendía únicamente la disminución de masa muscular que se da a la par con el envejecimiento, sin embargo, no se conoce aún la relación que existe entre la disminución de la masa muscular y la fuerza. A pesar de que la lógica apuntaría a que una disminución cuantitativa en masa muscular llevaría a la reducción de la fuerza, se ha reportado que los cambios en la masa muscular asociados con la edad explican menos del 5% de las variaciones que se producen en la fuerza a lo largo de los años (Zembron-Lacny, Dziubek, Rogowski, Skorupka, & Dabrowska, 2014).

Además de haberse descrito una estrecha relación entre la reducción entre la fuerza y rendimiento físico y resultados poco favorables posterior a procedimientos quirúrgicos (Roh, Noh, Gong, & Baek, 2017), se ha identificado a la

fuerza muscular disminuida como un fuerte factor predictor de mortalidad en el adulto mayor independientemente de la cantidad de masa muscular que presente el individuo (Newman et al., 2006).

Existen varias técnicas que evalúan la fuerza muscular, y aunque las extremidades inferiores son relativamente más relevantes para el rendimiento físico y las actividades de la vida diaria, la dinamometría manual guarda buena relación con los resultados clínicos más relevantes. Nuevamente, el Consenso Europeo acepta como válidas tres técnicas y menciona que dependerá del entorno, la disponibilidad y las características de la población el método a elegir (Cruz-Jentoft et al., 2010):

- Dinamometría manual: la fuerza disminuida medida con este método guarda mejor relación con la condición clínica que la determinación de la masa muscular, en condiciones estándar puede ser un indicador confiable del estado funcional en general.
- Flexión/extensión de rodilla: adecuado en investigación científica, sin embargo, su uso es sumamente limitado en la práctica clínica debido a la necesidad de equipo especial.
- Flujo espiratorio máximo: mide principalmente la fuerza de los músculos espiratorios, sin embargo no puede utilizarse en personas con afecciones pulmonares, además de que no debe ser tomado como referencia de forma aislada.

A demás de la fuerza y la cantidad de masa muscular, el diagnóstico de sarcopenia toma en cuenta el desempeño físico. La batería corta de rendimiento físico consta de tres partes: evaluación del equilibrio, velocidad de la marcha y levantarse y sentarse de una silla 5 veces. Al igual que la dinamometría de mano, la batería corta de rendimiento físico ha mostrado ser capaz de predecir resultados importantes como dependencia, hospitalización y mortalidad (Cabrero-García et al., 2012).

La batería corta de rendimiento físico fue originalmente diseñada en vista de la necesidad existente de la evaluación de la funcionalidad y discapacidad, tanto en el área de la investigación como en el ámbito clínico, en el adulto mayor (Guralnik et al., 1994). Hoy en día, dicha necesidad se ha extendido a la población adulta de edad media, y se ha encontrado adecuada para la evaluación del rendimiento de dicha población (Yasuda, Fukumura, & Nakajima, 2017).

La batería corta consiste en un conjunto de pruebas que se han utilizado individualmente en la investigación en sarcopenia, aunque es considerado tanto por el consenso europeo como por el consenso internacional que resulta de mayor utilidad su uso de manera conjunta (Fielding et al., 2011). En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran los puntos de corte de masa muscular apendicular, fuerza para dinamometría manual y puntaje de batería corta que sugiere el consenso europeo del EWGSOP, aunque para el diagnóstico más específico se sugiere se establezcan puntos de corte propios de la población en estudio.

Cuadro 2 Puntos de corte propuestos para el diagnóstico de sarcopenia.

| <i>Criterio</i> | <i>Técnica</i> | <i>Punto de corte por sexo</i> |
|---------------------------|--|---------------------------------|
| <i>Masa muscular</i> | DXA (índice de masa muscular apendicular) | Mujeres= 5.5 kg/m ² |
| | | Hombres= 7.26 kg/m ² |
| | BIA (índice de masa muscular esquelética) | Mujeres= 6.42 kg/m ² |
| | | Hombres= 8.87 kg/m ² |
| <i>Fuerza muscular</i> | Dinamometría manual | Mujeres= < 20 kg |
| | | Hombres= < 30 kg |
| <i>Rendimiento físico</i> | Batería corta de rendimiento físico | ≤ 8 ptos en ambos sexos |

Modificado de Cruz-Jentoft et al., 2010.

3. El estilo de vida y desarrollo de sarcopenia

De acuerdo con el glosario para la promoción de la salud de la OMS, la definición de estilo de vida es la siguiente:

“El estilo de vida es una forma de vida que se basa en patrones de comportamiento identificables, determinados por la interacción entre las características personales individuales, las interacciones sociales y las condiciones de vida socioeconómicas y ambientales.” (Organización Mundial de la Salud, 1998)

Entre los dominios que integran el estilo de vida se incluyen aspectos como el tipo de alimentación, la actividad física, consumo de alcohol y tabaco, responsabilidades para la salud, actividades recreativas y laborales y relaciones interpersonales (López Carmona, Ariza Andraca, Rodríguez Moctezuma, y Munguía Miranda, 2003).

Se han realizado investigaciones que intentan identificar qué factores se encuentran relacionados a la presencia de sarcopenia en diferentes poblaciones. Múltiples aspectos han sido evaluados e incluyen sexo, edad, escolaridad, la presencia de pareja, variables antropométricas, nivel de actividad física y ejercicio, estado nutricional, pérdida de peso, número de fármacos consumidos, consumo de alcohol y de tabaco (Gobbens & van Assen, 2016; Szulc, Duboeuf, Marchand, & Delmas, 2004; Arango-Lopera et al., 2012; Hashemi et al., 2016).

Algunos estudios realizados en animales han mostrado consistentemente que el consumo crónico de etanol causa pérdida importante de masa muscular y disminución en la síntesis proteica (Thapaliya et al., 2014), sin embargo, la evidencia disponible respecto al efecto del consumo de alcohol sobre el desarrollo de sarcopenia no es del todo claro, y se requiere de estudios que evalúen de manera más específica dicha variable (Michal Steffl, Bohannon, Petr, Kohlikova, & Holmerova, 2016).

El consumo de tabaco también se ha identificado como un factor de riesgo modificable en la pérdida de masa muscular, dejando de lado los efectos sistémicos que puede tener. En estudios previos se ha demostrado que aquellas personas que se reportan como fumadoras tienen menor cantidad de masa muscular apendicular que aquellas que nunca fumaron, y que a mayor cantidad de cigarrillos consumidos, menor cantidad de masa muscular apendicular (Szulc et al., 2004).

Se han descrito varios mecanismos por medio de los cuales fumar induce la pérdida de masa muscular, principalmente el estrés oxidativo y la producción de mediadores inflamatorios. En estudios animales con ratones ha sido reportado que la exposición durante 8 semanas produce aumentos significativos de TNF- α , la activación del sistema proteolítico dependiente de la ubiquitina y, al igual que con el consumo de etanol, aumento en la concentración de miostatina en sangre (Rom et al., 2012).

Son múltiples los factores que se relacionan con la disminución de la masa muscular, del rendimiento físico y de la fuerza. La sarcopenia debe ser comprendida como una patología multifactorial prevenible, y a pesar de que existen factores internos no modificables como los cambios en la producción y la sensibilidad a ciertas hormonas, disfunción mitocondrial y la denervación, algunos de los factores de riesgo son modificables e incluyen el consumo de alcohol, tabaco, actividad física disminuida y un pobre estado de nutrición (M. Steffl, Bohannon, Petr, Kohlikova, & Holmerova, 2015).

4. Enfermedad renal crónica

4.1 Definición y clasificación.

En el año 2002 la National Kidney Foundation, en su documento Kidney Disease Outcomes Quality Initiative, estableció una definición de enfermedad renal crónica con la finalidad de incluir en dicho término varias condiciones que afectan al riñón, con la posibilidad de causar disminución en su funcionamiento y/o complicaciones resultado de dicha alteración en la función. De acuerdo con este concepto, la enfermedad renal crónica es el daño renal por al menos 3 meses, definido por la presencia de anormalidades estructurales o funcionales, con o sin descenso de la tasa de filtrado glomerular, que se manifiesta por la presencia de alteraciones patológicas o marcadores de daño renal ya sea en la composición de la sangre o la orina, o anormalidades en estudios de imagen. Dicho estado corresponde generalmente a una disminución de la tasa de filtrado glomerular menor a 60 mL/min/1.73 m² (National Kidney Foundation, 2002).

En el mismo documento se sugiere que la estratificación de la enfermedad se lleve a cabo como se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3 Clasificación de la enfermedad renal crónica basado en la tasa de filtrado glomerular. Tomado de National Kidney Foundation, 2002.

| Etapa | Descripción | TFG (mL/min/1.73 m²) |
|--------------|---|--|
| 1 | Daño renal con TFG normal | ≥ 90 |
| 2 | Daño renal con TFG ligeramente disminuida | 60 – 89 |
| 3 | Disminución moderada de la TFG | 30 – 59 |
| 4 | Disminución severa de la TFG | 15 – 29 |
| 5 | Falla renal | < 15 |

TFG = Tasa de filtrado glomerular.

En el año 2012, la International Society of Nephrology publicó nuevas guías de práctica clínica en donde definen de forma similar a la enfermedad renal crónica como la presencia de anomalías en la estructura o función renal presentes por más de tres meses, sin embargo, aquí se agrega que debe tener implicaciones para la salud. Dicha adición se lleva a cabo teniendo en mente que es posible que existan una amplia variedad de anomalías en la forma o función del riñón que no tengan un impacto real sobre la salud del individuo, y por tanto, debe ser contextualizada (KDIGO CKD Work Group, 2013).

Otro aspecto que resulta diferente es la clasificación de la enfermedad, en esta iniciativa se añade la evaluación de la albuminuria como factor predictor de resultados, ya que la evaluación de la misma ha mostrado importancia en el diagnóstico, evolución y pronóstico de la enfermedad renal crónica. De forma que la clasificación se lleva a cabo como se observa en la Figura 2.

| | | | | Categorías para albuminuria persistente, descripción y rangos | | |
|--|-----|-----------------------------------|---------|---|----------------------------|--------------------------|
| | | | | A1 | A2 | A3 |
| | | | | Normal o ligeramente incrementada | Moderadamente incrementada | Severamente incrementada |
| | | | | < 30 mg/g | 30 - 300 mg/g | > 300 mg/g |
| Categorías para tasa de filtrado glomerular, descripción y rango | G1 | Normal o alta | ≥ 90 | | | |
| | G2 | Ligeramente disminuida | 60 - 89 | | | |
| | G3a | Ligera a moderadamente disminuida | 45 - 59 | | | |
| | G3b | Moderada a severamente disminuida | 30 - 44 | | | |
| | G4 | Severamente disminuida | 15 - 29 | | | |
| | G5 | Falla renal | < 15 | | | |

Figura 2 Grados de enfermedad renal crónica de acuerdo a la tasa de filtrado glomerular y categorías de riesgo según cociente albuminuria/creatininuria. Modificado de KDIGO CKD Work Group, 2013.

Verde: bajo riesgo, amarillo: riesgo moderadamente incrementado, naranja: riesgo alto, rojo: muy alto riesgo

Se identifican, de forma similar a la clasificación propuesta por la National Kidney Foundation, cinco grados de enfermedad renal con 3 categorías distintas de acuerdo con la tasa de excreción de albúmina en orina dividida sobre la excreción de creatinina en orina (mg/g). La valoración de ambos aspectos en un individuo da resultado a cuatro zonas de riesgo que se clasifican con un código de colores.

4.2 Epidemiología de la enfermedad renal crónica.

En los últimos años México ha mostrado una transición epidemiológica que no es comparable con los modelos de transición tradicionales que se han documentado en otras regiones. Los aumentos en las tasas de mortalidad causados por

enfermedades no transmisibles tales como diabetes y enfermedad renal crónica han generado un perfil de riesgos que, en América Latina, resulta único (Dávila-Cervantes & Pardo-Montaña, 2017).

El aumento en el número de personas con enfermedad renal crónica resulta realmente preocupante. En el período comprendido entre 1990 y 2013 se reportó un aumento del 136% en los años de vida ajustados por discapacidad (años perdidos debido a enfermedad, discapacidad o muerte prematura), situándolo así en el segundo lugar a nivel mundial en dicho parámetro (Gómez-Dantés et al., 2016). La enfermedad renal crónica en fases ulteriores, y sus principales factores de riesgo, han aumentado en prevalencia e incidencia, siendo considerados como problemas de salud pública devastadores por sus consecuencias clínicas, sociales y económicas tanto para los pacientes como para los cuidadores y los sistemas nacionales de salud (Flores, 2010).

En México actualmente no se cuenta con un registro de pacientes con enfermedad renal crónica oficial (Méndez-durán & Pérez-aguilar, 2016), sin embargo, de acuerdo con el Renal Data System of the United States (USRDS) en 2012, México califica como el primer lugar a nivel mundial en incidencia (425 pacientes por millón de habitantes) y el sexto en prevalencia de enfermedad renal crónica (1402 pacientes por millón de habitantes) (Solis-Vargas et al., 2016).

4.3 La masa muscular en la enfermedad renal crónica

Actualmente es reconocido que las condiciones catabólicas, como la enfermedad renal crónica, causan atrofia muscular, y ya se han expuesto las consecuencias de la disminución de la masa muscular en la calidad de vida e incluso en la mortalidad y morbilidad de los individuos. De forma general es aceptado que la pérdida de masa muscular y fuerza que se asocia con la edad es causada por varios factores, siendo la inactividad física uno de los más importantes, al cual se añade el estrés oxidativo, la disfunción mitocondrial, estados proinflamatorios, alteraciones hormonales o alteraciones de la placa neuromuscular (Kalyani, Corriere, & Ferrucci, 2014). Sin embargo, la forma en la que se genera la pérdida de masa muscular en

el individuo con enfermedad renal crónica difiere de aquella pérdida asociada con la edad, como se aborda a continuación.

En el paciente con enfermedad renal crónica los mecanismos desencadenantes de sarcopenia giran en torno a la disminución de la masa muscular. Hasta el momento no ha sido posible determinar si la actividad física reduce la masa muscular o si sucede de forma contraria, no obstante, se sabe que existen otros aspectos que se asocian con dicha pérdida en el enfermo renal, tales como altas concentraciones de miostatina, acumulación de toxinas urémicas y acidosis metabólica, inflamación, resistencia a la insulina, deficiencia de vitamina D y la generación constante de radicales libres que consecuentemente genera estrés oxidativo. A pesar de que los mecanismos son distintos, terminan en la activación del sistema ubiquitina proteasoma (Moorthi & Avin, 2017).

El proceso de proteólisis llevado a cabo por el sistema ubiquitina proteasoma es sumamente específico y se encuentra regulado por la actividad de diferentes enzimas. El primer paso consiste en la activación de una molécula de ubiquitina a través de la actividad de una enzima única activadora de ubiquitina dependiente de ATP (E1). Una vez activa la ubiquitina, ésta puede interactuar con una de las 20 a 40 isoformas de enzimas transportadoras de ubiquitina (E2), posteriormente la molécula es transferida de E2 a la proteína blanco gracias a la actividad de una isoforma de enzima ubiquitina ligasa (E3), encargada de unir a la ubiquitina a la superficie de la proteína a ser degradada (Thomas & Mitch, 2013).

El proceso de ubiquitinación debe repetirse hasta unir cinco moléculas en una proteína, que posteriormente será transportada al complejo proteasoma 26S, que consiste de una partícula central 20S de estructura cilíndrica y una o dos partículas reguladoras 19S que la tapan en uno o ambos lados. La partícula 19S es responsable de reconocer a las proteínas marcadas por la cadena de ubiquitina y desdoblarlas en cadenas polipeptídicas, a continuación estas cadenas pasarán a la partícula 20S donde serán desdobladas en pequeñas cadenas pépticas por parte de las subunidades catalíticas que se encuentran en su estructura (Leestemaker & Ovaa, 2017).

La alta especificidad de este sistema consiste en que existen más de 1000 isoformas de E3, y cada una interactúa solo con un tipo específico de proteínas. Existen dos isoformas de enzimas E3 de especial importancia que se han encontrado presentes de manera elevada en modelos de atrofia de músculos esqueléticos. Estas dos isoformas, MuRF-1 y MAFbx, han sido identificadas en modelos de ayuno prolongado, diabetes, cáncer e inmovilización, en los que se ha conseguido atrofia muscular. Las rutas metabólicas que implican catabolismo de proteínas del músculo esquelético responden a múltiples estímulos, como el estrés oxidativo, citocinas proinflamatorias y altas concentraciones de glucocorticoides, estos a la vez regulan de manera positiva la síntesis y expresión de MuRF-1 y MAFbx (Rom & Reznick, 2016).

III. Hipótesis

1. Aquellos pacientes con enfermedad renal crónica en diálisis peritoneal que realizaron ejercicio moderado-intenso de manera regular, reportaron una ingesta proteica adecuada y bajo consumo de alcohol y tabaco no desarrollan sarcopenia o lo hacen en grado menor (presarcopenia).
2. Los pacientes que tienen mayor tiempo transcurrido del establecimiento de ERC y terapia de reemplazo, o mayor tiempo en diálisis peritoneal desarrollarán algún grado de sarcopenia.

IV. Objetivos

1. Objetivo general

- Identificar la presencia y grado de sarcopenia y su relación con el antecedente de realización de ejercicio, consumo proteico, de alcohol y de tabaco, tiempo transcurrido entre el establecimiento del diagnóstico y el inicio de la terapia de reemplazo en pacientes con enfermedad renal crónica en diálisis peritoneal de ambos sexos, mayores de 18 años.

2. Objetivos específicos

- Determinar la prevalencia de sarcopenia y su grado.

- Identificar si el antecedente de realización de ejercicio tiene relación con el desarrollo de sarcopenia.
- Relacionar factores dietéticos y toxicomanías con el desarrollo de sarcopenia.
- Determinar el efecto de la edad en la severidad de la sarcopenia.
- Asociar el tiempo transcurrido entre el establecimiento del diagnóstico de ERC y el inicio de la terapia dialítica con el desarrollo de sarcopenia o presarcopenia.
- Comparar la cantidad de masa muscular evaluada por tres diferentes métodos

V. Metodología

1. Universo

Conformado por individuos de ambos sexos mayores de 20 años con diagnóstico establecido de enfermedad renal crónica en terapia de reemplazo con diálisis peritoneal que acudan a consulta al Hospital General de Querétaro.

2. Tamaño de la muestra

De acuerdo con una prevalencia de enfermedad renal crónica de 3.8% se calculó una muestra de 37 sujetos con un nivel de confianza de 95%, permitiendo un 10% de error, y esperando un 40% de casos perdidos. El estudio siguió un diseño transversal.

3. Unidades de observación

El diagnóstico de sarcopenia se basó en tres aspectos: Masa muscular baja, fuerza muscular disminuida y pobre rendimiento físico. Su medición se realizará de la siguiente manera:

- Masa muscular: Se realizó por medio de absorciometría dual de rayos-X (DXA). El equipo a utilizar es un densitómetro Hologic Discovery Series que se encuentra en la Clínica de Nutrición “Carlos Alcocer Cuarón” de la Facultad de Ciencias Naturales. Adicional a la absorciometría se realizó un análisis de bioimpedancia eléctrica con el equipo SECA mBCA 515. Ambos métodos aprobados recomendados por el European Working Group on Sarcopenia in Older People.

- Fuerza muscular: Se realizó a través de una prueba de dinamometría. El equipo utilizado fue un Dinamómetro digital Takei T.K.K. 5401. Consistió en medir la fuerza de agarre del paciente, e igualmente es un método recomendado por el European Working Group on Sarcopenia in Older People.
- Rendimiento físico: Se valoró a través de la batería corta de rendimiento físico que evalúa el equilibrio, fuerza y velocidad de la marcha. Método recomendado por el European Working Group on Sarcopenia in Older People.

Actividad física

- La actividad física se midió a través de una encuesta adaptada y validada en el año 2000 en el Instituto Nacional de Salud Pública (Hernández B, Gortmaker SL, Laird N, Colditz G, Parra-Cabrera S, 2000), la actividad física se encuentra expresada en equivalentes metabólicos (MET) y se clasificará de la siguiente manera:
 - Ligera: ≤ 2.9 MET
 - Moderada: 3 a 5.9 MET
 - Vigorosa: ≥ 6 MET

Ingesta dietética

- Para la valoración de la ingesta dietética del paciente se realizaron interrogatorios de frecuencia de consumo, recordatorio habitual y se evaluó con el Software Nutrikcal VO. Otros indicadores de estilo de vida tal como consumo de alcohol y tabaco fueron reportados durante el interrogatorio, a lo largo de la historia clínica.
- Consumo de alcohol
 - Consumo positivo: consumo de al menos una bebida alcohólica de forma diaria, semanal, mensual u ocasional
 - Abuso del alcohol: consumo de 5 bebidas o más por ocasión
 - Nunca ha consumido alcohol
- Tabaquismo

- En sincronía con la metodología de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT), el estado de tabaquismo fue definido como:
 - Fumadores en remisión: aquellos que han fumado 100 cigarros o más a lo largo de su vida
 - Fumador pasivo
 - Fumador actual
 - No fumador

Evaluación antropométrica

- En la evaluación antropométrica se midieron pliegues cutáneos (pliegue tricípital, bicipital, subescapular y suprailíaco) y circunferencias (circunferencia braquial, circunferencia abdominal, circunferencia de pantorrilla). Para la recolección de dichos datos se utilizó el siguiente equipo:
 - Cinta antropométrica metálica Rosscraft
 - Plicómetro Harpender

5. Criterios de inclusión

Los sujetos de estudio fueron pacientes mayores de 20 años con enfermedad renal crónica en tratamiento de diálisis peritoneal de al menos 3 meses, capaces de ponerse de pie de manera independiente, proveer la información solicitada en el interrogatorio, sin evidencia de algún cuadro agudo adyacente que disminuya su rendimiento físico o afecten su postura y equilibrio y que no cuenten con un equipo marcapasos.

6. Criterios de exclusión

Fueron excluidos aquellos pacientes que no pudieran ponerse de pie o deambular de manera independiente o que mostraran evidencia de cualquier cuadro agudo que pudiera alterar su rendimiento físico y que portaran marcapasos.

7. Criterios de eliminación

Se contemplan así a todos aquellos pacientes que no estuvieron de acuerdo con los procedimientos a realizar, o que no firmaron el consentimiento informado.

8. Variables de investigación

| Objetivo | Variable | Definición conceptual | Dimensiones | Definición operacional | Indicadores | Escala de medición |
|-------------------------|------------|---|---------------------------|---|--|--------------------|
| Presencia de sarcopenia | Sarcopenia | Síndrome caracterizado por la pérdida progresiva y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza | Masa muscular esquelética | Determinación a través de Absorciometría dual de rayos-X y análisis de impedancia bioeléctrica | Índice de masa muscular apendicular | Catagórica |
| | | | Rendimiento físico | A través de la batería corta de rendimiento físico se evalúa el equilibrio pidiendo al paciente se coloque en posturas tándem, semitándem y con los pies juntos, la velocidad de la marcha se evalúa midiendo el tiempo que le toma caminar 4 metros y la fuerza muscular pidiéndole se siente en una silla y se ponga de pie 5 veces y registrando el tiempo | Puntaje obtenido en la batería corta de rendimiento físico | Catagórica |
| | | | Fuerza de agarre | Se realizará dinamometría con dinamómetro | Fuerza registrada en dinamómetro | Continua |

| | | | | | | |
|---|--|--|--|---|--|--|
| | | | | digital TTK 5401 | | |
| Identificar si el antecedente de realización de ejercicio se encuentra relacionado con la presencia de sarcopenia | Actividades realizadas a partir del inicio de la terapia de remplazo | Ejercicio es una variedad de actividad física planificada, estructurada, repetitiva y realizada con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física | | Respuesta de Cuestionario de actividad física | Tiempo invertido en actividades de intensidad moderada e intensa | Categoría: Leve: < 3 MET Moderada: 3-6 MET Intensa: > 6 MET |
| Relacionar factores dietéticos y toxicomanías con el desarrollo de sarcopenia en esta población. | Ingesta proteica | Cantidad de proteína ingerida por una persona en un período de tiempo determinado | | Frecuencia de consumo y consumo habitual | Ingesta de proteína en gramos calculada a partir de frecuencia de consumo y consumo habitual | Continua |
| | Consumo de alcohol | Presencia de reporte positivo de consumo de alcohol. | | Reportado en historia clínica | Consumo de alcohol reportado en historia clínica | Categoría ordinal |
| | Tabaco | Presencia de reporte positivo de consumo de tabaco | | Reportado en historia clínica | Consumo de tabaco reportado en historia clínica | Categoría ordinal |
| Asociar el tiempo transcurrido entre el establecimiento del diagnóstico y el inicio de la terapia dialítica | Tiempo transcurrido entre el establecimiento del diagnóstico y el inicio de la terapia dialítica | Tiempo en años y meses que transcurre entre el diagnóstico y el inicio de la terapia de diálisis | | Reportado en historia clínica | Años y meses transcurridos desde el diagnóstico hasta el inicio de la terapia dialítica | Continua |

9. Métodos, técnicas y procedimientos de recolección de la información

- Determinación de la masa muscular por DXA: Se le pidió al paciente que se presentara en ayuno de al menos 8 horas, sin líquido de dializado en la cavidad peritoneal y con ropa cómoda. El análisis se llevó a cabo en la Clínica de Nutrición “Carlos Alcocer Cuarón” de la Facultad de Ciencias Naturales. Antes de iniciar el estudio se le pidió al paciente que cambiara su ropa por una bata desechable que no altera las mediciones realizadas. Posteriormente se le pidió que se recostara en la plataforma del equipo, se le posicionó y se le pidió mantenerse inmóvil por el tiempo que dure el análisis (aproximadamente 10 minutos).

- Determinación de masa muscular con impedancia bioeléctrica. En condiciones similares a las especificadas en el punto anterior. El análisis se llevó a cabo en la Clínica de Nutrición “Carlos Alcocer Cuarón” de la Facultad de Ciencias Naturales. Se le pidió al paciente que se posicionara sobre el equipo, los talones encima de los electrodos traseros y antepiés encima de los electrodos delanteros. Las manos se colocaron en la pareja idéntica de electrodos superiores de forma que los brazos estén extendidos pero no tensos. Una vez se logró la postura adecuada se procedió a realizar la medición.

- Evaluación de fuerza muscular: Se ajustó el equipo de dinamometría de tal manera que el agarre le resultara cómodo al paciente. En seguida se le indicó que extienda su brazo y lo colocara a un costado, acto seguido ejerciera la mayor cantidad de fuerza de agarre que le resultara posible con su brazo dominante y se registró la medición. Posteriormente se repitió el proceso en el otro brazo y se registró la medición.

- Batería corta de rendimiento físico: La batería corta consta de tres etapas. En la primera etapa se evaluó el equilibrio pidiéndole al paciente que se colocara en tres posiciones distintas y se evaluó su capacidad de mantener la posición en un período de 10 segundos. La primera postura consiste en ponerse de pie con ambos pies juntos, la segunda es una postura semi-tándem y la tercera una

postura tándem. Si en alguna de las posturas no se lograron los 10 segundos, se procedió a la siguiente etapa.

En la segunda etapa se evaluó la velocidad de la marcha. Se le pidió al paciente que recorriera una distancia de 4 metros a velocidad normal, se registró el tiempo, se le pidió que la recorra de nuevo y se registró una vez más el tiempo.

En la tercera etapa se evaluó la fuerza. Se le pidió al paciente que se pusiera de pie y se sentara en una silla 5 veces sin ayuda de sus brazos. Se registró el tiempo que tardó en hacerlo.

- La actividad física se midió a través de una encuesta previamente adaptada y validada en población mexicana (Hernández B, Gortmaker SL, Laird N, Colditz G, Parra-Cabrera S, 2000). Se procedió a entrevistar al paciente para clasificar la cantidad y el tipo de ejercicio realizado en los últimos 10 años de manera regular. Posteriormente se procesaron los datos para clasificar la actividad del paciente conforme a lo antes descrito.

- Evaluación antropométrica: Para la ubicación de puntos de referencia y toma de medidas se usó técnica ISAK. Se le explicó al paciente que debería descubrir diferentes partes del tronco.

- Circunferencia braquial: Esta medición requirió en primera instancia de la ubicación de los puntos de referencia Acromiale y Radiale, la medición de la circunferencia se llevó a cabo en el punto equidistante entre los puntos de referencia previamente mencionados
- Pliegue cutáneo tricipital: Esta medición se tomó en el punto más posterior del tríceps visto de manera lateral, a la altura del punto medio entre Acromiale y Radiale
- Pliegue cutáneo bicipital: Esta medición se llevó a cabo en el punto más anterior del bíceps visto de manera lateral a la altura del punto medio Acromiale y Radiale.
- Pliegue cutáneo subescapular: Esta medición requiere en primera instancia que se ubique el punto de referencia Subscapulare. Dicho punto se localiza en el extremo más bajo del ángulo inferior de la escápula. El pliegue subescapular se

tomó a dos centímetros del punto Subscapulare sobre una línea que corre lateral y oblicuamente en un ángulo de 45°.

- Pliegue cutáneo suprailíaco: Este pliegue se ubicó en el punto al centro del pliegue cutáneo elevado inmediatamente encima del punto iliocristale (punto más lateral del tubérculo iliaco)
- Circunferencia de pantorrilla: Se tomó en el punto más prominente de la pierna del paciente.

10. Análisis estadístico

Se compararon medias entre grupos con pruebas de T, regresiones lineales para variables continuas y razón de momios para variables categóricas.

VI. Resultados y discusión

Para el presente análisis se incluyen 37 pacientes, 18 mujeres y 19 hombres. Las características generales de los individuos se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Características generales de la población de estudio

| | Total (N= 37) (media ± DE) | Mujeres (N= 18) (media ± DE) | Hombres (N= 19) (media ± DE) | p |
|--|---------------------------------------|---|---|-------------|
| Edad, años | 38.11 ± 14.73 | 39.83 ± 14.25 | 36.47 ± 15.37 | 0.49 |
| Peso actual, kg | 63.11 ± 10.78 | 59.83 ± 11.05 | 66.23 ± 9.80 | 0.07 |
| Talla, m | 1.59 ± 0.10 | 1.52 ± 0.09 | 1.65 ± 0.07 | 0.00 |
| IMC, kg/m² | 25.21 ± 4.41 | 26.09 ± 5.12 | 24.36 ± 3.56 | 0.24 |
| Índice de masa muscular apendicular, kg/m² | 6.75 ± 1.39 | 6.09 ± 1.62 | 7.38 ± 0.73 | 0.00 |
| Área muscular de brazo, cm² | 37.53 ± 11.56 | 38.02 ± 8.77 | 37.01 ± 14.17 | 0.79 |
| Porcentaje de grasa, % | 29.39 ± 9.39 | 35.24 ± 8.43 | 23.85 ± 6.54 | 0.00 |
| Puntaje batería corta de rendimiento, ptos | 8.16 ± 2.69 | 7.39 ± 2.55 | 8.89 ± 2.69 | 0.09 |
| Fuerza muscular, kg | 24.88 ± 9.01 | 18.11 ± 4.06 | 31.31 ± 7.58 | 0.00 |
| Ingesta energética, kcal/kg | 20.74 ± 10.04 | 20.18 ± 11.08 | 21.3 ± 9.18 | 0.74 |
| Ingesta proteica, gr/kg | 0.92 ± 0.38 | 0.89 ± 0.41 | 0.95 ± 0.36 | 0.65 |

| | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| Tiempo en DP, meses | 24.72 ± 24.27 | 27.29 ± 28.47 | 21.80 ± 18.99 | 0.53 |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|

$p < 0.05$ con diferencia estadísticamente significativa para T de student con muestras independientes. IMC: Índice de masa corpora, DP: diálisis peritoneal.

En general, los aspectos que muestran diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) al comparar los grupos divididos por sexo con una prueba T, son la talla (1.52 ± 0.09 en mujeres vs 1.65 ± 0.07 en hombres), índice de masa muscular apendicular (6.09 ± 1.62 en mujeres vs 7.38 ± 0.73), porcentaje de grasa corporal (35.24 ± 8.43 en mujeres vs 31.31 ± 7.58 en hombres) y la fuerza muscular (18.11 ± 4.06 en mujeres vs 31.48 ± 8.00 en hombres). La ingesta media de ambos grupos se muestra en 20.74 ± 10.04 Kcal/kg y 0.92 ± 0.38 gr de proteína/kg, que se encuentra bastante por debajo de las recomendaciones generales para el paciente con ERC en diálisis peritoneal, 30 a 35 kcal/kg/día y 1.2 a 1.3 g/kg/día respectivamente (National Kidney Foundation, 2000).

En la Figura 3 se observan los resultados obtenidos de la evaluación de la masa muscular con tres métodos distintos. Se usan los puntos de corte sugeridos por el EWGSOP para identificar la masa muscular disminuida con la absorciometría dual de rayos-X y la herramienta de impedancia mBCA, antropométricamente se consideró como masa muscular disminuida aquellos que presentaron área muscular de brazo (AMB) por debajo del percentil 15 para su grupo de edad y sexo de acuerdo a las tablas de Frisancho de 1990.

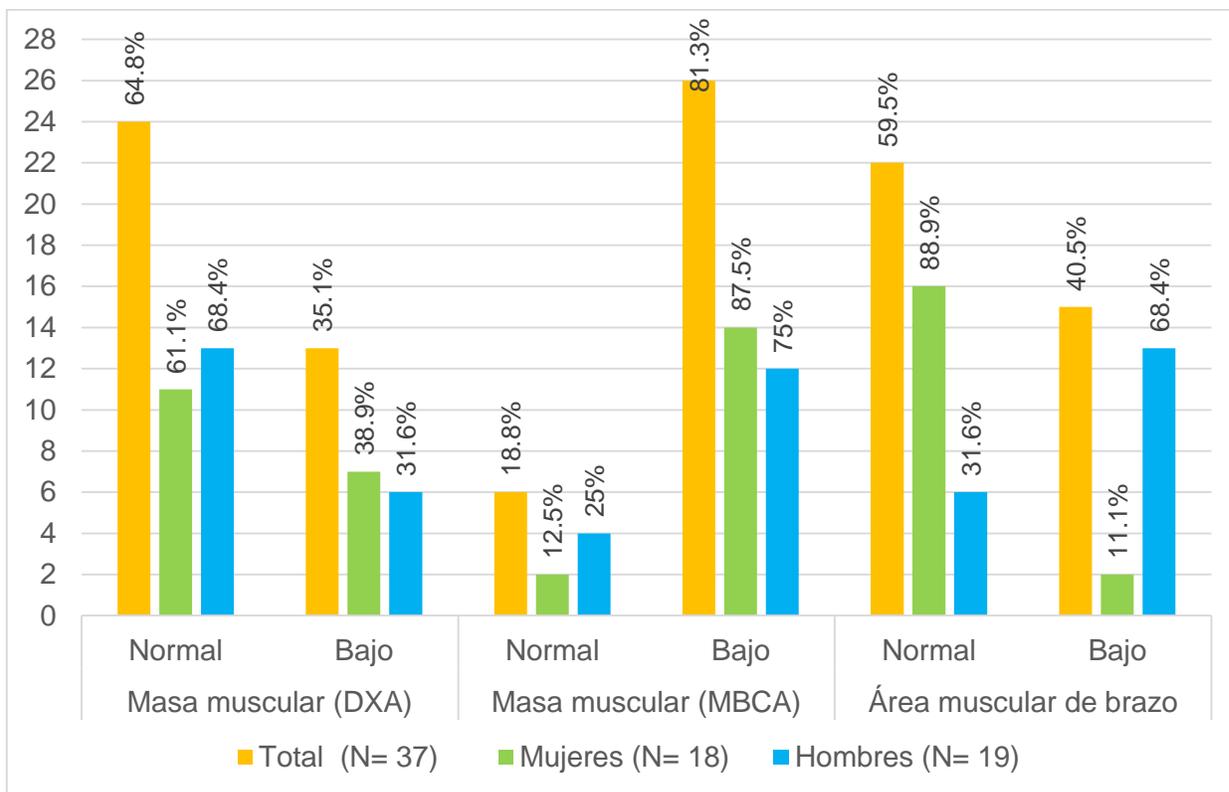


Figura 3 Evaluación de la masa muscular con diferentes técnicas

Mientras que la utilización de la absorciometría dual de rayos-X encontró al 64.8% de los individuos con masa muscular normal, la impedancia identificó como normales únicamente al 18.8% de la población.

A pesar de que en otros estudios se ha encontrado una buena concordancia entre el DXA y la impedancia bioeléctrica (Popovic, Zerahn, & Heaf, 2017), los resultados actuales difieren considerablemente. Es importante recalcar que, de forma general, el DXA es considerado como el estándar de referencia para la evaluación de la composición corporal en investigación debido a su reproducibilidad y su precisión; en el caso de las personas con enfermedad renal crónica no parece haber un acuerdo definitivo, mientras algunos consideran que las mediciones son fiables con DXA y poco precisas con impedancia (Moorthi & Avin, 2017), otros observan que se ven alteradas por las irregularidades hídricas propias de dicha enfermedad (Andreoli, Garaci, Cafarelli, & Guglielmi, 2016), y sugieren el uso de una técnica de impedancia denominada espectroscopía de bioimpedancia,

mencionando incluso que su utilización es válida incluso en condiciones predialíticas (Kittiskulnam et al., 2017).

Por otra parte, la evaluación del área muscular de brazo como se especificó previamente identificó a 59.5% individuos con masa muscular disminuida, lo cual guarda una relación más estrecha con el 64.8% identificado por DXA. Similar a lo mencionado, en un estudio llevado a cabo en pacientes con enfermedad renal crónica donde se evaluó la composición corporal por medio de DXA, antropometría y espectroscopía de bioimpedancia, se encontró concordancia entre la antropometría y DXA, y diferencias considerables entre la espectroscopía y DXA (Rymarz, Szamotulska, & Niemczyk, 2017).

Los diferentes organismos de estudio de la sarcopenia basan actualmente su diagnóstico de forma preferente en técnicas de imagen (DXA, TAC, RMN), y de no estar disponible alguna de ellas, proponen en segundo lugar, el uso de la impedancia bioeléctrica como método aceptable (Cruz-Jentoft et al., 2010).

En la práctica clínica resulta poco común encontrar disponibles las técnicas de imagen para la evaluación de la masa muscular, más aún si se considera la alta demanda que dichos equipos tienen en la valoración de aspectos diferentes a la composición corporal que tienen importancia primordial en el diagnóstico, tratamiento y monitoreo de los pacientes.

Si bien las técnicas antropométricas presentan limitantes importantes como la variabilidad interobservador, baja reproducibilidad e incluso los sesgos asociados a cambios en las características de la piel (adultos mayores, individuos con obesidad), son técnicas que, por su amplia disponibilidad en la práctica clínica, representan un recurso de suma importancia para el profesional de la salud (Guglielmi et al., 2016).

A pesar de ser una técnica al alcance de la mayor parte de las instituciones, la antropometría en el diagnóstico de sarcopenia no ha sido del todo validada. Actualmente se han encontrado fuertes asociaciones entre la circunferencia de pantorrilla y el desarrollo de fragilidad y distintas comorbilidades, así como con la

presencia de sarcopenia, sin embargo no se ha establecido un punto de corte para el diagnóstico de ésta última condición (Pérez-Zepeda y Gutiérrez-Robledo, 2016). Dos medidas antropométricas más que ha llamado la atención en la identificación de sarcopenia son el perímetro muscular de brazo, y el área muscular de brazo, y a pesar de que en España se cuenta ya con puntos de corte para su uso, en México aún no se han establecido (Canda, 2015).

El Cuadro 5 muestra los índices de correlación de las determinaciones de masa muscular apendicular por medio de impedancia bioeléctrica, absorciometría dual de rayos X y el área muscular de brazo por antropometría. Puede observarse que el índice de correlación entre la absorciometría y la impedancia es considerablemente bueno ($r = 0.842$, $p < 0.000$) a pesar de las inconsistencias en la distinción entre aquellos que tienen una cantidad adecuada de masa muscular y aquellos que no. Se evidencia también una correlación moderadamente buena entre la absorciometría y el área muscular de brazo ($r = 0.435$, $p = 0.007$).

Cuadro 5 Índices de correlación entre las determinaciones de masa muscular con los diferentes métodos

| | IMMADXA | <i>p</i> |
|------------------|----------------|-----------------|
| IMMA mBCA | 0.842 | 0.00 |
| AMB | 0.435 | 0.007 |

$p < 0.05$ con diferencia estadísticamente significativa en correlación de Pearson.

IMMA: Índice de masa muscular apendicular, AMB: Área muscular de brazo.

Aunque es evidente la buena correlación entre las determinaciones de la absorciometría y las de la impedancia, es igualmente evidente la poca concordancia entre dichos métodos al momento de hacer el diagnóstico, es decir, no se obtienen diagnósticos equivalentes con cada herramienta. En la Figura 4 se muestra de forma gráfica dicha relación y puede observarse como a los aumentos en la masa muscular medida con un método le corresponde un aumento relativamente proporcional en la medición con el otro, sin embargo, un índice de masa muscular apendicular de 6 kg/m² determinado con absorciometría, le corresponde uno de aproximadamente 4 kg/m² determinado con impedancia bioeléctrica. Son estas inconsistencias las que ocasionan que a pesar de obtener una buena correlación, los diagnósticos son incongruentes.

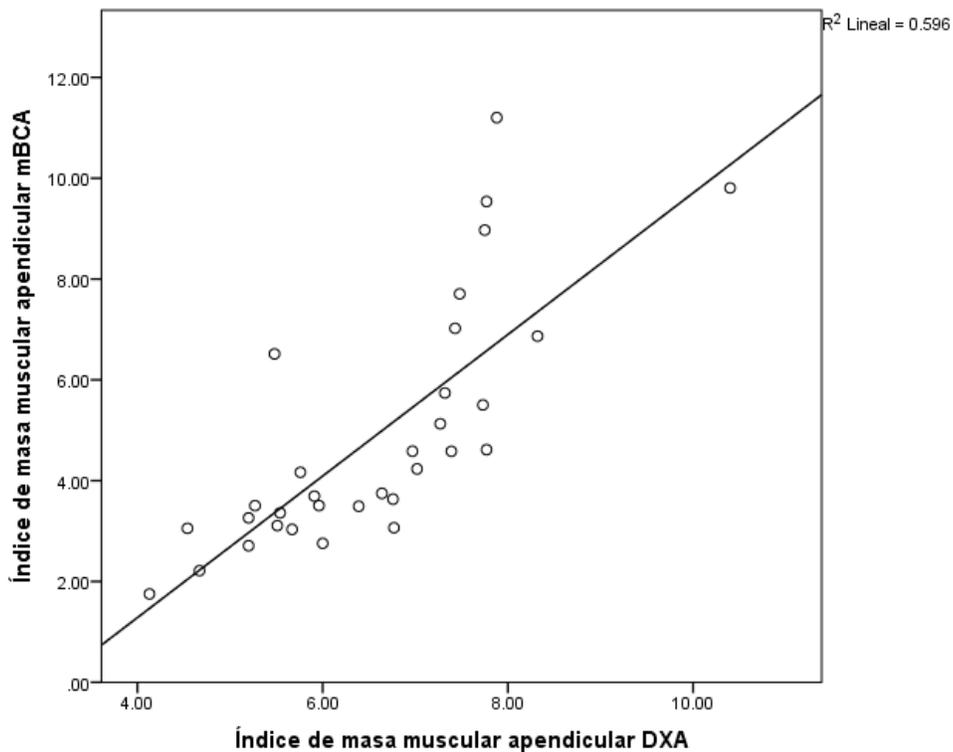


Figura 4 Correlación entre el índice de masa muscular apendicular determinado por medio de DXA y mBCA

Es necesario tener en cuenta que la correlación estudia únicamente la relación entre una variable y otra, por tanto no debería ser utilizada para evaluar la comparabilidad entre un método y otro (Giavarina, 2015). Con esto en mente, Altman y Bland (1983) propusieron un análisis basado en la cuantificación de la concordancia entre dos métodos cuantitativos, el gráfico resultado de dicho método muestra en el eje de las Y la diferencia entre los dos métodos en cuestión y la media entre los métodos en el eje de las X.

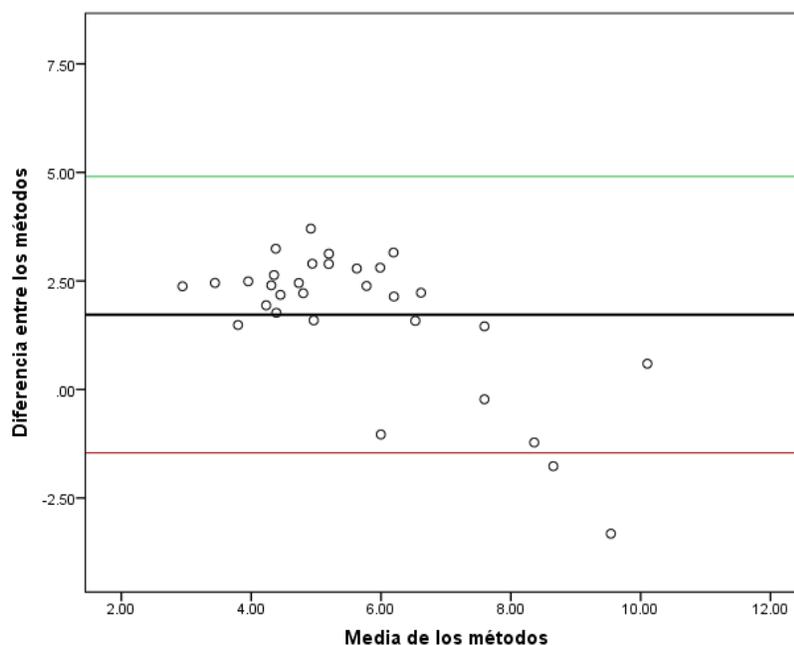


Figura 5 Concordancia entre la absorciometría dual y la impedancia bioeléctrica

En la Figura 5 puede observarse el sesgo que existe al comparar los métodos, ya que la línea correspondiente a la media de la diferencia entre las mediciones se sitúa lejos del 0, que representaría la concordancia perfecta. Además de esto, se observa también que dos mediciones sobrepasan el límite inferior de tolerancia (línea roja) y varias de ellas se sitúan cerca de dicho límite.

En general se manifiesta gráficamente que la diferencia entre las determinaciones de masa muscular apendicular de la absorciometría y la impedancia bioeléctrica es de alrededor de 2.5, sugiriendo esto que las mediciones

de la impedancia subestiman la masa muscular en comparación con la absorciometría.

El diagnóstico de sarcopenia se basa en la identificación de masa muscular disminuida aunada a disminución, ya sea en la fuerza o en el rendimiento físico. En la Figura 6, se encuentran los resultados en cuanto a diagnóstico de sarcopenia divididos por sexo y método de evaluación de la masa muscular. La presencia de presarcopenia (25% vs 18.9%), sarcopenia (15.6% vs 5.4%) y sarcopenia severa (40.6% vs 10.8%) se identificó con mayor frecuencia con la impedancia bioeléctrica que con DXA. Debido a que la EWGSOP propone como estándar de oro la absorciometría dual, los análisis siguientes se basan en el diagnóstico de sarcopenia con éste método.

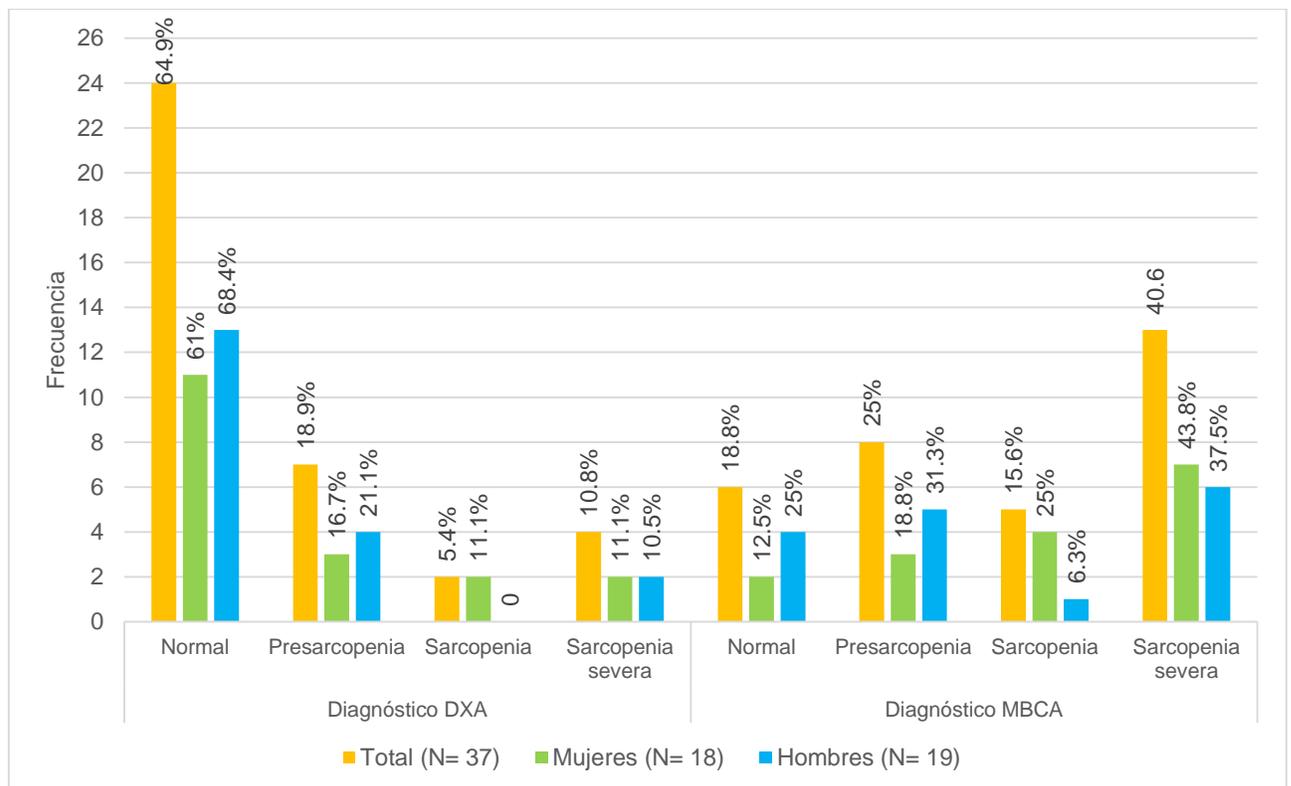


Figura 6 Diagnóstico de sarcopenia en la población con dos técnicas diferentes

La prevalencia de sarcopenia en distintas poblaciones varía de forma considerable dependiendo tanto de los puntos de corte definidos como de las herramientas de evaluación utilizadas. En México se han identificado prevalencias de sarcopenia en adultos mayores de 48.5% para mujeres y de 27.4% para hombres (Arango-Lopera, Arroyo, Gutiérrez-Robledo, y Pérez-Zepeda, 2012). Para adultos sanos entre 50 y 70 años, la prevalencia de sarcopenia también se ha mostrado dependiente de la edad, oscilando entre 5 y 13%, valores que aumentan y varían entre 11 y 50% para adultos de 80 años y más (Janssen, 2011). En pacientes hospitalizados, se han reportado prevalencias entre 6.4 y 29.7% en hombres y de 9.4 a 22.3% en mujeres (Sousa, Guerra, Fonseca, Pichel, & Amaral, 2015). En una población de pacientes en tratamiento sustitutivo con hemodiálisis se reportó una prevalencia entre 8 y 32% dependiendo de la forma en la que se analizó la masa muscular (Kittiskulnam et al., 2017).

Actualmente se ha encontrado evidencia de que la prevalencia de sarcopenia aumenta conforme la enfermedad renal progresa y dicho aumento en la prevalencia ha sido ligado también al estado inflamatorio, la inactividad física y las alteraciones hormonales propias de la enfermedad renal (De Souza et al., 2017). De igual manera, otros estudios reportan que las alteraciones cuantitativas de la masa muscular y la fuerza se asocian a la presencia de padecimientos crónicos, principalmente diabetes, hipertensión arterial, artritis y alteraciones de la densidad mineral ósea (Li et al., 2015). Con esto en mente, se dividió a la población de estudio según la etiología de enfermedad renal crónica para comparar sus principales características a través de un análisis de varianza, dichos resultados se muestran en el Cuadro 6.

Al comparar los grupos se encontraron diferencias estadísticamente significativas únicamente en la edad y el puntaje obtenido en la batería corta de rendimiento físico. Se aprecia que las medias de las edades de los grupos de nefropatía diabética (47.14 ± 11.35) y nefroangioesclerosis hipertensiva (52 ± 13.59) son mayores que para el grupo de hipoplasia renal (28.81 ± 7.95) y otros (30.2 ± 12.29), por su parte, se observó que las medias de los puntajes de la batería corta

de rendimiento físico fue mayor en los grupos de hipoplasia renal (9.06 ± 2.26) y otros (10.4 ± 1.34) a diferencia de los grupos de nefropatía diabética (6.57 ± 2.63) y nefroangioesclerosis hipertensiva (6.56 ± 2.65).

Siguiendo la premisa planteada por Li y colaboradores en 2015, aquellos individuos con padecimientos crónicos como causa principal de la enfermedad renal crónica presentarían alteraciones mayores en parámetros como la cantidad de masa muscular, fuerza y rendimiento físico, tal suposición fue cumplida estadísticamente sólo para el rendimiento físico. Es importante destacar que a pesar de que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en otras variables al agrupar la población de acuerdo a la etiología de la enfermedad renal, es posible apreciar diferencias que clínicamente llaman la atención.

Cuadro 6 Comparación de las características de la población de acuerdo con la etiología de la enfermedad renal crónica

| | Nefropatía diabética (N=7) (media \pm DE) | Nefroangioesclerosis hipertensiva (N=9) (media \pm DE) | Hipoplasia renal (N= 16) | Otros (N=5) |
|--|---|--|---------------------------------|-------------------------------|
| Edad, años | 47.14 \pm 11.35 ^a | 52 \pm 13.59 ^a | 28.81 \pm 7.95 ^b | 30.2 \pm 12.29 ^b |
| Peso actual, kg | 58.81 \pm 12.16 ^a | 66.21 \pm 6.92 ^a | 60.54 \pm 9.89 ^a | 71.8 \pm 13.67 ^a |
| Índice de masa muscular apendicular, kg/m² | 6.67 \pm 1.58 ^a | 7.38 \pm 1.61 ^a | 6.27 \pm 1.19 ^a | 7.25 \pm 0.99 ^a |
| Área muscular de brazo, cm² | 31.97 \pm 6.06 ^a | 42.15 \pm 15.24 ^a | 36.53 \pm 11.15 ^a | 40.2 \pm 10.03 ^a |
| Puntaje batería corta de rendimiento, ptos | 6.57 \pm 2.63 ^a | 6.56 \pm 2.65 ^a | 9.06 \pm 2.26 ^{ab} | 10.4 \pm 1.34 ^b |
| Fuerza muscular, kg | 21.07 \pm 6.54 ^a | 22.2 \pm 6.36 ^a | 25.95 \pm 10.21 ^a | 31.64 \pm 9.57 ^a |
| Ingesta energética, kcal/kg | 21.75 \pm 16.18 ^a | 14.21 \pm 5.19 ^a | 23.04 \pm 8.75 ^a | 24.45 \pm 4.66 ^a |
| Ingesta proteica, gr/kg | 0.91 \pm 0.49 ^a | 0.7 \pm 0.35 ^a | 1.05 \pm 0.36 ^a | 0.93 \pm 0.38 ^a |
| Tiempo en DP, meses | 39.29 \pm 38.07 ^a | 14 \pm 9.41 ^a | 22.21 \pm 19.71 ^a | 31 \pm 25.36 ^a |

^{ab} Literales diferentes con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) en prueba ANOVA, post hoc Tukey.

Puede observarse que, aunque no se logra la diferencia estadísticamente significativa, la fuerza muscular de los grupos de nefropatía diabética y nefroangioesclerosis hipertensiva son menores en comparación con los otros dos grupos, mostrando un comportamiento similar al del puntaje de la batería corta de rendimiento físico y en acuerdo con las observaciones de Li y colaboradores en 2015, en tanto que la masa muscular muestra un comportamiento que no es congruente con ese argumento. La masa muscular, tanto en el índice de masa muscular apendicular como en el área muscular de brazo se encontró más afectada en el grupo de nefropatía diabética ($6.67 \pm 1.58 \text{ kg/m}^2$ y $31.97 \pm 6.06 \text{ cm}^2$) e hipoplasia renal ($6.27 \pm 1.19 \text{ kg/m}^2$ y $36.53 \pm 11.15 \text{ cm}^2$) a diferencia de los grupos de nefroangioesclerosis hipertensiva ($7.38 \pm 1.61 \text{ kg/m}^2$ y $42.15 \pm 15.24 \text{ cm}^2$) y otros ($7.25 \pm 0.99 \text{ kg/m}^2$ y $40.2 \pm 10.03 \text{ cm}^2$).

Al segmentar a la población de estudio según el diagnóstico de sarcopenia se encontró que en el grupo de mujeres en el Cuadro 7, el peso de las mujeres sin sarcopenia es mayor que el de aquellas identificadas con algún estado sarcopénico (63.84 ± 10.41 vs 53.52 ± 9.45 ; $p=0.05$). Llama la atención el comportamiento del puntaje de la batería corta de rendimiento físico ya que, contrario a lo que se esperaría, es mayor en el grupo de mujeres con estados sarcopénicos (9 ± 1.29 vs 6.36 ± 2.66 ; $p= 0.02$), lo que se debe al hecho de que las medias de los puntajes de batería corta en los grupos de mujeres presarcopénicas y sarcopénicas se encuentra por arriba de 9, es decir, un rendimiento físico adecuado, mientras que las mujeres sin estados sarcopénicos muestran una masa muscular por encima del punto de corte pero con alteraciones importantes del rendimiento físico.

Cuadro 7 Características de mujeres con estados sarcopénicos y sin sarcopenia

| | Mujeres (N=18) | | <i>p</i> |
|---|---|---------------------------------------|-------------|
| | Sin sarcopenia (n= 11) (media \pm DE) | Sarcopenia (n= 7) (media \pm DE) | |
| Edad, años | 44.27 \pm 14.81 | 32.86 \pm 10.81 | 0.09 |
| Peso actual, kg | 63.84 \pm 10.41 | 53.52 \pm 9.45 | 0.05 |
| Área muscular de brazo, cm ² | 41.97 \pm 29.21 | 29.21 \pm 7.92 | 0.06 |
| Puntaje Batería Corta | 6.36 \pm 2.66 | 9 \pm 1.29 | 0.02 |

| | | | |
|------------------------------------|--------------|---------------|------|
| Fuerza | 17.86 ± 4.58 | 18.48 ± 3.39 | 0.76 |
| Ingesta energética, kcal/kg | 17.98 ± 8.49 | 23.52 ± 15.16 | 0.32 |
| Ingesta proteica, gr/kg | 0.83 ± 0.39 | 0.99 ± 0.45 | 0.4 |
| Tiempo en DP, meses | 25.5 ± 31.98 | 29.85 ± 24.8 | 0.77 |

$p < 0.05$ con diferencia estadísticamente significativa para T de student con muestras independientes.

En el grupo de los hombres, Cuadro 8, se observó una tendencia relativamente similar. El peso fue mayor en el grupo sin sarcopenia (70.29 ± 9.07 vs 57.41 ± 3.44 ; $p = 0.004$). Otros datos como la ingesta de proteína, energía o el área muscular de brazo no muestran diferencias estadísticamente significativas. Contrario a lo observado en el grupo de mujeres, la media de puntaje de la batería corta es mayor en el grupo de individuos normales.

Cuadro 8 Características de hombres con estados sarcopénicos y sin sarcopenia

| | Hombres (N=19) | | p |
|---|--|---------------------------|----------|
| | Sin sarcopenia | Sarcopenia (n= 5) | |
| | (n= 12) (media ± DE) | (media ± DE) | |
| Edad, años | 36.38 ± 15.2 | 36.67 ± 17.19 | 0.97 |
| Peso actual, kg | 70.29 ± 9.07 | 57.41 ± 3.44 | 0.004 |
| Área muscular de brazo, cm² | 40.14 ± 9.27 | 33.45 ± 5.79 | 0.13 |
| Puntaje Batería Corta | 9.31 ± 1.93 | 8 ± 3.95 | 0.34 |
| Fuerza | 32.34 ± 6.03 | 29.05 ± 10.5 | 0.39 |
| Ingesta energética, kcal/kg | 19.80 ± 6.29 | 24.29 ± 13.54 | 0.34 |
| Ingesta proteica, gr/kg | 0.89 ± 0.29 | 1.07 ± 0.49 | 0.35 |
| Tiempo en DP, meses | 17.78 ± 12.72 | 27.83 ± 26.03 | 0.33 |

$p < 0.05$ con diferencia estadísticamente significativa para T de student con muestras independientes.

El Cuadro 9 expone la razón de momios obtenida para cada uno de los factores evaluados en cuanto a la presencia de sarcopenia. A pesar de que no se logra la significancia estadística, la razón de momios correspondiente a realizar ejercicio (O.R.= 0.71, I.C. 95%= 0.10; 5.18) presenta una tendencia a la protección, mientras que el consumo de alcohol (O.R.= 1.18, I.C. 95%= 0.17; 8.10) y el abuso de alcohol (O.R.= 2.0, I.C. 95%= 0.20; 19.9) muestran una tendencia a comportarse

como factores de riesgo. Por su parte, la ingesta energética (O.R.= 0.99, I.C.95%= 0.99; 1.01) y la ingesta proteica (O.R.= 0.97, I.C.95%= 0.92; 1.02) no parecen jugar rol alguno en cuanto a la presencia de sarcopenia.

En un estudio en el que se identificaron prevalencias de 52.7%, 20.7% y 6% de presarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa en hombres y 25.3%, 15.3% y 5.3% para mujeres, se encontraron fuertes asociaciones entre la presencia de sarcopenia y el antecedente de consumo de tabaco, índices de masa corporal menores y la edad (Hashemi et al., 2016).

Cuadro 9 Razón de momios para los factores evaluados

| | O.R. (I.C.95%) | p |
|---------------------------------|-----------------------|----------|
| Realización de ejercicio | 0.71 (0.10; 5.18) | 0.74 |
| Consumo de alcohol | 1.18 (0.17; 8.10) | 0.88 |
| Abuso del alcohol | 2.0 (0.20; 19.9) | 0.55 |
| Tabaco | 0.86 (0.12; 5.90) | 0.88 |
| Ingesta energética | 0.99 (0.99; 1.01) | 0.52 |
| Ingesta proteica | 0.97 (0.92; 1.02) | 0.20 |

VII. Conclusiones

En el proceso de identificación de sarcopenia, la valoración de la masa muscular es, uno de los tres indicadores y es el que mayores dificultades supone. La selección del método adecuado ha de basarse no únicamente en la precisión del mismo, sino también en su disponibilidad y costo. Con los resultados obtenidos hasta el momento, la identificación de masa muscular baja por medio del área muscular de brazo parece tener una buena concordancia con la absorciometría dual de rayos-X. Al comparar las determinaciones de masa muscular apendicular resultado de la absorciometría y la impedancia se encontraron índices de correlación considerablemente buenos, aunque en el análisis posterior con el método de Bland y Altman se comprobó que no hay concordancia. Se requiere del análisis a detalle en controles sanos para identificar si las variaciones son propias de las técnicas de evaluación o dependientes de los individuos.

Al segmentar la población con base en la etiología de la enfermedad renal crónica, se comprobó que en congruencia con lo propuesto por otros estudios, aquellos pacientes con nefropatía diabética y nefroangioesclerosis hipertensiva muestran un deterioro funcional (fuerza y rendimiento físico) más acentuado en contraste con los otros grupos. La masa muscular se comporta de forma distinta en esta población, mostrando niveles igualmente bajos en aquellos individuos con nefropatía diabética y aquellos con hipoplasia renal.

Las prevalencias de presarcopenia, sarcopenia y sarcopenia severa son igualmente variables, aunque coinciden con lo reportado en otros estudios. Los puntos de corte para población queretana se encuentran en proceso de publicación, ha de ser considerado que las variaciones en prevalencias son en gran medida, dependientes de los criterios utilizados, los resultados actuales deberán ser adaptados a dichos puntos de corte. En concordancia con lo reportado en otros estudios, el índice de masa corporal mostró diferencias estadísticamente significativas en la comparativa entre individuos sin sarcopenia y aquellos con un estado sarcopénico. Las áreas musculares de brazo no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos, sin embargo, las diferencias encontradas pueden ser clínicamente considerables.

Es importante considerar que dentro de aquellos individuos sin sarcopenia, se encontraron muchos con alteraciones en fuerza y rendimiento físico. En otros estudios se ha sugerido que las alteraciones en el estado funcional anteceden a las alteraciones de la masa muscular, comportándose como indicadores precoces, los datos obtenidos de esta población resaltan la importancia de la valoración de la fuerza y el rendimiento físico, especialmente cuando no se cuenta con un método preciso para valorar la masa muscular.

Los resultados obtenidos en cuanto al rol que juegan factores como la realización de ejercicio, el consumo y abuso de alcohol, consumo de tabaco y la ingesta de energía y proteína en el presente estudio, no lograron significancia

estadística. A pesar de que se logra identificar una tendencia a la protección en la realización de ejercicio y al comportamiento como factor de riesgo en el caso del consumo y abuso de alcohol, se necesita mayor investigación en individuos con enfermedad renal crónica en diálisis peritoneal para emitir un juicio fidedigno.

Referencias

- Altman, D., & Bland, J. (1983). Measurement in medicine: the analysis of method comparison studies. *Statistician*, 32, 307–317. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.2307/2987937>.
- Alves, F. C., Sun, J., Qureshi, A. R., Dai, L., Snaedal, S., Heimbu, O., ... Ba, P. (2018). The higher mortality associated with low serum albumin is dependent on systemic inflammation in end-stage kidney disease. *PLoS ONE*, 13(1), 1–15.
- Andreoli, A., Garaci, F., Cafarelli, F. P., & Guglielmi, G. (2016). Body composition in clinical practice. *European Journal of Radiology*, 85(8), 1461–1468. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2016.02.005>
- Arango-Lopera, V. E., Arroyo, P., Gutiérrez-Robledo, L. M., & Pérez-Zepeda, M. U. (2012). Prevalence of sarcopenia in Mexico City. *European Geriatric Medicine*, 3(3), 157–160. <http://doi.org/10.1016/j.eurger.2011.12.001>
- Avin, K. G., & Moorthi, R. N. (2015). Bone is Not Alone: the Effects of Skeletal Muscle Dysfunction in Chronic Kidney Disease. *Current Osteoporosis Reports*, 13(3), 173–179. <http://doi.org/10.1007/s11914-015-0261-4>
- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., ... Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the prot-age study group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542–559. <http://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.021>
- Brook, M. S., Wilkinson, D. J., Phillips, B. E., Perez-Schindler, J., Philp, A., Smith,

- K., & Atherton, P. J. (2016). Skeletal muscle homeostasis and plasticity in youth and ageing: Impact of nutrition and exercise. *Acta Physiologica*, 216(1), 15–41. <http://doi.org/10.1111/apha.12532>
- Cabrero-García, J., Muñoz-Mendoza, C. L., Cabañero-Martínez, M. J., González-Llopis, L., Ramos-Pichardo, J. D., & Reig-Ferrer, A. (2012). Valores de referencia de la Short Physical Performance Battery para pacientes de 70 y más años en atención primaria de salud. *Atencion Primaria*, 44(9), 540–548. <http://doi.org/10.1016/j.aprim.2012.02.007>
- Canda, A. S. (2015). Puntos de corte de diferentes parámetros antropométricos para el diagnóstico de sarcopenia. *Nutricion Hospitalaria*, 32(2), 765–770. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.32.2.9193>
- Carrero, J. J., Chmielewski, M., Axelsson, J., Snaedal, S., Heimbürger, O., Bárány, P., ... Qureshi, A. R. (2008). Muscle atrophy, inflammation and clinical outcome in incident and prevalent dialysis patients. *Clinical Nutrition*, 27(4), 557–564. <http://doi.org/10.1016/j.clnu.2008.04.007>
- Chávez-Moreno, D. V., Infante-Sierra, H., & Serralde-Zúñiga, A. E. (2015). Sarcopenia y funcionalidad en el adulto mayor hospitalizado. *Nutricion Hospitalaria*, 31(4), 1660–1666. <http://doi.org/10.3305/nh.2015.31.4.8502>
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., ... Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(April), 412–423. <http://doi.org/10.1093/ageing/afq034>
- Dávila-Cervantes, C. A., & Pardo-Montaña, A. M. (2017). Cambios en la esperanza de vida por causas de muertes crónicas en adultos mayores. México 2000-2013. *Revista Ciencias de La Salud*, 15(2), 223–235.
- De Souza, V. A., Oliveira, D., Ribeiro-Barbosa, S., Do Amaral-Corrêa, J., Basile-Colugnati, F., Novais-Mansur, H., ... Gomes-Bastos, M. (2017). Sarcopenia in

patients with chronic kidney disease not yet on dialysis: Analysis of the prevalence and associated factors, 1–13.

Dodds, R., & Sayer, A. A. (2014). Sarcopenia. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia E Metabologia*, 58(5), 464–469. <http://doi.org/10.1590/0004-2730000003345>

Evans, P. D., & Taal, M. W. (2011). Epidemiology and causes of chronic kidney disease. *Medicine*, 39(7), 402–406. <http://doi.org/10.1016/j.mpmed.2011.04.007>

Fielding, R. A., Vellas, B., Evans, W. J., Bhasin, S., Morley, J. E., Newman, A. B., ... Zamboni, M. (2011). Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 12(4), 249–256. <http://doi.org/10.1016/j.jamda.2011.01.003>

Flores, J. C. (2010). Enfermedad renal crónica: epidemiología y factores de riesgo. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 21(4), 502–507. [http://doi.org/10.1016/S0716-8640\(10\)70565-4](http://doi.org/10.1016/S0716-8640(10)70565-4)

Giavarina, D. (2015). Understanding Bland Altman analysis. *Biochemia Medica*, 25(2), 141–151. <http://doi.org/10.11613/BM.2013.003>

Gobbens, R. J. J., & van Assen, M. A. L. M. (2016). Explaining frailty by lifestyle. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 66, 49–53. <http://doi.org/10.1016/j.archger.2016.04.011>

Gómez-Dantés, H., Fullman, N., Lamadrid-Figueroa, H., Cahuana-Hurtado, L., Darney, B., Avila-Burgos, L., ... Lozano, R. (2016). Dissonant health transition in the states of Mexico, 1990–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 388(10058), 2386–2402. [http://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31773-1](http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31773-1)

- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. B., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz, A. V, ... Abc, H. (2006). The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *Journal of Gerontology*, 61(10), 1059–64. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17077199><http://biomedgerontology.oxfordjournals.org/content/61/10/1059.short>
- Greco, A., Paroni, G., Seripa, D., Addante, F., Dagostino, M. P., & Aucella, F. (2014). Frailty, disability and physical exercise in the aging process and in chronic kidney disease. *Kidney and Blood Pressure Research*, 39, 164–168. <http://doi.org/10.1159/000355792>
- Guglielmi, G., Ponti, F., Agostini, M., Amadori, M., Battista, G., & Bazzocchi, A. (2016). The role of DXA in sarcopenia. *Aging Clinical and Experimental Research*, 28(6), 1–14. <http://doi.org/10.1007/s40520-016-0589-3>
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R. J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., ... Wallace, R. B. (1994). A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function : Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *Journal of Gerontology*, 49(2), 85–94.
- Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2011). *Fisiología Médica de GUYTON Y HALL*. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hashemi, R., Shafiee, G., Motlagh, A. D., Pasalar, P., Esmailzadeh, A., Siassi, F., ... Heshmat, R. (2016). Sarcopenia and its associated factors in Iranian older individuals: Results of SARIR study. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 66, 18–22. <http://doi.org/10.1016/j.archger.2016.04.016>
- Hernández B, Gortmaker SL, Laird N, Colditz G, Parra-Cabrera S, P. K. (2000). Validez y reproducibilidad de un cuestionario de actividad e inactividad física para escuela de la Ciudad de México. *Salud Pública de Mexico*, 42(4), 315–

323. <http://doi.org/10.1590/S0036-36342000000400006>

Instituto Nacional de Salud Pública. (2012). *Ensanut 2012. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012.*

Isanejad, M., Mursu, J., Sirola, J., Kröger, H., Rikkinen, T., Tuppurainen, M., & Erkkilä, A. T. (2016). Dietary protein intake is associated with better physical function and muscle strength among elderly women. *British Journal of Nutrition*, 2012(11), 1–11. <http://doi.org/10.1017/S000711451600012X>

Janssen, I. (2011). The Epidemiology of Sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27(3), 355–363. <http://doi.org/10.1016/j.cger.2011.03.004>

Kalyani, R. R., Corriere, M., & Ferrucci, L. (2014). Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 8587(14), 1–11. [http://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70034-8](http://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70034-8)

KDIGO CKD Work Group. (2013). KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International Supplements*, 3(1).

Kittiskulnam, P., Carrero, J. J., Chertow, G. M., Kaysen, G. A., Delgado, C., & Kirsten, L. (2017). Sarcopenia among patients receiving hemodialysis: weighing the evidence. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 8(August 2016), 57–68. <http://doi.org/10.1002/jcsm.12130>

Leestemaker, Y., & Ovaa, H. (2017). Tools to investigate the ubiquitin proteasome system. *Drug Discovery Today: Technologies*, 26, 25–31. <http://doi.org/10.1016/j.ddtec.2017.11.006>

Li, C., Li, T., Lin, W., Liu, C., Hsu, C., Hsiung, C. A., ... Lin, C. (2015). Combined association of chronic disease and low skeletal muscle mass with physical performance in older adults in the Sarcopenia and Translational Aging Research in Taiwan (START) study. *BMC Geriatrics*, 15(11).

<http://doi.org/10.1186/s12877-015-0011-6>

Longo, D. L., Fauci, A. S., Kasper, D. L., Hauser, S. L., Jameson, L., & Loscalzo, J. (2013). *Harrison Principios de Medicina Interna*. (McGraw-Hill, Ed.) (18th ed.).

López Carmona, J. M., Ariza Andraca, C. R., Rodríguez Moctezuma, J. R., & Munguía Miranda, C. (2003). Construcción y validación inicial de un instrumento para medir el estilo de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. *Salud Pública de México*, 45(4), 259–268. <http://doi.org/10.1590/S0036-36342003000400004>

Martínez-Domínguez, M., Mora-Rivera, J., Yúñez-Nauade, A., Parra-Inzunza, F., Jaramillo-Villanueva, J., & Carraza-Cerda, I. (2017). Cambios sociodemográficos y económicos de los hogares en el México Rural. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 14(1), 83–104.

Méndez-Durán, A., Méndez-Bueno, F., Tapia-Yáñez, T., Montes, A. M., & Aguilar-Sánchez, L. (2010). Epidemiología de la insuficiencia renal crónica en México. *Dialisis Y Trasplante*, 31(1), 7–11. [http://doi.org/10.1016/S1886-2845\(10\)70004-7](http://doi.org/10.1016/S1886-2845(10)70004-7)

Méndez-durán, A., & Pérez-aguilar, G. (2016). Tendencias futuras de las terapias sustitutivas en la enfermedad renal crónica. Un punto de vista global desde México, 113(4), 157–161.

Merí, A. (2005). *Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Moorthi, R. N., & Avin, K. G. (2017). Clinical relevance of sarcopenia in chronic kidney disease. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 26, 1–10. <http://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000318>

Naini, A. E., Karbalaie, A., Abedini, M., Askari, G., & Moeinzadeh, F. (2016). Comparison of malnutrition in hemodialysis and peritoneal dialysis patients and its relationship with echocardiographic findings, 2015–2018.

<http://doi.org/10.4103/1735-1995.189695>

National Kidney Foundation. (2002). *K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Chronic Kidney Disease: Evaluation, Clasification and Stratification. American Journal of Kidney Diseases* (Vol. 39). <http://doi.org/10.1634/theoncologist.2011-S2-45>

National Kidney Foundation. (2000). K/DOQI Clinical Practice Guidelines for Nutrition in Chronic Renal Failure. *American Journal of Kidney Diseases*, 35, 1–141. <http://doi.org/dx.doi.org/10.1053/ajkd.2001.20748>

Newman, A., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E., Goodpaster, B., Kritchevsky, S., ... Harris, T. (2006). Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. *The Journals of gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(1), 72–77.

Organización Mundial de la Salud. (1998). Promoción de la Salud Glosario. *Organización Mundial de La Salud*, 1–35. Retrieved from http://www.bvs.org.ar/pdf/glosario_sp.pdf

Pérez-Zepeda, M. U., & Gutiérrez-Robledo, L. M. (2016). Calf circumference predicts mobility disability: A secondary analysis of the Mexican health and ageing study. *European Geriatric Medicine*, 7(3), 262–266. <http://doi.org/10.1016/j.eurger.2016.01.004>

Popovic, V., Zerahn, B., & Heaf, J. G. (2017). Comparison of Dual Energy X-ray Absorptiometry and Bioimpedance in Assessing Body Composition and Nutrition in Peritoneal Dialysis Patients. *Journal of Renal Nutrition*, 27(5), 355–363. <http://doi.org/10.1053/j.jrn.2017.03.003>

Purves-Smith, F. M., Sgarioto, N., & Hepple, R. T. (2014). Fiber typing in aging muscle. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 42(2), 45–52. <http://doi.org/10.1249/JES.0000000000000012>

Rizzoli, R., Reginster, J. Y., Arnal, J. F., Bautmans, I., Beaudart, C., Bischoff-Ferrari,

- H., ... Bruyère, O. (2013). Quality of life in sarcopenia and frailty. *Calcified Tissue International*, 93(2), 101–120. <http://doi.org/10.1007/s00223-013-9758-y>
- Roh, Y. H., Noh, J. H., Gong, H. S., & Baek, G. H. (2017). Effect of low appendicular lean mass , grip strength , and gait speed on the functional outcome after surgery for distal radius fractures. *Archives of Osteoporosis*. <http://doi.org/10.1007/s11657-017-0335-2>
- Rom, O., Kaisari, S., Aizenbud, D., Reznick, A. Z., Ros, S. Á., & Aldehydes, Á. R. N. S. Á. (2012). Identification of possible cigarette smoke constituents responsible for muscle catabolism. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 33, 199–208. <http://doi.org/10.1007/s10974-012-9299-4>
- Rom, O., & Reznick, A. Z. (2016). The role of E3 ubiquitin-ligases MuRF-1 and MAFbx in loss of skeletal muscle mass. *Free Radical Biology and Medicine*, 98, 218–230. <http://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2015.12.031>
- Rudman, D., Feller, A. G., Nagraj, H. S., Gergans, G. A., Lalitha, P. Y., Goldberg, A. F., ... Mattson, D. E. (1990). Effects of Human Growth Hormone in Men over 60 Years Old. *New England Journal of Medicine*, 323(1), 1–6. <http://doi.org/10.1056/NEJM199007053230101>
- Rymarz, A., Szamotulska, K., & Niemczyk, S. (2017). Comparison of Skinfold Thicknesses and Bioimpedance Spectroscopy to Dual-Energy X-Ray Absorptiometry for the Body Fat Measurement in Patients With Chronic Kidney Disease. *Nutrition in Clinical Practice*, 88453361769252. <http://doi.org/10.1177/0884533617692528>
- Sakuma, K., & Yamaguchi, A. (2012). Sarcopenia and age-related endocrine function. *International Journal of Endocrinology*, 2012(II). <http://doi.org/10.1155/2012/127362>
- Solis-Vargas, E., Evangelista-Carrillo, L. A., Puentes-Camacho, A., Rojas-Campos, E., Andrade-Sierra, J., Cerrillos-Gutiérrez, J. I., ... Gómez-Navarro, B. (2016).

Epidemiological Characteristics of the Largest Kidney Transplant Program in Mexico: Western National Medical Center, Mexican Institute of Social Security. *Transplantation Proceedings*, 48(6), 1999–2005. <http://doi.org/10.1016/j.transproceed.2016.03.039>

Sousa, A. S., Guerra, R. S., Fonseca, I., Pichel, F., & Amaral, T. F. (2015). Sarcopenia among hospitalized patients - A cross-sectional study. *Clinical Nutrition*, 34(6), 1239–1244. <http://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.12.015>

Steffl, M., Bohannon, R. W., Petr, M., Kohlikova, E., & Holmerova, I. (2015). Relation Between Cigarette Smoking and Sarcopenia: Meta-Analysis. *Physiological Research*, 64, 419–426.

Steffl, M., Bohannon, R. W., Petr, M., Kohlikova, E., & Holmerova, I. (2016). Alcohol consumption as a risk factor for sarcopenia - a meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 16(99), 1–7. <http://doi.org/10.1186/s12877-016-0270-x>

Szulc, P., Duboeuf, F., Marchand, F., & Delmas, P. D. (2004). Hormonal and lifestyle determinants of appendicular skeletal muscle mass in men : the MINOS study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 496–503.

Thapaliya, S., Runkana, A., McMullen, M. R., Nagy, L. E., McDonald, C., Prasad, S. V. N., & Dasarathy, S. (2014). Alcohol-induced autophagy contributes to loss in skeletal muscle mass. *Autophagy*, 10(4), 677–690. <http://doi.org/10.4161/auto.27918>

Thomas, S. S., & Mitch, W. E. (2013). Mechanisms stimulating muscle wasting in chronic kidney disease: The roles of the ubiquitin-proteasome system and myostatin. *Clinical and Experimental Nephrology*, 17(2), 174–182. <http://doi.org/10.1007/s10157-012-0729-9>

Treviño-Becerra, A. (2004). Insuficiencia renal crónica: enfermedad emergente, catastrófica y por ello prioritaria. Editorial. *Cirugía Y Cirujanos*, 72(1), 3–4.

Walrand, S., Guillet, C., Salles, J., Cano, N., & Boirie, Y. (2011). Physiopathological

mechanism of sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 27(3), 365–385.
<http://doi.org/10.1016/j.cger.2011.03.005>

Wang, X. H., & Mitch, W. E. (2014). Mechanisms of muscle wasting in chronic kidney disease. *Nature Reviews. Nephrology*, 10(9), 504–16.
<http://doi.org/10.1038/nrneph.2014.112>

Yasuda, T., Fukumura, K., & Nakajima, T. (2017). Short physical performance battery for middle-aged and older adult cardiovascular disease patients: implication for strength tests and lower extremity morphological evaluation. *Journal of Physical Therapy Science*, 29, 748–753.

Zembron-Lacny, A., Dziubek, W., Rogowski, Ł., Skorupka, E., & Dabrowska, G. (2014). Sarcopenia: Monitoring , Molecular Mechanisms , and Physical Intervention, *8408*, 683–691.