



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS
MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD**

**FUERZA MUSCULAR Y SU ASOCIACIÓN CON LA COMPOSICIÓN
CORPORAL Y EL ESTADO DE NUTRICIÓN EN EL PACIENTE CON
INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA EN DIÁLISIS PERITONEAL**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

P R E S E N T A

LIC. NUT. MARÍA FERNANDA CARRILLO VEGA

DIRECTORA: DRA. EN NUT. MARÍA DE LOS ÁNGELES ESPINOSA CUEVAS

MÉXICO, D.F.

2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**FUERZA MUSCULAR Y SU ASOCIACIÓN CON LA COMPOSICIÓN
CORPORAL Y EL ESTADO DE NUTRICIÓN EN EL PACIENTE CON
INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA EN DIÁLISIS PERITONEAL**

Vo. Bo.

Tutora. Dra. En Nut. María de los Ángeles Espinosa Cuevas

Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral.

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

RESUMEN	5
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	7
INTRODUCCIÓN	8
ANTECEDENTES	9
1.1 GENERALIDADES DE LA INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA	9
1.1.1 Etiología, fisiopatología y clasificación	10
1.1.2 Manifestaciones clínicas	12
1.1.2.1 Alteraciones hidroelectrolíticas en el paciente con IRC	14
1.1.2.1.1 Problemas asociados a la sobrehidratación en pacientes con IRC	14
1.1.2.2 Desnutrición calórico-proteica	15
1.1.2.3 Mortalidad	18
1.1.3 Tratamiento de la IRC	19
1.2 TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL (TRR)	21
1.3 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL PACIENTE CON IRC EN DP	23
1.3.1 Técnicas para la determinación de la composición corporal	23
1.3.1.1 Métodos clínicos y mediciones antropométricas	24
1.3.1.2 Técnicas de dilución	24
1.3.1.3 Pruebas biofísicas	25
1.4 ANÁLISIS DE VECTORES DE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA (VIBE)	27
1.5 DINAMOMETRÍA DE MANO	29
1.6 ASOCIACIÓN ENTRE LA IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA Y LA DINAMOMETRÍA DE MANO	33
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	34
JUSTIFICACIÓN	36
OBJETIVOS	37
Objetivo General	37
Objetivos Específicos	37
Hipótesis general	38
Hipótesis específicas	38
MODELO CONCEPTUAL	39
METODOLOGÍA	41
Diseño del estudio	41
Muestreo y tamaño de muestra	41
Criterios	43
Criterios de inclusión	43
Criterios de exclusión	43

Criterios de eliminación -----	43
ANÁLISIS ESTADÍSTICO -----	48
ASPECTOS ÉTICOS -----	49
CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES -----	50
VARIABLE DEPENDIENTE -----	50
VARIABLES INDEPENDIENTES -----	51
RESULTADOS -----	56
Análisis descriptivo -----	56
Análisis de VIBE -----	61
Análisis bivariado y multivariado -----	63
Análisis bivariado -----	64
Análisis multivariado -----	69
DISCUSIÓN -----	73
CONCLUSIONES -----	78
REFERENCIAS -----	79
ANEXOS -----	91
Anexo 1. Árbol de decisión -----	91
Anexo 2. Carta de consentimiento informado -----	92
Anexo 3. Hoja de datos del paciente. -----	95
Anexo 4. Procedimiento para la medición de antropometría -----	96
Anexo 5. Toma de pliegues cutáneos. -----	99
Anexo 6. Procedimiento para la determinación de impedancia bioeléctrica. ---	103
Anexo 7. Evaluación Global Subjetiva (EGS) -----	104
Anexo 8. Procedimiento para la determinación de dinamometría de mano. ---	107
Anexo 9. Estudios de dinamometría de mano en diferentes poblaciones -----	108
Anexo 10. Índice Compuesto de Bilbrey -----	112

RESUMEN

La Insuficiencia Renal Crónica se define como la presencia de daño renal de una duración igual o mayor a tres meses, caracterizado por anomalías estructurales o funcionales con o sin descenso de la tasa de filtración glomerular (TFG) a menos de 60 ml/min/1.23 m². Los pacientes con esta enfermedad, incluidos aquellos con diálisis peritoneal, se caracterizan por presentar un estado constante de inflamación, desnutrición y alteraciones en la composición corporal, principalmente sobrehidratación; todos estos factores aumentan el riesgo de mortalidad, asociado principalmente a enfermedad cardiovascular. Por ello, se han estudiado diferentes técnicas de evaluación del estado de nutrición y de la composición corporal, como el análisis de vectores de impedancia bioeléctrica y la dinamometría de mano. El primero, se trata de una técnica que arroja “una estimación cualitativa de las variaciones hídricas y del tejido blando simultáneamente y sin necesidad de ecuaciones de regresión; de manera simultánea, el análisis arroja datos de estado de nutrición. Por otra parte, la dinamometría de mano es un método capaz de evaluar la funcionalidad del músculo, con ello estima el estado funcional del paciente, su reserva muscular y su estado de nutrición. La asociación entre ambas está en función de la cantidad y calidad de la superficie celular y puede variar dependiendo de la composición corporal de los pacientes. **Objetivo.** Evaluar y documentar la asociación entre la fuerza muscular obtenida mediante dinamometría de mano y la composición corporal y el estado de nutrición valorados mediante análisis vectorial de bioimpedancia eléctrica en pacientes con insuficiencia renal crónica en diálisis peritoneal atendidos en el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. **Diseño y tamaño de muestra.** Estudio transversal. Se evaluó a los pacientes con insuficiencia renal crónica en diálisis peritoneal prevalentes en la consulta de terapia sustitutiva durante el periodo de marzo del 2011 a marzo del 2012. De una población de 149 sujetos, a partir de la fórmula de estimación de una proporción, se obtuvo un tamaño de muestra de 84 pacientes. **Metodología:** Después de firmada la carta de consentimiento informado, se obtuvieron los datos de

identificación de los pacientes. Se realizó medición de: peso, talla, circunferencia de brazo, pliegues cutáneos, impedancia eléctrica para su posterior análisis mediante vectores de impedancia y dinamometría de mano. Se realizó evaluación global subjetiva que sumada a los datos de albúmina, leucocitos y linfocitos obtenidos del sistema hospitalario, junto con las mediciones de circunferencia de brazo y pliegue cutáneo tricipital, fueron utilizadas para construir el índice compuesto de Bilbrey. **Resultados:** Se evaluaron a 85 pacientes con IRC de origen multifactorial en diálisis peritoneal, de los cuales 55% eran hombres. Se observó que existe una diferencia significativa por sexo para la resistencia y el ángulo de fase ($p < 0.001$ y $p = 0.0344$). Se observaron diferencias significativas por sexo para fuerza de la mano derecha (26.9 ± 8.2 kg en hombres y 15.9 ± 5.0 kg en mujeres, $p < 0.001$) y la de la mano izquierda (24.5 ± 8.12 kg en hombres y 15.0 ± 4.3 kg en mujeres, $p < 0.001$). El patrón vectorial según la fuerza muscular muestra una tendencia de significancia en el grupo de los hombres sin observar el mismo fenómeno en el grupo de las mujeres tanto para la mano derecha como para la mano izquierda. **Conclusiones:** La alteración de la composición corporal afecta de manera directa la fuerza muscular: el aumento en la resistencia y la disminución de la R/H y la Xc/H son indicadores directos de expansión de volumen y que el aumento de R/H y disminución de Xc/H reflejan pérdida de tejido celular, lo que se refleja mediante menor fuerza muscular denotando menor funcionalidad y mayor deterioro general.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

°F	Ángulo de fase
CB	Circunferencia de brazo
CC	Composición corporal
CMB	Circunferencia muscular de brazo
DCP	Desnutrición calórico proteica
DEXA	Densitometría dual de rayos X
DNM	Dinamometría de mano
DM2	Diabetes mellitus 2
DP	Diálisis Peritoneal
EGS	Evaluación global subjetiva
FG	Filtrado glomerular
FM	Fuerza muscular
HD	Hemodiálisis
HTA	Hipertensión arterial
IBE	Impedancia bioeléctrica
IRC	Insuficiencia renal crónica
IRCT	Insuficiencia renal crónica terminal
MG	Masa grasa
MLG	Masa libre de grasa
PCB	Pliegue cutáneo bicipital
PCSe	Pliegue cutáneo subescapular
PCSi	Pliegue cutáneo suprailiaco
PCT	Pliegue cutáneo tricipital
R	Resistencia
RAC	Razón albúmina-proteinuria
TA	Tensión arterial
TFG	Tasa de filtrado glomerular
TRR	Terapia de reemplazo renal
VIBE	Vectores de impedancia bioeléctrica
Xc	Reactancia

INTRODUCCIÓN

La insuficiencia renal crónica (IRC) se define como el daño renal de una duración igual o mayor a tres meses, caracterizado por anormalidades estructurales o funcionales con o sin descenso de la tasa de filtración glomerular a menos de 60 ml/min/1.23 m². En México cerca de 129 mil casos de IRC en su etapa final requieren terapia de reemplazo renal (TRR), de los cuales únicamente 60 mil casos son tratados mediante ésta. Es una patología de etiología múltiple que afecta varios órganos y sistemas y presenta múltiples complicaciones. La sobrehidratación es una de ellas y de manera independiente aumenta la resistencia vascular periférica e incrementa la tensión arterial, provocando disfunción del ventrículo izquierdo, enfermedad cardiovascular y muerte. Otra es la desnutrición, que se presenta en aproximadamente 50% de los pacientes y aumenta el riesgo de morbilidad y mortalidad, principalmente por enfermedad cardiovascular.

Con el objetivo de mejorar el manejo del paciente y disminuir estas complicaciones y mortalidad, es necesario que se realice el análisis de la composición corporal y el estado de nutrición por medio de técnicas que tomen en cuenta las variaciones de hidratación que sufre el paciente y de esta forma mejoren los resultados obtenidos. Una de estas técnicas es el análisis de vectores de impedancia bioeléctrica (VIBE), que realiza una estimación cualitativa del tejido celular y el estado de hidratación de manera simultánea. Otra es la dinamometría de mano (DNM), que evalúa la fuerza muscular (FM), consiguiendo con ello datos de funcionalidad celular. Ambas técnicas arrojan datos de composición corporal y estado de nutrición.

A pesar de ser ampliamente utilizada, la DNM es una técnica cuya confiabilidad en pacientes con IRC continúa en duda ya que los resultados pueden verse afectados por la sobrehidratación. El objetivo de encontrar su asociación con la composición corporal, determinada mediante el análisis de VIBE, una técnica ampliamente utilizada en pacientes con sobrehidratación, permitirá observar las alteraciones que esta puede sufrir por el estado de hidratación del paciente.

ANTECEDENTES

1.1 GENERALIDADES DE LA INSUFICIENCIA RENAL CRÓNICA

De acuerdo a las guías de práctica clínica de la insuficiencia renal crónica, (KDOQI por sus siglas en inglés) de la Fundación Nacional del Riñón de Estados Unidos, IRC se define como el “daño renal de una duración igual o mayor a tres meses, caracterizado por anomalías estructurales o funcionales con o sin descenso de la tasa de filtrado glomerular (TFG) a menos de 60 ml/min/1.23 m² o bien con una TFG \geq 60 ml/min/1.23 m² con una razón albúmina-creatinina (RAC) \geq 30mg/g”⁽¹⁾

La IRC es actualmente un problema de salud pública a nivel global. Desde 2005, se han conducido más de 25 estudios epidemiológicos en todo el mundo con el fin de determinar la prevalencia mundial de la IRC encontrándose para el 2008 una prevalencia mundial de 7.2% en personas mayores de 30 años⁽²⁾.

En Estados Unidos entre 1999 y 2004 se estimó una prevalencia de 11.1% de hombres y 15% de mujeres con esta enfermedad⁽³⁾. En España, la prevalencia de pacientes con IRC en los estadios más avanzados fue de 6.8% para el año 2010. Otros estudios realizados en países europeos como Italia⁽⁴⁾ Suiza⁽⁵⁾, Noruega⁽⁶⁾ e Islandia⁽⁷⁾ muestran una prevalencia entre 4.7 y 8.1%.

En México, a inicios del siglo XXI la cifra aproximada de IRC era de 103 mil pacientes, de los cuales, el 43% era atendido con TRR en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) o el Instituto de Seguridad Social y de Servicios para los Trabajadores del Estado (ISSSTE), mientras que el 3% se atendía en otras instituciones incluida la práctica privada⁽⁸⁾.

Del total de pacientes en TRR, aproximadamente 85% se encuentran en diálisis peritoneal (DP), mientras que el 15% es tratado con hemodiálisis (HD)⁽²⁾. La tendencia al uso de la DP como TRR de primera elección se ha relacionado con varios factores, destacando que ésta fue la única modalidad de TRR brindada por las instituciones de seguridad social en el país por muchos años.

A partir de los datos del Registro de Diálisis y Transplante de Jalisco (REDTJAL) en el 2010, Malaquías y colaboradores⁽⁸⁾, realizaron una proyección

de la IRC en México. La estimación realizada revela una prevalencia de cerca de 129 mil casos de insuficiencia renal crónica terminal (IRCT) que requieren TRR, de los cuales únicamente 60 mil casos son tratados con alguna modalidad de dicha terapia. De acuerdo al mismo estudio, si las condiciones en el sistema de salud actuales persisten, para el año 2025 habrá 212 mil casos de la enfermedad en el país, aproximadamente el doble de los casos prevalentes registrados en el REDTJAL en la actualidad.

El impacto de la enfermedad a corto plazo se observa a partir de las cifras de mortalidad. Cabe notar que a pesar de los avances técnicos y tecnológicos que se han observado en los medicamentos utilizados y en los sistemas de dializado, la tasa de letalidad no ha disminuido de manera sustancial en nuestro país. En el año 2005, la IRCT representaba la décima causa de mortalidad en México, con más de 10 mil fallecimientos al año. De acuerdo a las estimaciones realizadas en 2010, más de 60 mil personas mueren por IRCT, aunque se reporten otras causas como primarias; para el 2025 se tiene un estimado de 160 mil muertes a causa de la enfermedad⁽⁸⁾.

Estas cifras reafirman los conocimientos previos del impacto de la IRC en la actualidad y confirman que ésta se ha convertido en un problema de salud pública, con la subsecuente necesidad de enfocar los esfuerzos a la prevención de la enfermedad, la disminución de las complicaciones en los pacientes y el aumento de la calidad de vida y la supervivencia.

1.1.1 Etiología, fisiopatología y clasificación

La IRC es considerada una enfermedad multifactorial, de carácter progresivo e irreversible que en la mayoría de casos conduce a un estado terminal (IRCT). En nuestro país, la principal causa de IRC es la nefropatía diabética: de acuerdo a la Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión, en el año 2025 habrá 300 millones de pacientes diabéticos en el mundo, de los cuales un tercio estará en riesgo de tener daño renal e IRC⁽⁹⁾. Le sigue en importancia la nefropatía hipertensiva, y la nefropatía secundaria a LUPUS. La tabla 1 resume las características principales de estos factores^(9;10).

Tabla 1. Principales causas de IRC

Causa	Principales características
Nefropatía Diabética.	El principal factor en el desarrollo de nefropatía diabética es el efecto de la hiperglucemia crónica sobre diferentes vías funcionales, estructurales y de señalización celular.
Nefropatía hipertensiva.	Elevación permanente y prolongada de las cifras de tensión arterial que produce, a largo plazo, fibrosis progresiva del riñón con la subsecuente alteración del intersticio del parénquima del riñón.
Glomerulonefritis primaria.	Se caracteriza por la presencia de alteraciones inmunológicas que producen fibrosis progresiva del tejido renal. Las principales son la glomerulonefritis membranosa, la glomerulonefritis focal y segmental, y las glomerulonefritis endo y extra-capilares
Nefropatía intersticiales.	Principalmente la pielonefritis crónica, que daña progresivamente el parénquima renal.
Uropatías obstructivas crónicas.	Principalmente la hiperplasia benigna de la próstata, las estenosis uretrales y las obstrucciones por cálculos de la vía urinaria.
Nefropatías hereditarias o congénitas.	Predominantemente la poliquistosis renal bilateral.
Nefropatías secundarias a enfermedades sistémicas.	Destacan las enfermedades del colágeno como el lupus eritematoso sistémico (LES) que produce un daño renal crónico e irreversible.

Adaptado de SLANH y Remón-Rodríguez^(9;10)

La IRC se presenta como consecuencia de una pérdida progresiva de la estructura renal con disminución del filtrado glomerular. Esta pérdida trae consigo hipertrofia de las nefronas (unidad estructural y funcional del riñón) y mediante hiperfiltración mantiene la TFG en niveles normales depurando las sustancias de desecho del metabolismo.

De acuerdo a las guías KDOQI ⁽¹⁾, la IRC se estratifica con base en el nivel de función renal reflejada por la TFG. Tal clasificación, se presenta en la tabla 2 y consta de cinco estadios dependientes de la severidad de la enfermedad.

Tabla 2. Clasificación de la IRC según la NKF-KDOQI

Fase	Descripción	TFG (ml/min/1.73m ²) + RAC (mg/g)	Conducta clínica a seguir
1	Lesión renal con FG* normal o aumentado	≥90 + ≥30	<ul style="list-style-type: none">▪ Diagnóstico y tratamiento▪ Tratamiento de la co-morbilidad▪ Disminuir la progresión▪ Reducir el riesgo cardiovascular
2	Lesión renal con disminución del FG leve	60-89 + ≥30	<ul style="list-style-type: none">▪ Estimar la progresión
3	Disminución del FG moderada	30-59	<ul style="list-style-type: none">▪ Evaluar y tratar complicaciones
4	Disminución del FG severa	15-29	<ul style="list-style-type: none">▪ Preparación para el tratamiento sustitutivo
5	Insuficiencia o falla renal	<15	<ul style="list-style-type: none">▪ Tratamiento sustitutivo si hay uremia

Retomada de las Guías de Práctica Clínica KDOQI⁽¹⁾

*FG: Filtrado Glomerular

1.1.2 Manifestaciones clínicas

Al presentarse una disminución de la función renal del 50%, se presentan las alteraciones bioquímicas (aumento de urea y creatinina plasmáticas), metabólicas y endócrinas propias del síndrome urémico que clínicamente se manifiesta por la presencia de astenia, adinamia, náuseas, vómito, anorexia, pérdida de peso, insomnio, calambres, prurito y excoriaciones dérmicas, déficit cognitivo que se manifiesta por confusión y somnolencia y en etapas muy avanzadas, estado de coma.

Debido a la gran cantidad de funciones que realiza el riñón, su falla da origen a manifestaciones en múltiples órganos, mismas que se resumen en la tabla 3.

Tabla 3. Manifestaciones clínicas de la IRC

Sistema nervioso	Encefalopatía Polineuropatía periférica Disfunción del sistema autónomo	
Sistema hematológico	Anemia Disfunción plaquetaria Hipercoagulabilidad Inmunodeficiencia humoral y celular: Infecciones y neoplasias	
Sistema cardiovascular	Hipertensión Miocardiopatía Cardiopatía isquémica	Pericarditis Vasculopatía periférica Accidentes cerebrovasculares
Aparato osteoarticular	Enfermedad ósea de remodelado alto Enfermedad ósea de remodelado bajo Amiloidosis por depósitos de β_2 microglobulina Artritis gotosa Pseudo gota cálcica	
Sistema respiratorio	Derrame pleural Edema pulmonar	Calcificaciones pulmonares
Sistema digestivo	Anorexia Náusea y vómito Ascitis	Úlcera gastroduodenal Angiodisplasia del colon Diverticulitis
Sistema endócrino y metabolismo	Hiperinsulinemia Resistencia periférica a la insulina Tasas alteradas de glucagon, TSH, T3, T4, cortisol, LH, FSH, prolactina, GH y leptina	
Esfera sexual	Disfunción eréctil	Amenorrea
Piel	Prurito Hiperpigmentación Xerosis	Pseudoporfiria Foliculitis perforante Calcifilaxis
Psicológicas	Depresión y ansiedad	
Alteraciones hidroeléctrolíticas	Retención nitrogenada Hiperuricemia Hiper/hiponatremia Hiper/hipofosfatemia	Hiper/hipocalemia Hipocalcemia Acidosis y alcalosis metabólica Hipervolemia y sobrehidratación
Estado de nutrición	Desnutrición	

Tomada de Ribes 2004⁽¹¹⁾

Para finalidades del presente trabajo, la sobrehidratación y la desnutrición son de principal interés, por lo que se abordaran en los siguientes apartados.

1.1.2.1 Alteraciones hidroelectrolíticas en el paciente con IRC

Las funciones del riñón son realizadas en la nefrona, siendo una de las principales, eliminar las sustancias de desecho producidas por el metabolismo (urea, creatinina, productos finales del metabolismo de la hemoglobina, metabolitos de varias hormonas, medicamentos y aditivos de alimentos). Una segunda función es regular el equilibrio hidro-electrolítico, manteniendo con ello la homeostasis. Si la ingesta de líquidos excede la excreción, la cantidad de metabolitos de desecho y de líquidos en el cuerpo incrementa⁽¹²⁻¹⁴⁾.

En condiciones fisiológicas normales, el riñón filtra el sodio que es ingerido en la dieta, mismo que se reabsorbe en su mayoría en los túbulos, excretándose en la orina menos de 1% del filtrado. Al disminuir la función renal, este mecanismo se altera, produciendo retención de sodio, que se traduce a su vez, en retención de líquidos⁽¹⁵⁾. En los pacientes con IRC, esta incapacidad de excretar desechos y líquido por medio de la orina, se hace clínicamente evidente con el aumento de peso por hipervolemia y la aparición de edema.

Una vez en TRR, el proceso de eliminación es llevado a cabo por la diálisis, lográndose así el equilibrio hídrico y salino. Sin embargo, si el paciente no tiene un apego correcto a la dieta y consume sodio en exceso o más líquido del que se ha permitido o el proceso dialítico no es adecuado, el paciente permanece en un estado de sobrehidratación importante, que lo lleva a presentar complicaciones de importancia clínica, como la hipertensión, la enfermedad cardiovascular secundaria a hipertrofia del ventrículo izquierdo y mortalidad.

1.1.2.1.1 Problemas asociados a la sobrehidratación en pacientes con IRC

- a. Hipertensión arterial.** La hipertensión arterial (HTA) es la complicación más común en la IRC. Se ha documentado que el 80% de los pacientes son hipertensos debido a presencia de sobrehidratación⁽¹⁶⁾: el exceso de volumen incrementa la resistencia vascular periférica, provocando así que

la tensión arterial incremente⁽¹⁷⁾. Por otra parte, se ha observado que aquellos pacientes resistentes a la terapia con diálisis, a quienes no se les ha prescrito correctamente la dosis de ésta, desarrollan HTA, por exceso de sodio sérico y alteraciones en el metabolismo de la renina⁽¹⁶⁾.

- b. *Disfunción cardíaca:*** De acuerdo a reportes a nivel mundial, las enfermedades cardiovasculares son la principal causa de morbilidad y mortalidad en el paciente con IRC. En 1998, Foley y colaboradores encontraron que los pacientes en estadios terminales de la enfermedad, tienen 30 veces más riesgo de morir por enfermedad cardiovascular que aquellos en los estadios iniciales; este riesgo fue 65 veces mayor en pacientes entre 45 y 54 años y 500 veces mayor en pacientes más jóvenes⁽¹⁸⁾. Para el 2009, Yee-Moon y cols, reportaron que el 40% de los pacientes en diálisis morían como consecuencia de enfermedad cardiovascular⁽¹⁹⁾.

La enfermedad cardiovascular se presenta por una amplia variedad de causas, como la hiperlipidemia, la edad avanzada, la Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), el tabaquismo, la disminución en la secreción de citocinas, disfunción endotelial y estrés oxidativo. Destaca dentro de estas causas la hipertensión secundaria al inadecuado proceso de eliminación de agua y sal. Como ya se había mencionado, la sobrehidratación es causa directa de HTA, que a su vez es un factor etiológico de la disfunción del ventrículo izquierdo.

1.1.2.2 Desnutrición calórico-proteica

La desnutrición calórico-proteica (DCP) se presenta como consecuencia del conjunto de alteraciones propias de la IRC. De manera independiente, se considera un factor de riesgo para morbilidad y mortalidad en el paciente, asociado principalmente a susceptibilidad a infecciones, hospitalizaciones frecuentes y disminución de la capacidad funcional de los pacientes^(20;21). Estudios recientes han demostrado un incremento de complicaciones cardiovasculares

secundarias a desnutrición en el paciente con IRC, consideradas la principal causa de muerte en esta población^(20;22;23) (Figura 1).

Diversos reportes han arrojado cifras importantes en el periodo previo al inicio del TRR, pero se observa un incremento importante después del inicio de DP^(22;24;25). A nivel mundial, se ha observado que la prevalencia de desnutrición moderada en pacientes en éste tipo de diálisis llega hasta 35%^(22;25). En México, Espinosa y cols.⁽²⁴⁾ en 1996, encontraron que hasta un 82% de pacientes en ésta TTR presentaban desnutrición, de la cual 20% se consideró leve, 24% moderada y 38% severa.

Per se, la DCP produce pérdida del apetito o anorexia como respuesta a la elevada concentración de toxinas urémicas. Se ha sugerido que este proceso puede presentarse también como consecuencia de la secreción aumentada de hormonas anorexigénicas, sin embargo los mecanismos por los que actúa permanecen poco claros aún. Se ha observado que la severidad de la anorexia incrementa durante la progresión de la IRC, conduciendo a múltiples alteraciones metabólicas, desgaste proteico-energético y caquexia (síndrome que engloba un deterioro físico, psicológico, metabólico e inmunológico propios de la IRC)⁽²⁶⁻²⁹⁾.

Otro factor asociado a la presencia de desnutrición es el tratamiento dialítico, principalmente aquel con DP, en el cual el aporte de dextrosa a partir del líquido de diálisis produce sensación de saciedad, por lo que la mayoría de pacientes disminuyen el consumo de otros nutrimentos. Por otra parte, durante el proceso dialítico existe eliminación tanto de toxinas urémicas como de nutrimentos, principalmente proteína, que sumado a las restricciones de la misma en la dieta, favorecen la presencia de depleción muscular, teniendo como consecuencia directa la pérdida de la funcionalidad del músculo, expresada generalmente como pérdida de FM.

Aquellos pacientes que presentan comorbilidades como DM2, infecciones como peritonitis, enfermedad cardiovascular, entre otras, presentan mayor riesgo de desnutrición asociado principalmente al estado inflamatorio característico de tales patologías.

En lo que respecta a inflamación, en años recientes diversos estudios han demostrado que el “desgaste” (depleción de reservas proteicas y de energía, entendidas como la masa muscular y la masa grasa) y las anomalías en la ingesta calórico-proteica pueden estar mediados por procesos inflamatorios⁽²⁶⁻²⁹⁾. Se sospecha que la presencia de hipercatabolismo proteico se presenta como consecuencia de la secreción de citoquinas proinflamatorias catabólicas o antianabólicas, factores que están relacionados a la vez con la presencia de anorexia, pérdida de fuerza que expresa disminución de funcionalidad y finalmente muerte.

La disminución sérica de elementos como la albúmina, prealbúmina, lípidos, peso, IMC, grasa corporal, así como la presencia de hipervolemia y las alteraciones ya mencionadas, ocasionan que el paciente pierda la funcionalidad, aspecto que se puede evaluar mediante pruebas de funcionalidad como la DM.

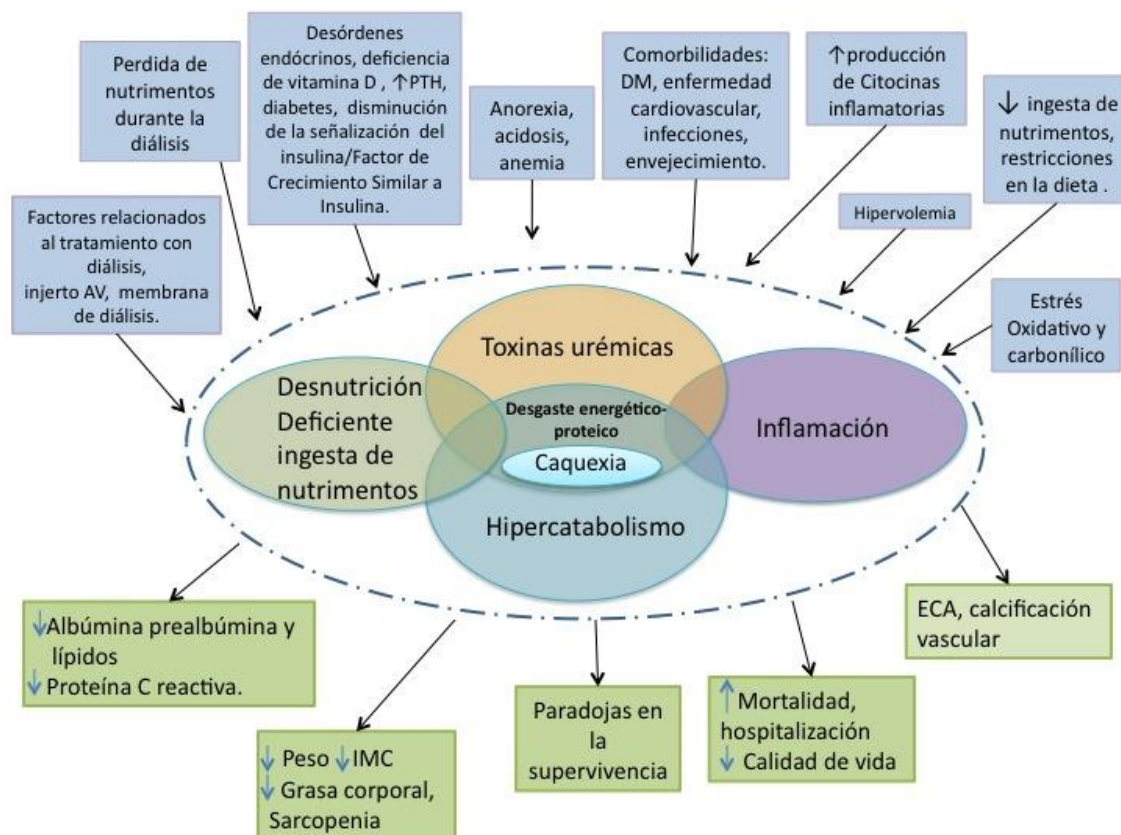


Figura 1. Factores asociados a la presencia de desnutrición y sus consecuencias. Traducido de D Fouque 2008⁽²⁷⁾. PTH: Hormona paratiroidea; DM: Diabetes Mellitus; ECA: Enfermedad Cardiovascular; IMC: Índice de Masa Corporal.

En conjunto, estas alteraciones traen consecuencias poco favorables para el paciente, siendo la más grave, la muerte.

Para disminuir la incidencia de complicaciones es necesario llevar a cabo la evaluación del estado de nutrición que tiene como objetivo principal obtener la información adecuada para la identificación de posibles problemas sobre los cuáles se deberá actuar de manera oportuna. Para lograr este objetivo se cuenta con múltiples herramientas, dentro de las que se encuentra el índice compuesto de Bilbrey, el cual considera la evaluación global subjetiva (EGS) y los parámetros objetivos peso para la talla, pliegue cutáneo tricipital, circunferencia de brazo, masa muscular de brazo, albúmina, transferrina y cuenta total de linfocitos^(30;31) para obtener el diagnóstico del estado de nutrición.

1.1.2.3 Mortalidad

En comparación con la población general, los pacientes con IRC tienen mayor riesgo de mortalidad, principalmente a causa de enfermedad cardiovascular. Datos recientes indican que los pacientes con IRC tienen entre 5 y 10 veces más riesgo de morir que de progresar al estado terminal de la enfermedad^(20;27;28;32).

En el 2006, el grupo de investigación de la Universidad de Alberta en Canadá, publicó un estudio sobre el riesgo de mortalidad en pacientes con IRC. Elaboraron un metanálisis que incluyó 39 estudios de cohorte realizados entre 1969 y 2004 en los que se comparó la mortalidad entre pacientes con y sin deterioro crónico de la función renal. Se siguieron 900 personas de un total de 1,371 por un tiempo promedio de 4.9 años, llegando a las siguientes conclusiones⁽³³⁾:

1. Existe una relación exponencial entre la severidad de la disfunción renal y el riesgo de muerte por cualquier causa.
2. Tomando como referencia a las personas con función renal normal con TFG de 100 mL/min, el riesgo relativo de muerte asociada con una TFG de 80, 60 y 40 mL/min fue de 1.9, 2.6 y 4.4, respectivamente.
3. Se observa un aumento del riesgo relativo de mortalidad cardiovascular asociado a la IRC, que fue mayor en cohortes con pacientes más jóvenes.

4. Se calculó que en pacientes con un promedio de 50 años de edad el riesgo relativo de morir es de 3.4 (IC 95% 2.1-5.5), mientras que en pacientes con una media de 70 años el riesgo relativo es de 1.5 (IC 95% 0.96-2.3)

De acuerdo a otros estudios, aproximadamente 50% de las muertes que se presentan durante TRR se deben a complicaciones cardiovasculares secundarias a desnutrición con variaciones de hidratación, que condiciona a hipertrofia del ventrículo izquierdo^(20;22;23).

1.1.3 Tratamiento de la IRC

Como se observa en la tabla 4, durante las primeras etapas de la enfermedad, es posible retrasar la progresión por medio de tratamiento dietoterapéutico y farmacológico.

El primero se basa en la prescripción de una dieta que cubra las necesidades energéticas del paciente, con restricción de proteínas durante las etapas previas al inicio de TRR, aumento la cantidad de este macronutriente de acuerdo al tipo de reemplazo y un aporte de hidratos de carbono y de lípidos dependiente de otras patologías subyacentes. Se debe controlar el consumo de sodio, potasio y fósforo, sobre todo en aquellos pacientes en estadios avanzados de la enfermedad^(25;29).

Tabla 4. Conducta clínica a seguir dependiendo de la fase de IRC

Fase	Actuación
1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico y tratamiento ▪ Tratamiento de la co-morbilidad ▪ Disminuir la progresión ▪ Reducir el riesgo cardiovascular
2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimar la progresión
3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluar y tratar complicaciones
4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preparación para el tratamiento sustitutivo
5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tratamiento sustitutivo si hay uremia

Retomada de las Guías de Práctica Clínica KDOQI⁽¹⁾

Por su parte, el objetivo del tratamiento farmacológico es controlar las patologías adyacentes, disminuir el deterioro de la función renal y retrasar el inicio de la TRR. Los más utilizados son el tratamiento antihipertensivo, generalmente con inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA) o antagonistas de los receptores de la angiotensina II y los diuréticos, ya sea los ahorradores de potasio, los diuréticos tiazídicos y los de asa⁽³⁴⁾. Dentro de este último se encuentra la furosemida, que bloquea el sistema de cotransporte de la $\text{Na}^+\text{K}^+2\text{Cl}^-$ localizado en la membrana de las células lumbales de la rama ascendente gruesa del asa de Henle. La acción diurética resulta de la inhibición de la reabsorción del cloruro de sodio en este segmento del asa de Henle, aumentando la excreción de orina debido al agua unida osmóticamente⁽³⁵⁾. Debido a que la pérdida de fluidos se produce principalmente a partir del líquido extracelular, incluido el plasma, la reducción en su volumen produce descenso del gasto cardíaco máximo reduciendo la capacidad aeróbica del individuo. La pérdida de electrolitos produce desequilibrio que en la mayoría de los casos se traduce en fatiga y calambres musculares que pueden llegar hasta el agotamiento⁽³⁶⁾.

Cuando la función de los glomérulos se deteriora al punto de que la TFG se encuentra por debajo de $15 \text{ mL} / \text{min} / 1.73 \text{ m}^2$, se torna necesario el inicio de la TRR^(1;37).

1.2 TERAPIA DE REEMPLAZO RENAL (TRR)

El comienzo del tratamiento con TRR es una decisión que debe ser tomada de manera conjunta, tanto por el médico como por el paciente, basándose siempre en las condiciones generales de éste último⁽³⁷⁾.

La elección de la TRR no se realiza de manera escalonada, los tratamientos son complementarios y su implementación depende de múltiples factores, que van desde el estado de nutrición del paciente hasta el financiamiento con el que cuenta el centro de atención. Existen tres tipos de TRR^(37;38):

1. El trasplante renal. Se trata de un injerto que puede realizarse a partir de donantes vivos sanos o donantes fallecidos. Se considera el mejor sustituto de la función renal, proporcionando una mejor calidad de vida en comparación a las otras dos opciones. En México existen menor número de donaciones que en otros países, por ende son menos los pacientes trasplantados en comparación con las otras dos terapias.
2. La hemodiálisis (HD). El procedimiento elimina las sustancias de desecho directamente de la sangre, así como el exceso de agua acumulada entre cada sesión. La HD se lleva a cabo gracias a la máquina de dializado o “riñón artificial”.
3. La DP. El proceso de diálisis consiste en la infusión de una solución dializante a la cavidad peritoneal a través de un catéter, previamente colocado de manera quirúrgica. La permanencia del líquido, compuesto principalmente por agua y dextrosa en la cavidad, tiene por objeto realizar un intercambio osmótico entre la dextrosa y las sustancias de desecho que se encuentran en el peritoneo, que junto con el exceso de líquido que no es posible eliminar mediante la orina, son eliminadas finalmente cuando el líquido es drenado^(37;38).

El tratamiento con DP en su forma manual y automatizada, es una elección cada vez más frecuente debido su relativa simplicidad, bajo costo y las ventajas que ofrece al paciente, como la autonomía y la independencia hospitalaria^(15;37;38).

Estos factores la convierten en la terapia sustitutiva de interés para el presente trabajo.

Actualmente, se estima que más de 120 mil pacientes en el mundo se encuentran en DP, lo que corresponde al 8% de todos los pacientes con IRC⁽¹⁵⁾. México, es el país en donde se prescribe con más frecuencia la DP: se ha reportado que aproximadamente 85% de los pacientes se encuentran en DP, mientras que el 15% son tratados con HD⁽³⁹⁾. El uso de la primera como TRR de primera elección en México se ha relacionado con varios factores, destacando que ésta fue la única modalidad de terapia brindada por las instituciones de seguridad social en el país por muchos años.

La DP trae consigo efectos secundarios como la alta susceptibilidad a infecciones, el proceso inflamatorio continuo, altas tasas de desnutrición calórico-proteica por pérdida de proteína mediante el dializado y disminución progresiva de la función renal residual⁽⁴⁰⁾. Este último aspecto acarrea un estado de hidratación muy variable, que predispone a complicaciones importantes, dentro de las que destaca el desarrollo de enfermedad cardiovascular secundaria a hipertrofia del ventrículo izquierdo y mortalidad, como previamente se había mencionado.

La importancia que tiene realizar un diagnóstico precoz y eficaz del estado de hidratación y nutrición, radica en el impacto que tienen la hipervolemia y la desnutrición en la aparición de enfermedad cardiovascular y mortalidad secundaria a esta, lo que convierte al análisis de la composición corporal en un procedimiento que debe ser efectuado de manera rutinaria en esta población. Por ello, se describe con mayor amplitud en la siguiente sección.

1.3 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL EN EL PACIENTE CON IRC EN DP

En los pacientes con IRC, las variaciones de hidratación y el estado de inflamación son procesos que dificultan la utilización de herramientas comúnmente utilizadas para el análisis de la composición corporal (CC). La información y las recomendaciones con las que cuenta el área, se basan en consensos y opiniones de expertos, sin existir lineamientos que faciliten el manejo de estos pacientes.

Es así como la elección del método a utilizar para el análisis depende de los objetivos que se tengan con el paciente, el grado de precisión y exactitud de la prueba, sin olvidarse de los recursos disponibles y más importante aún, del tipo de complicaciones presentes en cada paciente.

1.3.1 Técnicas para la determinación de la composición corporal

La mayoría de las técnicas de composición corporal se basan en el supuesto de que el cuerpo humano está constituido por dos segmentos primordiales⁽⁴¹⁻⁴⁶⁾: masa grasa (MG), constituida por todos los lípidos extraíbles: fosfolípidos, ácidos grasos y triglicéridos, y masa libre de grasa (MLG) constituida por la masa celular corporal (tejidos diversos y agua intracelular) y masa extracelular (agua extracelular y contenido mineral óseo)⁽⁴⁷⁾.

Debido a que durante la IRC se afectan varios compartimentos a la vez⁽⁴¹⁾, gran cantidad de grupos de investigación, entre los que destacan los de Piccoli y cols⁽⁴⁸⁾, Woodrow y cols^(49;50), Konings y cols^(45;46) y específicamente en México los de Espinosa y cols^(47;51), han estudiado diversas técnicas de composición corporal con el objetivo de encontrar las herramientas y estrategias que mejor reflejen tanto la composición corporal, como el estado de nutrición del paciente con IRC.

En base a estos y otros estudios, se sabe que las técnicas para el estudio de la composición corporal pueden dividirse en métodos basados en la conductividad eléctrica, dilucionales, de diagnóstico por imagen, de medida de la grasa subcutánea, densitométricos y basados en la excreción de metabolitos. Para facilitar su comprensión, se clasifican en métodos clínicos, mediciones antropométricas, métodos biofísicos y pruebas de capacidad funcional^(45;46).

1.3.1.1 Métodos clínicos y mediciones antropométricas

Los métodos clínicos son pruebas básicas, en las que se evalúa de manera global el deterioro que tiene el paciente en pruebas sencillas de gabinete, que comprenden desde la historia clínica hasta exploración física del paciente.

Las técnicas de antropometría son utilizadas principalmente, para la estimación de masa grasa y aunque suelen subestimarla sobretodo en pacientes con obesidad, se considera un método confiable para determinar la composición corporal⁽²⁴⁾. Las mediciones básicas son peso y talla, mientras que la plicometría se utiliza para estimar no sólo la grasa corporal, sino también la densidad corporal total.

Esta última técnica, se lleva a cabo en varios puntos en donde se acumula más grasa como reserva, siendo los cuatro de mayor utilización el pliegue cutáneo bicipital (PCB), el pliegue cutáneo tricipital (PCT), el pliegue cutáneo subescapular (PCS) y el pliegue cutáneo suprailíaco (PCSi). La desventaja del método frente a otros radica en las fluctuaciones del estado de hidratación que afectan la correcta medición; a pesar de ello, en conjunto con otros indicadores de CC es ampliamente utilizado en estudios epidemiológicos, incluyendo aquellos en pacientes nefróticas, considerándose el método de referencia estándar para la comparación de poblaciones⁽²⁵⁾ así como en la práctica clínica cotidiana.

1.3.1.2 Técnicas de dilución

En las técnicas de dilución, se utilizan marcadores isotópicos para determinar el grado de hidratación. Se ha observado que el mejor método para estimar agua es por dilución de oxígeno, que sobreestima menos de 1% el agua corporal total^(42;52), sin embargo, al ser muy costoso, se desplaza por otros isótopos como el potasio, el nitrógeno y el deuterio, siendo éste último considerado estándar de oro en la determinación de agua corporal total⁽⁴⁴⁾. Estas técnicas se utilizan con frecuencia en investigaciones epidemiológicas que cuentan con recursos suficientes, siendo poco factible su utilización en la práctica clínica por su costo.

1.3.1.3 Pruebas biofísicas

Las pruebas biofísicas han sido ampliamente evaluadas, sin embargo, por su amplia sensibilidad y especificidad, así como por su facilidad para ser utilizadas, destacan la absorciometría dual de rayos X (DEXA por sus siglas en inglés) y la impedancia bioeléctrica (IBE).

El DEXA se considera el estándar de oro para determinar masa mineral y MLG, se utiliza ampliamente en estudios con pacientes con IRC. El DEXA es una técnica de imagen, basada en *“la medición de la atenuación de haces de rayos de dos energías discretas al pasar por el organismo”*. En el cuerpo humano, depende de si durante su recorrido, encuentran hueso, tejido magro, masa grasa u otro. Su principal ventaja radica en ser la técnica de mayor precisión en lo que se refiere a determinación de masa ósea, MLG no ósea y MG⁽²⁵⁾. Su desventaja es que debido a que el tejido blando fluctúa dependiendo de factores como la alimentación, el estado de hidratación y la concentración de hormonas, la determinación de la composición corporal puede variar bajo ciertas condiciones^(41;45;46), principalmente en patologías que cursan con variaciones hídricas como la IRC. Por otro lado, al igual que las técnicas de dilución, el análisis por DEXA es costoso, por lo que no se tiene al alcance de todos los centros de atención al paciente.

1.3.1.3.1 Impedancia bioeléctrica

La IBE se caracteriza por referir sólo dos compartimentos: MG y MLG⁽⁴⁶⁾.

La prueba se basa en el comportamiento de una corriente eléctrica alterna, constante y de baja intensidad, que recorre el cuerpo de manera imperceptible. Tal corriente produce una oposición o impedancia dependiente de la frecuencia del flujo de dicha corriente. Tal impedancia se puede descomponer en dos miembros medibles: la resistencia (R) determinada por el paso de la corriente a través de las soluciones electrolíticas intra y extracelulares y la reactancia (Xc), determinada por las propiedades dieléctricas de los tejidos o bien por la acumulación temporal de cargas sobre las membranas celulares o sobre otros interfaces sumergidas en la solución electrolítica. El desfase o arcotangente entre la R y la Xc se conoce como ángulo de fase ($^{\circ}F$) y su valor refleja la integridad de la membrana celular: un $^{\circ}F$

pequeño sugiere muerte de las células o disminución de su integridad mientras que un θF más grande refleja largas cantidades de membranas celulares intactas ^(42;43;45-48;51;53).

Para realizar los cálculos de composición corporal, se cuenta con ecuaciones de predicción específicas para ciertos grupos poblacionales. Tales ecuaciones utilizan datos de R, Xc, talla, peso, edad y sexo, sin tomar en cuenta tejido óseo, sobrestimando así la MG ⁽⁴⁶⁾. Los supuesto de normalidad tomados en cuenta para la elaboración de tales ecuaciones son tres: ⁽⁵⁴⁾:

1. Equiparación del organismo a un conductor con sección uniforme. Se asume que existe simetría entre los diferentes segmentos del cuerpo, sin considerar la diferente contribución que tiene el tronco y las extremidades.
2. Estados de composición corporal “normal”. Asume que existe una excelente correlación entre los compartimentos, por lo que estados de composición extrema, como obesidad o delgadez extremas, son consideradas “anormales”.
3. Hidratación corporal constante. El 73% del cuerpo está compuesto por agua.

Las limitaciones de la IBE en pacientes con enfermedad renal se presentan como consecuencia de las fluctuaciones de hidratación, ya que las ecuaciones de predicción utilizadas asumen estados de hidratación constantes. Por otra parte, las ecuaciones de predicción son válidas únicamente para poblaciones de las que fueron extraídos los datos para su formulación y actualmente no existen ecuaciones de predicción para pacientes con IRC.

Con el fin de mejorar la IBE convencional y poder utilizar los datos de R y Xc arrojados por esta, Piccoli y colaboradores⁽⁴⁸⁾ crearon un método por el cual se puede obtener *“una estimación cualitativa de las variaciones hídricas y del tejido blando simultáneamente y sin necesidad de ecuaciones de regresión”* a la que llamaron análisis de VIBE⁽⁴⁸⁾.

1.4 ANÁLISIS DE VECTORES DE IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA (VIBE)

El método de VIBE fue diseñado graficando la R y la Xc de una población sana de referencia estandarizada por la estatura de cada individuo y dividida por sexo. Con base en estos datos se obtienen tres percentiles (50, 75 y 95%) y tres elipses de tolerancia. Como normalidad se considera la media ± 2 desviaciones estándar. Con el fin de estandarizar los resultados, se toma como normalidad todo aquel punto que caiga dentro de las elipses del percentil 50 y 75. La representación gráfica de esto se presenta en la figura 2.

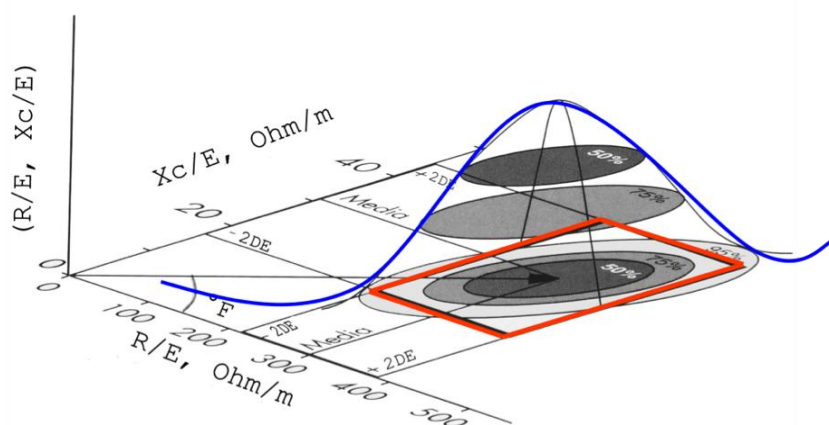


Figura 2. Reactancia y resistencia estandarizados por estatura. Extraído de Picolli 2002⁽⁴⁸⁾

Visto en un plano unidimensional es posible valorar cualitativamente, a partir de datos cuantitativos, el estado de hidratación y la composición corporal de sujetos en situaciones complejas de hidratación y nutrición, como los pacientes con IRC.

El eje mayor, que atraviesa a las elipses en el plano vertical, representa el estado de hidratación mientras que mediante el eje menor se conoce el tejido corporal.

Los cuadrantes situados a la derecha del eje mayor se asocian con disminución de los tejidos, observándose en el cuadrante superior delgadez y en el cuadrante inferior caquexia. Los cuadrantes de la izquierda se asocian con aumento de tejido, clasificándose al cuadrante superior como atlético y al cuadrante inferior como obeso.

Si el vector se encuentra por arriba del eje mayor y fuera de las elipses de tolerancia (50 y 75 percentil), se dice que el paciente presenta deshidratación y si el vector se encuentra por debajo del eje mayor y fuera de las elipses de tolerancia, nos encontramos con un paciente con sobrehidratación. La representación de esto se puede observar en la figura 3.

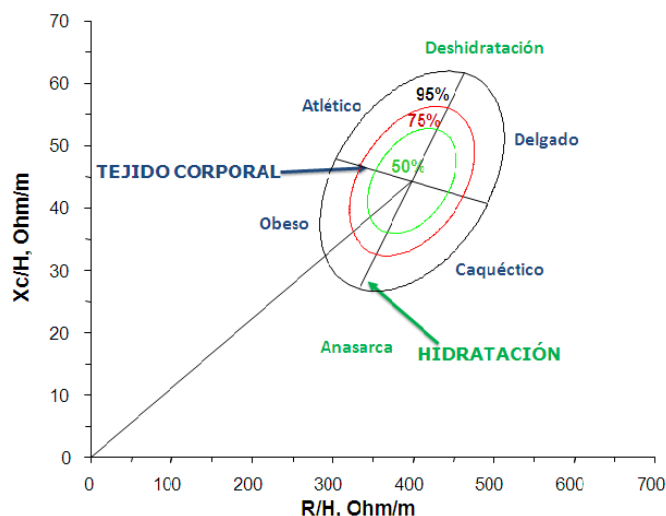


Figura 3. Vector de impedancia. Extraído de Picolli 2002⁽⁴⁸⁾

Hoy en día, el análisis de VIBE es considerado el único método capaz de evaluar específicamente el estado de hidratación en varias condiciones clínicas, como la IRC^(47;48;51;55). Sin embargo su complejidad para ser analizado obliga al personal de salud a buscar pruebas que faciliten el estudio de la composición corporal y el estado de nutrición de los pacientes, con el fin de acelerar la prescripción del tratamiento adecuado y mejorar así el estado general del paciente.

En la búsqueda de técnicas de análisis de composición corporal y del estado de nutrición menos complejas, se ha encontrado en la DNM⁽⁵⁶⁻⁶⁴⁾ una técnica de gran aplicabilidad en pacientes post operados⁽⁶⁵⁻⁶⁷⁾, ancianos⁽⁶⁸⁻⁷⁴⁾ y durante la IRC⁽⁷⁵⁻⁷⁷⁾.

1.5 DINAMOMETRÍA DE MANO

La DNM, conocida también con el nombre de dinamometría estática o isométrica, es una prueba sencilla, rápida y de bajo costo, introducida en 1980 por Klidjian y sus colaboradores⁽⁶⁶⁾, quienes demostraron que es posible evaluar la reserva proteica del brazo y la funcionalidad muscular mediante DNM, siendo esta una técnica de predicción de complicaciones y mortalidad en los pacientes.

La prueba evalúa la contracción voluntaria de los dedos y el antebrazo, con el consecuente aumento de tono muscular pero en ausencia de movimiento articular, de ahí que tome el nombre de trabajo muscular estático⁽⁷⁸⁾. Bajo estas condiciones, no se modifica la longitud del músculo, por lo que la mano es obligada a adaptarse a la forma del instrumento de medición y la musculatura flexora desarrolla su máxima capacidad de fuerza (definida en la literatura como *“la mayor fuerza que el sistema neuromuscular puede ejercer voluntariamente contra una resistencia imposible de vencer”*)⁽⁷⁸⁾.

La DNM se realiza pidiendo al sujeto que ajuste la empuñadura de tal forma que la articulación interfalángica proximal de los dedos, al momento de tomar el dinamómetro, forme un ángulo de 90°. Se coloca el marcador en cero y con el sujeto de pie con los brazos extendidos a lo largo del cuerpo, se le pide hacer la mayor fuerza posible sin apoyar el brazo en el cuerpo. Se realizan intentos repetidos, generalmente tres, en mano derecha-izquierda o dominante-no dominante o ambas, y se reporta el máximo o el promedio de las mediciones⁽⁷⁸⁾.

Los dinamómetros utilizados con mayor frecuencia son los de tipo mecánico, como lo es el dinamómetro Takei⁽⁷⁹⁾; estos fueron diseñados para medir un sólo grupo muscular expresando sus resultados en kilogramos o libras.

Los artículos de mayor trascendencia para el presente trabajo se sistematizan en la tabla 5, donde se evidencia la relevancia que ha adquirido la técnica en las últimas décadas.

Tabla 5. Sistematización de dinamometría.

Autor/Año	Muestra	Resultados	Conclusiones
ADULTO MAYOR			
Gale 2007	800 adultos mayores	Existe una fuerte asociación inversa entre la fuerza de mano y la edad ($r=0.43$, $p=0.001$). Los coeficientes de correlación parcial ajustados por edad y sexo demostraron que la fuerza de mano se correlaciona más fuertemente con la talla ($r=0.31$, $p=0.001$), la masa libre de grasa ($r=0.28$, $p=0.001$) y el área muscular del brazo ($r=0.28$, $p=0.001$) que con el IMC ($r=0.11$, $p=0.001$) o el % de grasa ($r=0.09$, $p=0.008$).	Resultados confirman que la fuerza muscular se asocia con la funcionalidad del músculo, no solamente con el tamaño.
Giampaoli 1999	140 adultos mayores	La fuerza muscular es un factor pronóstico de discapacidad en ancianos: RR en ≤ 76 años 0.99 (0.97-1.01) y RR en > 77 años 0.96 (0.93-0.99).	La fuerza muscular es un factor pronóstico de discapacidad en ancianos.
Ling 2010	555 adultos mayores	Menor fuerza de mano correlaciona con mayor muerte por enfermedad cardiovascular ($p= 0.031$). La fuerza muscular basal en hombres fue considerablemente mayor que entre las mujeres (30.6 ± 8.2 kg v. 18.7 ± 5.5 kg, $p<0.001$) y en la segunda medición (25.6 ± 7.8 kg v. 16.4 ± 5.0 kg, $p<0.001$). En ambos sexos la pérdida de fuerza (en 4 años de seguimiento) fue de 1.53 kg/año en hombres y 0.85 kg/año en mujeres, sin existir diferencia significativa en la pérdida de fuerza por sexo ($-19.2\pm 16.7\%$ v. $-15.9\pm 22.4\%$, $p=0.156$). Al analizar la fuerza de mano como una variable continua en el análisis multivariado, se encontró que por cada 5 kg de pérdida de fuerza de mano, ocurre un incremento del riesgo de mortalidad por todas las causas a los 85 años (HR 1.11, I.C 0.01–1.23, $p=0.040$) y a los 89 años (HR 1.24, I.C. 1.04–1.48, $p=0.019$). También se observó un incremento del riesgo de mortalidad por todas las causas por cada 5% de pérdida adicional de fuerza de mano (HR 1.06, I.C. 1.01–1.12, $p=0.033$).	La dinamometría de mano es una herramienta de evaluación que puede ayudar en la evaluación geriátrica identificando sujetos en riesgo de discapacidad y como herramienta de pronóstico para mortalidad.
Pieterse 2002	828 hombres y mujeres entre 50 y 90 años de edad	Una prueba t indicó que los hombres tienen mayor fuerza que las mujeres ($p<0.001$, $t=19.5$). Las mujeres tienen menor fuerza por cm^2 de área muscular de brazo ($t=14.28$, $P<0.001$). La fuerza muscular de mano fue significativamente menor en cada grupo conforme avanzaba la edad ($F=36.0$, $P<0.001$ para hombres; $F=28.3$, $P<0.001$ para mujeres). La razón de momios fue de 1.75 (I.C. 95% 1.15–2.66). La contribución de el IMC a la variabilidad de la fuerza muscular fue de 5.7% en hombres y de 3.5% en mujeres. El área muscular de brazo contribuye al 10.2% en hombres y al 2.8% en mujeres.	La capacidad funcional evaluada mediante dinamometría de mano se asocia con déficits en el estado de nutrición independientemente de factores como la edad, el sexo y la talla.

Autor/Año	Muestra	Resultados	Conclusiones
Rantanen 1998	8006 hombres Japoneses-Americanos	La fuerza de mano se asoció directamente con la talla ($r=0.441$, $P=0.001$), el peso ($r=0.401$, $P=0.001$) y el IMC ($r=0.229$, $P=0.001$).	La fuerza disminuye de manera severa entre las personas de mayor edad.
PACIENTE CRÍTICO Y QUIRÚRGICO			
Ali 2008	186 pacientes en unidad de terapia intensiva (UTI)	La razón de momios de mortalidad hospitalaria fue significativamente mayor en pacientes con parestesia adquirida en UTI (OR=7.8; I.C. 95% 2.4–25.3; $P=0.001$). Una asociación similar fue encontrada para fuerza muscular de mano. La dinamometría de mano cuenta con una sensibilidad del 80.6%, una especificidad del 83.2%, un valor predictivo negativo del 92.3% y un valor predictivo positivo del 63.0%, para el diagnóstico de fragilidad en UTI en comparación con el examen clínico de diagnóstico. El 25.7% de pacientes con debilidad.	Mortalidad aumenta conforme disminuye fuerza muscular.
Klidjian 1980	225 pacientes quirúrgicos y 284 controles sanos	La circunferencia de brazo correlaciona positivamente con la fuerza de mano (hombres $r=0.69$, $p<0.001$; mujeres $r=0.74$, $p<0.001$) y con la circunferencia media de brazo (hombres $r=0.82$, $p<0.001$; mujeres $r=0.84$, $p<0.001$). La pérdida de peso no presentó significancia estadística como factor pronóstico de morbilidad, mientras que la variable de mejor pronóstico fue la dinamometría de mano por debajo del 85% del valor esperado para la edad y el sexo ($p<0.001$). De todos los pacientes% presentó fuerza disminuida.	La depleción muscular es más importante que la pérdida de peso en la predicción de complicaciones. Dinamometria con bajo grado de detectar falsos-negativos.
Webb 1989	247 pacientes quirúrgicos	Complicaciones en 30% de los pacientes. Estancia hospitalaria de pacientes con fuerza de mano menor al 85% de la esperada de 17.5 días, en comparación con 15.2 días de pacientes arriba del 85% del esperado.	Pacientes con menor fuerza muscular presentan más incidencia de complicaciones post-quirúrgicas.
PACIENTE CON IRC			
Momen 2005	7 pacientes con trasplante; 11 controles sanos	El tiempo de fatiga fue más corto en los pacientes transplantados que en los controles. (62.6 segundos vs. 118.12 segundos; $p=0.0001$). Durante la dinamometría de mano “extenuante”, la respuesta vascular renal fue mayor en los controles que en los pacientes ($p=0.001$).	Probablemente existe un efecto de inmunosupresores sobre la respuesta vascular renal.

Autor/Año	Muestra	Resultados	Conclusiones
Roseblum 1988	31 pacientes en HD	La comparación de los sujetos con mayor tiempo en hemodiálisis y aquellos con mayor tiempo reveló menor fuerza y mayor sobrehidratación ($p < 0.05$). Diferencia de 2 kg entre mano con acceso y mano sin acceso. Fuerza de 5 kg en manos con acceso y 20.7 en manos sin acceso. 25% menos fuerza en acceso vascular en mano no dominante en comparación a los que lo tienen en la dominante.	Se sugiere que tanto la cronicidad de la enfermedad como la presencia del acceso disminuyen la fuerza muscular.
Wang 2005	233 pacientes en DP	La fuerza muscular se asocia con el sexo, la edad la talla, el peso, la presencia de diabetes mellitus, el filtrado glomerular y la hemoglobina, pero no con marcadores de inflamación ($p < 0.001$). Después de ajustar por edad sexo y talla, la fuerza de mano se asoció fuertemente con la masa libre de grasa ($r = 0.334$, $p = 0.001$). Tanto hombres como mujeres que murieron tuvieron menor fuerza muscular que los sobrevivientes ($p = 0.001$). Después de controlar por edad, sexo, diabetes, arteroesclerosis, filtrado glomerular, hemoglobina, proteína C-reactiva y albúmina, la fuerza de mano fue predictora de mortalidad por todas las causas (OR=0.95, I.C. 95%: 0.92-0.99, $p = 0.005$) y por enfermedad cardiovascular (OR=0.94, I.C. 95%: 0.90-0.98); $p = 0.004$).	Dinamometría de mano asociada con mortalidad por todas las causas. No es un fuerte predictor de toda mortalidad, pero si se asocia con cardiovascular. Indicador de masa libre de grasa y de estado nutricional.

Como se observa en la tabla 5, varios estudios han identificado una estrecha asociación entre la DNM y la MLG en diversas condiciones fisiológicas como el envejecimiento^(68;70;80) y en condiciones patológicas^(65;66;81-86), entre las que destaca la IRC^(75-77;87-92).

También se observa que la DNM se considera una técnica de predicción de morbilidad y mortalidad^(92;93) y un buen indicador del estado de nutrición^(75-77;87-92;94;95) y de funcionalidad^(75-77;87-91;93-96) en diversas poblaciones, habiéndose demostrado en pacientes con IRC que la función muscular disminuida es un indicador útil de desnutrición y factor pronóstico de morbilidad y mortalidad, principalmente de origen cardiovascular. Los estudios de Qureshi⁽⁹⁷⁾ determinaron que de todos los factores para la predicción de desnutrición, el de mayor correlación con éste desenlace es la DNM. Heimbürger⁽⁹⁴⁾ encontró por su parte una fuerte correlación entre DM y MLG determinada mediante circunferencia muscular de brazo (CMB) y DEXA en pacientes con IRC.

Frente a pruebas como el análisis de VIBE, considerado actualmente una de las mejores técnicas para el análisis de la CC y del estado de nutrición del paciente con IRC, la DNM es una técnica sencilla, de bajo costo y rápida, además de no ser invasiva para el paciente. Esto, convierte a la DNM en una herramienta de gran utilidad en el área clínica.

Norman y cols⁽⁹⁸⁾ encontraron que existe una estrecha relación entre los datos arrojados por el análisis de VIBE y la FM de mano arrojada por la DNM, documentando que *“a mayor fuerza en dinamometría, mayor Xc y menor R, lo que habla de la superficie y la integridad de la membrana celular”*, lo que refleja la función celular y, de manera ideal, la función muscular⁽⁹⁸⁾.

1.6 ASOCIACIÓN ENTRE LA IMPEDANCIA BIOELÉCTRICA Y LA DINAMOMETRÍA DE MANO

La asociación entre las dos técnicas descritas está en función de la cantidad y la calidad de la membrana celular: a mayor cantidad y calidad, habrá mayor funcionalidad de las membranas, por tanto, la DNM mostrará datos de mayor fuerza muscular; ambos datos son referentes de mejor estado de nutrición.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La IRC es considerada una enfermedad multifactorial, de carácter progresivo e irreversible que en la mayoría de casos conduce a un estado terminal. En los últimos años, la IRC ha presentado un incremento progresivo y alarmante en las cifras de incidencia y prevalencia, lo que la convierte en un problema de salud pública a nivel mundial. Se trata de una entidad patológica que afecta varios sistemas, con manifestaciones de grados variables de severidad, que a corto y mediano plazo afectan la calidad de vida de los pacientes al incrementar el riesgo de morbilidad y mortalidad.

Dentro de las principales complicaciones de la IRC se encuentran la desnutrición y las alteraciones de la composición corporal, principalmente la sobrehidratación. De manera independiente, ambos procesos se asocian fuertemente con la presencia de enfermedad cardiovascular, que a su vez es la primera causa de muerte en estos pacientes.

El análisis del estado de nutrición y de la composición corporal permite el diagnóstico oportuno de estas alteraciones, con lo cual es posible adecuar el tratamiento en base a las características y necesidades de cada paciente.

Sin embargo, la sobrehidratación y el estado de inflamación crónica en esta población, provocan que el análisis de la composición corporal y del estado de nutrición continúen siendo un tema de controversia, ya que las técnicas clínicas, antropométricas, bioquímicas y biofísicas comúnmente utilizados en la población sana dejan de ser confiables debido a estas alteraciones.

Sumado a esto, los datos sobre las técnicas de análisis de la composición corporal se basan en consensos y opiniones de los expertos, se carece de lineamientos o estándares internacionales para este fin.

Es así como la investigación en el campo ha cobrado mayor importancia y actualmente se encuentra un mayor interés en el estudio de técnicas que se utilizan en población sana y su posible aplicación en pacientes con alteraciones de la composición corporal.

Al estudiar los métodos existentes, se ha encontrado la posibilidad de utilizarlos y analizarlos teniendo en cuenta las alteraciones que presenta el paciente. Dentro de estos métodos se encuentra el análisis de VIBE introducido por Piccoli, que utilizando los datos arrojados por la impedancia bioeléctrica normal, al ser analizado por medio de vectores, arroja datos cualitativos acerca del estado de hidratación y de la integridad de las membranas celulares de manera simultánea. Esta integridad, se refleja en la óptima funcionalidad de la célula.

Esta funcionalidad celular puede ser traducida en fuerza mediante la DNM, otra de las técnicas utilizadas de manera rutinaria en población sin alteraciones en la composición corporal. Debido a que el músculo, como todo tejido, está compuesto por células, la funcionalidad de éstas se puede observar de manera objetiva (cuantitativa) a través de los datos de fuerza arrojados por la DNM.

En la actualidad la DNM es utilizada ampliamente en la práctica clínica y a pesar de haberse utilizado en pacientes con IRC, su asociación con el estado de hidratación no está bien definida. Esta falta de claridad en la información existente, obliga a continuar con la búsqueda de evidencia que sugiera que la DNM es una herramienta útil y que en conjunto con otros parámetros, arrojará datos confiables sobre el estado de nutrición de los pacientes con IRC a pesar de que éstos presenten alteraciones en la composición corporal.

JUSTIFICACIÓN

A pesar de la presencia de alteraciones del estado de hidratación y el proceso de inflamación constante que viven los pacientes con IRC, las pruebas y técnicas aplicadas para el análisis de la composición corporal y el estado de nutrición en la población sana se utilizan en estos pacientes debido a que se carece de lineamientos y pruebas específicas para esta población. Dada esta situación, es necesario aplicar pruebas que en su análisis tomen en cuenta estas limitaciones.

El análisis de VIBE es una alternativa utilizada en los últimos años que considera estas complicaciones en su análisis, lo que posibilita estudiar de manera simultánea la masa celular y el estado de hidratación de manera confiable. Esto permite determinar la composición corporal, sus alteraciones y los posibles efectos de estas últimas en la funcionalidad de los pacientes.

Tal funcionalidad es estudiada mediante la DNM, que es una prueba que arroja datos de FM que son utilizados como indicadores confiables de reserva proteica y de funcionalidad del músculo.

Debido a que la información acerca del posible efecto de las alteraciones de la composición corporal, específicamente la sobrehidratación, sobre la FM es aún ambigua, se justifica realizar un estudio mediante el cual se encuentre la asociación existente entre dos técnicas de alto valor predictivo, con el objetivo de comprobar la validez de la DNM en pacientes con alteraciones de la composición corporal.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar y documentar la asociación entre la FM, y la composición corporal y el estado de nutrición en pacientes con IRC en DP en el INCMNSZ.

Objetivos Específicos

- Determinar la composición corporal por medio de VIBE en pacientes con IRC en DP.
- Evaluar el estado de nutrición por medio del índice compuesto de Bilbrey en pacientes con IRC en DP.
- Evaluar la FM obtenida mediante DNM como posible indicador del estado de nutrición en IRC en DP.
- Correlacionar la FM valorada por medio de DNM frente a la composición corporal evaluada mediante VIBE en pacientes con IRC en DP.
- Correlacionar la FM valorada por medio de DNM frente al estado de nutrición evaluado mediante índice compuesto de Bilbrey en pacientes con IRC en DP.

HIPÓTESIS

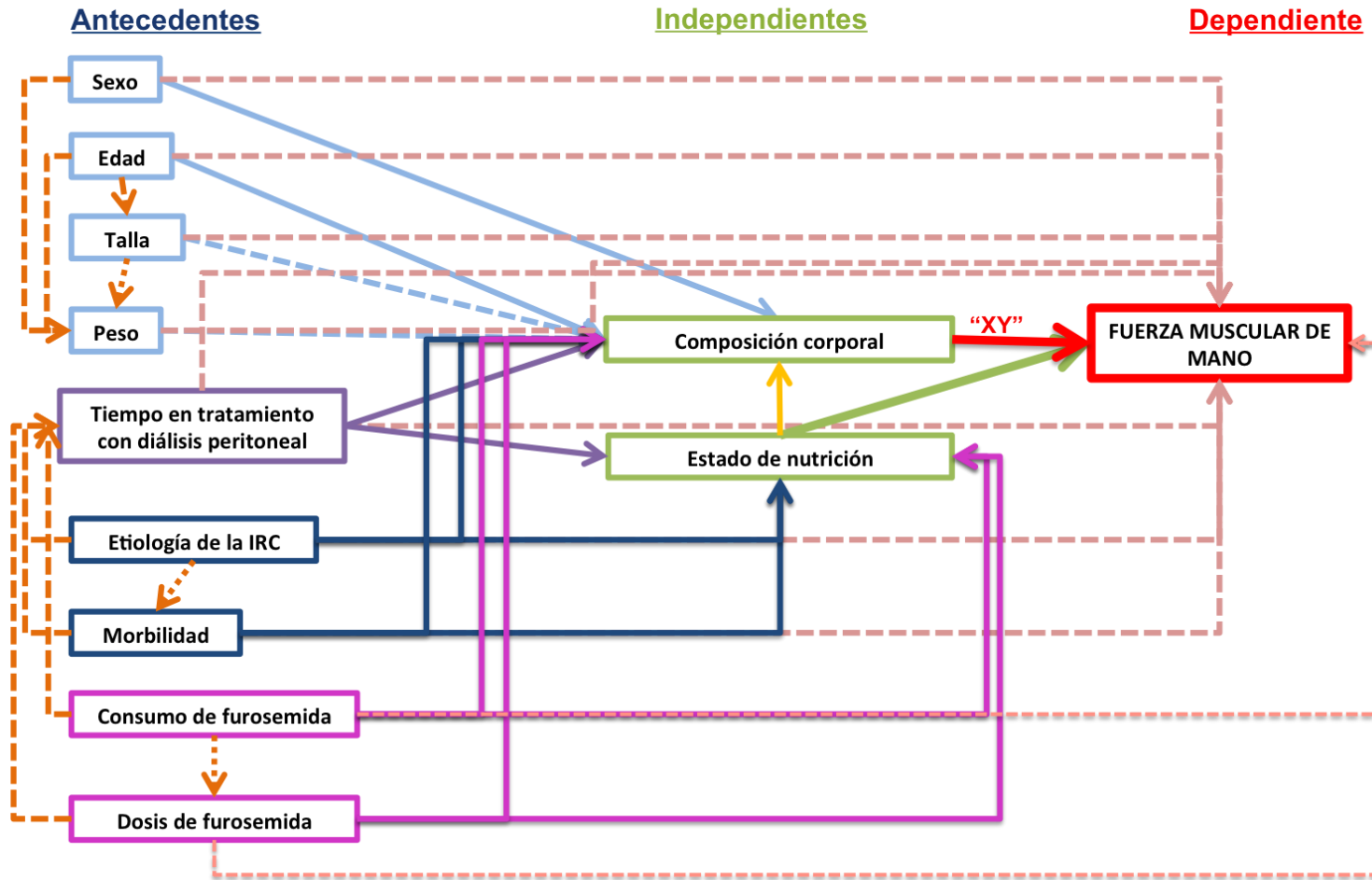
Hipótesis general

La FM de mano determinada mediante DNM, está asociada con la composición corporal determinada mediante IBE. A mayor alteración de la composición corporal, menor será la FM de mano que presente el paciente.

Hipótesis específicas

- La FM determinada mediante DNM es menor en pacientes con menor cantidad de tejido celular determinado mediante IBE.
- La FM determinada mediante DNM es menor en pacientes con mayor deterioro del estado de nutrición determinado por análisis de VIBE.
- Los pacientes con mayor deterioro del estado de nutrición determinado mediante índice compuesto de Bilbrey, presentan menor FM determinada mediante DNM.

MODELO CONCEPTUAL



***IRC: Insuficiencia Renal Crónica

Explicación del modelo conceptual

La FM de la mano, se interpreta como el poder de la contracción combinada de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la mano que flexionan las articulaciones de ésta⁽⁷⁸⁾.

Esta, se ve afectada por diversos factores, entre los que destaca la composición corporal. Varios estudios han demostrado que a mayor masa libre de grasa (MLG), mayor es la FM de mano^(71;98).

Otro de los aspectos que pueden alterar la FM de mano es el estado de nutrición.

Estos dos aspectos se consideran factores independientes, que de manera directa afectan la FM de mano. Sin embargo, existen múltiples factores que de manera indirecta la alteran.

Factores propios del individuo, como la edad, el peso, la talla y el sexo se asocian con los cambios que presenta la FM.

En el caso de los pacientes con IRC, factores como el tiempo en tratamiento con diálisis, la presencia o ausencia de morbilidad, la etiología de la IRC, alteran de manera importante la función muscular, alterando la FM.

METODOLOGÍA

Diseño del estudio

Estudio transversal, se evaluó a los pacientes que acudieron de manera consecutiva con IRC en DP prevalentes en la consulta de terapia sustitutiva del INCMNSZ durante el periodo de marzo del 2011 a marzo del 2012.

Muestreo y tamaño de muestra

Se realizó el cálculo del tamaño de muestra a partir de la fórmula para correlaciones con el programa estadístico EPIDAT 3.1, tomando en cuenta los siguientes puntos:

- a. La magnitud de la correlación que se desea detectar (r) se retomó de los reportes de Norman¹ y colaboradores, siendo de 0.479.
- b. Se trabajó con una seguridad ($1-\alpha$) del 95%.
- c. Se consideró un poder estadístico ($1-\beta$) del 80%.

A partir de estos datos, se obtuvo un **tamaño de muestra de 25 pacientes** en DP.

Para asegurar obtener una muestra con la que se pudieran determinar los datos de prevalencia de fuerza disminuida, se calculó de manera adicional un tamaño de muestra a partir de la fórmula para estimar una proporción en una población. Se utilizaron los datos de prevalencia de IRC en DP encontrados en los registros hospitalarios del INCMNSZ en el periodo de enero del 2007 a diciembre del 2010. Todos los pacientes que fallecieron en este periodo fueron excluidos para calcular el tamaño de muestra.

¹ En su trabajo de asociación entre dinamometría de mano, Norman y cols. encontraron un coeficiente de correlación r^2 de 0.479.

$$n = \frac{N p q}{[(N-1) D + p q]}$$

Donde

N = 149 pacientes prevalentes en consulta externa.

p = 86% (probabilidad esperada de pacientes con fuerza disminuida)²

q = 1 – p

$$D = \frac{B^2}{4}$$

Error para la estimación expresado como proporción (B) = 5%

Se desea una confianza al **95%**

Con ello se obtuvo un **tamaño de muestra de 84 pacientes** en DP. Con este tamaño de muestra se asegura la cantidad suficiente de pacientes para encontrar la asociación entre ambas técnicas y para obtener la prevalencia de fuerza disminuída.

Se obtuvo el poder estadístico de esta cifra, siendo el resultado: 99.9%.

² Según los reportes de Klidjian 1980, el 86% de pacientes, independientemente de la patología de base, presentan disminución de fuerza muscular, que refleja depleción de masa muscular mediante pérdida de la funcionalidad.

Criterios

Criterios de inclusión

- Pacientes de la consulta externa de terapia sustitutiva con más de 3 meses en tratamiento con DP.
- Entre 19 y 89 años.
- Que no tuvieran dificultades físicas para la realización de las pruebas de FM por DNM.
- Que aceptaran voluntariamente participar en el estudio con un consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Pacientes que tuvieran enfermedades neuromusculares, hemiplejia, artritis reumatoide o lesiones recientes de algún brazo que afecten la realización de las pruebas de DNM.
- Pacientes con lupus con actividad clínica de la enfermedad.
- Pacientes con amputaciones de cualquier miembro que dificultaran la medición de la impedancia o de la DNM.
- Pacientes con implantes metálicos.
- Mujeres embarazadas.

Criterios de eliminación

- Pacientes con datos incompletos.
- Pacientes con patologías no mencionadas en los criterios anteriores que pudieran alterar los resultados.

Descripción de la metodología

De manera general, el protocolo se divide en tres fases:

1. Elaboración del protocolo escrito.
2. Realización de la prueba piloto, en la que se evaluó la pertinencia del estudio mediante la prueba de factibilidad, así como la evaluación de los formatos de vaciado de datos y la calibración de equipo. Posterior a ello, se inició la medición de los pacientes.
3. Análisis de los datos y la estructuración del reporte final.

Por su importancia, se detalla la metodología que se utilizó durante la fase de medición de pacientes para la obtención de datos.

Descripción detallada de métodos

Para captar a los pacientes se utilizaron dos estrategias:

1. Vía telefónica. Se localizó vía telefónica a los pacientes en diálisis peritoneal crónica ambulatoria (DPCA) que tenían cita en el laboratorio central, para que acudieran a ser medidos el mismo día de su cita en el laboratorio. Se les explicó en qué consistía el protocolo y las condiciones que se requerían para poder realizar las pruebas.

Todos los pacientes debían asistir a la cita en ayuno total y sin haber bebido líquido. Se les pidió que orinaran antes de comenzar las pruebas y que acudieran con la cavidad peritoneal totalmente vacía. Se les hizo hincapié a los pacientes con diálisis automatizada, que quitaran de manera manual el excedente de líquido que la máquina deja.

2. Prueba de equilibrio peritoneal (PEP). Los pacientes que acuden al departamento de nefrología para realizarse la PEP, asisten bajo las condiciones necesarias para ser evaluados, por lo que se captaron al momento de su cita.

Para todos los pacientes, el procedimiento descrito es igual. El diagrama o árbol de decisión que se presenta en el anexo 1 resume el proceso que se llevó a cabo con cada paciente.

1. Bienvenida, explicación, invitación a participar en el protocolo y firma de carta de consentimiento informado.

El investigador principal estaba obligado a presentarse con el paciente, informarle su cargo en el Instituto y su profesión. Era necesario que los pacientes contaran con la información completa antes de participar en el protocolo, por lo que se debía notificar en qué constaba cada una de las pruebas a realizar, así como las implicaciones que tenía para él, para la sociedad y para la comunidad científica el protocolo en el cual fue invitado a participar. Una vez que el paciente había comprendido la trascendencia del mismo, se procedió a firmar la carta de consentimiento informado que se presenta en el anexo 2.

2. Llenado de la hoja de datos del paciente

Los datos de identificación del paciente, así como los datos de las mediciones se anotaron en la hoja de datos. El formato se presenta en el anexo 3.

3. Parámetros antropométricos

Todas las mediciones se llevaron a cabo con el paciente en ayuno, con cavidad peritoneal completamente vacía. Se realizaron las mediciones antropométricas⁽⁹⁹⁾ de peso, talla, anchura de codo y plicometría (Circunferencia de brazo (CB), pliegue cutáneo bicipital (PCB), pliegue cutáneo tricipital (PCT), pliegue cutáneo subescapular (PCSe) y pliegue cutáneo suprailíaco (PCSi)). La descripción de los procedimientos se muestra en el anexo 4 y 5.

Con los datos obtenidos de los pliegues cutáneos, se realizó el cálculo del porcentaje de grasa de acuerdo a la ecuación de Siri, calculando la densidad corporal (D) a partir de la ecuación propuesta por Durnin y Womersley⁽¹⁰⁹⁾:

$$D = C - M (\log_{10}) S$$

Se tomaron en cuenta los coeficientes C y M de la suma de cuatro pliegues reflejados en las tablas desarrolladas por estos autores, de forma global para cada sexo. La expresión matemática de la ecuación de Siri es⁽¹⁰⁹⁾:

$$\% \text{ grasa corporal} = [(4.95 / \text{densidad}) - 4.5] * 100$$

4. Determinación de impedancia bioeléctrica (IBE):

El análisis de IBE, se realizó según los criterios del National Institute of Health Technology Assesment Conference Statement. El procedimiento se describe en el anexo 6^(48;54;100;101).

Una vez realizada la IBE se procedió a capturar los datos de resistencia y reactancia obtenidos por el impedanciómetro para su posterior análisis mediante VIBE de acuerdo a la metodología descrita por Piccoli y colaboradores⁽⁴⁸⁾. A partir de ello se determinó el estado de nutrición y la composición corporal del paciente.

5. Evaluación Global Subjetiva

Se aplicó la evaluación global subjetiva (EGS)^(102;103) a todos los pacientes para valorar el estado de nutrición. La descripción detallada de la evaluación se presenta en el anexo 7.

6. Prueba de DNM

Finalmente se realizó la medición de FM con DNM. El procedimiento se detalla en el anexo 8⁽⁷⁸⁾. El valor reportado fue el más alto de 3 mediciones en ambas manos de acuerdo a metodologías descritas con anterioridad y presentadas en el anexo 9.

7. Índice compuesto de Bilbrey.

Una vez obtenidos los datos previamente descritos, se procedió a consultar en el expediente electrónico del hospital los datos de albúmina, leucocitos y linfocitos, obteniendo con estos dos últimos la cuenta total de linfocitos.

Con estos datos se procedió a llenar el formato del Índice Compuesto de Bilbrey⁽³⁰⁾. El procedimiento se describe en el anexo 10.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La captura de los datos se llevó a cabo en el programa Microsoft® Excel® 2008 para Mac Versión 12.3.3 y el análisis de datos en SPSS Statistics 17.0 para PC.

Los datos se presentan como porcentajes cuando las variables son categóricas, promedio y desviación estándar cuando son continuas.

Posterior al análisis descriptivo, se realizó el análisis para evaluar las medias de los VIBE mediante la prueba t^2 de Hotelling dividiendo a la población en 2 grupos con respecto a la media (por arriba y por abajo de la media) de las variables de mayor importancia clínica.

Posteriormente, la comparación de medias de las variables continuas se llevó a cabo mediante la t de Student y las proporciones de las variables categóricas por medio de la χ^2 de Pearson.

Para la asociación de variables continuas se utilizó la correlación de Pearson. Se realizaron regresiones bivaridas entre las variables dependientes y las variables independientes de mayor importancia. Se realizó un modelo de regresión lineal múltiple para cada una de las variables dependientes (fuerza de mano derecha y fuerza de mano izquierda), en el cual se partió de un modelo saturado con las variables que resultaron significativas en la correlación ($p < 0.01$), con la finalidad de depurar el modelo hasta obtener el modelo de mejor ajuste o “best fitting”, con un criterio de permanencia en el modelo de $P \leq 0.05$. Aún cuando se puede realizar el modelo multivariado de forma directa, se realizó el modelo bivariado para evaluar que no se modificara el sentido de las asociaciones al momento de ajustar por otras variables.

ASPECTOS ÉTICOS

El presente estudio se considera de mínimo riesgo, debido a que los procedimientos utilizados no son invasivos y se utilizan en la evaluación rutinaria de los pacientes.

Este estudio se llevó a cabo tomando en cuenta el Reglamento de la Ley General de la Salud en materia de investigación para la salud, en especial a los artículos que competen a la justificación de la investigación en seres humanos (39): artículo 96, fracción III (prevención y control de los problemas de salud prioritarios para la población), artículo 100 (investigación en seres humanos).

Para realizar las mediciones se les pidió autorización verbal para llevarlas a cabo, explicando cual era su finalidad.

A cada participante se le proporcionó la descripción detallada del estudio, tanto en forma verbal como escrita; en esta última se incluyó la descripción del estudio, los objetivos, beneficios y posibles riesgos. Se les solicitó su firma, con la que manifestaron su consentimiento informado y se les aclaró que tendrían completa libertad de abandonar el estudio en el momento que lo desearan.

Todos los datos obtenidos durante la realización del estudio se mantendrán como confidenciales. Sólo el personal autorizado capturó y procesó los datos por computadora.

CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DEPENDIENTE

Fuerza Muscular

Definición conceptual

Poder de la contracción combinada de los músculos intrínsecos y extrínsecos de la mano que flexionan las articulaciones de ésta y generar trabajo.

Definición operacional

Resultado de la fuerza de flexión máxima voluntaria de los dedos de la mano en conjunto, expresado en kilogramos. A pesar de que la literatura revisada hasta el momento no pone de manifiesto una diferencia significativa en la fuerza entre ambas manos, la medición se realizó por triplicado en ambas. Se tomó en cuenta el valor máximo de las mediciones para ser reportado, considerándose FM normal-alta aquella mayor o igual y baja la que se encuentre por debajo de la media de la fuerza muestral.

Tipo de variable y nivel de medición

Cuantitativa continua:

- FM en kg

Nominal dicotómica:

- FM por arriba de la media
- FM por abajo de la media.

VARIABLES INDEPENDIENTES

Variable

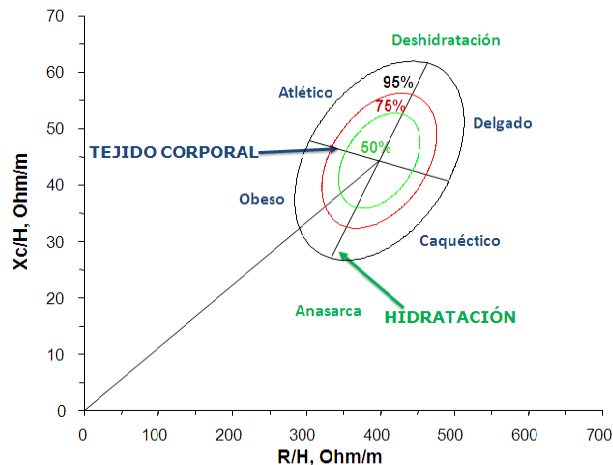
Composición corporal

Definición conceptual

Variaciones en la distribución y la cantidad anatómica de un tejido (adiposo, muscular y óseo) en los diferentes compartimentos del cuerpo.

Definición operacional

Valoración de la composición corporal mediante análisis de VIBE, por medio de la cual se obtuvo una estimación cualitativa de las variaciones hídricas y del tejido blando simultáneamente, visualizados en la gráfica RXc.



La interpretación de los resultados se realizó con respecto a la elipse de tolerancia al 75%: la longitud del vector representa el volumen o líquido, por lo que el acortamiento del vector y por tanto su ubicación debajo de la elipse de tolerancia representa anasarca o sobrehidratación severa, mientras que el alargamiento del vector, ubicado por arriba de la elipse de tolerancia representa deshidratación. Con respecto a masa celular, el desplazamiento o migración del vector en dirección del eje menor produce alteraciones del ángulo de fase, las cuales se interpretan como más o menos masa celular. En base a esto, se pueden tener tres interpretaciones:

1. Variaciones de la hidratación sin alteraciones en la estructura de los tejidos (edema o deshidratación), se asocian con un acortamiento o alargamiento del vector de impedancia a lo largo del eje mayor de las elipses de tolerancia.
2. Variaciones de la cantidad de tejidos blandos (magros y adiposos), se asocian con un desplazamiento del vector en dirección del eje menor de las elipses, con un progresivo aumento (obesos y atletas muy magros) o reducción (desnutrición-caquexia, anorexia) del ángulo de fase. De manera más sencilla: Vectores cortos y ϕ muy grande hablan de obesidad; vectores largos y ϕ muy grande reflejan alto grado de musculatura; vectores alargados y ϕ pequeño hablan de pacientes con poca cantidad de masa grasa o magros; vectores cortos con ϕ muy pequeños reflejan desnutrición severa o caquexia.
3. Variaciones combinadas de hidratación y estructura de los tejidos están asociadas con migraciones del vector a lo largo de las dos direcciones principales de los ejes.

Tipo de variable y nivel de medición

Cualitativa nominal

- Edema
- Edema + caquexia
- Edema + obeso
- Caquexia
- Obeso
- Deshidratación
- Deshidratación + delgadez
- Deshidratación + atlético
- Delgadez
- Atlético

Variable

Estado de nutrición

Definición conceptual

Condición de la persona que resulta de la relación entre las necesidades nutricionales individuales y la ingestión, absorción y utilización de los nutrientes contenidos en los alimentos.

Definición operacional

Estado dependiente de la cantidad de reservas energéticas y proteicas de individuo. Determinado por el Índice Compuesto de Bilbrey, mediante la cual se realizó una estimación del estado nutricional en base a 8 parámetros: cuatro parámetros antropométricos, dos bioquímicos y la evaluación global subjetiva. El índice clasifica los resultados en cuatro grupos:

Diagnóstico nutricional	Puntuación
Normal	Menor o igual a 25
Desnutrición leve	26 – 28
Desnutrición moderada	29 – 31
Desnutrición severa	32 o mayor

Tipo de variable y escala de medición

Cualitativa ordinal:

- Normal
- Desnutrición leve
- Desnutrición moderada
- Desnutrición severa

Cuantitativa continua:

- Puntuación del índice

Variables antecedentes

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable y escala de medición
Sexo	Conjunto de características biológicas que definen al espectro de humanos como hombre y mujer.	Características biológicas para definir al humano como: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hombre ▪ Mujer 	Nominal dicotómica: Hombre Mujer
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de una persona.	Años de vida cumplidos hasta el momento de la medición.	Cuantitativa discreta: Edad en años
Talla	Distancia del piso a la parte más alta de la cabeza.	Distancia del piso a la parte más alta de la cabeza medida en centímetros.	Cuantitativa continua Estatura en cm
Peso	Peso en kilogramos y gramos.	Peso en kilogramos y gramos sin líquido de diálisis en la cavidad peritoneal.	Cuantitativa continua Peso en kilogramos y gramos
% grasa	Grasa expresada en porcentaje	Cantidad de tejido adiposo expresado en porcentaje	Cuantitativa continua % de masa grasa
Tiempo en tratamiento	Tiempo transcurrido desde el inicio del tratamiento	Tiempo transcurrido desde el inicio del tratamiento sustitutivo a la fecha	Cuantitativa discreta Tiempo en meses

con DP	sustitutivo a la fecha de la medición.	de la medición expresado en meses.	
Etiología de la IRC	Patología que dio origen a la IRC.	Patología diagnosticada como etiología.	Cualitativa nominal DM2 Lupus Otras y desconocidas
Ingesta de Furosemida	Consumo de furosemida al momento de la entrevista.	Consumo de furosemida <ul style="list-style-type: none"> • Si • No 	Cualitativa dicotómica Si No
Dosis de furosemida	Dosis de furosemida que se consume al momento de la entrevista.	Dosis de furosemida en gramos al día.	Cuantitativa continua Gramos al día

RESULTADOS

Análisis descriptivo

Se evaluaron un total de 89 pacientes, de los cuales se eliminó 1 por presencia de enfermedad de Parkinson, 1 por marasmo y 2 por datos incompletos, quedando un total de 85 pacientes (55.3% hombres). Las características principales de la población de estudio se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características clínicas de la población de estudio¹

Parámetro	Total (n=85)	Hombres (n=47)	Mujeres (n=38)	p
Edad	45.3 ± 17.6	45.9±18.9	48.2±16.7	0.6034
Meses en DP	22.6 ± 28	20.7±23.8	29.2±37.7	0.2431
Pacientes con DP Manual (%)	53 (62.4)	30 (63.8)	16 (61.3)	0.8471
Etiología de la IRC				
DM2 (%)	35 (41.2)	19 (40.4)	16 (61.5)	0.8590
Meses con DM2	222 ± 82.6	231.2±68.5	211.5±58.2	0.4915
LUPUS (%)	12 (14.1)	0	12 (46.2)	0.0001
Glomerulonefritis (%)	2 (2.4)	0	2 (7.7)	0.0001
Nefropatía vascular (%)	1 (1.2)	0	1 (3.8)	0.0001
Desconocidas (%)	35 (60.3)	28 (59.6)	7 (18.4)	0.0001
Morbididades asociadas				
Hipertensión (%)	64 (75.3)	36 (76.6)	19 (73.1)	0.7401
ECV (%)	14 (16.5)	7 (14.9)	5 (19.2)	0.6344
Anemia (%)	27 (31.8)	16 (34.0)	9 (34.6)	0.9608
Hiperlipidemia (%)	26 (30.6)	10 (21.3)	11 (42.3)	0.0591
Hiperparatiroidismo secundario (%)	20 (23.5)	11 (23.4)	8 (30.8)	0.4952
Hiperuricemia (%)	11 (15.1)	8 (17.0)	3 (11.3)	0.5335
Uso de medicamentos				
Consumo de furosemida (%)	49 (57.7)	25 (53.2)	15 (57.7)	0.7133
Dosis	76.3 ± 42.1	0.64±2.2	0	0.9858
Consumo de prednisona (%)	4 (5.5)	4 (8.5)	0	0.0001
Uso de eritropoyetina (%)	21 (24.7)	11 (23.4)	8 (30.8)	0.4952
Consumo de hierro (%)	12 (14.1)	8 (17.0)	3 (11.5)	0.5335
Consumo de quelantes de fósforo (%)	11 (21.3)	5 (10.6)	5 (19.2)	0.3099
Consumo de vitamina D (%)	11 (15.1)	8 (17.0)	3 (11.5)	0.5335
Consumo de multivitamínicos (%)	23 (27.1)	12 (25.5)	8 (30.8)	0.6333

¹ Los valores de p para la comparación entre hombres y mujeres se presentan como promedio±Desviación Estándar; los datos categóricos se presentan como frecuencia y porcentaje.

Edad de la población, tipo y tiempo en DP

Se observa en la tabla 1 que tanto la media de edad como el tiempo promedio en DP presenta diferencia significativa por sexo. La mayor parte de los pacientes se encontraba en DP en su modalidad manual.

Etiología de la IRC

Las principales causas de la IRC fueron DM2 y LUPUS, esta última presente únicamente en las mujeres, siendo significativa la diferencia por sexo ($p < 0.01$).

Morbilidades y consumo de medicamentos

Ninguno de los pacientes tenía lesiones o inflamación activa de las articulaciones al momento de la medición. Esta primer tabla muestra que más de la mitad de los pacientes se encontraba consumiendo furosemida al momento de la medición, por lo que este factor se tomó en cuenta en el análisis posterior; no se observa diferencia significativa por sexo. Con respecto al consumo de prednisona, se observa una diferencia significativa por sexo ($p < 0.01$).

Medición antropométrica

En la tabla 2 se observan los parámetros antropométricos de la población. La media del peso y la talla muestran diferencias significativas por sexo ($p < 0.01$ en ambas): como era de esperarse, los hombres son más altos y tienen mayor peso que las mujeres.

La circunferencia de brazo, el pliegue cutáneo subescapular y el área muscular de brazo no presenta diferencias significativas por sexo. Los pliegues cutáneos bicipital, tricipital y suprailiaco, así como la circunferencia muscular de brazo y el porcentaje de grasa, mostraron diferencias significativas para hombres y mujeres. En base a los datos hallados se asume que las mujeres tienen menor cantidad de masa muscular y mayor porcentaje de grasa en comparación con los hombres.

Tabla 2. Parámetros antropométricos de la población de estudio¹

Parámetro	Total (n=85)	Hombres (n=47)	Mujeres (n=38)	p ²
Peso (kg)	64.2 ± 12.6	68.1±11.0	59.4±11.1	0.0021
Talla (cm)	160.4 ± 8.0	165.2±6.1	153.6±6.3	0.0000
IMC (kg/cm ²)	24.8 ± 4.0	24.8±3.4	25.1±4.0	0.7523
CB (cm)	292.7 ± 40.2	290.9±32.7	296.7±41.7	0.5135
PCB (mm)	7 ± 4.3	5.3±2.3	8.9±4.1	0.0000
PCT (mm)	15.3 ± 6.4	12.2±3.8	19.5±4.7	0.0000
PCSe (mm)	17.7 ± 7.2	17.1±7.2	19.5±6.3	0.1603
PCSi (mm)	17.7 ± 8.3	15.4±7.4	22.0±7.2	0.0004
CMB (mm)	244.6 ± 30.7	252.6±26.2	233.7±35.4	0.0116
AMB (cm ²)	40.5 ± 11.4	41.8±11.8	31.7±11.0	0.2757
Grasa (%)	27.3 ± 8.1	22.7±6.2	34.5±4.7	0.0000

1 IMC: Índice de Masa Corporal; CB: Circunferencia de Brazo; PCB: Pliegue Cutáneo Bicipital; PCT: Pliegue Cutáneo Tricipital; PCSe: Pliegue Cutáneo Subescapular; PCSi: Pliegue Cutáneo Suprailíaco; CMB: Circunferencia Muscular de Brazo; AMB: Área Muscular de Brazo.

2 Los valores de p para la comparación entre hombres y mujeres se presentan como promedio±Desviación Estándar

Estado de nutrición

En la tabla 3 se muestra los diferentes grados de desnutrición presentes en la muestra.

Tabla 3. Estado de nutrición según el índice compuesto de Bilbrey¹

Parámetro	Total (n=85)	Hombres (n=47)	Mujeres (n=38)	p ²
Desnutrición				
Normal (%)	20 (23.5)	13 (27.7)	7 (18.4)	0.7380
Leve (%)	42 (49.4)	20 (42.6)	22 (57.9)	
Moderada (%)	19 (22.4)	13 (27.7)	6 (15.8)	
Severa (%)	4 (4.7)	1 (2.1)	3 (7.9)	

1 CTL: Cuenta total de linfocitos

2 Los valores de p para la comparación entre hombres y mujeres se presentan como promedio±Desviación Estándar; los datos categóricos se presentan como frecuencia y porcentaje

Se observa que una proporción pequeña de pacientes presentan un estado de nutrición normal; tanto hombres como mujeres presentaron desnutrición leve y moderada, pero un mayor el porcentaje de mujeres en comparación con los hombres presenta desnutrición severa lo que denota mayor deterioro en comparación con los hombres. A pesar de las diferencias aparentes, principalmente en estado de nutrición normal, desnutrición moderada y severa, no se observaron diferencias significativas para este parámetro por sexo.

Impedancia bioeléctrica

Para las componentes de la IBE mostrados en la tabla 4, se puede observar que existe una diferencia significativa por sexo para la resistencia y el ángulo de fase, lo que denota un mayor deterioro de la masa celular corporal en mujeres, mientras que la reactancia no se comporta de manera diferente en hombres y mujeres.

Al estandarizar los componentes de la IBE por la estatura del sujeto, se observan diferencias significativas por sexo para resistencia sobre estatura, lo que nos indica que las mujeres, independientemente de su estatura, tienen mayor masa grasa en comparación con los hombres; por otra parte, no existe diferencia estadística entre hombres y mujeres para reactancia sobre estatura.

Tabla 4. Impedancia bioeléctrica de la población de estudio¹

Parámetro	Total (n=85)	Hombres (n=47)	Mujeres (n=38)	p²
R (Ω)	535.2 ± 139.9	482.9±127.5	586.4±108.6	0.0008
Xc (Ω)	46.3 ± 18.0	45.0±17.3	46.0±16.8	0.8071
°F	5.0 ± 1.7	5.4±1.9	4.5±1.4	0.0344
R/H (Ω/m)	338.5 ± 97.5	297.6±89.3	382±69.3	0.0001
Xc/H (Ω/m)	29 ± 11.4	27.3±10.6	31.1±11.0	0.2811

1 R: Resistencia; Xc: Reactancia; °F: Ángulo de Fase; R/H: Resistencia sobre estatura; Xc/H: Reactancia sobre estatura.

2 Los valores de p para la comparación entre hombres y mujeres se presentan como promedio±Desviación Estándar; los datos categóricos se presentan como frecuencia y porcentaje

En la tabla 5, se puede observar el análisis para la variable de mayor interés, que es la fuerza muscular; se observaron diferencias significativas por sexo, tanto para fuerza de la mano derecha como para fuerza de la mano izquierda.

Tabla 5. Fuerza muscular de la población de estudio¹

Parámetro	Total (n=85)	Hombres (n=47)	Mujeres (n=38)	P ¹
FM derecha (kg)	22.3 ± 8.6	26.9±8.2	15.9±5.0	0.0000
FM izquierda (kg)	20.5 ± 8.0	24.5±8.1	15.0±4.3	0.0000
Mano derecha dominante (%)	85 (100)	47 (100)	38 (100)	0.9244

¹ Los valores de p para la comparación entre hombres y mujeres se presentan como promedio±Desviación Estándar; los datos categóricos se presentan como frecuencia y porcentaje

Al observarse que el 100% de la población presenta dominancia derecha, se realizó la prueba de diferencia de medias para mano derecha y mano izquierda, encontrando que no existen diferencias estadísticamente significativas para mano derecha y mano izquierda (tabla 6).

Tabla 6. Fuerza muscular de la población de estudio

Medición	Media±DE	I.C. 95%	t	p
Derecha	22.3 ± 8.6	20.4-24.1	1.4	0.1660
Izquierda	20.5 ± 8.0	18.8-22.2		

Análisis de VIBE

Posterior al análisis univariado, se procedió a realizar el análisis vectorial de la impedancia.

El desplazamiento de los vectores se observa cuando existe un incremento en la X_c/H y una disminución en los valores de R/H o viceversa, considerándose significativo en la presencia de una $p \leq 0.05$. Para realizar el análisis, se graficaron los parámetros asociados a composición corporal y al estado de nutrición.

Al clasificar a la población en estado de nutrición normal-desnutrición leve vs. desnutrición moderada-desnutrición severa (figura 1), se observa un desplazamiento del vector significativo en el grupo de los hombres, no siendo así en el grupo de las mujeres.

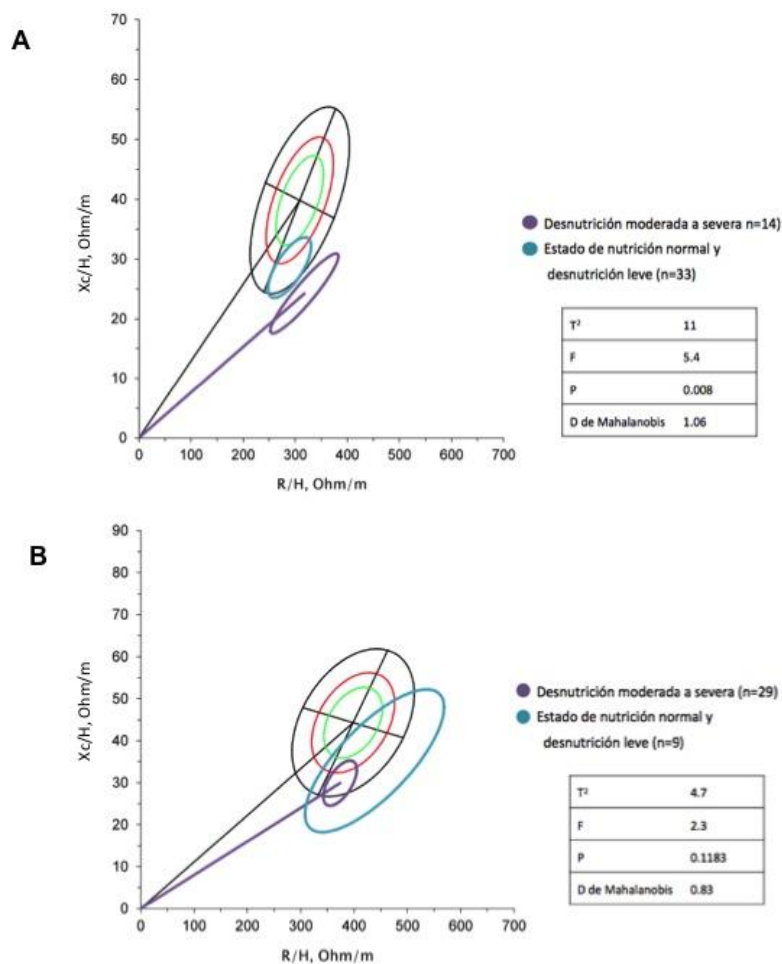


Figura 1. Patrón vectorial en hombres (A) y mujeres (B), de acuerdo al estado de nutrición.

Cuando se clasifica la fuerza de la mano derecha como normal y baja (por arriba y por abajo de la media respectivamente), se observa la misma tendencia de significancia en el grupo de los hombres sin observar el mismo fenómeno en el grupo de las mujeres. Al clasificar la fuerza de la mano izquierda de la misma manera, se observa un desplazamiento diferente en hombres y mujeres, considerándose significativo en los hombres únicamente. El vector se observa en la figura 2.

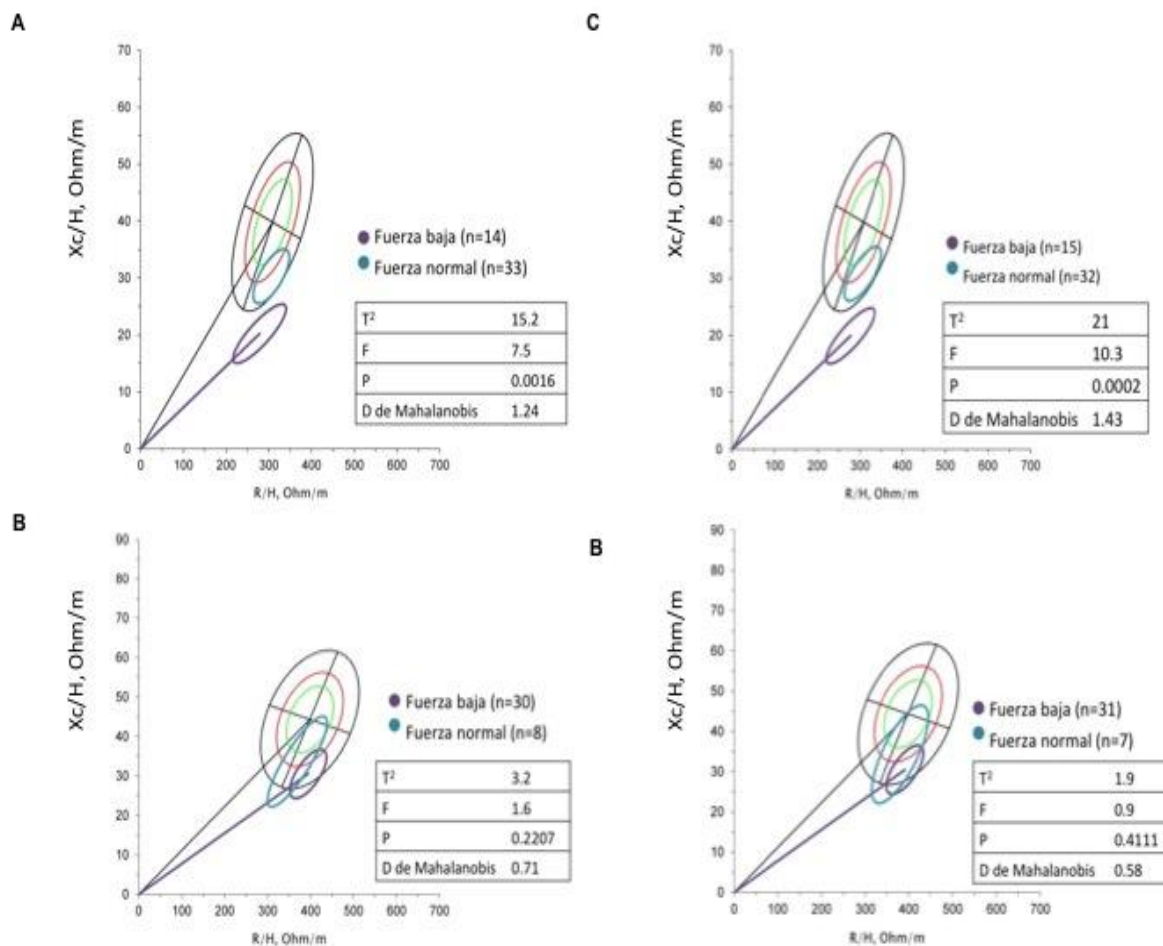


Figura 2. Patrón vectorial de acuerdo a la fuerza muscular de mano: mano derecha hombres (A) y mujeres (B), mano izquierda hombres (C) y mujeres (D).

Análisis bivariado y multivariado

Posterior al análisis descriptivo y de VIBE, la muestra fue estratificada por etiología (DM2, LUPUS y otras patologías/patologías desconocidas) para comparar las medias de las variables de mayor impacto clínico, mediante la prueba de ANOVA. Para corroborar cuál de los grupos era diferente, se realizaron las pruebas de Bonferroni y Scheffe, por medio de las cuales se encontraron diferencias significativas entre el grupo de DM2 y otras etiologías y entre el de LUPUS y otras etiologías, no así entre DM2 y LUPUS, estas diferencias se observan en la tabla 7. Por esta razón se decidió continuar el análisis multivariado estratificado por etiología.

Tabla 7. Pruebas de Bonferroni y Scheffe para diferencia de medias por etiología

Dinamometría derecha				Dinamometría izquierda			
Prueba	Grupo ¹	Coefficiente	p	Prueba	Grupo ¹	Coefficiente	p
Bonferroni	A y B	-1.448	1.000	Bonferroni	A y B	-1.142	1.000
	A y C	6.386	0.003		A y C	6.821	0.000
	B y C	7.833	0.012		B y C	7.963	0.004
Scheffe	A y B	-1.448	0.864	Scheffe	A y B	-1.142	0.896
	A y C	6.386	0.004		A y C	6.821	0.001
	B y C	7.833	0.015		B y C	7.963	0.006

¹ Grupo A: DM2; Grupo B: LUPUS; Grupo C: Otras etiologías / Etiologías desconocidas.

Mediante la prueba de correlación de Pearson se buscaron los coeficientes de correlación, los factores considerados significativos ($p \leq 0.10$) fueron seleccionados para elaborar el modelo de regresión lineal. Para obtener el modelo de mejor ajuste, se partió de un modelo saturado, depurándolo mediante el criterio de permanencia de $p < 0.05$. A pesar de poder realizar directamente el modelo, se realizó el modelo bivariado para evaluar que no se modificara el sentido de las asociaciones al momento de ajustar por otras variables.

Análisis bivariado

Se presenta el análisis de correlación de las variables de mayor interés clínico en la tabla 8 (población general). Como se mencionó previamente, las correlaciones de mayor fuerza fueron introducidas posteriormente al modelo de regresión lineal.

Tabla 8. Análisis de correlación de FM de mano con otras variables de interés clínico

	Mano derecha		Mano izquierda	
	Coeficiente de correlación parcial	p	Coeficiente de correlación parcial	p
Edad	-0.314	0.003	-0.342	0.001
Peso	0.297	0.006	0.280	0.009
Talla	0.050	0.000	0.416	0.001
Albúmina	0.271	0.012	0.312	0.004
CTL	0.006	0.960	0.066	0.549
Resistencia	-0.219	0.044	-0.173	0.113
Reactancia	0.297	0.006	0.318	0.003
°F	0.297	0.006	0.318	0.003
R/H	-0.244	0.025	-0.203	0.062
Xc/H	0.224	0.395	0.255	0.018
PCT	-0.346	0.001	-0.331	0.002
PCSe	-0.056	0.613	-0.076	0.492
CMB	0.315	0.003	0.297	0.006
AMB	0.200	0.067	0.164	0.135
% grasa	-0.475	0.000	-0.472	0.000
Estado de nutrición	-0.321	0.003	-0.311	0.004

CTL: Cuenta Total de Linfocitos; °F: Ángulo de Fase; R/H: Resistencia sobre estatura; Xc/H: Reactancia sobre estatura; PCT: Pliegue Cutáneo Tricipital; PCSe: Pliegue Cutáneo Subescapular; CMB: Circunferencia Muscular de Brazo; AMB: Área Muscular de Brazo.

Se analizaron las gráficas de dispersión de las variables con coeficientes de correlación más altos y de mayor interés para el presente trabajo. La correlación entre la edad y la fuerza de mano en hombres y mujeres muestra una tendencia decreciente conforme avanza la edad para ambos sexos, siendo más marcada en los hombres (figura 3).

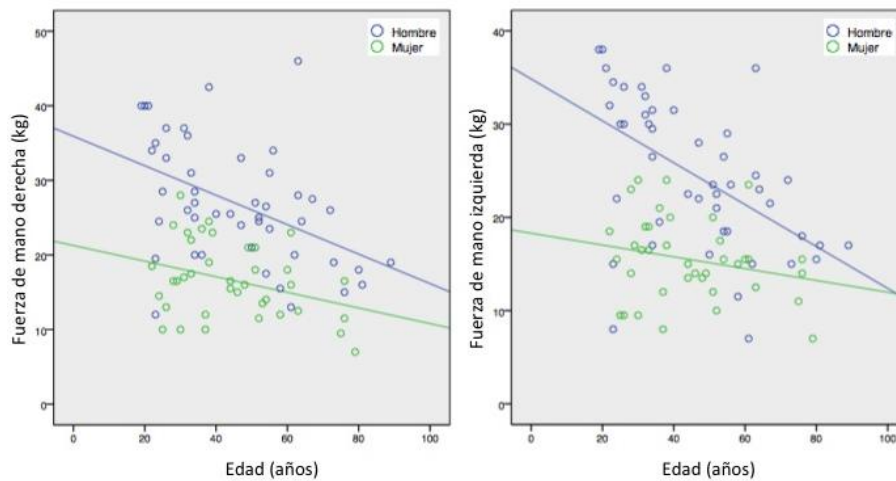


Figura 3. Correlación lineal entre la FM y la edad en hombres y mujeres. Hombre $r=0.457$, mujer $r=0.336$ para mano derecha y hombre $r=0.527$, mujer $r=0.230$ para mano izquierda.

En lo que respecta a la reactancia, se observa una tendencia lineal en relación al aumento de la fuerza de mano, que es más marcada en hombres que en mujeres (Figura 4).

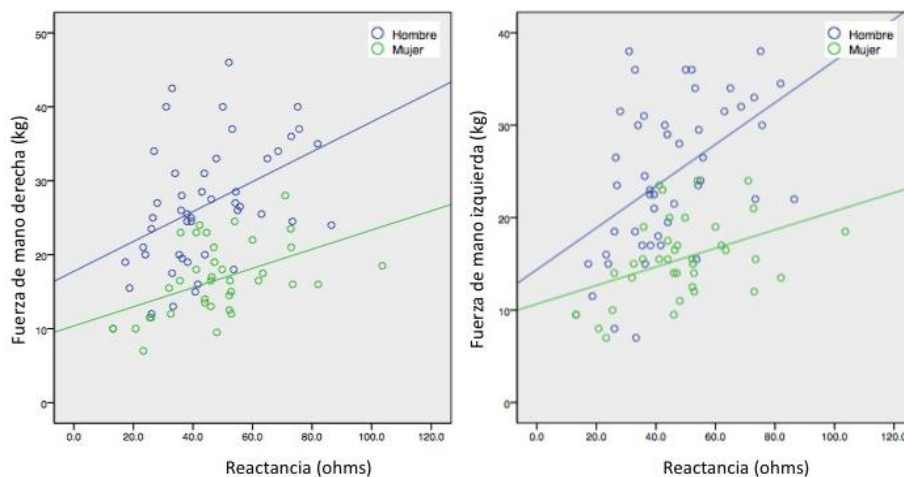


Figura 4. Correlación lineal entre la FM y la reactancia en hombre y mujeres. Hombre $r=0.428$, mujer $r=0.489$ para mano derecha y hombre $r=0.485$, mujer $r=0.430$ para mano izquierda.

Se observa en la figura 5 que el ángulo de fase muestra el coeficiente de correlación más alto, con un mayor coeficiente de correlación en mujeres que en hombres.

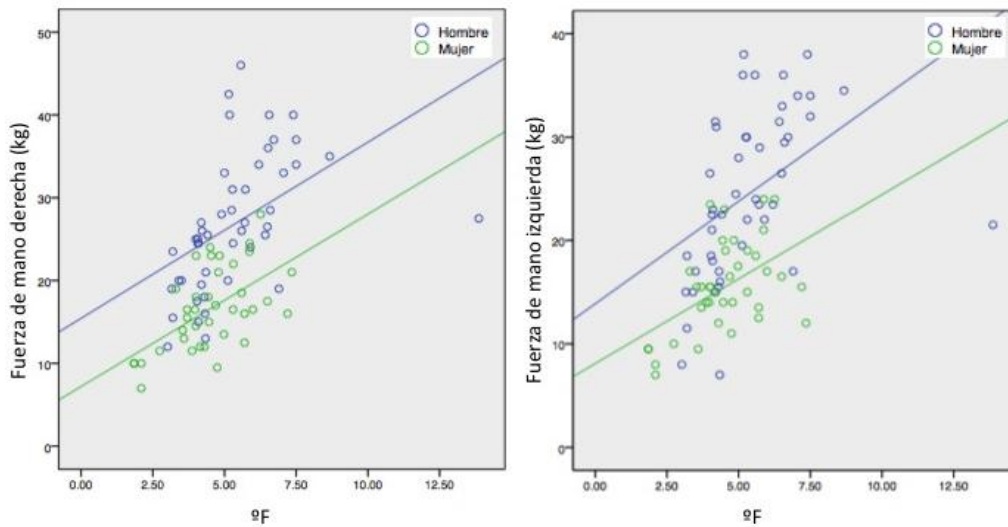


Figura 5. Correlación lineal entre la FM y el ángulo de fase en hombre y mujeres. Hombre $r=0.484$, mujer $r=0.570$ para mano derecha y hombre $r=0.457$, mujer $r=0.508$ para mano izquierda.

Se observó que la fuerza de mano, para mano derecha y mano izquierda, fue menor en personas en quienes la etiología de la IRC fue DM2 (19.6 y 17.6 kg) y LUPUS (18.2 y 16.5 kg) que en aquellas en quienes la causa es diferente a éstas o desconocida (26.00 y 24.4 kg), considerándose esta diferencia significativa ($p=0.001$ para la mano derecha y para la mano izquierda $p=0.000$).

Para estudiar la asociación entre la fuerza muscular y los componentes de la impedancia bioeléctrica (resistencia, reactancia y ángulo de fase), la población fue dividida en dos grupos con respecto a la media de estas variables (por abajo y por arriba de la media); para la búsqueda de esta asociación con parámetros antropométricos se eligieron el pliegue cutáneo tricipital, la circunferencia muscular de brazo, el área muscular de brazo y el porcentaje de grasa, formando dos grupos con respecto a la media (tabla 9).

No se observó una disminución de fuerza muscular importante en el grupo de personas con mayor resistencia en comparación con aquellas con menor resistencia. Las personas con menor reactancia muestran menor fuerza muscular en ambas manos que aquellas con mayor reactancia; dicha diferencia se considera significativa tanto para mano derecha como para mano izquierda. En torno al ángulo de fase se observó una disminución marcada en aquellas personas con menor ángulo de fase que en quienes presentan mayor ángulo de fase, tal diferencia se considera significativa para ambas manos.

La fuerza que presentaron las personas con un pliegue cutáneo tricipital y porcentaje de grasa superiores a la media, fue menor en comparación con las personas cuyo pliegue se encontró por abajo de la media.

Las personas que presentaron circunferencia muscular de brazo menor a la media, presentaron también disminución de la FM en comparación con aquellas cuya circunferencia fue mayor a la media, dicha diferencia se considera significativa, tanto para la mano derecha como para la izquierda, hecho similar pero que no fue significativo para el área muscular de brazo, estos datos son indicativos de mayor volumen muscular, pero no de mayor funcionalidad.

Tabla 9. Asociación de la FM con diferentes parámetros de interés

Grupo	Mano derecha			Mano izquierda		
	n	Media	p	n	Media	p
Resistencia						
Resistencia abajo de la media	42	23.9±9.4	0.890	42	21.9±8.9	0.106
Resistencia arriba de la media	43	20.7±7.5		43	19.1±7.0	
Reactancia						
Reactancia abajo de la media	48	20.4±7.8	0.023	48	18.7±7.5	0.022
Reactancia arriba de la media	37	24.7±9.1		37	22.8±8.3	
Ángulo de fase						
Ángulo de fase abajo de la media	47	17.7±5.5	0.000	47	16.5±5.7	0.000
Ángulo de fase arriba de la media	38	27.9±8.5		38	25.5±7.8	
PCT						
PCT abajo de la media	48	24.7±8.7	0.002	48	22.7±8.6	0.004
PCT arriba de la media	37	19.1±7.4		37	17.6±6.3	
CMB						
CMB abajo de la media	38	19±7.8	0.001	38	17.5±6.7	0.002
CMB arriba de la media	47	24.9±8.4		47	22.9±8.3	
AMB						
AMB abajo de la media	62	21.8±8.4	0.423	62	20.2±7.9	0.522
AMB arriba de la media	23	23.5±9.2		23	21.4±8.5	
% grasa						
% grasa abajo de la media	43	25.5±8.9	0.000	43	23.6±8.7	0.000
% grasa arriba de la media	42	19±7		42	17.3±5.9	

PCT: Pliegue Cutáneo Tricipital; CMB: Circunferencia Muscular de Brazo; AMB: Área Muscular de Brazo.

Análisis multivariado

La tercer fase del análisis estadístico fue el análisis de regresión lineal múltiple, en donde fueron construidos cuatro modelos: un modelo general (no estratificado por etiología) y 1 modelo para cada factor etiológico, tanto para mano derecha como para mano izquierda, con el fin de explicar los factores que más afectan la variable dependiente (FM).

Para el modelo general se incluyeron las variables independientes sexo, edad y ángulo de fase. La estadística de prueba F confirma que existe una asociación estadísticamente significativa entre la variable dependiente y las variables independientes del modelo. El modelo presentado en la tabla 10 nos permite observar una fuerza de 23.9 kg y 22.4 kg (mano derecha y mano izquierda respectivamente) en hombres y de 15 kg y 14.8 kg (mano derecha e izquierda) en las mujeres con IRC en DP, misma que disminuye 0.2 kg por cada unidad de incremento en la edad (en ambas manos) y aumenta 1.9 kg en la mano derecha y 1.8 kg en la mano izquierda por cada unidad de ángulo de fase que aumente, lo que nos confirma que a mejor funcionalidad celular se presenta mayor fuerza muscular. Mediante este modelo se observa que el 60% y 57% (mano derecha y mano izquierda) de la variabilidad de la FM en pacientes con IRC en DP, queda explicada por la edad, el sexo y el ángulo de fase.

Tabla 10. Modelo multivariado general.

Variable	Mano derecha							Mano izquierda						
	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%		R ²	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%		R ²
Sexo	-8.9	1.4	-6.2	0	-11.8	-6.1	0.596	-7.6	1.4	-5.5	0	-10.3	-4.8	0.567
Edad	-0.2	0.0	-4.2	0	-0.2	0.1	p>F	-0.2	0.0	-4.4	0	-0.2	-0.9	p>F
°F	1.9	0.4	4.8	0	1.1	2.7	0.000	1.8	0.4	4.6	0	0.9	2.5	0.000
Constante	23.9	3.0	7.9	0	17.9	29.9		22.4	2.9	7.7	0	16.6	28.2	

Modelo multivariado general. Coef: Coeficiente de la regresión; °F: Ángulo de fase; EE: Error estándar; I.C.: Intervalo de confianza. Valor de R² ajustada.

En el modelo para pacientes con DM2 se incluyeron las variables independientes sexo, edad y ángulo de fase. Para este modelo se presenta un valor F de 10.8 y 7.4 (3, 31 grados de libertad y de $p=0.0001$ y $p=0.0007$) para mano derecha e izquierda respectivamente; se afirma que existe una asociación estadísticamente significativa entre la variable dependiente y las variables independientes para este modelo. En la tabla 11 se observan los datos de las personas en DP cuya etiología de la IRC fue la DM2; los hombres con estas características tienen una fuerza de 25 kg en la mano derecha y de 22.4 kg en la mano izquierda, mientras que en las mujeres la fuerza es de 15.6 kg y 14.8 (mano derecha e izquierda respectivamente); esta fuerza disminuye 0.1 kg y 0.2 kg (mano derecha y mano izquierda) por cada unidad de incremento de la edad y aumenta 1.9 kg en la mano derecha y 1.8 kg en la mano izquierda por cada unidad de ángulo de fase que aumente, lo que nos confirma que a mejor funcionalidad celular se presenta mayor fuerza muscular. Mediante este modelo se observa que el 46% y 36% (mano derecha y mano izquierda) de la variabilidad de la FM en pacientes con IRC en DP y con DM2, queda explicada por la edad, el sexo y el ángulo de fase.

Tabla 11. Modelo multivariado estratificado: grupo de DM2

Variable	Mano derecha						Mano izquierda							
	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%	R ²	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%	R ²		
Sexo	-9.4	2.0	-4.7	0	-13.5	-5.3	0.4624	-7.6	1.4	-5.5	0	-10.3	-4.8	0.3616
Edad	-0.1	0.1	-1.7	0.1	-0.2	0	p>F	-0.2	0.0	-4.4	0	-0.2	-0.9	p>F
°F	1.1	0.5	2.1	0.5	0	2.1	0.001	1.8	0.4	4.6	0	0.9	2.5	0.007
Constante	25.0	4.7	5.3	0	15.3	34.7		22.4	2.9	7.7	0	16.6	28.2	

Modelo multivariado estratificado para DM2. Coef: Coeficiente de la regresión; °F: Ángulo de fase; EE: Error estándar; I.C.: Intervalo de confianza. Valor de R² ajustada.

El modelo construido para LUPUS incluyó únicamente a la variable independiente ángulo de fase (tabla 12). El valor F es de 188.3 y 92.5 (1, 11 grados de libertad y $p=0.0001$ para ambas manos) en mano derecha e izquierda respectivamente; se confirma así la asociación estadísticamente significativa entre la variable dependiente y la variable independiente para este modelo. Como se

aprecia en la tabla 12, únicamente se observaron mujeres en DP con dicha patología, por lo que a diferencia de las otras patologías, el sexo no explica la disminución de fuerza. En la gráfica de la regresión se observa que la fuerza parte muy cercana al origen, por lo que se eliminó la constante para esta modelo. Se observa que el aumento de una unidad de ángulo de fase incrementa la fuerza muscular 3.8 kg y 3.4 kg (mano derecha e izquierda respectivamente). Esto, como era de esperarse, confirma que a mejor funcionalidad celular se presenta mayor fuerza muscular. Mediante este modelo se observa que el 94% y 88% (mano derecha y mano izquierda) de la variabilidad de la FM en pacientes con IRC en DP y con LUPUS, queda explicada por el ángulo de fase.

Tabla 12. Modelo multivariado estratificado: grupo de LUPUS

Variable	Mano derecha							Mano izquierda						
	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%		R ²	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%		R ²
°F	3.8	0.3	13.7	0	3.2	4.4	0.9398	3.4	0.4	9.6	0	2.6	4.1	0.8841
	p>F							p>F						
	0.000							0.000						

Modelo multivariado estratificado para LUPUS. Coef: Coeficiente de la regresión; °F: Ángulo de fase; EE: Error estándar; I.C.: Intervalo de confianza. Valor de R² ajustada.

Finalmente, se construyó el modelo para otras etiologías y etiologías desconocidas, compuesto por las variables independientes sexo, edad y ángulo de fase (tabla 13). Con un valor de 23.6 y 24.7 en la estadística F (3, 69 grados de libertad y p=0.000 en ambas manos) para mano derecha e izquierda respectivamente, se puede afirmar que existe una asociación estadísticamente significativa entre la variable dependiente y las variables independientes. En la tabla 11 se observan los datos de las personas en DP en quienes no se conoce la causa de la IRC; en este grupo los hombres tienen una fuerza de 25 kg en la mano derecha y de 12.8 kg en la mano izquierda, mientras que en las mujeres la fuerza es de 17.4 kg y 5.6 (mano derecha e izquierda respectivamente); esta fuerza disminuye 0.1 kg en ambas manos por cada unidad de incremento de la

edad y aumenta 3.3 kg en la mano derecha y 3.4 kg en la mano izquierda por cada unidad de ángulo de fase que aumente, lo que nos confirma que a mejor funcionalidad celular se presenta mayor fuerza muscular. Mediante este modelo se observa que el 68% y 69% (mano derecha y mano izquierda) de la variabilidad de la FM en pacientes con IRC cuya etiología es desconocida y se encuentran en DP queda explicada por el ángulo de fase. Mediante este modelo se explica en 65% y 66% (mano derecha y mano izquierda) la variabilidad de la FM la edad, el sexo y el ángulo de fase.

Tabla 13. Modelo multivariado estratificado: grupo otras etiologías y etiologías desconocidas

Variable	Mano derecha							Mano izquierda						
	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%		R ²	Coef.	EE	t	p>t	I.C. 95%		R ²
Sexo	-7.6	2.0	-3.8	0	-11.6	-3.5	0.6469	-7.2	1.9	-3.7	0	-11.1	-3.3	0.6575
Edad	-0.1	0.1	-1.9	0.1	-0.23	0	p>F	-0.1	0.1	-1.9	0.1	-0.2	0	p>F
°F	3.3	0.6	5.3	0	2.0	4.6	0.000	3.4	0.6	6.0	0	2.1	4.6	0.000
Constante	25.0	4.8	3.2	0	5.4	24.9		12.8	4.6	2.8	0	3.3	22.2	

Modelo multivariado estratificado para el otras etiologías y etiologías desconocidas. Coef: Coeficiente de la regresión; °F: Ángulo de fase; EE: Error estándar; I.C.: Intervalo de confianza. Valor de R² ajustada.

DISCUSIÓN

La cohorte de pacientes con IRC en DP que se presenta en este trabajo reúne pacientes de consulta externa, sin existir datos de pacientes hospitalizados o con cuadros agudos. Por otra parte, debido a que la media del tiempo en DP se sitúa en 2 años aproximadamente, representan a pacientes en condiciones relativamente estables.

Los datos obtenidos permiten observar una menor proporción de mujeres con respecto a los hombres. Como era de esperar, la mayor parte de los pacientes presentaban hipertensión arterial y consumían antihipertensivo, al igual que consumían furosemida, datos característicos de pacientes con IRC.

Entre los trabajos de dinamometría de mano para la población sana que subrayan las diferencias por sexo, destacan los de Lindle⁽¹⁰⁴⁾ Luna⁽⁵⁸⁾ y de Massy-Westropp⁽⁵⁹⁾ quienes evaluaron las diferencias entre la fuerza de mano en hombres y mujeres, encontrando que estas últimas presentan disminución de la fuerza en comparación con los hombres, diferencia considerada estadísticamente significativa. En población con enfermedad renal crónica en tratamiento con hemodiálisis, Constantin-Teodosiu y cols.⁽⁹⁶⁾ encontraron una diferencia significativa ($p < 0.001$) en la fuerza de la mano dominante de las mujeres y de los hombres (14.2 ± 1.1 kg y 26.4 ± 1.5 kg respectivamente). El presente estudio en pacientes en DP expone una tendencia similar para ambas manos, observándose que los hombres muestran mayor fuerza que las mujeres sin importar la edad ($p = 0.000$ para ambas manos).

Como ha sido reportado por varios estudios, la DM2 es el principal factor etiológico de la IRC. Los estudios realizados por el grupo de Espinosa y colaboradores^(24;31) en una muestra proveniente del mismo Instituto del que fueron obtenidos los datos del presente estudio, reportan una prevalencia de nefropatía diabética del 40%, cifra similar a los hallazgos de este estudio. Como era de esperarse y en concordancia con lo reportado por Wang⁽¹⁰⁵⁾, se presentó una disminución de fuerza de mano en el grupo de DM2.

Se ha reportado que la fuerza de la mano correlaciona con algunos indicadores

del estado de nutrición y de composición corporal. Gale⁽⁷¹⁾ reporta una correlación significativa entre la talla y la FM en adultos mayores; en nuestro estudio, la talla fue uno de las variables con correlación significativa con la FM, tanto en hombres como en mujeres, lo que demuestra que a mayor talla, mayor FM, probablemente secundaria a mejor alimentación durante las etapas de crecimiento.

De acuerdo a Heimbürger⁽⁹⁴⁾, en pacientes con IRC la FM correlaciona de manera significativa con la circunferencia de brazo, hecho que en el presente estudio no fue así. Esto puede deberse a la diferencia en metodologías utilizadas en ambos estudios a pesar de que únicamente se encontró diferencia significativa en el grupo de los hombres en el patrón vectorial, visualmente se puede observar que las personas con circunferencia de brazo por debajo de la media presentan mayor depleción de masa celular que quienes se encuentran por arriba de la media, lo que explicaría la presencia de fuerza de mano disminuida. Klidjan⁽⁶⁶⁾ reportó que la FM en pacientes quirúrgicos correlaciona con la circunferencia muscular de brazo, hecho que se presentó en los pacientes en DP de este estudio, que no fue posible observar en el patrón vectorial, pero que demuestra que a menor reserva muscular se presenta menor fuerza de mano, como es de esperar.

En pacientes con IRC, Heimbürger⁽⁹⁴⁾ reportó una correlación significativa entre los pliegues cutáneos y la FM. En el presente estudio, se encontró una correlación negativa y significativa únicamente con el PCT, en ambos sexos. En lo que respecta a masa libre de grasa, de acuerdo a los reportes de Gale⁽⁷¹⁾ en adultos mayores, de Mc Parland⁽¹⁰⁶⁾ en enfermedades del corazón y los de Wang⁽¹⁰⁵⁾ y Stenvinkel^(21;23) en personas con IRC, la masa libre de grasa es el parámetro de mayor correlación con la FM, mostrándose que a mayor masa libre de grasa, mayor es la FM evaluada mediante DM. En el presente estudio, se observó una correlación significativa entre el porcentaje de grasa, medida mediante pliegues cutáneos, y la fuerza de mano, observándose que aquellas personas con mayor porcentaje de grasa, presentan menor FM, lo que de manera indirecta refleja que a mayor reserva muscular, mayor fuerza y por tanto mejor funcionalidad del músculo.

Los datos de prevalencia de desnutrición que se presentan son similares a aquellos reportados por Espinosa y cols.^(24;31), mostrándose una prevalencia de desnutrición leve cercana al 50% y mayor presencia de desnutrición severa en las mujeres tanto en los dos trabajos previos como en el presente; este dato de desnutrición severa concuerda con lo reportado por Qureshi et al.⁽⁹⁷⁾ En nuestro trabajo, se observó una tendencia a la baja de la fuerza de mano conforme el grado de desnutrición aumenta, hecho que concuerda con los reportes de Qureshi⁽⁹⁷⁾, Stenvinkel⁽²¹⁾ y Wang⁽¹⁰⁵⁾. Cuando la población fue dividida en estado de nutrición normal-desnutrición leve y desnutrición moderada-severa para elaborar los patrones vectoriales, en el grupo de los hombres se observa una depleción evidente de la masa celular y tendencia a mayor sobrehidratación en los pacientes del segundo grupo, demostrándose así un mayor deterioro. El patrón vectorial de las mujeres muestra un error tipo β , el cual se puede explicar por el reducido tamaño de muestra del grupo de estado de nutrición normal-desnutrición leve que no permite la comparación de grupos.

Todos estos datos son indicativos de que la DM puede considerarse un buen indicador de MLG y de desnutrición, por lo tanto, un método efectivo de predicción de morbilidad y mortalidad en IRC.

Se observa mediante los patrones vectoriales según la fuerza de mano, que a mayor reactancia y a menor resistencia, mayor FM, lo que demuestra que la disminución de fuerza es mayor en aquellas personas con mayor depleción de la masa celular, hecho similar a lo reportado por Norman en 2010⁽⁹⁸⁾. Este hecho se considera significativo sólo en los hombres, observándose por segunda ocasión en las mujeres un error tipo β secundario al tamaño de muestra que produce la imposibilidad de comparar a los grupos.

Debido a que la visualización de los vectores fue muy pobre en relación con lo que se esperaba, al realizar el análisis bivariado y multivariado de los componentes de la impedancia de manera aislada, se lograron explicar varios de los fenómenos encontrados en el estudio. A partir de los datos obtenidos, se logra observar una mayor resistencia, R/H y Xc/H en las mujeres hecho que denota que las mujeres presentan más cantidad de grasa y probablemente mayor

sobrehidratación en las mujeres en comparación con los hombres. Estos datos concuerdan con los hallazgos de Espinosa⁽³¹⁾, Ashgar⁽⁴³⁾ y Medici⁽⁵²⁾. Por su parte, se encontró que el ángulo de fase es mayor en los hombres, lo que denota mayor deterioro general en las mujeres; es relevante mencionar que Mushnik⁽¹⁰⁷⁾ y Ashgar⁽⁴³⁾ demostraron que el ángulo de fase es un factor pronóstico de complicaciones y mortalidad en pacientes con IRC.

El análisis de regresión lineal pone en evidencia que los factores de mayor influencia para la disminución de la fuerza de mano son la edad, el sexo y el ángulo de fase tanto para aquellas personas con DM2 como en aquellas con otro tipo de etiologías, mientras que en las personas con LUPUS lo que logra explicar que exista una disminución de fuerza es el ángulo de fase únicamente. Dado que la muestra fue tomada de una población en la cual la prevalencia de LUPUS es grande, fue imposible excluir a estos pacientes de la muestra del presente estudio y a pesar de que estos pacientes no contaban con actividad articular en el momento de la medición, las diferencias clínicas con respecto a las otras patologías deben obligar a tratarlos de manera distinta al resto de las etiologías.

Como se observa en otros estudios^(60;63;80;96) la fuerza de mano presenta varios picos a lo largo de la vida, con una disminución marcada en la cuarta década. Considerando que nos encontramos frente a una población cuya media cae dentro del rango de edad de depleción de fuerza observada previamente en población sana y debido a que ya se evidenciaron las diferencias por sexo, la fuerza disminuida en estos pacientes se explica por un lado, por la edad y el sexo. Por su parte, el hecho de que el ángulo de fase explique gran parte de la disminución de la fuerza de mano, nos habla no solamente de la cantidad de masa celular, sino de su funcionalidad, denotado que a mayor calidad de la célula, la funcionalidad será mejor.

Los datos encontrados en este estudio nos permiten confirmar que la DM se asocia parcialmente con los datos arrojados por el análisis de VIBE. Con esto se puede confirmar que los datos de dinamometría son indicadores confiables de la cantidad y calidad de la masa celular que no se ven alterados por el estado de

hidratación del paciente siendo entonces una prueba confiable de composición corporal, estado de nutrición y funcionalidad.

Este estudio cuenta con limitaciones, que se propone ser modificadas en futuras ocasiones para mejorar la utilidad de los hallazgos en investigaciones futuras y durante la práctica clínica:

- a. Debido a la muestra relativamente pequeña y a que por razones prácticas los participantes fueron seleccionados del mismo INCMNSZ (al cual ingresan pacientes con características singulares y generalmente mayores complicaciones), no es posible considerar que se trate una muestra representativa o extrapolable a todos los pacientes en DP, pero si una muestra representativa de los pacientes de este INCMNSZ.
- b. Es importante mencionar que el hecho de no encontrar asociaciones significativas en mujeres se debe al menor tamaño de muestra, por lo que se considera importante ampliar la muestra en futuros estudios en esta población para mejorar el poder estadístico.
- c. Ya que el presente estudio sólo contó con una medición, se sugiere realizar más estudios de seguimiento en los cuales se pueda observar cambios en el tiempo tanto de los componentes de la IBE como de la DM a lo largo del tiempo y su asociación con eventos comórbidos y mortalidad.

CONCLUSIONES

A partir de los datos presentados, se puede concluir que:

- a. La alteración de la composición corporal afecta de manera directa la FM: los pacientes con mayor depleción de masa celular y mayor expansión de volumen, tienen menor fuerza muscular.
- b. El mayor deterioro del estado de nutrición produce depleción y deterioro de la masa celular, trayendo consigo disminución de la funcionalidad que se expresa por fuerza de mano disminuida.
- c. Como se observa a lo largo de este trabajo, la dinamometría arroja valores cuantitativos mientras que el análisis de VIBE arroja valores cualitativos, convirtiéndose en una técnica parcialmente subjetiva, por lo que se recomienda utilizarlas de manera simultánea en el análisis de la composición corporal y el estado de nutrición, de esta manera se contará con dos herramientas de alto valor pronóstico para morbilidad en pacientes con IRC en DP.
- d. Debido a que no se encontraron diferencias significativas entre la fuerza de la mano derecha y la de la mano izquierda, se recomienda el uso de ambas manos para la medición de la fuerza de los pacientes, pudiendo utilizar la dominante y/o la mano derecha o izquierda si la opuesta presenta alteraciones.

REFERENCIAS

- (1) National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guideline for Chronic Kidney Disease. Evaluation, Classification, and Stratification Part 4. Definition and classification of stages of chronic kidney disease. Guideline 1. Definition and stages of chronic kidney disease. National Kidney Foundation 2006 Available from: URL: http://www.kidney.org/proffesionals/kdoqi/guidelines_ckd/p4_class_g1.htm
- (2) Zhang QL, Rothenbacher D. Prevalence of chronic kidney disease in population-based studies: systematic review. BMC Public Health 2008;8(117):1-13.
- (3) Coresh J, Selvin E, Stevens LA, Manzi J, Kusek JW, Eggers P, et al. Prevalence of Chronic Kidney Disease in the United States. JAMA 2007;298(17):2038-47.
- (4) Cirillo M, Laurenzi M, Mancini M, Zanchetti A, Lombardi C, De Santo NG. Low glomerular filtration in the population: prevalence, associated disorders, and awareness. Kidney International 2006;70(800):806.
- (5) Nitsch D, Felber D, Von Eckardstein A, Gaspoz JM, Downs SH, Leuenberger P, et al. Prevalence of renal impairment and its association with cardiovascular risk factors in a general population: results of the Swiss SAPALDIA study. Nephrology Dialysis Transplantation 2006;21:935-44.
- (6) Hallan SI, Coresh J, Astor BC, Asberg A, Powe NR, Romundstad S, et al. International comparison of the relationship of chronic kidney disease prevalence and ESRD risk. Journal of the American Society of Nephrology 2006;17:2275-84.
- (7) Viktorsdottir O, Palsson R, Andresdottir MB, Aspelund T, Gudnason V, Indridason OS. Prevalence of chronic kidney disease based on estimated glomerular filtration rate and proteinuria in Icelandic adults. Nephrology Dialysis Transplantation 2005;20:1799-807.

- (8) López Cervantes M. Enfermedad renal crónica y su atención mediante tratamiento sustitutivo en México. México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2010.
- (9) Sociedad Latinoamericana de Nefrología e Hipertensión. Guías para el cuidado del paciente con Insuficiencia Renal Crónica en etapa de prediálisis. SLANH 2005.
- (10) Remón-Rodríguez C, Quirós-Ganga PL, Gil-Cunquero JM, Ros-Ruiz S, Aresté-Fosalba N, Ruiz-Rernández A, et al. Diez años de diálisis peritoneal en Andalucía (1999-2008): datos epidemiológicos, tipos de tratamiento, peritonitis, comorbilidad y supervivencia de pacientes y técnica. *Revista Nefrología* 2010;30(1):46-53.
- (11) Ribes EA. Fisiopatología de la insuficiencia renal crónica. *Anales de Cirugía Cardíaca y Vascul ar* 2004;10(1):8-76.
- (12) Guyton AC, Hall JE. Formación de orina por los riñones: II. Procesamiento tubular del filtrado glomerular. In: Guyton AC, Hall JE, editors. *Fisiología Médica*. 11 ed. España: Elsevier España; 2006. p. 327-47.
- (13) Guyton AC, Hall JE. Formación de orina por los riñones:I. Filtración glomerular, flujo sanguíneo renal y su control. In: Guyton AC, Hall JE, editors. *Fisiología Médica*. 11 ed. España: Elsevier España; 2006. p. 307-26.
- (14) Guyton AC, Hall JE. Regulación de la osmolaridad del líquido extracelular y de la concentración de sodio. In: Guyton AC, Hall JE, editors. *Fisiología médica*. 11 ed. España: Elsevier España; 2006. p. 348-64.
- (15) López-Cervantes M. Enfermedad Renal Crónica y su atención mediante tratamiento sustitutivo en México. México, D.F.: 2010.
- (16) Vertes V, Cangiano JL, Berman LB, Gould A. Hypertension in end stage renal disease. *The New England Journal of Medicine* 1969;280:978-81.
- (17) Langston JB, Guyton AC. Effect of changes in salt intake on arterial pressure and renal function in nephrectomized dogs. *Circulation Research* 1963;12:508-13.

- (18) Foley RN, Murray AM, Li S, Herzog CA, McBean AM, Eggers PW, et al. Chronic kidney disease and the risk of cardiovascular disease, renal replacement and death in the United States Medicare population, 1998 to 1999. *Journal of the American Society of Nephrology* 2005;16:489-95.
- (19) Wang AY, Sea MM, Tang N, Lam CW, Chan IH, Lui SF, et al. Energy intake and expenditure profile in chronic peritoneal dialysis patients complicated with circulatory congestion. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2009;90:1179-84.
- (20) Cabrita-Vieira ALA, Baptista A, Malho A, Pinho A, Silva AP, Bernardo I, et al. Homocysteine is a risk factor in predialysis patients when associated with malnutrition and inflammation. *International Journal of Nephrology* 2010;2010:1-4.
- (21) Stenvinkel P, Barany P, Chung SH, Lindholm B, Heimbürger O. A comparative analysis of nutritional parameters as predictors of outcome in male and female ESRD patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* 2002;17:1266-74.
- (22) Stenvinkel P, Heimbürger O, Lindholm B, Kaysen GA. Are there two types of malnutrition in chronic renal failure? Evidence for relationship between malnutrition, inflammation and atherosclerosis (MIA syndrome). *Nephrology Dialysis Transplantation* 2000;15:953-60.
- (23) Stenvinkel P. Interaction between inflammation, oxidative stress, and endothelial dysfunction in end-stage renal disease. *Journal of Renal Nutrition* 2003;13(2):144-8.
- (24) Espinosa A, Cueto-Manzano AM, Velázquez-Alva C, Hernández A, Cruz N, Zamora B. Prevalence of malnutrition in Mexican CAPD diabetic and non diabetic patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* 1996;15:953-60.
- (25) Harty J, Gokal R. Nutritional status in peritoneal dialysis. *Journal of Renal Nutrition* 1995;5(1):2-10.
- (26) Carrero JJ, Qureshi AR, Axelsson J, Avesani CM, Suliman ME, Kato S, et al. Comparison of nutritional and inflammatory markers in dialysis patients

- with reduced appetite. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007;85:695-701.
- (27) Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple JD, Cano N, Chauveau P, Cuppari L, et al. A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney International* 2008;73:391-8.
- (28) Ikizler TA, Wingard RL, Harvell J, Shyr Y, Hakim RM. Association of morbidity with markers of nutrition and inflammation in chronic hemodialysis patients: A prospective study. *Kidney International* 1999;55:1945-51.
- (29) Ikizler TA. Protein and energy: Recommended intake and nutrient supplementation in chronic dialysis patients. *Seminars in Dialysis* 2004;176(6471):471478-478.
- (30) Espinosa-Cuevas A. Índices compuestos para la obtención del diagnóstico nutricional en pacientes con insuficiencia renal. *Nutrición Clínica* 2001;4(4):230-7.
- (31) Espinosa-Cuevas A, Miranda-Alatríste PV. Evaluación del estado de nutrición en el paciente nefrótico. *Nutrición Clínica* 2010;6(3):237-51.
- (32) Kalantar-Zadeh K, Fouque D, Kopple JD. Outcome research, nutrition, and reverse epidemiology in maintenance dialysis patients. *Journal of Renal Nutrition* 2004;14(2):64-71.
- (33) Tonelli M, Wiebe N, Culleton B, House A, Rabbat C, Fok M, et al. Chronic kidney disease and mortality risk: A systematic review. *Journal of the American Society of Nephrology* 2006;17:2034-47.
- (34) Bonafont X, Bonal J. Dosificación de medicamentos en la insuficiencia renal. *Seminarios de la Fundación Española de Reumatología* 2009;10(1):24-8.
- (35) Facultad de Medicina UNAM. PLM México. Diccionario de especialidades farmacéuticas. Facultad de Medicina UNAM 2012 Available from: URL: http://www.facmed.unam.mx/bmnd/dirijo.php?bib_vv=6

- (36) Colegio Americano de Medicina del Deporte. El uso del dopaje sanguíneo como una ayuda ergogénica. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 1996;28(3).
- (37) Hakim RM, Lazarus JM. Initiation of dialysis. *Journal of the American Society of Nephrology* 1995;6:1319-28.
- (38) Sansone G, Cirugeda A, Bajo MA, del Peso G, Sánchez-Tomero JA, Alegre L, et al. Actualización de protocolos en la práctica clínica de diálisis peritoneal, año 2004. *Nefrología* 2004;24(5):410-45.
- (39) García García G, Monteón Ramos JF, García Bejarano H, Gómez Navarro B, Hernández Reyes I, Lomelí AM, et al. Renal replacement therapy among disadvantaged populations in Mexico: A report from the Jalisco Dialysis and Transplant Registry (REDTJAL). *Kidney International* 2005;68:S58-S61.
- (40) Arrizurieta EE. Insuficiencia renal crónica. Fisiopatología y perspectivas de tratamiento. *Medicina (Buenos Aires)* 2001;61:648-51.
- (41) Abrahamsen B, Hanen TB, Hosberg IM, Pedersen FB, Beck-Nielsen H. Impact of hemodialysis on dual X-ray absorptiometry bioelectrical impedance measurements, and anthropometry. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1996;63:80-6.
- (42) Arkouche W, Fouque D, Pachiaudi C, Normand S, Laville M, Delawari E, et al. The body water and body composition in chronic peritoneal dialysis patients. *Journal of the American Society of Nephrology* 1997;8:1906-14.
- (43) Asghar RB, Green S, Engel B, Davies SJ. Relation of demographic, dietary and clinical factors to the hydration status of patients on peritoneal dialysis. *Peritoneal Dialysis International* 2004;24(231):234.
- (44) Basile C, Vernaglione L, Bellizzi V, Lomonte C, Rubino A, D'Ambrosio N, et al. Total body water in health and disease: Have anthropometric equations any meaning? *Nephrology Dialysis Transplantation* 2008;23(1997):2002.
- (45) Konings C, Kooman J, Schonck M, Cox-Reijven PL, van Kreel B, Gladziwa U, et al. Assessment of fluid status in peritoneal dialysis patients. *Peritoneal Dialysis International* 2002;22(683):692.

- (46) Konings C, Kooman J, Schonck M, van Kreel N, Heidendal GAK, Cheriex E, et al. Influence of fluid status on techniques used to assess body composition in peritoneal dialysis patients. *Peritoneal Dialysis International* 2003;23:184-90.
- (47) Espinosa-Cuevas MA, Rivas_Rodríguez L, González-Medina EC, Atilano-Carsi X, Miranda-Alatraste P, Correa-Rotter R. Vectores de impedancia bioelectrica para la composición corporal en población mexicana. *Revista de Investigación Clínica* 2007;59(1):15-24.
- (48) Piccoli A, Nescolarde LD, Rosell J. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología* 2002;22(3):228-38.
- (49) Woodrow G, Oldroyd B, Turney JH, Topkins L, Brownjohn AM, Smith MA. Whole body and regional body composition in patients with chronic renal failure. *Nephrology Dialysis Transplantation* 1996;11:1613-8.
- (50) Woodrow G, Devine Y, Cullen M, Lindley E. Application of bioelectrical impedance to clinical assessment of body composition in peritoneal dialysis. *Peritoneal Dialysis International* 2007;22:496-502.
- (51) Espinosa-Cuevas MA, Navarrete-Rodríguez G, Villeda-Martínez ME, Atilano-Carsi X, Miranda-Alatraste P, Tostado-Gutiérrez T, et al. Body fluid volume and nutritional status in hemodialysis: vector bioelectrical impedance analysis. *Clinical nephrology* 2010;73(4):300-8.
- (52) Medici G, Fentuzzi A, Malavolti M, Albertazzi A, Bedogni G. Accuracy of eight-polar bioelectrical impedance analysis for the assessment of total and appendicular body composition in peritoneal dialysis patients. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005;59:932-7.
- (53) Saxena A, Sharma RK. Role of bioelectrical impedance analysis (BIA) in renal disease. *Indian Journal of Nephrology* 2005;15:194-7.
- (54) Carreira-Arias J, Bellido-Guerrero D, Bellido-Castañeda V, Soto-González A, García-Almeida JM. Análisis de la composición corporal por impedancia bioeléctrica: principios físicos y modelos analíticos. *Nutrición Clínica en Medicina* 2011;5(1):9-26.

- (55) Mancini A, Grandaliano G, Mangarelli P, Allegretti A. Nutritional status in hemodialysis patients and bioimpedance vector analysis. *Journal of Renal Nutrition* 2003;13(3):199-204.
- (56) Araujo AB, Chiu GR, Kupelian V, Hall SA, Williams RE, Clark RV. Lean mass, muscle strength, and physical function in a diverse population of men: a population-based cross-sectional study. *BMC Public Health* 2010;10:1-8.
- (57) Chaler J, Garreta R, Alcázar A, Abril MA, Unyó C, Pujol E, et al. Evaluación de la sinceridad del esfuerzo en el hombro mediante dinamometría isocinética. *Rehabilitación* 2002;36(5):284-92.
- (58) Luna-Heredia E, Martín-Peña G, Ruíz-Galiana J. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clinical Nutrition* 2004;24:250-8.
- (59) Massy-Wstropp NM, Gill TK, Taylor AW, Bohannon RW, Hill CL. Hand grip strength: age and gender stratified normative data in population-based study. *BMC Research Notes* 2011;4:1-5.
- (60) Mateo-Lázaro ML, Penacho-Lázaro MA, Berisa-Losantos F, Plaza-Bayo A. Nuevas tablas de fuerza de la mano para la población adulta de Terue. *Nutrición Hospitalaria* 2008;23(1):35-40.
- (61) Mitsionis G, Pakos EE, Stafilas KS, Paschos N, Papakostas T, Beris AE. Normative data on hand grip strength in a Greek adult population. *International Orthopaedics* 2009;33:713-7.
- (62) Newman DGH, Pearn J, Barnes A, Young CM, Kehoe M, Newman J. Norms of hand grip strength. *Archives of Disease in Childhood* 1984;59:453-9.
- (63) Rantamen T, Masaki K, Foley D, Izmirlian G, White L, Guralnik JM. Grip strength changes over 27 yr in Japanese-American men. *Journal of Applied Physiology* 2011;85(6):2047-53.
- (64) Williams-Andrews A, Thomas MW, Bohannon RW. Normative values of isometric muscle force measurements obtained with a hand-held dynamometers. *Physical Therapy* 1996;76(3):248-59.
- (65) Hunt D, Rowlands BJ, Johnston D. Hand grip strength-A simple prognostic indicator in surgical patients. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 1985;9(6):701-4.

- (66) Klidjan AM, Foster KJ, Kammerling RM, Cooper A, Karran SJ. Relation of anthropometric and dynamometric variables to serious postoperative complications. *British Medical Journal* 1980;(899):901.
- (67) Webb AR, Newman LA, Taylor M, Keogh JB. Hand grip strength as a predictor of postoperative complications reappraisal using age standardized grip strengths. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 1989;13(1):30-3.
- (68) Arroyo P, Lera L, Sánchez H, Al Snih S, Bunout D, Santos JL, et al. Indicadores antropométricos, composición corporal y limitaciones funcionales en ancianos. *Revista Médica de Chile* 2007;135:845-54.
- (69) Bohannon RW, Bear-Lehman J, Desrosiers J, Massy-westropp N, Mathiowetz V. Average grip strength: A meta-analysis of data obtained with a Jamar dynamometer from individuals 75 years or more age. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2000;30:1-7.
- (70) Forrest KYZ, Zmuda JM, Cauley JA. Patterns and correlates of muscle strength loss in older women. *Gerontology* 2007;53:140-7.
- (71) Gale CR, Martyn CN, Cooper C, Sayer AA. Grip strength, body composition, and mortality. *International Journal of Epidemiology* 2007;36:228-35.
- (72) Giampaoli S, Ferrucci L, Cecchi F, Lo Noce C, Poce A, Dima F, et al. Hand grip strength predicts incident disability in non-disabled older men. *Age and Aging* 1999;28:283-8.
- (73) Ling CHY, Taekema D, de Craen AJM, Gussekloo J, Westendorp RGJ, Maier AB. Handgrip strength and mortality in the oldest old population: The Leiden 85-plus study. *Canadian Medical Association Journal* 2010;182(5):429-35.
- (74) Robinson SM, Jameson KA, Bateellan SF, Martin HJ, Sydall HE, Dennison EM, et al. Diet and its relation with grip strength in community-dwelling older men and women: The Hertfordshire cohort study. *Journal of the American Geriatrics Society* 2008;90:84-90.
- (75) Castaneda-Sceppa C, Sarnak MJ, Wang X, Greene T, Madero M, Kusek JW, et al. Role of adipose tissue in determining muscle mass in patients with chronic kidney disease. *Journal of Renal Nutrition* 2007;17(5314):332.

- (76) Franch HA. Nutrition and muscle catabolism in maintenance hemodialysis: Does feeding make muscle cells selective self-eaters? *Journal of Renal Nutrition* 2009;19(1):86-90.
- (77) Mitch WE. Malnutrition is a unusual cause of decreased muscle mass in chronic kidney disease. *Journal of Renal Nutrition* 2007;17(1):66-9.
- (78) Barrionuevo-Vallejo JM, Fructuoso-Rosique D, Hernández-Ros E, Martínez-González Moro I. Fuerza máxima y resistencia muscular de agarre manual en regatistas de vela ligera de la clase tornado. *Apuntes de Medicina de l'Esport* 2007;42:161-8.
- (79) RJL Systems 2011 Available from: URL: <http://www.rjlsystems.com/>
- (80) Rantanen T, Guralnik JM, Masaki K, Leveille S, Curb JD, White L. Midlife handgrip strength as a predictor of old disability. *Journal of the American Medical Association* 2011;28(6):558-60.
- (81) Selles RW, van Ginneken BTJ, Schreuders TAR, Janssen WGM, Stam HJ. Dynamometry of intrinsic hand muscles in patients with Charco-Marie-Tooth disease. *Neurology* 2006;67:2022-7.
- (82) Piittulainen E, Areberg J, Landén M, Eriksson S, Mttson S, Wollmer P. Nutritional status and muscle strength in patients with emphysema and severe α_1 -antitrypsin deficiency. *CHEST* 2002;122:1240-6.
- (83) Peng S, Plank LD, McCall JL, Gillanders LK, McIlroy K, Gane EJ. Body composition, muscle function, and energy expenditure in patients with liver cirrhosis: a comprehensive study. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007;85:1257-66.
- (84) Panton LB, Kingsley JD, Toole T, Cress ME, Abbound G, Sirithienthad P, et al. A comparison of physical functional performance and strength in women with fibromilagia, age-and-weight-matched controls, and older women who are heathy. *Physical Therapy* 2006;86(11):1479-1488.
- (85) Fraser A, Vallow J, Prseton A, Cooper G. Predicting "normal" grip strength for rheumatoid arthritis patients. *Rheumatology* 1999;38:521-8.

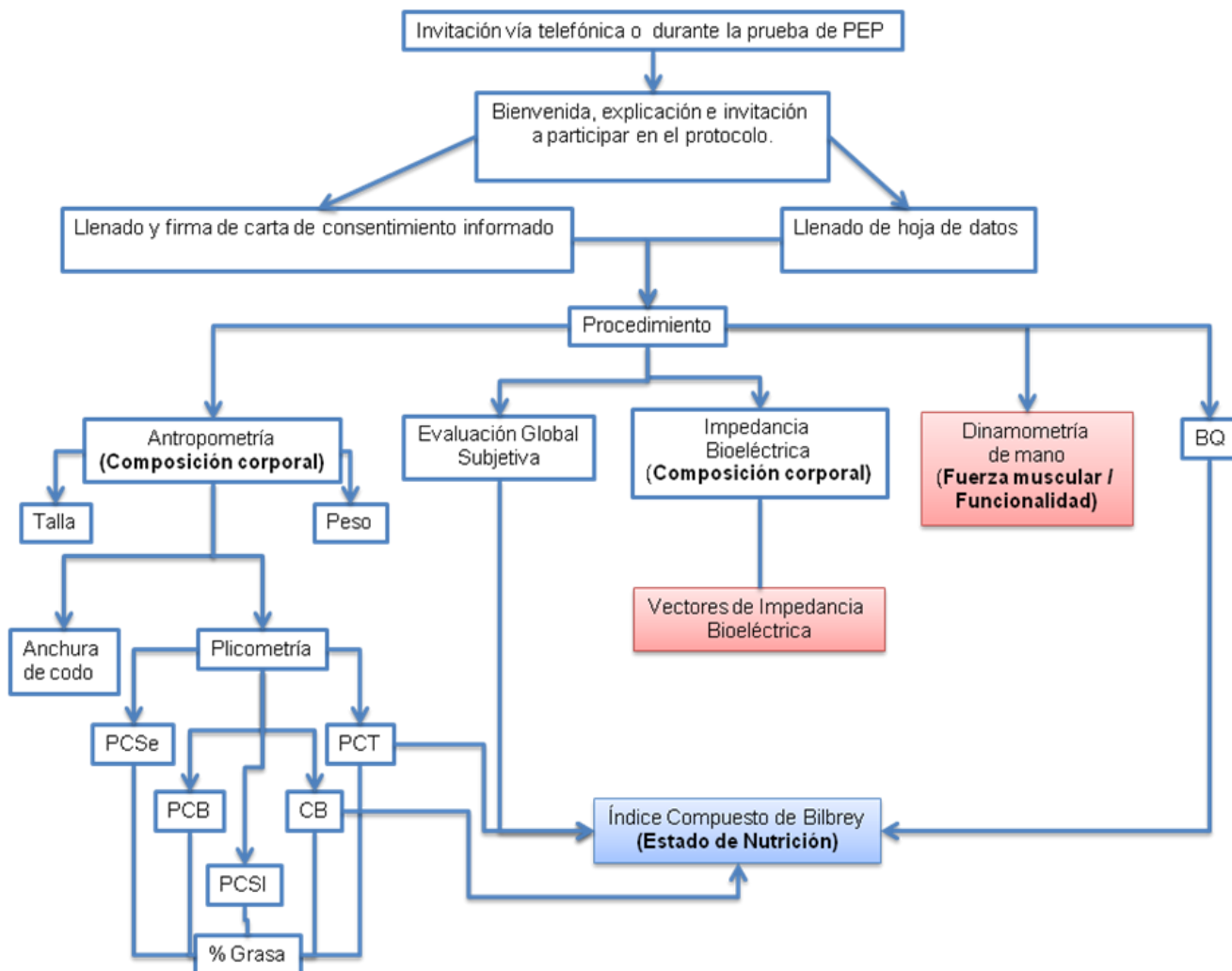
- (86) Chaisson CE, Zhang Y, Sharma L, Kannel W, Felson DT. Grip strength and the risk of developing radiographic hand osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism* 1999;42(1):33-8.
- (87) Bohé J, Rennie MJ. Muscle protein metabolism during hemodialysis. *Journal of Renal Nutrition* 2006;16(1):3-16.
- (88) Dong J, Li Y, Lu X, gan H, Zuo L, Wang H. Correlations of lean body mass with nutritional indicators and mortality in patients on peritoneal dialysis. *Kidney International* 2008;73:334-40.
- (89) Gordon PL, Sakkas GK, Doyle JW, Shubert T, Johansen KL. Relation between vitamin D and muscle size and strength in patients on hemodialysis. *Journal of Renal Nutrition* 2007;17(6):397-407.
- (90) Mitch WE. Proteolytic mechanisms, not malnutrition, cause loss of muscle mass in kidney failure. *Journal of Renal Nutrition* 2006;16(3):2208-211.
- (91) Paegels S, Heiwe S. Nutritional status and handgrip strength in predialysis patients. *Journal of Renal Care* 2006;32(3):151-5.
- (92) Rosenblun-Branz N, Newton RA. Hand function in patients on maintenance hemodialysis. *Physical Therapy* 198;68(7):1092-7.
- (93) Wang AYM, Sea MMM, Ho ZSY, Lui SF, Li PKT, Woo J. Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005;81:79-86.
- (94) Heimbürger O, Qureshi AR, Blaner WS, Berglund L, Stenvinkel P. Hand-grip strenght, lean body mass, and plasma proteins as markers of nutritional status in patients with chronic renal failure close to start of dialysis therapy. *American Journal of Kidney Diseases* 2000;36(6):1223-5.
- (95) Macdonald JH, Phanish MK, Marcora SM, Jibni M, Bloodworth LLO, Holly JMP, et al. Muscle insuline.like growth factor status, body composition, and functional capacity in hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition* 2004;14(4):248-52.
- (96) Constantin-Teodosi D, Young S, Wellock F, Short AH, Burden RP, Morgan AG, et al. Gender and age differences in plasma carnitine, muscle strength,

- and exercise tolerance in hemodialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* 2002;17:1008-13.
- (97) Qureshi AR, Alvestrand A, Danielsson A, Divino-Filho JC, Gutierrez A, Lindholm B, et al. Factors predicting malnutrition in hemodialysis patients: A cross-sectional study. *Kidney International* 1998;53:773-82.
- (98) Norman K, Pirlich M, Sorensen J, Christensen P, Kemps M, Schütz T, et al. Bioimpedance vector analysis as a measure of muscle function. *Clinical Nutrition* 2009;28:78-82.
- (99) National Health and Nutrition Examination Survey III. Body measurements. 1988.
- (100) Chertow GM, Lazarus JM, Lew NL, Ma L, Lowrie E. Bioimpedance norms for the hemodialysis population. *Kidney International* 1997;52:1617-21.
- (101) Hain Howen W. Medidas antropométricas y análisis de la composición corporal. In: Mataresse LE, Gottschlich MM, editors. *Nutrición clínica práctica*. Madrid, España: Elsevier; 2004. p. 41.
- (102) Detsky AS. What is subjective global assessment of nutritional status? *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 1987;11:8-13.
- (103) Kalantar-Zadeh K, Kleiner M, Dunner E, Lee GH, Luft FC. A modified quantitative subjective global assessment of nutrition for dialysis patients. *Nephrology Dialysis Transplantation* 1999;14:1932-8.
- (104) Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *Journal of Applied Physiology* 1997;83(5):1581-7.
- (105) Wang AY, Sea MM, Ho ZS, Lui SF, Li PK, Woo J. Evaluation of handgrip strength as a nutritional marker and prognostic indicator in peritoneal dialysis patients. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005;81:79-86.
- (106) Mc Parland C, Resch E, Krishnan B, Wang Y, Cujec B, Gallagher CG. Inspiratory muscle weakness in chronic heart failure: role of nutrition and electrolyte status and systemic myopathy. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1995;151:1101-7.

- (107) Mushnick R, Fein PA, Mittman N, Goel N, Chattopadhyay J, Avram MM. Relationship of bioelectrical impedance parameters to nutrition and survival in peritoneal dialysis patients. *Kidney International* 2003;64:S53-S56.
- (108) Lohman T RAMR. Anthropometric standardization reference manual. Illinois, EU: Human Kinetics Books; 1991.
- (109) Frisancho R. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1981;34:2540-5.
- (110) Frisancho R. New standards of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1984;40:808-19.

ANEXOS

Anexo 1. Árbol de decisión



**CB: Circunferencia de brazo; PCB: Pliegue cutáneo bicipital; PCT: Pliegue cutáneo tricipital; PCSe: Pliegue cutáneo subescapular; PCSi: Pliegue cutáneo suprailiaco; BQ: Análisis Bioquímico

Anexo 2. Carta de consentimiento informado

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán

Consentimiento Informado para Participar en un Estudio de Investigación Médica

Fuerza muscular y su asociación con la composición corporal y el estado de nutrición en el paciente con Insuficiencia Renal Crónica en diálisis peritoneal

L.N. María Fernanda Carrillo Vega

Nombre del paciente _____

Esta usted cordialmente invitado a participar en este estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este procedimiento se conoce como consentimiento informado, Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto del estudio.

Una vez que haya comprendido el estudio, si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esa forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

Justificación del estudio: Conocer la composición corporal de los pacientes con insuficiencia renal crónica en diálisis es fundamental para el adecuado diagnóstico del estado nutricional. Una vez que se conoce la composición corporal, la prescripción adecuada de la dosis de diálisis y de la dieta, mejorará el estado general del paciente. Es por ello, que se considera importante analizar la fuerza muscular en el paciente renal, con el objetivo de encontrar una técnica de composición corporal más rápida, sencilla y económica que facilite al personal de la salud un diagnóstico adecuado de su estado de salud.

Objetivos del estudio: A usted se le está invitando a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivos analizar la fuerza muscular, por medio de dinamometría de mano y la composición corporal, por medio de impedancia bioeléctrica, de los pacientes con insuficiencia renal en diálisis de éste hospital.

Beneficios del estudio: El conocer la fuerza que ejerce su brazo sobre el dinamómetro nos habla de su estado de nutrición, con ello, tendremos la posibilidad de planificar un

mejor plan de tratamiento para mejorar su estado general de salud. Este estudio, permitirá en un futuro, que sea más fácil identificar la composición corporal del paciente y con ello su estado de nutrición, permitiendo que otros pacientes se beneficien de una técnica de análisis de la composición corporal más sencilla, rápida y económica, logrando obtener un mejor diagnóstico de su estado de salud general y de ésta manera, lograr una mejora en el tratamiento de su enfermedad.

Procedimiento de estudio: En caso de que usted acepte participar con nosotros, se le realizará pruebas muy sencillas, que no implican esfuerzo máximo ni dolor. Comenzando con una serie de preguntas breves, medición de talla y peso, toma de pliegues cutáneos, que es una técnica que consiste en prensar un poco su brazo para medir su masa grasa, realización de la bioimpedancia, que se lleva a cabo con un aparato llamado impedanciómetro y consiste en colocar dos electrodos en la muñecas y dos en los pies y la dinamometría de mano, que es una técnica realizada por medio de un aparato llamado dinamómetro que mide la fuerza que ejerce su mano sobre el mismo.

Aclaraciones

1. Su decisión de participar en el estudio es totalmente voluntaria.
2. No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación.
3. Si decide participar en el estudio, puede retirarse en el momento que lo desee, informando las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad.
4. Su participación es voluntaria, no recibirá pago por su participación.
5. En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo.
6. La información obtenida en este estudio, será mantenida con estricta confidencialidad.
7. Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado anexa a este documento.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser difundidos o publicados con fines científicos. Convengo a participar en este estudio de investigación.

Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante o del padre o tutor

Fecha

Testigo

Fecha

Esta parte debe ser completada por el investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas e la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar la investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador

Fecha

Anexo 3. Hoja de datos del paciente.

INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR ZUBIRÁN

Departamento de Nefrología y Metabolismo Mineral

Fuerza muscular y su asociación con la composición corporal y el estado de nutrición en el paciente con Insuficiencia Renal Crónica en diálisis peritoneal

Nombre del paciente: _____ Registro: _____ ID: _____
 Apellido paterno Apellido materno Nombre (s)

Teléfono de contacto: _____ Fecha de nacimiento: _____ Fecha de inclusión: _____ Próxima cita: _____

Edad: _____ Tiempo en DP: _____ Esquema de diálisis: _____

DM () Tiempo con DM: _____ ECV () Tiempo con ECV: _____ Otros diagnósticos: _____

Furosemina () Dosis: _____ AINEs () Dosis: _____ Otros medicamentos: _____

Antropometría

Peso	
Talla	
IMC	

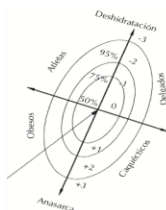
Bioquímicos

Albúmina	
Leucocitos	
Linfocitos	
CTL	

Impedancia

Resistencia	
Reactancia	
°F	
R/H	
Xc/H	

Diagnóstico según vector



Plicometría

Anchura de codo	
CB	
PCB	
PCT	
PCS	
PCSi	
CMB	
AMB	
% Grasa corporal	

Índice Compuesto de Bilbrey

--	--

Dinamometría de mano

Mano	Dominante	1	2	3
Derecha				
Izquierda				

EGS

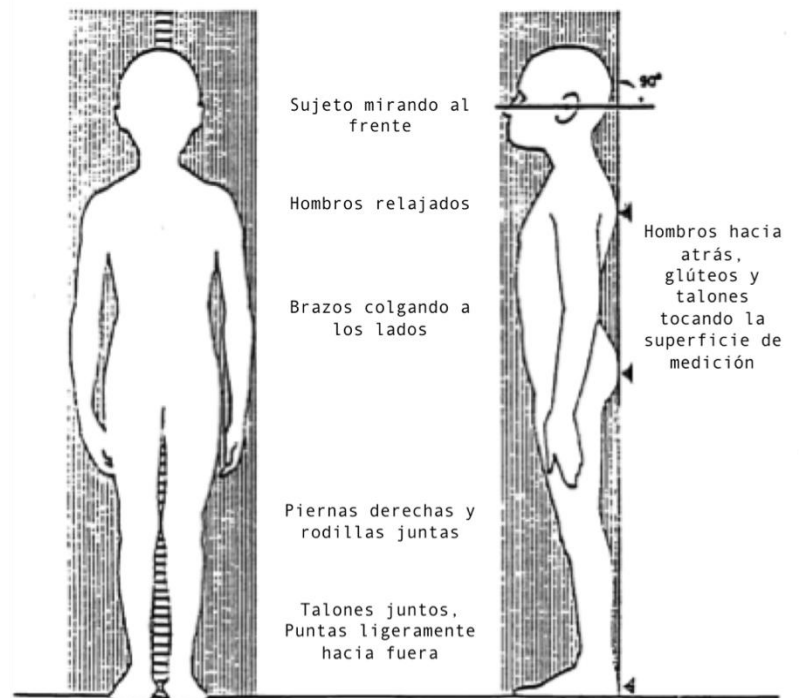
Bien nutrido	
Desnutrición leve/moderada	
Desnutrición grave	

Lic. Nut María Fernanda Carrillo Vega

Anexo 4. Procedimiento para la medición de antropometría

A. Talla.

- Pedir al participante que se retire el calzado y accesorios de la cabeza y que se coloque en bipedestación con talones pegados a la pared y juntos, puntas ligeramente despegadas; glúteos y rodillas extendidas y parte superior de la espalda apoyada al estadímetro.
- Solicitar al participante fije la mirada al frente con la cabeza colocada en el plano de Frankfort (El arco orbital del ojo en alineación horizontal con la parte superior de la oreja).
- Realizar la medición tocando la cabeza del paciente con la barra horizontal del estadímetro, presionando suavemente.
- Realizar la lectura de la talla en centímetros, al final de una respiración profunda (Lohman), en la posición exacta marcada por el estadímetro.
- La talla se registra en el formato del paciente en centímetros (cm).



Extraído de NANHES III ⁽⁹⁹⁾

B. Peso.

- a. Colocar la báscula en una superficie firme y plana. Solicitar al participante que se retire el calzado, ropa de abrigo y cualquier accesorio que pueda alterar la medición (cinturón, reloj, celular, entre otras).
- b. Antes de que el participante se coloque en la báscula, verificar que la pantalla marque 0 y que la escala de medición se encuentre en kilogramos (Kg).
- c. Solicitar al participante que se sitúe sobre la báscula en bipedestación, con los talones ligeramente separados y las puntas de los pies apuntando ligeramente hacia afuera, formando una “V” con los pies. Deberá mantener la vista fija en plano horizontal, brazos y manos descansando lateralmente al cuerpo. Indicarle seguir en la posición hasta que se le indique que puede bajar de la plataforma de la báscula.
- d. Registrar en el formato de participante su peso en kilos (K) incluyendo gramos (g) que registre la báscula.

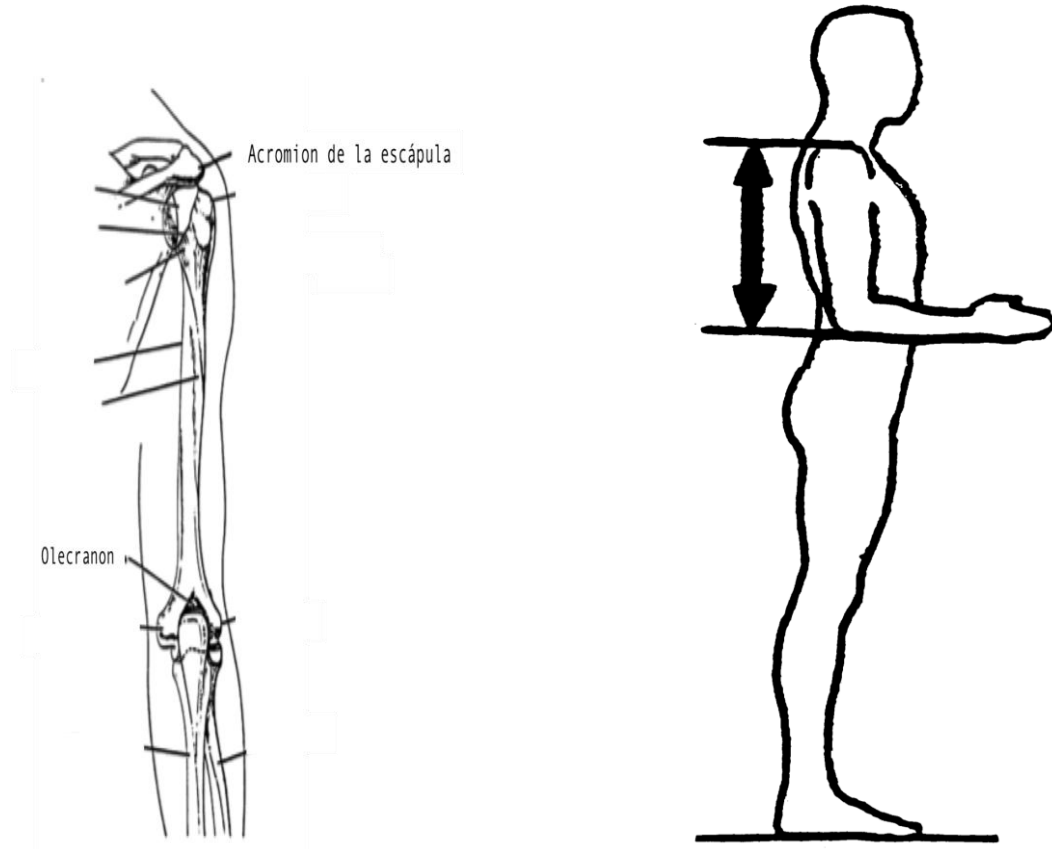
C. Anchura de codo

- a. Levantar el brazo derecho del sujeto de tal forma que el antebrazo quede flexionado 90° y paralelo al cuerpo.
- b. Colocarse frente al participante, de tal manera que se facilite palpar el epicóndilo medio y lateral del húmero (las dos protuberancias óseas situadas al lado del codo). Colocar el vernier con las astas abiertas, ajustándolas a estos huesos y presionando ligeramente.

D. Circunferencia media de brazo.

- a. Medir la longitud del brazo, con el antebrazo doblado hacia delante, con la palma hacia dentro y los dedos extendidos.
- b. Colocar la cinta en el vértice superior de acromion del omóplato hasta el olecranon de cúbito y marcar la mitad de brazo.

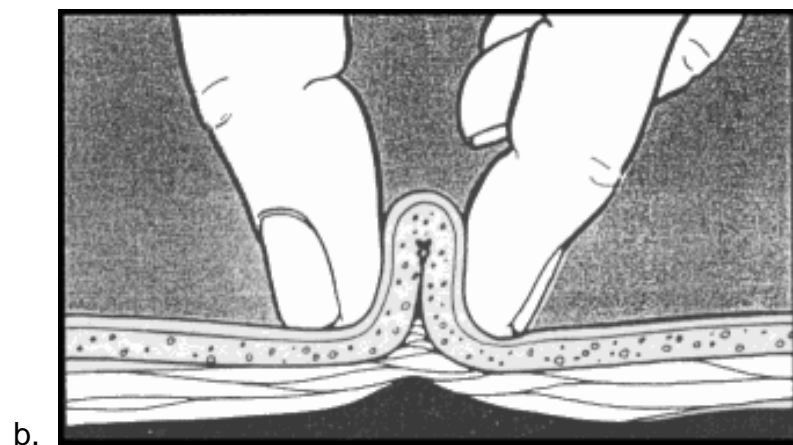
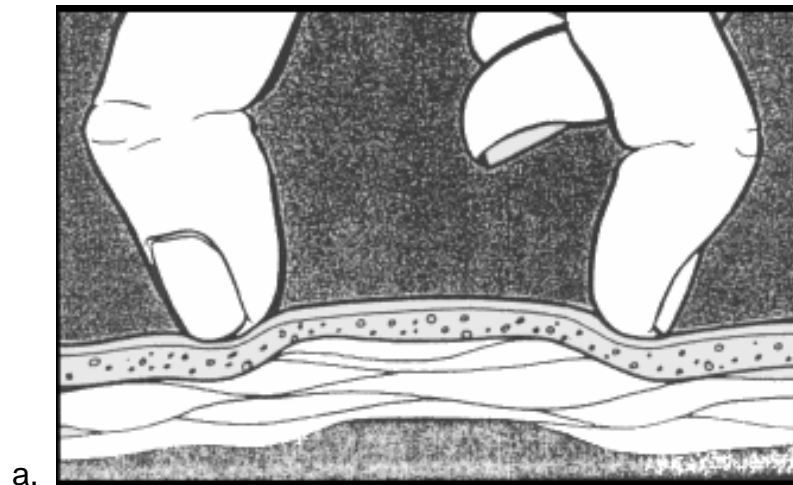
- c. Realizado lo anterior, el brazo se estira y relaja al costado, pasando una cinta métrica horizontalmente al brazo, sin presionar; en este momento se realiza la medición por triplicado (Lohman).
- d. El valor de la circunferencia se registrará en el formato del paciente en milímetros (mm).



Extraído de NANHES III⁽⁹⁹⁾

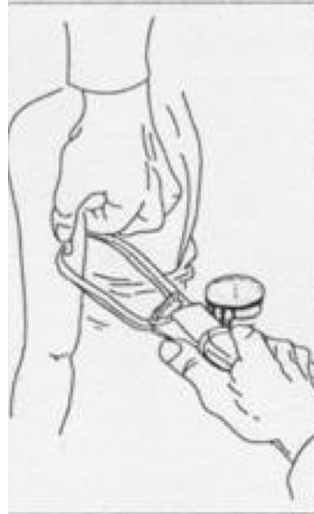
Anexo 5. Toma de pliegues cutáneos.

- A. Explicar el funcionamiento del plicómetro y los objetivos de la plicometría al paciente antes de iniciar la medición.
- B. Se ubican los sitios de medición y el sitio de tejido blando, en donde se tomará el pliegue.
- C. Se debe pellizcar de manera que se tome una doble porción de piel más el tejido adiposo subcutáneo. Se mantiene presión entre el dedo pulgar y el índice, teniendo cuidado de no presionar tejido muscular. Se le puede pedir al paciente que contraiga el músculo para estar seguro de que solamente se toma piel y tejido adiposo.



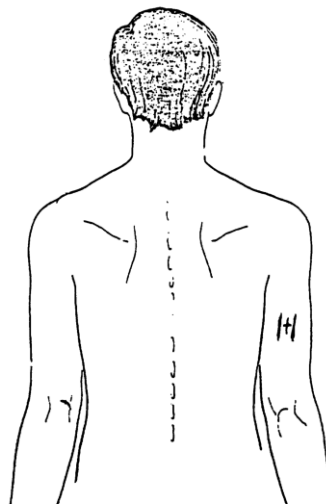
Extraído de Lohman 1991⁽¹⁰⁸⁾

D. El plicómetro se coloca a 1 cm de distancia por la parte inferior del dedo índice y pulgar, en un pliegue vertical. Las puntas del calibrador deben ubicarse a una profundidad de la mitad de la uña del dedo. La medición se realiza después de haber aplicado la presión total del plicómetro (Lohman).



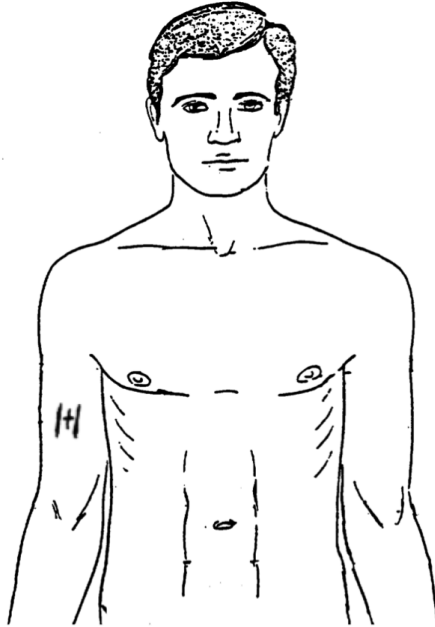
Extraído de Lohman 1991⁽¹⁰⁸⁾

E. *Pliegue tricipital*. El brazo se tiene que colgar ligeramente a un costado. Se toma a la altura del punto medio del brazo. Se toma con el dedo pulgar y el índice izquierdo en la marca de corte posterior señalada sobre la línea media acromial-radial. El pliegue es vertical y paralelo al eje longitudinal del brazo.



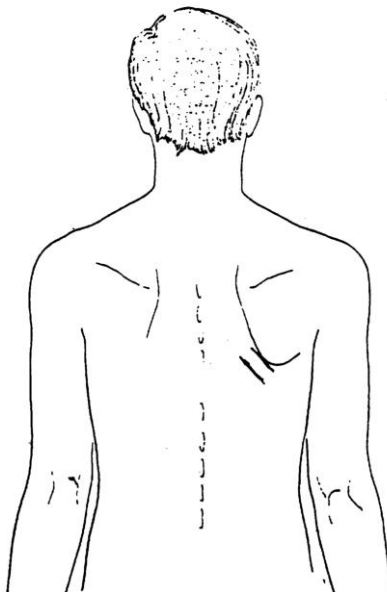
Extraído de NANHES III⁽⁹⁹⁾

F. *Pliegue bicipital*. Se mide el pliegue vertical, en la parte media frontal del brazo directamente arriba de la fosa cubital, al mismo nivel del pliegue tricipital y de la marca del punto medio del brazo.



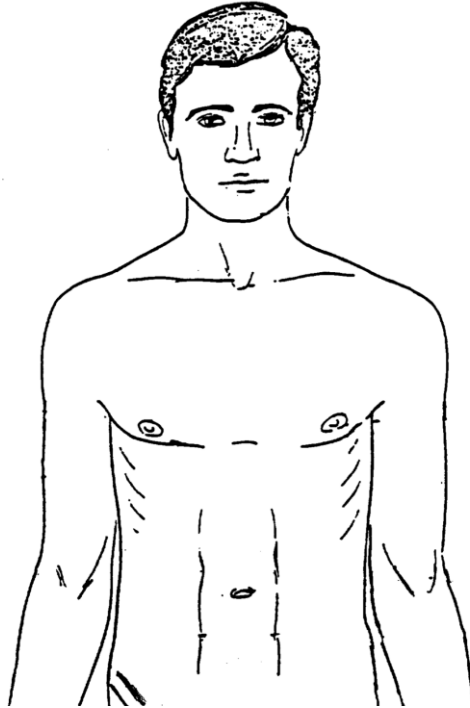
Extraído de NANHES III⁽⁹⁹⁾

G. *Pliegue subescapular*: Se mide el pliegue diagonal inclinado a 45° del plano horizontal de la línea clavicular, justo por debajo del ángulo de la escápula.



Extraído de NANHES III⁽⁹⁹⁾

H. *Pliegue suprailiaco*: Se mide el pliegue por arriba de la cresta iliaca, en la línea axilar media y a 45° en dirección a los genitales.



Extraído de NANHES III(99)

I. El valor de los pliegues se registrarán en el formato del paciente en milímetros (mm).

Anexo 6. Procedimiento para la determinación de impedancia bioeléctrica.

- A. Explicar el funcionamiento del impedanciometro y los objetivos de la IBE al paciente antes de iniciar la medición
- B. Se solicitará al paciente se coloque en posición supina, con los brazos y las piernas separados del cuerpo y las palmas de las manos hacia abajo. El paciente deberá permanecer en ésta posición durante 5 minutos.
- C. Los electrodos se ubicarán en par en las extremidades derechas, situados en el dorso de la mano y el pie próximos a las articulaciones falange-metacarpales y falange-metatarsiales y en la apófisis estiloide de la muñeca y entre el maleolo medial y lateral del tobillo, por los cuales se introduce una corriente multifrecuencia.
- D. Se registrarán los valores de resistencia, y reactancia.

Anexo 7. Evaluación Global Subjetiva (EGS)

La Evaluación Global Subjetiva (EGS)⁽¹⁰²⁾ se utiliza para evaluar el estado nutricional de los pacientes. Es un método clínico para valorar los parámetros sintomáticos, físicos y los relacionados con la historia clínica del paciente. Los pacientes son clasificados según su estado de nutrición en:

- A. Estado nutricio adecuado
- B. Desnutrición leve a moderada
- C. Desnutrición severa

Para llegar al diagnóstico, es necesario realizar una breve entrevista basada en la historia clínica del paciente y una exploración física rápida y poco invasiva.

Historia clínica

Basada en las respuestas del paciente en torno al cambio de peso durante los últimos 6 meses y últimas 2 semanas, cambios en la ingesta de alimentos, presencia de síntomas gastrointestinales y deterioro funcional secundario a cambios en el estado de nutrición.

La exploración física se basa en la pérdida aparente de grasa subcutánea, evaluada a partir de:

- a. Ojos hundidos
- b. Piel colgante alrededor de ojos y mejillas.
- c. Depósitos de grasa: Para detectar los depósitos de grasa se pellizca la piel en la posición del tríceps y bíceps, cuidando no incluir el músculo. Si durante el pellizco se sienten los dedos, la pérdida de grasa es importante. y presencia de edema.

El siguiente punto a evaluar, será la pérdida de masa muscular, que se evalúa por medio de la exploración de:

- a. Sien. Esta exploración será visual, buscando la presencia de depresiones evidentes de la sien que reflejan pérdida de masa muscular.
- b. Clavícula. Examinar la línea de la clavícula, buscando depleción de la masa muscular, que se refleja entre mayor sea la prominencia del hueso. En una persona bien nutrida, la clavícula no debe ser visible, sin embargo, en una mujer bien nutrida, la clavícula puede ser ligeramente visible.

- c. Hombros. El paciente deberá colocar los brazos extendidos a ambos lados del cuerpo. Los hombros de un paciente con desnutrición grave son cuadrados, mientras que los pacientes con estado de nutrición adecuado, tienen los hombros redondeados especialmente en el punto de unión del cuello y la espalda. Los pacientes con desnutrición leve o moderada muestran algunos signos de pérdida muscular y aunque los hombros no sean cuadrados, la protrusión del acromion puede ser evidente.
- d. Escápula. Al perder masa muscular alrededor de la escápula, éste hueso será cada vez más visible. Las depresiones alrededor del omoplato son signos de desnutrición grave.
- e. Costillas. Indica al paciente que empuje algún objeto para observar si existen depresiones entre ellas. Las costillas de los pacientes con desnutrición serán claramente visibles. Los arcos costales de un paciente moderadamente desnutrido pueden ser visibles, pero las depresiones no serán muy profundas.
- f. Dorso de la mano. Debe examinarse el dorso de la mano, entre el dedo índice y el pulgar, donde se encuentra el músculo inter óseo. Se pide al paciente que presione los dedos. Normalmente éste músculo sobresale al presionar, si existe reducción muscular, ésta zona puede aparecer sana o deprimida. Un ósculo inter óseo plano en hombres puede reflejar desnutrición, caso contrario de las mujeres, en quienes no siempre se refleja tal estado.
- g. Cuadriceps. El paciente debe sentarse y apoyar una pierna en algún mueble bajo. Explorar el cuadriceps para diferenciar el tejido adiposo. El cuadriceps de una persona desnutrida está disminuido. A reducción muscular de un paciente con desnutrición leve o moderada no es tan evidente, por lo que se debe buscar una pequeña depresión a lo largo de la parte interior del muslo.
- h. Músculo de la pierna. Palpar los gemelos de la pantorrilla para determinar la cantidad de tejido. Los pacientes con desnutrición grave muestran una clara reducción de tejido.

Finalmente, se realiza una exploración en torno al maléolo y a la región del sacro, con el objetivo de verificar la existencia de edema. La búsqueda de edema en la región

sacra es recomendable en aquellos pacientes que tengan una actividad restringida. El tobillo es el mejor punto para identificar edema en pacientes con movilidad.

Evaluación Global Subjetiva

Nombre: _____ Registro _____ Cama _____
 Fecha _____

a) Historia clínica

1. *Cambios de peso*
 Variación en últimos 6 meses _____ Kg
 Variación porcentual aumento-pérdida < 5 %
 pérdida 5-10 %
 pérdida >10 %
 Variación en últimas 2 semanas aumento
 ninguna
 pérdida

2. *Alimentación*
 Variaciones en la ingesta Si No
 Duración _____ semanas
 Tipo dieta sólida subóptima
 dieta completa líquida
 líquidos hipocalóricos
 hambre

3. *Síntomas gastrointestinales*
 ninguno
 náuseas
 vómito
 diarrea
 anorexia

4. *Deterioro funcional debido a desnutrición*
 Deterioro global ninguno
 moderado
 grave
 Variación en últimas 2 semanas mejora
 ninguna
 empeoramiento

b) Exploración física

5. *Evidencia de:*
 1) Pérdida de grasa subcutánea
 Debajo del ojo Biceps Tríceps
 2) Pérdida de masa muscular
 Sienes Clavícula Omóplato
 Espalda alta Costillas Hombros
 Cuadricéps Pantorrilla Dorso de mano
 3) Edema Sacro Tobillo

Clasificación		
A	B	C

Normal	Leve	Moderada	Grave

Clasificación global

- A. Bien nutrido B. Desnutrición leve/moderada C. Desnutrición grave

Anexo 8. Procedimiento para la determinación de dinamometría de mano.

- A. Explicar el funcionamiento del dinamómetro al paciente antes de iniciar la medición.
- B. Colocar la guja o indicador del dinamómetro en cero. Ajustar el dinamómetro de manera que sea posible que el participante pueda colocar la palma de la mano sobre el mango del dinamómetro y la segunda falange de los últimos cuatro dedos debajo de la otra rama del mango.
- C. Tomar la medición con el sujeto de pie, con los brazos en posición de descanso, laterales al cuerpo sin tocarlo. Codos ligeramente doblados.
- D. Indicar al participante que tome el dinamómetro en línea recta con el antebrazo, dejándolo colgar sin que toque el muslo. Pedir al sujeto que apriete el dinamómetro con la mayor fuerza posible. Se deberá hacer hincapié al paciente para que no apriete más de una vez en cada medición. Es necesario evitar motivar demasiado al participante para evitar sesgar el resultado.
- E. Realizar tres mediciones en ambas manos, de manera alternada. Dejar un periodo de reposo de 10-20 segundos entre cada medición para evitar la fatiga.
- F. El reporte se hace en kilogramos (Kg). Se reportará la medición más alta.



Anexo 9. Estudios de dinamometría de mano en diferentes poblaciones

Autor	Localidad	Población	N	Edad	Dinamómetro	Mano	Técnica	Valor reportado
Alfaro 2006	Texas, Nuevo México, Colorado, Arizona y California	Ancianos México-Americanos	2160	71.9 (DE 5.9)	Dinamómetro hidráulico Jaymar modelo #5030J1- J.A. Corp	No se reporta	2 mediciones. La técnica no se reporta.	Máximo de 2 mediciones
Rantanen 1998	Honolulu	Japoneses-Americanos	8006 (examen 1). 3080 (examen 2).	Examen 1 (45-68), Examen 2 (71-96)	Dinamómetro de mano Smedley	Ambas	Tres mediciones para cada mano, alternada. Breve pausa entre mediciones.	Máximo de 3 mediciones
Bautmans 2007	Bélgica	Ancianos Bélgica	40 (15 m, 25 h).	7±5	Vigorímetro Martin	Ambas	3 mediciones para cada mano. Sentado, brazo recargado, codo flexionado a 90°, antebrazo en posición neutral.	Máxima de 3 mediciones
Bohannon 2007	Connecticut	Meta-análisis	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Gale 2007	Gran Bretaña	Ancianos	800	74.7±5.8 (h) 74.4±6.1 (m)	Isométrico	Ambas	No se reporta	Máxima de 6 mediciones
Ali 2008	Ohio	Crítico	136	57.7 6+15.5	Jamar	Dominante	Tres mediciones. Sentado, brazo recargado, codo flexionado a 90°, antebrazo en posición neutral.	Máximo de 3 mediciones
Hunt 1985	Houston	Quirúrgico	205	45+17	Dinamómetro de un solo resorte	No-dominante	Tres mediciones.	Máximo de 3 mediciones y reportado como porcentaje del estándar (comparación con tablas de referencia)

Klidjian 1980	EEUU	Quirúrgico	225		Dinamómetro de un solo resorte	No-dominante	Tres mediciones.	Máximo de 3 mediciones y reportado como porcentaje del estándar (comparación con controles)
Webb 1989	Reino Unido	Quirúrgico	247 (sanos)		Dinamómetro mecánico Duffield Medical	No-dominante	Tres mediciones .	Máximo de 3 mediciones
	Reino Unido	Quirúrgico	119 (sanos)		Dinamómetro mecánico Duffield Medical	Dominante	Tres mediciones	Máximo de 3 mediciones
	Reino Unido	Quirúrgico	90 (quirúrgicos)		Dinamómetro mecánico Duffield Medical	No-dominante	Tres mediciones	Máximo de 3 mediciones
Constantin 2002	Reino Unido	HD	114	59 + 2	Isométrico	Dominante	Mano en el centro, apretar durante 3 seg. Mínimo. Cinco intentos dejando 1 segundo entre cada uno.	Máximo de 5 mediciones
Momen 2005	Pensylvania	Trasplantados	11 controles 7 casos	Controles 44+ 4, Casos 50+5.	No se reporta	No dominante	1. Ejercicio estático fatigante: Fuerza al 40%, repeticiones seguidas hasta agotarse. 2. Ejercicio de fuerza estática: Fuerza al 10, 30, 50 y 70% con 1 minuto entre cada repetición.	Máximo de mediciones
Paegels 2006	Estocolmo	Prediálisis	112	63+15	Takei	Dominante	Parado, brazo colgado al costado del cuerpo. Tres repeticiones.	Máximo de 3 repeticiones.
Rosenblum 1988	Virginia	HD	31 (21 h, 9 m)	37 (20-57)	Dinamómetro hidráulico	Ambas	24-48 hs antes de la sesión. Tres repeticiones con 2 minutos de reposo.	Promedio de 3 repeticiones
Wang 2005	Hong Kong	DP	233 (120 H, 113 M)	55+12	Smedly	No dominante	Tres repeticiones	Máxima de 3 mediciones

Stenvinkel 2002	Suecia	DP	206 (126 h, 80 m)	56+1	Harpenden	Ambas	Tres repeticiones. En caso de tener fístula arterio-venosa, la medición se realiza en el lado contrario a ésta.	Máxima de 3 mediciones
Heimbürger 2000	Suecia	Prediálisis	115 (69 h, 46m)	52+12	Harpenden	Ambas	No se reporta	Máxima de 3 mediciones. Para fístulas, dato de la dominante.
Qureshi 1998	Suecia	HD	128 (76 h, 52 m)	65	Harpenden	Ambas	Tres mediciones con fuerza máxima	Máxima de 3 mediciones
Konings 2003	Suecia	DP	40 (29 h, 11 m)	54.2+12.1	Harpenden	Dominante	Tres mediciones con fuerza máxima	Máxima de 3 mediciones
Stewart 2006	EEUU	Sana	16	20-27	Lafayette	Izquierda	Dos repeticiones en la primer prueba; 1 medición sostenida, qe simila fuerza máxima.	No se reporta, sólo se utiliza dinamometría como ejercicio para medir TA
Luna 2004	España	Sana	517	17-97	No se reporta	Ambas	Tres repeticiones consecutivas	Máximo de tres
Mateo 2008	España	Sana	2270	62 hombres y 55 mujeres	Druck	Ambas	De pie, brazo colgado paralelo al cuerpo, sin apoyo y ejerciendo la fuerza máxima.	Máximo y promedio de dos
Mitsionis 2009	Grecia	Sana	232	39.8	Jamar	Ambas	Sentado, brazo recargado, codo flexionado a 90°, antebrazo en posición neutral. Tres repeticiones con 1 minuto intermedio.	Máxima de tres. Se ha reportado que si la medición se reporta, se debe de reportar el valor máximo, no el promedio.

Norman 2009	Alemania	No sanos	Berlin: 281 (123 h, 158 m), Copenhagen 82 (49 h, 33 m)	63.9+16.2	Electrónico	No dominante	Sentado, brazo recargado, codo flexionado a 90°, antebrazo en posición neutral. Tres repeticiones con 30 segundos intermedio. Valores convertidos de N a Kg para el electrónico	Máximo de tres
	Alemania	No sanos		60.2+14.9	Jamar	Dominante		Máximo de tres

Anexo 10. Índice Compuesto de Bilbrey

El índice utilizado debe ser modificado del original para eliminar los datos de transferrina, ya que no es una prueba de rutina y el dato no se tiene disponible para los pacientes.

- A. En base a los datos de peso, talla, pliegue cutáneo tricipital y circunferencia de brazo obtenidos en las pruebas antropométricas, calcular los datos de % de peso / talla, % de PCT y % de CMB en base a las tablas de normalidad de Frisancho^(109;110).
- B. Reportar los últimos datos bioquímicos de leucocitos, linfocitos y albúmina que se le hayan realizado al paciente. Los datos no deben ser de más de tres meses atrás y se obtienen en el sistema de información interno del Instituto Nacional de Nutrición (SIPAM).
- C. Calcular la cuenta total de linfocitos a partir de los datos de leucocitos y linfocitos.
- D. Asignar a cada parámetro una puntuación de:
 - a. Tres si el parámetro es normal.
 - b. Cuatro para leve.
 - c. Cinco para moderado.
 - d. Seis para severo.

Puntuación	Leve 4	Moderada 5	Severa 6
Peso/talla (%)	80-90	70-80	<70
PCT (%)	80-90	60-79	<60
CB (%)	80-90	60-79	<60
CMB (%)	80-90	60-79	<60
Albúmina sérica	3-3.5	2.5-3	<2.5
Cuenta total de linfocitos (mm ³)	1200-1500	900-1200	<900
Evaluación global subjetiva	4	5	5

Extraído de Espinosa 2001⁽³⁰⁾

E. De acuerdo a la puntuación obtenida, el diagnóstico nutricional será:

Diagnóstico nutricional	Puntuación
Normal	Menor o igual a
Desnutrición leve	25
Desnutrición moderada	26 – 28
Desnutrición severa	29 – 31
	32 o mayor