



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD
EPIDEMIOLOGIA

CAMBIOS EN EL PESO, FUERZA MUSCULAR Y AGUA CORPORAL EN
PACIENTES CON INSUFICIENCIA CARDIACA CRÓNICO ESTABLE Y SU
ASOCIACIÓN CON EL ESTADO CLÍNICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTA:
CIRA SANTILLÁN DÍAZ

TUTORES PRINCIPALES
DRA. EN C. LILIA CASTILLO MARTINEZ
ADSCRITO AL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN
SALVADOR ZUBIRAN
DR. ARTURO OREA TEJEDA
ADSCRITO AL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN
SALVADOR ZUBIRAN

MÉXICO, D. F. NOVIEMBRE 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	6
MARCO TEÓRICO.....	8
INSUFICIENCIA CARDIACA.....	8
Definición.....	8
Epidemiología.....	8
Clasificación	9
Etiología.....	10
Fisiopatología	11
Tratamiento.....	12
EVALUACIÓN NUTRICIONAL	15
Composición Corporal.....	15
Composición corporal del adulto mayor	17
Métodos de medición de la composición corporal.....	19
Impedancia Bioeléctrica.....	20
Método de medición de la funcionalidad del músculo	23
Dinamometría	23
Composición Corporal en IC.....	23
PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	31
OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	37
a) Objetivo general	37
b) Objetivos específicos	37
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	37
HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	37
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	38
MODELO CONCEPTUAL.....	41
DISEÑO METODOLÓGICO	42
a) Tipo de Estudio	42
b) Población de estudio.....	42
c) Criterios de selección.....	42

PROCEDIMIENTO	44
PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	45
RESULTADOS.....	46
DISCUSION	53
CONCLUSIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

INDICE DE ANEXOS

Tabla 1.- Clasificación funcional de la NYHA.....	10
Figura 1.- Niveles y compartimentos de composición corporal.....	16
Tabla 2.- Porcentajes aproximados de cada compartimento respecto al peso corporal total en personas sanas	17
Figura 2.- Evolución de técnicas y modelos de composición corporal.....	20
Figura 3.- BIA vectorial con Grafo RXc.....	22
Tabla 3.- Sistematización de peso, agua corporal y fuerza	28
Figura 4.- Diagrama para estudio de cohorte	42
Tabla 4. Características basales generales de los sujetos de estudio	46
Tabla 5. Características clínicas y medicamentos basales de los sujetos de estudio.....	47
Tabla 6. Datos antropométricos de las mediciones basal y final.....	48
Tabla 7. Cambios en las variables de composición corporal y consumo de alimentos entre mediciones.	49
Tabla 8. Cambios en las variables clínicas entre mediciones.....	49
Tabla 9. Frecuencia de síntomas y clase funcional en la medición basal y final con base al deterioro.	50
Figura 5. Comparación de los cambios en la composición corporal y el deterioro o no de la clase funcional.	51
Figura 6. Asociación entre las combinaciones de cambio en la composición corporal y su estado clínico	52
Tabla 10. Regresión logística para determinar factores asociados al deterioro de la clase funcional (NYHA)	53
Tabla 11. Frecuencia de deterioro y caquexia con base en la clasificación del IMC.....	53
ANEXO 1.-Consentimiento informado	66
ANEXO 2.- HOJA DE VACIADO	67
ANEXO 4.-Técnica	72
ANEXO 5.-Técnica	73

RESUMEN

Antecedentes: La insuficiencia cardiaca (IC) es un síndrome clínico caracterizado por el deterioro progresivo de la capacidad del corazón para proporcionar un flujo sanguíneo adecuado al resto del organismo. Durante el desarrollo de esta enfermedad pueden surgir manifestaciones clínicas que contribuyen al deterioro funcional del paciente y al empeoramiento de su estado clínico. Así mismo, está asociada con el desarrollo de importantes cambios en la composición corporal como; la pérdida de peso y de masa magra, además del desequilibrio hídrico principalmente. Es por ello que en la evaluación nutricional de los pacientes con IC, es necesario que se realicen mediciones con instrumentos precisos, ya que la medición del peso y el cálculo del índice de masa corporal pueden proporcionar datos erróneos sobre la composición corporal, debido a que no consideran el estado hídrico del paciente. Por lo tanto, es importante considerar la combinación de técnicas, métodos e instrumentos para evaluar la composición corporal y con ello ayudar en el diagnóstico temprano de depleción muscular, adecuar el tratamiento y evitar el deterioro del estado clínico.

Objetivo: Determinar la asociación del estado clínico con los cambios en el peso, la fuerza y el agua corporal en pacientes con insuficiencia cardiaca crónica estable de la clínica de insuficiencia cardiaca del INCMNSZ (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán).

Material y Métodos: Se llevó a cabo un estudio de cohorte en el área de consulta externa de la Clínica de Insuficiencia Cardiaca del INCMNSZ de la Ciudad de México. Se reclutaron de forma consecutiva a los pacientes que cumplieron con los criterios de selección, se les realizó un interrogatorio y una evaluación nutricional. El estudio se llevó a cabo en un periodo aproximado de 6 meses, realizando dos mediciones a cada paciente, observando en la primera visita los datos basales y en la siguiente los cambios ocurridos. En cada visita se realizaron medidas antropométricas como peso, estatura, circunferencia de cintura, cadera y media de brazo. Para la medición de la fuerza muscular se utilizó un dinamómetro

de mano y la composición corporal se midió mediante el método de impedancia bioeléctrica multifrecuencia.

Resultados: Se obtuvieron las combinaciones de los cambios en los compartimentos corporales a partir de un aumento o disminución del 5% entre la medición basal y final. Con base a las combinaciones se obtuvo que los pacientes con disminución de fuerza, aumento o disminución de agua corporal total y extracelular e independientemente del aumento o disminución de peso deterioran más su estado clínico. El análisis de los factores asociados a deterioro mostró que las variables con los valores de riesgo más altos fueron: presencia de disfunción mixta (RR: 4.29, $p < 0.001$), disfunción diastólica (RR: 2.164, $p = 0.032$) y disminución de fuerza (RR: 2.158, $p = 0.005$).

Conclusiones: La medición de la fuerza muscular, agua corporal total y agua extracelular son de gran utilidad en la evaluación nutricional de los pacientes con IC para determinar deterioro, independientemente del comportamiento del peso corporal.

Palabras clave: Insuficiencia cardíaca, peso corporal, fuerza muscular, agua corporal total, agua extracelular y estado clínico.

INTRODUCCIÓN

La IC es un síndrome clínico ocasionado por el deterioro progresivo de la capacidad del corazón para proporcionar un flujo sanguíneo adecuado al resto del organismo. Es un problema mundial que actualmente se incrementa debido al aumento en la edad de la población y la mayor supervivencia de los pacientes que sufren alguna de las formas de cardiopatía isquémica. De acuerdo con los reportes del Sistema Nacional de Información en Salud las enfermedades cardiovasculares ocupan los primeros lugares dentro de las principales causas de muerte.

Durante el desarrollo de este síndrome, los pacientes presentan diversos cambios que propician el deterioro de su estado clínico. El desequilibrio hídrico y la pérdida del músculo esquelético son algunos de los cambios más importantes y se manifiestan con modificaciones en la composición corporal de los pacientes.

El peso es un método antropométrico que se utiliza en la evaluación de la composición corporal, sin embargo para la valoración de los pacientes con IC no es útil y adecuado si no se acompaña de otros métodos, debido a que por sí solo no identifica el cambio en la composición corporal por compartimento.

En el presente estudio se utilizó el método de Impedancia bioeléctrica multifrecuencia, además del peso, para la evaluación de la composición corporal de los pacientes, con la finalidad de identificar los cambios en la composición corporal por compartimento. Por otro lado se utilizó el método de dinamometría, para conocer la relación entre la funcionalidad del músculo y el aumento o la disminución de masa muscular.

La impedancia bioeléctrica es uno de los métodos más utilizados en los estudios para la medición de la composición corporal. Es barato, fácil de utilizar y no invasivo. Se ha observado que este instrumento debe emplearse con el método vectorial propuesto en 2002 por Piccoli y cols (1), en el caso particular de los pacientes con insuficiencia cardíaca u otras enfermedades cuya hidratación presenta desequilibrio.

Con los resultados del estudio se obtuvo información útil para la prevención de deterioro clínico a partir de los indicadores de la composición corporal, así como para el ajuste de tratamiento y para la promoción del uso de técnicas sensibles y baratas en la práctica clínica.

MARCO TEÓRICO

INSUFICIENCIA CARDIACA

Definición

La insuficiencia cardiaca es un síndrome clínico en el que los pacientes desarrollan signos y síntomas típicos debido a una cardiopatía estructural o funcional, caracterizada por el deterioro progresivo de la capacidad del corazón para proporcionar un flujo sanguíneo adecuado al resto del organismo, suministrar los nutrientes a los tejidos y satisfacer sus demandas metabólicas (2-5). El cuadro clínico típico de la IC se manifiesta por síntomas como falta de aire en reposo o durante el ejercicio, fatiga, cansancio y signos clínicos como taquicardia, taquipnea, estertores pulmonares, derrame pleural, plétora yugular venosa, retención hídrica, generalmente de miembros inferiores, y hepatomegalia (2).

Epidemiología

La IC es un problema mundial que parece incrementar en forma alarmante como resultado del aumento en la edad de la población y la mayor supervivencia de los pacientes que sufren alguna de las formas de cardiopatía isquémica. En México, de acuerdo con datos reportados en el Sistema Nacional de Información en Salud (SINAIS) en 2008, las enfermedades isquémicas del corazón ocupan el segundo lugar dentro de las principales causas de mortalidad en general y en la población mayor de 64 años. Con respecto a la IC, para el año 2004 se registraron 20,248 ingresos hospitalarios y para el año 2010 se registraron 25,149 ingresos. Por otro lado, se registraron 2,516 fallecimientos causados por IC y para el 2010 aumentó a 3,328 fallecimientos (25.26%) (6). En el INCMNSZ se registraron 1794 ingresos con diagnóstico de IC durante los años 2000 a 2011(7). En la Unión Americana se calcula que en el año 2002 había aproximadamente 4.7 millones de pacientes con manifestaciones clínicas y cada año se diagnostican 550 000 casos nuevos. La prevalencia entre los 50 y 59 años

de edad fue de 1% y alcanzó a más de 10% en las personas mayores de 80 años (8).

Datos de la Sociedad Europea de Cardiología mostraron en 2008 que de sus 900 millones de habitantes, representando 51 países, 15 millones de personas padecían IC (2).

Clasificación

En la IC se produce una disminución de la fuerza contráctil del corazón, si esta reducción culmina a su vez con un descenso del gasto cardiaco y perfusión tisular en forma aguda se le llama IC descompensada, dicho empeoramiento ocasiona la necesidad de hospitalización del paciente. Por el contrario, se conoce como IC compensada o crónica estable cuando se logran estabilizar los síntomas, a pesar tanto el gasto cardiaco como la perfusión tisular y el paciente se mantiene sin cambios en su estado clínico (2,9).

Otra clasificación de la IC la divide en derecha e izquierda y se refieren al daño ventricular derecho o izquierdo predominante, respectivamente, así mismo hace referencia a los síndromes que se presentan acompañados de congestión venosa sistémica o pulmonar, los cuales producen signos de edema periférico o pulmonar (2).

Finalmente, existe la clasificación de la New York Heart Association (NYHA), con base en el estado clínico del paciente, es decir el estado de salud en el que se encuentra un individuo al inicio, durante el desarrollo y al final de la enfermedad, mediante la medición de su capacidad funcional. Es muy utilizada en la práctica clínica y consiste en la jerarquización de 4 estadios o clases en función de los signos, síntomas y la discapacidad funcional física del paciente (Tabla 1)(2).

Tabla 1: Clasificación funcional de la (NYHA). Severidad basada en signos, síntomas y actividad física

Clase I	Sin limitación de la actividad física. El ejercicio físico normal no causa fatiga, palpitaciones o disnea.
Clase II	Ligera limitación de la actividad física, sin anomalías en reposo; la actividad física normal causa fatiga, palpitaciones o disnea.
Clase III	Limitación de la actividad física. Cualquier actividad física provoca la aparición de los síntomas.
Clase IV	Incapacidad de realizar actividad física: los síntomas de la insuficiencia cardiaca están presentes incluso en reposo y aumentan con cualquier actividad física.

Tomada de: Guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) para el diagnóstico y tratamiento de la insuficiencia cardiaca aguda y crónica 2008.

Etiología

Este síndrome se manifiesta habitualmente en las fases avanzadas de las cardiopatías y frecuentemente en el evento final (8).

Las causas del deterioro funcional y estructural del corazón más comunes son:

1.- Afección directa del miocardio

- Miocarditis y/o miocardiopatía dilatada (destrucción o inflamación difusa de fibras miocárdicas)
- Necrosis miocárdica localizada o extensa, secundaria a isquemia (infarto al miocardio)
- Isquemia miocárdica extensa sin necrosis (miocardio hibernante)

2.- Sobrecarga de presión (sistólica)

- Hipertensión arterial sistémica grave aguda o crónica.
- Estadio avanzado de estenosis aórtica
- Hipertensión pulmonar grave de larga evolución (ventrículo derecho)
- Estenosis pulmonar de larga evolución (ventrículo derecho)

3.- Sobrecarga de volumen (diastólica)

- Fase avanzada de insuficiencia mitral, insuficiencia aórtica grave o aguda, o anomalías arteriovenosas en el recién nacido (9).

Fisiopatología

La reducción de la fracción de expulsión y del gasto cardiaco que se presenta en la IC ocasionan la activación de mecanismos compensatorios que proveen apoyo al corazón y tienen un rol fundamental en el desarrollo de la enfermedad (10). La respuesta compensatoria se conoce como modelo o teoría neurohumoral e incluye la activación de 3 mecanismos (sistema nervioso simpático, sistema renina-angiotensina-aldosterona y un sistema contrarregulador conformado por los péptidos natriuréticos y citocinas), todos ellos con la presencia de enzimas, neurotransmisores y hormonas (8).

La función del sistema renina-angiotensina-aldosterona es mantener la homeostasis de sodio y agua en el organismo, esta labor la realizan los riñones, los cuales requieren de un buen aporte sanguíneo y por lo tanto son dependientes del gasto cardiaco. El sistema inicia con la liberación de la enzima renina, la cual separa 4 aminoácidos del angiotensinógeno secretado por el hígado para formar angiotensina I que posteriormente es separada para crear angiotensina II. Esta última favorece la secreción de aldosterona, que a su vez promueve retención de agua y sodio, y participa en procesos de regulación inflamatoria y reparación después de una lesión tisular. Clínicamente estos cambios se acompañan de oliguria, aumento del volumen circulante, del retorno venoso, del volumen diastólico e hipertensión venosa sistémica y pulmonar. Estos efectos se convierten en perjudiciales cuando el estímulo es constante o progresivo.

Debido a la deficiencia de una perfusión tisular adecuada se desencadena la activación del sistema nervioso simpático mediante la secreción de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), las que incrementan la frecuencia cardiaca y con ello el gasto cardiaco. Con el aumento de éste, la función cardiaca se compensa con la vasoconstricción periférica y el aumento de la contractilidad. Sí el mecanismo adrenérgico (receptores de adrenalina y noradrenalina) persiste en el tiempo favorecerá el flujo para los órganos vitales (cerebro y corazón) y limitándolo a tejidos no vitales (piel, músculo esquelético, etc).

Se conocen dos tipos de péptidos en el ser humano: El péptido natriurético auricular (formado por 28 aminoácidos) sintetizado principalmente en las aurículas, cuyo objetivo es promover la excreción de sodio y agua por el riñón para lograr la reducción del volumen y presión diastólica en las cámaras cardiacas. Tienen la función de regular la actividad excesiva del sistema renina-angiotensina-aldosterona y del sistema nervioso simpático. El péptido natriurético tipo B (BNP) (compuesto por 32 aminoácidos) es sintetizado principalmente en los ventrículos, los cambios hemodinámicos que genera este péptido incluyen un aumento en la frecuencia cardiaca, disminución en la presión arterial y un descenso en la presión capilar pulmonar sin afectarse el volumen latido (8-9).

La constante actividad del sistema inmune, en los pacientes con IC, se ve reflejado por el aumento de la concentración de citocinas proinflamatorias (factor de necrosis tumoral (TNF), Interleucina 1(IL-1) y 6(IL-6) principalmente) en la circulación. La actividad inflamatoria sistémica que provoca la liberación de citocinas se puede presentar en el endotelio, músculo liso vascular, leucocitos y el miocardio. A su vez, el aumento en la concentración sérica de estas citocinas se correlaciona con disfunción ventricular, presencias de síntomas, daño en miocardio y caquexia (11-12).

Los antecedentes genéticos, el sexo, la edad, o el medio ambiente pueden influir en estos mecanismos compensadores, los cuales son capaces de modular la función del ventrículo izquierdo de tal forma que la capacidad funcional del paciente se conserve o disminuya sólo en pequeña medida (13).

Tratamiento

- **Farmacológico**

Los principales objetivos del tratamiento son mejorar la clase funcional del paciente y reducir la mortalidad. Idealmente el tratamiento debe ser etiológico, cuando esto sea posible. Actualmente en la práctica clínica se utilizan los siguientes grupos de fármacos:

Grupo de fármaco	Función
Digital	Aumenta el gasto cardiaco, reduce las resistencias periféricas, restaura la función de los barorreceptores, bloquea la secreción de renina y catecolaminas. Un efecto fundamental de este grupo es la reducción de hospitalización (8).
Diuréticos	Proporcionan alivio de los signos y síntomas de congestión venosa pulmonar y sistémica. Activan el sistema renina-angiotensina-aldosterona y normalmente son prescritos con un IECA / ARA. En la mayoría de los casos se utilizan diuréticos de asa (por actuar en el Asa de Henle renal) en lugar de tiazídicos (derivados de la tiazida) debido a su mayor eficacia al inducir diuresis y natriuresis (2).
Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina (IECA)	Actúan favorablemente en el proceso de remodelación ventricular y reducen la carga hemodinámica (8).
Beta bloqueadores	Mejoran la función ventricular y provocan el aumento de la fracción de expulsión. (2)
Antagonistas de los receptores de la Angiotensina (ARA)	Mejoran la función ventricular (2)
Antagonista de la Aldosterona (ARALDS)	Mejora la capacidad funcional del paciente (2)

- **Nutricional**

Las principales metas de este tipo de tratamiento son proporcionar una óptima nutrición con el menor grado de estrés para el corazón, reducir y prevenir el edema (14).

Los requerimientos calóricos dependerán del estado general de salud del paciente, sin embargo, se puede determinar la cantidad de macronutrientes en

porcentajes del total calórico calculado. Se considera un 50% de hidratos de carbono con <10% de HC simples, 20% de proteínas, el cual oscila entre 0.8 a 1.0 g por kilogramo de peso corporal ideal, 30% de lípidos totales (<10% saturados, 10% poliinsaturados y 15% monoinsaturados) y < 200 mg de colesterol/ día (4,15,16). La restricción de líquido a menos de 1.5 L/día, incluido el de los alimentos, los cuales representan el 20% aproximadamente (17).

Con respecto a los micronutrientes, se sabe que el sodio es el ión más importante del medio extracelular y su consumo en cantidades elevadas está relacionado con el aumento de la presión arterial y de la presencia de edema, por lo tanto, su restricción dependerá de las condiciones de cada paciente y se recomienda que sea menor a 2400 mg/día.

Es importante determinar las concentraciones de potasio en sangre cada 3 a 6 meses, si se comprueba deficiencia es necesario valorar la suplementación con dieta o fármacos, para evitar el desarrollo de trastornos hidroelectrolíticos como hipokalemia por el uso de diuréticos de ASA, los cuales reducen la reabsorción de potasio en el sitio de acción (16,18).

Si el paciente pierde el apetito o tiene dificultad para consumir alimentos por falta de piezas dentales o problemas de deglución, es recomendable fraccionar las comidas de cinco a seis tomas por día y/o modificar la textura de los alimentos, de tal manera que se toleren mejor.

Siempre se prefiere la nutrición enteral a la parenteral; sin embargo, si no existe otra opción, las guías generales recomiendan 35 kcal/kg/día, 1.2 g/kg/día de proteína y un índice de glucosa-lípidos de 70:30 para la energía no proteica, con control de sodio y líquidos (16).

EVALUACIÓN NUTRICIONAL

La evaluación nutricional es la interpretación de la información obtenida a partir de diversos métodos para identificar riesgo de mala nutrición. Diversas alteraciones metabólicas, fisiológicas y de la composición corporal pueden ser identificadas a partir de esta valoración (17). Para llevarla a cabo se deben tomar en cuenta 4 indicadores:

- Bioquímicos: Consiste en la realización de pruebas de laboratorio
- Clínicos: Consiste en la elaboración de una historia médica y un examen de exploración física para identificar signos y/o síntomas
- Dietéticos: Consiste en identificar los hábitos alimenticios y estimar la cantidad de la ingesta de alimentos
- Antropométricos: Consiste en el estudio de la composición corporal, el monitoreo del crecimiento en las diferentes etapas de la vida y la presencia de riesgo para desarrollar ciertas enfermedades y complicaciones.

Durante el desarrollo de la IC los pacientes padecen modificaciones en su composición corporal, debido a la variabilidad hídrica y muscular principalmente, resultado de la fisiopatología de la enfermedad.

Composición Corporal

El estudio de la composición corporal humana se ocupa de la medición *in vivo* de los diferentes componentes y compartimentos del organismo y las relaciones cuantitativas entre ellos, tanto en el organismo sano como en los diversos estados patológicos (19). El efecto de factores como la dieta, el crecimiento y la actividad física, entre otras, también pueden ser identificados con el estudio de la composición corporal.

El cuerpo humano se divide en una serie de niveles y compartimentos, que pueden clasificarse desde el nivel más básico (nivel atómico) hasta el superior (corporal total) y permiten determinar los diferentes métodos de estudio de la composición corporal. Para aquellos componentes que no se pueden medir *in vivo*, serán estimados por fórmulas matemáticas a partir de los valores de otros componentes que proporcionan las diferentes técnicas empleadas en el análisis de la composición corporal. En la Fig. 1 se observan los modelos clasificados según el tipo de entidad o componentes que se consideran para su estudio (19).

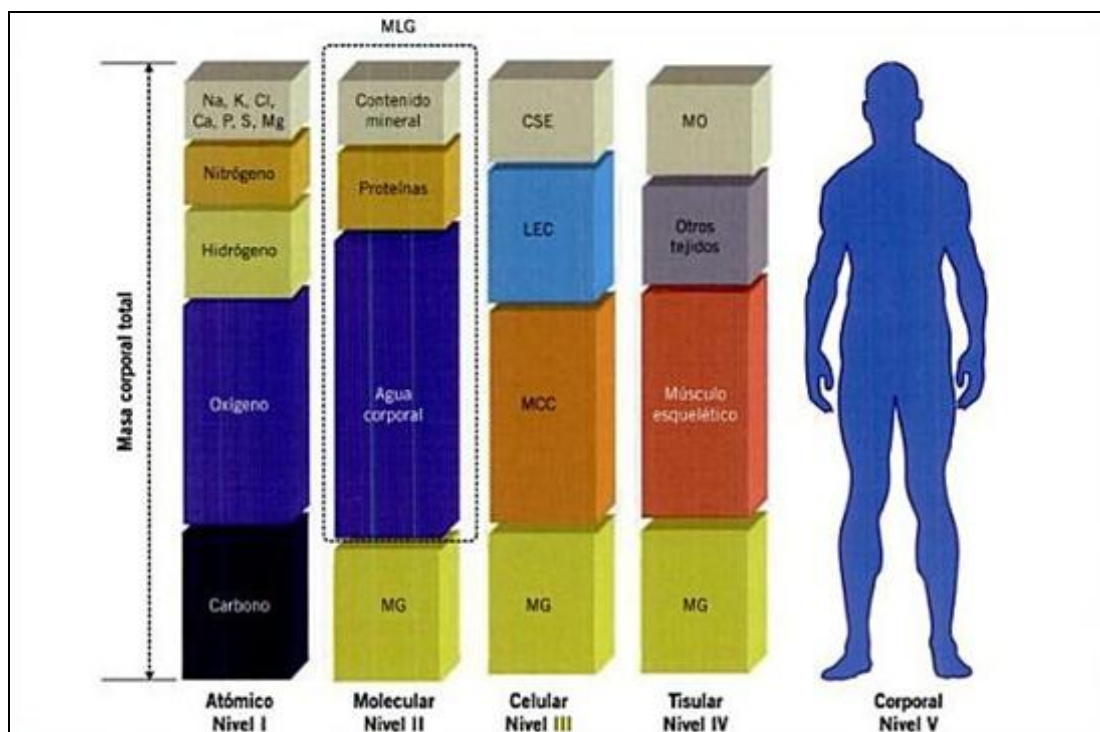


Fig 1.- **Niveles y compartimentos de composición corporal.** CSE: compuestos sólidos extracelulares; LEC: líquido extracelular; MCC: masa celular corporal; MG: masa grasa; MLG: masa libre de grasa; MO: masa ósea (19).

EL nivel atómico utiliza átomos como los elementos que lo constituyen.

El nivel molecular utiliza moléculas formadas a partir de los elementos químicos.

El agrupamiento de estas moléculas permite construir modelos compartimentales y el porcentaje (Tabla 2) de cada uno de ellos dependerá de la combinación que se esté estudiando:

- Bicompartimental clásico: masa grasa y masa libre de grasa
- Tricompartimental: masa grasa, agua y masa seca libre de grasa

- Cuatro compartimentos: masa grasa, agua, proteínas y minerales
- Seis compartimentos: agua, grasa, glucógeno, proteínas, mineral óseo y mineral no óseo.

El nivel celular estima que el cuerpo humano está formado por células.

El nivel tisular considera que el cuerpo humano está constituido por tejidos.

El nivel corporal incluye las características relacionadas con el peso corporal, pliegues cutáneos y sus circunferencias (19,20).

Tabla 2.- Porcentajes aproximados de cada compartimento respecto al peso corporal total en personas sanas. (20,21)			
Compartimento		Contenido en %	
3	2	Masa grasa	Desde 10% en atletas hasta 50% en obesos
		Masa libre de grasa	Diferencia obtenida restando el porcentaje de la masa grasa
			72 % agua
	20% proteína		
	Agua	60% en hombres	26% agua extracelular
50% en mujeres		34% agua intracelular	

En los últimos años, los estudios se han centrado en los modelos multi-compartimentales del nivel molecular debido a su impacto en la salud, ya que hay numerosos procesos (variaciones) que tienen lugar a escala molecular en el organismo. Dichas variaciones se refieren a los cambios causados por diferentes estados biológicos y fisiopatológicos, incluso en el mismo individuo y se presentan en el compartimento de la masa libre de grasa principalmente, la cual comprende una mezcla heterogénea de contenido proteico, mineral y acuoso (19).

Composición corporal del adulto mayor

De los cambios biológicos que experimenta un individuo, en el envejecimiento ocurre el mayor efecto sobre el estado nutricional y se debe a los cambios en el sistema músculo esquelético. Con la edad los adultos mayores

modifican su composición corporal, en comparación con los hombres de 20 años, los de 70 tienen alrededor de 12 kg menos de músculo y 5 kg más de grasa (22).

La principal situación que experimentan la mayoría de los adultos mayores es la pérdida de peso y está aunada a la pérdida de músculo contribuye con el deterioro de su salud. Dichas pérdidas pueden ocurrir de manera involuntaria, ya que la regulación de las dinámicas de la composición corporal depende del metabolismo y de factores fisiológicos de cada individuo. Existen tres categorías de la pérdida de músculo esquelético: sarcopenia, caquexia e inanición. Estos cambios son difíciles de identificar si no se realiza el estudio de los compartimentos corporales en los individuos.

La sarcopenia se caracteriza por la presencia de cantidades anormales de músculo esquelético, usualmente por pérdida de proteína en la masa muscular, pérdida de función y calidad muscular que acompaña a la edad avanzada. La reducción de la masa muscular y la fuerza ocurren independientemente de la pérdida de masa corporal total medida por el peso corporal, esto debido a que se presenta sustitución del tejido muscular por grasa y el aumento de esta última puede ocultar la pérdida de peso. Por otro lado, el aumento de la masa grasa en pacientes con sarcopenia puede ocasionar obesidad, situación conocida como obesidad sarcopenica.

Los principales mecanismos que originan la sarcopenia son: Estilo de vida sedentario, alteraciones en las funciones endocrinas, pérdida de función neuromuscular, cambios en el metabolismo de las proteínas, apoptosis, enfermedad o trauma (23).

La caquexia se caracteriza por la pérdida progresiva de músculo esquelético con relativa preservación de reservas de proteína visceral. La presencia de ésta está relacionada con las pérdidas de proteína y energía originadas por procesos inflamatorios, como efecto de algunas enfermedades. Algunas enfermedades que pueden desencadenar esta situación son: cáncer, VIH, artritis reumatoide, insuficiencia cardiaca, enfermedades renales, etc. El factor

característico de la presencia de caquexia es la pérdida de peso involuntaria no edematosa > 6% del peso corporal total en los últimos 6-12 meses (24).

El mecanismo que produce la caquexia está regulado por la presencia de citosinas, las cuales actúan en el hipotálamo causando un desequilibrio entre las vías orexigénicas y anorexigénicas. En el síndrome caquexia-anorexia, los signos periféricos de un déficit de energía producen una falla del hipotálamo lo cual propaga el proceso de la caquexia.

Es difícil distinguir la diferencia entre la presencia de caquexia y sarcopenia, debido a que en ambas se pierde masa muscular, sin embargo la sarcopenia por si sola no lleva a una pérdida de apetito o pérdida de masa grasa como en la caquexia.

La inanición resulta de una inhabilidad para comer debido a problemas mecánicos o estados hipermetabólicos que pueden conducir directamente a caquexia (23). Independientemente de la causa, la inanición ocasiona la pérdida de masa muscular y fuerza.

Métodos de medición de la composición corporal

Para la medición de los componentes y compartimentos que conforman la composición corporal se puede recurrir a diferentes métodos, según el objetivo del estudio se cuenta con: antropometría, análisis de impedancia bioeléctrica (IBE), pletismografía corporal, tomografía computarizada, interactancia infrarroja, resonancia magnética, análisis de activación de neutrones, grosor de pliegues cutáneos, conductividad eléctrica corporal total, potasio corporal y agua corporal totales, ultrasonido e hidrodensitometría, entre otros (25). De estos, los más accesibles en clínica y estudios epidemiológicos son la antropometría, la IBE y la absorciometría.

En la Fig 2 se observan ejemplos de algunos métodos para medir la composición corporal y los compartimentos que cada uno estudia (19).

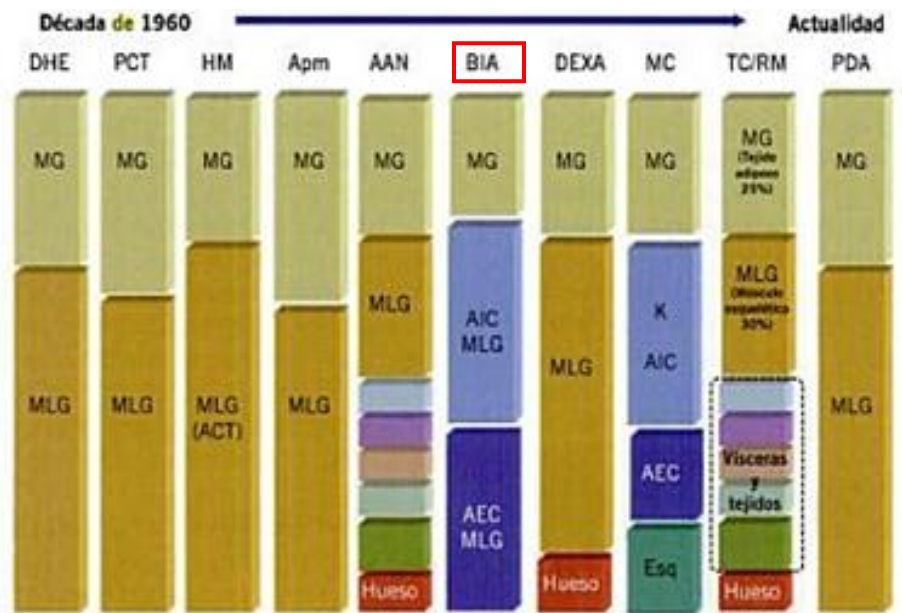


Fig 2. – **Evolución de técnicas y modelos de composición corporal.** **AAN:** análisis por activación de neutrones; **ACT:** agua corporal total; **AEC:** agua extracelular; **AIC:** agua intracelular; **Apm:** antropometría; **BIA:** análisis por impedancia bioeléctrica; **DEXA:** análisis por densitometría de rayos X de doble energía; **DH:** densitometría hidrostática; **Esq:** esqueleto óseo; **HM:** hidrometría (métodos dilucionales); **K:** potasio; **MC:** modelos multicompartimentales; **MG:** masa grasa; **MLG:** masa libre de grasa; **PCT:** potasio corporal total; **PDA:** pletismografía por desplazamiento de aire; **TC/RM:** tomografía computarizada/resonancia magnética.

Impedancia Bioeléctrica

La impedancia bioeléctrica (IBE) es un método de análisis para la composición corporal del adulto sano o con hidratación normal y constante, su estudio se centra en los compartimentos del nivel molecular. Es una herramienta muy práctica, no invasiva, barata, de simple ejecución, reproducible, sensible a cambios en la composición corporal y común para los trabajos de investigación. (1,19).

El método se basa en la aplicación de corriente eléctrica alterna de baja intensidad, en el cuerpo humano o en el tejido a medir. El equipo obtiene el valor de la impedancia (z) a partir de las medidas de amplitud de la corriente, amplitud de la tensión y el desfase entre tensión y corriente (ángulo de fase). El valor de

impedancia representa la oposición de los materiales biológicos al paso de una corriente alterna y se puede descomponer en dos miembros medibles: 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 (aislantes) de los tejidos. El principio de la impedancia se basa en el comportamiento de los tejidos como conductores, en mayor o menor medida, de la corriente eléctrica y/o dieléctricos dependiendo de su composición. Siendo los tejidos blandos los mejores conductores, mientras que el hueso no es atravesado y se comporta como aislante. En el tejido adiposo la corriente puede atravesar las soluciones electrolíticas del intersticio y los adipocitos, a exclusión de las gotas lipídicas, hidrofóbicas que no conducen corriente.

La medición de la impedancia puede ser originada por el paso de la corriente alterna a diferentes frecuencias (únicas o múltiples) y posicionando los electrodos en diferentes regiones (distal, proximal o segmentaria). La IBE distal es la configuración estándar a cuerpo entero o mano-pie. En esta configuración la hidratación es determinada en el 50% por los miembros inferiores, 40% por los superiores y el 10% por el tronco (1).

En el caso del método de impedancia bioeléctrica de múltiples frecuencias se asume que la corriente a baja frecuencia sigue un recorrido extracelular y que la corriente a frecuencias más elevadas transita libremente por las células obviando efectos dieléctricos de las membranas. Así, los datos obtenidos de la resistencia en las frecuencias bajas se interpretada como la resistencia extracelular y como resistencia total cuando se administra corriente a alta frecuencia (26).

Cuando la hidratación es variable, como sucede en pacientes con IC, el método de la impedancia bioeléctrica (monofrecuencia y multifrecuencia) produce estimaciones inexactas de las masas grasa y muscular. Sin embargo, actualmente existe un método denominado de “análisis vectorial”, que permite identificar la hiperhidratación subclínica en el paciente que está acumulando fluidos.

El análisis vectorial consiste en comparaciones que se realizan en gráficos de forma elipsoidal (Fig 3) (1) basados en una distribución bifactorial de los valores de la R y Xc, corregidas en función de la estatura del individuo. Los gráficos están contruidos por elipses concéntricas que representan las zonas correspondientes al 50, 75 y 95% de la población de referencia y según la localización del vector de impedancia, obtenido en la IBE convencional, se pueden hacer inferencias sobre el estado de hidratación tisular y sobre la masa celular corporal. Este método puede realizarse aún sin conocer el peso corporal, ya que solamente se valoran parámetros eléctricos, por lo que las variaciones en la hidratación tisular sin alteraciones estructurales y las variaciones en la masa y la estructura de los tejidos inducidas por la obesidad o la desnutrición se reflejarán en los gráficos resultantes, produciendo desplazamiento del vector de impedancia y variaciones en el ángulo de fase.

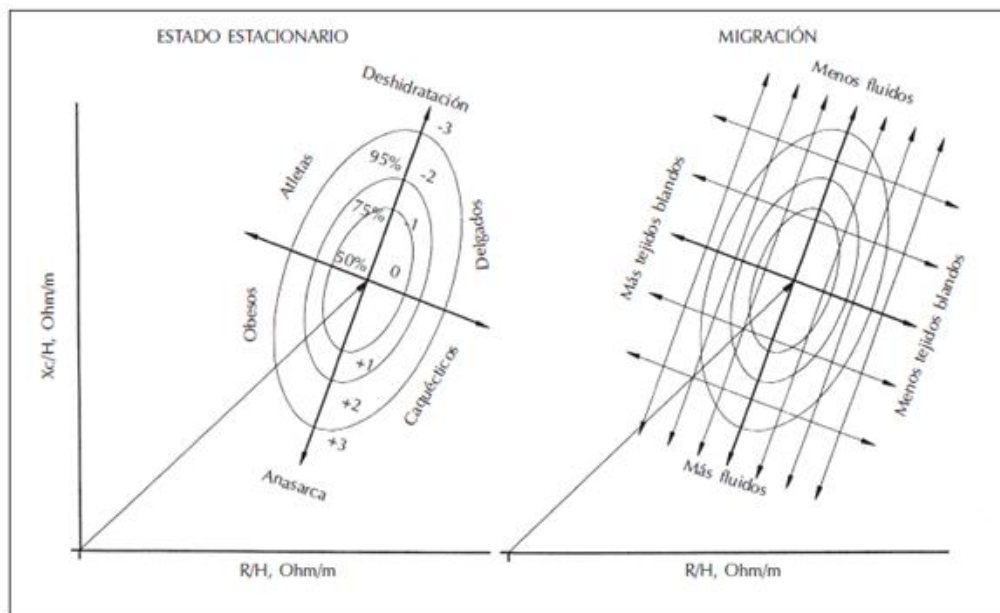


Fig 3. BIA vectorial con Grafo RXc. Las dos direcciones principales del vector impedancia sobre el Grafo RXc. Variaciones de la hidratación sin alteración de la estructura tisular, son asociadas a un acortamiento (hiperhidratación) o un alargamiento (deshidratación) del vector en la dirección del eje mayor de las elipses de tolerancia (referencia normal por sexo). Variaciones de la masa-estructura de los tejidos blandos (delgados y adiposos) son asociadas a una migración del vector en la dirección del eje menor de las elipses, con aumento del ángulo de fase (obesos, atletas) o con disminución del ángulo de fase (malnutrición – caquexia, anorexia). Variaciones combinadas de hidratación y nutrición son asociadas a migración del vector en la dirección de la combinación de las dos direcciones principales.

Método de medición de la funcionalidad del músculo

Dinamometría

La dinamometría es un método de evaluación del estado nutricional y funcional de los individuos. Éste método mide la función muscular, es un indicador dinámico de la masa muscular, mediante la fuerza de mano y resistencia de agarre. Dicha medición refleja la fuerza máxima, derivada de la combinación de la contractilidad de los músculos extrínsecos e intrínsecos de la mano (27). La medición de la fuerza de mano también se considera como un indicador de pérdida de proteína y predictor de mortalidad. El instrumento mecánico utilizado con mayor frecuencia es el dinamómetro y su unidad de medida es el kilogramo.

Composición Corporal en IC

La composición corporal de un paciente con IC se ve modificada por importantes cambios en diversos componentes, resultado tanto de los efectos perjudiciales que se derivan de las respuestas compensatorias como otros que aún no han sido totalmente estudiados.

- **Cambios en el agua corporal total**

El cuerpo humano está formado por agua en un 50% a 60% del peso corporal total en un adulto sano y a su vez este se subdivide en 3 compartimentos; el agua intracelular (contenida en las células), agua extracelular (presente en el plasma, linfa, líquido cefalorraquídeo y secreciones) y el agua intersticial o “tercer espacio” (presente entre las células y alrededor de las mismas) (4).

El desequilibrio hídrico en el paciente con IC se origina por el aumento de la presión hidrostática capilar, las alteraciones de la permeabilidad capilar, la disminución de la presión oncótica del plasma y la obstrucción linfática (8), ocasionadas por las anomalías en el control de sodio y retención de agua que

se manifiestan con un incremento en la excreción de sodio y por lo tanto presencia de edema o ascitis. En estas circunstancias la distribución del agua corporal varía, sin embargo, la cantidad total se mantiene relativamente constante (4). Los cambios en esta distribución pueden originar como consecuencia empeoramiento del estado clínico de los pacientes.

Sergi y cols. (2004) realizaron un estudio de casos y controles con el objetivo de investigar los cambios en los fluidos corporales en adultos mayores con IC e identificar la medición de fluidos que mejor caracterice el exceso de agua, comparado con adultos mayores con hidratación normal. Se estudiaron 38 pacientes con IC y 34 sin ésta. El agua corporal total y el agua extracelular fueron medidas mediante métodos de dilución, la masa grasa y masa libre de grasa mediante DEXA. Los resultados obtenidos determinaron que sólo el agua extracelular predice de forma independiente el estado de retención de líquidos (28).

- **Cambios en el músculo esquelético**

Por otra parte, la IC trae consigo importantes alteraciones estructurales, histológicas y bioquímicas del músculo esquelético. Actualmente estas alteraciones pueden ser explicadas por una hipótesis llamada “hipótesis del músculo” donde se agrupan los diferentes procesos de deterioro de este componente. También es conocido como “circulo vicioso” e inicia con la disminución de la función ventricular que a su vez genera eventos metabólicos tales como actividad simpática eferente, actividad de citocinas e incluso resistencia a la insulina, para dar lugar a los cambios funcionales como fatiga no asociada a disminución del flujo sanguíneo y los cambios estructurales como la pérdida de masa muscular y atrofia de fibras o transformación de fibras tipo I (resistentes a la fatiga y de metabolismo aeróbico) a fibras tipo II (susceptibles a la fatiga y de metabolismo anaerobio) (8,29).

Se ha observado que la pérdida de músculo esquelético se refleja también en la disminución de la fuerza de mano, pérdida de fuerza muscular respiratoria e incremento de la fatiga (30).

En un estudio realizado en la Clínica de Insuficiencia Cardíaca del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán por Castillo y cols en 2007, donde se asoció la composición corporal medida por IBE y la fuerza muscular determinada por dinamometría, con la capacidad funcional (NYHA), encontraron que en pacientes con clase funcional de la NYHA III-IV la fuerza es significativamente menor que en el grupo de pacientes con NYHA I-II. Este hallazgo resulta útil para poder realizar evaluación en los casos en los que la funcionalidad es difícil de interpretar (adultos mayores y obesos) (31).

En otro estudio, realizado por Izawa y cols (2010) con el objetivo de evaluar el impacto de la fuerza muscular como pronóstico a largo plazo de mortalidad en pacientes con IC, El tamaño de muestra fue de 148 hombres con IC clase funcional NYHA IV seguidos durante 7 años. Las mediciones de la fuerza muscular se realizaron con dinamómetro. Los resultados del estudio mostraron que la fuerza muscular fue menor en el grupo de los no sobrevivientes comparado con los sobrevivientes. ($p < 0.008$) (32).

- **Cambios en el peso**

Otra complicación común en la enfermedad es la denominada caquexia cardíaca, que afecta entre 10 a 15 % de los pacientes durante el curso natural de la enfermedad (2). Es un proceso generalizado que afecta a los tejidos muscular, adiposo y óseo. El diagnóstico de caquexia cardíaca, en pacientes adultos, se realiza si la pérdida de peso es ≥ 6 % en 6 a 12 meses sin presencia de edema (16). La fisiopatología de la caquexia no se conoce a profundidad, aunque se estima que puede haber factores como desnutrición, mala absorción, desequilibrio calórico – protéico, resistencia hormonal, actividad pro inflamatoria inmunitaria, trastornos neurohormonales y reducción de las vías anabólicas (2). Estudios sobre

pérdida de peso concluyen que la disminución dada por pérdida de masa libre de grasa es un predictor de mal pronóstico en la IC (18, 33, 34).

No solo se observa disminución de peso en la IC, también puede ocurrir una ganancia de peso a largo plazo, debida al aumento de masa grasa o líquido corporal. Se sabe que la obesidad es un factor de riesgo para el desarrollo de insuficiencia cardiaca, sin embargo paradójicamente se ha observado una mayor supervivencia en los pacientes obesos con IC, a esta corriente se le denomina “paradoja de la obesidad”.

Zamora y cols, (2007) realizaron un estudio de cohorte prospectiva en población española con un tamaño de muestra de 501 pacientes con IC. El objetivo del estudio consistió en analizar la relación entre el índice de masa corporal (IMC) y la mortalidad a 2 años de seguimiento. Se les realizaron dos mediciones y para sus resultados clasificaron a los pacientes en 4 grupos de acuerdo al valor de su IMC. La mortalidad a los 2 años de seguimiento fue del 22.1%, el IMC se asoció de forma significativa con la mortalidad ($p < 0.001$), a mayor IMC menor mortalidad (35). Estudios con el mismo objetivo han obtenido resultados similares a este (24, 26, 36-46). Sin embargo, esos resultados requieren de un análisis más profundo, ya que el IMC por sí solo no es un buen indicador de la composición corporal y mucho menos en pacientes cuyo estado de hidratación varía constantemente.

Arnold y cols (2009) realizaron un estudio con el objetivo de determinar la asociación entre los cambios en el peso con la funcionalidad física y mortalidad en adultos mayores con problemas cardiovasculares. Se incluyeron a 3278 pacientes seguidos durante 7 años. Se les realizaron por lo menos 5 mediciones de peso y funcionalidad física mediante un cuestionario de actividades diarias. Al final del estudio se agruparon en 4 grupos de cambio (aumento de peso, disminución de peso, peso estable, fluctuación en el peso) y se observó que aquellos pacientes que perdieron peso y tuvieron fluctuaciones en éste tuvieron mayor deterioro de su estado clínico.

- **Importancia clínica del estudio**

Debido a los cambios en la composición corporal del paciente con IC es importante que se realice una evaluación lo más completa posible y no se utilice solamente el peso, ya que éste incluye a todos los componentes corporales (nivel V) y no identifica las variaciones entre compartimentos.

Las principales limitaciones de la valoración del peso se observan cuando ocurren cambios en los distintos compartimentos corporales, como depleción del músculo esquelético acompañada de sobrecarga de volumen, hipoalbuminemia o administración de líquidos intravenosos sin variación en el peso (47).

En la IC, el monitoreo diario del peso es recomendable, ya que los cambios a corto plazo de los fluidos corporales pueden detectarse a través de una ganancia repentina de peso >2 kg en tres días, lo que se asocia con deterioro de la IC por sobrecarga de volumen. Por otro parte, puede ocurrir una pérdida de peso originada por disminución de agua y no por la depleción de masa libre de grasa o masa grasa; la disminución de agua ocurre normalmente después de haber seguido un tratamiento con diuréticos. En los pacientes con IC suele haber desplazamiento del agua corporal desde el espacio extravascular al espacio intersticial (tercer espacio), por ejemplo el desarrollo de edema pulmonar sin cambios en el peso corporal. Además, la depleción de las reservas corporales de proteínas causa mayor aumento en el volumen de agua extracelular lo que dificulta la evaluación de la masa libre de grasa (48). Sin esta evaluación de fluidos, el tratamiento con diuréticos podría no estar indicado hasta reincorporar el líquido al espacio intravascular, esto a su vez es importante para que no haya un abuso en la indicación de estos medicamentos y se evite un posible daño renal, deshidratación y trastornos hidroelectrolíticos (2,3).

Es necesario realizar la asociación entre aquellos componentes que están más relacionados con el deterioro del estado clínico del paciente y con ello emplear los métodos de medición que resulten más adecuados para su medición e interpretación.

Tabla 3. Sistematización de peso, agua corporal y fuerza.

Autores	Título	Año	Tipo de Estudio	Muestra	Resultados
Anker S, Negassa A, et-al	Prognostic importance of weight loss in chronic heart failure and the effect of treatment with angiotensin-converting.enzyme inhibitors: an observational study.	2003	Cohorte longitudinal observacional	1929	Pérdida de peso de 6% predictor más asertivo de supervivencia funcional Tx con IECA reduce el riesgo de disminución de peso Difícil identificación de pérdida de peso por disminución de edema.
Uszko N.H.M.K, Bothmer F, et-al	Measuring body composition in chronic heart failure: A comparison of methods	2006	Casos y controles	22 pacientes con IC estable y 24 individuos sanos	Promedio de IMC= 25.2 kg/m ² ; DXA sobreestimo la masa libre de grasa en comparación con la dilución de deuterio. DXA y DEU son caras a diferencia de BIA. Fuerte correlación y significativa entre el agua corporal total y la ecuación Ht ² /R.
Sergi G, Lupoli L et-al	Body Fluid Distribution in Elderly Subjects with Congestive Heart Failure	2004	Casos y controles	72	Principales cambios en compartimento extracelular. Compartimento más importante envuelto en la retención hídrica.
Gosker H, Wouters E, et-al	Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure: underlying mechanisms and a therapy perspective.	2007	REVISIÓN		La reducción de músculo contribuye a intolerancia al ejercicio en pacientes con EPOC e IC. Factores: hipoxia, estrés oxidativo, medicamentos, depleción, inflamación.
Castillo L, Orea	Bioelectrical impedance and strength measurements in	2007	Cohorte	243	↓fuerza muscular NYHA III-IV 33% riesgo de mortalidad

A, et-al	patients with heart failure: comparison with functional class				Reactancia y ángulo de fase bajos NYHA III-IV. Cambio en composición corporal entre los niveles de NYHA. Px con sobrecarga de volumen más síntomas como fatiga, edema y peor NYHA
Izawa K.P, Watanabe S, Osada N,et-al	Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure	2008	Cohorte prospectivo	148 pacientes con IC (hombres)	Fuerza de empuñadura buen instrumento para pronosticar deterioro en pacientes con IC.
Murdoch D.R, McMurray J.J.V, et-al	Cardiac cachexia - lean and mean	1999	Revisión		Son necesarios más estudios que ayuden a entender mejor el mecanismo de la caquexia cardiaca, así como métodos, técnicas e instrumentos para su medición y pronóstico.
Strassburg S, Springer J, Anker S.D, et-al	Muscle wasting in cardiac cachexia	2005	Revisión		La caquexia cardiaca se caracteriza por un desequilibrio catabolico y anabolico del organismo, los cuales causan el desarrollo del desgaste de los componentes del cuerpo. Alteraciones en muchos sistemas son originados en este padeciimiento. Es conveniente tomar en cuenta las estrategias de tratamiento sugeridas en cada una de las investigaciones que se realizan.
Zamora E, Lupón J, et-al	¿El Índice de masa corporal influye en la mortalidad de los pacientes con Insuficiencia cardiaca?	2007	Cohorte retrospectivo	501	Mayor IMC menor mortalidad

Oreopoulos A, Ezekowitz J.A, McAlister F.A; et-al	Association between direct measures of body composition and prognostic factors in chronic heart failure	2010	Transversal	140 pacientes con IC	Hombres= 74%; edad promedio= 63 años; medición de grasa 39(bajo-normal), 39(sobrepeso) y 62(obesos); IMC alto pacientes más jóvenes; IMC alto y alto % de grasa reportaron deterioro en la capacidad funcional (NYHA); Medicamento más utilizado en pacientes con valores altos de IMC= diuréticos; IMC asociado con niveles de prealbúmina sérica y altos NT pro BNP en hombres; categorías de masa grasa mayor asociación con los factores pronósticos que el IMC; la masa magra esta positivamente asociada con NT pro BNP y con la fuerza de mano.
Oreopoulos A, Padwal R, Zadeh K.K; et-al	Body mass index and mortality in heart failure: A meta-analysis	2008	Casos y controles	72	Principales cambios en compartimento extracelular. Compartimento más importante envuelto en la retención hídrica.
Davos C.H, Doehner W, Rauchhaus M; et-al	Body mass and survival in patients with chronic heart failure without cachexia: the importance of obesity	2003	Cohorte retrospectivo	589 pacientes con IC	En los pacientes sin caquexia esta fuertemente relacionado el consumo máximo de oxígeno con la masa corporal. Promedio de supervivencia fue de 25.2 meses. 167 pacientes no caquéticos murieron. En pacientes con IC, el incremento de masa corporal no indica pronósticos negativos.

Clark A.L, Knosalla C, Birks E; et-al	Heart transplantation in heart failure: The prognostic importance of body mass index a time of surgery and subsequent weight changes	2007	Cohorte retrospectivo	1902 pacientes con IC	El promedio de supervivencia en los pacientes con trasplante fue de 80 meses. La pérdida de peso entre los trasplantes y 3 meses fueron asociados a una peor supervivencia comparados con aquellos que ganaron peso. El incremento en el peso después del trasplante no esta asociado a mal pronostico en los pacientes.
Kapoor J.R, Heidenreich P.A; et-al	Obesity and survival in patients with hearth failure and preserved systolic function: A U-shaped relationship	2010	Cohorte prospectivo	1236 pacientes con IC	Pacientes con IMC bajo tuvieron mayores deterioros y son mas viejos. Con IMC alto, prevalencia de Diabetes e Hipertensión. Promedio de supervivencia =426± 461 días. Razón de riesgo más alto en pacientes con IMC <20 kg/m ²
Fonarow G.C, Srikanthan P, Costanzo M.R; et-al	An obesity paradox in acute heart failure: Analysis of body mass index and in hospital mortality for 108927 patients in the Acute Decompensated Heart Failure National Registry	2006	Cohorte ambispectivo	108 927 pacientes con IC	El incremento en el IMC se asocia con un bajo riesgo de muerte hospitalaria en pacientes con IC, independientemente de otros factores pronósticos. Pacientes con sobrepeso (26.1%) y obesidad (47.8%).
Lavie C.J, Milani R.V, Ventura H.O; et-al	Obesity and cardiovascular disease	2009	Revisión		Es necesario adquirir mayor evidencia y continuar con el estudio de los temas que hoy en día causan controversia y que giran en torno a la obesidad y la pérdida de peso.

Gastelurrutia P, Pascual F.G, Vazquez R, et-al	Obesity paradox and risk of sudden death in heart failure: Results from the muerte subita en insuficiencia cardiaca (MUSIC) study.	2010	Cohorte longitudinal prospectivo	979 pacientes con IC.	Edad promedio 65±12 años. NYHA II (79%), Promedio de IMC (28.4±4.5 kg/m ²) Pacientes con IMC≥25 kg/m ² tienen mayor proporción de diabetes, dislipidemia e hipertensión. 242 muertes (25%), muerte súbita 87 (9%) y muerte en estadio final 101 (10%). La paradoja de obesidad en IC afecta casi a todas las causas de muerte. Por ejemplo en la muerte progresiva en estadio final de la enfermedad, pero no en muerte súbita.
Bozkurt B, Deswal A; E.U.A,et-al	Obesity as a prognostic factor in chronic symptomatic heart failure	2005	Cohorte prospectivo	7788 pacientes con IC estable	Una gran proporción de obesos fueron hombres, tuvieron síntomas como disnea y signos de edema, por lo que recibían tratamiento con diuréticos. 37.8% muertes en el grupo de peso normal, 32.4% muertes en el grupo de sobrepeso y 28.5% en el grupo de obesos. En pacientes con IC, la obesidad y el sobrepeso estuvo asociada con un riesgo bajo de mortalidad.
Shirley S, Davis L.L, Waag C.B; et-al	The relationship between body mass index/body composition and survival in patients with heart failure	2008	Revisión		EL IMC es el método más utilizado para estudiar el peso corporal, sin embargo no es el más adecuado para evaluar la composición corporal. Cuatro de seis estudios revisados, reportaron una relación positiva entre la obesidad y el mejoramiento en la supervivencia en pacientes con IC.

Curtis J.P, Selter J.G, Wang Y; et-al	The obesity paradox	2005	Transversal	7767 pacientes con IC	Pacientes con sobrepeso y obesidad tiene menor riesgo de mortalidad. Los autores de este artículo confirman la existencia de la paradoja de la obesidad.
Arnold M, Newman, et-al	Body weight Dynamics and their association with physical function and Mortality in Older Adults :The Cardiovascular Health Study	2009	Cohorte longitudinal	3278 (CHS)	Hombres peso estable Pérdida o fluctuaciones en peso: más viejos, deterioro de la salud, diabetes, CVD, fumadores, ADL y dificultad con movilidad comparados con peso estable o ganancia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, los principales problemas de Salud Pública en México son las enfermedades no transmisibles, aquellas conocidas como enfermedades crónico - degenerativas; éstas ocasionadas principalmente por el cambio en los estilos de vida que ha adquirido la sociedad en estos últimos tiempos y por la transición epidemiológica en la que se encuentra el país. La presencia de estas enfermedades es muy común en la población de adultos mayores y a su vez este grupo de edad es uno de los más numerosos y vulnerables dentro de la sociedad, que además de acuerdo a las proyecciones demográficas, crecerá de manera considerable en los próximos años.

Las enfermedades crónico-degenerativas requieren de una importante atención para evitar complicaciones, deterioro clínico u otras consecuencias que afectan el entorno de los pacientes, además están relacionadas con un alto índice de mortalidad. La IC es un padecimiento que forma parte de este grupo de enfermedades, por lo que el estudio de esta población es útil, tanto en nuestro país como en los países donde se sabe que las enfermedades cardiovasculares son motivo de la mayor proporción de ingresos hospitalarios. Aunque se tienen pocas referencias estadísticas de la incidencia y prevalencia de la IC, en nuestro país se sabe que las enfermedades cardiovasculares ocupan los primeros lugares en la lista de principales causas de muerte, reportadas en el año 2008 por la Dirección General de Información en Salud de México (6). En E.U.A la prevalencia de la IC asciende a 5 millones (43), por otro lado, en los países que conforman la Sociedad Europea de Cardiología para el año 2008 se determinó que 15 millones de personas padecían IC.

A pesar de que la IC es una condición prevenible, una vez presente, origina discapacidad física en el paciente. Esta complicación no sólo afecta al paciente y a su entorno familiar, sino también al sistema de salud en general, ya que la atención de estos pacientes representa una carga económica para las

instituciones de salud. Dentro de las complicaciones que están relacionadas con el mal pronóstico de la IC y el deterioro en el estado clínico del paciente, se encuentran los cambios en la composición corporal, es decir, en componentes como la masa libre de grasa y el agua corporal total (intracelular y extracelular) principalmente. Así mismo, dichos cambios tienen como resultado otros problemas que desencadenan dificultades de mayor complejidad como la caquexia cardiaca, la presencia de edema, insuficiencia respiratoria, entre otros. Los cambios en los componentes corporales se ven reflejados la mayoría de las veces en el cambio de peso. Sin embargo, éste es un método de medición que por si solo no refleja el estado clínico con respecto a la composición corporal del paciente con IC, a pesar de esto en la actualidad se sigue utilizando en las evaluaciones nutricionales de los pacientes con esta patología. Además, de acuerdo a los hallazgos en la literatura revisada, se sabe que continúan estudiándose fenómenos como la “paradoja de la obesidad” que relaciona el IMC, obtenida mediante el peso y la estatura, con la mortalidad o el mal pronóstico clínico de los pacientes con IC sin considerar el estudio del desequilibrio hídrico o pérdida de masa muscular, propios de la fisiopatología de la enfermedad.

Por lo tanto es necesario que se realicen mediciones con métodos e instrumentos precisos y considerar que la combinación entre éstos puede ayudar en la prevención del deterioro clínico de los pacientes, así como para monitorear el desarrollo de la enfermedad y la prescripción o ajuste de un tratamiento adecuado para mejorar el pronóstico de los pacientes. A su vez, es necesaria la creación de patrones de referencia del comportamiento de la relación que existe entre la composición corporal de los pacientes y su estado clínico, ya que será de gran utilidad en cualquier clínica que se ocupe de la atención de los pacientes con esta patología. Además, la literatura revisada muestra que no se han realizados estudios que consideren la medición de las variables de estudio sobre los compartimentos corporales, como un solo grupo, relacionándolos con el pronóstico del estado clínico de salud de los pacientes.

Es importante hacer hincapié en que la medición, detección o el monitoreo de la relación entre las variables de estudio se realizaron mediante métodos de valoración prácticos, accesibles, no invasivos y de bajo costo, esto los hace factibles y reproducibles para que las clínicas o instituciones de salud puedan realizar detecciones tempranas y con ello atenuar las complicaciones.

OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

a) Objetivo general

Determinar la asociación del estado clínico con los cambios en el peso, la fuerza muscular y el agua corporal, en pacientes con insuficiencia cardiaca crónica estable de la Clínica de Insuficiencia Cardiaca del INCMNSZ.

b) Objetivos específicos

- Identificar cambios de peso, agua corporal y fuerza muscular durante el seguimiento, entre la primera y la segunda medición.
- Identificar la asociación entre los cambios de peso, el agua corporal total y la fuerza muscular con los cambios en la capacidad funcional.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Los pacientes que sufran aumento de peso por incremento de agua corporal total ó disminución de fuerza muscular tendrán mayor deterioro en el estado clínico comparados con los que disminuyan agua corporal total ó mantengan su peso y fuerza estables?

HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

A mayor pérdida de peso, pérdida de fuerza muscular y aumento del agua corporal total peor será el deterioro de la clase funcional en pacientes con IC comparado con los pacientes que disminuyan agua y mantengan su peso y fuerza estables después de 6 meses de seguimiento.

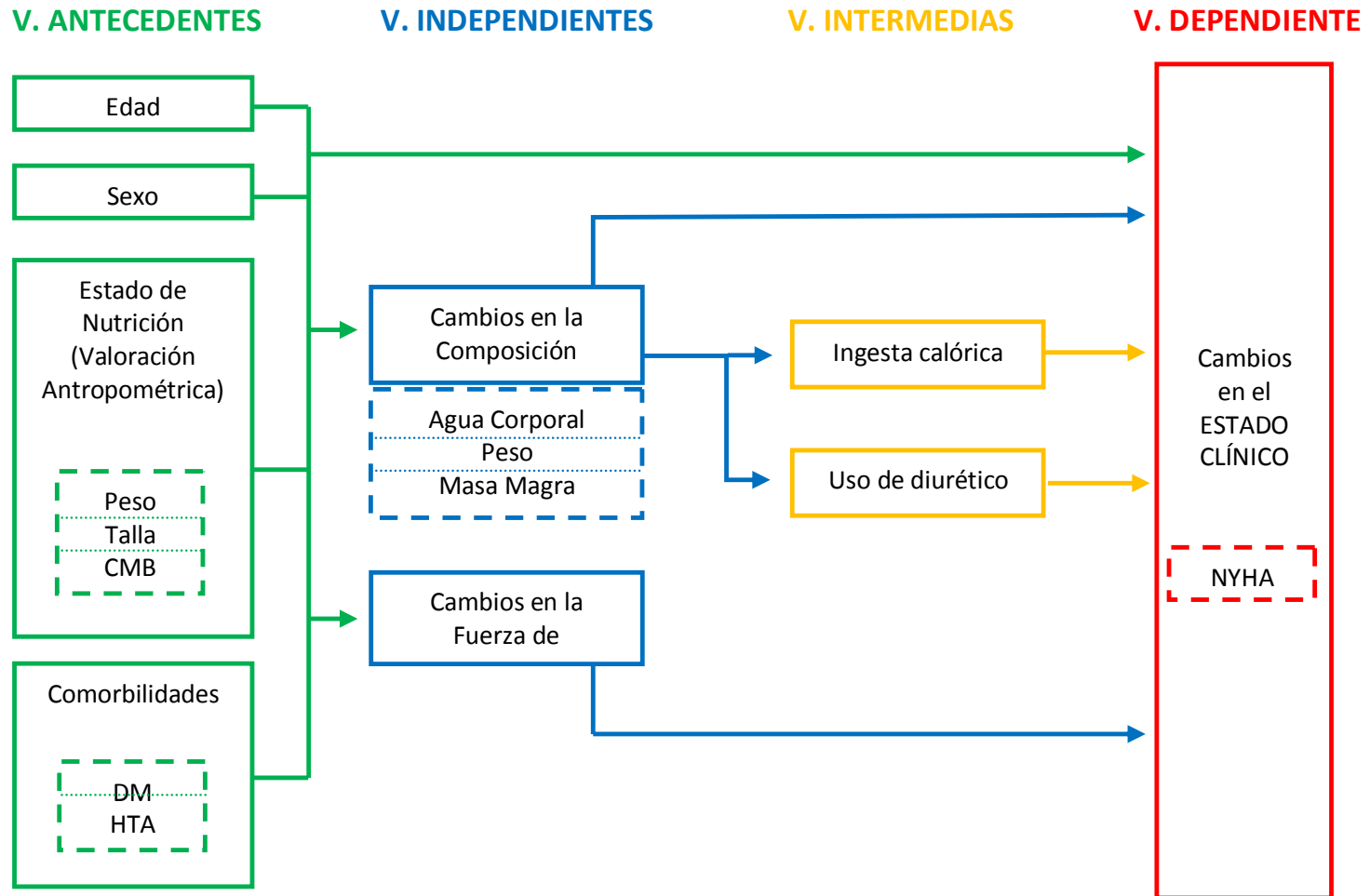
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Tipo de Variable	Definición conceptual	Definición operacional
Variables antecedentes			
Edad	Cuantitativa discreta	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un individuo.	Años de vida cumplidos hasta el momento de la medición basal, en la clínica de insuficiencia cardiaca del INCMNSZ
Sexo	Cualitativa nominal, categórica dicotómica	Condición orgánica de los seres vivos que divide las funciones de la reproducción entre machos y hembras.	a) Mujer b) Hombre
Peso	Cuantitativa continua	Indicador de masa corporal (suma de los tejidos óseos, musculares y adiposos de órganos y líquidos del cuerpo).	Medición la cantidad de masa corporal del paciente
Estatura	Cuantitativa continua	Distancia máxima entre la región plantar y el vértex, en un plano sagital. Indicador del crecimiento lineal.	Medición de la estatura del paciente
CMB	Cuantitativa continúa.	Perímetro máximo a nivel medio del brazo, en un punto intermedio entre el olécranon y el acromio (punto mesobraquial) con el codo extendido.	Perímetro a nivel medio de brazo en cm
Diabetes Mellitus	Cualitativa nominal, categórica dicotómica	Padecimiento metabólico, crónico, incurable pero controlable, caracterizada por intolerancia a la glucosa, aumento del volumen de orina y mayor sensación de sed y hambre. Causada por factores hereditarios y ambientales que con frecuencia actúan juntos.	0) No. 1) Si. (Glucosa >126 mg/dl y/o uso de hipoglucemiantes)
HTA	Cualitativa nominal, categórica dicotómica	Elevación de la presión arterial por arriba de los límites normales para la edad.	0) No 1) Si (Presión Arterial >140/90)

Variables Independientes			
Cambio en el Agua Corporal Total	Cuantitativa continua	Diferencia en el componente que presenta aproximadamente el 60% del peso corporal total en un adulto promedio y el 40% restante de materiales de peso seco.	Medición de la cantidad de agua corporal total por Impedancia bioeléctrica. En porcentajes y litros. El cambio se determinará en la segunda medición comparada con la medición basal. > o < 5% de cambio.
Cambio en la Masa Magra	Cuantitativa continua	Consiste principalmente de proteína y agua. El tejido de los músculos esqueléticos son los principales componentes de ésta.	Medición de la cantidad de masa magra por Impedancia bioeléctrica. En porcentajes y kg. El cambio en la segunda medición comparada con la medición basal. > o < 5% de cambio.
Cambio de Peso	Cuantitativa continua	Diferencia que ocurre en la masa corporal. Suma de los tejidos óseo, muscular y adiposo, además de órganos y líquidos del cuerpo.	Masa corporal en kilogramos. El cambio se determinará en la segunda medición comparada con la medición basal. > o < 5% de cambio.
Cambio en la fuerza de empuñadura	Cuantitativa continua	Diferencia que ocurre en la prueba para detectar la pérdida de función muscular fisiológica.	Determinación de la fuerza máxima con un dinamómetro de mano en kg. El cambio se determinará en la segunda medición comparada con la medición basal. > o < 5% de cambio.
Variables Intermedias			
Uso de diurético	Cuantitativa discreta Y Cualitativa nominal categórica dicotómica	Fármacos utilizados en el tratamiento de Insuficiencia cardíaca para proporcionar un alivio a los síntomas y signos de congestión venosa pulmonar y sistémica.	Dosis en mg Y 0) No 1) Si
Ingesta calórica	Cuantitativa continua	Cantidad consumida al día por un individuo de calorías totales, % de las calorías totales provenientes de hidratos de carbono, lípidos y proteínas.	Promedio y porcentaje de la cantidad de alimentos consumidos y registrados en el recordatorio de 24 hrs.

Variable dependiente			
Cambios en el estado clínico (NYHA)	Cualitativa ordinal. Categorica.	Diferencia que ocurre en las características de salud en la que se encuentra un paciente al inicio y durante el desarrollo de una enfermedad.	<p>Basada en los síntomas y capacidad funcional de la New York Heart Association (NYHA) para la IC:</p> <p><u>Clase I</u>: Sin limitación de la actividad física. El ejercicio físico normal no causa fatiga, palpitaciones o disnea.</p> <p><u>Clase II</u>: Ligera limitación de la actividad física, sin síntomas en reposo; la actividad física normal causa fatiga, palpitaciones o disnea.</p> <p><u>Clase III</u>: Deteriorada limitación de la actividad física; sin síntomas en reposo; cualquier actividad física provoca la aparición de los síntomas.</p> <p><u>Clase IV</u>: Incapacidad de realizar actividad física; los síntomas de la IC están presentes incluso en reposo y aumentan con cualquier actividad física.</p> <p><u>Deterioro</u>: De clase I a II, III o IV</p> <p><u>Mejoría</u>: De clase IV a III, II o I De clase III a II o I De clase II a I No cambia clase inicial.</p>
CMB: Circunferencia Media de Brazo; HTA: Hipertensión Arterial.			

MODELO CONCEPTUAL



DISEÑO METODOLÓGICO

a) Tipo de Estudio

Estudio de cohorte longitudinal prospectivo

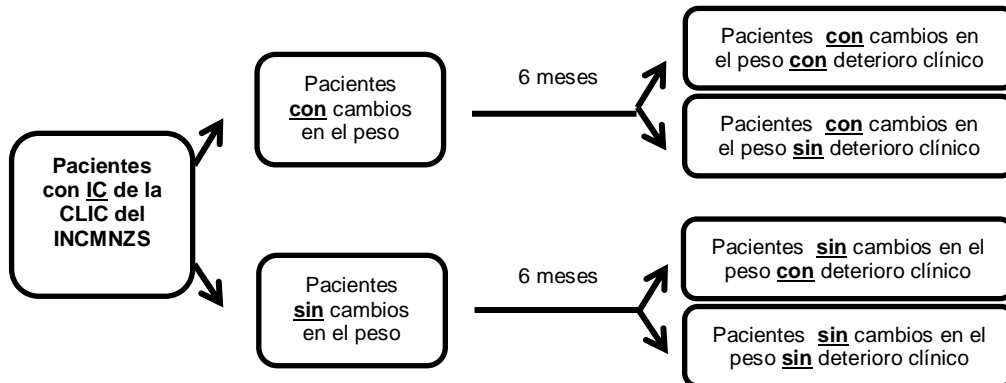


Figura 4. Diagrama para estudio de cohorte. Comparación de grupos con y sin exposición. (Diagrama modificado)(49).

*Se utilizó el mismo criterio para los 3 factores de exposición: Cambios en el peso, fuerza muscular y agua corporal.

b) Población de estudio

Pacientes con insuficiencia cardiaca compensada que asisten a consulta externa en la Clínica de Insuficiencia Cardiaca del Instituto Nacional de Ciencias Medicas y Nutrición “Salvador Zubirán”.

c) Criterios de selección

Criterios de Inclusión

- Pacientes mayores de 40 años de edad; que acudan a consulta externa a la Clínica de Insuficiencia Cardiaca; con NYHA I-III y que acepten participar en el estudio.

Criterios de Exclusión

- Pacientes con enfermedad renal; neoplasia activa; incapacidad física; IC descompensada; que estén participando en otro estudio.

Criterios de Eliminación

- Pacientes con mediciones incompletas; que retiren su consentimiento de participar en el estudio.

Tamaño de muestra

Fórmula para dos proporciones (50).

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizaron los datos de un estudio previo, donde se evaluó la fuerza de la mano como marcador clínico de deterioro en pacientes con insuficiencia cardiaca (51).

En pacientes con un cambio significativo en la pérdida de fuerza de mano, el deterioro se presentó en un 26.5% comparado con un 6% en pacientes que no perdieron fuerza. El cálculo se realizó a partir de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{[Z_{\alpha} \sqrt{2 [P Q]} + Z_{\beta} \sqrt{[(P_1 Q_1) + (P_2 Q_2)]}]^2}{(P_1 - P_2)^2}$$
$$n = \frac{[1.96 \sqrt{2 [.1625 \times .8375]} + 0.842 \sqrt{[(.06 \times .94) + (.265 \times .735)]}]^2}{(.06 - .265)^2}$$

Z_{α} = error α = 1.96

Z_{β} = error β = 0.842

P_1 = proporción esperada grupo de referencia = 6% (deterioro sin pérdida de fuerza)

P_2 = proporción esperada grupo experimento = 26.5% (deterioro con pérdida de fuerza)

P = promedio de P_1 y P_2

$n = 50$ en cada grupo = $100 + 50\%$ por pérdidas = 150 pacientes

PROCEDIMIENTO

Se realizó un estudio de cohorte en el área de consulta externa de la Clínica de Insuficiencia Cardíaca del Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán de la Ciudad de México y se reclutó de forma consecutiva a los pacientes que cumplieron con los criterios de selección. A los participantes del estudio se les pidió la firma del consentimiento informado (Anexo 1), después de explicados los objetivos y las actividades que se realizarían a lo largo de la investigación. El estado clínico de los pacientes (NYHA) se determinó mediante interrogatorio y exploración realizados por un médico cardiólogo, quien estuvo cegado a los datos de composición corporal. Los interrogatorios, la valoración del estado clínico y la evaluación nutricional se llevaron a cabo durante un periodo aproximado de 6 meses, realizando dos mediciones a cada paciente. Los formatos utilizados para recopilar los datos se pueden consultar en el Anexo 2.

En cada visita se realizaron medidas antropométricas como peso, estatura, circunferencia de cintura, cadera y media de brazo, por el método de Isak (Anexo 3). Para la medición de la fuerza muscular se utilizó un dinamómetro de mano de la marca Takei con un rango de medición de 0 a 100 kg, considerándola como el promedio de la medición consecutiva de tres veces con la mano dominante. La composición corporal se midió mediante el método de impedancia multifrecuencia con un aparato Body Stat Quad Scan 4000. Las técnicas de medición de éstos métodos se puede consultar en el Anexo 4 y 5 respectivamente. A partir de la resistencia obtenida en la frecuencia de 5 kHz se obtuvo la cantidad de agua extracelular y a partir de la frecuencia de 200 kHz se obtuvo la cantidad de agua corporal total en litros.

PLAN DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se capturaron en una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel y se analizaron con el programa estadístico SPSS (Versión 17).

Los resultados descriptivos se presentaron como promedio y desviación estándar cuando las variables fueron continuas y con distribución normal semejante a la curva normal (determinada por la prueba Kolmogorov-Smirnov), como mediana y percentiles o los datos mínimo y máximo según el caso, cuando tuvieron una distribución no normal. Las variables categóricas se presentaron como frecuencias y porcentajes.

Después de las dos mediciones del seguimiento, se realizó la comparación entre los grupos de estudio (sujetos que deterioraron su estado clínico vs los que no deterioraron), para ello se calculó el porcentaje de cambio y posteriormente se utilizó la prueba estadística t-Student para muestras independientes en el caso de las variables continuas con distribución normal, para las variables continuas con distribución no normal se utilizó la prueba U de Mann Whitney. Para la comparación de las variables categóricas se utilizó χ^2 de Pearson o Fisher, dependiendo el tamaño de muestra esperado para cada grupo.

Las variables que fueron estadísticamente significativas en el análisis bivariado se incluyeron para realizar el ajuste de variables confusoras, mediante el análisis de regresión logística. Se consideraron valores estadísticamente significativos con una $p < 0.05$.

RESULTADOS

Para la realización de este estudio se evaluaron 225 pacientes, quienes acudieron a consulta externa en la Clínica de Insuficiencia Cardíaca del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, 3 no concluyeron con las 2 mediciones, por lo tanto se consideraron 222 pacientes para el análisis estadístico. Se encontró que 49 pacientes (22.07%) deterioraron su clase funcional en un periodo de 6 meses.

En la Tabla 4 se presentan las características generales basales de la cohorte, donde se observa que el estudio estuvo conformado por 123 hombres (55.4%) y 99 mujeres (44.6%), la mediana de la edad de los pacientes fue de 67 años, esto nos indica que la población de estudio pertenece, en su mayoría, al grupo de adultos mayores. El promedio de estatura fue de 1.58 m. Y finalmente se observa que la moda del número de comidas fue 3 comidas al día, con un número mínimo de 1 comida y máximo de 6 comidas, este dato nos da un panorama general sobre los hábitos de alimentación de los pacientes al inicio del estudio, sin embargo se tendrá mayor evidencia al realizar la comparación de la cantidad de ingesta calórica entre las dos mediciones.

Tabla 4. Características basales generales de los sujetos de estudio

Variables	n = 222
<i>Edad, (años)</i>	67 (53- 75)
<i>Hombres, n (%)</i>	123 (55.4)
<i>Mujeres, n (%)</i>	99 (44.6)
<i>Estatura, (m)</i>	1.58 ± 0.09
<i>Número de comidas</i>	3 (1-6)
Los datos se presentan como promedio ± desviación estándar, n (%), mediana (p25-p75),*Moda (Mínimo-Máximo)	

En la Tabla 5 se presentan las condiciones clínicas y los medicamentos al inicio del estudio. Se observa que la comorbilidad con mayor frecuencia fue la hipertensión arterial (69.4%), seguida de la diabetes (47.7%). Mientras que la presencia de disfunción sistólica entre los pacientes tuvo mayor proporción (40.1%) comparada con los otros tipo de disfunción. Con respecto al tipo de

medicamentos que utilizaron los pacientes se observa que aquellos que tuvieron mayores frecuencias fueron los betabloqueadores (81.5%), Bloqueadores de receptores de Aldosterona (77.9%), Bloqueadores de receptores de Angiotensina II (61.7%) y los diuréticos (58.1%).

Tabla 5. Características clínicas y medicamentos basales de los sujetos de estudio

Variables	n=222
<i>Obesidad, n (%)</i>	54 (24.3)
<i>Dislipidemia, n (%)</i>	65 (29.3)
<i>Diabetes, n (%)</i>	106 (47.7)
<i>Hipertensión, n (%)</i>	154 (69.4)
<i>Disfunción diastólica, n (%)</i>	47 (21.2)
<i>Disfunción mixta, n (%)</i>	65 (29.3)
<i>Disfunción sistólica, n (%)</i>	89 (40.1)
<i>Falla cardíaca izquierda, n (%)</i>	4 (1.8)
<i>Falla cardíaca derecha, n (%)</i>	64 (28.8)
<i>Calcio antagonista, n (%)</i>	13 (5.9)
<i>Hipoglucemiantes, n (%)</i>	41 (18.5)
<i>Hipolipemiantes, n (%)</i>	62 (27.9)
<i>Nitratos, n (%)</i>	65(29.3)
<i>IECAS, n (%)</i>	77 (34.7)
<i>Digital, n (%)</i>	106 (47.7)
<i>Diuretico, n (%)</i>	129 (58.1)
<i>Asa (mg)</i>	40 (20 – 50)
<i>Tiazídicos (mg)</i>	12.5 (0.25 - 25)*
<i>BRAS, n (%)</i>	137 (61.7)
<i>ARALDs, n (%)</i>	173 (77.9)
<i>BB, n (%)</i>	181 (81.5)
BB= Betabloqueadores, IECA= Inhibidor de la Enzima Angiotensina. BRAS= Bloqueador de receptor de Angiotensina II. ARALDs= Bloqueador de receptor de Aldosterona. Los datos se presentan como promedio ± desviación estándar, n (%), mediana (p25-p75) ó *mediana (mínimo-máximo)	

Después de 6 meses de seguimiento se obtuvieron los resultados de las dos mediciones realizadas a los pacientes. En la Tabla 6 se presentan los datos antropométricos generales de los individuos donde se observa que la mediana del peso de los pacientes fue de 70.3 kg, de la fuerza fue 21 kg y del agua corporal total fue de 37.5 litros. Sin embargo para conocer los cambios de las variables entre mediciones se cálculo el porcentaje de cambio.

Tabla 6. Datos antropométricos de las mediciones basal y final

Variables	Medición basal	Medición final
<i>Peso (kg)</i>	70.3 (59.5 - 80)	69.1 (59.7 - 80)
<i>Fuerza (kg)</i>	21 (15 - 30)	21 (16 - 30)
<i>ACT (litros)</i>	37.5 (32.9 – 42.3)	37.6 (32.9 – 43.3)
<i>AE (litros)</i>	15.4 (13.1 – 18.6)	15.6 (13.2 - 19)
<i>IMC (kg/m²)</i>	28.4 (24.1 – 31.9)	28.1 (24.2 – 32.1)
<i>C. Cintura (cm)</i>	95.6 (84.6 - 105)	95.9 (85.4 - 106)
<i>C. Cadera (cm)</i>	100 (93.6 – 108.4)	100 (94 – 109.8)
<i>C. Brazo (cm)</i>	29.6 (26.5 – 32.8)	29.5 (26.5 – 32.9)
<i>Resistencia/Altura (ohm/m)</i>	340 ± 80.3	336.8 ± 83.2
<i>Reactancia/Altura (ohm/m)</i>	30.4 (23.5 – 35.2)	30.3 (23.3 – 35.8)
<i>I. Impedancia</i>	0.82 (0.79 – 0.85)	0.82 (0.80 – 0.85)
<i>Ingesta dietética (Kcal)</i>	1737.3 (1219.6 – 2116. 5)	1736.8 (1248.3 – 2174.4)

IMC: Índice de Masa Corporal, ACT: Agua corporal total, AE: Agua Extracelular. Los datos se presentan en Media ± desviación estándar ó Mediana (p25 y p75).

Después de identificar los datos de las mediciones, se calcularon los porcentajes de cambio (medición final – medición basal / medición basal * 100) de las variables clínicas, de composición corporal y de la cantidad de ingesta calórica, dividiendo a su vez en los grupos de deterioro o no deterioro dependiendo del cambio en la NYHA. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 7, donde se observa, con respecto a los porcentajes de cambio, que los cambios son más evidentes en el grupo de deterioro. Las variables en las cuales se observa el argumento anterior son: circunferencia media de brazo con un cambio de -2.07 % (-5.45 – 6.25) en el grupo de deterioro, agua corporal total 0.48% (-4.1 – 6.32), agua extracelular 1.74% (-6 .70 – 13.59) e ingesta dietética -14.08% (-24 – 15.1), todas ellas sin resultados estadísticamente significativos. Sin embargo, el cambio de los datos de reactancia/altura -5.91% (-27.56 – 7.73) en el grupo de deterioro y -0.59% (-9.23 – 9.17) en el grupo de no deterioro si fueron significativos ($p = 0.017$).

Tabla 7. Cambios en las variables de composición corporal y consumo de alimentos entre mediciones.

Variables	% de Cambio		p
	Deterioro	No deterioro	
<i>Peso (kg)</i>	0 (-3.4 – 2.6)	0.15 (-2.4 – 2.4)	0.769
<i>Fuerza (kg)</i>	0 (-11.4 – 9.0)	0 (-8.3 – 13.5)	0.375
<i>ACT (litros)</i>	0.48 (-4.1 – 6.3)	0.24 (-2.9 – 3.8)	0.537
<i>AE (litros)</i>	1.74 (-6.7 – 13.6)	0.90 (-4.8 – 5.7)	0.162
<i>IMC (kg/m²)</i>	0 (-3.4 – 2.6)	0.15 (-2.4 – 2.4)	0.769
<i>C. Cintura (cm)</i>	0.43 (-3.6 – 3.3)	0.81 (-2.8 – 3.9)	0.725
<i>C. Cadera (cm)</i>	-0.1 (-2.7 – 3.3)	0.18 (-2.5 – 2.7)	0.933
<i>C. brazo (cm)</i>	-2.07 (-5.5 – 6.3)	1.42 (-4.0 – 5.3)	0.357
<i>Resistencia/Altura (ohm/m)</i>	-1.36 (-10.9 – 4.7)	-1.46 (-6.4 – 5.6)	0.393
<i>Reactancia/Altura (ohm/m)</i>	-5.9 (-27.6 – 7.7)	-0.59 (-9.2 – 9.2)	0.017
<i>I. Impedancia</i>	1.2 (-0.2 – 2.4)	1.19 (-1.3 – 1.3)	0.206
<i>Ingesta dietética (Kcal)</i>	-14.08 (-24 – 15.1)	0.58 (-29.9 – 43.5)	0.446
IMC: Índice de Masa Corporal, ACT: Agua corporal total, AE: Agua Extracelular. Los datos se presentan con Mediana (p25 y p75)			

La Tabla 8 es muy similar a la anterior, sin embargo en los datos clínicos no se encontraron datos estadísticamente significativos entre los porcentajes de cambio de las dos mediciones de cada variable. Sin embargo se observan diferencias entre los intervalos de cada variable, por ejemplo, en la TAS se observa que el dato mínimo del porcentaje de cambio fue una disminución del 25% en el grupo de deterioro, mientras que para el grupo de no deterioro fue de 38.5%.

Tabla 8. Cambios en las variables clínicas entre mediciones.

Variables	% Cambio		p
	Deterioro	No deterioro	
<i>TAS (mmHg)</i>	0 (-25 – 39.1)*	0 (-38.5 – 77.8)*	0.319
<i>TAD (mmHg)</i>	0 (-12.9 – 11.9)	0 (-42.9 – 50)*	0.882
<i>FC (lpm)</i>	0 (-5.9 – 7.1)	0 (-5.6 – 2.9)	0.211
TAS: Tensión Arterial Sistólica, TAD: Tensión Arterial Diastólica, FC: Frecuencia Cardíaca. Los datos se presentan como Mediana (p25 y p75) ó *Mediana (mínimo y máximo)			

Se identificó la frecuencia de los signos, síntomas y clasificación de la NYHA, para ambos grupos. En la Tabla 9 se muestra la comparación entre las

mediciones basal y final del grupo de deterioro. Se observó un aumento de la frecuencia en los síntomas y la clase funcional; fatiga de 55.1% a 71.4% sin significancia estadística, disnea de 36.7% a 59.2% ($p > 0.001$), intolerancia al decúbito de 26.5% a 36.7% ($p = 0.03$), clase funcional II de 24.5% a 53.2% y clase funcional III de 0% a 42.6%. La comparación de las categorías de la NYHA tuvieron una significancia estadística de $p > 0.001$.

Tabla 9. Frecuencia de síntomas y clase funcional en la medición basal y final con base al deterioro.

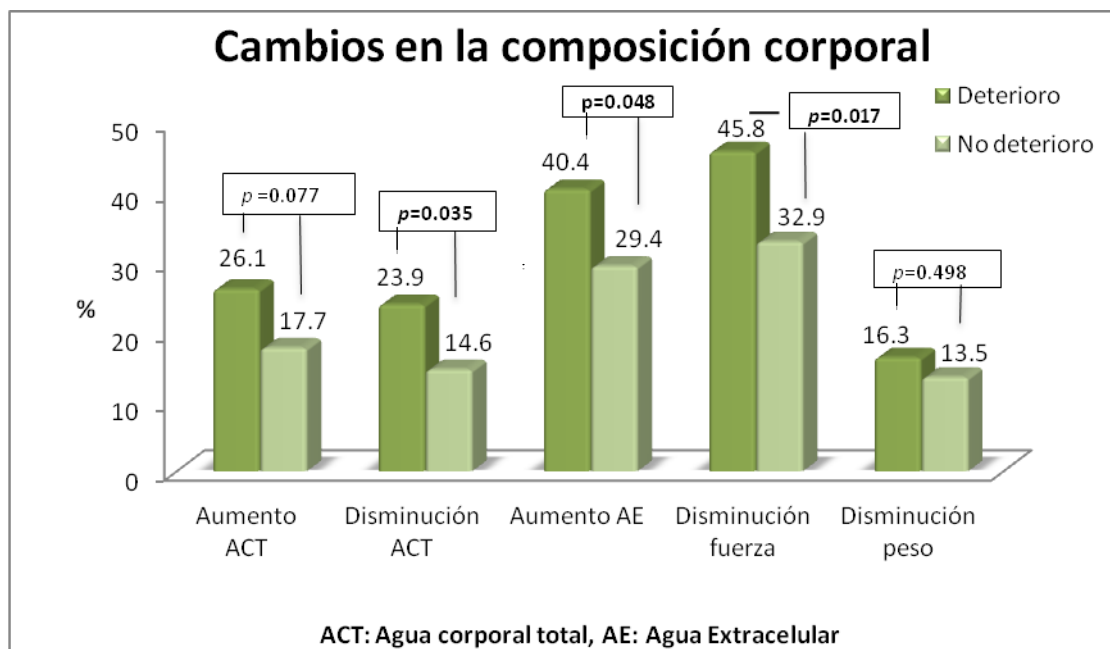
Variables	Medición basal	Medición final	p
	Deterioro	Deterioro	
<i>Disnea, n (%)</i>	18 (36.7)	29 (59.2)	>0.001
<i>Fatiga, n (%)</i>	27 (55.1)	35 (71.4)	0.276
<i>Intolerancia al decúbito, n(%)</i>	13 (26.5)	18 (36.7)	0.03
<i>Clase funcional NYHA, n (%)</i>			
<i>I</i>	37 (75.5)	0	>0.001
<i>II</i>	12 (24.5)	26 (53.06)	
<i>III</i>	0	21 (42.85)	
<i>IV</i>		2 (4.08)	
NYHA= New York Heart Association			

El primer objetivo específico del estudio fue identificar los cambios en los 3 factores de exposición después de realizadas las dos mediciones. Para ello se estableció direccionalidad a los cambios, donde se consideró aumento (>5%) o disminución (<5%) respecto a los porcentajes de cambio de cada uno de los individuos. Para realizar el análisis que se presenta en la siguiente gráfica se consideraron solo los datos de aquellos individuos que cumplieron con el criterio del 5% de cambio.

Una vez identificados los cambios se realizó la asociación de estos con la presencia o no de deterioro, esto último determinado por el cambio de estadio de la capacidad funcional (NYHA). En la Figura 5 se observan los resultados que se obtuvieron, representados en una grafica, dividida en primera instancia con la frecuencia de la presencia de deterioro y no deterioro, posteriormente se observa la significancia obtenida después de realizada la prueba estadística entre esos

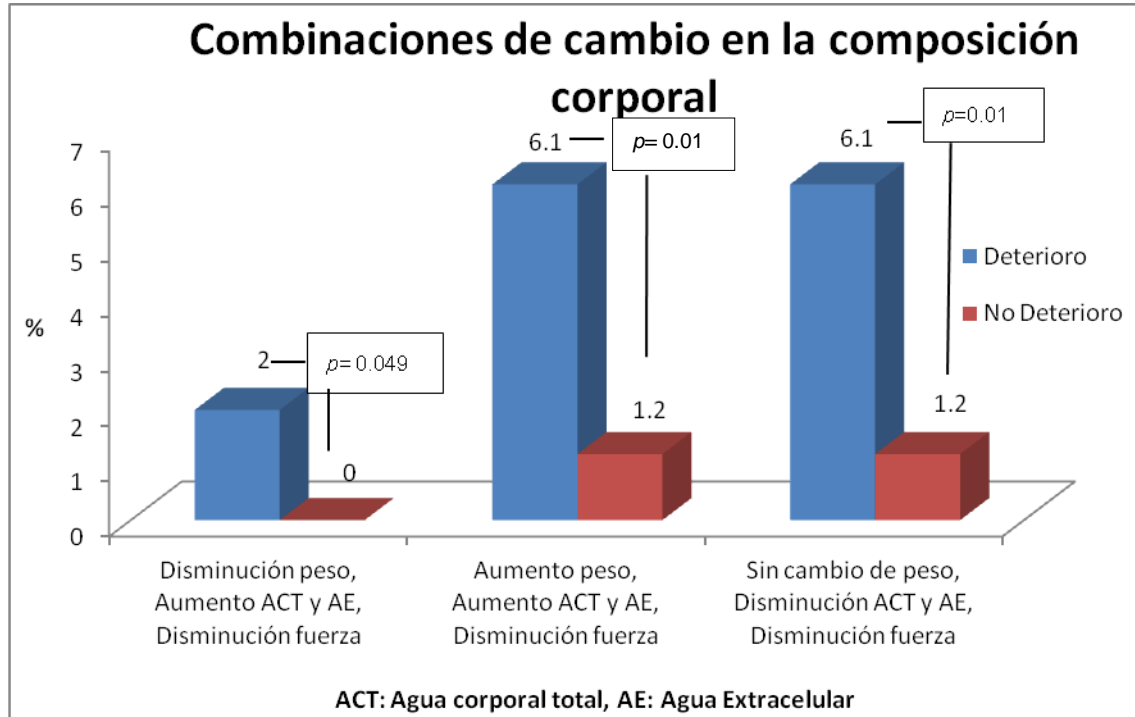
grupos por cada componente de la composición corporal que obtuvo cambio. La gráfica muestra que una proporción mayor de sujetos en el grupo de deterioro disminuyeron agua corporal total ($p= 0.035$), aumentaron agua extracelular ($p= 0.048$) y disminuyeron fuerza ($p=0.017$).

Figura 5. Comparación de los cambios en la composición corporal y el deterioro o no de la clase funcional.



Con base a los cambios que se identificaron en el análisis estadístico y que se presentan en la Figura 5, se realizaron combinaciones de las posibles modificaciones en la composición corporal de los individuos tomando en cuenta los componentes de estudio y asociándolos al estado clínico. Con la finalidad de crear una especie de patrones de comportamiento para que sea útil en la práctica clínica. Los datos estadísticamente significativos se muestran en la Figura 6, donde se aprecia que el cambio constante en las combinaciones es la disminución de fuerza, con una mayor proporción de sujetos del grupo que deterioró su clase funcional. A su vez se observa que el aumento o disminución del peso no determinan el deterioro del estado clínico.

Figura 6. Asociación entre las combinaciones de cambio en la composición corporal y su estado clínico



Después de realizados los análisis bivariados se realizó un análisis multivariado para evaluar factores asociados en la presencia de deterioro (Tabla 10), donde se encontró que las variables con los valores de riesgo más alto fueron: presencia de disfunción mixta, con un riesgo de 4.29, IC(2.3 – 8.01), $p < 0.001$; disfunción diastólica, con un riesgo de 2.164, IC(1.07 – 4.38), $p = 0.032$ y la disminución de fuerza menor a 5% con un riesgo de 2.158, IC(1.27 – 3.68), $p = 0.005$.

Tabla 10. Regresión logística para determinar factores asociados al deterioro de la clase funcional (NYHA)

Variables	Exp (β)	Intervalo de confianza	β	p
<i>Uso de Diurético (si/no)</i>	2.037	(1.16 – 3.59)	0.711	0.014
<i>Dislipidemia (si/no)</i>	1.839	(1.06 – 3.20)	0.609	0.031
<i>Aumento de AE (>5%)</i>	2.003	(1.15 – 3.48)	0.695	0.014
<i>Disminución de fuerza (<5%)</i>	2.158	(1.27 – 3.68)	0.769	0.005
<i>Disfunción diastólica (si/no)</i>	2.164	(1.07 – 4.38)	0.772	0.032
<i>Disfunción mixta (si/no)</i>	4.29	(2.3 – 8.01)	1.456	<0.001

AE: Agua Extracelular

Tabla 11. Frecuencia de deterioro y caquexia con base en la clasificación del IMC

Variables	Deterioro	Caquexia
Normal	25.7%	24.6%
Sobrepeso	23.6%	28.2%
Obesidad	18.2%	7.8%
p	0.524	0.004

Por último, se dividió el IMC en tres grupos y con base a eso se registró la frecuencia de deterioro y de caquexia cardiaca al inicio del estudio. (Tabla 11) Se observa que hubo mayor porcentaje de pacientes con IMC normal en el grupo que deterioraron su capacidad funcional y de sobrepeso en el grupo de caquexia.

DISCUSION

El objetivo de este estudio fue identificar la asociación entre los cambios en la composición corporal y el estado clínico en pacientes con IC, esto se logró analizando los cambios en el peso, la fuerza muscular, agua corporal total, agua extracelular y la clase funcional (NYHA).

En relación con la medición del peso, los principales hallazgos del presente estudio establecen que tanto la disminución como la ganancia de peso con un porcentaje de cambio menor o mayor a 5% respectivamente, se asociaron con el deterioro de la capacidad funcional (NYHA). A pesar de que en la mayoría de las investigaciones que estudian la pérdida o los cambios en el peso en adultos mayores o en pacientes con insuficiencia cardíaca, coinciden en que la disminución de peso se asocia con deterioro clínico o con el aumento de mortalidad y sugieren que los individuos con peso estable o aumento de peso tienen mejor estado clínico, esto no se corroboró en este estudio.

Además actualmente ha surgido la controversia llamada “paradoja de la obesidad”, la cual establece que los pacientes con valores altos de IMC tienen menor riesgo de mortalidad o de deterioro clínico comparado con aquellos con valores normales de IMC. Sin embargo, en estos estudios, el IMC es el único indicador de composición corporal evaluado, no se utiliza ningún tipo de método que incluya la medición de los compartimentos corporales. Con la finalidad de observar este comportamiento en nuestro estudio, se obtuvieron los valores de IMC tanto basales como los de la última medición y se clasificaron en tres categorías de acuerdo a los valores de referencia de la Norma Oficial Mexicana NOM-174-SSA1-1998, para el manejo integral de la obesidad. (52) En la Tabla 7 de IMC se observan las frecuencias que se obtuvieron por grupo de deterioro de la clase funcional en cada categoría. Pareciera que los resultados confirman el fundamento de la “paradoja” ya que se observa tanto en los datos basales como finales que las proporciones más altas de pacientes con IMC normal o sobrepeso

se encuentran en el grupo de deterioro, en contraste con la categoría de obesidad cuyas frecuencias más altas están en el grupo de no deterioro, aunque sin ser estadísticamente significativa esta diferencia. Sin embargo, en este estudio se realizó el análisis de los compartimentos corporales y se observa en los resultados de las combinaciones de los compartimentos, que el cambio en el peso no es el factor determinante en la presencia de deterioro clínico, sino el cambio en el agua y la pérdida de músculo, determinada por la fuerza, por lo que nuestros resultados no concuerdan con la hipótesis de la “paradoja de la obesidad”, ya que las bases que la fundamentan no toman en cuenta que el deterioro ocurren, por los cambios en los compartimentos corporales y no solo en la modificación del peso o IMC. Por otro lado, existe concordancia entre los resultados de este estudio y los encontrados por Colín y cols. en su estudio de: Síndrome de malnutrición (pero no con el IMC), asociado a peor pronóstico de la IC; ya que valores bajos de IMC no predijeron la mortalidad cardiovascular de manera independiente de otros parámetros nutricionales de composición corporal y clínicos (53).

Con referencia a la fuerza de mano, algunos estudios han demostrado que en pacientes con insuficiencia renal, adultos mayores y sujetos sanos existe asociación entre la pérdida de fuerza de mano y la pérdida de masa muscular. El estudio de Izawa K y cols sobre la fuerza muscular como pronóstico de insuficiencia cardiaca en población japonesa, se observó que ésta es un buen predictor de mortalidad, ya que los valores de fuerza que obtuvo el grupo de pacientes que no sobrevivió fue menor. El resultado de la medición fue explicada por la hipótesis del músculo, la cual señala que a partir del deterioro de la función ventricular ocurre como consecuencia, pérdida de masa muscular y la atrofia o transformación de fibras musculares (32). Por otro lado, el estudio de Taekema D. de fuerza como predictor de salud funcional, psicológica y social se encontró que los valores bajos de fuerza están asociados al deterioro de salud en esos tres ámbitos (54). En el presente estudio se observó que hubo mayor proporción de pacientes con disminución de la fuerza muscular en el grupo de deterioro, mientras que con aumento hubo mayor frecuencia en el grupo de no deterioro, independientemente de la disfunción ventricular.

Así mismo existe mayor proporción de pacientes en el grupo de deterioro de la NYHA, con aumento del agua extracelular, comparado con el grupo de no deterioro. Por lo que la evaluación clínica de la variación del estado de hidratación en un paciente con insuficiencia cardiaca a partir de la medición de su peso con un aumento o disminución de 4-5 kg no es recomendable, ya que cuando se debe a expansión de los fluidos, puede no ser clínicamente identificable debido a la presión negativa en los tejidos blandos, por ello puede ocurrir que presencia de una deshidratación severa no sea diferenciada de caquexia sin edema. La medición del agua corporal total y extracelular mediante la impedancia bioeléctrica es de gran utilidad para identificar retención de volumen, incluso antes de que esté presente el edema. En el estudio de Sergi G sobre la distribución del agua corporal en adultos mayores con insuficiencia cardiaca indicó que la medición de agua extracelular predice mejor la presencia de edema comparada con el agua corporal total (29).

En una revisión realizada por Cotter G y cols. se analizaron los resultados de dos estudios que compararon dos grupos de pacientes con diagnóstico inicial de IC crónica. Uno de los grupos estuvo integrado por pacientes que cambiaron su estado clínico crónico a agudo y el otro por aquellos quienes no sufrieron este cambio. Se observó una ganancia de peso que no fue estadísticamente significativa diferente entre grupos. Ésta fue de alrededor de 2 kg, lo que sugiere que la sobrecarga de volumen, en la IC aguda principalmente, ocurre en forma de congestión pulmonar y esto a su vez debido a la redistribución de los fluidos y no propiamente a la acumulación de ellos (55). Estos resultados apoyan la necesidad de un estudio integral de los compartimentos. Ya que mediciones subjetivas no son capaces de identificar estos mecanismos. Por lo que se propone en la práctica clínica la evaluación del agua extracelular.

En el presente estudio, después de identificar los cambios de cada componente se construyeron combinaciones de cambio. Los resultados con significancia estadística fueron:

- Combinación 1.- Disminución de peso, aumento de agua corporal total y extracelular y disminución de fuerza.
- Combinación 2.- Aumento de peso, aumento de agua corporal total y extracelular y disminución de fuerza.
- Combinación 3.- Sin cambio en el peso, disminución de agua corporal total y extracelular y disminución de fuerza.

Las 3 combinaciones ocurrieron en mayor proporción en el grupo de deterioro. Se observa que entre las primeras dos combinaciones, las constantes fueron aumento del agua y la disminución de la fuerza; con este resultado se confirma el conocimiento de que el peso por sí sólo no puede ser considerado para predecir deterioro clínico en los pacientes con insuficiencia cardíaca. Respecto a la tercera combinación, se puede decir que junto con las otras combinaciones, la constante sigue siendo la disminución de la fuerza, por lo tanto se confirma que la fuerza por sí misma es un indicador de deterioro clínico. Los resultados de las combinaciones no pueden ser comparados con estudios previos, ya que en la revisión bibliográfica no se encontraron investigaciones similares a ésta.

Los hallazgos de esta investigación sugieren que las diferencias en el peso y los demás componentes no explican de manera independiente la presencia o ausencia de deterioro, sino los cambios en cada componente agrupado en combinaciones que los pacientes pueden desarrollar durante la evolución de la enfermedad.

Por otro lado las guías de la Sociedad Europea de Cardiología para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con IC, sugieren que los síntomas y signos iniciales son la clave para la detección precoz de la enfermedad, sin embargo, reconocen que la identificación de éstos es difícil de interpretar, tanto en el paciente de edad avanzada como en el obeso. Es por ello que con este estudio se pretende proporcionar herramientas que ayuden al equipo clínico a identificar con precisión y a tiempo las manifestaciones de la enfermedad y evitar el deterioro clínico de los pacientes.

Limitaciones del estudio

- No se consideró la presencia de fibrilación articular en los pacientes. Este dato es importante porque es un factor independiente para la presencia de deterioro.
- Se sugiere aumentar el periodo de seguimiento para observar más cambios y obtener más pacientes en el estudio.
- No se realizaron determinaciones de inflamación.

CONCLUSIONES

En la evaluación nutricional de pacientes con insuficiencia cardiaca u otra enfermedad en la que se vea afectada la composición corporal, debe ser analizado cada uno de los compartimentos para establecer un tratamiento preciso y/o tomar medidas de prevención a tiempo.

La fuerza de mano es una medición indispensable en la valoración nutricional debido a la importancia que se observó en los resultados de este estudio.

La disminución en la fuerza de mano (< 5%) y el aumento de agua extracelular (> 5%) son indicadores de deterioro independientes del aumento o disminución del peso.

El peso y el IMC no son indicadores confiables en la valoración nutricional y clínica de los pacientes con IC, ni predictores de deterioro.

La determinación del peso debe ser complementada con técnicas que midan los compartimentos de la composición corporal del paciente con IC, principalmente la cuantificación del agua corporal, agua extracelular y fuerza muscular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Piccoli A. Análisis convencional y vectorial de bioimpedancia en la práctica clínica. Rev Nefrología 2002; 22(3):228-238.
- 2.- Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, et al. Guía de práctica clínica de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) para el diagnóstico y tratamiento de la Insuficiencia Cardíaca aguda y crónica. Rev Esp Cardiol 2008; 61(12):e1-e70.
- 3.- Hunt SA, Abraham WT, et al. Focused Update Incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults. Circulation 2009; 119: e391-e479.
- 4.- Krummel D. Terapia Nutricional médica en insuficiencia y trasplante cardíacos. En: Kathleen ML, Escott Stump S. Krause Dietoterapia. 12a edición, Elsevier Masson, España 2009:884-898.
- 5.- Chatterjee K, Sciammarella. Anormalidades en la contractilidad miocárdica: disfunción sistólica. En: Oliveri R. Insuficiencia Cardíaca. Ed Médica Panamericana, Buenos Aires, 1999:21-35.
- 6.- <http://sinais.salud.gob.mx/mortalidad/index.html>. Sistema Nacional de Información en Salud. Principales causas de mortalidad general y cubos dinámicos de ingresos y egresos hospitalarios. México, 2008.
- 7.- Departamento de Estadística y Archivo Clínico del INCMNSZ
- 8.- Lorenzo JA, Ángel VM. Insuficiencia cardíaca. En: Tratado de Cardiología. Sociedad Mexicana de Cardiología. Vargas J, Ed Intersistemas S.A de C.V, México, 2007: 383-401.
- 9.- Guadalajara JF. Función ventricular e Insuficiencia Cardíaca. En: Cardiología. Ed Méndez Editores, 6ta ed, México, 2006: 463-499.

- 10.- Jackson G, Gibbs CR, et-al. ABC of heart failure Pathophysiology. BMJ. 2000;320:167-171.
- 11.- Rodriguez T, Arrieta O, Castillo L, et-al. Tumor Necrosis Factor and Troponin T as predictors of poor prognosis in patients with stable heart failure. Clin Invest Med 2005 28(1):23- 29.
- 12.- Mendez A. Fisiopatología de la insuficiencia cardiaca. Archivos de cardiología de México.2006;76(supl 2):182-187.
- 13.- Douglas L. Harrison. Enfermedades del corazón. En: Principios de medicina interna. Vol 2. Ed: Mc Graw Hill, 2009.pp1443-1454.
- 14.- Escott, Stump S. 2005. Insuficiencia cardiaca congestiva. En *Nutrición, diagnóstico y tratamiento*.5ª edición. Mc Graw Hill, USA. pp 251-253.
- 15.- Rujinsky NM. Nutrición en la insuficiencia cardíaca. Un gran eslabón. Rev Insuf Cardíaca 2007; 3(2):115-117.
- 16.- Anker SD, Negassa A, Coats AJ, et al. Prognostic importance of weight loss in chronic heart failure and the effect of treatment with angiotensin-converting-enzyme inhibitors: an observational study. Lancet 2003; 361:1077-1083.
- 17.- Castillo L, Colin E. Diagnóstico nutricional en el paciente con enfermedad cardiovascular. En: Riesgo cardiovascular e Insuficiencia cardiaca. Ed Mc Graw Hill. México 2005. 176-185.
- 18.- Uszko N.H.M.K, Bothmer F, Pol P.E.J.V, et-al. Measuring body composition in chronic heart failure: A comparison of methods. The European Journal of Heart Failure, 2006;8: 208-214.
- 19.- Gil A. Análisis de la composición corporal. En: Tratado de Nutrición Tomo III, Nutrición Humana en el estado de Salud. 2da edición. Ed Médica Panamericana. España 2010:100-132.

- 20.- Velásquez M, Pietrobelli. Composición corporal. En: Nutrición enteral y parenteral. Ed McGraw Hill. México 2007:81-98.
- 21.- Roach J., Nutrición. En: Lo esencial en metabolismo y nutrición. Ed Elsevier, 2da edición, España 2008:144-181.
- 22.- Krinke BU. La nutrición y el anciano. En: Brown EJ. Nutrición en las diferentes etapas de la vida. 2da edición, McGraw Hill, México, 2006:419-449.
- 23.- Thomas R.D. Loss of skeletal muscle mass in aging: examining the relationship of starvation, sarcopenia and cachexia. *Clinical Nutrition*. 2007;26:389-399.
- 24.- Massompoor S M. Unintentional Weight Loss. *Shiraz e-Medical Journal*. 2004;5(2):1-20.
- 25.- Clark A.L, Anker S.D, Body mass, chronic heart failure, surgery and survival. *J Heart Lung Trasplantat*, 2010;29(3):261-264.
- 26.- Horwich T.B, Fonarow G.C, Hamilton M.A. The relationship between obesity and mortality in patients with heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 2001;38(3):789-795.
- 27.- Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, et-al. Hand grip strength: Outcome predictor and marker of nutritional status. *Clinical Nutritional*. 2011;30(2):135-142.
- 28.- Sergi G. Body Fluid distribution in elderly Sunjects with Congestive Heart Failure. *Annals of Clinical Laboratory Science*. 2004;34(4): 416-422.
- 29.- Coats J.S. A. The “Muscle hypotesis” of Chronic Heart Failure”. *J Mol Cell Cardiol* 1996; 28: 2255-2262.
- 30.- Gosker HR. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure: underlying mechanisms and therapy perspectives. *J Clin Nutr* 2000; 71: 1033-47.

- 31.- Castillo L, Colín E, Orea A, Asensio E, et al. Bioelectrical impedance and strength measurements in patients with heart failure: comparison with functional class. *Nutrition* 2007; 23(5):412-418.
- 32.- Izawa K.P, Watanabe S, Osada N. Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*. 2009;16(1):21-27.
- 33.- Murdoch D.R, McMurray J.J.V, et-al. Cardiac cachexia - lean and mean. *European Heart Journal*, 1999;20:1609-1611.
- 34.- Strassburg S, Springer J, Anker S.D, et-al, Muscle wasting in cardiac cachexia. *The International Journal of Biochemistry and Cell Biology*. 2005;37:1938-1947.
- 35.- Zamora E, Lupón J, Urrutia A. ¿El índice de masa corporal influye en la mortalidad de los pacientes con insuficiencia cardiaca? *Rev Esp Cardiol* 2007;60(11): 1127-1234.
- 36.- Oreopoulos A, Ezekowitz J.A, McAlister F.A, Association between direct measures of body composition and prognostic factors in chronic heart failure. *Mayo clin Proc.*2010;85(7):609-617.
- 37.- Davos C.H, Doehner W, Rauchhaus M; Reino Unido, Body mass and survival in patients with chronic heart failure without cachexia: the importance of obesity . *Journals of cardiac Failure*. 2003;9(1):29-36.
- 38.- Oreopoulos A, Padwal R, Zadeh K.K; Body mass index and mortality in heart failure: A meta-analysis. *American Heart Journal*,2008;156:13-22.
- 39.- Clark A.L, Knosalla C, Birks E. Heart transplantation in heart failure: The prognostic importance of body mass index a time of surgery and subsequent weight changes. *European Journal of Heart Failure*. 2007;9:839- 844.

- 40.- Kapoor J.R, Heidenreich P.A . Obesity and survival in patients with hearth failure and preserved systolic function: A U-shaped relationship. American Heart Journal, 2010;159(1)75-80.
- 41.- Fonarow G.C, Srikanthan P, Costanzo M.R. An obesity paradox in acute heart failure: Analysis of body mass index and inhospital mortality for 108927 patients in the Acute Descompensated Heart FailureNational Registry. Am Heart J, 2006;153:74-81.
- 42.- Lavie CJ, Milani RV, Ventura H.O. Obesity and cardiovascular disease. Journal of the American College of Cardiology. 2009;53(21):1925-1931.
- 43.- Gastelurrutia P, Pascual F.G, Vazquez R.. Obesity paradox and risk of sudden death in heart failure: Results from the muerte súbita en insuficiencia cardiaca (MUSIC) study. American Heart Journal, 2010: 161(1):158-164.
- 44.- Bozkurt B, Deswal A; Obesity as a prognostic factor in chronic symptomatic heart failure. Ame Heart J, 2005;150(6):1233-1239.
- 45.- Shirley S, Davis L.L, Waag C.B; The relationship between body mass index/body composition and survival in patients with heart failure. Journal of the American Academy Nurse Practitioners. 2008;20:326-332.
- 46.- Curtis J.P, Selter J.G, Wang Y, The obesity paradox. Arch Intern Med. 2005.:165:55-61.
- 47.- Kotler DP. Cachexia. Ann Intern Med. 2000; 133:622-634.
- 48.- Bourdel-Marchasson I, Emeriau JP. Nutritional strategy in the management of heart failure in adults. Am J Cardiovasc Drugs 2001; 1:363-373.
- 49.- Kleinbaum D, et al. Typology of Observational Study Designs, En: Epidemiologic Research. Ed Lifetime learning publications, EUA, 1982. p 65
- 50.- Argimon Pallás Josep. Métodos de investigación clínica y epidemiológica Ed. Elsevier.

51.- Castillo L, Orea A, Colín E, et al. Evaluation of hand grip strength as a marker of clinical deterioration in heart failure patients. *European Journal of Heart Failure* 2008; 7(suppl 1): 14 abstract 66.

52.- NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-174-SSA1-1998, para el manejo integral de la obesidad, <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nomssa.html>.

53.- Colín E, Orea A, Castillo L, et al. Malnutrition syndrome, but not body mass index, is associated to worse prognosis in heart failure patients. *Clinical Nutrition* 2011; 30: 753.758.

54.- Taekema D, Gussekloo J, Maier A, et al. Handgrip strength as a predictor of functional, psychological and social health. A prospective population-based study among the oldest old. *Age and Ageing* 2010; 39: 331-337.

55.- Cotter G, Metra M, Milo O, et al. Fluid overload in acute heart failure- Redistribution and other mechanisms beyond fluid accumulation. *European Journal of Heart Failure* 2008;10:165-169.

ANEXO 1

CARTA DE CONSENTIMIENTO DEL PACIENTE

Título del estudio: “Cambios en el peso, fuerza muscular y agua corporal en pacientes con insuficiencia cardiaca crónico estable y su asociación con el estado clínico”

Fecha: _____

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

Yo _____ declaro voluntariamente que acepto participar en el estudio titulado: “Cambios en el peso, fuerza muscular y agua corporal en pacientes con insuficiencia cardiaca crónico estable y su asociación con el estado clínico”. He recibido información clara y por escrito y se han atendido todas las dudas acerca de la participación en el mismo. Son de mi consentimiento los riesgos, beneficios y responsabilidades que tendré al participar en este estudio, y que seré libre de retirarme de la presente investigación en cualquier momento y, en caso de que así lo decidiera, la atención que recibo como paciente no será afectada. Recibiré, si así lo solicito, los resultados obtenidos de mi participación, los cuales serán estrictamente confidenciales.

Nombre y firma del paciente

Fecha

Nombre y firma del investigador

Fecha

Nombre y firma del testigo 1

Fecha

Nombre y firma del testigo 2

Fecha

ANEXO 2. HOJA DE VACIADO
Clínica de Insuficiencia Cardíaca
Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”

FOLIO: _____

Datos Generales		Fecha:
Nombre:		No de Registro:
Fecha de Nacimiento:	Edad:	Sexo: (M) (F)
Ocupación:		Teléfono:

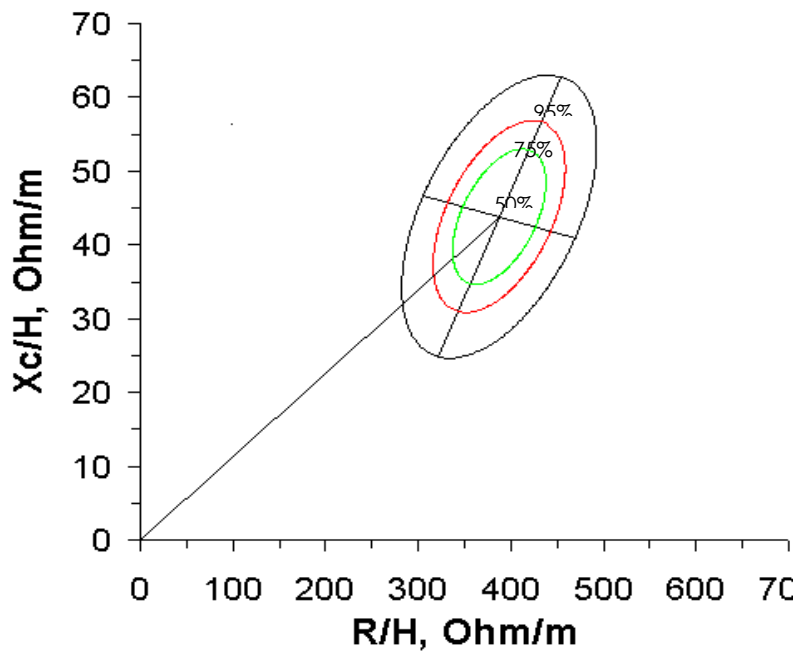
Antecedentes patológicos personales		Cuadro clínico
<input type="checkbox"/> Obesidad	<input type="checkbox"/> Cáncer	Disnea (1)(2)(3)(4)(5)(6)
<input type="checkbox"/> Hipertensión	<input type="checkbox"/> Nefropatía	Intolerancia al decúbito (1)(2)(3)(4)(5)(6)
<input type="checkbox"/> Diabetes	<input type="checkbox"/> Dislipidemia	Retención de líquidos (1)(2)(3)(4)(5)(6)
<input type="checkbox"/> Enf. Cardio	<input type="checkbox"/> Otras	Fatiga (1)(2)(3)(4)(5)(6)

Capacidad Funcional	Indicadores Clínicos		
	(1)(2)(3)(4)(5)(6) Habitual sin limitaciones	TAS/TAD	
(1)(2)(3)(4)(5)(6) No habitual, aunque logra mantener sus actividades habituales	FC		
(1)(2)(3)(4)(5)(6) Capaz de realizar poca actividad y para la mayor parte del día entre el sillón y la cama	NYHA		
(1)(2)(3)(4)(5)(6) Encamado, rara vez fuera de cama	Tipo disfunción ♥		
	Indicador Dietético		
	Kcal		

Fármacos				
Fecha				
BB				
IECAS				
BRAS				
ARALds				
Diuréticos				
Hipoglucemiantes				
Hipolipemiantes				
Ca antagonista				
Digital				
Nitratos				

BB = Betabloqueadores; **IECAS** = Inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina
BRAS = Antagonistas de los receptores de angiotensina; **ARALds** = Antagonistas de receptores de aldosterona

Indicadores Antropométricos y de Impedancia Bioeléctrica											
Fecha											
Indicador											
Edad											
Peso (Kg)											
Talla (cm)											
IMC (Kg/m ²)											
Dinamometría (Kg)											
Circunferencia	Brazo (cm)										
	Cintura (cm)										
	Cadera (cm)										
Impedancia	5 kHz										
	50 kHz										
	100 kHz										
	200 kHz										
Indice Imp											
Tercer espacio											
agua	TBW (% / Lt)										
	ECW (%/ Lt)										
		Body Stat	RJL	Body Stat	RJL	Body Stat	RJL	Body Stat	RJL	Body Stat	RJL
Resistencia (R)											
Reactancia (Xc)											
Ángulo de fase											
R/H											
Xc/H											
Cuadrante											
Hidratación											
Percentil											



Icono	Fecha

ANEXO 3

Técnica de Medición de peso por el método de ISAK

1. Llevar el cero «0» del peso a la línea de referencia.
2. Indíquelo al sujeto que se pare en el centro de la plataforma, descalzo, con la menor cantidad de ropa posible y sin que su cuerpo entre en contacto con objetos aledaños.
3. Una vez adoptada la posición referida se reporta la lectura de la medición.

Técnica de Medición de la estatura por el método de ISAK

1. Con el sujeto descalzo y con la menor cantidad de ropa posible, indíquelo que se coloque de pie con los talones unidos tocando la superficie vertical donde está colocado el estadiómetro. Los bordes internos de los pies deben estar en ángulo aproximado de 60 grados.
2. El peso del cuerpo debe estar distribuido uniformemente sobre los dos pies. En caso de que la persona tenga las piernas en forma de «X», las caras laterales internas de las rodillas deben estar en contacto, pero no superpuestas. Las escápulas, nalgas, talones y parte posterior del cráneo deben estar proyectados en el mismo plano vertical y en contacto con el estadiómetro o la pared donde esté adosado. En algunos casos es imposible mantener una postura confortable guardando la condición anterior, por lo que se debe mover al sujeto hacia adelante, de manera tal, que por lo menos una parte del cuerpo; generalmente las nalgas, estén en contacto con el estadiómetro.

3. Los brazos deben caer a los lados del cuerpo y la cabeza orientarse en el plano de Frankfort, lo cual se logra adecuadamente cuando la visión del sujeto se proyecta en el mismo plano de la línea imaginaria tragio-orbital.
4. Después que el sujeto adopte la posición descrita, indíquele que inhale profundamente y mantenga una posición erecta sin alterar la carga transmitida al piso a través de los pies, baje el cursor del estadiómetro, colóquelo firmemente sobre el vértex y realice la lectura.
5. La medición se registra hasta el 0,5 cm. más cercano.

Técnica de Medición de la circunferencia de cintura por el método de ISAK

Ubicación: Perímetro mínimo localizado entre la parte más baja de la caja torácica y la cresta ilíaca. En algunas personas obesas, la cintura es visualmente difícil de localizar, la misma se puede ubicar palpando por debajo de la costilla 12 o la flotante más baja.

- 1.- Sitúese frente al sujeto, ubique el sitio de medición y pase la cinta alrededor del mismo, cuidando que siga una trayectoria horizontal en todo el recorrido.
- 2.- Coloque la cinta en la posición de medir y efectúe la lectura al final de una espiración normal.
- 3.- Anote el resultado en centímetros y milímetros.

Técnica de Medición de la circunferencia de cadera por el método de ISAK

Ubicación: Perímetro localizado a nivel de la máxima protuberancia posterior de los glúteos, posición que coincide en la parte anterior, en la mayoría de los casos, con la sínfisis pubiana.

1.- Colóquese del lado derecho del sujeto, quien debe estar parado con los pies juntos.

2.- Pase la cinta describiendo una circunferencia por los puntos de referencia, colóquela en posición de medición y efectúe la lectura, en centímetros y milímetros.

3.- Durante el proceso el sujeto no debe contraer los glúteos.

Técnica de Medición de la circunferencia media de brazo por el método de ISAK

Ubicación: Perímetro máximo a nivel medio del brazo, en un punto intermedio entre el olécranon y el acromio (punto mesobraquial) con el codo extendido.

1.- Indíquese al sujeto que se coloque de pie con el brazo colgando libremente.

2.- Ubíquese en la parte lateral derecha de la persona

3.- Localice el punto de referencia y pase la cinta alrededor del segmento a medir, siguiendo una dirección perpendicular al eje longitudinal del mismo, ejerciendo una ligera tensión antes de efectuar la medición.

4.- La lectura se reporta en centímetros y milímetros.

ANEXO 4

Técnica para la medición de fuerza muscular por dinamometría de mano

Dinamómetro mecánico Grip A Takei

1. Teniendo el dinamómetro en una mano, girar la perilla para ajustar la gama del puño hasta que la segunda coyuntura de su índice se doble por 90 grados.
2. Girar la polea suavemente hacia la flecha, poniendo el indicador en cero.
3. El paciente deberá pararse vertical y relajado, extender sus brazos hacia abajo y agarrar el instrumento con la mano dominante.
4. Se le pide al paciente que ejerza la fuerza máxima sin permitir que sus brazos toquen su cuerpo. Durante la medida, no debe ondear el instrumento cerca del cuerpo.
5. Leer el valor demostrado en la escala y registrarlo en kilogramos.
6. Girar la flecha para poner el indicador a "0" otra vez.
7. Se realizan tres intentos con la misma mano y se registra el promedio de éstos.

ANEXO 5

Técnica para la medición composición corporal mediante impedancia bioeléctrica con técnica distal

Equipo BodyStat

1. El sujeto debe estar en posición supina, con los brazos y pies extendidos y relajados. El sujeto debe quitarse el zapato y el calcetín derecho.
2. Limpiar con una torunda de algodón con alcohol las zonas de colocación de los electrodos.
3. Una pareja de electrodos (un inyector y un sensor) se colocan dorsalmente sobre la mano derecha (tercera articulación metacarpiana- falángica y del carpo, respectivamente) y sobre el pie derecho (tercera articulación metatarsal-falángica y tibio-tarsiana)
4. Se introducen en el aparato los datos del paciente: sexo, edad, peso y estatura.
5. Se conectan los cables del equipo en los electrodos correspondientes (color negro proximal del cuerpo y color rojo distal).
6. Se presiona el botón de encendido que inicia el proceso de conducción de la corriente eléctrica y al escuchar el sonido de fin de medición desconectar los cables inyectores de corriente.
7. Se retiran los electrodos de la mano y pie del paciente, con ayuda de una torunda con alcohol.
8. Tomar la lectura de los valores de impedancia a las diferentes frecuencias (5, 50, 100 y 200 kHz) y el valor de TBW y ECW en porcentaje, tercer espacio e Índice de Impedancia.